



Ontwerp Provinciaal Inpassingsplan RegioExpres

NL.IMRO.9925.IPRegioExpres-ont1

RegioExpres

Inhoudsopgave

Regels		3
Hoofdstuk 1	Inleidende regels	4
Artikel 1	Begrippen	4
Artikel 2	Wijze van meten	10
Hoofdstuk 2	Bestemmingsregels	11
Artikel 3	Groen	11
Artikel 4	Natuur	13
Artikel 5	Verkeer	14
Artikel 6	Verkeer - Railverkeer	16
Artikel 7	Water	18
Artikel 8	Verkeer - Railverkeer Voorlopig	19
Artikel 9	Leiding - Gas	22
Artikel 10	Leiding - Hoogspanning 150 kV	23
Artikel 11	Leiding - Hoogspanningsverbinding 150/380 kV en 380 kV	25
Artikel 12	Leiding - Riool	27
Artikel 13	Waarde - Archeologie hoge verwachting	29
Artikel 14	Waarde - Archeologische verwachting 2	32
Artikel 15	Waarde - Archeologische verwachting 5	35
Artikel 16	Waarde - Archeologische verwachting 6	38
Hoofdstuk 3	Algemene regels	41
Artikel 17	Anti-dubbeltelregel	41
Artikel 18	Algemene bouwregels	42
Artikel 19	Algemene gebruiksregels	43
Artikel 20	Algemene aanduidingsregels	44
Artikel 21	Algemene afwijkingsregels	47
Artikel 22	Overige regels	48
Hoofdstuk 4	Overgangs- en slotregels	49
Artikel 23	Overgangsrecht	49
Artikel 24	Slotregel	50
Bijlagen bij regels		51
Bijlage 1	Inrichtingsplan natuurcompensatie en -versterking	52
Bijlage 2	Gebiedsindeling Doetinchem	99
Bijlage 3	Deelrapport natuur	101
Bijlage 4	Deelrapport trillingen	103

Regels

Hoofdstuk 1 Inleidende regels

Artikel 1 Begrippen

In deze regels wordt verstaan onder:

1.1 plan

het inpassingsplan RegioExpres met identificatienummer NL.IMRO.9925.IPRegioExpres-ont1 van de provincie Gelderland;

1.2 inpassingsplan

de geometrisch bepaalde planobjecten met de bijbehorende regels en de daarbij behorende bijlagen;

1.3 aanduiding

een geometrisch bepaald vlak of figuur, waarmee gronden zijn aangeduid, waar ingevolge de regels regels worden gesteld ten aanzien van het gebruik en/of het bebouwen van deze gronden;

1.4 aanduidingsgrens

de grens van een aanduiding indien het een vlak betreft;

1.5 agrarische bedrijvigheid

bedrijvigheid, geheel of overwegend gericht op het bedrijfsmatig voortbrengen van agrarische producten, zoals het telen van gewassen, het houden en/of fokken van dieren, waaronder productiegerichte paardenhouderijen;

1.6 archeologisch deskundige

professioneel archeoloog die op basis van de geldende versie van de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie bevoegd is om archeologisch onderzoek uit te voeren en/of Programma's van Eisen op te stellen en te toetsen;

1.7 archeologisch onderzoek

diverse vormen van onderzoek naar de archeologische waarden binnen een plangebied, uitgevoerd volgens de geldende versie van de Kwaliteitsnorm Nederlandse archeologie;

1.8 archeologisch rapport

in rapportvorm vevat verslag van een volgens de in de archeologische beroepsgroep gebruikelijke normen verricht archeologisch onderzoek, op basis waarvan een conclusie kan worden getrokken over de aanwezigheid van archeologische waarden;

1.9 archeologische verwachting

de aan een gebied toegekende verwachting in verband met de kans op het voorkomen van archeologische relictten;

1.10 archeologische waarde

de aan een gebied toegekende waarde in verband met de in dat gebied voorkomende archeologische relictten;

1.11 bebouwing

één of meer gebouwen en/of bouwwerken geen gebouwen zijnde;

1.12 bestaande

- a. bij bouwwerken: een bouwwerk dat op het moment van inwerkingtreding van het plan:
 1. legaal bestaat, of;
 2. wordt gebouwd, of;
 3. nadien kan worden gebouwd krachtens een omgevingsvergunning voor het bouwen, waarvoor de aanvraag voor het tijdstip van inwerkingtreding is ingediend, mits het bouwwerk in overeenstemming is met het voorheen geldend planologische regime;
- b. bij gebruik: het gebruik dat op het moment van de inwerkingtreding van het plan bestaat en in overeenstemming is met het voorheen geldend planologische regime;

1.13 bestemmingsgrens

de grens van een bestemmingsvlak;

1.14 bestemmingsvlak

een geometrisch bepaald vlak met eenzelfde bestemming;

1.15 bevoegd gezag

bestuursorgaan dat bevoegd is tot het nemen van een besluit ten aanzien van een aanvraag om een omgevingsvergunning of ten aanzien van een al verleende omgevingsvergunning;

1.16 bijbehorend bouwwerk

uitbreiding van een hoofdgebouw dan wel functioneel met een zich op hetzelfde perceel bevindend hoofdgebouw verbonden, daar al dan niet tegen aangebouwd gebouw, of ander bouwwerk, met een dak;

1.17 bouwen

het plaatsen, het geheel of gedeeltelijk oprichten, vernieuwen of veranderen en het vergroten van een bouwwerk, alsmede het geheel of gedeeltelijk oprichten, vernieuwen of veranderen van een standplaats;

1.18 bouwperceel

een aaneengesloten stuk grond, waarop ingevolge de regels een zelfstandige, bij elkaar behorende bebouwing is toegelaten;

1.19 bouwperceelgrens

de grens van een bouwperceel;

1.20 bouwwerk

elke constructie van enige omvang van hout, steen, metaal of ander materiaal, die op de plaats van bestemming hetzij direct of indirect met de grond verbonden is, hetzij direct of indirect steun vindt in of op de grond, bedoeld om ter plaatse te functioneren;

1.21 bovenkant spoorstaaf

de hoogte van de bovenkant van de laagste spoorstaaf;

1.22 dagrecreatie

verblijf buiten de woning voor recreatieve doeleinden zonder dat er een overnachting elders mee gepaard gaat;

1.23 extensieve dagrecreatie

niet-gemotoriseerde recreatieve activiteiten, zoals wandelen, fietsen, skaten, paardrijden, vissen, zwemmen en natuurobservatie;

1.24 faunavoorziening

een voorziening inclusief toeleidende raster die:

- het dieren mogelijk maakt openbare infrastructuur veiliger over te steken;
- fungeert als rust- en verblijfplaats voor soorten;
- een geschikt leefgebied creëert.

1.25 gebouw

elk bouwwerk, dat een voor mensen toegankelijke, overdekte, geheel of gedeeltelijk met wanden omsloten ruimte vormt;

1.26 geluidgevoelig gebouw

woningen en andere geluidgevoelige gebouwen overeenkomstig artikel 1 van de Wet geluidhinder;

1.27 gevaarlijke stof

stof zoals gedefinieerd in het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi);

1.28 gevoelige bestemmingen

woningen met bijbehorende erven alsmede scholen, crèches en kinderopvangplaatsen met bijbehorende buitenspeelruimten;

1.29 hoogspanningsverbinding

een ondergrondse of bovengrondse verbinding met een spanningsniveau hoger dan 110 kV;

1.30 horeca van categorie 1

het bedrijfsmatig verstrekken van al dan niet ter plaatse te nuttigen voedsel en dranken en/of het bedrijfsmatig verstrekken van nachtverblijf; de volgende specifieke vormen worden onder horeca categorie 1 begrepen:

- dagzaak: een horecabedrijf dat tot hoofddoel heeft het verstrekken van alcoholische en niet-alcoholische dranken en etenswaren, beide voor consumptie ter plaatse en waarvan de openingstijden grotendeels overeenkomen met die van een winkel;
- hotel: een horecabedrijf dat tot hoofddoel heeft het verstrekken van logies (per nacht) met als nevenactiviteiten het verstrekken van maaltijden en/of alcoholische en niet-alcoholische dranken voor consumptie ter plaatse;
- pension: een horecabedrijf dat tot hoofddoel heeft het verstrekken van logies voor langere tijd met als nevenactiviteiten het verstrekken van maaltijden en/of alcoholische en niet-alcoholische dranken aan de logerende gasten;

- restaurant: een horecabedrijf dat tot hoofddoel heeft het verstrekken van maaltijden voor consumptie ter plaatse, met als nevenactiviteit het verstrekken van alcoholische en niet-alcoholische dranken aan de gasten;
- snackbar/cafetaria: een horecabedrijf dat tot hoofddoel heeft het verstrekken van etenswaren al dan niet voor consumptie ter plaatse, met als nevenactiviteit het verstrekken van zwak- en niet-alcoholische dranken;

1.31 landschappelijke waarde

de aan een gebied toegekende waarde in visueel-ruimtelijk en/of cultuurhistorisch en/of ecologisch en/of geomorfologisch opzicht;

1.32 langzaam verkeer

niet-motorvoertuigen, fietsers, voetgangers en geleiders-berijders van een dier, alsmede fietsers met trapondersteuning, snorfietzers en bromfietzers, met dien verstande dat landbouwvoertuigen, brommobielen en motorrijtuigen met beperkte snelheid hier niet onder verstaan worden;

1.33 nutsvoorzieningen

voorzieningen ten behoeve van het op het openbare net aangesloten nutsvoorziening, het telecommunicatieverkeer, de afvalinzameling, het openbaar vervoer en/of het wegverkeer;

1.34 onderstation

een onderstation is een elektrische installatie in het hoogspanningsnet. Het maakt een verbinding tussen twee of meerdere hoogspanningsnetten of vormt een aansluitingspunt op het hoogspanningsnet;

1.35 overkapping

een bouwwerk, al dan niet aangebouwd aan een gebouw of een bouwwerk, geen gebouw zijnde, bestaande uit een slechts van boven afgesloten of afgedekte ruimte van lichte constructie zonder eigen wanden;

1.36 peil

- voor een bouwwerk, waarvan de hoofdtoegang direct aan de weg grenst: de hoogte van de weg ter plaatse van die hoofdtoegang;
- voor een bouwwerk, waarvan de hoofdtoegang niet direct aan de weg grenst: de hoogte van het terrein ter hoogte van die hoofdtoegang bij voltooiing van de bouw;
- indien in of op het water wordt gebouwd: de hoogte van het terrein ter plaatse van het meest nabijgelegen punt waar het water grenst aan het vaste land;
- indien in de regels, in afwijking van het bepaalde onder a., b. of c., specifiek een andere wijze van meten van het peil is bepaald geldt het bepaalde elders in de regels;
- in andere gevallen dan bedoeld onder a. tot en met d.: de gemiddelde hoogte van het aansluitende afgewerkte maaiveld;

1.37 perron

bouwwerk ten behoeve van het in- en uitstappen van reizigers;

1.38 perronvoorzieningen

voorzieningen die het tijdelijke verblijf, in- en uitstappen van de reiziger op het perron mogelijk maken, zoals wachtruimten, perronoverkappingen, roltrappen, liften, trappen en kleinschalige en ondergeschikte voorzieningen voor service- en detailhandeldoeleinden waaronder kiosken;

1.39 prostitutie

het zich beschikbaar stellen tot het verrichten van seksuele handelingen met een ander tegen vergoeding;

1.40 relaisgebouw

bouwwerk in de vorm van een gebouw waarin elektrotechnische voorzieningen zijn ondergebracht ten behoeve van spoorwegen en de beveiliging daarvan;

1.41 risicobron

1. inrichtingen bij welke ingevolge het 'Bevi' een grenswaarde, richtwaarde voor het risico c.q. een risico-afstand moet worden aangehouden bij het in het bestemmingsplan toelaten van kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten en/of;
2. inrichtingen waar opslag, overslag en/of het gebruik van gevaarlijke stoffen plaatsvindt én die behoren tot een categorie van inrichtingen als bedoeld in bijlage 1 van het Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer én waarvan het invloedsgebied tot over de eigen perceelsgrens reikt en/of;
3. inrichtingen waarvoor, krachtens artikel 3.12, 3.17, 3.18, 3.28, 4.1, 4.3, 4.4, 4.5, 4.7 of 4.81 van het Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer, regels gelden bij de opslag, overslag en / of het gebruik van gevaarlijke stoffen met betrekking tot minimaal aan te houden afstanden ten aanzien van (beperkt) kwetsbare objecten en/of;
4. een inrichting waarin meer dan 1.000 kilogram consumentenvuurwerk als bedoeld in het Vuurwerkbesluit of waarin professioneel vuurwerk als bedoeld in het Vuurwerkbesluit wordt opgeslagen of bewerkt of;
5. inrichtingen die niet onder 1 tot en met 4 vallen en waarvan de plaatsgebonden risicocontour 10^{-6} per jaar voor het plaatsgebonden risico is gelegen buiten de eigen perceelsgrens;
6. Transporten van gevaarlijke stoffen over weg, water en spoor die vallen per 1 april 2015 onder het Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt);
7. Transportleidingen voor gas, olie en chemicaliën (buisleidingen) die vallen onder het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb);

1.42 risicocontour

denkbeeldige contour rondom een object (een bedrijf, buisleiding of weg), waarbinnen in geval van een calamiteit de bevolking ongewenste risico's loopt in de zin van doden en gewonden;

1.43 seksinrichting

een voor het publiek toegankelijke besloten ruimte waarin bedrijfsmatig, of in de omvang alsof zij bedrijfsmatig was, seksuele handelingen worden verricht of vertoningen van erotische/pornografische aard plaatsvinden, waaronder in ieder geval worden verstaan een prostitutiebedrijf, een erotische massagesalon, een seksbioscoop, een seksautomatenhal, een sekstheater of een parenclub, al dan niet in combinatie met elkaar;

1.44 speelvoorzieningen

een voorziening bestemd voor vermaak of ontspanning waarbij uitsluitend van zwaartekracht of van fysieke kracht van de mens gebruik wordt gemaakt;

1.45 trillingscherm

een ondergronds bouwwerk, bedoeld voor de reductie van trillinghinder ten gevolge van spoorwegen en de daarbij behorende voorzieningen;

1.46 waterhuishoudkundige voorzieningen

voorzieningen die nodig zijn ten behoeve van een goede wateraanvoer, waterafvoer, waterberging en waterkwaliteit.

Artikel 2 Wijze van meten

Bij de toepassing van deze regels wordt als volgt gemeten:

2.1 De bouwhoogte van een bouwwerk

vanaf het peil tot aan het hoogste punt van een gebouw of van een bouwwerk, geen gebouw zijnde, met uitzondering van ondergeschikte bouwonderdelen, zoals schoorstenen, antennes, en naar de aard daarmee gelijk te stellen bouwonderdelen;

2.2 De breedte van een bouwwerk

van en tot de buitenkant van een zijgevel dan wel het hart van een gemeenschappelijke scheidingslijn, met dien verstande, dat wanneer de zijgevels niet evenwijdig lopen of verspringen, het gemiddelde wordt genomen van de kleinste en de grootste breedte;

2.3 De goothoogte van een bouwwerk

vanaf het peil tot aan de bovenkant van de goot c.q. de druiplijn, het boeibord of een daarmee gelijk te stellen constructiedeel;

2.4 De inhoud van een bouwwerk

tussen de onderzijde van de begane grondvloer, de buitenzijde van de gevels (en/of het hart van de scheidingsmuren) en de buitenzijde van daken en dakkapellen; de inhoud van een eventueel ondergronds bouwwerk niet meegerekend;

2.5 De oppervlakte van een bouwwerk

tussen de buitenwerkse gevelvlakken en/of het hart van de scheidingsmuren, neerwaarts geprojecteerd op het gemiddelde niveau van het afgewerkte bouwterrein ter plaatse van het bouwwerk;

2.6 De verticale bouwdiepte van een bouwwerk

vanaf peil tot aan het laagste punt van het bouwwerk, met uitzondering van fundering of ondergeschikte onderdelen van het bouwwerk.

2.7 Ondergeschikte bouwdelen

bij toepassing van het bepaalde ten aanzien van het bouwen worden ondergeschikte bouwdelen, als plinten, pilasters, kozijnen, gevelversieringen, ventilatiekanalen, schoorstenen, liftschachten, gevel- en kroonlijsten, luifels, balkons en overstekende daken buiten beschouwing gelaten, mits de overschrijding niet meer dan 1 m bedraagt.

Hoofdstuk 2 Bestemmingsregels

Artikel 3 Groen

3.1 Bestemmingsomschrijving

De voor 'Groen' aangewezen gronden zijn bestemd voor:

- a. structurele groenvoorzieningen waaronder houtige opstanden;
- b. extensieve dagrecreatie;
- c. fiets- en wandelpaden en verhardingen, niet zijnde parkeervoorzieningen;
- d. waterlopen, waterbergingen en waterinfiltratievoorzieningen;
- e. nutsvoorzieningen;
- f. kunstobjecten;
- g. geluidwerende voorzieningen;
- h. faunavoorzieningen;
- i. parkeervoorzieningen voor gemotoriseerd verkeer en fietsparkeervoorzieningen;
- j. bestaande inritten;
- k. straatmeubilair en speelvoorzieningen;

en bij de bestemming behorende bouwwerken en voorzieningen.

3.2 Bouwregels

3.2.1 Gebouwen

Voor het bouwen van gebouwen gelden de volgende regels:

- a. er mogen maximaal twee gebouwen per bestemmingsvlak worden opgericht;
- b. de afstand tot de bestemmingsgrens moet minimaal 2 meter bedragen;
- c. de oppervlakte per gebouw of bijbehorend bouwwerk mag maximaal 20 m² bedragen;
- d. de bouwhoogte mag maximaal 4 meter bedragen.

3.2.2 Bouwwerken, geen gebouwen zijnde

Voor het bouwen van bouwwerken geen gebouwen zijnde gelden de navolgende regels:

- a. de bouwhoogte mag maximaal 2 meter bedragen;
- b. in afwijking van het bepaalde in sub a, mag de bouwhoogte van
 1. fietsenstallingen ter plaatse van de aanduiding 'specifieke bouwaanduiding - fietsenstalling' maximaal 4 meter bedragen;
 2. speeltoestellen maximaal 6 meter bedragen;
 3. verlichting, vlaggenmasten, straatmeubilair (geen terrasinrichting), kunstobjecten en vergelijkbare bouwwerken maximaal 10 meter bedragen;
 4. antenedragers inclusief antennes maximaal 15 meter bedragen;
 5. geluidwerende voorzieningen maximaal 2 meter, dan wel de bestaande bouwhoogte bedragen;
- c. de oppervlakte van een bouwwerk geen gebouw zijnde mag maximaal 20 m² bedragen, met dien verstande de oppervlakte van fietsenstallingen ter plaatse van de aanduiding 'specifieke bouwaanduiding - fietsenstalling' maximaal de oppervlakte van het betreffende aanduidingsvlak mag bedragen.

3.3 Omgevingsvergunning voor het uitvoeren van een werk, geen bouwwerk zijnde, of van werkzaamheden

3.3.1 Algemeen

Het is verboden om zonder omgevingsvergunning op de gronden met de bestemming 'Groen' de navolgende werken en werkzaamheden uit te voeren of uit te doen voeren:

- a. het aanleggen en/of verharden van wegen en paden en het aanleggen en/of het aanbrengen van andere oppervlakteverhardingen;
- b. het aanleggen van en/of het vellen of rooien van beplantingen;
- c. het aanleggen en/of het dempen van watergangen en waterpartijen;
- d. het verlagen van en/of het graven in de bodem en het afgraven, ophogen en/of egaliseren van gronden;
- e. het verlagen van het (grond)waterpeil;
- f. het uitvoeren van heiwerken en/of het indrijven van scherpe voorwerpen in de bodem;
- g. het aanbrengen van ondergrondse kabels en leidingen en/of de daarmee verband houdende constructies, installaties en apparatuur.

3.3.2 Uitzonderingen

Geen omgevingsvergunning is vereist als:

- a. de werken en werkzaamheden het normale onderhoud betreffen, met inbegrip van onderhoudswerkzaamheden aan en vervangingswerkzaamheden van verhardingen, beplantingen en (tracés van) kabels en leidingen;
- b. het werken en werkzaamheden betreft die:
 1. reeds in uitvoering zijn ten tijde van de inwerkingtreding van het plan;
 2. mogen worden uitgevoerd krachtens een vereende vergunning.

3.3.3 Advies

Alvorens te beslissen op een verzoek om een omgevingsvergunning wint het bevoegd gezag advies in bij een ter zake deskundige op het gebied van ecologie.

Artikel 4 Natuur

4.1 Bestemmingsomschrijving

De voor 'Natuur' aangewezen gronden zijn bestemd voor:

- a. ter plaatse van de aanduiding 'specifieke vorm van natuur - natuurcompensatie' natuurcompensatie en -versterking, waarbij geldt dat de natuurcompensatie overeenkomstig het inrichtingsplan in Bijlage 1 wordt aangelegd en duurzaam in stand wordt gehouden;
 - b. instandhouding en ontwikkeling van ter plaatse voorkomende dan wel daaraan eigen landschaps- en natuurwaarden;
 - c. extensieve dagrecreatie, zoals fiets- en wandelpaden en picknickplaatsen, alsmede zandwegen, voor zover de in sub a en/of b bedoelde waarden niet onevenredig worden aangetast;
 - d. waterpartijen, waterlopen, waterbergingen en waterinfiltratievoorzieningen, inclusief bijbehorende oevers;
 - e. nutsvoorzieningen;
- en bij de bestemming behorende bouwwerken en voorzieningen.

4.2 Bouwregels

Voor het bouwen van bebouwing gelden de volgende regels:

- a. het bouwen van gebouwen is niet toegestaan;
- b. de bouwhoogte van bouwwerken, geen gebouwen zijnde in de vorm van erfafscheidingen en bouwwerken ten behoeve van extensieve dagrecreatieve voorzieningen mag niet meer dan 2 meter bedragen.

4.3 Omgevingsvergunning voor het uitvoeren van een werk, geen bouwwerk zijnde, of van werkzaamheden

- a. Het is verboden zonder of in afwijking van een omgevingsvergunning op en in de in lid 4.1 bedoelde gronden de volgende werken, geen bouwwerken zijnde of werkzaamheden, uit te voeren:
 1. aanleggen en verharderen van wegen, paden en andere verhardingen;
 2. egaliseren, ophogen, afgraven van gronden;
 3. bebossen en beplanten met houtopstanden;
 4. vellen en rooien van houtopstanden, tenzij al een kapvergunning nodig is op basis van de gemeentelijke Bomenverordening, alsmede indien de Wet natuurbescherming, onderdeel houtopstanden, van toepassing is;
 5. aanleg ondergrondse leidingen;
 6. dempen van sloten en graven van watergangen;
- b. Een omgevingsvergunning als bedoeld in sub a mag alleen worden verleend indien door de uitvoering van de werken, geen bouwwerken zijnde, of werkzaamheden, dan wel door de daarvan hetzij direct, hetzij indirect te verwachten gevolgen, geen blijvend onevenredige afbreuk wordt gedaan aan de waarden en/of functies die het plan beoogt te beschermen, tenzij hieraan door het stellen van voorwaarden voldoende tegemoet kan worden gekomen;
- c. Geen omgevingsvergunning als bedoeld in sub a is vereist voor:
 1. werken, geen bouwwerken zijnde, of werkzaamheden ten behoeve van normaal beheer en onderhoud zoals toegestaan in lid 4.1;
 2. werken, geen bouwwerken zijnde, of werkzaamheden welke op het moment van het inwerking treden van het plan legaal in uitvoering waren of konden worden uitgevoerd krachtens een voor dat tijdstip geldende, dan wel aangevraagde vergunning;
 3. werken, geen bouwwerken zijnde, of werkzaamheden ten behoeve van de realisering en aanleg van de compensatie zoals opgenomen in Bijlage 1.

Artikel 5 Verkeer

5.1 Bestemmingsomschrijving

De voor 'Verkeer' aangewezen gronden zijn bestemd voor:

- a. verkeer en verblijf;
- b. voet- en fietspaden;
- c. geluidwerende voorzieningen;
- d. water en waterhuishoudkundige voorzieningen;
- e. nutsvoorzieningen;
- f. kunstobjecten;
- g. parkeervoorzieningen voor gemotoriseerd verkeer en fietsparkeervoorzieningen, met dien verstande dat parkeervoorzieningen voor gemotoriseerd verkeer niet zijn toegestaan ter plaatse van de aanduiding 'parkeren uitgesloten';
- h. groenvoorzieningen;
- i. straatmeubilair en speelvoorzieningen;
- j. bestaande tunnels;
- k. gelijkvloerse kruisingen voor (spoor)wegen en water;
- l. faunavoorzieningen;

met bijbehorende bouwwerken, geen gebouwen zijnde.

5.2 Bouwregels

5.2.1 Gebouwen

Voor het bouwen van gebouwen op gronden met de bestemming 'Verkeer' gelden de navolgende regels:

- a. de bouwhoogte van de gebouwen mag maximaal 4 meter bedragen;
- b. de oppervlakte van een gebouw mag maximaal 20 m² bedragen.

5.2.2 Bouwwerken, geen gebouwen zijnde

Voor bouwwerken, geen gebouwen zijnde, gelden de volgende regels:

- a. de bouwhoogte van palen, masten en verkeerstekens bedraagt ten hoogste 12 meter;
- b. de bouwhoogte van geluidwerende voorzieningen bedraagt ten hoogste 2 meter;
- c. de bouwhoogte van overige bouwwerken, geen gebouwen zijnde, bedraagt ten hoogste 4 meter;
- d. de oppervlakte bedraagt maximaal 20 m².

5.3 Nadere eisen

Burgemeester en wethouders kunnen, met inachtneming van het bepaalde in lid 5.2, op gronden met de bestemming 'Verkeer' nadere eisen stellen met betrekking tot:

- a. dakvormen, dakhellingen en nokrichtingen van bouwwerken;
- b. de goot- en bouwhoogte van bouwwerken;
- c. de afmetingen van bouwwerken;
- d. het aantal en de situering van bouwwerken;

onder voorwaarde dat de nadere eisen niet op onevenredige wijze een doelmatig gebruik van gronden en bouwwerken in de weg staan.

5.4 Afwijken van de bouwregels

5.4.1 Gebouwen

Het bevoegd gezag kan bij een omgevingsvergunning afwijken van het bepaalde in lid 5.2.1 sub a voor de bouwhoogte van gebouwen tot maximaal 5 meter, onder voorwaarden dat:

- a. niet onevenredig afbreuk wordt gedaan aan de stroom- of ontsluitingsfunctie van gronden met de bestemming 'Verkeer';
- b. vooraf advies wordt ingewonnen bij een ter zake deskundige op het gebied van stedenbouw en verkeer;
- c. de ruimtelijke uitwerking van de afwijking aanvaardbaar is.

5.4.2 *Bouwwerken, geen gebouwen zijnde*

Het bevoegd gezag kan bij een omgevingsvergunning afwijken van het bepaalde in lid 5.2.2 sub b voor de bouwhoogte van bouwwerken geen gebouwen zijnde tot maximaal 30 meter onder voorwaarden dat:

- a. niet onevenredig inbreuk wordt gedaan aan de stroom- of ontsluitingsfunctie van de gronden met de bestemming 'Verkeer';
- b. vooraf advies wordt ingewonnen bij een ter zake deskundige op het gebied van stedenbouw en verkeer;
- c. de ruimtelijke uitwerking van de afwijking aanvaardbaar is.

Artikel 6 Verkeer - Railverkeer

6.1 Bestemmingsomschrijving

De voor 'Verkeer - Railverkeer' aangewezen gronden zijn bestemd voor:

- a. spoorwegen;
- b. bij een spoorweg behorende voorzieningen zoals, onderhoudswegen, calamiteitenwegen, ontsluitingswegen voor aan het spoor grenzende percelen, taluds, groenvoorzieningen, water, relaisgebouwen en overige elektriciteitsvoorzieningen, brandveiligheidsvoorzieningen en voorzieningen voor geleiding en beveiliging van het spoor;
- c. faunavoorzieningen;
- d. gelijkvloerse en ongelijkvloerse kruisingen voor verkeer;
- e. fiets- en voetpaden;
- f. parkeer- en groenvoorzieningen;
- g. fietsenstallingen;
- h. geluidwerende voorzieningen;
- i. trillingschermen;
- j. nutsvoorzieningen;
- k. ter plaatse van de aanduiding 'horeca', tevens voor horeca van categorie 1, met uitzondering van een hotel of pension;
- l. ter plaatse van de aanduiding 'specifieke vorm van verkeer - railverkeer - perrons': tevens voor perrons en perronvoorzieningen;
- m. overige bouwwerken, zoals bruggen, dammen en duikers; met bijbehorende bouwwerken en voorzieningen.

6.2 Bouwregels

6.2.1 Gebouwen

Voor gebouwen gelden de volgende regels:

- a. gebouwen worden gebouwd binnen het bouwvlak dan wel ter plaatse van de aanduiding 'specifieke vorm van verkeer - railverkeer - perrons';
- b. binnen het bouwvlak bedraagt de bouwhoogte maximaal de ter plaatse van de aanduiding 'maximum bouwhoogte (m)' aangegeven waarde;
- c. tunnels zijn, in afwijking van het bepaalde onder a., tevens buiten het bouwvlak toegestaan;
- d. de bouwhoogte van gebouwen ten behoeve van perronvoorzieningen ter plaatse van de aanduiding 'specifieke vorm van verkeer - railverkeer - perrons' bedraagt ten hoogste 4,5 m, gemeten vanaf de bovenkant spoorstaaf.

6.2.2 Bouwwerken, geen gebouwen zijnde

Voor het bouwen van bouwwerken, geen gebouwen zijnde, gelden de volgende regels, waarbij gemeten wordt vanaf de bovenkant spoorstaaf:

- a. de bouwhoogte van overkappingen bedraagt ten hoogste 5 meter;
- b. de bouwhoogte van geluidwerende voorzieningen bedraagt ten hoogste 2 meter;
- c. de bouwhoogte van andere bouwwerken, geen gebouwen zijnde bedraagt ten hoogste 10 meter.

6.3 Afwijken van de bouwregels

6.3.1 Bouwhoogte gebouwen

Het bevoegd gezag kan bij een omgevingsvergunning afwijken van het bepaalde in lid 6.2.1 sub b voor de bouwhoogte van gebouwen tot maximaal 5 meter, onder voorwaarden dat:

- a. niet onevenredig afbreuk wordt gedaan aan de stroom- of ontsluitingsfunctie van de gronden met de

- bestemming 'Verkeer - Railverkeer';
- b. de ruimtelijke uitwerking van de afwijking aanvaardbaar is.

6.3.2 *Bouwhoogte geluidwerende voorzieningen*

Het bevoegd gezag kan bij een omgevingsvergunning afwijken van het bepaalde in lid 6.2.2 sub b voor de bouwhoogte van geluidwerende voorzieningen tot maximaal 3 meter, gemeten vanaf de bovenkant spoorstaaf, onder voorwaarden dat:

- a. de noodzaak voor een hogere geluidwerende voorziening blijkt uit akoestisch onderzoek;
- b. de ruimtelijke uitwerking van de afwijking aanvaardbaar is.

6.4 **Specifieke gebruiksregels**

6.4.1 *Strijdig gebruik*

Tot een gebruik strijdig met de bestemming wordt in ieder geval gerekend:

- a. het gebruik van gronden voor het vervoer van gevaarlijke stoffen.

6.4.2 *Voorwaardelijke verplichting natuurcompensatie en faunapassages*

- a. Het in gebruik nemen van gronden ten dienste van de in 6.1 onder a. en/of b. genoemde doeleinden is uitsluitend toegestaan onder de voorwaarden dat:
 - 1. de natuurcompensatie en -versterking, zoals opgenomen in Bijlage 1 binnen de bestemming 'Natuur' ter plaatse van de aanduiding 'specifieke vorm van natuur - natuurcompensatie' uiterlijk binnen 2 jaar na realisatie van het dubbelspoor is gerealiseerd;
 - 2. de faunapassages, zoals opgenomen in Bijlage 3 uiterlijk binnen 2 jaar na realisatie van het dubbelspoor zijn gerealiseerd;
 - 3. de onder 1. en 2. bedoelde compenserende maatregelen na realisatie duurzaam worden beheerd en in stand gehouden;
- b. het bepaalde onder a. is niet van toepassing op een gebruik dat reeds is toegestaan conform het voor inwerkingtreding van dit inpassingsplan geldende plan.

6.4.3 *Voorwaardelijke verplichting trillingschermen*

- a. Het in gebruik nemen van gronden ten dienste van de in 6.1 onder a. en/of b. genoemde doeleinden is uitsluitend toegestaan onder de voorwaarden dat:
 - 1. de noodzakelijke trillingschermen, zoals opgenomen in Bijlage 4 uiterlijk ten tijde van de ingebruikname van het dubbelspoor is gerealiseerd;
 - 2. de onder 1. bedoelde voorzieningen na realisatie duurzaam in stand worden gehouden;
- b. het bepaalde onder a. is niet van toepassing op een gebruik dat reeds is toegestaan conform het voor inwerkingtreding van dit inpassingsplan geldende plan.

Artikel 7 Water

7.1 Bestemmingsomschrijving

De voor 'Water' aangewezen gronden zijn bestemd voor:

- a. het ontvangen, bergen en/of afvoeren van water zoals waterlopen en andere watergangen met de daarbij behorende oeverstroken;
- b. extensieve dagrecreatie;
- c. beroeps- en pleziervaart, ter plaatse van de aanduiding 'vaarweg';
- d. de instandhouding van de aanwezige natuurlijke waarden, visuele waarden en landschappelijke waarden;
- e. infrastructuurle voorzieningen;
- f. groen- en nutsvoorzieningen;

en bij de bestemming behorende bouwwerken en voorzieningen.

7.2 Bouwregels

7.2.1 Algemeen

Op de in lid 7.1 bedoelde gronden mogen uitsluitend bouwwerken ten dienste van de bestemming 'Water' worden gebouwd.

7.2.2 Bouwwerken, geen gebouwen zijnde

Voor het bouwen van bouwwerken geen gebouwen zijnde op gronden met de bestemming 'Water' gelden de navolgende regels:

- a. de bouwhoogte mag maximaal 3 m bedragen;
- b. in afwijking van het bepaalde in sub a mag de bouwhoogte van:
 1. dammen, duikers en vergelijkbare bouwwerken maximaal 4 m bedragen;
 2. verlichting, vlaggenmasten en vergelijkbare bouwwerken maximaal 10 m bedragen;
 3. antenedragers inclusief antennes maximaal 15 m bedragen;
 4. bruggen en vergelijkbare bouwwerken maximaal 20 m bedragen;
- c. de oppervlakte per bouwwerk geen gebouw zijnde, niet zijnde bruggen, aanlegsteigers, dammen en duikers, mag maximaal 20 m² bedragen.

7.3 Nadere eisen

Het bevoegd gezag kan, met inachtneming van het bepaalde in lid 7.2, op gronden met de bestemming 'Water' nadere eisen stellen met betrekking tot:

- a. de bouwhoogte van bouwwerken;
- b. de afmetingen van bouwwerken;
- c. het aantal en de situering van bouwwerken;

onder voorwaarde dat de nadere eisen niet op onevenredige wijze een doelmatig gebruik van gronden en bouwwerken in de weg staan.

Artikel 8 Verkeer - Railverkeer Voorlopig

8.1 Voorlopige bestemming

8.1.1 Bestemmingsomschrijving

De voor 'Verkeer - Railverkeer Voorlopig' aangewezen gronden zijn bestemd voor:

- a. bouwwegen en werkterreinen voor de aanleg van spoorwegen, overwegen en ongelijkvloerse kruisingen;
- b. ontsluitingswegen en paden;
- c. gelijkvloerse en ongelijkvloerse kruisingen;
- d. opslagterreinen;
- e. parkeervoorzieningen;
- f. groenvoorzieningen;
- g. water en waterhuishoudkundige voorzieningen zoals bruggen en duikers;
- h. civieltechnische voorzieningen;
- i. geluidwerende voorzieningen;
- j. nutsvoorzieningen;
- k. duikers, stuwen en bruggen;

met bijbehorende bouwwerken en voorzieningen.

8.1.2 Bouwregels

Voor het bouwen geldende de volgende regels:

- a. de bouwhoogte van gebouwen mag niet meer bedragen dan 10 meter;
- b. de bouwhoogte van bouwwerken, geen gebouwen zijnde, mag niet meer bedragen dan 10 meter.

8.1.3 Geldigheidsduur voorlopige bestemming

- a. De termijn waarvoor de voorlopige bestemming geldt bedraagt 5 jaar, gerekend vanaf de dag van inwerkingtreding van dit inpassingsplan.
- b. Indien het dubbelspoor binnen de bestemming 'Verkeer - Railverkeer' eerder dan na afloop van de onder a. bedoelde termijn in gebruik wordt genomen, eindigt de geldingsduur van de voorlopige bestemming zes maanden na ingebruikname van het dubbelspoor.
- c. Na verloop van de geldingsduur als bedoeld onder a. en/of b., gelden de in artikel 8.2 opgenomen definitieve bestemmingen.

8.2 Definitieve bestemming

8.2.1 Groen

Ter plaatse van de aanduiding 'groen' zijn de regels van de in Artikel 3 opgenomen bestemming 'Groen' van overeenkomstige toepassing op de definitieve bestemming van de gronden als bedoeld in artikel 8.1.1.

8.2.2 Specifieke vorm van groen - 1

- a. Ter plaatse van de aanduiding 'specifieke vorm van groen - 1' is de bestemming 'Groen - 1' van toepassing als definitieve bestemming van de gronden als bedoeld in artikel 8.1.1;
- b. de voor 'Groen - 1' aangewezen gronden zijn bestemd voor groen- en speelvoorzieningen, dierenweiden, hondentoilet, watergangen en -partijen, geluidwerende voorzieningen, nutsvoorzieningen, fiets- en voetpaden, in- en uitritten, en andere, ondergeschikte verhardingen;
- c. op de voor 'Groen - 1' aangewezen gronden zijn uitsluitend bouwwerken, geen gebouwen zijnde toegestaan, waarbij de volgende regels gelden:
 1. bouwhoogte mag niet meer dan 3 m bedragen;
 2. ten dienste van dierenweiden zijn bouwwerken toegestaan ten behoeve van het verblijf en

verzorgen van dieren met een maximale oppervlakte van 40 m² en een maximale goot- en bouwhoogte van 2 en 4,5 meter.

8.2.3 Verkeer

Ter plaatse van de aanduiding 'verkeer' zijn de regels van de in Artikel 5 opgenomen bestemming 'Verkeer' van overeenkomstige toepassing op de definitieve bestemming van de gronden als bedoeld in artikel 8.1.1.

8.2.4 Agrarisch

- a. Ter plaatse van de aanduiding 'agrarisch' is de bestemming 'Agrarisch' van toepassing als definitieve bestemming van de gronden als bedoeld in artikel 8.1.1;
- b. de voor 'Agrarisch' aangewezen gronden zijn bestemd voor:
 1. agrarische bedrijvigheid;
 2. extensieve dagrecreatie;
 3. fiets- en wandelpaden en verhardingen, niet zijnde parkeervoorzieningen;
 4. instandhouding van aanwezige natuur- en landschapswaarden;
 5. waterlopen, waterbergingen en waterinfiltratievoorzieningen;
 6. groen- en nutsvoorzieningen;
 7. bij de bestemming behorende bouwwerken en voorzieningen;
- c. op de voor 'Agrarisch' aangewezen gronden zijn uitsluitend bouwwerken, geen gebouwen zijnde toegestaan, waarbij de volgende regels gelden:
 1. het oprichten van kuilvoerplaatsen, tunnelkassen, windturbines, mestopslag, dierenverblijven en silo's is niet toegestaan;
 2. de bouwhoogte mag maximaal 1 meter bedragen;
 3. in afwijking van het bepaalde in sub c.2 mag de bouwhoogte van:
 - erf- en terreinafscheidingen maximaal 1,2 meter bedragen;
 - antennedragers inclusief antennes, verlichting, vlaggenmasten en vergelijkbare bouwwerken maximaal 10 meter bedragen;
 4. de totale oppervlakte van bouwwerken geen gebouwen zijnde mag maximaal 20 m² per hectare bedragen.

8.2.5 Bos

- a. Ter plaatse van de aanduiding 'bos' is de bestemming 'Bos' van toepassing als definitieve bestemming van de gronden als bedoeld in artikel 8.1.1;
- b. de voor 'Bos' aangewezen gronden zijn bestemd voor:
 1. bos;
 2. instandhouding van bos ten behoeve van aldaar voorkomende dan wel daaraan eigen natuur- en landschapswaarden;
 3. bosbouw voor zover de onder 2. bedoelde waarden niet onevenredig worden aangetast;
 4. extensieve dagrecreatie;
 5. water;
 6. onverharde wegen;
 7. nutsvoorzieningen;
 8. voorzieningen ten behoeve van de waterhuishouding, waaronder begrepen voorzieningen ten behoeve van het vasthouden, bergen, aan- en afvoeren van water;
- c. op de voor 'Bos' aangewezen gronden zijn uitsluitend bouwwerken, geen gebouwen zijnde toegestaan, waarvan de bouwhoogte niet meer mag bedragen dan 3 meter, met dien verstande dat:
 1. de bouwhoogte van verlichting niet meer mag bedragen dan 4 meter;
 2. de totale oppervlakte van bouwwerken geen gebouwen zijnde maximaal 20 m² per hectare mag bedragen.
- d. het is verboden om zonder omgevingsvergunning op gronden met de bestemming 'Bos' de navolgende werken en werkzaamheden uit te voeren of uit te doen voeren:
 1. het aanleggen en/of verharderen van wegen en paden en het aanleggen en/of het aanbrengen van andere oppervlakteverhardingen;
 2. het aanleggen van en/of het vellen of rooien van beplantingen;
 3. het aanleggen en/of het dempen van watergangen, sloten en andere waterpartijen;

4. het verlagen van en/of het graven in de bodem en het afgraven, ophogen en/of egaliseren van gronden;
 5. het verlagen van het (grond)waterpeil;
 6. het uitvoeren van heiverken en/of het indrijven van scherpe voorwerpen in de bodem;
 7. het aanbrengen van ondergrondse kabels en leidingen en/of de daarmee verband houdende constructies, installaties en apparatuur.
- e. geen omgevingsvergunning als bedoeld in sub d. is vereist als:
1. de werken en werkzaamheden het normale onderhoud betreffen, met inbegrip van onderhoudswerkzaamheden aan en vervangingswerkzaamheden van verhardingen, beplantingen en (tracés van) kabels en leidingen;
 2. het werken en werkzaamheden betreft die:
 3. reeds in uitvoering zijn ten tijde van de inwerkingtreding van de verordening;
 4. al mogen worden uitgevoerd op basis van een andere vergunning, waarin de te beschermen waarden al zijn meegewogen.
- f. alvorens te beslissen op een verzoek om een omgevingsvergunning als bedoeld in sub d. wint het bevoegd gezag advies in bij een deskundige op het gebied van landschap.

8.2.6 Water

- a. Ter plaatse van de aanduiding 'water' is de bestemming 'Water' van toepassing als definitieve bestemming van de gronden als bedoeld in artikel 8.1.1;
- b. de voor 'Water' aangewezen gronden zijn bestemd voor:
 1. watergangen, waterpartijen, oevers, taluds, onderhoudspaden en kaden;
 2. waterhuishouding en verkeer te water;
 3. instandhouding en ontwikkeling van ter plaatse voorkomende dan wel daaraan eigen landschaps- en natuurwaarden;
 4. extensieve dagrecreatie;
 5. voet- en/of fietspaden.
- c. op de voor 'Water' aangewezen gronden mogen uitsluitend bouwwerken, geen gebouwen zijnde, worden gebouwd, waarvan de bouwhoogte mag niet meer dan 3 m mag bedragen.
- d. onder strijdig gebruik met deze bestemming wordt in ieder geval wordt begrepen het opslaan, opgeslagen houden, storten of lozen van puin, vuil of andere vast of vloeibare afvalstoffen.

Artikel 9 Leiding - Gas

9.1 Bestemmingsomschrijving

De voor 'Leiding - Gas' aangewezen gronden zijn mede bestemd voor de aanleg en de instandhouding van een ondergrondse hogedruk aardgastransportleiding, nutsvoorzieningen en bij de bestemming behorende bouwwerken en voorzieningen.

9.2 Bouwregels

Voor het bouwen van bebouwing gelden de volgende regels:

- a. op of in de in lid 9.1 bedoelde gronden met de bestemming 'Leiding - Gas' mogen uitsluitend bouwwerken ten dienste van de bedoelde leiding, alsmede nutsvoorzieningen worden gebouwd;
- b. de bouwhoogte van de onder a. bedoelde bouwwerken mag niet meer dan 4 meter bedragen.

9.3 Omgevingsvergunning voor het uitvoeren van een werk, geen bouwwerk zijnde, of van werkzaamheden

- a. Het is verboden op of in de in lid 9.1 bedoelde gronden zonder of in afwijking van een omgevingsvergunning, de volgende werken, geen bouwwerken zijnde, of werkzaamheden uit te voeren:
 1. het aanbrengen, vellen en/of rooien van hoogopgaande en/of diepwortelende beplanting, bijvoorbeeld rietbeplanting;
 2. het verlagen van de bodem en/of het graven in de bodem en het afgraven, ophogen en/of egaliseren van gronden;
 3. het indrijven van (scherpe) voorwerpen in de bodem en/of het uitvoeren van heiwerkzaamheden;
 4. diepploegen;
 5. het aanbrengen van gesloten verhardingen;
 6. het verlagen van het (grond)waterpeil;
 7. het permanent opslaan van goederen waaronder ook begrepen het opslaan van afvalstoffen;
 8. het aanleggen van waterlopen of het vergraven, verruimen of dempen van bestaande waterlopen;
 9. het plaatsen van onroerende objecten, zoals lichtmasten, wegwijzers en ander straatmeubilair.
- b. Het verbod als bedoeld in sub a is niet van toepassing op werken, geen bouwwerken zijnde, of werkzaamheden die:
 1. voorkomen op de beplantingslijst van de leidingbeheerder;
 2. mechanisch worden uitgevoerd en daarmee vallen onder de werking van de Wet Informatie Uitwisseling Ondergrondse Netwerken;
 3. reeds in uitvoering zijn op het tijdstip van inwerkingtreding van het plan;
 4. mogen worden uitgevoerd krachtens een reeds verleende vergunning;
 5. normaal onderhoud betreffen of worden uitgevoerd t.b.v. de instandhouding van de leiding(en).
- c. De werken, geen bouwwerken zijnde, of werkzaamheden bedoeld in sub a zijn slechts toelaatbaar indien dit niet strijdig is met de belangen van de leidingen.
- d. Alvorens omtrent het verlenen van een omgevingsvergunning zoals bedoeld in sub a te beslissen, wint het bevoegd gezag tijdig schriftelijk advies in bij de leidingbeheerder omtrent de vraag of door de voorgenomen werken, geen bouwwerken zijnde, of werkzaamheden de belangen in verband met de leidingen niet onevenredig worden geschaad en welke voorwaarden dienen te worden gesteld ter voorkoming van eventuele schade.

Artikel 10 Leiding - Hoogspanning 150 kV

10.1 Bestemmingsomschrijving

De voor 'Leiding - Hoogspanning 150 kV' aangewezen gronden zijn, behalve voor de andere daar voorkomende bestemming(en), mede bestemd voor:

- a. de aanleg, instandhouding en/of bescherming van een ondergrondse 150 kV-hoogspanningsverbinding met de daarbij behorende belemmeringenstrook;
- b. nutsvoorzieningen;
- c. toegangswegen.

10.2 Bouwregels

10.2.1 Algemeen

Op deze gronden mogen ten behoeve van de bestemming uitsluitend worden gebouwd:

- a. gebouwen en overkappingen ten behoeve van nutsvoorzieningen;
- b. bouwwerken, geen gebouwen of overkappingen zijnde ten behoeve van de in 10.1 bedoelde bestemming.

10.2.2 Specifieke bouwregels

- a. de bouwhoogte van bouwwerken, geen gebouwen of overkappingen zijnde, als bedoeld in 10.2.1 mag niet meer dan 4 meter bedragen;
- b. op deze gronden mag ten behoeve van de overige voor deze gronden geldende bestemming(en) niet worden gebouwd, tenzij het gaat om (vervanging van) bestaande bouwwerken.

10.3 Afwijken van de bouwregels

10.3.1 Afwijkingsbevoegdheid

Het bevoegd gezag kan bij omgevingsvergunning afwijken van het bepaalde in lid 10.2 ten behoeve van het bouwen overeenkomstig de in lid 10.2.2 bedoelde andere daar voorkomende bestemming(en).

10.3.2 Toelaatbaarheid

Een omgevingsvergunning kan worden verleend indien de belangen van de leiding(en) hierdoor niet worden geschaad.

10.3.3 Adviesprocedure voor afwijkingen

Alvorens het bevoegd gezag beslist over een omgevingsvergunning als bedoeld in artikel 10.3.1 wint het bevoegd gezag schriftelijk advies in bij de beheerder(s) van de leiding(en) omtrent de vraag of door de voorgenomen bouwactiviteiten de belangen van de leiding(en) niet worden geschaad en de eventueel te stellen voorwaarden.

10.3.4 Omgevingsvergunningplicht

Het is verboden op binnen de dubbelbestemming 'Leiding - Hoogspanning 150 kV' gelegen gronden de navolgende werken en werkzaamheden uit te voeren:

- a. het aanbrengen en/of rooien van diepwortelende beplanting en bomen, dieper dan 0,80 meter onder maaiveld;
- b. het wijzigen van het maaiveldniveau door ontgroning of ophoging;
- c. het indrijven van voorwerpen in de bodem, dieper dan 0,80 meter onder maaiveld;
- d. het uitvoeren van grondbewerkingen, waartoe worden gerekend afgraven, woelen, mengen, diep ploegen, egaliseren en aanleggen van drainage, dieper dan 0,80 meter onder maaiveld;
- e. het aanleggen, vergraven, verruimen of dempen van (reeds bestaande) watergangen;

- f. het opslaan van goederen, (brandbare)stoffen en/of materialen;
- g. het aanleggen van wegen, paden en parkeergelegenheden en het aanbrengen van andere oppervlakteverhardingen;
- h. het aanbrengen en/of slopen van ondergrondse constructies, installaties, opstallen of apparatuur anders dan ten dienste van deze in lid 10.1 omschreven bestemming.

10.3.5 Uitzonderingen

Het in lid 10.3.4 vervatte verbod geldt niet voor werken of werkzaamheden die:

- a. betrekking hebben op normaal onderhoud en beheer;
- b. reeds in uitvoering zijn op het tijdstip van het van kracht worden van dit plan;
- c. mogen worden uitgevoerd krachtens een reeds verleende vergunning;
- d. vallen onder de Wet Informatie-uitwisseling Boven- en Ondergrondse Netten.

10.3.6 Toelaatbaarheid

De werken of werkzaamheden als bedoeld in lid 10.3.4 zijn slechts toelaatbaar voor zover de belangen van de leiding(en) hierdoor niet worden geschaad.

10.3.7 Adviesprocedure

Alvorens het bevoegd gezag beslist over een omgevingsvergunning als bedoeld in artikel 10.3.4 wint het bevoegd gezag schriftelijk advies in bij de beheerder(s) van de leiding(en) omtrent de vraag of door de uitvoering van de voorgenomen werken en werkzaamheden de belangen van de leiding(en) niet worden geschaad en de eventueel te stellen voorwaarden.

Artikel 11 Leiding - Hoogspanningsverbinding 150/380 kV en 380 kV

11.1 Bestemmingsomschrijving

De voor 'Leiding - Hoogspanningsverbinding 150/380 kV en 380 kV' aangewezen gronden zijn, behalve voor de andere daar voorkomende bestemming(en), mede bestemd voor:

- a. een gecombineerde bovengrondse 150 kV / 380 kV-hoogspanningsverbinding dan wel een bovengrondse 380 kV hoogspanningsverbinding met de daarbij behorende belemmeringenstrook;
- b. overige bouwwerken, geen gebouwen zijnde;
- c. groenvoorzieningen;
- d. nutsvoorzieningen;
- e. toegangswegen;
- f. waterlopen en waterpartijen;
- g. waterhuishoudkundige voorzieningen.

11.2 Bouwregels

11.2.1 Algemeen

Op deze gronden mogen ten behoeve van de bestemming uitsluitend worden gebouwd:

- a. gebouwen en overkappingen ten behoeve van nutsvoorzieningen;
- b. bouwwerken, geen gebouwen of overkappingen zijnde ten behoeve van de in 11.1 bedoelde bestemming.

11.2.2 Specifieke bouwregels

- a. de bouwhoogte van bouwwerken, geen gebouwen of overkappingen zijnde, als bedoeld in 11.2.1 mag niet meer dan 4 meter bedragen, met dien verstande dat de bouwhoogte van hoogspanningsmasten niet meer dan 80 meter mag bedragen;
- b. op deze gronden mag ten behoeve van de overige voor deze gronden geldende bestemming(en) niet worden gebouwd, tenzij het gaat om (vervanging van) bestaande bouwwerken.

11.3 Afwijken van de bouwregels

11.3.1 Afwijkingsbevoegdheid

Het bevoegd gezag kan bij omgevingsvergunning afwijken van het bepaalde in lid 11.2 ten behoeve van het bouwen overeenkomstig de in lid 11.2.2 bedoelde andere daar voorkomende bestemming(en).

11.3.2 Toelaatbaarheid

Een omgevingsvergunning kan worden verleend indien de belangen van de leiding(en) hierdoor niet worden geschaad.

11.3.3 Adviesprocedure voor afwijkingen

Alvorens het bevoegd gezag beslist over een omgevingsvergunning als bedoeld in artikel 11.3.1 wint het bevoegd gezag schriftelijk advies in bij de beheerder(s) van de leiding(en) omtrent de vraag of door de voorgenomen bouwactiviteiten de belangen van de leiding(en) niet worden geschaad en de eventueel te stellen voorwaarden.

11.4 Omgevingsvergunning voor het uitvoeren van een werk, geen bouwwerk zijnde, of van werkzaamheden

11.4.1 Omgevingsvergunningplicht

Het is verboden op binnen de dubbelbestemming 'Leiding - Hoogspanningsverbinding 150/380 kV en 380 kV' gelegen gronden de navolgende werken en werkzaamheden uit te voeren:

- a. het aanbrengen en/of rooien van opgaande beplanting en bomen;
- b. het wijzigen van maaiveld of weghoogte door ontgrondingswerkzaamheden of ophoging;
- c. het aanleggen, vergraven, verruimen of dempen van (reeds bestaande) watergangen;
- d. het opslaan van goederen, (brandbare)stoffen en/of materialen;
- e. het aanbrengen en/of slopen van bovengrondse constructies, installaties, opstallen of apparatuur anders dan ten dienste van deze in lid 11.1 omschreven bestemming;
- f. het aanleggen van wegen en parkeergelegenheden;
- g. het aanleggen van zonneparken.

11.4.2 Uitzonderingen

Het in lid 11.4.1 vervatte verbod geldt niet voor werken of werkzaamheden die:

- a. betrekking hebben op normaal onderhoud en beheer;
- b. reeds in uitvoering zijn op het tijdstip van het van kracht worden van dit plan;
- c. mogen worden uitgevoerd krachtens een reeds verleende vergunning;
- d. vallen onder de Wet Informatie-uitwisseling Boven- en Ondergrondse Netten.

11.4.3 Toelaatbaarheid

De werken of werkzaamheden als bedoeld in lid 11.4.1 zijn slechts toelaatbaar voor zover de belangen van de leiding(en) hierdoor niet worden geschaad.

11.4.4 Adviesprocedure

Alvorens het bevoegd gezag beslist over een omgevingsvergunning als bedoeld in artikel 11.4.1 wint het bevoegd gezag schriftelijk advies in bij de beheerder(s) van de leiding(en) omtrent de vraag of door de uitvoering van de voorgenomen werken en werkzaamheden de belangen van de leiding(en) niet worden geschaad en de eventueel te stellen voorwaarden.

Artikel 12 Leiding - Riool

12.1 Bestemmingsomschrijving

De voor 'Leiding - Riool' aangewezen gronden zijn, behalve voor de andere daar voorkomende bestemming(en), mede bestemd voor:

- a. de aanleg en de instandhouding van een rioolwatertransportleiding;
- b. een vrijwaringszone aan weerszijden vanuit het hart van de leiding;
- c. nutsvoorzieningen;

en bij de bestemming behorende bouwwerken voorzieningen.

12.2 Bouwregels

12.2.1 Algemeen

Op de in lid 12.1 bedoelde gronden mogen uitsluitend bouwwerken ten dienste van de bestemming 'Leiding - Riool' worden gebouwd.

12.2.2 Bouwwerken, geen gebouwen zijnde

Voor het bouwen van bouwwerken geen gebouwen zijnde geldt dat:

- a. de bouwhoogte maximaal 4 meter mag bedragen;
- b. het bouwen van overkappingen niet is toegestaan.

12.3 Afwijken van de bouwregels

12.3.1 Bouwen t.b.v. andere voorkomende bestemming(en)

Het bevoegd gezag kan bij een omgevingsvergunning afwijken van het bepaalde in lid 12.1 en 12.2 voor het bouwen overeenkomstig de andere daar voorkomende bestemming(en), onder voorwaarden dat:

- a. het bouwwerk geen belemmering vormt voor de aanleg, het functioneren, het onderhoud en de instandhouding van de rioolwatertransportleiding;
- b. vooraf advies is ingewonnen bij de leidingbeheerder;
- c. de ruimtelijke uitwerking van de afwijking aanvaardbaar is.

12.4 Omgevingsvergunning voor het uitvoeren van een werk, geen bouwwerk zijnde, of van werkzaamheden

12.4.1 Algemeen

Het is verboden om zonder omgevingsvergunning op gronden met de bestemming 'Leiding - Riool' de navolgende werken en werkzaamheden uit te voeren of uit te doen voeren:

- a. het aanleggen en/of verharderen van wegen en paden en het aanleggen en/of het aanbrengen van andere oppervlakteverhardingen;
- b. het aanleggen en/of het vellen of rooien van beplantingen;
- c. het aanleggen en/of het dempen van watergangen, sloten en andere waterpartijen;
- d. het verlagen van en/of het graven in de bodem en het afgraven, ophogen en/of egaliseren van gronden;
- e. het verlagen van het (grond)waterpeil;
- f. het uitvoeren van heiverken en/of het indrijven van scherpe voorwerpen in de bodem;
- g. het aanbrengen van ondergrondse transport-, energie- en telecommunicatieleidingen en/of de daarmee verband houdende constructies, installaties en apparatuur.

12.4.2 Uitzonderingen

Geen omgevingsvergunning is vereist als:

- a. de werken en werkzaamheden het normale onderhoud betreffen, met inbegrip van onderhoudswerkzaamheden aan en vervangingswerkzaamheden van verhardingen, beplantingen en (tracés van) kabels en leidingen;
- b. het werken en werkzaamheden betreft die:
 1. reeds in uitvoering zijn ten tijde van de inwerkingtreding van het plan;
 2. mogen worden uitgevoerd op basis van een reeds verleende:
 - omgevingsvergunning voor het uitvoeren van werken, geen bouwwerk zijnde, of van werkzaamheden;
 - omgevingsvergunning voor het kappen; of
 - ontgrondingsvergunning.

12.4.3 Voorwaarden

Alvorens te beslissen op een verzoek om een omgevingsvergunning wint het bevoegd gezag advies in bij de leidingbeheerder.

Artikel 13 Waarde - Archeologie hoge verwachting

13.1 Bestemmingsomschrijving

De voor 'Waarde - Archeologie hoge verwachting' aangewezen gronden zijn, behalve voor de andere daar voorkomende bestemmingen, mede bestemd voor de bescherming van de vastgestelde en verwachte waarden.

13.2 Bouwregels

13.2.1 Algemeen

Ten aanzien van het oprichten van bebouwing gelden de volgende regels:

- a. bij een aanvraag voor een omgevingsvergunning voor het bouwen van een bouwwerk dient de aanvrager een rapport te overleggen, waarin de archeologische waarden van de gronden waarop de aanvraag betrekking heeft in voldoende mate is vastgesteld;
- b. indien uit het in onder a genoemde rapport blijkt dat de archeologische waarden van de gronden door het oprichten van het vergunde bouwwerk zullen worden verstoord, kan het bevoegd gezag één of meerdere van de volgende voorwaarden verbinden aan de omgevingsvergunning voor het bouwen:
 1. de verplichting tot het treffen van technische maatregelen, waardoor (ondanks de uitvoering van een bouw- of aanlegplan) archeologische resten in de bodem kunnen worden behouden, zoals alternatieven voor heiwerk, het aanbrengen van een beschermende bodemlaag of andere voorzieningen die op dit doel zijn gericht of;
 2. de verplichting tot het doen van opgravingen of;
 3. de verplichting de werken of werkzaamheden die leiden tot de bodemverstoring te laten begeleiden door een archeologisch deskundige en/of;
 4. de verplichting om na beëindiging van de werken en werkzaamheden schriftelijk verslag uit te brengen waaruit blijkt op welke wijze met de archeologische waarden is omgegaan;
- c. het overleggen van een rapport is niet nodig indien de archeologische waarde van de gronden in andere beschikbare informatie, hetgeen is getoetst door een archeologisch deskundige, afdoende is vastgesteld, waarbij het bepaalde onder b van overeenkomstige toepassing is.

13.2.2 Advies

Alvorens het bevoegd gezag beslist over een omgevingsvergunning als bedoeld in artikel 13.2.1 onder a, wint het bevoegd gezag advies in bij een archeologisch deskundige omtrent de vraag of door het verlenen van de omgevingsvergunning geen onevenredige afbreuk wordt of kan worden gedaan aan de archeologische waarden, en zo ja of de voorwaarden zoals opgenomen in artikel 13.2.1 onder b sub 1 tot en met 4 dienen te worden gesteld.

13.2.3 Uitzondering bouwregels

Het bepaalde in artikel 13.2.1 onder a is niet van toepassing indien:

- a. op basis van archeologisch onderzoek is aangetoond dat op de betrokken locatie geen archeologische waarden (meer) aanwezig zijn; of
- b. het bouwplan betrekking heeft op vervanging van bestaande bouwwerken, waarbij de oppervlakte niet wordt vergroot en de bestaande fundering wordt benut, met uitzondering van nieuwe kelders; of
- c. gebouwen maximaal 2,5 m uit de bestaande fundering worden vergroot, met uitzondering van nieuwe kelders.

13.3 Omgevingsvergunning voor het uitvoeren van een werk, geen bouwwerk zijnde, of van werkzaamheden

13.3.1 Vergunningplicht

Onverminderd het in de Erfgoedwet bepaalde is het verboden om zonder omgevingsvergunning van het bevoegd gezag de volgende andere werken of werkzaamheden uit te voeren of te laten uitvoeren:

- a. het ophogen van de bodem met meer dan 1 m;
- b. grondwerkzaamheden dieper dan 0,2 m onder maaiveld, waartoe worden gerekend woelen, mengen, dieploegen, egaliseren en ontginnen van gronden, maar ook het graven of vergraven, verruimen of dempen van sloten, vijvers en andere wateren, het aanleggen van drainage en/of oppervlakte verhardingen en het graven van een bouwput;
- c. bodem verlagen of afgraven dieper dan 0,2 m onder maaiveld (ook voor het verwijderen van bestaande funderingen) van gronden waarvoor geen ontgrondingsvergunning is vereist;
- d. het verlagen van het waterpeil;
- e. het tot stand brengen en/of in exploitatie brengen van boor- en pompputten;
- f. het uitvoeren van heiwerken en/of indrijven van scherpe voorwerpen in de bodem;
- g. het aanleggen of rooien van bos of boomgaard waarbij stobben worden verwijderd;
- h. het aanleggen van ondergrondse transport-, energie- of telecommunicatieleidingen en daarmee verband houdende constructies, installaties of apparatuur.

13.3.2 Uitzonderingen vergunningplicht

Het in lid 13.3.1 opgenomen verbod geldt niet:

- a. voor werken en werkzaamheden die niet dieper reiken dan 0,2 m onder het bestaande maaiveld;
- b. voor werken en werkzaamheden in het kader van het normale beheer en onderhoud, met inbegrip van onderhouds- en vervangingswerkzaamheden van bestaande bestratingen en beplantingen binnen bestaande tracés van kabels en leidingen;
- c. voor werken en werkzaamheden in het kader van het normale agrarische gebruik;
- d. voor werken en werkzaamheden binnen een afstand van maximaal 2,5 m uit een bestaande fundering van een bestaand bouwwerk;
- e. voor werken en werkzaamheden in de bodem waarvoor ten tijde van de inwerkingtreding van het bestemmingsplan een omgevingsvergunning voor het uitvoeren van werken, geen bouwwerk zijnde, of van werkzaamheden in dit kader is verleend;
- f. als op grond van de Erfgoedwet een vergunning is vereist dan wel overige bepalingen van de Erfgoedwet gelden.

13.3.3 Beoordelingscriteria

Ten aanzien van de in lid 13.3.1 genoemde vergunning gelden de volgende beoordelingscriteria:

- a. de vergunning kan uitsluitend worden verleend voor zover de archeologische waarden niet onevenredig worden aangetast, dat zal moeten blijken uit een rapport dat de aanvrager bij de aanvraag voor een omgevingsvergunning dient te overleggen. In het rapport moeten de archeologische waarden van de gronden waarop de aanvraag betrekking heeft naar het oordeel van het bevoegd gezag in voldoende mate zijn vastgesteld. Als het rapport daartoe aanleiding geeft, dient op advies van de archeologisch deskundige zo nodig een opgraving plaats te vinden;
- b. het overleggen van een rapport is niet nodig als naar het oordeel van het bevoegd gezag de archeologische waarde van het terrein in andere beschikbare informatie, die is getoetst door de archeologisch deskundige, afdoende is vastgesteld.

13.3.4 Voorschriften

Het bevoegd gezag kan een omgevingsvergunning onder beperkingen verlenen en voorschriften aan de omgevingsvergunning verbinden, waaronder:

- a. de verplichting tot het treffen van technische maatregelen, waardoor (ondanks de uitvoering van een aanlegplan) archeologische resten in de bodem kunnen worden behouden, zoals het aanbrengen van een beschermende bodemlaag of andere voorzieningen die op dit doel zijn gericht;

- b. de verplichting tot het doen van opgravingen op basis van een door het bevoegd gezag goedgekeurd Programma van Eisen;
- c. de verplichting de activiteit die tot een bodemverstoring leidt, te laten begeleiden door een archeologisch deskundige op basis van een door het bevoegd gezag goedgekeurd Programma van Eisen;
- d. de verplichting om na beëindiging van de werken en werkzaamheden schriftelijk verslag uit te brengen waaruit blijkt op welke wijze met de archeologische waarden is omgegaan.

13.3.5 *Advies*

Voordat het bevoegd gezag beslist over het verlenen van een omgevingsvergunning als bedoeld in lid 13.3.1 wint het advies in bij een archeologisch deskundige.

13.4 Wijzigingsbevoegdheid

Het bevoegd gezag kan het inpassingsplan wijzigen de dubbelbestemming 'Waarde - Archeologie hoge verwachting' geheel of gedeeltelijk te verwijderen als:

- a. op basis van nader archeologisch onderzoek is aangetoond, dat op de betrokken locatie geen archeologische waarden (meer) aanwezig zijn; of
- b. er niet langer archeologische begeleiding of zorg nodig is.

Artikel 14 Waarde - Archeologische verwachting 2

14.1 Bestemmingsomschrijving

- a. De voor 'Waarde - Archeologische verwachting 2' aangewezen gronden zijn, behalve voor de andere daar voorkomende bestemming(en) of functies, mede bestemd voor het behoud en de bescherming van te verwachten archeologische waarden in de bodem;
- b. Als een bouwwerk wordt gebouwd, of een werk, geen bouwwerk zijnde of werkzaamheden worden uitgevoerd binnen verschillende archeologische dubbelbestemmingen op één bouwperceel, moet uitgegaan worden van de waarde die past bij de onderliggende verwachtingszone.

14.2 Bouwregels

14.2.1 Archeologisch rapport

Ten aanzien van het oprichten van bebouwing gelden de volgende regels:

- a. bij een aanvraag voor een omgevingsvergunning voor het oprichten van een bouwwerk groter dan 100 m² en met een bodemverstoring dieper dan 0,3 m dient de aanvrager een rapport te overleggen, waarin de archeologische waarde van de gronden waarop de aanvraag betrekking heeft in voldoende mate is vastgesteld.
- b. als uit in sub a genoemde rapport blijkt dat de archeologische waarde van de gronden door het oprichten van het vergunde bouwwerk zullen worden verstoord, kan het bevoegd gezag één of meerdere van de volgende voorschriften verbinden aan de omgevingsvergunning:
 1. de verplichting tot het treffen van technische maatregelen, waardoor (ondanks de uitvoering van een bouw- of aanlegplan) archeologische resten in de bodem kunnen worden behouden, zoals alternatieven voor heiwerk, het aanbrengen van een beschermende bodemlaag of andere voorzieningen die op dit doel zijn gericht;
 2. de verplichting tot het doen van opgravingen op basis van een door het bevoegd gezag goedgekeurd Programma van Eisen;
 3. de verplichting de werken of werkzaamheden die leiden tot de bodemverstoring te laten begeleiden door een archeologisch deskundige op basis van een door het bevoegd gezag goedgekeurd Programma van Eisen;
 4. de verplichting om na beëindiging van de werken en werkzaamheden schriftelijk verslag uit te brengen waaruit blijkt op welke wijze met de archeologische waarden is omgegaan;
- c. het overleggen van een rapport is niet nodig als de archeologische waarde van de gronden in andere beschikbare informatie, die is getoetst door de archeologisch deskundige, afdoende is vastgesteld. Het in sub b bepaalde is mutatis mutandis van overeenkomstige toepassing.

14.2.2 Advies archeologisch deskundige

Alvorens het bevoegd gezag beslist over een vergunning als bedoeld in lid 14.2.1 sub a, wint het advies in bij de archeologisch deskundige.

14.2.3 Geen archeologisch rapport

Het bepaalde onder lid 14.2.1 sub a geldt niet als:

- a. op basis van archeologisch onderzoek is aangetoond dat op betrokken locatie geen archeologische waarden (meer) aanwezig zijn; of
- b. het bouwplan betrekking heeft op vervanging van bestaande bouwwerken, waarbij de oppervlakte met maximaal 100 m² wordt uitgebreid en de bestaande fundering wordt benut, met uitzondering van nieuwe kelders; of

- c. gebouwen maximaal 2,5 m uit de bestaande fundering worden vergroot, met behoud van bestaande funderingen.

14.3 Nadere eisen

Burgemeester en wethouders kunnen, met inachtneming van het bepaalde in lid 14.2, nadere eisen stellen ten aanzien van:

- a. de afmetingen van bouwwerken;
- b. de situering van bouwwerken;
- c. de inrichting en het gebruik van gronden;

als uit archeologisch onderzoek is gebleken dat ter plaatse behoudens- en beschermenswaardige archeologische monumenten of resten aanwezig zijn. De nadere eisen zijn er op gericht de archeologische waarden zoveel mogelijk in de grond ('in situ') te behouden.

14.4 Omgevingsvergunning voor het uitvoeren van een werk, geen bouwwerk zijnde, of van werkzaamheden

14.4.1 Vergunningplicht

Onverminderd het in de Erfgoedwet bepaalde is het verboden zonder of in afwijking van een omgevingsvergunning van het bevoegd gezag de volgende andere werken of werkzaamheden uit te voeren of te laten uitvoeren:

- a. het ophogen van de bodem met meer dan 1 m over een oppervlakte van 100 m² of meer;
- b. grondwerkzaamheden dieper dan 0,3 m onder het maaiveld over een oppervlakte van meer dan 100 m² waartoe worden gerekend woelen, mengen, diepploegen, egaliseren en ontginnen van gronden, maar ook het graven of vergraven, verruimen of dempen van sloten, vijvers en andere wateren, het aanleggen van drainage en/of oppervlakteverhardingen en het graven van een bouwput;
- c. bodem verlagen of afgraven over een oppervlakte van 100 m² of meer (ook voor het verwijderen van bestaande funderingen) van gronden waarvoor geen ontgrondingsvergunning is vereist;
- d. het verlagen van het waterpeil;
- e. het tot stand brengen en/of in exploitatie brengen van boor- en pompputten;
- f. het uitvoeren van heiwerken en/of indrijven van scherpe voorwerpen in de bodem;
- g. het aanleggen of rooien van bos of boomgaard waarbij stobben worden verwijderd;
- h. het aanleggen van ondergrondse transport-, energie- of telecommunicatieleidingen en daarmee verband houdende constructies, installaties of apparatuur.

14.4.2 Uitzonderingen vergunningplicht

Het onder lid 14.4.1 opgenomen verbod geldt niet:

- a. voor werken en werkzaamheden in het kader van het normale beheer en onderhoud, met inbegrip van onderhouds- en vervangingswerkzaamheden van bestaande bestratingen en beplantingen binnen bestaande tracés van kabels en leidingen;
- b. voor werken en werkzaamheden in het kader van het normale agrarische gebruik;
- c. voor werken en werkzaamheden binnen een afstand van maximaal 2,5 m uit een bestaande fundering van een bestaand bouwwerk;
- d. voor werken en werkzaamheden in de bodem waarvoor ten tijde inwerkingtreding van het bestemmingsplan of beheersverordening een omgevingsvergunning in dit kader is verleend;
- e. als op grond van de Erfgoedwet een vergunning is vereist dan wel overige bepalingen van de Erfgoedwet gelden.

14.4.3 Beoordelingscriteria

Ten aanzien van de onder lid 14.4.1 genoemde vergunning gelden de volgende beoordelingscriteria:

- a. de vergunning kan uitsluitend worden verleend voor zover de archeologische waarden niet onevenredig worden aangetast, hetgeen moet blijken uit een rapport dat de aanvrager bij de aanvraag voor een omgevingsvergunning dient te overleggen. In het rapport moeten de archeologische waarden van de gronden waarop de aanvraag betrekking heeft in voldoende mate zijn vastgesteld. Als het rapport daartoe aanleiding geeft, dient op advies van de archeologisch deskundige zo nodig een opgraving plaats te vinden;
- b. het overleggen van een rapport is niet nodig als de archeologische waarde van het terrein in andere beschikbare informatie, hetgeen is getoetst door de archeologisch deskundige, afdoende is vastgesteld.

14.4.4 Voorschriften

Het bevoegd gezag kan aan een omgevingsvergunning voorschriften verbinden, waaronder:

- a. de verplichting tot het treffen van technische maatregelen, waardoor (ondanks de uitvoering van een bouw- of aanlegplan) archeologische resten in de bodem kunnen worden behouden, zoals het aanbrengen van een beschermende bodemlaag of andere voorzieningen die op dit doel gericht zijn;
- b. de verplichting tot het doen van opgravingen op basis van een door het bevoegd gezag goedgekeurd Programma van Eisen;
- c. de verplichting de activiteit die tot een bodemverstoring leidt, te laten begeleiden door een archeologisch deskundige op basis van een door het bevoegd gezag goedgekeurd Programma van Eisen;
- d. de verplichting om na beëindiging van de werken en werkzaamheden schriftelijk verslag uit te brengen waaruit blijkt op welke wijze met de archeologische waarden is omgegaan.

14.4.5 Advies archeologisch deskundige

Voordat het bevoegd gezag beslist over het verlenen van een omgevingsvergunning als bedoeld in lid 14.4.1 wint het advies in bij een archeologisch deskundige.

14.5 Wijzigingsbevoegdheid

Het bevoegd gezag kan, op grond van artikel 3.6 van Wet ruimtelijke ordening, het plan wijzigen door:

- a. de dubbelbestemming 'Waarde - Archeologische verwachting 2' geheel of gedeeltelijk verwijderen, als op basis van nader archeologisch onderzoek is aangetoond, dat op de betrokken locatie geen archeologische waarden (meer) aanwezig zijn, dan wel er niet langer archeologische begeleiding of zorg nodig is;
- b. de dubbelbestemming 'Waarde - Archeologische verwachting 2' te wijzigen in 'Waarde - Archeologie' als uit nader archeologisch onderzoek blijkt dat ter plaatse behoudenswaardige archeologische waarden aanwezig zijn. Na wijziging zijn de regels van de bestemming 'Waarde - Archeologie', zoals opgenomen in het bestemmingsplan 'Parapluziening Archeologie - 2020' van de gemeente Doetinchem met kenmerk NL.IMRO.0222.R70B017A-0002 van toepassing.

Artikel 15 Waarde - Archeologische verwachting 5

15.1 Bestemmingsomschrijving

- a. De voor 'Waarde - Archeologische verwachting 5' aangewezen gronden zijn, behalve voor de andere daar voorkomende bestemming(en) of functies, mede bestemd voor het behoud en de bescherming van te verwachten archeologische waarden in de bodem;
- b. Als een bouwwerk wordt gebouwd, of een werk, geen bouwwerk zijnde of werkzaamheden worden uitgevoerd binnen verschillende archeologische dubbelbestemmingen op één bouwperceel, moet uitgegaan worden van de waarde die past bij de onderliggende verwachtingszone.

15.2 Bouwregels

15.2.1 Archeologisch rapport

Ten aanzien van het oprichten van bebouwing gelden de volgende regels:

- a. bij een aanvraag voor een omgevingsvergunning voor het oprichten van een bouwwerk groter dan 1.000 m² en met een bodemverstoring dieper dan 0,3 m dient de aanvrager een rapport te overleggen, waarin de archeologische waarde van de gronden waarop de aanvraag betrekking heeft in voldoende mate is vastgesteld.
- b. als uit in sub a genoemde rapport blijkt dat de archeologische waarde van de gronden door het oprichten van het vergunde bouwwerk zullen worden verstoord, kan het bevoegd gezag één of meerdere van de volgende voorschriften verbinden aan de omgevingsvergunning:
 1. de verplichting tot het treffen van technische maatregelen, waardoor (ondanks de uitvoering van een bouw- of aanlegplan) archeologische resten in de bodem kunnen worden behouden, zoals alternatieven voor heiwerk, het aanbrengen van een beschermende bodemlaag of andere voorzieningen die op dit doel zijn gericht;
 2. de verplichting tot het doen van opgravingen op basis van een door het bevoegd gezag goedgekeurd Programma van Eisen;
 3. de verplichting de werken of werkzaamheden die leiden tot de bodemverstoring te laten begeleiden door een archeologisch deskundige op basis van een door het bevoegd gezag goedgekeurd Programma van Eisen;
 4. de verplichting om na beëindiging van de werken en werkzaamheden schriftelijk verslag uit te brengen waaruit blijkt op welke wijze met de archeologische waarden is omgegaan;
- c. het overleggen van een rapport is niet nodig als de archeologische waarde van de gronden in andere beschikbare informatie, die is getoetst door de archeologisch deskundige, afdoende is vastgesteld. Het in sub b bepaalde is mutatis mutandis van overeenkomstige toepassing.

15.2.2 Advies archeologisch deskundige

Alvorens het bevoegd gezag beslist over een vergunning als bedoeld in lid 15.2.1 sub a, wint het advies in bij de archeologisch deskundige.

15.2.3 Geen archeologisch rapport

Het bepaalde onder lid 15.2.1 sub a geldt niet als:

- a. op basis van archeologisch onderzoek is aangetoond dat op betrokken locatie geen archeologische waarden (meer) aanwezig zijn; of
- b. het bouwplan betrekking heeft op vervanging van bestaande bouwwerken, waarbij de oppervlakte met maximaal 1.000 m² wordt uitgebreid en de bestaande fundering wordt benut, met uitzondering van nieuwe kelders; of

- c. gebouwen maximaal 2,5 m uit de bestaande fundering worden vergroot, met behoud van bestaande funderingen.

15.3 Nadere eisen

Burgemeester en wethouders kunnen, met inachtneming van het bepaalde in lid 15.2, nadere eisen stellen ten aanzien van:

- a. de afmetingen van bouwwerken;
- b. de situering van bouwwerken;
- c. de inrichting en het gebruik van gronden;

als uit archeologisch onderzoek is gebleken dat ter plaatse behoudens- en beschermenswaardige archeologische monumenten of resten aanwezig zijn. De nadere eisen zijn er op gericht de archeologische waarden zoveel mogelijk in de grond ('in situ') te behouden.

15.4 Omgevingsvergunning voor het uitvoeren van een werk, geen bouwwerk zijnde, of van werkzaamheden

15.4.1 Vergunningplicht

Onverminderd het in de Erfgoedwet bepaalde is het verboden zonder of in afwijking van een omgevingsvergunning van het bevoegd gezag de volgende andere werken of werkzaamheden uit te voeren of te laten uitvoeren:

- a. het ophogen van de bodem met meer dan 1 m over een oppervlakte van 1.000 m² of meer;
- b. grondwerkzaamheden dieper dan 0,3 m onder het maaiveld over een oppervlakte van meer dan 1.000 m² waartoe worden gerekend woelen, mengen, diepploegen, egaliseren en ontginnen van gronden, maar ook het graven of vergraven, verruimen of dempen van sloten, vijvers en andere wateren, het aanleggen van drainage en/of oppervlakteverhardingen en het graven van een bouwput;
- c. bodem verlagen of afgraven over een oppervlakte van 1.000 m² of meer (ook voor het verwijderen van bestaande funderingen) van gronden waarvoor geen ontgrondingsvergunning is vereist;
- d. het verlagen van het waterpeil;
- e. het tot stand brengen en/of in exploitatie brengen van boor- en pompputten;
- f. het uitvoeren van heiverken en/of indrijven van scherpe voorwerpen in de bodem;
- g. het aanleggen of rooien van bos of boomgaard waarbij stobben worden verwijderd;
- h. het aanleggen van ondergrondse transport-, energie- of telecommunicatieleidingen en daarmee verband houdende constructies, installaties of apparatuur.

15.4.2 Uitzonderingen vergunningplicht

Het onder lid 15.4.1 opgenomen verbod geldt niet:

- a. voor werken en werkzaamheden in het kader van het normale beheer en onderhoud, met inbegrip van onderhouds- en vervangingswerkzaamheden van bestaande bestratingen en beplantingen binnen bestaande tracés van kabels en leidingen;
- b. voor werken en werkzaamheden in het kader van het normale agrarische gebruik;
- c. voor werken en werkzaamheden binnen een afstand van maximaal 2,5 m uit een bestaande fundering van een bestaand bouwwerk;
- d. voor werken en werkzaamheden in de bodem waarvoor ten tijde inwerkingtreding van het bestemmingsplan of beheersverordening een omgevingsvergunning in dit kader is verleend;
- e. als op grond van de Erfgoedwet een vergunning is vereist dan wel overige bepalingen van de Erfgoedwet gelden.

15.4.3 Beoordelingscriteria

Ten aanzien van de onder lid 15.4.1 genoemde vergunning gelden de volgende beoordelingscriteria:

- a. de vergunning kan uitsluitend worden verleend voor zover de archeologische waarden niet onevenredig worden aangetast, hetgeen moet blijken uit een rapport dat de aanvrager bij de aanvraag voor een omgevingsvergunning dient te overleggen. In het rapport moeten de archeologische waarden van de gronden waarop de aanvraag betrekking heeft in voldoende mate zijn vastgesteld. Als het rapport daartoe aanleiding geeft, dient op advies van de archeologisch deskundige zo nodig een opgraving plaats te vinden;
- b. het overleggen van een rapport is niet nodig als de archeologische waarde van het terrein in andere beschikbare informatie, hetgeen is getoetst door de archeologisch deskundige, afdoende is vastgesteld.

15.4.4 Voorschriften

Het bevoegd gezag kan aan een omgevingsvergunning voorschriften verbinden, waaronder:

- a. de verplichting tot het treffen van technische maatregelen, waardoor (ondanks de uitvoering van een bouw- of aanlegplan) archeologische resten in de bodem kunnen worden behouden, zoals het aanbrengen van een beschermende bodemlaag of andere voorzieningen die op dit doel gericht zijn;
- b. de verplichting tot het doen van opgravingen op basis van een door het bevoegd gezag goedgekeurd Programma van Eisen;
- c. de verplichting de activiteit die tot een bodemverstoring leidt, te laten begeleiden door een archeologisch deskundige op basis van een door het bevoegd gezag goedgekeurd Programma van Eisen;
- d. de verplichting om na beëindiging van de werken en werkzaamheden schriftelijk verslag uit te brengen waaruit blijkt op welke wijze met de archeologische waarden is omgegaan.

15.4.5 Advies archeologisch deskundige

Voordat het bevoegd gezag beslist over het verlenen van een omgevingsvergunning als bedoeld in lid 15.4.1 wint het advies in bij een archeologisch deskundige.

15.5 Wijzigingsbevoegdheid

Het bevoegd gezag kan, op grond van artikel 3.6 van Wet ruimtelijke ordening, het plan wijzigen door:

- a. de dubbelbestemming 'Waarde - Archeologische verwachting 5' geheel of gedeeltelijk verwijderen, als op basis van nader archeologisch onderzoek is aangetoond, dat op de betrokken locatie geen archeologische waarden (meer) aanwezig zijn, dan wel er niet langer archeologische begeleiding of zorg nodig is;
- b. de dubbelbestemming 'Waarde - Archeologische verwachting 5' te wijzigen in 'Waarde - Archeologie' als uit nader archeologisch onderzoek blijkt dat ter plaatse behoudenswaardige archeologische waarden aanwezig zijn. Na wijziging zijn de regels van de bestemming 'Waarde - Archeologie', zoals opgenomen in het bestemmingsplan 'Parapluherziening Archeologie - 2020' van de gemeente Doetinchem met kenmerk NL.IMRO.0222.R70B017A-0002 van toepassing.

Artikel 16 Waarde - Archeologische verwachting 6

16.1 Bestemmingsomschrijving

- a. De voor 'Waarde - Archeologische verwachting 6' aangewezen gronden zijn, behalve voor de andere daar voorkomende bestemming(en) of functies, mede bestemd voor het behoud en de bescherming van te verwachten archeologische waarden in de bodem;
- b. Als een bouwwerk wordt gebouwd, of een werk, geen bouwwerk zijnde of werkzaamheden worden uitgevoerd binnen verschillende archeologische dubbelbestemmingen op één bouwperceel, moet uitgegaan worden van de waarde die past bij de onderliggende verwachtingszone.

16.2 Bouwregels

16.2.1 Archeologisch rapport

Ten aanzien van het oprichten van bebouwing gelden de volgende regels:

- a. bij een aanvraag voor een omgevingsvergunning voor het oprichten van een bouwwerk groter dan 5.000 m² en met een bodemverstoring dieper dan 0,3 m dient de aanvrager een rapport te overleggen, waarin de archeologische waarde van de gronden waarop de aanvraag betrekking heeft in voldoende mate is vastgesteld.
- b. als uit in sub a genoemde rapport blijkt dat de archeologische waarde van de gronden door het oprichten van het vergunde bouwwerk zullen worden verstoord, kan het bevoegd gezag één of meerdere van de volgende voorschriften verbinden aan de omgevingsvergunning:
 1. de verplichting tot het treffen van technische maatregelen, waardoor (ondanks de uitvoering van een bouw- of aanlegplan) archeologische resten in de bodem kunnen worden behouden, zoals alternatieven voor heiwerk, het aanbrengen van een beschermende bodemlaag of andere voorzieningen die op dit doel zijn gericht;
 2. de verplichting tot het doen van opgravingen op basis van een door het bevoegd gezag goedgekeurd Programma van Eisen;
 3. de verplichting de werken of werkzaamheden die leiden tot de bodemverstoring te laten begeleiden door een archeologisch deskundige op basis van een door het bevoegd gezag goedgekeurd Programma van Eisen;
 4. de verplichting om na beëindiging van de werken en werkzaamheden schriftelijk verslag uit te brengen waaruit blijkt op welke wijze met de archeologische waarden is omgegaan;
- c. het overleggen van een rapport is niet nodig als de archeologische waarde van de gronden in andere beschikbare informatie, die is getoetst door de archeologisch deskundige, afdoende is vastgesteld. Het in sub b bepaalde is mutatis mutandis van overeenkomstige toepassing.

16.2.2 Advies archeologisch deskundige

Alvorens het bevoegd gezag beslist over een vergunning als bedoeld in lid 16.2.1 sub a, wint het advies in bij de archeologisch deskundige.

16.2.3 Geen archeologisch rapport

Het bepaalde onder lid 16.2.1 sub a geldt niet als:

- a. op basis van archeologisch onderzoek is aangetoond dat op betrokken locatie geen archeologische waarden (meer) aanwezig zijn; of
- b. het bouwplan betrekking heeft op vervanging van bestaande bouwwerken, waarbij de oppervlakte met maximaal 5.000 m² wordt uitgebreid en de bestaande fundering wordt benut, met uitzondering van nieuwe kelders; of

- c. gebouwen maximaal 2,5 m uit de bestaande fundering worden vergroot, met behoud van bestaande funderingen.

16.3 Nadere eisen

Burgemeester en wethouders kunnen, met inachtneming van het bepaalde in lid 16.2, nadere eisen stellen ten aanzien van:

- a. de afmetingen van bouwwerken;
- b. de situering van bouwwerken;
- c. de inrichting en het gebruik van gronden;

als uit archeologisch onderzoek is gebleken dat ter plaatse behoudens- en beschermenswaardige archeologische monumenten of resten aanwezig zijn. De nadere eisen zijn er op gericht de archeologische waarden zoveel mogelijk in de grond ('in situ') te behouden.

16.4 Omgevingsvergunning voor het uitvoeren van een werk, geen bouwwerk zijnde, of van werkzaamheden

16.4.1 Vergunningplicht

Onverminderd het in de Erfgoedwet bepaalde is het verboden zonder of in afwijking van een omgevingsvergunning van het bevoegd gezag de volgende andere werken of werkzaamheden uit te voeren of te laten uitvoeren:

- a. het ophogen van de bodem met meer dan 1 m over een oppervlakte van 5.000 m² of meer;
- b. grondwerkzaamheden dieper dan 0,3 m onder het maaiveld over een oppervlakte van meer dan 5.000 m² waartoe worden gerekend woelen, mengen, diepploegen, egaliseren en ontginnen van gronden, maar ook het graven of vergraven, verruimen of dempen van sloten, vijvers en andere wateren, het aanleggen van drainage en/of oppervlakteverhardingen en het graven van een bouwput;
- c. bodem verlagen of afgraven over een oppervlakte van 5.000 m² of meer (ook voor het verwijderen van bestaande funderingen) van gronden waarvoor geen ontgrondingsvergunning is vereist;
- d. het verlagen van het waterpeil;
- e. het tot stand brengen en/of in exploitatie brengen van boor- en pompputten;
- f. het uitvoeren van heiwerken en/of indrijven van scherpe voorwerpen in de bodem;
- g. het aanleggen of rooien van bos of boomgaard waarbij stobben worden verwijderd;
- h. het aanleggen van ondergrondse transport-, energie- of telecommunicatieleidingen en daarmee verband houdende constructies, installaties of apparatuur.

16.4.2 Uitzonderingen vergunningplicht

Het onder lid 16.4.1 opgenomen verbod geldt niet:

- a. voor werken en werkzaamheden in het kader van het normale beheer en onderhoud, met inbegrip van onderhouds- en vervangingswerkzaamheden van bestaande bestratingen en beplantingen binnen bestaande tracés van kabels en leidingen;
- b. voor werken en werkzaamheden in het kader van het normale agrarische gebruik;
- c. voor werken en werkzaamheden binnen een afstand van maximaal 2,5 m uit een bestaande fundering van een bestaand bouwwerk;
- d. voor werken en werkzaamheden in de bodem waarvoor ten tijde inwerkingtreding van het bestemmingsplan of beheersverordening een omgevingsvergunning in dit kader is verleend;
- e. als op grond van de Erfgoedwet een vergunning is vereist dan wel overige bepalingen van de Erfgoedwet gelden.

16.4.3 Beoordelingscriteria

Ten aanzien van de onder lid 16.4.1 genoemde vergunning gelden de volgende beoordelingscriteria:

- a. de vergunning kan uitsluitend worden verleend voor zover de archeologische waarden niet onevenredig worden aangetast, hetgeen moet blijken uit een rapport dat de aanvrager bij de aanvraag voor een omgevingsvergunning dient te overleggen. In het rapport moeten de archeologische waarden van de gronden waarop de aanvraag betrekking heeft in voldoende mate zijn vastgesteld. Als het rapport daartoe aanleiding geeft, dient op advies van de archeologisch deskundige zo nodig een opgraving plaats te vinden;
- b. het overleggen van een rapport is niet nodig als de archeologische waarde van het terrein in andere beschikbare informatie, hetgeen is getoetst door de archeologisch deskundige, afdoende is vastgesteld.

16.4.4 Voorschriften

Het bevoegd gezag kan aan een omgevingsvergunning voorschriften verbinden, waaronder:

- a. de verplichting tot het treffen van technische maatregelen, waardoor (ondanks de uitvoering van een bouw- of aanlegplan) archeologische resten in de bodem kunnen worden behouden, zoals het aanbrengen van een beschermende bodemlaag of andere voorzieningen die op dit doel gericht zijn;
- b. de verplichting tot het doen van opgravingen op basis van een door het bevoegd gezag goedgekeurd Programma van Eisen;
- c. de verplichting de activiteit die tot een bodemverstoring leidt, te laten begeleiden door een archeologisch deskundige op basis van een door het bevoegd gezag goedgekeurd Programma van Eisen;
- d. de verplichting om na beëindiging van de werken en werkzaamheden schriftelijk verslag uit te brengen waaruit blijkt op welke wijze met de archeologische waarden is omgegaan.

16.4.5 Advies archeologisch deskundige

Voordat het bevoegd gezag beslist over het verlenen van een omgevingsvergunning als bedoeld in lid 16.4.1 wint het advies in bij een archeologisch deskundige.

16.5 Wijzigingsbevoegdheid

Het bevoegd gezag kan, op grond van artikel 3.6 van Wet ruimtelijke ordening, het plan wijzigen door:

- a. de dubbelbestemming 'Waarde - Archeologische verwachting 6' geheel of gedeeltelijk verwijderen, als op basis van nader archeologisch onderzoek is aangetoond, dat op de betrokken locatie geen archeologische waarden (meer) aanwezig zijn, dan wel er niet langer archeologische begeleiding of zorg nodig is;
- b. de dubbelbestemming 'Waarde - Archeologische verwachting 6' te wijzigen in 'Waarde - Archeologie' als uit nader archeologisch onderzoek blijkt dat ter plaatse behoudenswaardige archeologische waarden aanwezig zijn. Na wijziging zijn de regels van de bestemming 'Waarde - Archeologie', zoals opgenomen in het bestemmingsplan 'Parapluherziening Archeologie - 2020' van de gemeente Doetinchem met kenmerk NL.IMRO.0222.R70B017A-0002 van toepassing.

Hoofdstuk 3 Algemene regels

Artikel 17 Anti-dubbeltelregel

Grond die eenmaal in aanmerking is genomen bij het toestaan van een bouwplan waaraan uitvoering is of alsnog kan worden gegeven, blijft bij de beoordeling van latere bouwplannen buiten beschouwing.

Artikel 18 Algemene bouwregels

18.1 Bestaande afmetingen

In die gevallen dat de bestaande goothoogte, bouwhoogte, oppervlakte en/of inhoud van bouwwerken, die in overeenstemming met het bepaalde in de Woningwet of de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht tot stand zijn gekomen meer bedraagt dan in de bouwregels in hoofdstuk 2 van deze regels is toegestaan, geldt die goothoogte, bouwhoogte, oppervlakte en/of inhoud in afwijking daarvan als maximaal toegestaan.

18.2 Nutsvoorzieningen

Voor het bouwen van nutsvoorzieningen gelden de volgende regels:

- a. de bouwhoogte mag niet meer bedragen dan 4 m;
- b. de oppervlakte mag niet meer bedragen dan 20 m².

Artikel 19 Algemene gebruiksregels

Tot een gebruik in strijd met alle bestemmingen wordt in ieder geval begrepen:

- a. een gebruik van gronden als stort- en/of opslagplaats van grond en/of afval, met uitzondering van een zodanig gebruik voor het normale op de bestemming gerichte gebruik en onderhoud;
- b. een gebruik van gronden als stallings- en/of opslagplaats van één of meer aan het gebruik onttrokken machines, voer-, vaar- of vliegtuigen, met uitzondering van een zodanig gebruik voor het normale op de bestemming gerichte gebruik en onderhoud;
- c. verblijfsrecreatie en intensieve dagrecreatie;
- d. een gebruik van gronden en bouwwerken voor een seksinrichting dan wel ten behoeve van prostitutie.

Artikel 20 Algemene aanduidingsregels

20.1 Geluidzone - industrie

20.1.1 Aanduidingsomschrijving

Ter plaatse van de gronden met de aanduiding 'geluidzone - industrie' mag geen toename plaatsvinden van het aantal geluidgevoelige gebouwen.

20.1.2 Wijzigen geluidzone

Het bevoegd gezag kan het plan wijzigen in die zin dat de aanduiding 'geluidzone - industrie' wordt aangepast of verwijderd, met dien verstande dat de wijziging uitsluitend plaatsvindt nadat uit onderzoek gebleken is dat, dan wel door (wijziging in) regelgeving, sprake is van een gewijzigde situering van de zone en mits geen onevenredige aantasting plaatsvindt van de milieusituatie.

20.2 Overige zone - cultuurhistorische waarden

20.2.1 Aanduidingsomschrijving

Ter plaatse van de gebiedsaanduiding 'overige zone - cultuurhistorische waarden' zijn de gronden bestemd voor de instandhouding van de aldaar aanwezige cultuurhistorische waarden.

20.2.2 Omgevingsvergunning voor het slopen van een bouwwerk

a Verbod

Het is verboden ter plaatse van de gebiedsaanduiding 'overige zone - cultuurhistorische waarden' zonder of in afwijking van een omgevingsvergunning bouwwerken geheel of gedeeltelijk te slopen.

b Beoordelingscriteria

- a. Een omgevingsvergunning als bedoeld in lid a voor gehele of gedeeltelijke sloop van een bouwwerk met de gebiedsaanduiding 'overige zone - cultuurhistorische waarden' kan slechts worden verleend, indien:
 1. geen onevenredige afbreuk wordt gedaan aan het uitwendige cultuurhistorische karakter van het bouwwerk voor wat betreft:
 - de karakteristieke hoofdvorm;
 - de hoofdafmetingen en onderlinge verhoudingen;
 - de bouwmassa en de bouwvorm;
 - de dakvorm, dakrichting en dakhelling;
 - de nokrichting;
 - de gevelindeling door ramen, deuropeningen en erkers;
 - de historische materialisering en detaillering; of
 - andere cultuurhistorisch waardevolle karakteristieken;
 2. de karakteristieke hoofdvorm van het bouwwerk niet langer aanwezig is en niet zonder ingrijpende wijzigingen aan het bouwwerk kan worden hersteld;
 3. het onderdelen van een bouwwerk betreft, die op zichzelf niet als karakteristiek dan wel cultuurhistorisch waardevol kunnen worden aangemerkt, en sloop van die onderdelen geen onevenredige aantasting van de karakteristieke hoofdvorm van het bouwwerk tot gevolg heeft;
 4. uit onderzoek is gebleken dat gehele of gedeeltelijke sloop van het bouwwerk onoverkomelijk is vanuit een oogpunt van (bouw)veiligheid;
 5. uit onderzoek is gebleken dat gehele of gedeeltelijke instandhouding van het bouwwerk om technische en financieel-economische redenen redelijkerwijs niet kan worden verlangd;
 6. behoud van het cultuurhistorisch waardevolle bouwwerk niet opweegt tegen een zwaarwegend (algemeen) maatschappelijk belang, mits:

- uit onderzoek is gebleken dat er geen reëel alternatief is voor het (deels) slopen van het bouwwerk; en
 - er voldoende compenserende maatregelen worden getroffen; of
7. er andere redenen zijn op grond waarvan het belang van de vergunningaanvrager bij gehele of gedeeltelijke sloop van het bouwwerk in redelijkheid dient te prevaleren boven het cultuurhistorisch belang bij behoud ervan.
- b. Van het overleggen van een deskundigenrapport als bedoeld in lid a sub a nrs. 4, 5, en 6 kan worden afgezien, indien naar het oordeel van burgemeester en wethouders uit andere beschikbare informatie afdoende blijkt dat er sprake is van feiten en omstandigheden op grond waarvan het belang van de vergunningaanvrager bij gehele of gedeeltelijke sloop van het bouwwerk in redelijkheid dient te prevaleren boven het cultuurhistorisch belang bij behoud ervan.
- c. Alvorens burgemeester en wethouders een omgevingsvergunning als bedoeld in lid a verlenen, vragen zij de cultuurhistorisch beleidsmedewerker, al dan niet in samenspraak met de stedenbouwkundige van de gemeente, om schriftelijk advies omtrent de mogelijke aantasting van cultuurhistorische waarden als gevolg van gehele of gedeeltelijke sloop.
- d. In aanvulling op het bepaalde in sub c vragen burgemeester en wethouders tevens de Commissie Welstand en Monumenten dan wel de toekomstige Commissie Ruimtelijke Kwaliteit om schriftelijk advies, indien voor de beoordeling van de aanvraag de specifieke deskundigheid van één van voornoemde commissies noodzakelijk is.

c Onderbouwing van de aanvraag

- a. Om de aanvraag voor een omgevingsvergunning voor het geheel of gedeeltelijk slopen van een bouwwerk met de gebiedsaanduiding 'overige zone - cultuurhistorische waarden' te kunnen beoordelen dient de aanvrager schriftelijk te motiveren, waarom gehele of gedeeltelijke sloop gewenst is. Hierbij dient de aanvrager aandacht te besteden aan:
1. de bouwkundige en gebruikstechnische staat van het bouwwerk dat aanvrager geheel of gedeeltelijk beoogt te slopen;
 2. de mate waarin het bouwwerk geschikt is of door het treffen van voorzieningen geschikt kan worden gemaakt voor zinvol (her)gebruik overeenkomstig de geldende bestemming; en
 3. de cultuurhistorische waarde van het bouwwerk of van onderdelen daarvan.
- b. Bij volledige sloop van cultuurhistorisch waardevolle bouwwerken dient de aanvraag voor een sloopvergunning tevens te worden voorzien van een plan voor de herinrichting van de locatie van het te slopen bouwwerk, waarbij het behoud van de cultuurhistorisch relevante ruimtelijke kwaliteit voorop staat.

d Voorschriften

Aan de omgevingsvergunning voor het geheel of gedeeltelijk slopen van een bouwwerk kunnen voorschriften worden verbonden ten behoeve van de bescherming van cultuurhistorische waarden.

e Uitzonderingen

Het in lid a bepaalde is niet van toepassing op:

- a. sloopwerkzaamheden, die:
1. legaal in uitvoering zijn ten tijde van de inwerkingtreding van het bestemmingsplan;
 2. mogen worden uitgevoerd krachtens een al verleende sloop- of andere vergunning dan wel op grond van een aanschrijving van het bevoegd gezag;
- b. sloopwerkzaamheden, die:
1. het normale onderhoud betreffen;
 2. uitsluitend in pandige delen van het cultuurhistorisch waardevolle bouwwerk betreffen;
 3. uitsluitend bouwwerken betreffen, waarvoor op grond van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht geen omgevingsvergunning voor het aspect bouwen is vereist.
- c. sloopwerkzaamheden, die:
1. betrekking hebben op cultuurhistorisch waardevolle bouwwerken die als gevolg van een calamiteit verloren zijn gegaan;

2. zijn bedoeld om de directe gevolgen van calamiteiten of plagen te beperken.

20.3 Overige zone - magneetveldzone

Ter plaatse van de aanduiding 'overige zone - magneetveldzone' is het bouwen ten behoeve van een gevoelige bestemming en/of het gebruik van de gronden als gevoelige bestemming niet toegestaan.

20.4 Overige zone - nieuwe risicobronnen uitgesloten

20.4.1 Algemeen

Het is ter plaatse van de aanduiding 'overige zone - nieuwe risicobronnen uitgesloten' verboden om:

- a. een nieuwe risicobron te vestigen;
- b. een bestaande risicobron uit te breiden.

20.4.2 Afwijking van het vestigings- en uitbreidingsverbod voor risicobronnen

Het bevoegd gezag kan bij een omgevingsvergunning afwijken van het bepaalde in lid 20.4.1 en de vestiging van een nieuwe of uitbreiding van een bestaande risicobron toestaan, onder voorwaarden dat:

- a. de risicobron zich niet binnen het gebiedstype 'woongebieden' bevindt, zoals weergegeven op de kaart in Bijlage 2;
- b. uit onderzoek blijkt dat er geen kwetsbare objecten in de plaatsgebonden risicocontour 10^{-6} liggen; beperkt kwetsbare objecten zijn toegestaan indien er zwaarwegende redenen voor zijn;
- c. wordt voldaan aan minimale veiligheidsafstanden op grond van wet- en regelgeving;
- d. ingeval de nieuw te vestigen of uit te breiden risicobron een risicovolle inrichting betreft moet de plaatsgebonden risicocontour 10^{-6} van de inrichting gelegen zijn binnen de inrichtingsgrens van de inrichting;
- e. de nieuwvestiging of uitbreiding in overeenstemming is met de geldende bestemming;
- f. het groepsrisico is verantwoord;
- g. advies is gewonnen bij de Veiligheidsregio Noord- en Oost-Gelderland.

Artikel 21 Algemene afwijkingsregels

21.1 Bevoegdheid

Het bevoegd gezag kan door middel van een omgevingsvergunning afwijken van:

- a. de regels en toestaan dat bouwgrenzen worden overschreden, waarbij een overschrijding is toegestaan tot maximaal 2,5 meter, en deze noodzakelijk is in verband met de uitmeting van het terrein of uit een oogpunt van doelmatig gebruik van de gronden en/of de bebouwing;
- b. de regels en toestaan dat de bouwhoogte van bouwwerken geen gebouwen zijnde ten behoeve van kunstwerken, geen gebouwen zijnde, en ten behoeve van zend-, ontvang- en/of sirenemasten wordt vergroot tot maximaal 40 meter;
- c. de regels en toestaan dat de volgens de regels toegestane maximale bouwhoogte van bouwwerken geen gebouwen zijnde wordt vergroot met maximaal 1 meter.

21.2 Voorwaarden voor een omgevingsvergunning

Afwijking als bedoeld in artikel 21.1 is slechts toegestaan, mits:

- a. de belangen van de eigenaren en/of gebruikers van betrokken en nabijgelegen gronden niet onevenredig worden geschaad;
- b. het straat- en bebouwingsbeeld en de verkeersveiligheidsbelangen niet onevenredig worden geschaad.

Artikel 22 Overige regels

22.1 Uitsluiting van bevoegdheid van gemeenteraad

- a. De gemeenteraad van de gemeenten Doetinchem, Zevenaar en Montferland zijn gedurende een periode van 5 jaar na het moment van inwerkingtreding van dit plan niet bevoegd een bestemmingsplan, dan wel een ander ruimtelijk plan, vast te stellen voor de in dit plan betrokken gronden, indien en voor zover het betreffende ruimtelijke plan strijdig is met de uitvoering van dit plan.
- b. Het bepaalde onder a. is niet van toepassing op de vaststelling van een ruimtelijk plan, waarin wordt voorzien in een bestemming van de in dit plan opgenomen (dubbel)bestemmingen en/of aanduidingen.

22.2 Voorrangsregeling bestemmingen

- a. Bij toepassing van de bestemmingen uit Hoofdstuk 2 geldt, indien op deze gronden een enkelbestemming samenvalt met een dubbelbestemming, primair het bepaalde met betrekking tot de dubbelbestemming.
- b. Indien twee of meer dubbelbestemmingen samenvallen, dient de volgende prioriteitenvolgorde te worden aangehouden:
 1. in de eerste plaats de planregels van Artikel 9 Leiding - Gas;
 2. in de tweede plaats de planregels van Artikel 11 Leiding - Hoogspanningsverbinding 150/380 kV en 380 kV;
 3. in de derde plaats de planregels van Artikel 10 Leiding - Hoogspanning 150 kV
 4. in de vierde plaats de planregels van Artikel 12 Leiding - Riool;
 5. in de vijfde plaats de planregels van Artikel 13 Waarde - Archeologie hoge verwachting, Artikel 14 Waarde - Archeologische verwachting 2, Artikel 15 Waarde - Archeologische verwachting 5 dan wel Artikel 16 Waarde - Archeologische verwachting 6.

Hoofdstuk 4 Overgangs- en slotregels

Artikel 23 Overgangsrecht

23.1 Overgangsrecht bouwwerken

- a. Een bouwwerk dat op het tijdstip van inwerkingtreding van het inpassingsplan aanwezig of in uitvoering is, dan wel gebouwd kan worden krachtens een omgevingsvergunning voor het bouwen, en afwijkt van het plan, mag, mits deze afwijking naar aard en omvang niet wordt vergroot,
 1. gedeeltelijk worden vernieuwd of veranderd;
 2. na het teniet gaan ten gevolge van een calamiteit geheel worden vernieuwd of veranderd, mits de aanvraag van de omgevingsvergunning voor het bouwen wordt gedaan binnen 2 jaar na de dag waarop het bouwwerk is teniet gegaan.
- b. Het bevoegd gezag kan eenmalig in afwijking van het bepaalde onder a een omgevingsvergunning verlenen voor het vergroten van de inhoud van een bouwwerk als bedoeld in onder a met maximaal 10%.
- c. Het bepaalde onder a is niet van toepassing op bouwwerken die weliswaar bestaan op het tijdstip van inwerkingtreding van het plan, maar zijn gebouwd zonder vergunning en in strijd met het daarvoor geldende plan, daaronder begrepen de overgangsbepaling van dat plan.

23.2 Overgangsrecht gebruik

- a. Het gebruik van grond en bouwwerken dat bestond op het tijdstip van inwerkingtreding van het inpassingsplan en hiermee in strijd is, mag worden voortgezet.
- b. Het is verboden het met het inpassingsplan strijdige gebruik, bedoeld onder a, te veranderen of te laten veranderen in een ander met dat plan strijdig gebruik, tenzij door deze verandering de afwijking naar aard en omvang wordt verkleind.
- c. Indien het gebruik, bedoeld onder a, na het tijdstip van inwerkingtreding van het plan voor een periode langer dan een jaar wordt onderbroken, is het verboden dit gebruik daarna te hervatten of te laten hervatten.
- d. Het bepaalde onder a is niet van toepassing op het gebruik dat reeds in strijd was met het voorheen geldende bestemmingsplan, daaronder begrepen de overgangsbepalingen van dat plan.

Artikel 24 Slotregel

Deze regels worden aangehaald als: Regels van het inpassingsplan 'RegioExpres'.

Bijlagen bij regels

Bijlage 1 Inrichtingsplan natuurcompensatie en -versterking

Inrichtingsplan Landgoed Stilliwald

Status: Definitief

Inleiding

De nieuwe RegioExpres Achterhoek is een dieseltrein die tussen Arnhem en Doetinchem als sneltrein rijdt (non-stop) en tussen Doetinchem en Winterswijk als stoptrein (stoppend op alle stations). Om meer treinen per uur te kunnen laten rijden op het traject Arnhem – Doetinchem, zijn sporaanpassingen benodigd. Ook zullen treinen in de toekomst in de gebruiksfase rondom de tussen Arnhem en Doetinchem gelegen stations niet meer stoppen en dus harder rijden. Op de overige delen van het traject blijft de snelheid ongewijzigd. Om de spoorverdubbeling te realiseren, worden zuidelijk van het spoor werkterreinen aangelegd.

Uit onderzoek van Moveres komt naar voren dat als gevolg van het project ruimtebeslag op het Gelders Natuurnetwerk (GNN) en de Groene Ontwikkelingszone (GO) (inclusief Ecologische Verbindingszone) van de Provincie Gelderland plaats gaat vinden. Het ruimtebeslag ter hoogte van het GNN en de GO, vindt plaats tussen Didam en Wehl. Ook kan er in de gebruiksfase versnippering ontstaan door een toename van treinverkeer en het rijden met hogere snelheden. Daarbij kan ook sprake zijn van meer aanrijdingslachtoffers van dieren.

Het ruimtebeslag en toename van treinverkeer resulteren in een compensatie- en versterkingsopgave voor respectievelijk het GNN en de GO, die door Movares zijn beoordeeld in de toetsing GNN en GO. In onderliggend inrichtingsplan worden de voorwaarden voor de compensatie- en versterkingsopgave genoemd en de maatregelen die genomen moeten worden om de abiotische omstandigheden voldoende te maken om de gewenste natuurtypen te laten ontwikkelen. De gewenste natuur betreft:

- N10.02 Vochtig hooiland – 0,74 hectare
- N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland – 1,93 hectare
- N15.02 dennen-, eiken- en beukenbos – 1,05 hectare
- Houtwal – 0,18 hectare
- Versterken houtwallen – 398 m

Door de Provincie Gelderland is opdracht verleend voor het uitvoeren van biogeochemisch onderzoek aan NMI (zie bijlage 1). De conclusies uit het rapport van NMI zijn in het inrichtingsplan verwerkt.

Huidige situatie

De maatregelen zijn voorzien op Landgoed Stilliwald. Landgoed Stilliwald ligt ten zuidwesten van het dorp Wehl, een dorp in de gemeente Doetinchem, en is een NSW-landgoed bestaand uit ongeveer 50 hectare bos en 50 hectare landbouwgrond. De eigenaar woont zelf op het landgoed en houdt hier een aantal koeien. Daarnaast heeft de eigenaar ook een natuurcamping. Langs de randen van de meeste percelen die agrarisch in gebruik zijn, wordt al ruim 20 jaar akkerrandbeheer toegepast conform voorwaarden agrarisch natuurbeheer. Het effect is in de soortensamenstelling in deze randen goed te zien.

De ligging van de percelen die worden ingericht met de natuurtypen is te zien op de afbeelding 1. In totaal gaat het om 3,7 hectare landbouwgrond (graslanden), verdeeld over drie verschillende percelen (A, C en D). Perceel B maakt geen onderdeel uit van de compensatieopgave maar wordt, zoals is afgesproken met de eigenaar, met het PIP wel bestemd als 'Natuur'. Dit perceel wordt door de eigenaar zelf, tegelijk met percelen A, C en D, via functieverandering en inrichting omgevormd tot natuur. De inrichting van perceel B wordt in dit plan verder buiten beschouwing gelaten.



Afbeelding 1: ligging in de regio

Alle percelen zijn momenteel agrarisch in gebruik. De graslanden zijn altijd redelijk extensief beheerd. Op alle percelen rust op basis van het bestemmingsplan van de gemeente Doetinchem, landelijk gebied 2020 – reparatie 2022 de volgende bestemmingen:

- **Agrarisch met waarden** – ten behoeve van de omvorming naar natuur zal de agrarische bestemming worden gewijzigd in "Natuur".
- **Waarde – Archeologie** – de aangetroffen waarden zijn 2, 5 en 6. In een aantal gevallen is voor de gewenste ontwikkeling een vergunning nodig.

Voor de omvorming van landbouw naar natuur en de uitvoering van de bijbehorende maatregelen om tot de gewenste natuurtypen te komen, is een vergunning nodig in het kader van de Omgevingswet.

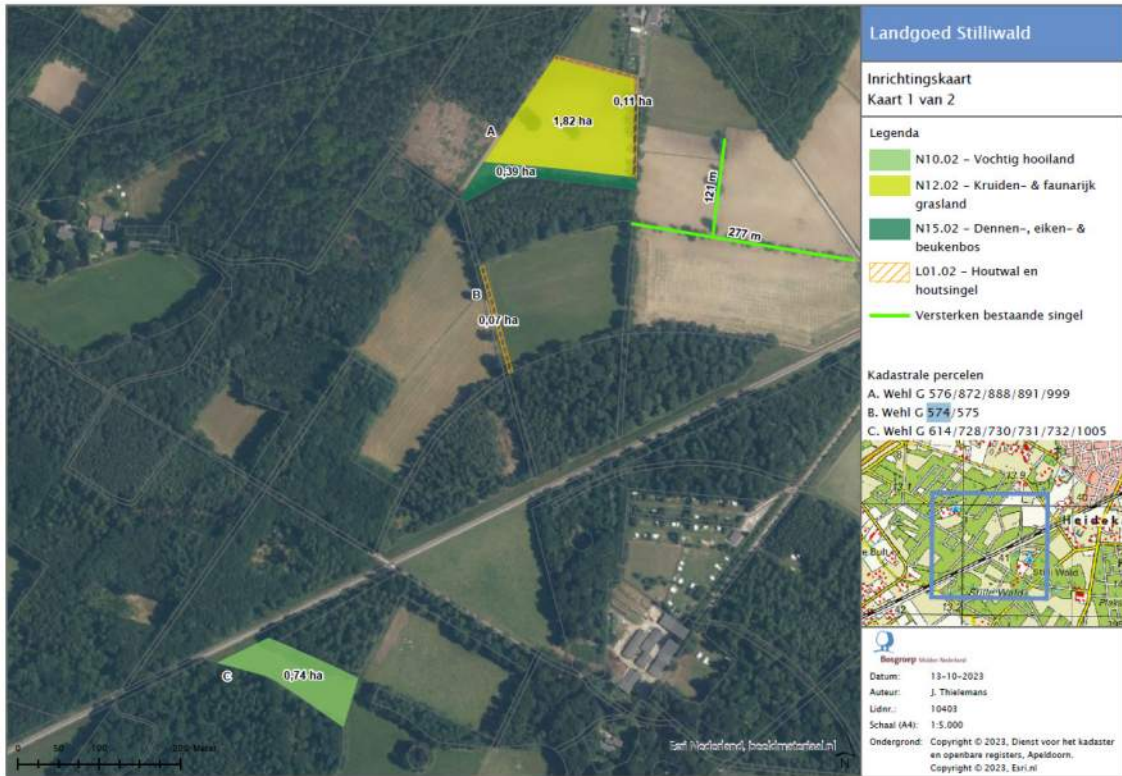
De percelen zijn door de Provincie Gelderland op het Natuurbeheerplan ingetekend met als ambitie om van deze agrarische percelen natuur te maken.

Door de Provincie Gelderland is opdracht verleend voor het uitvoeren van bodembiochemisch onderzoek aan NMI. De conclusies uit het rapport van NMI zijn in het inrichtingsplan verwerkt.

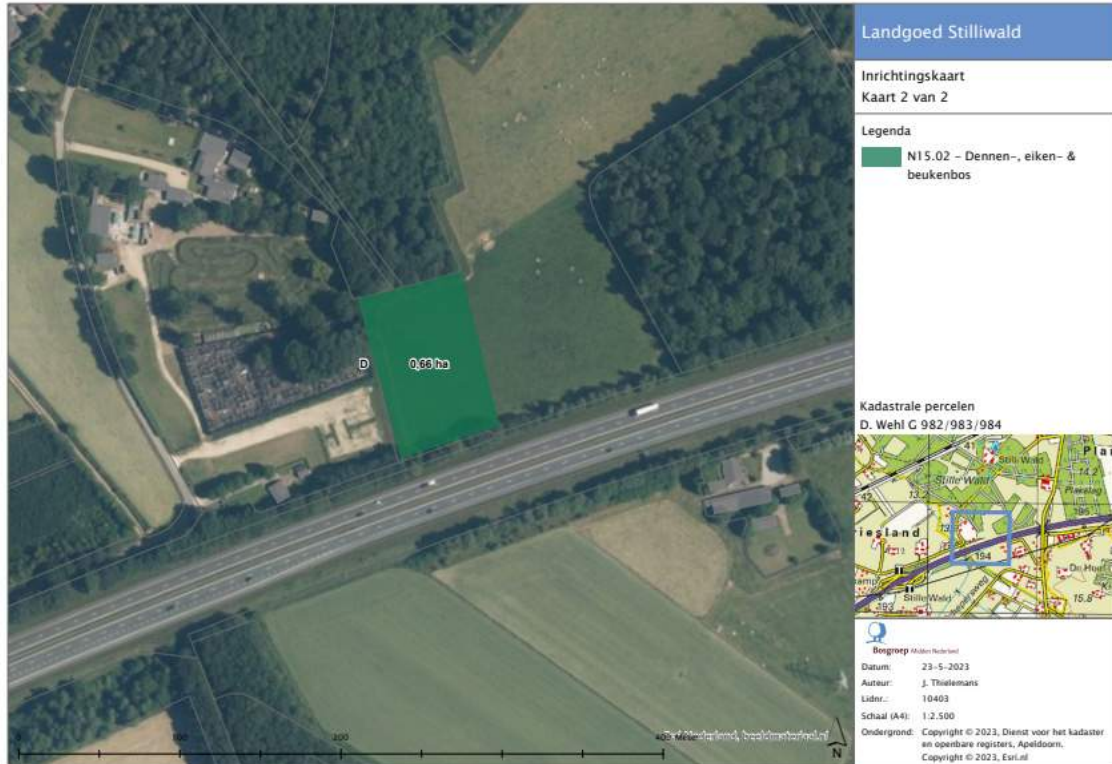
Gewenste natuurdoeltypen

Op basis van het biogeochemisch onderzoek (bijlage 1), eerder door de Bosgroep Midden Nederland uitgevoerde bodemboringen en een bureau- en veldstudie en de aanwezige vegetatie, worden drie verschillende natuurtypen ontwikkeld. De gewenste natuurtypen staan op afbeeldingen 2 en 3. Naast de drie beheertypen wordt 18 are houtwal aangelegd en worden bestaande houtwallen (398m in totaal) versterkt door deze met struikvormers door te planten.





Afbeelding 2: beheertypen noordelijke percelen (A, B en C)



Afbeelding 3: beheertype zuidelijk perceel (D)



Kenmerken N10.02 Vochtig hooiland – 0,74 hectare (perceel C)

- Vochtig, matig voedselrijke en gebufferde condities
- Het gemiddelde waterpeil is 20-30 cm onder maaiveld met in de winter grondwaterstanden tot aan of boven maaiveld. Gedurende de zomer kan het waterpeil een korte periode dieper wegzakken of het grasland staat onder invloed van kwelwater
- Kenmerkende soorten zijn onder andere waterkruiskruid, brede orchis, veldrus, bosbies en moerasstrepzaad
- Eén tot tweemaal per jaar maaien, eventueel met nabeweiding
- Maaisel wordt afgevoerd

Kenmerken N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland – 1,93 hectare (perceel A)

- Matig voedselrijk
- Droog tot vochtig
- Eén tot tweemaal per jaar maaien, eventueel met nabeweiding
- Maaisel wordt afgevoerd

Kenmerken N15.02 dennen-, eiken- en beukenbos – 1,05 hectare (perceel A & D)

- Droge en zandige bodem
- Dominantie van eiken, berken, dennen, beuken, lijsterbes ratelpopulier of vuilboom
- Maximaal 20% van het bos wordt gedomineerd door Europees uitheemse boomsoorten

Inrichtingsmaatregelen

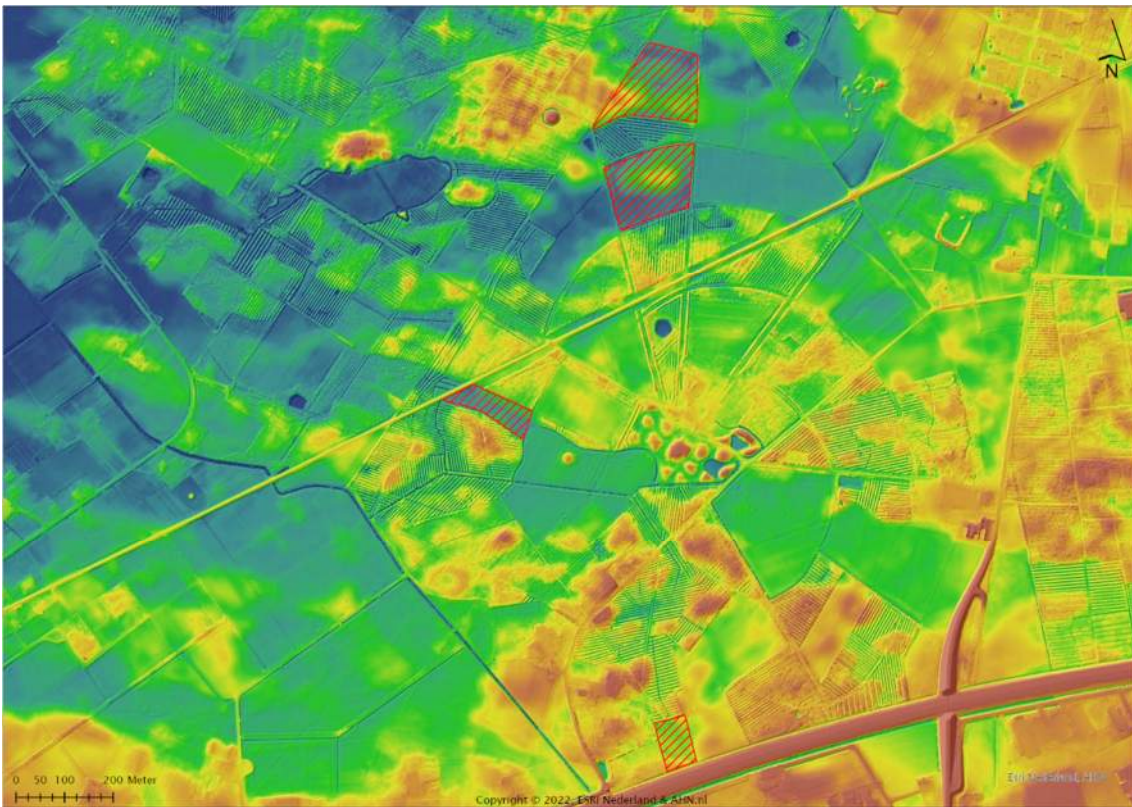
N10.02 vochtig hooiland

De locaties waar de ambitie ligt om vochtig hooiland te ontwikkelen liggen het laagst in het landschap. De potentie voor de ontwikkeling van vochtig hooiland op perceel C is hoog (zie bijlage 1). De zuurgraad is optimaal, de fosfaatwaardes na afgraven van minimaal 30cm zijn optimaal tot suboptimaal voor de ontwikkeling van vochtig hooiland. Daarnaast zijn de grondwaterstanden geschikt.

De te nemen inrichtingsmaatregelen zijn:

- Minimaal 30 cm van de voedselrijke bovengrond afgraven om de voedselrijkdom te doen afnemen. Afgraven wordt maaiveldvolgend gedaan.
- Het dempen van de sloot/ greppel aan de westzijde van het meest noordelijke perceel (perceel B) met schoon, gebiedseigen materiaal (ca. 100 meter). Deze plek wordt na het dempen als houtwal ingericht.
- Uitmijnen door middel van minimaal drie snedes per jaar, waarbij de streefwaarden van fosfaat naar verwachting in 6 – 13 jaar bereikt worden (zie bijlage 1);
- Nabeweiden na de laatste maaibeurt met maximaal 3 GVE per hectare.
- Nutriëntengift van N- en K- voorafgaand aan iedere maaibeurt conform advies biogeochemisch onderzoek in bijlage 1. Hiervoor wordt gedurende de eerste jaren na aanleg jaarlijks een aantal monsternames uitgevoerd (pH en fosfaat) waar de nutriëntengift op aangepast kan worden.
- Optioneel wordt maaisel uit een referentiegebied in de buurt verspreid. Als referentiegebied kan maaisel worden verkregen in het natuurgebied de Zumpe in Doetinchem. Vrijgekomen grond wordt gebruikt om de bestaande paden op te hogen en om een aantal landbouwpercelen in de directe omgeving op te hogen en om een sloot/ greppel te dempen ten behoeve van de waterhuishouding.





Afbeelding 4: Ligging percelen op de hoogtekaart

N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland (perceel A)

De te nemen inrichtingsmaatregelen zijn:

- Gedurende minimaal vier jaar, minimaal drie keer per jaar maaien en maaisel afvoeren (uitmijnen).
- Nabeweiden na de laatste maaibeurt met maximaal 3 GVE per hectare.
- Optioneel kan een K en N- gift worden toegepast.
- Optioneel wordt maaisel uit een referentiegebied in de buurt verspreid. Doel is om sneller soorten te introduceren die in de directe omgeving nu nog niet voorkomen. In de directe omgeving van Wehl liggen meerdere referentiegebieden waar maaisel gehaald kan worden.

N15.02 dennen-, eiken- en beukenbos (perceel A & D)

Op twee plekken wordt in totaal 1,05 hectare bos gerealiseerd.

Aangrenzend het kruiden- en faunarijk grasland in het noorden (perceel A) wordt langs het bestaande bos aan de noordrand van het bos een mantelvegetatie worden aangelegd, in totaal 0,39 hectare. Het perceel wordt ingeplant met struikvormers om een meer geleidelijke overgang te creëren tussen open terrein en bos. Op een aantal plaatsen wordt een jonge laanboom geplant om de bosrand meer body te geven en te zorgen dat in de eerste jaren na aanleg de bomen niet worden weggeconcurrerd door de stuikvormers. Het gaat in totaal om 15 bomen, maat 6-8. In totaal worden hier 1725 struikvormers aangeplant.

In het zuidelijke perceel, 0,66 hectare (perceel D) wordt een strook bos aangelegd (46 meter breed) met aan beide zijden een mantelvegetatie bestaand uit struikvormers (10 meter breed). Het perceel heeft een diepte van 100 meter. In totaal worden hier 1150 boomvormers en 900 struikvormers aangeplant.

De te nemen inrichtingsmaatregelen zijn:

- Waar nodig frezen van de huidige graszode (1,05 hectare).
- Handmatig inplanten van boomvormers in groepen met een plantverband van 2x2 meter.



- Handmatig inplanten van struikvormers in groepen met een plantverband van 1,5x1,5 meter.
- Het beschermen van de boomvormers tegen vraat d.m.v. wilddescherming.

In tabel 1 zijn de aan te planten soorten en aantallen weergegeven. Het betreffen inheemse soorten.

Houtwallen en singels

Ten noorden en oosten van perceel A en ten westen van perceel B wordt een houtwal aangelegd. In totaal gaat het om 18 are. Daarnaast worden de aangrenzende houtwallen ten oosten van perceel A versterkt door deze met struikvormers door te planten. De houtwallen zijn 5 meter breed (3 rijen).

Op de plekken waar een nieuwe houtwal wordt aangelegd, wordt de graszode gefreesd. In de bestaande houtwallen wordt in handkracht struikvormers aangeplant.

Voor de aanplant van de houtwallen wordt een plantverband gebruikt van 1x1. Hiervoor zijn in totaal 1800 bomen en struiken nodig. Voor het doorplanten van de bestaande singels zijn nog eens 500 struikvormers nodig.

De aan te planten boom- en struiksoorten voor zowel de bossen als de houtwallen staan in de tabel 1. Achter de soort staan de bijbehorende aantallen en maatvoering. In het geval van boomvormers wordt gewerkt met 3- jarig plantsoen. In het geval van struikvormers wordt gewerkt met 2- jarig plantsoen. Voor de aanplant wordt, voor zover leverbaar en beschikbaar, gewerkt met inheemse, autochtone herkomsten. Om dat er gebruik gemaakt wordt van inheems, autochtone herkomsten zal de aankoopwaarde van het plantsoen hoger liggen de normbedragen aangeven.

In totaal worden 6.090 bomen en struiken geplant. De boomvormers dienen vanwege de enorm hoge wilddruk te worden voorzien van wilddescherming in de eerste jaren na aanplant. In totaal gaat het om 1200 boomgroeikokers. N.a.v. eerdere plantwerkzaamheden (2019 en 2020) in het naastgelegen bos wordt geadviseerd te werken met deugdelijke wilddescherming. Omdat een raster niet wenselijk is, maar ook omdat dit een dure optie is, wordt geadviseerd te werken met boomgroeikokers. In de eerste twee jaar na aanplant moet rekening gehouden worden met een inboet van ongeveer 20% op alle struik- en boomvormers

Tabel 1: boom- en struikvormers landgoed Stilliwald

Nederlandse naam	Latijnse naam	Type	Aantal
Wintereik	Quercus petraea	+3-jarig	175
Zomereik	Quercus robur	+3-jarig	175
Winterlinde	Tilia cordata	+3-jarig	300
Boswilg	Castanea sativa	+3-jarig	150
Zoete kers	Prunus avium	+3-jarig	200
Haagbeuk	Carpinus betulus	+3-jarig	200
Boswilg	Salix caprea	6-8	5
Winterlinde	Tilia cordata	6-8	5
Fladderiep	Ulmus laevis	6-8	5
Boomvormers totaal			1.215
Lijsterbes	Sorbus aucuparia	2-jarig	550
Sporkehout	Frangula alnus	2-jarig	550
Hazelaar	Corylus avellana	2-jarig	550
Gewone vlier	Sambucus nigra	2-jarig	550
Kardinaalsmuts	Euonymus europaea	2-jarig	525
Sleedoorn	Prunus spinosa	2-jarig	550
Meidoorn	Crataegus monogyna	2-jarig	550
Gelderse roos	Viburnum opulus	2-jarig	525
Gewone vogelkers	Prunus padus	2-jarig	525
Struikvormers totaal			4.875

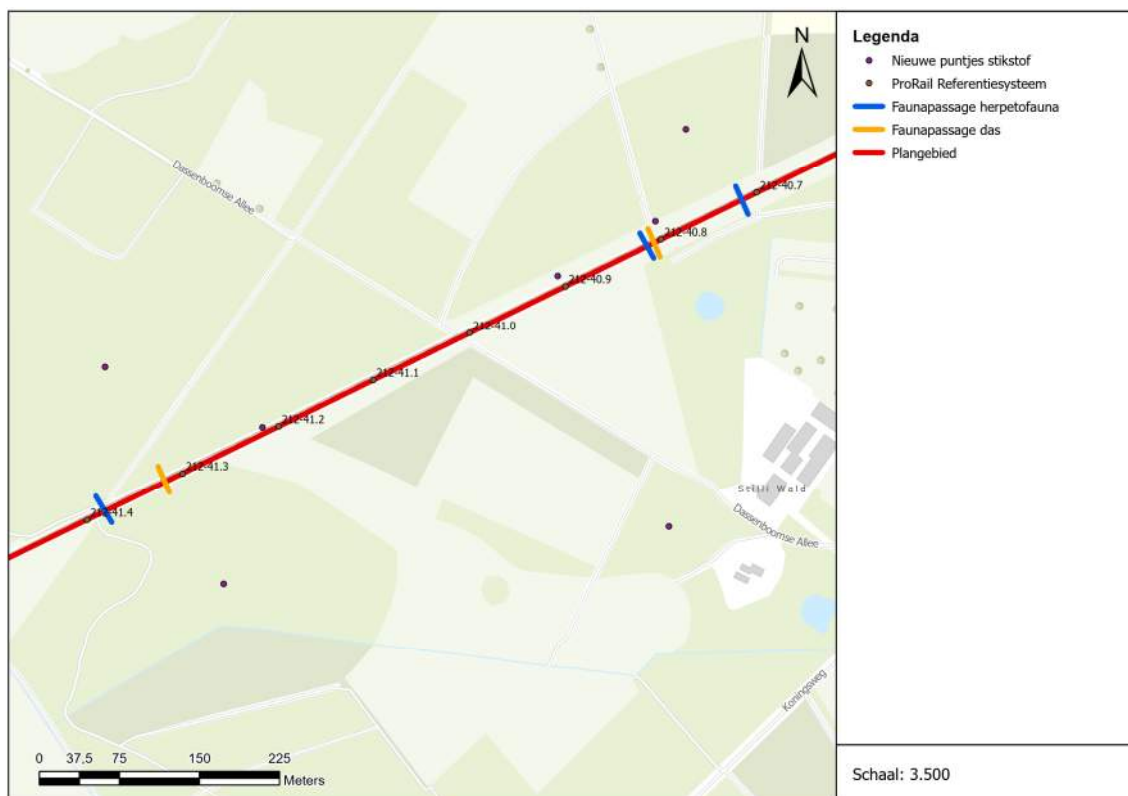


Aanleg dassenpassage

Om op de benodigde versterking voor de GO uit te komen, worden ook vijf faunapassages aangelegd over het spoortraject:

- twee kleine zoogdier tunnels/faunapassages ten behoeve van de das;
- drie dwarsligger faunapassages (DFP) ten behoeve van herpetofauna (amfibieën en reptielen);

Er wordt één dassentunnel ten westen van perceel C aangelegd. Hier bevindt zich in het bosperceel ten zuiden van de spoorlijn een dassenburcht. Een tweede tunnel wordt in het verlengde van de houtwal ter hoogte van perceel B aangelegd. De locaties van drie dwarsligger faunapassages zijn door Movares gekozen op basis van de bevindingen uit de nadere onderzoeken die binnen het plangebied zijn uitgevoerd (o.a. hazelworm). Op de locaties van de dwarsligger faunapassages liggen aan beide zijdes hoogwaardige leefgebieden die verbonden zijn met een groter achterliggend gebied. Daarnaast liggen de passages niet bij veelgebruikte mountainbike- en wandelpaden. De locaties van de dassentunnels en drie dwarsligger faunapassages zijn weergegeven in afbeelding 5.



Afbeelding 5: Locaties faunapassages (bron: GNN- en GO-toetsing Provincie Gelderland RegioExpres. Movares 2023)

Beheermaatregelen

Na inrichting worden de percelen minimaal 2x/ jr. gemaaid en wordt het maaisel dat hierbij vrijkomt afgevoerd. Dit geldt zowel voor de 10.02 als de 12.02 graslanden. Zeker op de percelen met een hoger fosfaatgehalte is het ambitie om jaarlijks 3 x te maaien (uitmijnen). Daarnaast worden de graslanden na de laatste maaibeurt met max. 3 GVE per hectare na beweid. In de eerste drie jaar na inrichting zijn voor de bosopstanden geen maatregelen voorzien.

Begroting

Een begroting is nu nog niet opgesteld voor de maatregelen, na accordering maatregelen volgt een gespecificeerde begroting.



Bijlage 1. Biogeochemisch onderzoek NMI Agro





Biochemisch onderzoek Landgoed Stilliwald

Maarten van Doorn

Romke Postma

Debby van Rotterdam

Dirk Thijssen

Referaat

Maarten van Doorn, Romke Postma, Debby van Rotterdam & Dirk Thijssen, 2023, Biochemisch onderzoek Landgoed Stilliwald, Nutriënten Management Instituut BV, Wageningen, Rapport 1981.N.23, pp 29.

Rapport in het kort

Provincie Gelderland heeft het voornemen om natuur te ontwikkelen op twee percelen in het projectgebied Landgoed Stilliwald. De specifieke wens is het vergroten van de ecologische waarde door de ontwikkeling van vochtig hooiland en droog schraalland. Dit onderzoek heeft geleid tot inzicht in de bodemsamenstelling en met name de fosfaattoestand van de bodem. Aan de hand van deze inzichten wordt advies gegeven over de inrichtingsmogelijkheden ten behoeve van het verhogen van de ecologische waarde.

© 2023 Wageningen, Nutriënten Management Instituut NMI B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit de inhoud mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de directie van Nutriënten Management Instituut NMI.

Rapporten van NMI dienen in eerste instantie ter informatie van de opdrachtgever. Over uitgebrachte rapporten, of delen daarvan, mag door de opdrachtgever slechts met vermelding van de naam van NMI worden gepubliceerd. Ieder ander gebruik (daaronder begrepen reclame-uitingen en integrale publicatie van uitgebrachte rapporten) is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van NMI.

Disclaimer

Nutriënten Management Instituut NMI stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van door of namens NMI verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

Verspreiding

Tim Puts, Provincie Gelderland

digitaal

Inhoudsopgave

Samenvatting en conclusies	2
1 Inleiding	4
2 Opzet en uitvoering	6
2.1 Veldwerk	6
2.2 Bodemanalyses	7
2.3 Interpretatie en advies	9
3 Resultaten, interpretatie en advies	12
3.1 Algemene bodemopbouw en bodemkenmerken	12
3.2 Fosfaattoestand	16
3.3 Sturen op stikstoflimitatie op het noordoostelijk gelegen perceel	19
3.4 Grondwater	20
3.5 Inrichtingsmaatregelen	21
4 Conclusies	26
Literatuurlijst	28
Bijlage I Boorbeschrijvingen	29
Bijlage II Analyseresultaten bodem	31

Samenvatting en conclusies

De Provincie Gelderland heeft het voornemen om vochtig hooiland (N10.02) en droog schraalland (N11.01) te ontwikkelen op twee percelen in projectgebied 'Landgoed Stilliwald' bij Wehl. Het doel van het huidige onderzoek is om inzicht te krijgen in de biogeochemie in relatie tot de gewenste natuurtypen en een passende ontwikkelingsstrategie. Specifiek omvat dit het verkrijgen van inzicht in (i) de fosfaattoestand van de bodem in relatie tot de doelvegetaties en (ii) beheersmogelijkheden om de fosfaattoestand van de bodem tot een gewenst niveau te verlagen voor de beoogde natuurontwikkeling. Hierbij is naast nutriënten ook rekening gehouden met standplaatsfactoren als de vochttoestand en zuurgraad.

Op negen monsternamelocaties zijn op drie dieptes grondmonsters genomen (0-10, 10-30 en 30-50cm -mv) en op drie locaties is het freatisch grondwater bemonsterd. De grondmonsters zijn onder andere geanalyseerd op meerdere fosfaatfracties (P_{CaCl_2} , P_{AL} , P_{OX} , FVG), parameters die belangrijk zijn voor fosfaatbinding (Fe_{OX} , Al_{OX}), het organisch stofgehalte, pH, textuur en het klei-humuscomplex (CEC) met basenverzadiging. Het grondwater is onder andere geanalyseerd op de zuurgraad, conductiviteit, basische kationen en carbonaat, chloride, zwavel, stikstofverbindingen en P-totaal.

Het biochemisch onderzoek heeft tot de volgende inzichten geleid:

- De bodems zijn geclassificeerd als hydrovaaggronden (vlakvaaggronden) met uitzondering van de bodem op het hoger gelegen deel van het noordoostelijk gelegen perceel die geclassificeerd is als een xerovaaggrond (vorstvaaggrond). De algemene bodemopbouw is een bovengrond van fijn zand op een ondergrond van matig fijn tot zeer grof zand.
- De zuurgraad van de bodem is licht zuur (4.8-5.7 in de bovenste 10cm van de bodem). Op het hoger gelegen deel van het noordoostelijk gelegen perceel ligt de pH boven de streefwaarde voor de ontwikkeling van droog schraalland. Op de overige locaties ligt de zuurgraad binnen de streefwaarde voor de ontwikkeling van vochtig hooiland. Er zijn geen maatregelen nodig om de zuurgraad te verhogen of te verlagen.
- De bodems zijn door een laag organische stof- en kleigehalte (lage CEC, klei-humus-complex) gevoelig voor verzuring. Dit is met name het geval voor diepere bodemlagen waar het organisch stofgehalte lager is dan in de toplaag (OS = 2.5-4.2% in de 0-10 bodemlaag, OS = 0.5-2.4% in de bodemlagen hieronder).
- De fosfaattoestand is in het noordoostelijk gelegen perceel erg hoog, waarbij de P_{AL} in de bovenste 30cm van het noordelijke deel varieert tussen 84-151 mg P_2O_5 100g⁻¹, de FVG tussen 62-91% en de P_{CaCl_2} tussen 6.1-10.7 mg P kg⁻¹. In het zuidelijk deel van het perceel varieert P_{AL} in de bovenste 30 cm van de bodem tussen 33-38 mg P_2O_5 100g⁻¹, de FVG tussen 40-48% en P_{CaCl_2} tussen 1.8-2.6 mg kg⁻¹. Daarmee is de bovengrond niet geschikt voor de gewenste natuurontwikkeling (droog schraalland op hooggelegen kop en vochtig hooiland op het lager gelegen deel). Ook in de daaronder liggende bodemlagen is de fosfaattoestand nog hoog en daarmee veelal niet optimaal of suboptimaal voor matig voedselrijke natuur, wat de kans op een succesvolle ontwikkeling verkleint. In het zuidwestelijk gelegen perceel was de fosfaattoestand in de bovenste 30 cm veel lager (P_{AL} 10-28 mg P_2O_5 100g⁻¹, FVG 23-37% en

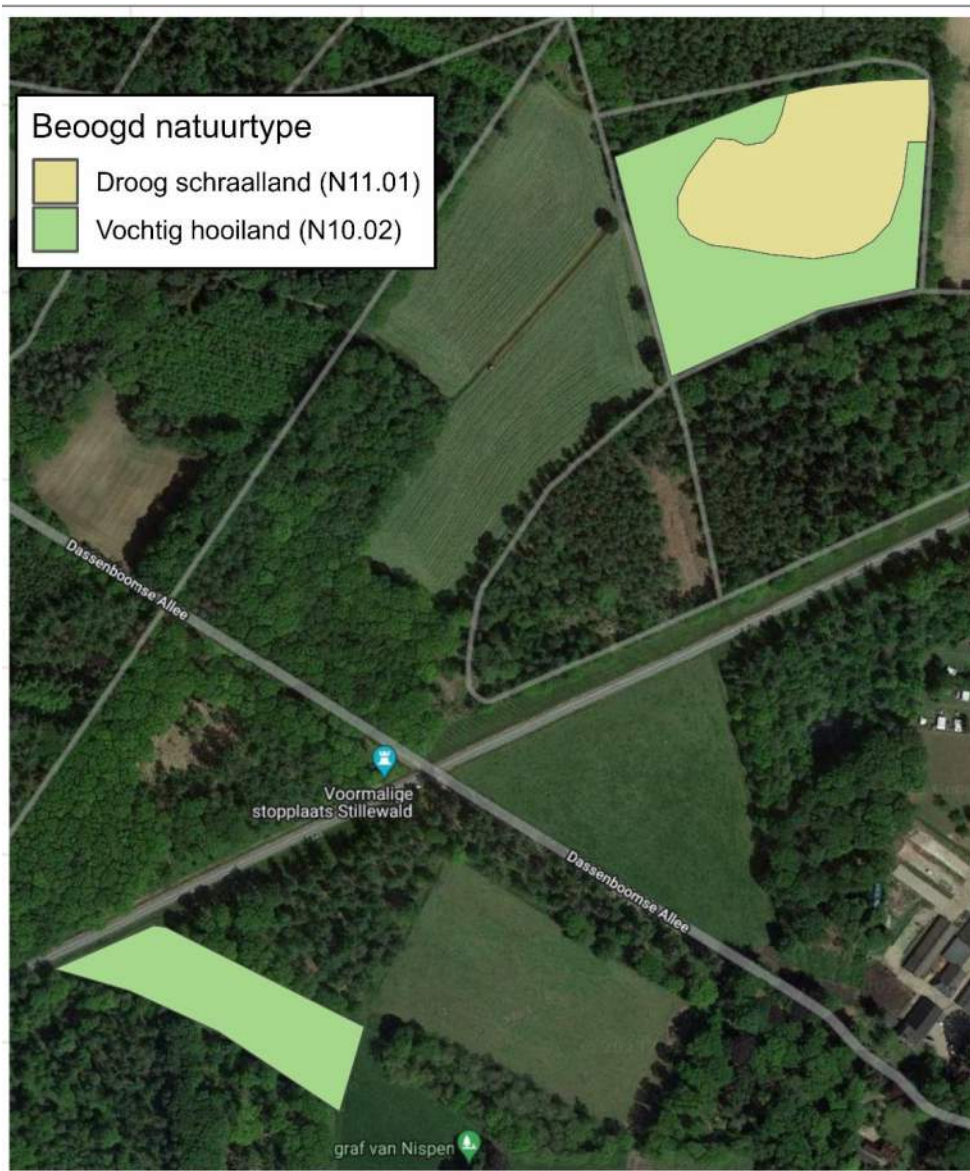
P_{CaCl_2} tussen 0.3-1.4 mg kg⁻¹) maar nog niet optimaal voor de beoogde natuur (vochtig hooiland). In bodemlagen >30 cm diepte is de fosfaattoestand wel laag genoeg.

Op basis van het biochemisch onderzoek worden de volgende adviezen gegeven, waarbij we onderscheid maken tussen het noordoostelijk en het zuidwestelijk gelegen perceel.

- Op het noordoostelijk gelegen perceel wordt droog schraalland beoogd op de hoger en centraal gelegen kop en vochtig hooiland op het lager gelegen deel daaromheen. De fosfaattoestand in de bovengrond van het gehele perceel is echter extreem hoog. Zeer ingrijpende maatregelen zijn nodig om natuur op basis van fosfaatlimitatie te ontwikkelen; een bodemlaag met een dikte van minimaal 50 cm dient afgegraven te worden. Het lijkt dan ook niet realistisch te sturen op fosfaatlimitatie. Alternatieve oplossingen zijn:
 - Het aanpassen van de natuurdoelstelling naar de ontwikkeling van kruiden- en faunarijk grasland (na afgraven van de bovenste 30 cm) of structuurrijk bos of
 - Afgraven van de bovenste 10cm tot 30cm van de bodem en vervolgens sturen op het ontwikkelen van schrale natuur op basis van stikstoflimitatie. Het lage organische stofgehalte en N-beschikbaarheid in de bodemlaag op een diepte van 30-50 cm lijkt dit mogelijk te maken. Door het verwijderen van de toplaag zullen de bodems echter gevoelig worden voor verzuring, omdat de bodemlaag die dan aan het oppervlak komt een lagere CEC en zuurbuffering heeft. Ook bestaat het risico dat er sprake is van een te hoge stikstofaanvoer vanuit externe bronnen (bijvoorbeeld depositie), waardoor de beoogde schrale natuur zich niet ontwikkelt of dat schrale natuur zich wel ontwikkelt maar dat het systeem snel eutroof wordt door stikstofaanvoer vanuit externe of interne bronnen (bijvoorbeeld fixatie door klavers). Verder leidt afgraven tot nattere condities op de lager gelegen delen van het perceel, waarvan nader bekeken moet worden of het daarmee niet te nat wordt.
- Op het zuidwestelijk gelegen perceel wordt vochtig hooiland beoogd. De fosfaattoestand van de bodem is in de uitgangssituatie echter te hoog. Voorgestelde maatregelen zijn:
 - Het afgraven van de bovenste 30cm van de bodem. Dit gaat gepaard met periodiek zeer natte condities (GHG boven maaiveld).
 - De fosfaattoestand te verlagen door uit te mijnen. Het benodigde aantal uitmijnjaren wordt grof geschat op 3-13 jaar, afhankelijk van de locatie. Verschralen duurt naar verwachting 6-26 jaar, ofwel twee keer zo lang dan uitmijnen. Mogelijk ligt het benodigde aantal uitmijnjaren hoger door de P-aanvoer vanuit diepere bodemlagen.

1 Inleiding

De Provincie Gelderland is de planuitwerking gestart naar het verbeteren van de spoorverbinding Arnhem-Doetinchem-Winterswijk. Het ruimtebeslag dat noodzakelijk is voor de verbetering gaat ten koste van areaal aan GNN en GO. Hiervoor geldt een versterkings- en compensatieopgave. Concreet zijn vier percelen op Landgoed Stilliwald bij Wehl aangewezen om invulling aan de compensatie te geven. Ten aanzien van de versterkings- en compensatieopgave voor het GNN/GO, is op twee van deze locaties (in totaal ca 3,09 ha; Figuur 1.1) biogeochemisch onderzoek uitgevoerd.



Figuur 1.1 Twee percelen op Landgoed Stilliwald waar biogeochemisch onderzoek wordt uitgevoerd. De kleur geeft het beoogde natuurtype aan.

Het betreft de volgende twee percelen:

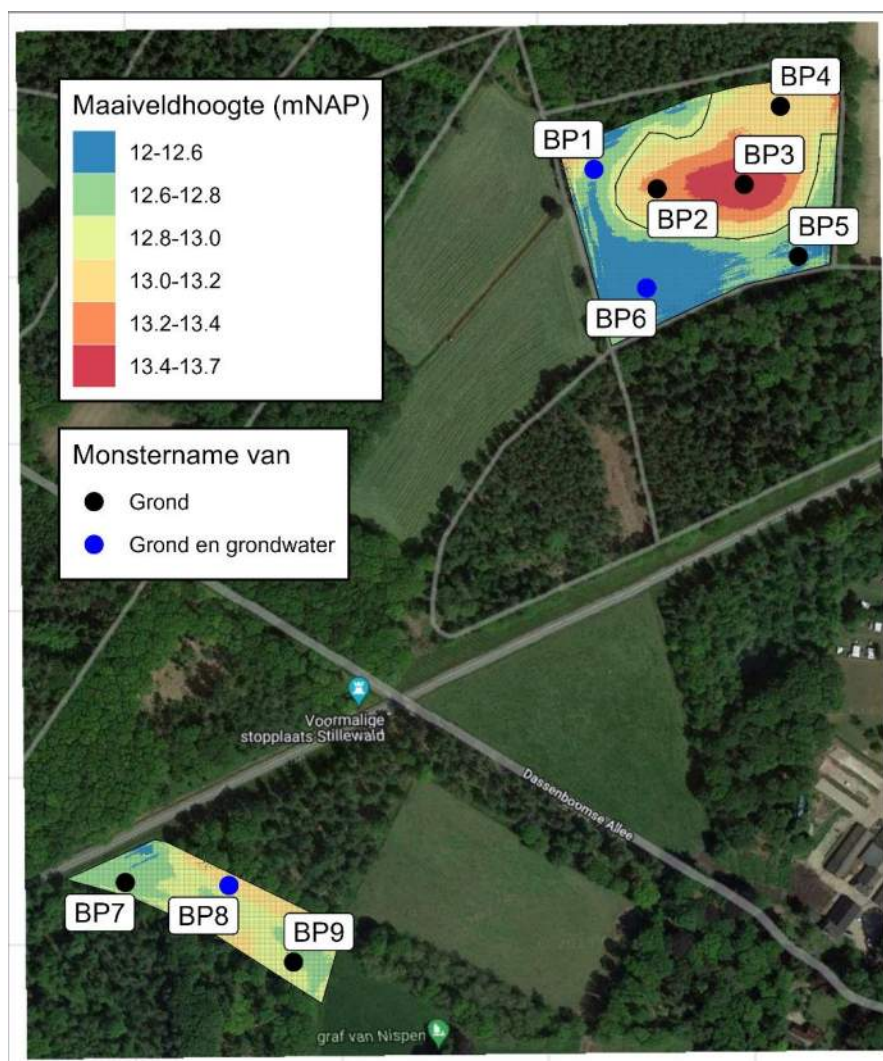
1. Een perceel agrarisch grasland ten noorden van de spoorlijn, dat wordt ingericht als N10.02 Vochtig hooiland (lagere delen) en N11.01 Droog schraalland (hogere kop). Het perceel heeft een oppervlakte van circa 2,28 ha;
2. Een perceel agrarisch grasland ten zuiden van de spoorlijn, dat wordt ingericht als N10.02 Vochtig hooiland. Het perceel heeft een oppervlakte van circa 0,81 ha.

Het doel van het voorliggend onderzoek is om inzicht te verkrijgen in de biogeochemie in relatie tot de gewenste natuurtypen (vochtig hooiland en droog schraalland) en ontwikkelingsstrategie. Specifiek omvat dit het verkrijgen van inzicht in (i) de fosfaattoestand van de bodem in relatie tot de doelvegetaties en (ii) beheersmogelijkheden om de fosfaattoestand van de bodem tot een gewenst niveau te brengen voor de beoogde natuurontwikkeling. Hierbij wordt naast nutriënten ook rekening gehouden met standplaatsfactoren als de vochttoestand en zuurgraad.

2 Opzet en uitvoering

2.1 Veldwerk

Bodems zijn bemonsterd volgens het monsternameplan aangeleverd door de Provincie. Monsterlocaties zijn over de percelen verspreid, waarbij de variatie in maaiveldhoogte is meegenomen (Figuur 2.1). Op het zuidwestelijk gelegen perceel is er weinig variatie in hoogte (maaiveldhoogte tussen de 12.6-13.1mNAP) en ligt boorpunt BP8 op een hoger gelegen deel (13mNAP) dan boorpunten BP7 en BP9 (12.7-12.8m NAP). Op het noordoostelijk gelegen perceel varieert de maaiveldhoogte tussen de 12.0 en 13.7mNAP). Boorpuntlocaties BP1 t/m BP6 liggen op verschillende maaiveldhoogten waarbij boorpunt BP6 in het lager gelegen deel (12.6mNAP) en boorpunt BP3 op het hoger gelegen deel (13.6mNAP) ligt.



Figuur 2.1 Boorpuntlocaties op een luchtfoto en maaiveldhoogtekaart.

Op 28 en 29 juni 2023 is per bemonsteringslocatie de bodem op drie diepten bemonsterd. Bemonsteringsdiepten van 0-10, 10-30 en 30-50cm -mv zijn aangehouden. De monsters zijn als mengmonsters genomen, waarbij circa 15 steken in een straal van 5 meter rond het monsterpunt zijn verzameld. Op drie locaties (BP8, BP1 en BP6) is naast monsternamen van de grond het freatisch grondwater bemonsterd. Het grondwater is bemonsterd volgens de open boorgatmethode, waarbij het grondwater voor bemonstering is voorgepompt tot een constante troebelheid. Verder is per bemonsteringslocatie het bodemprofiel beschreven tot 1.20 conform de Stiboka systematiek.

2.2 Bodemanalyses

Bodemanalyses

In de grondmonsters zijn de algemene bodemkenmerken organische stofgehalte, textuur (zand-, silt-, kleifractie), klei-humuscomplex (CEC) en de stikstofrijckdom van organische stof (C/N verhouding) bepaald. Daarnaast zijn analyses uitgevoerd om inzicht te krijgen in de directe beschikbaarheid en beschikbare reserves van de nutriënten stikstof, fosfaat, kalium, zwavel, calcium en magnesium. Ook zijn de zuurgraad, en de buffering door kalk en de basensamenstelling van het klei-humuscomplex gemeten.

Voor fosfaat zijn de volgende fosfaatfracties bepaald:

- Een maat voor de directe fosfaatbeschikbaarheid (P geëxtraheerd met 0,01 M CaCl₂);
- Een maat voor de potentieel snel beschikbare P-reserves, ofwel P_{AL} (P geëxtraheerd met ammoniumlactaat azijnzuur met pH 3,75);
- Een maat voor totaal beschikbaar P ofwel P_{OX} (P geëxtraheerd met ammoniumoxalaat-oxaalzuurextract);
- Een maat voor P-totaal (P-totaal met XRF); en
- Een maat voor de totale P-bindingscapaciteit (PSC) in de vorm van ijzer en aluminium (hydr)oxiden (Fe_{OX} + Al_{OX}; Fe en Al geëxtraheerd met ammoniumoxalaat-oxaalzuurextract);
- De fosfaatverzadigingsgraad (FVG). De FVG is het percentage van de totale P-bindingscapaciteit dat ook daadwerkelijk is bezet met fosfaat. De FVG wordt berekend op basis van de procentuele verhouding tussen P_{OX} en ½ keer de som van Fe_{OX} + Al_{OX}.

Voor de relatie tussen deze verschillende fracties en de fosfaatdynamiek in de bodem wordt verwezen naar het kader over fosfaat in de bodem (volgende sectie). De gemeten fosfaatfracties leveren de elementen aan waarmee de beschikbaarheid van fosfaat in de bodem op korte en langere termijn goed kunnen worden beschreven en waarmee een inschatting kan worden gemaakt van de tijd die nodig is om door middel van verschralen of uitmijnen de fosfaattoestand te verlagen.

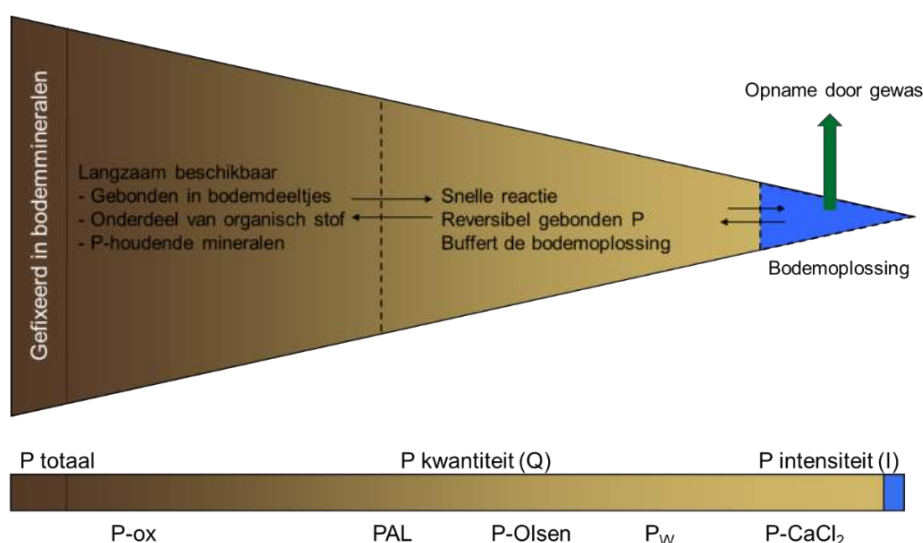
Het grondwater is onder andere geanalyseerd op de zuurgraad (pH), conductiviteit (EC), basische kationen en carbonaat (Ca, Mg, K, Na, HCO₃), chloride (Cl), zwavel (S), stikstofverbindingen (NH₄, NO₃) en fosfor (P-totaal).

Het gedrag van fosfaat in de bodem

Fosfaat zit in meerdere vormen in de bodem, waarbij onderscheid gemaakt kan worden in hoe sterk het gebonden is aan bodemdeeltjes. Om grip te krijgen op de verschillende vormen van fosfaat wordt onderscheid gemaakt tussen drie groepen:

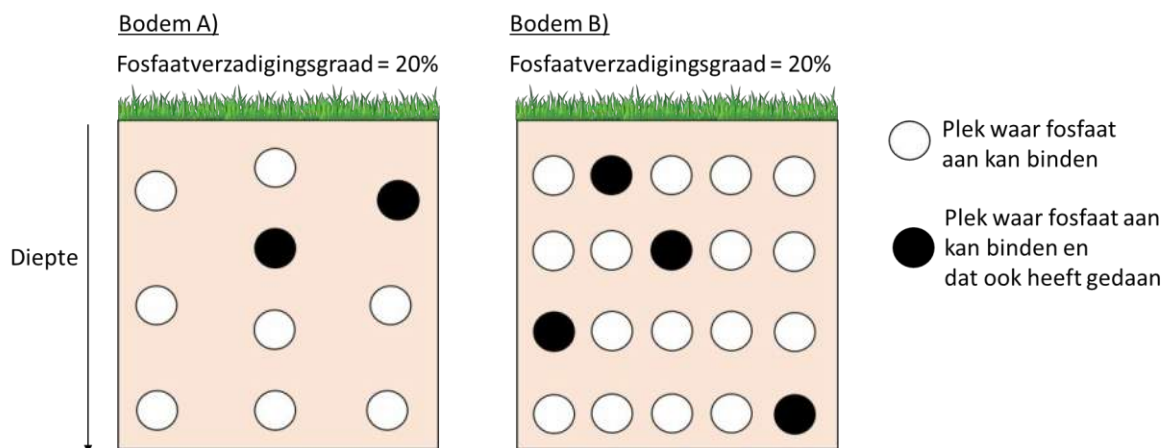
- Direct beschikbaar fosfaat (rechtterkant van de driehoek in Figuur 2.2). Dit betreft fosfaat wat in de bodemoplossing aanwezig is en daarom direct door een plant kan worden opgenomen. Deze vorm van fosfaat wordt gemeten met een calciumchloride-extractie (P_{CaCl₂}) en wordt ook wel P-intensiteit genoemd.

- Reversibel gebonden fosfaat (midden van de driehoek in Figuur 2.2). Deze vorm van P is matig gebonden aan het oppervlak van bodemdeeltjes en kan ook snel weer in een beschikbare vorm vrijkomen (desorberen). Dit is relevant voor het aanvullen van het direct beschikbaar fosfaat (P_{CaCl_2}) wanneer dit door een plant wordt onttrokken. Deze vorm van P wordt gemeten met een ammoniumlactaat-azijnzuur extractie (P_{AL}) en wordt ook wel P-kwantiteit genoemd. Verschillende methodes kunnen worden gebruikt om de P-kwantiteit te meten, elk met zijn eigen (analytische) voor- en nadelen.
- Sterk gebonden fosfaat dat slechts langzaam beschikbaar kan komen (linkerkant van de driehoek in Figuur 2.2). Deze vorm van fosfaat maakt deel uit van bodemdeeltjes of is daar sterk aan gebonden. Deze vorm van fosfaat wordt gemeten met een oxalaat extractie (P_{ox}) en is een indicator voor totaal anorganisch P. Deze vorm van fosfaat is in chemisch evenwicht met direct beschikbaar P (P intensiteit) en reversibel gebonden P (P kwantiteit).



Figuur 2.2 Schematische weergave van fosfaat in de bodem en de veel gebruikte meetmethodes om de beschikbaarheid te duiden.

De verhouding tussen totaal anorganisch fosfaat (P_{ox}), reversibel gebonden fosfaat (P_{AL}) en direct beschikbaar fosfaat (P_{CaCl_2}) is sterk afhankelijk van (i) de totale hoeveelheid anorganisch P in de bodem (P_{ox}), en (ii) het maximaal vermogen van een bodem om P te binden. In Nederlandse bodems wordt de maximale P bindingscapaciteit bepaald door de hoeveelheid amorfe ijzer- en aluminium(hydr)oxiden in de bodem. Bij hoge gehalten aan ijzer en aluminium (hoge bindingscapaciteit) kan de totale voorraad van P in de bodem erg hoog zijn terwijl de directe P beschikbaarheid voor de plant laag is (P is sterk gebonden). Bij lage gehalten aan ijzer en aluminium (lage bindingscapaciteit) kan de bodem nauwelijks P binden. Hierdoor kan een kleine totale hoeveelheid P in de bodem al leiden tot een hoge directe P beschikbaarheid. Dit in Figuur 2.3 gevisualiseerd voor twee bodems waarvan de maximale fosfaat bindingscapaciteit hoger is in bodem B dan in bodem A. De witte bolletjes zijn de lege bindingsplaatsen waar fosfaat nog aan kan binden en de zwarte bolletjes zijn de bindingsplaatsen waar P wel aan is gebonden. In bodems wordt de directe P beschikbaarheid (P aanwezig in bodemoplossing) bepaald door de mate waarin de bindingscapaciteit is opgeladen met fosfaat (fosfaatverzadigingsgraad). In het voorbeeld in Figuur 2.3 is de directe fosfaat beschikbaarheid gelijk (fosfaatverzadigingsgraad van 20%), maar door de twee keer zo hoge bindingscapaciteit in bodem B dan in bodem A (hogere gehalten aan ijzer en aluminium) zijn de fosfaatreserves ook twee keer zo hoog in bodem B dan in bodem A. Verschralen en uitmijnen is hierdoor effectiever op bodem A dan op bodem B (minder fosfaat hoeft te worden onttrokken om de fosfaatverzadiging te doen dalen). Voor extra informatie wordt verwezen naar studies over het gedrag van fosfaat in de bodem (van Rotterdam et al., 2012; van Doorn et al., 2023).



Figuur 2.3: Illustratie van twee bodems met een gelijke fosfaatverzadigingsgraad (en directe P beschikbaarheid), maar met een verschillende maximale fosfaat bindingscapaciteit

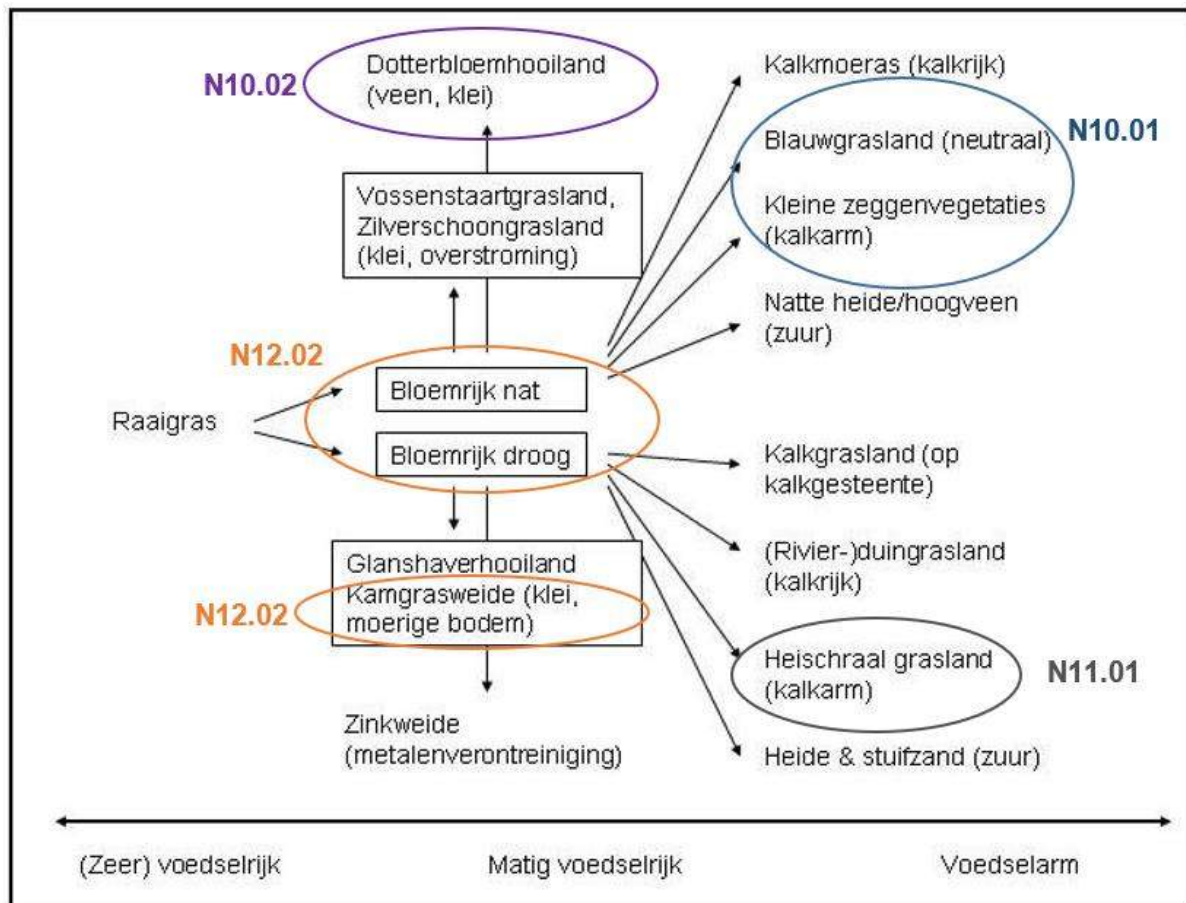
2.3 Interpretatie en advies

Om een inschatting te geven of de uitgangssituatie wat betreft de fosfaattoestand gunstig dan wel ongunstig is voor de ontwikkeling van gewenste beheer- en habitattypen wordt gebruik gemaakt van referentiewaarden. Verschillende onderzoeksbureaus en instellingen gebruiken verschillende methodes om de fosfaattoestand te karakteriseren. De schraalheid van een bodem is voor P niet direct gerelateerd aan de totale P reserves in de bodem (zoals bv gemeten met P_{OX}). Een maat voor de beschikbaarheid van deze P-reserves is een veel realistischer en nauwkeuriger indicator voor de potentie voor de ontwikkeling van natuur- en vegetatietypen. NMI gebruikt vooral P_{AL} en de FVG als indicatoren voor de P beschikbaarheid. Hiermee wordt inzicht verkregen in beide P kwantiteit (matig sterk gebonden P wat de P concentratie in bodemoplossing buffert, P_{AL}) en P intensiteit (P concentratie in oplossing, mechanistisch gerelateerd aan de FVG). Voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgrond zijn streefwaarden afgeleid voor P_{AL} en de FVG voor situaties waarbij wordt gestuurd op P-limitatie. De streefwaarden zijn gebaseerd op voorgaand onderzoek door meerdere onderzoeksinstituten, zoals Wageningen Universiteit & Research, NMI en LBI (o.a. Timmermans & van Eekeren, 2016; van Delft, 2013; van Rotterdam et al., 2021). P_{AL} en FVG zijn binnen een gebied vaak aan elkaar gerelateerd. Omdat P_{AL} en FVG vaak één op één aan elkaar zijn gerelateerd zijn de berekende grenswaarden voor P_{AL} (vrijwel) gelijk aan de grenswaarden voor de FVG. De streefwaarden zijn opgenomen in Tabel 2-1. Voor de beoordelingen worden de afzonderlijke beoordelingen op basis van P_{AL} en FVG gemiddeld en naar boven afgerond. Als bijvoorbeeld op basis van FVG de uitgangssituatie optimaal is voor voedselarme vegetaties (FVG < 12%) en op basis van P_{AL} optimaal voor matig voedselrijke vegetaties (P_{AL} tussen 8-18 mg P_2O_5 100g⁻¹) dan wordt de fosfaattoestand beoordeeld als "Optimaal matig voedselrijk" (klasse B).

Tabel 2-1 Streefwaarden voor P_{AL} en de FVG voor potentiële natuurontwikkeling

P_{AL} (mg P_2O_5 100g ⁻¹)	FVG (%)	Classificering fosfaattoestand van de bodem voor potentiële natuurontwikkeling	Fosfaatklasse
<10	<12	Optimaal voedselarm	A
10-18	12-18	Optimaal matig voedselrijk	B
18-26	18-26	Suboptimaal matig voedselrijk	C
26-40	26-40	Niet optimaal matig voedselrijk	D
>=40	>=40	Niet geschikt	E

De ontwikkeling van natuur kan worden gevisualiseerd door een verschuiving van raaigras links in Figuur 2.4 naar de b.v. natuurtypes matig voedselrijk (N10.02, N12.02, N12.03) en voedselarme vegetatietypen (N10.01 en N11.01) rechts in dezelfde figuur. In meer detail, vindt dus wat betreft eisen aan de voedselrijkdom een verschuiving plaats van (zeer) voedselrijke graslanden (raaigras) naar kruiden- en faunarijke grasland (N12.02) en vochtig hooiland /glanshaverhooiland (N10.02, N12.03) en naar nat schraalland (N10.01) en heischrale vegetaties (11.01).



Figuur 2.4 Schema van de belangrijkste Nederlandse graslandtypen, de positie in het schema verwijst naar de meest karakteristieke standplaatseigenschappen. De zwart omkaderde typen worden hier tot het bloemrijke grasland gerekend (<http://www.natuurkennis.nl>).

In een recente handreiking worden voor vochtig hooiland (N10.02) en droog schraalland (N11.01) P_{Olsen} streefwaarden van 287-380 $\mu\text{mol kg}^{-1}$ met een maximumwaarde van 800 $\mu\text{mol kg}^{-1}$ (vochtig hooiland) en 138-381 $\mu\text{mol kg}^{-1}$ met een maximumwaarde van 920 $\mu\text{mol kg}^{-1}$ (droog schraalland, verbond van heischrale graslanden) gegeven (VBNE, 2023). Dit komt overeen met P_{AL} streefwaarden van circa 8-10 $\text{mg P}_2\text{O}_5 100\text{g}^{-1}$ met een maximumwaarde van 19 $\text{mg P}_2\text{O}_5 100\text{g}^{-1}$ (vochtig hooiland) en P_{AL} streefwaarden van circa 4-10 $\text{mg P}_2\text{O}_5 100\text{g}^{-1}$ met een maximumwaarde van 21 $\text{mg P}_2\text{O}_5 100\text{g}^{-1}$ (droog schraalland). Op basis hiervan wordt geconcludeerd dat voor de potentiële ontwikkeling van vochtig hooiland (N10.02) en droog schraalland (N11.01) P_{AL} idealiter lager ligt dan 10 $\text{mg P}_2\text{O}_5 100\text{g}^{-1}$ en de FVG idealiter lager ligt dan 12% (fosfaatklasse A in Tabel 2-1). Vochtig hooiland is iets voedselrijker dan droog schraalland, en de potentiële ontwikkeling hiervan wordt daarom mogelijk geacht bij een P_{AL} tussen 10-18 $\text{mg P}_2\text{O}_5 100\text{g}^{-1}$ en een FVG van 12-18% (fosfaatklasse B in Tabel 2-1).

Tabel 2-2 Beheertype-specifieke streefwaarden voor de potentiële ontwikkeling van vochtig hooiland (N10.02) en droog schraalland (N11.01). De letter tussen haakjes refereert naar de fosfaatklasse in Tabel 2-1

Beheertype	P _{AL} streefwaarde (mg P ₂ O ₅ 100g ⁻¹)	FVG streefwaarde (%)
Vochtig hooiland (N10.02)	Optimaal: <10 (A) Suboptimaal: 10-18 (B)	Streefwaarde: <12 (A) Suboptimaal: 10-18 (B)
Droog schraalland (N11.01)	Optimaal: <10 (A) Suboptimaal: nvt	Optimaal: <12 (A) Suboptimaal: nvt

Referentiewaardes worden beschouwd als een richtlijn en geen harde grens. Onderzoek laat zien dat er een behoorlijke bandbreedte is in de fosfaattoestand waar matig voedselrijke vegetaties zich in potentie nog kunnen ontwikkelen (e.g. van Delft, 2014). In dit onderzoek is aangenomen dat de streefwaarden 'waar' zijn voor het onderzoeksgebied en is verondersteld dat de kans op de beoogde natuurontwikkeling groter wordt naarmate er meer naar de streefwaarde wordt toegewerkt.

3 Resultaten, interpretatie en advies









3.1 Algemene bodemopbouw en bodemkenmerken

Stiboka bodemkartering

De bodems zijn geclassificeerd als vlakvaaggronden met uitzondering van de bodem op de hogere kop op het noordoostelijk gelegen perceel (BP3) die geclassificeerd is als een vorstvaaggrond (Tabel 3-1). De algemene bodemopbouw is een bovengrond van fijn zand op een ondergrond van matig fijn tot zeer grof zand. Vlakvaaggronden behoren tot de (natte) hydrovaaggronden; er heeft weinig bodemvorming plaatsgevonden er kunnen periodiek hoge grondwaterstanden voorkomen. Wel is het waarschijnlijk dat het gebied vroeger natter was dan nu. Op basis van de bodemprofielen wordt ingeschat dat op het noordoostelijk gelegen perceel de (historische) GHG tot maaiveld kwam en de (historische) GLG tot 85-110cm -mv op het lager gelegen deel (BP1, BP5 en BP6). Op het zuidwestelijk perceel (BP7 t/m BP9) wordt ingeschat dat de (historische GHG) tot maaiveld kwam (o.a. door de aanwezigheid van ijzer op 10cm -mv) en wordt de (historische) GLG ingeschat op circa 100-135cm -mv. Vorstvaaggronden behoren tot de (droge) xerovaaggronden; er heeft weinig bodemvorming plaatsgevonden en er zijn weinig hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel aanwezig. De (historische) GLG wordt op deze locatie (hoger gelegen kop) geschat op >120cm -mv (GHG kon niet aan de hand van het bodemprofiel geschat worden). De boorbeschrijvingen zijn opgenomen in Bijlage I.

Uit een bodemkundig en hydrologische vooronderzoek blijkt dat de actuele GHG en GLG lager liggen dan de historische GHG en GLG, o.a. door aanpassing van watergangen en de aanleg van de Didamse Waterleiding (Kieskamp & Smeenge, 2020). In Stilliwald is verschil tussen de historische en actuele GHG geobserveerd van 80-100cm (actuele GHG is lager) en een verschil tussen de historische en actuele GLG van 20-70cm (actuele GLG is lager). De actuele GLG en GHG zijn op de percelen van het huidig onderzoeksgebied niet bepaald, maar volgens de beheerder (Bosgroepen) is het onwaarschijnlijk dat de GHG sinds 1970 nog boven maaiveld komt. Wel is het mogelijk dat in de nieuwe situatie het grondwater dicht bij het nieuwe maaiveld komt, maar alleen in de winterperiode. In de zomerperiode wordt de GLG nu op <100cm geschat, en is de verwachting dat het perceel, ook bij het eventueel afgraven van 30cm, voldoende droog is om meerdere keren gemaaid te worden in het groeiseizoen.

Tabel 3-1 Foto's en classificatie van de 9 boorprofielen

<p>BP1 (vlakvaaggrond)</p> 	<p>BP2 (vlakvaaggrond)</p> 	<p>BP3 (vorstvaaggrond)</p> 
<p>BP4 (vlakvaaggrond)</p> 	<p>BP5 (vlakvaaggrond)</p> 	<p>BP6 (vlakvaaggrond)</p> 
<p>BP7 (vlakvaaggrond)</p> 	<p>BP8 (vlakvaaggrond)</p> 	<p>BP9 (vlakvaaggrond)</p> 

Zuurgraad, zuurbuffering en algemene bodemkenmerken

De zuurgraad van de bodem is bij de ontwikkeling van natuurvegetaties (ook) belangrijk. Bij vochtig hooiland (N10.02) is een zuurgraad ($\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$) van >4.7 optimaal en is een zuurgraad van 3.7-4.7 suboptimaal. Bij droog schraalland (N11.01) is een zuurgraad ($\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$) van 3.2-4.2 optimaal en zijn zuurgraden van 2.7-3.2 en 4.2-4.8 suboptimaal (Rietra et al., 2012). De originele streefwaarden zijn voor $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ gerapporteerd en omgerekend naar $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ ($\text{pH}_{\text{CaCl}_2} = \text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} - 0.8$). Hiermee wordt aangesloten op de wijze waarop de pH in dit onderzoek is gemeten.

Op het noordoostelijk perceel varieert de zuurgraad van de bodem tussen (i) 5.2-5.8 op het hoger gelegen deel waar de ontwikkeling van droog schraalland wordt beoogd (locaties BP2 t/m BP4); en (ii) 5.3-6.0 op het lager gelegen deel waar de ontwikkeling van vochtig hooiland wordt beoogd (locaties BP1, BP5 en BP6, Tabel 3-2). Op het hoger gelegen deel van het perceel is de pH hiermee aan de hoge kant voor de ontwikkeling van droog schraalland, en kan (tijdelijk) verzuring van de bodem worden toegelaten. Het is ook reëel dat de bodem gaat verzuren door het lage vermogen van de bodem om zuur te bufferen (zie tekst onder Tabel 3-3 over zuurbuffering). Op het lager gelegen deel van het perceel is de pH optimaal voor de ontwikkeling van vochtig hooiland. Er zijn geen maatregelen nodig om de pH te verhogen.

Tabel 3-2 De zuurgraad ($\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$), kleigehalte, organische stofgehalte (OS), klei-humuscomplex (CEC) en de bezetting van de CEC met basische kationen voor de locaties op het noordoostelijk gelegen perceel.

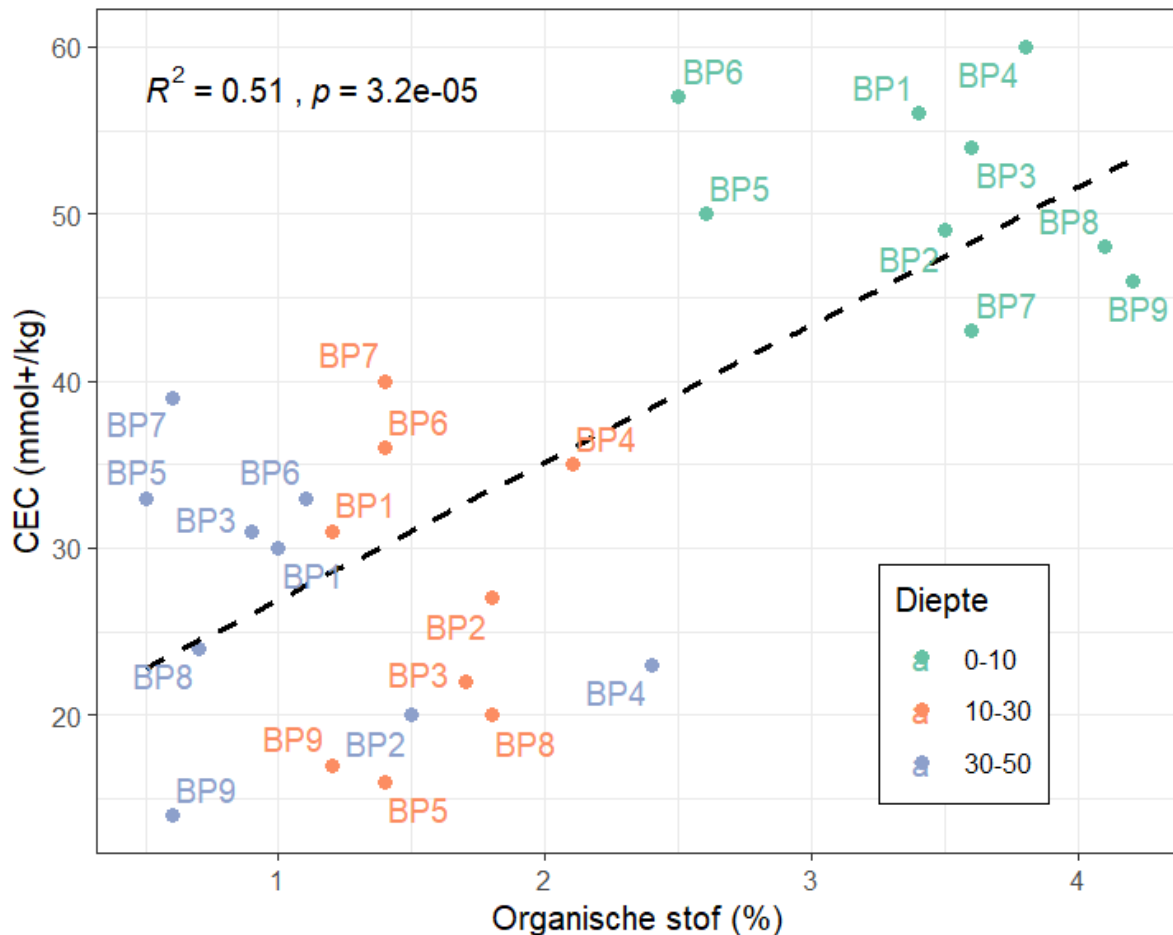
Locatie	Diepte	$\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$	Klei (%)	OS (%)	CEC ($\text{mmol}^+ \text{kg}^{-1}$)	Verzadiging van de CEC met Ca, Mg, K en Na (%)
Noordoostelijk perceel, hoger gelegen deel waar droog schraalland (N11.01) wordt beoogd						
BP2	0-10	5.2	5	3.5	49	96
BP2	10-30	5.2	5	1.8	27	87
BP2	30-50	5.3	4	1.5	20	100
BP3	0-10	5.7	2	3.6	54	95
BP3	10-30	5.5	3	1.7	22	100
BP3	30-50	5.7	5	0.9	31	96
BP4	0-10	5.6	3	3.8	60	99
BP4	10-30	5.8	4	2.1	35	97
BP4	30-50	5.6	3	2.4	23	99
Noordoostelijk perceel, lager gelegen deel waar vochtig hooiland (N10.02) wordt beoogd						
BP1	0-10	5.3	5	3.4	56	93
BP1	10-30	5.8	4	1.2	31	97
BP1	30-50	6	3	1	30	91
BP5	0-10	5.4	4	2.6	50	100
BP5	10-30	5.3	1	1.4	16	100
BP5	30-50	5.7	3	0.5	33	99
BP6	0-10	5.7	5	2.5	57	100
BP6	10-30	6	6	1.4	36	100
BP6	30-50	5.5	6	1.1	33	100

Op het zuidwestelijk gelegen perceel waar de ontwikkeling van vochtig hooiland wordt beoogd varieert de pH van de bovenste 10cm van de bodem tussen 4.8-5.3 (locaties BP7 t/m BP9, Tabel 3-3). De zuurgraad is hiermee optimaal voor de ontwikkeling van vochtig hooiland. Er zijn geen maatregelen nodig om de zuurgraad te verhogen of te verlagen.

Tabel 3-3 De zuurgraad (pH_{CaCl_2}), kleigehalte, organische stofgehalte (OS), klei-humuscomplex (CEC) en de bezetting van de CEC met basische kationen voor de locaties op het zuidwestelijk gelegen perceel.

Locatie	Diepte	pH_{CaCl_2}	Klei (%)	OS (%)	CEC ($mmol+ kg^{-1}$)	Verzadiging van de CEC met Ca, Mg, K en Na (%)
Zuidwestelijk perceel, waar de ontwikkeling van vochtig hooiland (N10.02) wordt beoogd						
BP7	0-10	4.8	6	3.6	43	100
BP7	10-30	5.6	4	1.4	40	93
BP7	30-50	5.8	6	0.6	39	66
BP8	0-10	4.8	4	4.1	48	85
BP8	10-30	4.9	5	1.8	20	98
BP8	30-50	5.7	6	0.7	24	100
BP9	0-10	5	5	4.2	46	100
BP9	10-30	5.3	5	1.2	17	85
BP9	30-50	4.9	6	0.6	14	100

Naast de zuurgraad van de bodem is het vermogen van de bodem om de zuurgraad te bufferen (constant te houden) ook van belang. De buffering van de zuurgraad wordt bepaald door de combinatie van (i) het vermogen van de bodem om kationen te binden, en (ii) de hoeveelheid aan kationen die daadwerkelijk is gebonden. Het vermogen van de bodem om kationen te binden wordt bepaald door de CEC (Cation Exchange Capacity, ook wel klei-humus complex genoemd). De CEC is op zandgronden vooral afhankelijk van het organische stofgehalte, waarbij de CEC toeneemt met een toenemend gehalte aan organische stof (Figuur 3.1). In het onderzoeksgebied is het organische stofgehalte laag tot zeer laag (1-4%), wat overeenkomt met een lage CEC ($14-60 mmol kg^{-1}$). Het organische stofgehalte (en hiermee de CEC) van de bovenste 10cm van de bodem is duidelijk hoger dan het organische stofgehalte van de bodemlagen hieronder (Figuur 3.1). De verzadiging van de CEC met basische kationen (Ca, Mg, K, Na) is hoog (85-100%). Bovenstaande resultaten geven aan dat de bodems een laag vermogen hebben om kationen te binden. Hoewel de basenverzadiging hoog is, zijn de bodems (door de lage CEC) gevoelig voor verzuring. Dit is sterker het geval voor bodemlagen dieper dan 10cm -mv, waar de CEC lager ligt dan de bovenste 10cm van de bodem door een lager organisch stofgehalte (OS varieert van 2.5-4.2% in de 0-10cm bodemlaag (gemiddelde van 3.5%), van 1.2-2.1% in de 10-30cm bodemlaag (gemiddelde van 1.6%) en van 0.5-2.4% in de 30-50cm bodemlaag (gemiddelde van 1%)).



Figuur 3.1 Organische stofgehalte uitgezet tegenover het klei-humus-complex (CEC) van de bodem. De kleur van de punten geeft de bemonsterde diepte aan. De tekst bij een datapunt staat voor de monsternamelocatie. De zwarte stippelijijn correspondeert met een lineaire regressielijn.

3.2 Fosfaattoestand

De resultaten van de fosfaattoestand van de bodem zijn gepresenteerd in Tabel 3-4 voor het noordoostelijk gelegen perceel en in Tabel 3-5 voor het zuidwestelijk gelegen perceel. Naast het beschikbaar fosfaat dat reversibel gebonden is aan bodemdeeltjes (P_{AL}) en de mate waarin de fosfaat bindingscapaciteit (PSC) is bezet met fosfaat (fosfaatverzadigingsgraad, FVG) zijn ook de gehalten direct beschikbaar fosfaat (P_{CaCl_2}) en de totaal beschikbare fosfaatreserves (P_{Ox}) in de tabel opgenomen.

Op het noordoostelijk gelegen perceel is de fosfaattoestand in de bovenste 30cm van de bodem extreem hoog (zelfs ook voor landbouwkundige begrippen), met name in het noordelijk deel van het perceel (locaties BP1 t/m BP4). In het zuidelijke deel van dit perceel (BP5 en BP6) is de fosfaattoestand van de bovenste 30cm ook hoog maar, maar veel lager dan in het noordelijke deel van het perceel.

In het noordelijk deel van het perceel varieert P_{AL} in de bovenste 30cm van de bodem tussen 84-151 mg P_2O_5 100g⁻¹ en de FVG tussen 62-91% (Tabel 3-4). Door de hoge FVG is de directe P beschikbaarheid (P_{CaCl_2} , P concentratie in bodemoplossing) ook zeer hoog (P_{CaCl_2} in de bovenste 30cm varieert van 6.1-10.7 mg P_{CaCl_2}). In het zuidelijk deel van het perceel (locaties BP5 en BP6) varieert P_{AL} in de bovenste 30cm van de bodem tussen 33-38 mg P_2O_5 100g⁻¹, de FVG tussen 40-48% en P_{CaCl_2} tussen 1.8-2.6 mg kg⁻¹. Hiermee zouden ze in de hoogste fosfaatklassen voor productiegroenland vallen bij (i) $P_{AL} > 30$ en $P_{CaCl_2} > 3.4$, of (ii) $P_{AL} > 45$ en $P_{CaCl_2} 2.5-3.4$, of (iii) $P_{AL} > 55$ en P_{CaCl_2} van 1.5-2.4.

Onder de sterk met P verrijkte top laag (in de bodemlaag op een diepte van 30-50cm -mv) is de fosfaattoestand in het noordelijk deel van het perceel (locaties BP1 t/m BP4) nog steeds hoog (BP2 en BP4) tot zeer hoog (BP1 en BP3) in relatie tot natuurontwikkeling (én landbouw). De verhoogde fosfaattoestand in de bodemlaag 30-50cm-mv is op locatie BP2 niet optimaal, en op locatie BP4 suboptimaal voor de ontwikkeling van een matig voedselrijke vegetatie zoals kruiden -en faunarijk grasland, waarvoor een P-AL en FVG < 18 optimaal is. De ontwikkeling van kruiden- en faunarijk grasland lijkt echter wel haalbaar na afgraven van de bovenste 30 cm. Voor droog schraalland met streefwaardes van PAL < 10 en FVG < 12 zijn de mogelijkheden nog kleiner en ook na afgraven van de bovenste 30 cm niet kansrijk. In het zuidelijk deel (locaties BP5 en BP6) is de fosfaattoestand onder de top laag (in de bodemlaag op een diepte van 30-50cm -mv) matig tot hoog. Op locatie BP5 is de fosfaattoestand in de ondergrond optimaal voor de ontwikkeling van een matig voedselrijke vegetatie zoals vochtig hooiland (N10.02; P-AL 10 op de bovengrens voor het gewenste traject <10). Op locatie BP6 is de fosfaattoestand iets hoger (P-AL 12) en daarmee suboptimaal voor de ontwikkeling van een matig voedselrijke vegetatie.

Op basis van de extreem hoge fosfaattoestand wordt de ontwikkeling van droog schraalland (N11.01) en vochtig hooiland (N10.02) op dit perceel niet als kansrijk gezien. Dit is met name het geval voor de ontwikkeling van droog schraalland (N11.01) op het hoger gelegen deel waar de fosfaattoestand het hoogst is, zelfs na afgraven van de bovenste 30 cm. Op het lager gelegen deel lijken er met name bij BP5 en BP6 wel mogelijkheden te zijn voor vochtig hooiland (N10.02) na afgraven van de bovenste 30 cm.

Tabel 3-4 Fosfaatklasse van de bodemlagen van het noordoostelijk gelegen perceel gekarakteriseerd met de maximale adsorptiecapaciteit (PSC), de totaal beschikbare P reserves (P_{OX}), de FosfaatVerzadigingsGraad (FVG), reversibel gebonden, snel beschikbaar P (P_{AL}) en direct beschikbaar P (P_{CaCl2}). De kleur refereert naar de fosfaatklasse ingedeeld op basis van P_{AL} en de FVG (Tabel 2-1). Lichtgroen: optimaal voor de ontwikkeling van voedselarme vegetatie (klasse A). Groen: optimaal voor de ontwikkeling van matig voedselrijke vegetatie (klasse B). Geel = suboptimaal voor de ontwikkeling van matig voedselrijke vegetatie (klasse C). Lichtbruin = optimaal voor de ontwikkeling van voedselrijke vegetatie (klasse D). Donkeroranje = Fosfaattoestand te hoog voor natuurontwikkeling (klasse E).

Locatie	Diepte	PSC (mmol kg ⁻¹)	P _{OX} (mmol kg ⁻¹)	FVG (%)	P _{AL} (mg P ₂ O ₅ 100g ⁻¹)	P _{CaCl2} (mg kg ⁻¹)	Streefwaarde FVG	Streefwaarde P _{AL}	Fosfaatklasse
Noordoostelijk perceel, hoger gelegen deel waar de ontwikkeling van droog schraalland (N11.01) wordt beoogd									
BP2	0-10	46	29	62	84	8.7	12	10	E
BP2	10-30	49	30	62	98	8.2	12	10	E
BP2	30-50	50	11	21	35	1.3	12	10	D
BP3	0-10	41	27	67	96	9.4	12	10	E
BP3	10-30	43	30	71	108	10.7	12	10	E
BP3	30-50	38	14	37	55	6.1	12	10	E
BP4	0-10	58	36	62	120	8.2	12	10	E
BP4	10-30	64	42	65	151	7.2	12	10	E
BP4	30-50	66	9	13	29	0.5	12	10	C

Locatie	Diepte	PSC (mmol kg ⁻¹)	P _{OX} (mmol kg ⁻¹)	FVG (%)	P _{AL} (mg P ₂ O ₅ 100g ⁻¹)	P _{CaCl2} (mg kg ⁻¹)	Streef- waarde FVG	Streef- waarde P _{AL}	Fosfaat- klasse
Noordoostelijk perceel, lager gelegen deel waar de ontwikkeling van vochtig hooiland (N10.02) wordt beoogd									
BP1	0-10	34	26	76	100	8	12	10	E
BP1	10-30	28	26	91	123	7.7	12	10	E
BP1	30-50	23	14	62	69	4.6	12	10	E
BP5	0-10	30	14	44	35	2.6	12	10	E
BP5	10-30	29	14	48	38	2.3	12	10	E
BP5	30-50	15	3	23	10	0.4	12	10	B
BP6	0-10	37	15	40	33	2.6	12	10	E
BP6	10-30	35	14	41	33	1.8	12	10	E
BP6	30-50	35	7	19	12	0.4	12	10	C

Op het zuidwestelijk gelegen perceel (locaties BP7 t/m BP9) is de fosfaattoestand in de bovenste 30cm van de bodem aanzienlijk lager en suboptimaal voor de ontwikkeling van een matig voedselrijke vegetatie in het gedeelte rond BP7 en BP9 en niet optimaal voor de ontwikkeling van een matig voedselrijke vegetatie rond BP8. In de bodemlaag op 30-50 cm-mv is de fosfaattoestand laag en optimaal voor de ontwikkeling van een voedselarme vegetatie bij locaties BP8 en BP9 en optimaal voor de ontwikkeling van een matig voedselrijke vegetatie bij locatie BP7. Voor de beoogde ontwikkeling van vochtig hooiland (N10.02 met streefwaarde P_{AL} < 10 en FVG < 12) wordt geadviseerd om de fosfaatbeschikbaarheid te verlagen door uit te mijnen of door de fosfaatrijke toplaag (bovenste 30cm) af te graven (zie Hoofdstuk 3.4).

Tabel 3-5 Fosfaatklasse van de bodemlagen van het zuidwestelijk gelegen perceel gekarakteriseerd met de maximale adsorptiecapaciteit (PSC), de totaal beschikbare P reserves (P_{OX}), de FosfaatVerzadigingsGraad (FVG), reversibel gebonden, snel beschikbaar P (P_{AL}) en direct beschikbaar P (P_{CaCl2}). De kleur refereert naar de fosfaatklasse ingedeeld op basis van P_{AL} en de FVG (Tabel 2-1). Lichtgroen: optimaal voor de ontwikkeling van voedselarme vegetatie (klasse A). Groen: optimaal voor de ontwikkeling van matig voedselrijke vegetatie (klasse B). Geel = suboptimaal voor de ontwikkeling van matig voedselrijke vegetatie (klasse C). Lichtbruin = optimaal voor de ontwikkeling van voedselrijke vegetatie (klasse D). Donkeroranje = Fosfaattoestand te hoog voor natuurontwikkeling (klasse E).

Locatie	Diepte	PSC (mmol kg ⁻¹)	P _{OX} (mmol kg ⁻¹)	FVG (%)	P _{AL} (mg P ₂ O ₅ 100g ⁻¹)	P _{CaCl2} (mg kg ⁻¹)	Streef- waarde FVG	Streef- waarde P _{AL}	Fosfaat- klasse
Zuidwestelijk perceel, waar de ontwikkeling van vochtig hooiland (N10.02) wordt beoogd									
BP7	0-10	37	9	23	10	0.3	12	10	C
BP7	10-30	39	11	27	16	0.4	12	10	C
BP7	30-50	25	4	17	7	<0.3	12	10	B
BP8	0-10	37	14	37	28	1.4	12	10	D
BP8	10-30	39	12	30	19	0.5	12	10	D
BP8	30-50	18	2	9	<3	<0.3	12	10	A

BP9	0-10	25	7	29	12	0.5	12	10	C
BP9	10-30	28	10	35	22	0.5	12	10	D
BP9	30-50	18	2	9	<3	<0.3	12	10	A

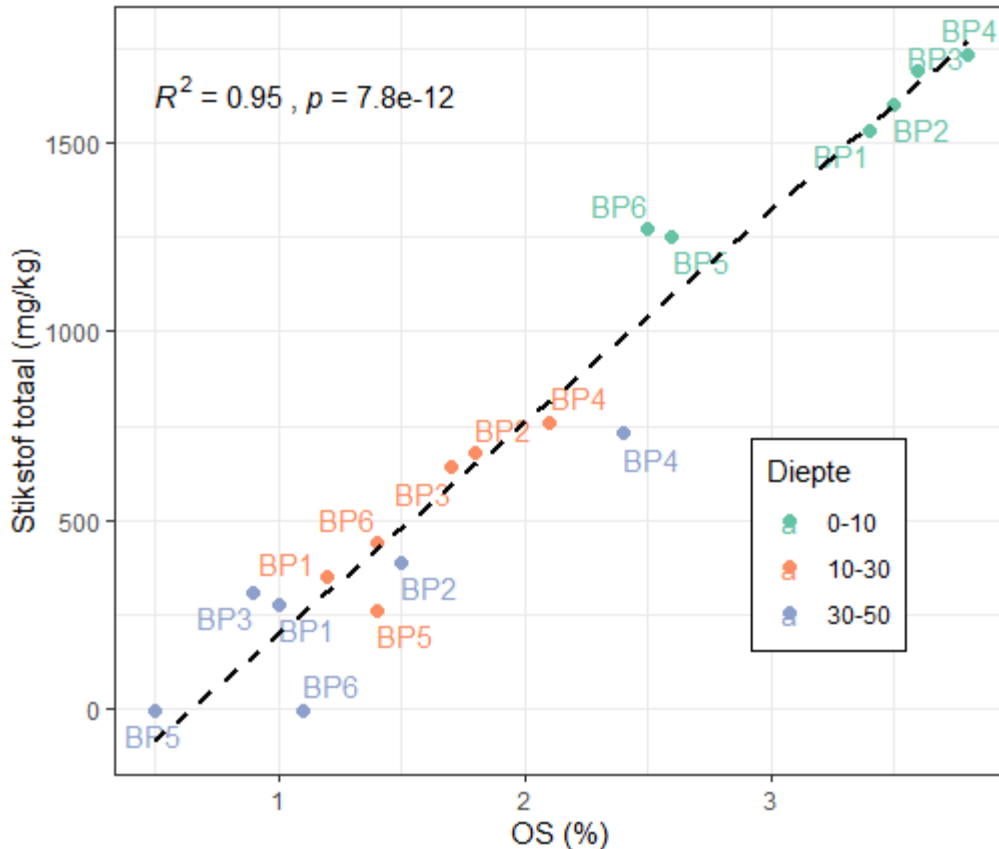
3.3 Sturen op stikstoflimitatie op het noordoostelijk gelegen perceel

Voor natuurontwikkeling is de stelregel dat er beter gestuurd kan worden op fosfaatlimitatie dan op stikstof- en kaliumlimitatie (VBNE, 2023). Wanneer fosfaatlimitatie wordt bereikt, wordt dit ook gehandhaafd omdat er geen fosfaat meer het systeem inkomt. Bij stikstof (N) en kalium (K) is dit wel het geval, bijvoorbeeld door stikstofdepositie, mineralisatie van organische stof, N-fixatie (door bijvoorbeeld klavers) en het vrijkomen van K door verwerking van silicaten (Smolders et al., 2006).

Op het noordoostelijk perceel is de fosfaattoestand dusdanig hoog dat ingrijpende maatregelen nodig zijn om de fosfaattoestand te verlagen tot het benodigde niveau om de beoogde natuur (droog schraalland en vochtig hooiland) te kunnen ontwikkelen. Afgraven van een bodemlaag met een dikte van minimaal 50 cm lijkt hier de enige optie om binnen afzienbare tijd voldoende P kwijt te raken. Een alternatieve maatregel is om de natuurdoelstelling aan te passen naar de ontwikkeling van structuurrijk bos, dat minder hoge eisen stelt aan de fosfaattoestand.

In sommige gevallen komt het echter voor dat de gewenste natuur zich (door stikstoflimitatie) ontwikkelt bij een hoge fosfaatbeschikbaarheid. Voorbeelden zijn bijvoorbeeld kruidenrijke akkers bij Bergherbos Beekweg (P_{AL} 90 mg P_2O_5 100g⁻¹) en Laarsenberg (P_{AL} 110 mg P_2O_5 100g⁻¹). Kenmerkend voor deze locaties zijn lage organische stofgehalten (1.6-1.7%) en lage gehalten aan totaal mineraal stikstof (11-22 kg N ha⁻¹ in de 0-20cm bodemlaag) (Eichorn & Ketelaar, Ecologie en beheer van kruidenrijke akkers op de zandgronden, 2011). In een onderzoek naar kruidenrijke graslanden kwam de ontwikkeling van gewenste natuur door N-limitatie niet naar voren (Eichorn & Ketelaar, 2016).

Op het noordoostelijk gelegen perceel is het organische stofgehalte in de 10-30cm-mv bodemlaag erg laag (1.2-2.6%) en is het totaal stikstofgehalte ook laag (260-760 mg kg⁻¹) (Tabel S2-1 en Figuur 3.2). In de bodemlaag hieronder (30-50cm -mv) is het organische stofgehalte en totaal stikstofgehalte nog lager (Figuur 3.2). Het is dus mogelijk om na het afgraven van bodemlaag met een dikte van 10 tot 30cm een situatie te creëren waar het stikstofleverend vermogen van de bodem erg laag is, wat mogelijk leidt tot stikstoflimitatie en de mogelijkheid om via dat mechanisme een voedselarme vegetatie te ontwikkelen. Wel wordt de bodem door afgraven gevoeliger voor verzuring omdat een laag organisch stofgehalte ook gepaard gaat met een lage CEC en daardoor minder buffering (Figuur 3.1). Hiernaast heeft afgraven meer potentie in het hoger gelegen deel van het perceel dan in het lager gelegen deel van het perceel; in het lager gelegen deel van het perceel is de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) op basis van de profielbeschrijvingen in eerste instantie op maaiveld geschat en zal het afgraven van de bodem leiden tot zeer natte condities (GHG boven maaiveld). Zoals in hoofdstuk 3.1 is aangegeven, blijkt uit een bodemkundig en hydrologische vooronderzoek dat de actuele GHG en GLG lager liggen dan de historische GHG en GLG, o.a. door aanpassing van watergangen en de aanleg van de Didamse Waterleiding (Kieskamp & Smeenge, 2020). De verwachting is dan ook dat de condities minder nat zullen zijn dan op basis van de boorbeschrijving is ingeschat.



Figuur 3.2 Relatie tussen het organische stofgehalte en het totaal stikstofgehalte in de bodem voor de locaties op het noordoostelijk gelegen perceel. De kleur van de punten geeft de bemonsterde diepte aan. De tekst bij een datapunt staat voor de monsternamelocatie. De zwarte stippellijn correspondeert met een lineaire regressielijn.

Als eerder genoemd wordt er vaak gestuurd op fosfaatlimitatie omdat stikstof vanuit externe bronnen kan worden aangevoerd. Hoewel er gestuurd kan worden op een lage stikstoflevering van de bodem door af te graven naar een bodemlaag met een laag organisch stofgehalte, is er ook aanvoer van stikstof via depositie. Volgens de Aeries-monitor (<https://monitor.aeries.nl>) varieert de gemiddelde jaarlijkse stikstofdepositie (voor 2020) in de N2000 gebieden in Gelderland van 18-27 kg N/ha¹. Voor de huidige onderzoekslocatie is geen stikstofdepositie waarde gerapporteerd. Generieke Kritische Depositiewaarden (KDWs) zijn 12 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ voor droog, kalkarm, heischraal grasland en 20-22 voor vochtig hooiland (KDWs van 'Dotterbloemgrasland' en 'Nat, matig voedselrijk grasland') (Dobben et al., 2012). Dit maakt het aannemelijk dat stikstofaanvoer via depositie hoger is dan de KDW, waardoor de kans op een succesvolle ontwikkeling van voedselarme natuur via stikstoflimitatie klein is, met name als de ontwikkeling van droog schraalland wordt beoogd.

3.4 Grondwater

De kwaliteit van het freatisch grondwater is opgenomen in Tabel 3-6. Het grondwater is zacht tot middelhard (totale hardheid van 6.2-9°D). Verder is het grondwater neutraal tot zwak basisch (pH van 6.0-7.2). In deze pH-range wordt de zuurgraad gebufferd door bicarbonaat. De buffering is hoger op het noordoostelijk perceel (HCO₃ van 177-183 mg l⁻¹) dan op het zuidwestelijk gelegen perceel (HCO₃ = 43

¹ 27.1 kg N ha⁻¹ (Bekendelle) > 25.8 kg N ha⁻¹ (Willinks Weust) > 23.6 kg N ha⁻¹ (Veluwe) > 23.0 kg N ha⁻¹ (Lingegebied & Diefdijk-Zuid) > 22.1 kg ha⁻¹ (Stelkampsveld) > 20.8 kg N ha⁻¹ (Korenburgerveen) > 20.5 kg N ha⁻¹ (Landgoederen Brummen) > 19.9 kg N ha⁻¹ (Wooldse Veen) > 18.4 kg N ha⁻¹ (De Bruuk) > 17.8 kg N ha⁻¹ (Rijntakken)

mg l⁻¹). Hierdoor zal een hoge N-depositie in de bodem in de huidige situatie niet direct leiden tot een lagere pH, wat gunstig is voor de beoogde natuurdoelen. De verwachting is dat de bufferende werking in de bodem sterk afneemt na het eventueel afgraven van de bovengrond. Verder is het grondwater rijk aan nitraat, met name op het zuidwestelijk gelegen perceel. Op het zuidwestelijk gelegen perceel is een nitraatgehalte van 87 mg l⁻¹ gemeten, en op het noordoostelijk gelegen perceel zijn nitraatconcentraties gemeten van 25-31 mg l⁻¹. Dit is een indicatie dat er in de huidige situatie sprake is van een overmaat aan N, waardoor er veel moet veranderen (b.v. door af te graven) voordat kan worden gestuurd op N-limitatie.

Tabel 3-6 Kwaliteit van het freatisch grondwater

Parameter	BP1 (noordoost)	BP6 (noordoost)	BP8 (zuidwest)
Cl (mg l ⁻¹)	14.0	7.1	11.0
pH	6.5	7.2	6.0
Totale hardheid (°D)	7.8	9.0	6.2
EC (mS cm ⁻¹)	0.4	0.4	0.3
HCO ₃ (mg l ⁻¹)	177	183	43
Ca (mg l ⁻¹)	40	56	36
Mg (mg l ⁻¹)	9.7	4.9	4.9
K (mg l ⁻¹)	23.0	7.8	7.8
Na (mg l ⁻¹)	4.6	4.6	6.9
NH ₄ (mg l ⁻¹)	<1.9	<1.9	<1.9
NO ₃ (mg l ⁻¹)	31	25	87
P (mg l ⁻¹)	<1.3	<1.3	<1.3
Fe (µg l ⁻¹)	134	<12	39
S (mg l ⁻¹)	6.4	3.2	3.2

3.5 Inrichtingsmaatregelen

Noordoostelijk gelegen perceel

Op het noordoostelijk gelegen perceel is de fosfaattoestand dusdanig hoog dat ingrijpende maatregelen nodig zijn voor de ontwikkeling van het beoogde vochtig hooiland (N10.02) en droog schraalland (N11.01) via fosfaatlimitatie. Op de locaties BP2, BP3 en BP4 levert afgraven van een bodemlaag met een dikte van 30 cm niet voldoende op om de streefwaarde voor droog schraalland te halen en is het onduidelijk of dat wel het geval is na afgegraven van 50 cm. Verlagen van de fosfaattoestand via uitmijnen zou zonder afgraven tientallen jaren vergen (23-30 jaar in het zuidelijk deel en 56-80 jaar op het overig deel van het perceel, zie Bijlage III) en is daarmee ook geen realistische optie. Hetzelfde geldt voor BP1, waar vochtig hooiland wordt beoogd. Op de zuidelijk gelegen locaties BP5 en BP6 leidt afgraven van de bovenste 30 cm tot een gunstiger beeld, aangezien de P_{AL} in de bodemlaag op een diepte van 30-50 cm gelijk is aan 10-12, wat grenst aan het optimale traject voor vochtig hooiland (PAL < 10). Aanvullend hierop zou uitmijnen naar schatting binnen 1-8 jaar een FVG van 12-18% kunnen worden gerealiseerd (Bijlage III). Het lijkt dan ook alleen voor de locaties BP5 en BP6 haalbaar om in te zetten op de ontwikkeling van vochtig hooiland na afgraven van de bovenste 30 cm, idealiter in combinatie met een aantal jaren verschraal of uitmijnbeheer. Voor de andere locaties worden twee alternatieve maatregelen voorgesteld:

1. Het aanpassen van de natuurdoelstelling. Er kan worden overwogen in te zetten op de ontwikkeling van kruiden- en faunarijck grasland of structuurrijck bos. Voor de potentiële ontwikkeling van kruiden- en faunarijck grasland dienen P_{AL} en FVG bij voorkeur in traject van 18-26 te vallen, maar zijn er ook mogelijkheden bij hogere P-toestanden. Zodoende is de ontwikkeling van kruiden- en faunarijck grasland na afgraven van de bovenste 30 cm reëel. Ook kan worden overwogen in te zetten op structuurrijck bos, waarbij geen eisen worden gesteld aan de P-toestand.
2. Sturen op stikstoflimitatie (Hoofdstuk 3.3). Voor deze maatregel dient de bovengrond die rijk is aan organische stof en stikstof (bovenste 10 tot 30cm) te worden afgegraven zodat een zeer laag organisch stofgehalte en stikstofleverend vermogen van de bodem aan de oppervlakte komt. Mogelijk treedt hierdoor stikstoflimitatie op en wordt de ontwikkeling van voedselarme vegetatie mogelijk. Risico's zijn dat er dan nog steeds te veel stikstof wordt aangevoerd vanuit externe bronnen (zoals stikstofdepositie of kwel) en dat de bodem gevoeliger wordt voor verzuring. Ook kan een plotselinge aanvoer van stikstof, bijvoorbeeld door N-fixatie vanuit klavers, er voor zorgen dat het systeem weer snel eutroof wordt. Verder was de inschatting op basis van de boorprofielen dat afgraven in de lager gelegen delen tot een periodiek zeer nat systeem (GHG wordt op maaiveld geschat) zou leiden. Op basis van nieuwere inzichten (zie hiervoor) lijkt dat mee te vallen.

Zuidwestelijk gelegen perceel

Op het zuidwestelijk perceel is de fosfaattoestand lager dan op het noordoostelijk perceel. Twee maatregelen worden voorgesteld om de beoogde natuur (vochtig hooiland) te ontwikkelen:

1. Het afgraven van de fosfaatrijke toplaag. Door de bovenste 30cm af te graven wordt een fosfaattoestand bereikt die optimaal is voor de ontwikkeling van een voedselarme vegetatie rond locaties BP8 en BP9 of die optimaal is voor de ontwikkeling van een matig voedselrijke vegetatie bij locatie BP7 (Tabel 3-5). Dit is geschikt voor de potentiële ontwikkeling van vochtig hooiland. Wel dient er rekening mee te worden gehouden dat het afgraven van de bovenste 30cm van de bodem gepaard gaat met een vernatting, maar die lijkt op basis van de laatste inzichten niet te nat te zijn.
2. Verschralen/Uitmijnen van de fosfaatrijke toplaag.

Om een schatting te geven van de benodigde tijdsduur van verschralen/uitmijnen bij optie 2 is gebruik gemaakt van Vergelijking 1 (zie sectie 4.4 in van Doorn et al. (2023) voor details). De volgende aannamen zijn gedaan:

Het doel voor de fosfaatverzadigingsgraad is 12-18% in de bovenste 10cm van de bodem (optimaal voor de ontwikkeling van matig voedselrijke vegetatie,

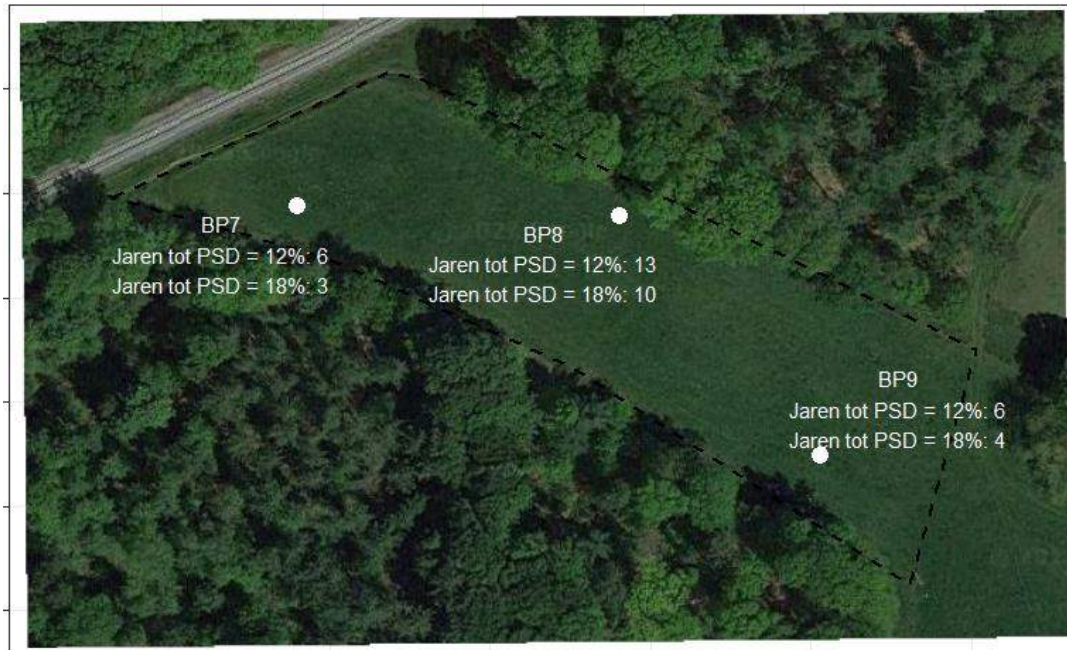
- Tabel 2-1).
- Gras onttrekt P uit de 0-10cm bodemlaag
- De bulkdichtheid is $1 / (0.02525 * OS + 0.6541) * 1000$
- De P balans bij uitmijnen is -30 kg P ha^{-1} (varieerde tussen -28 tot -40 kg P ha^{-1} in een 5-jarige uitmijnproef op grasland, van der Salm et al., 2009)
- Verschralen duurt circa 2x langer dan uitmijnen (van Rotterdam et al., 2021)

$$Jaren = \frac{(FVG_{doel} - FVG_{huidig}) * PSC * \rho * d * 31 * 10^{-4}}{P_{balans}} \quad (1)$$

Waar FVG_{doel} = doel voor de fosfaatverzadigingsgraad (%), FVG_{huidig} = huidige fosfaatverzadigingsgraad (%), PSC = maximale adsorptiecapaciteit (mmol kg^{-1}), ρ = bulkdichtheid (kg m^{-3}), d de dikte van de bodemlaag (m), 31 de molmassa van fosfor (mg mmol^{-1}) en P_{balans} de gemiddeld P balans (kg P ha^{-1})

jaar¹), die bestaat uit de optelsom van P inputs (P-aanvoer via bemesting) en outputs (P wat wordt opgenomen door het gras).

De geschatte tijdsduur die nodig is om met uitmijnen de fosfaatverzadigingsgraad te verlagen tot 12-18% is circa 3-6 jaar voor locaties BP7 en BP9 en circa 10-13 jaar voor locatie BP8 (Figuur 3.3). De benodigde tijdsduur om met verschralen hetzelfde resultaat te bereiken is naar verwachting circa 6-12 jaar voor locaties BP7 en BP8 en circa 20-26 jaar voor locatie BP8, wat het dubbele is van de benodigde tijdsduur bij uitmijnen. Bij een fosfaatverzadigingsgraad <12% is de fosfaatbeschikbaarheid geschikt voor de potentiële ontwikkeling van matig voedselrijke vegetatie, zoals vochtig hooiland.



Figuur 3.3 Berekende tijdsduur van uitmijnen voor het verlagen van de fosfaatbeschikbaarheid tot een fosfaatverzadigingsgraad van 12-18%.

In de bovenstaande berekening is de verticale verplaatsing van fosfaat door het bodemprofiel niet meegenomen. In de lager gelegen delen van het perceel is er echter een grote fluctuatie in grondwaterstand waarbij de GHG tot vlak onder maaiveld wordt geschat. Dit kan leiden tot aanvoer van fosfaat vanuit diepere bodemlagen en versmearing van fosfaat over het bodemprofiel. In een 10-jarige uitmijnproef leidde dit tot een afname in de effectiviteit van uitmijnen, waarbij niet kon worden aangetoond dat uitmijnen sneller de fosfaatbeschikbaarheid deed dalen dan verschralen (van Rotterdam et al., 2021). In dit onderzoek zijn totale P reserves in diepere bodemlagen (30-50 cm) laag, waardoor niet verwacht wordt dat er veel P vanuit diepere bodemlagen wordt aangevoerd. Het is echter wel mogelijk dat door P mobilisatie vanuit diepere bodemlagen (versmearing van P door het bodemprofiel door een fluctuerende grondwaterstand) het aantal uitmijnjaren door de periodiek natte condities hoger ligt dan berekend.

Uitmijnadvies

Hiervoor is een inschatting gemaakt van de benodigde uitmijnperiode om de FVG te verlagen tot het gewenste niveau (FVG 12-18) voor de beoogde natuur (vochtig hooiland). Daarbij is ervan uitgegaan dat het uitmijnen wordt uitgevoerd met de bestaande grasmatten en dat daarmee een onttrekking van 30 kg P/ha/jaar wordt gerealiseerd (op basis van Van der Salm et al, 2009). Voor het uitvoeren van het uitmijnen is een advies van belang, waarbij hierna wordt ingegaan op een aantal aspecten die daarbij van belang zijn.

- Gewaskeuze: door Sival & Chardon (2004) is ingegaan op de fosfaatonttrekking van gewassen voor uitmijnen. Grasland en grasklaver hebben in het algemeen de hoogste fosfaatonttrekking, waarbij wel moet worden opgemerkt dat de beworteling relatief ondiep is. De meeste P zal worden onttrokken uit de 0-20 cm bodemlaag. Voor het goed aanslaan van de klaver is het gewenst om de grasklaver opnieuw in te zaaien. Als er op een perceel sprake is van grasland, betekent dat dat de grasmatt eerst ingewerkt (gescheurd) moet worden. Dat zorgt voor een behoorlijke verstoring van de toplaag van de bodem, die soms ongewenst is. Timmermans & Van Eekeren (2016) beschreven een uitmijn-experiment met grasklaver in Brabant (Hengstven) dat gelopen heeft van 2003 en 2009. Postma et al. (2019) beschreven een praktijkexperiment in het Drents-Friese Wold, waarin is uitgemijnd in samenwerking met pachters, waarbij een deel van de percelen is uitgemijnd met grasklaver (ingezaaid in bouwland), een deel met productiegasland en een deel met natuurlijk grasland. Als fosfaat op grotere diepte aanwezig is in de bodem is luzerne een interessant alternatief, aangezien het een hoge fosfaatonttrekking combineert met een grotere bewortelingsdiepte.
- Voor een maximale P-onttrekking dient het aanbod van overige nutriënten, vooral N en K, voldoende te zijn voor een goede gewasgroei. Ook de pH is van belang. Daartoe kan gebruik worden gemaakt van de (landbouwkundige) bemestingsadviezen, waarbij voor grasklaver een streef-pH van 5,5 wordt aangehouden en voor grasland van 5,0. Voor grasklaver is geen of slechts een beperkt N-gift nodig, omdat N uit de lucht wordt gebonden door Rhizobium-bacteriën die in symbiose leven met een vlinderbloemig gewas als klaver. Een K-gift is wel nodig, waarbij de hoogte afhangt van het K-gehalte in de bodem en het aantal snedes. Ook in het geval van (bestaand) grasland is zowel een N- als een K-gift nodig, die o.a. afhangt van het aantal snedes. Hieronder is een voorbeeld gegeven van de N- en K-bemesting van bestaand grasland, uitgaande van 2-3 snedes.
- Voor een uitmijnproef in Drenthe (Van Rotterdam et al., 2021) is daarbij het volgende schema aangehouden, waarbij op de drogere delen van de percelen 3 snedes werden geoogst en op de nattere delen slechts 2. De bemesting werd daarop aangepast.

Tabel 3.7. Hoogte van de N- en K-gift per snede in de uitmijn-objecten in 2010 (Postma et al., 2015).

Snedes	N-bemesting		K-bemesting	
	N-gift, kg N/ha	meststof	K-gift, kg K ₂ O/ha	meststof
1	120	Kalkammonsalpeter	180	Kornkali
2	100	Kalkammonsalpeter	100	KCI-60
3	80	Kalkammonsalpeter	100	KCI-60

In het geval van grasklaver, kan de N-gift worden beperkt tot de eerste snede en dan volstaat 50 kg N/ha. De K-gift dient wel op peil te worden gehouden.

Behalve een meststofgift met N en K kan een bekalking worden overwogen in het geval van uitmijning. Een (te) lage pH kan de grasgroei namelijk beperken. De optimale pH voor minerale gronden volgens de adviesbasis bemesting is weergegeven in Tabel 3.8.

Tabel 3.8. Landbouwkundige waardering van de pH-KCl op grasland op minerale gronden (en bijbehorende bekalkingsadviezen).

Waardering	pH-KCl	Advies
Te laag	< 4,4	bekalken tot 5,0
Vrij laag	4,4-4,7	bekalken tot 5,0
Goed	4,8-5,5	niet bekalken
Vrij hoog	5,6-6,1	niet bekalken
Hoog	> 6,1	niet bekalken

De pH-KCl is in het algemeen iets (enkele tienden) lager dan de pH-CaCl₂. Dit betekent dat op locaties van BP7, BP8 en BP9 net wel of net geen bekalking nodig is om de pH op het gewenste niveau te brengen, aangezien de pH-CaCl₂ in de top laag daar varieerde tussen 4,8 en 5,0.

- De P-onttrekking hangt af van een aantal factoren, waaronder de productiviteit van het grasland / de grasklaver, de intensiteit van het beheer en de fosfaattoestand van de bodem. Timmermans & Van Eekeren (2016) lieten zien dat de P-onttrekking van grasklaver op een zandgrond in Brabant met een hoge P-uitgangstoestand in de periode van 2003 tot 2009 gelijk was aan 20-45 kg P/ha/jr. Daarbij werd gewerkt met 5 sneden. Van Rotterdam et al. (2021) hebben een uitmijnproef beschreven met een bestaande grasmat in een Drents beekdal, waarbij de P-onttrekking op vijf van de zes locaties met een relatief lage P-toestand (P_{AL} 3-23 mg P₂O₅/100 g) in de periode 2010-2014 gelijk was aan 26-35 kg P/ha/jr. In een meerjarige praktijkproef met pachters in het Drents-Friese Wold liep de P-onttrekking bij een uitmijnbeheer in de periode 2015-2018 uiteen van 13-22 kg P/ha/jaar op regulier grasland en van 13-30 kg P/ha/jaar op percelen met grasklaver. Op extensief beheerd natuurlijk grasland zonder bemesting bedroeg de P-onttrekking 5-10 kg P/ha/jr (Postma et al., 2019).

4 Conclusies

Het biochemisch onderzoek heeft tot de volgende inzichten geleid:

- De bodems zijn geclassificeerd als hydrovaaggronden (vlakvaaggronden) met uitzondering van de bodem op het hoger gelegen deel van het noordoostelijk gelegen perceel die geclassificeerd is als een xerovaaggrond (vorstvaaggrond). De algemene bodemopbouw is een bovengrond van fijn zand op een ondergrond van matig fijn tot zeer grof zand.
- De zuurgraad van de bodem is licht zuur (4.8-5.7 in de bovenste 10cm van de bodem). Op het hoger gelegen deel van het noordoostelijk gelegen perceel ligt de pH boven de streefwaarde voor de ontwikkeling van droog schraalland gemeten. Op de overige locaties ligt de zuurgraad binnen de streefwaarde voor de ontwikkeling van vochtig hooiland gemeten. Er zijn geen maatregelen nodig om de zuurgraad te verhogen.
- De bodems zijn door een laag organische stof -en kleigehalte (lage CEC, klei-humus-complex) gevoelig voor verzuring. Dit is met name het geval voor diepere bodemlagen waar het organisch stofgehalte lager is in dan de toplaag (OS = 2.5-4.2% in de 0-10 bodemlaag, OS = 0.5-2.4% in de bodemlagen hieronder).
- De fosfaattoestand is in het noordoostelijk gelegen perceel erg hoog, waarbij de P_{AL} in de bovenste 30cm van het noordelijke deel varieert tussen 84-151 mg P_2O_5 100g⁻¹, de FVG tussen 62-91% en de P_{CaCl_2} tussen 6.1-10.7 mg P kg⁻¹. In het zuidelijk deel van het perceel varieert P_{AL} in de bovenste 30 cm van de bodem tussen 33-38 mg P_2O_5 100g⁻¹, de FVG tussen 40-48% en P_{CaCl_2} tussen 1.8-2.6 mg kg⁻¹. Daarmee is de bovengrond niet geschikt voor de gewenste natuurontwikkeling (droog schraalland op hooggelegen kop en vochtig hooiland op het lager gelegen deel). Ook in de daaronder liggende bodemlagen is de fosfaattoestand nog hoog en daarmee veelal niet optimaal of suboptimaal voor matig voedselrijke natuur,, wat de kans op een succesvolle ontwikkeling verkleint. In het zuidwestelijk gelegen perceel was de fosfaattoestand in de bovenste 30 cm veel lager (P_{AL} 10-28 mg P_2O_5 100g⁻¹, FVG 23-37% en P_{CaCl_2} tussen 0.3-1.4 mg kg⁻¹) maar nog niet optimaal voor de beoogde natuur (vochtig hooiland). In bodemlagen >30 cm diepte is de fosfaattoestand wel laag genoeg.

Op basis van het biochemisch onderzoek worden de volgende adviezen gegeven, waarbij we onderscheid maken tussen het noordoostelijk en het zuidwestelijk gelegen perceel.

- Op het noordoostelijk gelegen perceel wordt droog schraalland beoogd op de hoger en centraal gelegen kop en vochtig hooiland op het lager gelegen deel daaromheen. De fosfaattoestand in de bovengrond is echter op het gehele perceel extreem hoog. Zeer ingrijpende maatregelen zijn nodig om natuur op basis van fosfaatlimitatie te ontwikkelen; een bodemlaag met een dikte van minimaal 50 cm dient afgegraven te worden. Het lijkt dan ook niet realistisch te sturen op fosfaatlimitatie. Alternatieve oplossingen zijn:
 - Het aanpassen van de natuurdoelstelling naar de ontwikkeling van kruiden- en faunarijk grasland (na afgraven van de bovenste 30 cm) of structuurrijk bos of
 - Afgraven van de bovenste 10cm tot 30cm van de bodem en vervolgens sturen op het ontwikkelen van schrale natuur op basis van stikstoflimitatie. Het lage organische stofgehalte en N-beschikbaarheid in de bodemlaag op een diepte van 30-50 cm lijkt dit

mogelijk te maken. Door het verwijderen van de toplaag zullen de bodems echter gevoelig worden voor verzuring, omdat de bodemlaag die dan aan het oppervlak komt een lagere CEC en zuurbuffering heeft. Ook bestaat het risico dat er een te hoge stikstofaanvoer is vanuit externe bronnen (bijvoorbeeld depositie), waardoor de beoogde schrale natuur zich niet ontwikkelt of dat schrale natuur zich wel ontwikkelt maar dat het systeem snel eutroof wordt door stikstofaanvoer vanuit externe of interne bronnen (bijvoorbeeld fixatie door klavers). Verder leidt afgraven tot nattere condities op de lager gelegen delen van het perceel, waarvan nader bekeken moet worden of het daarmee niet te nat wordt.

- Op het zuidwestelijk gelegen perceel wordt vochtig hooiland beoogd. De fosfaattoestand van de bodem is in de uitgangssituatie echter te hoog. Voorgestelde maatregelen zijn:
 - Het afgraven van de bovenste 30cm van de bodem. Dit gaat gepaard met periodiek zeer natte condities (GHG boven maaiveld).
 - De fosfaattoestand te verlagen door uit te mijnen. Het benodigde aantal uitmijnjaren wordt grof geschat op 3-13 jaar, afhankelijk van de locatie. Verschralen duurt naar verwachting 6-26 jaar, ofwel twee keer zo lang dan uitmijnen. Mogelijk ligt het benodigde aantal uitmijnjaren hoger door de P-aanvoer vanuit diepere bodemlagen.

Literatuurlijst

- Dobben, H. v., Bobbink, R., Bal, D., & Hinsberg, A. v. (2012). *Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura2000*. Wageningen: Alterra.
- Eichorn, K., & Ketelaar, R. (2011). *Ecologie en beheer van kruidenrijke akkers op de zandgronden*. Zeist: Eichorn Ecologie & Natuurmonumenten.
- Eichorn, K., & Ketelaar, R. (2016). *Ecologie en beheer van kruidenrijke graslanden op de zandgronden*. Zeist: Eichorn Ecologie & Natuurmonumenten.
- Rietra, R., Brus, D., Wamelink, G., Kemmers, R., & Voogd, J. (2012). *Inrichtingsontwerp van het bodemmeetnet voor de natuur in de provincie Gelderland*. Wageningen: Alterra.
- Smolders, A., Lucassen, E., Tomassen, H., Lamers, L., & Roelofs, J. (2006). De problematiek van fosfaat voor natuurbeheer. *Natuur, Bos en Landschap*, pp. 5-11.
- van der Salm, C., Chardon, W. J., Koopmans, G. F., van Middelkoop, J. C., & Ehlert, P. A. (2009, 03 01). Phytoextraction of Phosphorus-Enriched Grassland Soils. *Journal of Environmental Quality*. doi:10.2134/jeq2008.0068
- van Doorn, M., van Rotterdam, D., Ros, G., Koopmans, G. F., Smolders, E., & de Vries, W. (2023, 07 28). The phosphorus saturation degree as a universal agronomic and environmental soil P test. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, pp. 1-20. doi:10.1080/10643389.2023.2240211
- van Rotterdam, A., Bussink, D., Temminghoff, E., & van Riemsdijk, W. (2012, 08 05). Predicting the potential of soils to supply phosphorus by integrating soil chemical processes and standard soil tests. *Geoderma*, pp. 617-626. doi:10.1016/j.geoderma.2012.07.003
- van Rotterdam, D., Postma, R., & van Doorn, M. (2021). *Natuurontwikkeling Roeghoorn; Resultaten van 10 jaar uitmijnen en verschralen in het beekdal van het Oostervoortschediep*. Wageningen: NMI.
- VBNE. (2023). *Handreiking voor de omvorming van voormalige landbouwgronden naar schrale natuur*. Driebergen: Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren.

Bijlage I Boorbeschrijvingen

Tabel S1-1 Boorbeschrijving BP1 (vlakvaaggrond). Grondwaterstand: 97cm -mv

Diepte	Horizont	Opmerking
0-31	1Ah	Zwak lemig, matig fijn zand
31-40	2Ag	Overgang naar humusloos, leem arm, matig fijn zand
30-70	1Bg	Leem arm, matig fijn zand. Aanwezigheid van ijzeroer op 50-60cm
70-80	2Bg	Leem arm, matig grof zand
80-120	Cg	Leem arm. Matig grof zand. Vanaf 100cm bijna geen ijzer meer te zien

Tabel S1-2 Boorbeschrijving BP2 (vlakvaaggrond). Grondwaterstand: 150cm -mv

Diepte	Horizont	Opmerking
0-30	1Ah	Matig humus arm, zwak lemig, matig fijn zand
30-40	2A	Overgang naar humusloos, leem arm, matig fijn zand
40-50	1Bg	Leem arm, matig fijn zand
50-60	2Bg	Zeer sterk lemig, matig fijn zand. IJzeroer vorming, nog geen korrels
60-95	3Bg	Zwak lemig, matig grof zand
95-120	Cg	Leem arm, zeer grof zand. Op 100cm ijzeroer en verhoogde afzetting van silt.

Tabel S1-3 Boorbeschrijving BP3 (vorstvaaggrond). Grondwaterstand: 180cm -mv

Diepte	Horizont	Opmerking
0-32	Ah	Matig humus arm, zwak lemig, matig fijn zand
32-70	1B	Leem arm, matig tot zeer fijn zand
80-100	2Bg	Leem arm, matig fijn zand
100-120	3Bg	Zwak lemig, matig fijn zand

Tabel S1-4 Boorbeschrijving BP4 (vlakvaaggrond). Grondwaterstand: circa 120 cm -mv

Diepte	Horizont	Opmerking
0-30	Ah	Matig humus arm, zwak lemig, matig fijn zand
30-50	1Bg	Zeer humus arm, leem arm, matig fijn zand
50-100	2Bg	Leem arm, matig grof zand. IJzeroer op 40-60cm
100-120	3Bg	Sterk lemig, matig grof zand

Tabel S1-5 Boorbeschrijving BP5 (vlakvaaggrond). Grondwaterstand: 79cm -mv

Diepte	Horizont	Opmerking
0-10	1Ahg	Zeer humus arm, leem arm, matig fijn zand
10-30	2Ag	Overgang naar humusloos, leem arm, matig fijn zand.
30-110	Bg	Zwak lemig, matig grof zand. Op 30-40cm ijzerafzettingen.
110-120	C	Zeer grof, leem arm zand

Tabel S1-6 Boorbeschrijving BP6 (vlakvaaggrond). Grondwaterstand: 75cm -mv

Diepte	Horizont	Opmerking
0-25	1Ahg	Matig humus arm, leem arm, matig grof zand
25-50	2Ag	Overgang naar humusloos, leem arm, matig grof zand. Inspoeling van humus uit de bovengrond.
50-85	Bg	Leem arm, matig grof zand. Op 50-60cm
85-120	Cr	Leem arm, zeer grof zand

Tabel S1-7 Boorbeschrijving BP7 (vlakvaaggrond). Grondwaterstand: 80cm -mv

Diepte	Horizont	Opmerking
0-40	Ahg	Matig humus arm, zwak lemig, matig fijn zand. IJzeroer brokjes op 20cm
40-80	Bg	Leem arm, matig grof zand. Sporen van humus waar ijzer in wordt afgezet
80-110	1Cg	Sterk lemig, matig fijn zand
110-120	2C	Leem arm, matig grof zand

Tabel S1-8 Boorbeschrijving BP8 (vlakvaaggrond). Grondwaterstand: 110cm -mv

Diepte	Horizont	Opmerking
0-32	Ahg	Matig humus arm, zwak lemig, matig fijn zand. IJzer op 10cm.
32-75	1Bg	Leem arm, matig tot zeer fijn zand. Bijmenging met gesorteerd leem.
75-80	2Bg	Zeer sterk, lemig zand
80-110	3Bg	Leem arm, matig grof zand
110-135	1Cg	Siltig leem
135-150	2Cr	Leem arm, zeer grof tot uiterst grof zand

Tabel S1-9 Boorbeschrijving BP9 (vlakvaaggrond). Grondwaterstand: 83 cm -mv

Diepte	Horizont	Opmerking
0-10	1Ahg	Matig humeus, zwak tot zeer sterk lemig, matig fijn zand. Zichtbaar >10 jaar niet geploegd.
10-32	2Ahg	Zeer humus arm, zwak tot sterk lemig, matig fijn zand. IJzer op 10cm.
32-60	1Bg	Sterk lemig, matig fijn zand
60-100	2Bg	Leem arm, matig grof zand
100-120	Cr	Siltig leem en matig grof zand.

Bijlage II Analyseresultaten bodem

Tabel S2-1 Zuurgraad, textuur, organische stof, stikstof totaal en het klei-humuscomplex (CEC) van de locaties op het noordoostelijk gelegen perceel

Locatie	Diepte	pH _{CaCl2}	Klei (%)	Zand (%)	Silt (%)	OS (%)	N-totaal (mg kg ⁻¹)	CEC (mmol+ kg ⁻¹)
Noordoostelijk perceel, hoger gelegen deel waar de ontwikkeling van droog schraalland (N11.01) wordt beoogd								
BP2	0-10	5.2	5	82	9	3.5	1600	49
BP2	10-30	5.2	5	80	13	1.8	680	27
BP2	30-50	5.3	4	80	14	1.5	390	20
BP3	0-10	5.7	2	80	14	3.6	1690	54
BP3	10-30	5.5	3	84	11	1.7	640	22
BP3	30-50	5.7	5	82	12	0.9	310	31
BP4	0-10	5.6	3	78	14	3.8	1730	60
BP4	10-30	5.8	4	83	11	2.1	760	35
BP4	30-50	5.6	3	89	6	2.4	730	23
Noordoostelijk perceel, lager gelegen deel waar de ontwikkeling van vochtig hooiland (N10.02) wordt beoogd								
BP1	0-10	5.3	5	73	18	3.4	1530	56
BP1	10-30	5.8	4	87	8	1.2	350	31
BP1	30-50	6	3	86	10	1	280	30
BP5	0-10	5.4	4	82	11	2.6	1250	50
BP5	10-30	5.3	1	96	1	1.4	260	16
BP5	30-50	5.7	3	94	3	0.5	<200	33
BP6	0-10	5.7	5	83	9	2.5	1270	57
BP6	10-30	6	6	91	1	1.4	440	36
BP6	30-50	5.5	6	84	8	1.1	<200	33

Tabel S2-2 Zuurgraad, textuur, organische stof, stikstof totaal en het klei-humuscomplex (CEC) van de locaties op het zuidwestelijk gelegen perceel

Locatie	Diepte	pH _{CaCl2}	Klei (%)	Zand (%)	Silt (%)	OS (%)	N-totaal (mg kg ⁻¹)	CEC (mmol+ kg ⁻¹)
Zuidwestelijk perceel, waar de ontwikkeling van vochtig hooiland (N10.02) wordt beoogd								
BP7	0-10	4.8	6	78	12	3.6	1640	43
BP7	10-30	5.6	4	90	4	1.4	620	40
BP7	30-50	5.8	6	92	1	0.6	300	39
BP8	0-10	4.8	4	79	12	4.1	1810	48
BP8	10-30	4.9	5	85	8	1.8	730	20
BP8	30-50	5.7	6	87	6	0.7	310	24
BP9	0-10	5	5	76	14	4.2	1930	46
BP9	10-30	5.3	5	84	10	1.2	470	17
BP9	30-50	4.9	6	76	17	0.6	350	14

Tabel S2-3 De maximale P adsorptiecapaciteit (PSC), totaal beschikbare P reserves/totaal anorganisch fosfaat (P_{OX}), reversibel gebonden fosfaat wat de P concentratie in oplossing buffert (P_{AL}) en direct beschikbaar fosfaat (P_{CaCl2}) van de locaties op het noordoostelijk gelegen perceel

Locatie	Diepte	PSC (mmol kg ⁻¹)	P _{OX} (mmol kg ⁻¹)	FVG	P _{AL} (mg P ₂ O ₅ 100g ⁻¹)	P _{CaCl2} (mg kg ⁻¹)
Noordoostelijk perceel, hoger gelegen deel waar de ontwikkeling van droog schraalland (N11.01) wordt beoogd						
BP2	0-10	46	29	62	84	8.7
BP2	10-30	49	30	62	98	8.2
BP2	30-50	50	11	21	35	1.3
BP3	0-10	41	27	67	96	9.4
BP3	10-30	43	30	71	108	10.7
BP3	30-50	38	14	37	55	6.1
BP4	0-10	58	36	62	120	8.2
BP4	10-30	64	42	65	151	7.2
BP4	30-50	66	9	13	29	0.5
Noordoostelijk perceel, lager gelegen deel waar de ontwikkeling van vochtig hooiland (N10.02) wordt beoogd						
BP1	0-10	34	26	76	100	8
BP1	10-30	28	26	91	123	7.7
BP1	30-50	23	14	62	69	4.6
BP5	0-10	30	14	44	35	2.6
BP5	10-30	29	14	48	38	2.3

Locatie	Diepte	PSC (mmol kg ⁻¹)	P _{OX} (mmol kg ⁻¹)	FVG	P _{AL} (mg P ₂ O ₅ 100g ⁻¹)	P _{CaCl2} (mg kg ⁻¹)
BP5	30-50	15	3	23	10	0.4
BP6	0-10	37	15	40	33	2.6
BP6	10-30	35	14	41	33	1.8
BP6	30-50	35	7	19	12	0.4

Tabel S2-4 De maximale P adsorptiecapaciteit (PSC), totaal beschikbare P reserves/totaal anorganisch fosfaat (P_{OX}), reversibel gebonden fosfaat wat de P concentratie in oplossing buffert (P_{AL}) en direct beschikbaar fosfaat (P_{CaCl2}) van de locaties op het zuidwestelijk gelegen perceel

Locatie	Diepte	PSC (mmol kg ⁻¹)	P _{OX} (mmol kg ⁻¹)	FVG	P _{AL} (mg P ₂ O ₅ 100g ⁻¹)	P _{CaCl2} (mg kg ⁻¹)
Zuidwestelijk perceel, waar de ontwikkeling van vochtig hooiland (N10.02) wordt beoogd						
BP7	0-10	37	9	23	10	0.3
BP7	10-30	39	11	27	16	0.4
BP7	30-50	25	4	17	7	0.2
BP8	0-10	37	14	37	28	1.4
BP8	10-30	39	12	30	19	0.5
BP8	30-50	18	2	9	<3	<0.3
BP9	0-10	25	7	29	12	0.5
BP9	10-30	28	10	35	22	0.5
BP9	30-50	18	2	9	<3	<0.3

Bijlage III Berekende uitmijnjaren noordoostelijk gelegen perceel

Een schatting van de benodigde tijdsduur van uitmijnen is berekend met Vergelijking 1 (zie hoofdstuk 3.5). De volgende aannamen zijn gemaakt:

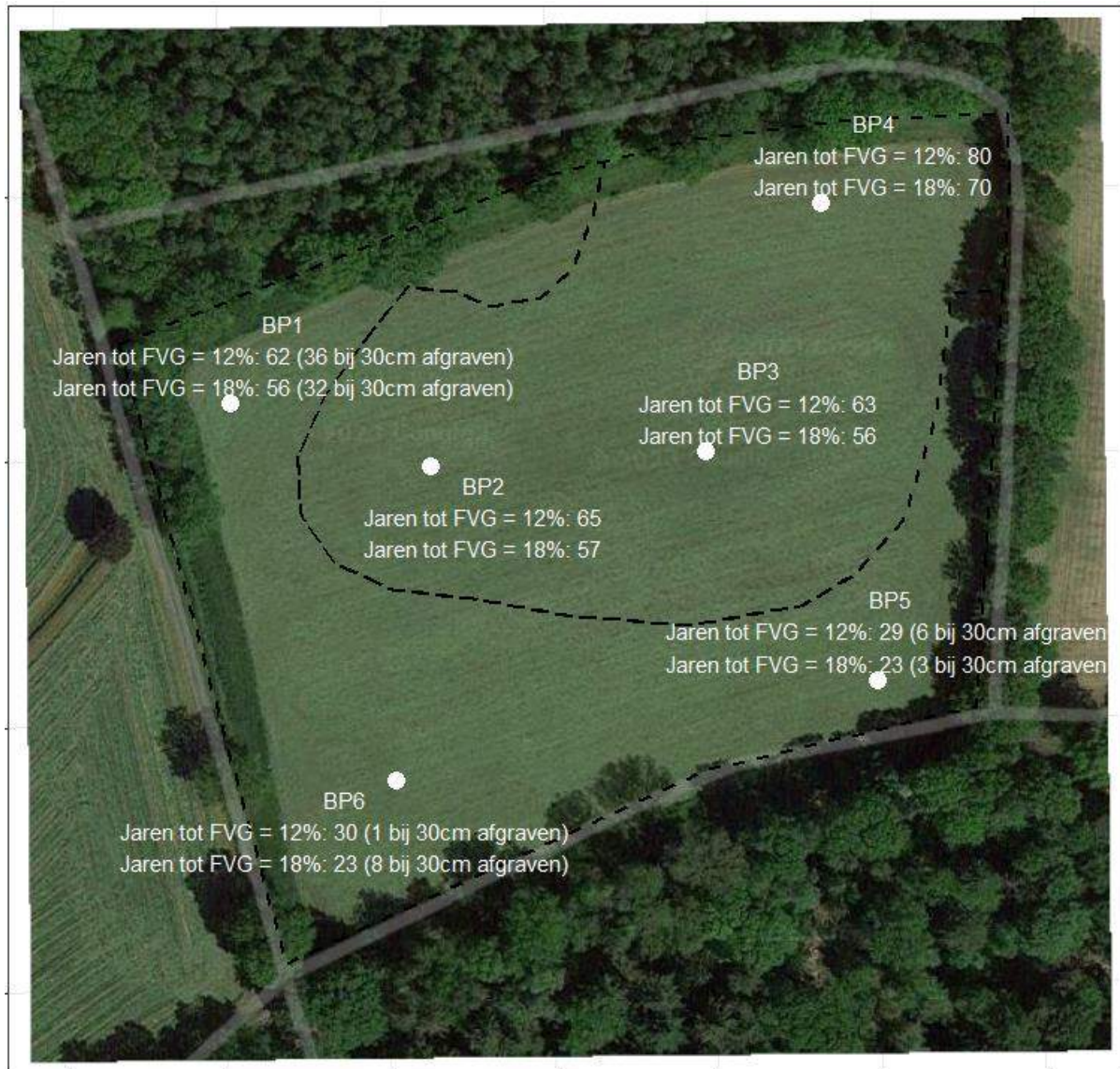
Het doel voor de fosfaatverzadigingsgraad is 12-18% in de bovenste 20cm van de bodem (optimaal voor de ontwikkeling van matig voedselrijke vegetatie,

- Tabel 2-1).
- Gras onttrekt P uit de 0-20cm bodemlaag. Dit is een dikkere bodemlaag dan aangenomen bij het zuidwestelijk gelegen perceel; reden hiervoor is dat er op het noordoostelijk gelegen perceel meer P buffering vanuit diepere bodemlagen verwacht wordt.
- De bulkdichtheid is $1 / (0.02525 * OS + 0.6541) * 1000$
- De P balans bij uitmijnen is -30 kg P ha^{-1} (varieerde tussen -28 tot -40 kg P ha^{-1} in een 5-jarige uitmijnproef op grasland, van der Salm et al., 2009)
- Verschralen duurt circa 2x langer dan uitmijnen (van Rotterdam et al., 2021)
- Voor de locaties waar vochtig hooiland wordt beoogd is een uitmijntijd berekend voor de uitgangssituatie (niet afgraven) en voor het scenario dat er 30cm wordt afgegraven.

$$Jaren = \frac{(FVG_{doel} - FVG_{huidig}) * PSC * \rho * d * 31 * 10^{-4}}{P_{balans}} \quad (1)$$

Waar FVG_{doel} = doel voor de fosfaatverzadigingsgraad (%), FVG_{huidig} = huidige fosfaatverzadigingsgraad (%), PSC = maximale adsorptiecapaciteit (mmol kg^{-1}), ρ = bulkdichtheid (kg m^{-3}), d de dikte van de bodemlaag (m), 31 de molmassa van fosfor (mg mmol^{-1}) en P_{balans} de gemiddeld P balans (kg P ha^{-1} jaar $^{-1}$), die bestaat uit de optelsom van P inputs (P-aanvoer via bemesting) en outputs (P wat wordt opgenomen door het gras).

De geschatte tijdsduur die nodig is om in de uitgangssituatie met uitmijnen de fosfaatverzadigingsgraad te verlagen tot 12-18% is circa 23-30 jaar voor het meest zuidelijk gelegen deel waar de ontwikkeling van vochtig hooiland wordt beoogd (locaties BP5 en BP6), 56-62 jaar voor het meest noordwestelijk gelegen deel waar de ontwikkeling van vochtig hooiland wordt beoogd (locatie BP1) en 56-80 jaar op het hoger gelegen deel waar de ontwikkeling van droog schraalland wordt beoogd (locaties BP2 t/m BP4) In het scenario dat er 30cm van de bodem wordt afgegraven voor de ontwikkeling van vochtig hooiland is het aantal uitmijnjaren naar schatting 1-6 jaar in het zuidelijk gelegen deel (locaties BP5 en BP6) en 32-36 jaar op het noordwestelijk gelegen deel (locatie BP1) (Figuur 3.1). Bij een fosfaatverzadigingsgraad $<12\%$ is de fosfaatbeschikbaarheid geschikt voor de potentiële ontwikkeling van vochtig hooiland en droog schraalland.



Figuur S3-1 Berekende tijdsduur van uitmijnen voor het verlagen van de fosfaatbeschikbaarheid tot een fosfaatverzadigingsgraad van 12-18%.



Nutriënten Management Instituut BV
Nieuwe Kanaal 7c
6709 PA Wageningen

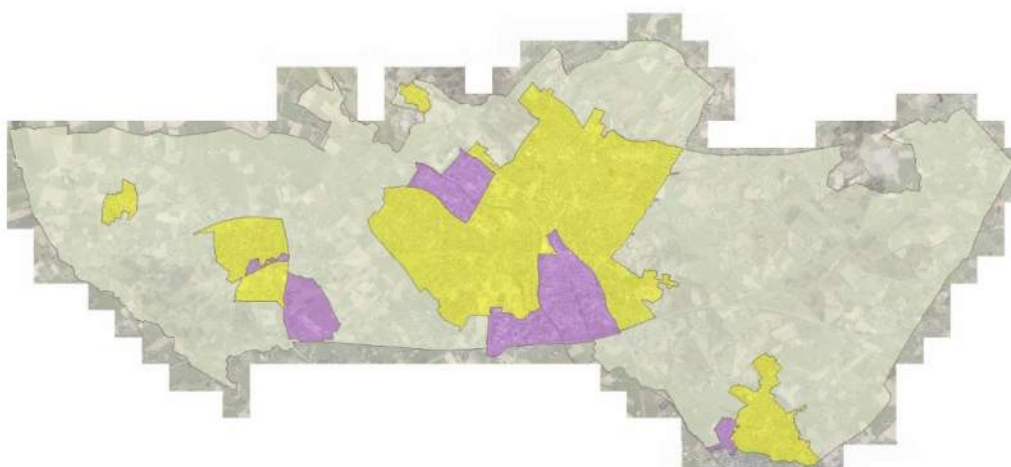
tel: (06) 29 03 71 03
e-mail: nmi@nmi-agro.nl
website: www.nmi-agro.nl

Bijlage 2 Gebiedsindeling Doetinchem

Legenda

Gebiedstypen

-  Bedrijventerreinen
-  Buitengebied
-  Woongebieden



gemeente [gD] Doetinchem

Bijlage 3 Deelrapport natuur

RAPPORT

RegioExpres: Deelrapport Natuur

Versie: 4.0

Status: Vrijgegeven

Datum: 27-11-2023

Kenmerk: A30--HS-RAP-23009300



Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
1 Inleiding	4
1.1 Aanleiding en doel rapport	4
1.2 Over de voorgenomen activiteit(en)	4
1.3 Leeswijzer	6
2 Aanpak: kaders & methodiek	7
2.1 Plan- & studiegebied	7
2.1.1 Plangebied	7
2.1.2 Studiegebied	7
2.2 Beleidskader & wet- en regelgeving	9
2.2.1 Europees	9
2.2.2 Rijk	9
2.2.3 Provincie	13
2.2.4 Gemeente	15
2.3 Beoordelingskader	16
2.3.1 Beoordelingscriteria en wijze van beoordelen	16
2.3.2 Beoordelingsschaal	17
2.4 Onderzoeksmethodiek	19
2.4.1 Ingreep-effectrelaties	19
2.4.2 Uitgevoerde onderzoeken	20
2.4.3 Methodes	21
3 Huidige situatie, referentiesituatie en tijdelijke situatie	23
3.1 Huidige situatie	23
3.1.1 Natura 2000-gebieden	23
3.1.2 Natuurgebieden Provincie Gelderland	23
3.1.3 Weidevogelgebied en ganzenrustgebied	26
3.1.4 Beschermd soorten	26
3.1.5 Houtopstanden en bomen	27
3.1.6 Gemeentelijke groenstructuren	28
3.2 Autonome ontwikkelingen en referentiesituatie	33
3.3 Tijdelijke situatie	33
4 Effectbeoordeling	35
4.1 Effecten	35
4.1.1 Tijdelijke effecten	35
4.1.2 Permanente effecten	45
4.2 Mitigerende en compenserende maatregelen	57
4.2.1 Mitigatie	58
4.2.2 Compensatie	58
4.2.3 Versterking	61

4.2.4	Meekoppelkansen	62
4.3	Effectbeoordeling ná maatregelen	62
5	Monitoring, evaluatie & leemten in kennis	63
5.1	Monitoring & evaluatie	63
5.2	Leemten in kennis	63
5.2.1	Beschermde soorten	63
5.2.2	Natura 2000-gebieden – stikstofdepositie	63
5.2.3	Natuurontwikkelingsgebieden	64
6	Conclusies	65
	Bijlage 1 GGN-/GO-toets	68
	Bijlage 2 GNN bijlage quickscan compensatiegebieden	69
	Bijlage 3 GNN bijlage inrichtingsplan	70
	Bijlage 4 GNN bijlage Biochemisch onderzoek	71
	Bijlage 5 Quickscan spoorbaan	72
	Bijlage 6 Quickscan spoorbaan actualisatie	73
	Bijlage 7 Nader onderzoek spoorbaan	74
	Bijlage 8 Quickscan bouwterreinen	75
	Bijlage 9 Nader onderzoek bouwterreinen	76
	Bijlage 10 Memo meekoppelkansen	77
	Bijlage 11 Memo houtopstanden Wnb	78
	Bijlage 12 AERIUS-notitie realisatiefase	79
	Bijlage 13 AERIUS-notitie gebruiksfase	80
	Bijlage 14 Emissiemeting Stadler passagierstrein met diesel en HVO	81
	Bijlage 15 Overzicht soorten	82
	Colofon	91

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel rapport

Voorliggend document beschrijft de resultaten van het deelonderzoek natuur ten behoeve van het milieueffectrapport (hierna: MER) van het project RegioExpres. In dit deelrapport wordt onderzocht welke milieueffecten voor dit thema te verwachten zijn als gevolg van de voorgenomen activiteit(en) en of en zo ja welke mitigerende en compenserende maatregelen kunnen worden genomen om deze milieueffecten te beperken.

Het MER wordt samen met het Ontwerp Provinciaal Inpassingsplan (hierna: ontwerp PIP) in procedure gebracht en moeten leiden tot een definitief Provinciaal Inpassingsplan (PIP), waarna wordt overgegaan tot (voorbereiding van) realisatie van de voorgenomen activiteiten. Voor meer informatie over de procedure wordt naar het MER en het PIP verwezen.

1.2 Over de voorgenomen activiteit(en)

In de huidige situatie rijden er in beide richtingen op werkdagen vier stoptreinen per uur tussen Arnhem en Doetinchem, waarvan er twee doorrijden naar Winterswijk. Daarnaast rijdt tussen Arnhem en Zevenaar de trein naar Düsseldorf en wordt het spoor gedeeld met de ICE (Amsterdam-Arnhem-Frankfurt) en de NightJet (Amsterdam-Frankfurt-Innsbruck).

Naast capaciteitsproblemen is ook de gemiddelde snelheid laag op het traject door de vele tussenstops en sluiten treinen slecht op elkaar aan. Als er geen maatregelen worden genomen, hebben de toenemende drukte -die uiteindelijk zelfs leidt tot het punt dat reizigers in de ochtendspits niet meer in de gewenste trein passen- en langere reistijden grote negatieve gevolgen voor de bereikbaarheid, leefbaarheid en het vestigingsklimaat in de regio. Begin 2018 heeft Provincie Gelderland daarom besloten om een brede verkenning te starten naar de de spoorverbinding. Hierin is samengewerkt met het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, regio Achterhoek, ProRail, gemeenten en de vervoerders (Arriva en Connexxion).

De oplossing is de RegioExpres: 1x per uur een snelle trein tussen de Achterhoek en Arnhem met aanvullend een verbeterde kwartiersdienst Arnhem-Doetinchem.

Met de uitvoering van het project RegioExpres wijzigt de dienstregeling naar één sneltrein tussen Arnhem en Doetinchem, die als stoptrein verder rijdt naar Winterswijk én vier stoptreinen tussen Arnhem en Doetinchem, waarvan er één als stoptrein doorrijdt naar Winterswijk. In de basis betekent dit dat er op het traject Arnhem-Doetinchem, in vergelijking met de huidige situatie, één extra (snel)trein per uur gaat rijden (in beide richtingen). De RegioExpres gaat alleen op werkdagen rijden tot 20:00 uur.

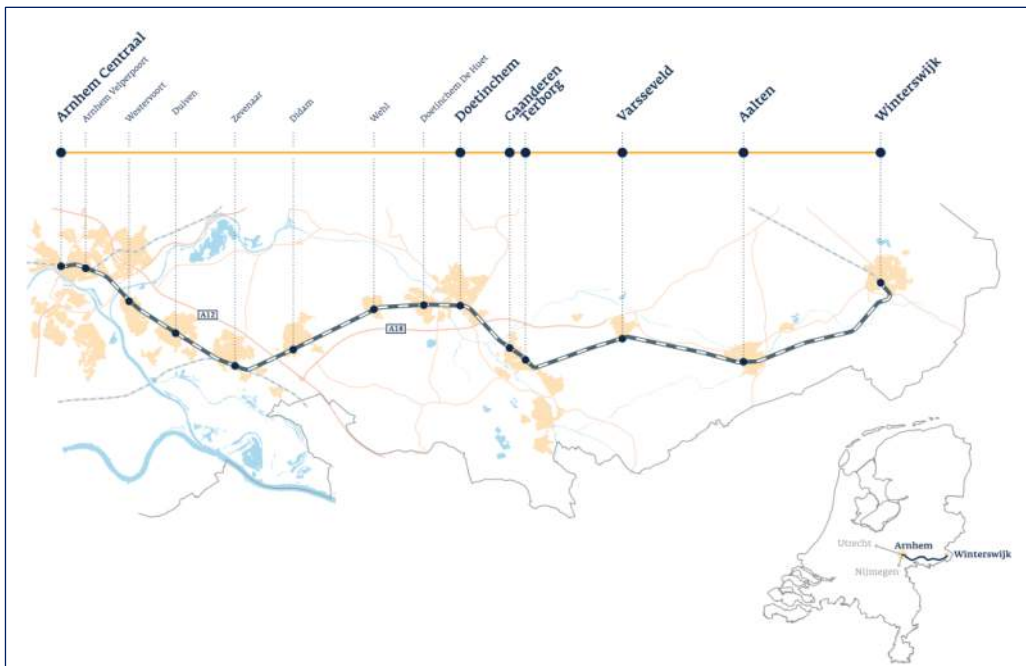
Om dit mogelijk te maken zijn diverse infrastructurele maatregelen nodig. De meest vooraanstaande aanpassingen zijn:

- Spoorverdubbeling tussen Didam en Doetinchem De Huet;
- Tweede (extra) perron op stations Wehl en Doetinchem De Huet;
- Aanpassingen ter verbetering van de overwegveiligheid bij elf overwegen, deze liggen in de gemeenten Montferland en Doetinchem;
- Rondom station Doetinchem De Huet worden aanpassingen gedaan aan de openbare ruimte;
- Bouw van een relaishuis en keervoorziening ter hoogte van de Europaweg in Doetinchem;
- Een extra wissel ter hoogte van de Ringbaan-Oost (N336) in Zevenaar;
- Om het project te realiseren is ook de aanleg van tijdelijk bouwwegen en -terreinen noodzakelijk, deze worden nadien weer opgeheven.

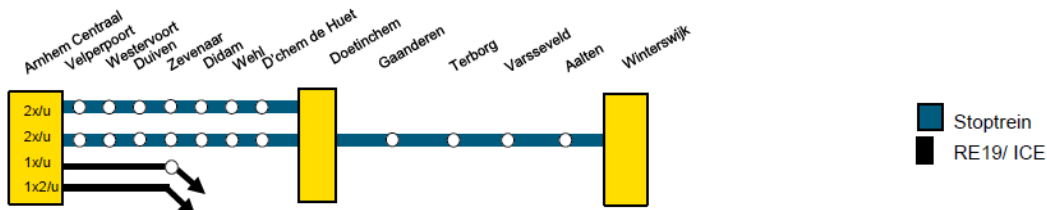
Als gevolg van deze infrastructurele maatregelen zal ook de betrouwbaarheid en robuustheid van de dienstregeling hoger worden, wat ook leidt tot de verbeterde kwartiersdienst. Samen met de verbetering in capaciteit en snelheid ontstaat een aantrekkelijk alternatief voor de (dagelijkse) files op de A12 en A18.

Voor een nadere beschrijving van de voorgenomen activiteiten wordt verwezen naar het MER. Ter ondersteuning van bovenstaande toelichting zijn enkele figuren bijgevoegd:

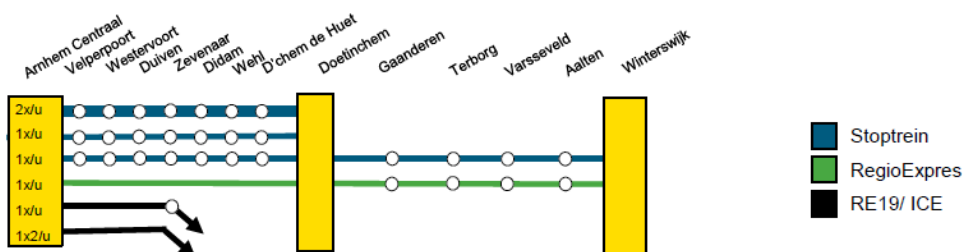
- Figuur 1.1 toont het traject Arnhem-Winterswijk;
- Figuur 1.2 toont de huidige dienstregeling op het traject Arnhem-Doetinchem-Winterswijk;
- Figuur 1.3 toont de dienstregeling na introductie van de RegioExpres 1 keer per uur;
- Figuur 1.4 toont een overzicht van de te nemen spoor gerelateerde maatregelen ten behoeve van het project RegioExpres.



Figuur 1.1. Traject Arnhem-Winterswijk



Figuur 1.2. Huidige dienstregeling traject Arnhem-Doetinchem-Winterswijk



Figuur 1.3. Dienstregeling met introductie van de RegioExpres 1 keer per uur (per rijrichting)



Figuur 1.4. Het project RegioExpres en de meest majeure spoor gerelateerde maatregelen

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de kaders & methodiek van het onderzoek beschreven. Hoofdstuk 3 beschrijft de huidige situatie en autonome ontwikkeling (referentiesituatie). In hoofdstuk 4 worden de milieueffecten gepresenteerd en eventuele mitigerende en compenserende maatregelen toegelicht. In hoofdstuk 5 komen de monitoring, evaluatie en leemten in kennis aanbod. Tot slot worden in hoofdstuk 6 de conclusies van het onderzoek gepresenteerd.

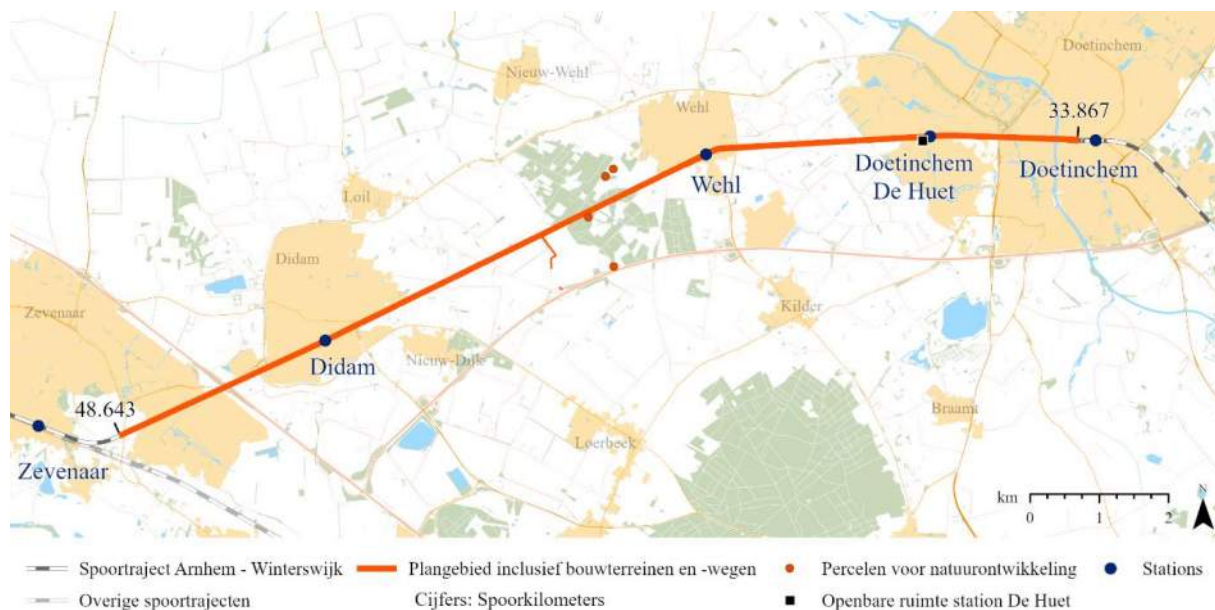
2 Aanpak: kaders & methodiek

2.1 Plan- & studiegebied

Voor het MER van de RegioExpres maken we onderscheid in het plan- en studiegebied. Deze zijn in navolgende paragrafen toegelicht.

2.1.1 Plangebied

Het plangebied is het gebied waarbinnen, op basis van het project en de milieueffecten, fysieke maatregelen nodig zijn. Dat gebied maakt onderdeel uit van het ruimtelijk besluit. Het plangebied voor het project RegioExpres is het traject vanaf spookkilometer 48,643 (net ten westen van de Ringbaan-Oost/N336 bij Zevenaar) tot en met spookkilometer 33,867 (net ten westen van station Doetinchem). In Figuur 2.1 is dit gevisualiseerd. Ook wordt op een aantal locaties langs het spoor openbare ruimte aangepast om het project mogelijk te maken. Daarnaast wordt er natuur ontwikkeld op enkele percelen in Stilliwald (Wehl). Tijdens de realisatie van het project zijn tijdelijk bouwterreinen en -wegen nodig, deze maken ook onderdeel uit van plangebied en worden na afronding van de werkzaamheden teruggebracht in de staat van voor de start van de werkzaamheden.

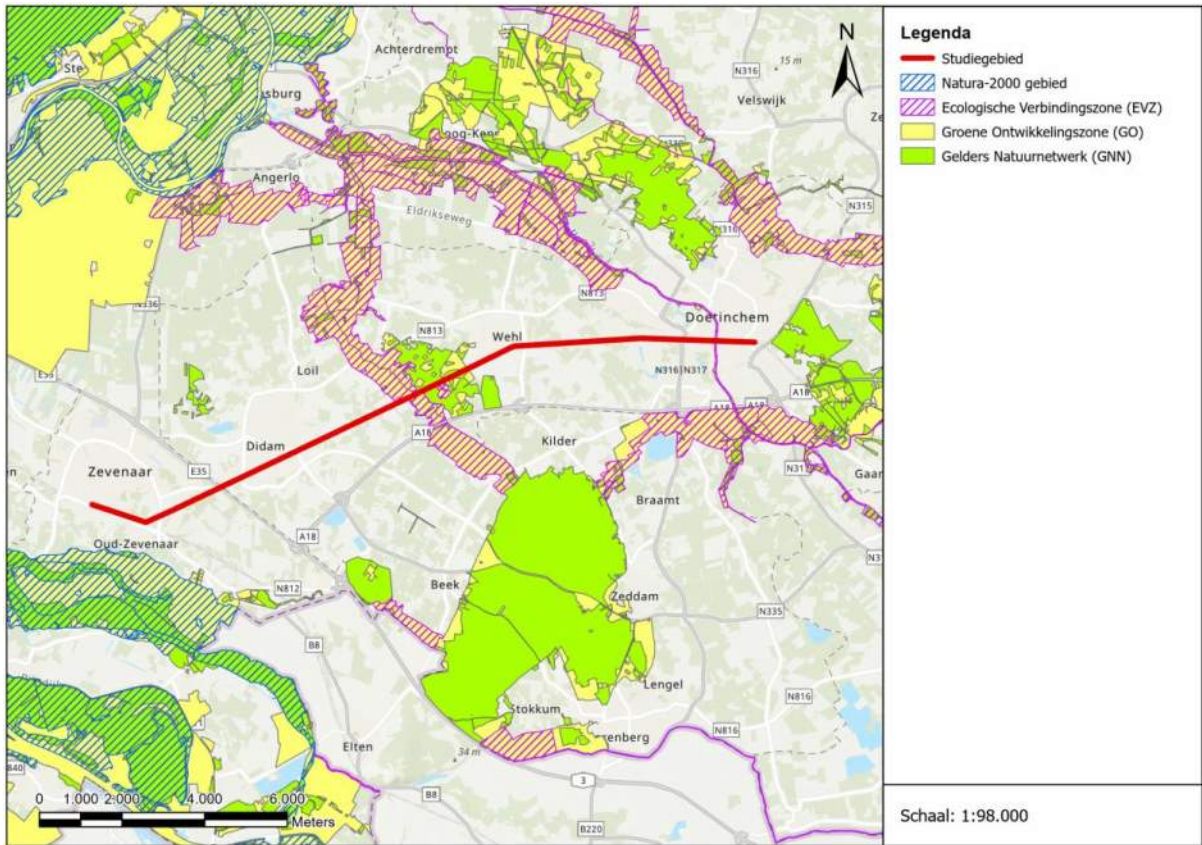


Figuur 2.1. Plangebied van het project RegioExpres waarbinnen de fysieke maatregelen worden uitgevoerd.

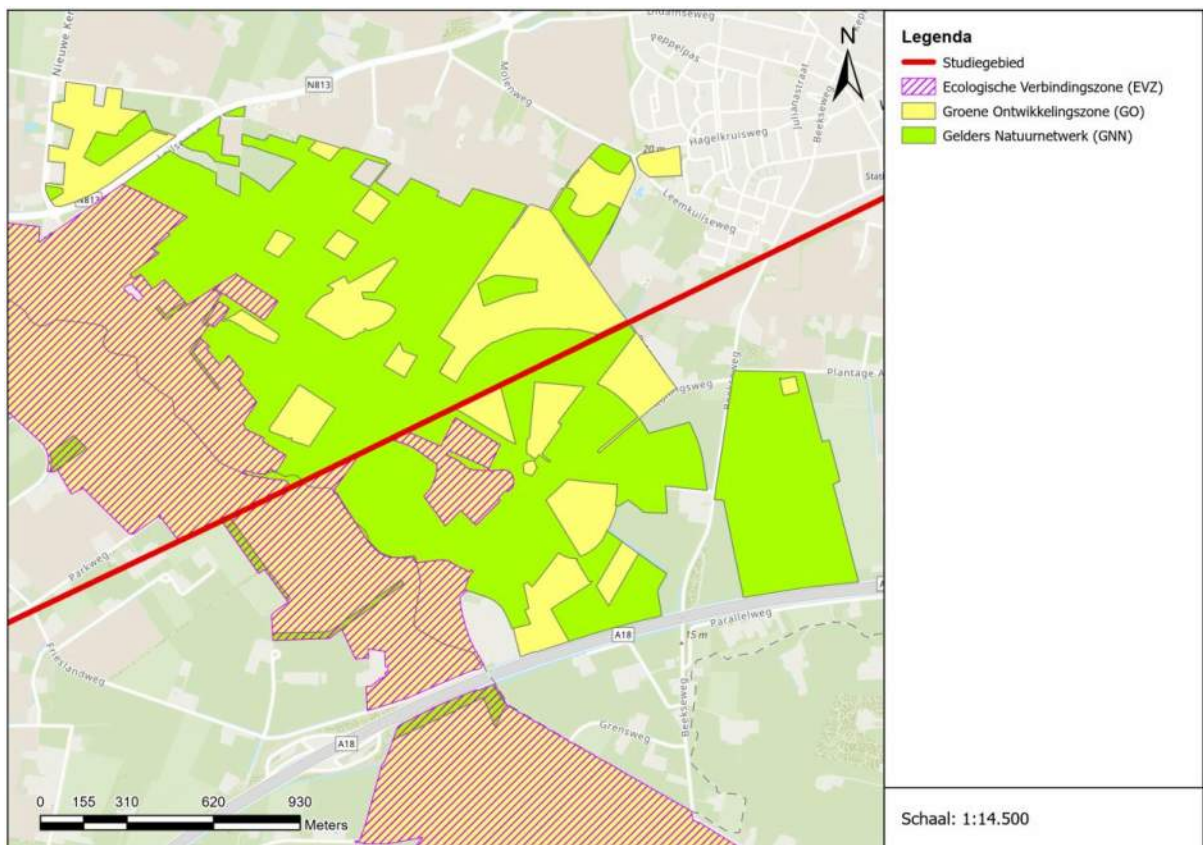
2.1.2 Studiegebied

Het studiegebied is het gebied waarbinnen het optreden van belangrijke milieueffecten op voorhand niet zondermeer kunnen worden uitgesloten. Deze effecten kunnen optreden door zowel de fysieke maatregelen aan het spoor als door het veranderde gebruik. De milieueffecten van de aanleg en het gebruik van de RegioExpres worden in het MER op thema onderzocht. De omvang van het studiegebied is per milieuthema verschillend en is maximaal het gebied vanaf station Arnhem tot en met station Doetinchem. Achtergrond hiervan is dat buiten dit gebied er geen wijzigingen plaatsvinden, niet fysiek en niet qua aantallen treinen en/of -snelheden. Het studiegebied van het deelonderzoek Natuur betreft zekerheidshalve een groter gebied dan het plangebied, onder andere vanwege de samenhang van populaties in en rondom het plangebied. Het studiegebied ligt tussen Zevenaar en Doetinchem-Oost en is onderstaande figuren 6 en 7 in beeld gebracht.

De herinrichting van de natuurontwikkelingsgebieden, die voorzien zijn in Stilliwald, heeft invloed op het thema Natuur en is dus ook onderdeel van het studiegebied. Deze zijn overigens niet op onderstaande figuren getoond. De locaties zijn te vinden in Figuur 2.1.



Figuur 2.2 Ligging van het studiegebied ten opzichte van beschermde gebieden



Figuur 2.3 Detailkaart van waar het studiegebied raakvlak heeft met GNN, GO en EVZ

2.2 Beleidskader & wet- en regelgeving

2.2.1 Europees

Vanuit Europa is de bescherming van soorten en gebieden geregeld in de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrictlijn. In deze richtlijnen wordt aangegeven welke planten en dieren en hun natuurlijke habitats (leefgebieden) beschermd moeten worden door de lidstaten van de Europese Unie. De Vogelrichtlijn (VR) is gericht op in het wild levende vogelsoorten. De Habitatrictlijn (HR) is gericht op dier- en plantensoorten. De richtlijnen zorgen voor gebieds- en soortenbescherming in Europa.

De gebieden worden aangewezen als speciale beschermingszone en worden 'Natura 2000' genoemd. Samen moeten deze gebieden uiteindelijk een coherent Europees ecologisch netwerk vormen. Daarbij zijn instandhoudingsdoelstellingen geformuleerd voor natuurlijke habitats en/of soorten. Dit kunnen behoudsdoelstellingen zijn voor habitats en leefgebieden van soorten die zich al op het gewenste niveau (kwalitatief en kwantitatief) bevinden of uitbreidings- respectievelijk verbeterdoelstellingen voor habitats en leefgebieden van soorten die zich nog niet op het gewenste niveau bevinden.

2.2.2 Rijk

In Nederland zijn de internationale verplichtingen uit de Vogel- en Habitatrictlijn vanaf 1 januari 2017 verwerkt in de Wet Natuurbescherming (Wnb). In hoofdlijnen is de Wnb in het leven geroepen om biodiversiteit in Nederland te beschermen. Veel verantwoordelijkheden en bevoegdheden liggen bij provincies. In artikel 1.3 van het Besluit natuurbescherming is aangegeven in welke gevallen de Minister van LNV bevoegd gezag is. Dit is het geval bij een spooraanpassingen aan een hoofdspoorweg. Daarom is het ministerie van LNV het bevoegd gezag aangaande spooraanpassingen in de zin van het project RegioExpres.

2.2.2.1 Gebiedsbescherming

De gebiedsbescherming is vastgelegd in artikel 2.1 tot en met 2.11 van de Wnb. Hierin wordt de aanwijzing en bescherming van Natura 2000-gebieden geregeld. Hiermee zijn de verplichtingen uit de Europese Vogel- en Habitatrictlijn, voor zover die betrekking hebben op gebiedsbescherming, geïmplementeerd in het Nederlands recht. De begrenzing van de Natura 2000-gebieden en de instandhoudingsdoelstellingen voor die gebieden zijn vastgelegd in de aanwijzingsbesluiten voor de betreffende gebieden. De instandhoudingsdoelstellingen beschrijven voor de voor het gebied aangewezen habitattypen en soorten of een bepaalde ontwikkeling ervan gewenst is of dat het behoud ervan op het aanwezige niveau moet worden nagestreefd. Voor activiteiten of projecten die schadelijk kunnen zijn voor de beschermde natuur geldt een vergunningplicht. Deze vergunningen worden verleend door de provincies of door de Minister van LNV.

Stikstofdepositie

In veel Natura 2000-gebieden is door een overbelasting van stikstof een probleem met de realisatie van de instandhoudingsdoelstellingen. Nieuwe ontwikkelingen die een toename van de stikstofdepositie tot gevolg hebben kunnen hierdoor significante negatieve effecten hebben voor de instandhoudingsdoelstellingen. Effecten van een plan of een project op de stikstofdepositie kunnen ontstaan tijdens de aanlegfase en/of de gebruiksfase. Met het rekenmodel AERIUS Calculator kan deze stikstofdepositie op de stikstofgevoelige habitattypen en stikstofgevoelige leefgebieden van soorten binnen Natura 2000-gebieden worden berekend.

Als de berekeningen met AERIUS aangeven dat er geen toename is van stikstofdepositie (gelijk aan of kleiner dan 0,00 mol N/ha/jaar), kunnen significante effecten als gevolg van stikstofdepositie van tevoren worden uitgesloten. In dat geval is er geen vergunning vereist op basis van de Wet natuurbescherming met betrekking tot stikstofdepositie. Als de berekening echter aangeeft dat er een toename is van stikstofdepositie (groter dan 0,00 mol N/ha/jaar), maar aan een van de volgende voorwaarden wordt voldaan, is er ook geen vergunning vereist op basis van de Wet natuurbescherming:

- In een ecologische beoordeling (voortoets) is volledig uitgesloten dat stikstofgevoelige habitattypen of habitats van soorten verslechteren, ondanks de toename van de depositie.
- Na intern salderen is de toename van de stikstofdepositie niet groter dan 0,00 mol N/ha/jaar.

Per 2 november 2022 is middels uitspraak van de Raad van State de partiële bouwvrijstelling, die sinds 2021 bestond, komen te vervallen. Met het vervallen van de bouwvrijstelling dienen de effecten van stikstof tijdens de realisatiefase van projecten weer inzichtelijk gemaakt te worden, net zoals voor de gebruiksfase. Hiertoe dient een projectspecifieke AERIUS-berekening uitgevoerd te worden waarin alle stikstof emissiebronnen opgenomen worden en berekend wordt of deze emissiebronnen leiden tot stikstofdepositie in stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden.

Als uit de berekening blijkt dat er een toename is van stikstofdepositie (groter dan 0,00 mol N/ha/jaar) en niet aan een van de bovengenoemde voorwaarden wordt voldaan, is er een vergunning vereist op basis van de Wet natuurbescherming. Een vergunning kan worden verleend als uit een passende beoordeling, eventueel met extern salderen, en na eventuele succesvolle doorloop van de ADC-toets blijkt dat er geen risico's zijn voor het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van de betreffende Natura 2000-gebieden.

Voortoets en passende beoordeling

Bij het plannen van activiteiten in of in de nabijheid (externe werking) van een Natura 2000-gebied moet de initiatiefnemer in een verkennende fase (voortoets) onderzoeken of het plan mogelijk aanzienlijke negatieve gevolgen kan hebben voor de instandhoudingsdoelen van het betreffende Natura 2000-gebied. Met "externe werking" wordt bedoeld dat ook activiteiten buiten het gebied invloed kunnen hebben op de natuurwaarden binnen het gebied. Als uit dit onderzoek niet kan worden uitgesloten dat de activiteit aanzienlijke negatieve gevolgen heeft, moet de initiatiefnemer gedetailleerder in kaart brengen wat de effecten van de activiteit kunnen zijn, met inbegrip van eventuele benodigde mitigatiemaatregelen. Dit wordt een "passende beoordeling" genoemd. Het bevoegd gezag beoordeelt deze passende beoordeling. Als uit de passende beoordeling blijkt dat de activiteit alsnog niet leidt tot aanzienlijke negatieve effecten, kan de activiteit doorgaan. Als uit de verkennende fase blijkt dat er een kans bestaat op een negatief effect, maar dit effect niet als significant wordt beschouwd, kan ook op basis van een verslechteringstoets toestemming worden verleend om de activiteit uit te voeren.

Als uit de passende beoordeling blijkt dat aanzienlijke negatieve effecten niet kunnen worden uitgesloten, kan het project alleen doorgaan op basis van de "ADC-criteria". Dit betekent dat:

- A: er geen alternatieve oplossingen zijn voor het plan;
- D: er dwingende redenen van groot openbaar belang zijn, en;
- C: de initiatiefnemer vooraf en tijdig compenserende maatregelen neemt.

2.2.2.2 Soortenbescherming

De Wnb maakt onderscheid tussen:

- 1) soorten van de Vogelrichtlijn (artikel 3.1 e.v. Wnb);
- 2) soorten van de Habitatrichtlijn, Verdrag van Bern en Verdrag van Bonn (artikel 3.5 e.v. Wnb);
- 3) 'andere soorten' (artikel 3.10 e.v. Wnb).

Vogelrichtlijn

Het beschermingsregime voor soorten van de Vogelrichtlijn is vastgelegd in artikel 3.1. e.v. Wnb.

Artikel 3.1 Wnb

1. Het is verboden opzettelijk van nature in Nederland in het wild levende vogels van soorten als bedoeld in artikel 1 van de Vogelrichtlijn te doden of te vangen.
2. Het is verboden opzettelijk nesten, rustplaatsen en eieren van vogels als bedoeld in het eerste lid te vernielen of te beschadigen, of nesten van vogels weg te nemen.
3. Het is verboden eieren van vogels als bedoeld in het eerste lid te rapen en deze onder zich te hebben.
4. Het is verboden vogels als bedoeld in het eerste lid opzettelijk te storen.
5. Het verbod, bedoeld in het vierde lid, is niet van toepassing indien de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort.

Het is mogelijk om ontheffing aan te vragen voor de verbodsbepalingen. Deze aanvraag wordt getoetst op:

- Er is geen andere bevredigende oplossing (alternatievenafweging);

- Aanwezigheid geldig wettelijk belang conform Vogelrichtlijn. Een geldig wettelijk belang voor deze categorie soorten is o.a. belang 1: 'in het belang van de volksgezondheid of openbare veiligheid';
- Er is geen verslechtering van de staat van instandhouding van de desbetreffende soort.

Habitatrichtlijn

Deze categorie bestaat uit Europees beschermde soorten. De verbodsbepalingen zijn vastgelegd in artikel 3.5 e.v. Wnb.

Artikel 3.5 Wnb

1. Het is verboden in het wild levende dieren van soorten, genoemd in bijlage IV, onderdeel a, bij de Habitatrichtlijn, bijlage II bij het Verdrag van Bern of bijlage I bij het Verdrag van Bonn, in hun natuurlijk verspreidingsgebied opzettelijk te doden of te vangen.
2. Het is verboden dieren als bedoeld in het eerste lid opzettelijk te verstoren.
3. Het is verboden eieren van dieren als bedoeld in het eerste lid in de natuur opzettelijk te vernielen of te rapen.
4. Het is verboden de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren als bedoeld in het eerste lid te beschadigen of te vernielen.
5. Het is verboden planten van soorten, genoemd in bijlage IV, onderdeel b, bij de Habitatrichtlijn of bijlage I bij het Verdrag van Bern, in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen.

Onder de Wnb geldt dat het voor streng beschermde soorten zoals opgenomen in artikel 3.5 mogelijk is om bij ruimtelijke ontwikkelingen te werken volgens een door de Minister goedgekeurde gedragscode. Hierbij geldt een vrijstelling van de verbodsbepalingen uit artikel 3.5 Wnb.

Naast het werken volgens een goedgekeurde gedragscode kan voor soorten zoals opgenomen in artikel 3.5 van de Wnb bij overtreding van de verbodsbepalingen een vergunning worden aangevraagd. De aanvraag wordt beoordeeld op:

- Er is geen andere bevredigende oplossing (alternatievenafweging);
- Aanwezigheid geldig wettelijk belang conform Habitatrichtlijn. Een geldig wettelijk belang voor deze categorie soorten is o.a. belang 3: 'in het belang van de volksgezondheid, de openbare veiligheid of andere dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard en met inbegrip van voor het milieu wezenlijke gunstige effecten';
- Er wordt geen afbreuk gedaan aan het streven de populaties van de betrokken soort in hun natuurlijke verspreidingsgebied in een gunstige staat van instandhouding te laten voortbestaan.

Andere soorten

De categorie 'andere soorten' bestaat uit soorten zoals opgenomen in bijlage A en B van de wettekst. Dit zijn nationaal beschermde soorten. De verbodsbepalingen zijn vastgelegd in artikel 3.10 e.v. Wnb.

Artikel 3.10 Wnb

Het is verboden:

- a. in het wild levende zoogdieren, amfibieën, reptielen, vissen, dagvlinders, libellen en kevers van de soorten, genoemd in de bijlage, onderdeel A, bij deze wet, opzettelijk te doden of te vangen;
- b. de vaste voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren als bedoeld in onderdeel a opzettelijk te beschadigen of te vernielen, of
- c. vaatplanten van de soorten, genoemd in de bijlage, onderdeel B, bij deze wet, in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen.

Voor deze soorten geldt een vrijstelling wanneer aantoonbaar gewerkt wordt volgens een door de Minister van LNV goedgekeurde gedragscode.

Naast het werken volgens een goedgekeurde gedragscode kan voor soorten uit de categorie 'andere soorten' van de Wnb bij overtreding van de verbodsbepalingen een vergunning worden aangevraagd. De aanvraag wordt beoordeeld op:

- Er is geen andere bevredigende oplossing (alternatievenafweging);
- Aanwezigheid geldig wettelijk belang. Een geldig wettelijk belang voor deze categorie soorten is o.a. belang h 'in het algemeen belang';
- Er wordt geen afbreuk gedaan aan het streven de populaties van de betrokken soort in hun natuurlijke verspreidingsgebied in een gunstige staat van instandhouding te laten voortbestaan.

Algemeen vrijgestelde soorten

Voor soorten van de categorie 'andere soorten' (bijlage A en B van de wettekst) kan een vrijstellingsregeling gelden, die per provincie anders kan worden ingestoken. De meeste provincies en het ministerie van LNV hebben 'tabel 1 soorten' van de oude Flora- en faunawet opnieuw vrijgesteld bij ruimtelijke ontwikkelingen. Dit zijn soorten zoogdieren en soorten amfibieën.

Bovengenoemde soorten zijn bij ruimtelijke projecten algemeen vrijgesteld van vergunningplicht. Wel dient rekening te worden gehouden met de zorgplicht (artikel 1.11 Wnb). Deze zorgplicht houdt in dat eenieder nadelige gevolgen voor flora en fauna zoveel mogelijk moet voorkomen.

2.2.2.3 Beschermde houtopstanden

De bescherming van houtopstanden is vastgelegd in artikel 4.1 tot en met 4.9 van de Wet natuurbescherming. Binnen de Wnb worden houtopstanden beschermd die aan bepaalde voorwaarden voldoen (Wnb artikel 4.1). Het voornaamste onderscheid wordt gemaakt op basis van de locatie. Houtopstanden welke binnen de bij besluit van de gemeenteraad vastgestelde grenzen van de bebouwde kom Wnb vallen, zijn namelijk uitgezonderd en worden niet onder de Wnb beschermd. De begrenzing van de bebouwde kom in de zin van de Wnb komt niet altijd overeen met de begrenzing van de bebouwde kom op grond van de Wegenverkeerswet. Als een gemeente geen bebouwde kom in de zin van de Wnb heeft vastgesteld, is de Wnb overal van toepassing in die betreffende gemeente.

Een houtopstand onder de Wnb wordt gezien als een zelfstandige eenheid van bomen, boomvormers, struiken, hakhout of griend, die:

- 1) een oppervlakte grond beslaat van tien are of meer, of;
- 2) bestaat uit een rijbeplanting die meer dan twintig bomen omvat, gerekend over het totaal aantal rijen.

De Wnb is volgens artikel 4.1 niet van toepassing bij:

- a. houtopstanden binnen de bij besluit van de gemeenteraad vastgesteld grenzen van de bebouwde kom;
- b. houtopstanden op erven of in tuinen;
- c. fruitbomen en windschermen om boomgaarden;
- d. naaldbomen, kennelijk bedoeld om te dienen als kerstbomen, indien niet ouder dan twintig jaar;
- e. kweekgoed;
- f. uit populieren of wilgen bestaande:
 1. wegbepantingen;
 2. beplantingen langs waterwegen, en
 3. eenrijige beplantingen langs landbouwgronden;
- g. het dunnen van een houtopstand;
- h. uit populieren, wilgen, essen of elzen bestaande beplantingen die kennelijk zijn bedoeld voor de productie van houtige biomassa, indien zij:
 1. Ten minste eens per 10 jaar worden geoogst;
 2. Bestaan uit minstens tienduizend stoven per hectare per beplantingseenheid, zijnde een aaneengesloten beplanting die niet wordt doorsneden door onbeplante stroken brede dan twee meter, en
 3. zijn aangelegd na 1 januari 2013.

De Wnb stelt dat wanneer houtopstanden worden gekapt, er voorafgaand aan de kap een meldingsplicht bij de provincie of het RVO moet worden gedaan. Het RVO is bevoegd gezag voor bomen en houtopstanden bij hoofdspoorwegen en andere uitzonderingen, de provincie is bevoegd gezag wanneer

geen uitzonderingen van toepassing zijn. Het bevoegd gezag bepaalt welke informatie omtrent de te kappen opstand aangeleverd dient te worden, op welke termijn dit aangeleverd dient te worden en welke voorwaarden voor de uitvoering van de kap gelden. Daarnaast geldt dat binnen drie jaar na de kap een herbeplantingsplicht geldt (door aanplant, bezaaiing of natuurlijke verjonging dan wel op andere wijze realiseren van een nieuwe houtopstand). Wanneer dat niet op dezelfde plaats kan, dan kan bevoegd gezag ontheffing verlenen door de herbeplanting op andere gronden toe te staan indien de herbeplanting voldoet aan bij provinciale verordening gestelde regels. Verder kunnen provincies ontheffing of vrijstelling verlenen voor bepaalde verbodsbepalingen en/of voorwaarden omtrent herbeplanting. Herbeplanting kan niet plaatsvinden als sprake is van een oude bosgroeiplaats (Omgevingsverordening artikel 3.91 lid 2 sub h).

2.2.2.4 Rode Lijst-soorten

Het Verdrag van Bern vereist dat Nederland zorgt draagt voor bedreigde en kwetsbare soorten. Daarom is de Rode Lijst opgesteld, waarop deze soorten worden vermeld. De Rode Lijst heeft via de AMvB Besluit Rode Lijsten flora en fauna een wettelijke status gekregen om de artikelen 1 en 3 van het Verdrag van Bern te implementeren.

De Rode Lijsten omvatten verschillende soortgroepen, zoals zoogdieren, vogels, bijen en vlinders, en worden periodiek vastgesteld op basis van trend en zeldzaamheid. Hoewel de Rode Lijsten op zichzelf geen juridische status hebben, dienen ze als belangrijke indicatoren voor het beleid. Ze geven de staat van de natuur aan en kunnen invloed hebben op het beschermingsbeleid voor specifieke soorten.

Volgens de Wet natuurbescherming moeten de Rode Lijsten worden opgenomen in de natuurvisie en moeten provincies maatregelen nemen voor het behoud en herstel van soorten op de Rode Lijsten. Soorten op de Rode Lijst krijgen een hogere prioriteit bij beschermingsmaatregelen, zoals het verbeteren van hun leefgebieden.

De Rode Lijst-soorten spelen ook een rol bij het Natuurnetwerk Nederland. De soorten worden van belang geacht voor het functioneren van het Natuurnetwerk Nederland. Ook kan de Rode Lijst van invloed zijn bij het maken van uitzonderingen op de verboden handelingen in het kader van natuurbeschermingsregimes. De staat van instandhouding van een soort, zoals aangegeven op de Rode Lijst, is een belangrijke factor bij het beoordelen van dergelijke uitzonderingen.

2.2.3 Provincie

In de Omgevingsverordening van de Provincie Gelderland worden meerdere gebieden aangewezen die ten dienste staan van het onderling verbinden van natuurgebieden en behoud en versterking van de kwaliteit van het landschap. De gebieden worden in onderstaande paragrafen nader toegelicht.

2.2.3.1 Gelders Natuurnetwerk en Groene Ontwikkelingszone

De gebieden van het Natuurnetwerk Nederland (NNN) worden in de Provincie Gelderland het Gelders Natuurnetwerk (GNN) genoemd. De Provincie Gelderland streeft naar het veiligstellen van de verscheidenheid en kwaliteit van de Gelderse natuur. Het GNN bestaat uit een stelsel van onderling verbonden natuurgebieden in de Provincie Gelderland. Om deze natuurgebieden te beschermen en de samenhang te versterken is het doel om de natuurgebieden uit te breiden en verbindingzones in de Groene Ontwikkelingszone (GO) aan te leggen. De GO bestaat uit terreinen met een andere bestemming dan natuur die ruimtelijk vervlochten zijn met het GNN en waar bij ontwikkelingen rekening gehouden wordt met de ecologische waarde die de locatie heeft.

De hoofdregel voor de bescherming van het GNN staat beschreven in artikel 2.39 van de provinciale Omgevingsverordening. Als er sprake is van nadelige gevolgen voor de kernkwaliteiten, oppervlakte en samenhang van het natuurnetwerk moeten negatieve gevolgen voor de kernkwaliteiten en samenhang volledig gemitigeerd en voor de oppervlakte volledig gecompenseerd worden. Als er per saldo geen sprake is van negatieve gevolgen, kan de ingreep plaatsvinden. Is er per saldo wel sprake van negatieve gevolgen, kan de ingreep alleen plaatsvinden door middel van een 'Nee, tenzij toets' met ADC-achtige kenmerken (artikel 2.40).

Voor ontwikkelingen in de GO geldt artikel 2.52 van de provinciale Omgevingsverordening. De kernkwaliteiten of ontwikkelingsdoelen van de GO moeten worden versterkt en de samenhang van de GO mag niet verloren gaan.

Met betrekking tot provinciaal beschermde natuurgebieden past de Provincie Gelderland geen externe werking toe. Dit houdt in dat alle activiteiten die buiten deze gebieden plaatsvinden niet getoetst hoeven te worden aan dit kader. Tevens kan een activiteit plaatsvinden, indien deze op basis van het ter plaatse geldende bestemmingsplan uitgevoerd mag worden. Het spoortraject dat gelegen is langs het Gelders Natuurnetwerk en binnen de Groene Ontwikkelingszone heeft geen toegewezen bestemming conform een bestemmingsplan die de voorgenomen ontwikkeling zondermeer toestaat. Derhalve dient op dit traject wel getoetst te worden aan het provinciale beleid aangaande natuurgebieden.

2.2.3.2 Bescherming Houtopstanden (provinciaal)

Voor beschermde houtopstanden Wnb geldt een meldingsplicht bij de Provincie Gelderland. Een melding als bedoeld in artikel 4.2, eerste lid, van de Wet natuurbescherming wordt ten minste zes weken en niet langer dan één jaar voorafgaand aan de werkzaamheden (artikel 3.87 Provinciale verordening Gelderland 2023). Een bosbouwkundige herbeplanting moet voldoen aan de eisen uit artikel 3.88 Omgevingsverordening Gelderland 2023.

Artikel 3.88 Omgevingsverordening Gelderland 2023

1. Een bosbouwkundig verantwoorde herbeplanting als bedoeld in artikel 4.3, derde lid, van de Wet natuurbescherming voldoet aan de 50 volgende eisen:
 - a. de oppervlakte van de herbeplanting is ten minste gelijk aan de gevelde of teniet gegane oppervlakte;
 - b. de boomsoorten van de herbeplanting zijn geschikt om, gelet op de bodemkwaliteit en waterhuishouding ter plaatse, uit te groeien tot een volwaardige en duurzame houtopstand;
 - c. door de te hanteren plantafstand van de herbeplanting ontstaat binnen een periode van tien jaar een gesloten kronendak;
 - d. de herbeplanting bestaat niet uit soorten die een gevaar vormen voor de natuurlijke biodiversiteit ter plaatse;
 - e. de herbeplanting bestaat niet uit tuinsoorten en sierheesters;
 - f. binnen Natura 2000 gebieden brengt de herbeplanting geen schade toe aan de natuurlijke kenmerken en instandhoudingsdoelstellingen als bedoeld in artikel 2.1, vierde lid, van de Wet natuurbescherming;
 - g. met de herbeplanting wordt binnen tien jaar een uitgangssituatie gerealiseerd die op termijn tenminste leidt tot vergelijkbare ecologische en landschappelijke waarden in verhouding tot de gevelde of teniet gegane houtopstand.
2. In afwijking van het eerste lid, onder c, geldt voor laanbomen een maximale plantafstand van tien meter.

Gedeputeerde staten kunnen ontheffing van herbeplanting op andere grond verlenen wanneer artikel 3.91 uit de Omgevingsverordening Gelderland in acht wordt genomen:

Artikel 3.91 Omgevingsverordening Gelderland 2023

1. Gedeputeerde Staten kunnen ontheffing verlenen voor herbeplanting op andere grond als bedoeld in artikel 4.5, eerste lid, van de Wnb, als:
 - a. de te vellen of teniet gegane houtopstand wordt vervangen door heide, schraalland, een poel of een biotoop voor bijzondere planten of dieren;
 - b. de te vellen of teniet gegane houtopstand gelegen is in een boskern, bestaand uit een aaneengesloten complex van houtopstanden met oppervlakte van ten minste vijf hectare, en de herbeplanting op andere grond een uitbreiding van diezelfde boskern of een elders gelegen boskern van die omvang tot stand brengt;
 - c. de houtopstand geveld wordt of teniet gaat ter uitvoering van een ruimtelijke ingreep in overeenstemming met een onherroepelijk bestemmingsplan, of
 - d. de herbeplanting op andere grond een gunstigere invloed heeft op het landschap dan herbeplanting op dezelfde grond

2. Gedeputeerde Staten verlenen geen ontheffing als:
 - a. de andere grond is gelegen buiten de Provincie Gelderland;
 - b. op de andere grond reeds sprake is van een verplichting tot herbeplanting;
 - c. op de andere grond een plicht tot mitigerende maatregelen of compensatie rust op grond waarvan bomen worden aangeplant;
 - d. voor herbeplanting op de andere grond subsidie is aangevraagd op grond van de Regels Ruimte voor Gelderland 2016, paragraaf 4.8, Inrichting van het Gelders Natuurnetwerk;
 - e. de herbeplanting op andere grond een negatief effect heeft op de beschermde natuurwaarden en bijzondere landschappelijke waarden in het gebied waarin de andere grond is gelegen;
 - f. de gevelde of teniet gegane houtopstand een landschapselement betreft of een andere kleine houtopstand met een belangrijke ecologische of landschappelijke functie;
 - g. de gevelde of teniet gegane houtopstand bijdraagt aan de instandhoudingsdoelstellingen, bedoeld in artikel 2.1, vierde lid, van de Wnb, of
 - h. de gevelde of teniet gegane houtopstand een oude bosgroeiplaats betreft waar voorafgaand aan de velling of het teniet gaan ten minste 100 jaren onafgebroken bos heeft gestaan.

Artikel 3.91 lid 2 sub h stelt dus dat geen ontheffing voor herbeplanting mogelijk is voor oude bosgroeiplaatsen. Wat gedefinieerd wordt als oude bosgroeiplaatsen is in overleg met de Provincie Gelderland bepaald en wordt gebaseerd op historische gegevens van de omgeving.

2.2.3.3 *Weidevogelgebied en ganzenrustgebied*

Betreffende weidevogelgebieden en ganzenrustgebieden staan de volgende instructieregels in het de Omgevingsverordening (Figuur 3.3):

Artikel 2.51a Omgevingsverordening Gelderland 2023

Voor zover een bestemmingsplan betrekking heeft op een Weidevogelgebied laat het:

- a. in ieder geval een nieuwe windturbine of nieuw zonnenveld niet toe; en
- b. een andere nieuwe activiteit of ontwikkeling alleen toe als deze geen nadelige gevolgen kunnen hebben voor de functie als broedgebied voor weidevogels

Artikel 2.41b Omgevingsverordening Gelderland 2023

Voor zover een bestemmingsplan betrekking heeft op een Ganzenrustgebied laat het een nieuwe activiteit of ontwikkeling alleen toe als

- uit onderzoek blijkt dat deze activiteit of ontwikkeling wordt uitgevoerd op een locatie waar de nadelige gevolgen voor de functie als rustgebied voor overwinterende ganzen zoveel mogelijk worden beperkt; en
- na uitvoering minimaal 500 hectare in het betreffende Ganzenrustgebied overblijft.

2.2.4 **Gemeente**

2.2.4.1 *Montferland*

Conform de APV van de gemeente Montferland is het verboden om zonder vergunning van het bevoegd gezag houtopstanden te vellen of te rooien als deze op de bomenlijst staan of van een *diameter* groter dan 50 cm op 1,30 meter stamhoogte boven het maaiveld hebben (artikel 4.11). Dit betreft bomen binnen de bebouwde kom Wnb. Het bevoegd gezag kan een herplantplicht opleggen.

Het groenstructuurplan van de gemeente Montferland is een beleidsnota voor het behoud en de ontwikkeling van het groen binnen de gemeente. De gemeente Montferland heeft voor iedere kern een uitgebreide vertaling van de visie gevat in een eigen werkboek. Monumentale en beeldbepalende bomen zijn reeds beschermd. In het groenstructuurplan van Montferland wordt die bescherming herbevestigd. Daarnaast worden in het groenstructuurplan ook andere elementen die essentieel zijn voor de groenstructuur in de kernen beschermd.

2.2.4.2 Doetinchem

Conform de bomenverordening van de gemeente Doetinchem is het verboden om zonder vergunning van het bevoegd gezag houtopstanden te vellen of te rooien als deze op de bijzondere bomenlijst staan, het een openbare boom betreft met een *stamomtrek* van meer dan 60 cm of een particuliere boom met een stamomtrek van meer dan 120 cm op 1,30 meter hoogte boven het maaiveld (artikel 2 lid 4 en 5). Deze regelgeving geldt voor zowel binnen als buiten de bebouwde kom Wnb. Het bevoegd gezag kan een herplantplicht opleggen.

Provinciale en gemeentelijke kaarten zijn gecombineerd en aangevuld tot de Groenstructuurkaart Doetinchem 2017. De groenstructuurkaart bestaat uit drie deelkaarten: West (Wehl en omgeving), Midden (stad Doetinchem en omgeving) en Oost (Gaanderen en omgeving). Bij het samenstellen van de groenstructuurkaart staat de opgave 'creëren van de groene waas' uit de Structuurvisie 2035 centraal. De kaarten West en Midden zijn relevant voor onderhavig project.

2.2.4.3 Houtopstanden buiten bebouwde kom

Houtopstanden zijn beschermd onder de Wet natuurbescherming (Wnb) als zij buiten de bebouwde kom Wnb staan en onderdeel uitmaken van een oppervlakte bos van meer dan 10 are (1.000 m²) of van een rijbeplanting die meer dan 20 bomen omvat (artikel 1.1 lid 1 Wnb). Indien zij niet onder een uitzondering zoals genoemd in artikel 4.1 van de Wnb vallen geldt een meldingsplicht en herplantplicht. Dit moet worden afgestemd met de Provincie Gelderland. De APV van de gemeente Montferland heeft geen betrekking op bomen buiten de bebouwde kom Wnb. Bomen buiten de bebouwde kom Wnb van de gemeente Doetinchem kunnen zowel onder de bomenverordening als beschermde houtopstanden Wnb vallen.

2.3 Beoordelingskader

2.3.1 Beoordelingscriteria en wijze van beoordelen

In de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) RegioExpres d.d. 27-09-2022 is het beoordelingskader vastgesteld. Voor alle milieuthema's zijn in het beoordelingskader de aspecten en bijbehorende criteria vastgesteld. De permanente effecten tijdens de gebruiksfase worden onderzocht en, indien relevant, de tijdelijke effecten tijdens de aanlegfase. Navolgende tabel toont het beoordelingskader voor het deelonderzoek natuur. De tabel wijkt af van hetgeen aangegeven in de NRD, maar voldoet minimaal aan het beoordelingskader. Voor het overzicht zijn de aspecten in drie thema's ondergebracht.

Tabel 2.1 Beoordelingskader (wijze beoordeling) deelonderzoek

Thema en aspect	Criterium	Wijze van beoordelen
Natuur		
Beschermde gebieden	1. Instandhoudingsdoelen Natura 2000 – stikstof 2. Instandhoudingsdoelen Natura 2000 – overige aspecten 3. Gelders Natuurnetwerk (GNN) en Groene Ontwikkelingszone (GO) 4. Ecologische verbindingzones 5. Weidevogelgebied en ganzenrustgebied	Kwantitatief en kwalitatief
Beschermde soorten en Rode Lijst-soorten	6. Beschermde dier- en plantsoorten Wnb 7. Rode Lijst-soorten	Kwalitatief
Beschermde houtopstanden	8. Houtopstanden Wnb 9. Provinciaal beleid houtopstanden 10. Gemeentelijk beleid houtopstanden 11. Gemeentelijke groenstructuren	Kwantitatief

2.3.2 Beoordelingsschaal

De beoordeling van dit deelonderzoek wordt uitgevoerd op basis van onderstaande scoretoekenning, dit is afgeleid uit het vastgestelde NRD.

Omdat positieve effecten bij een infrastructurele ontwikkeling zoals de RegioExpres uit te sluiten zijn, is ten behoeve van de scoring een 3-puntsbeoordelingsschaal gebruikt. In onderstaande overzichten is per aspect aangegeven welke beoordelingscriteria zijn gehanteerd. De beoordeling vindt plaats ten opzichte van de referentiesituatie. Dat is de huidige situatie inclusief autonome ontwikkeling.

Tabel 2.2 Beoordelingsschaal Instandhoudingsdoelen Natura 2000 - Stikstof

Score	Kwalitatief oordeel	Kwantitatieve score
++	Zeer positief effect	Sterke afname van stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden met significante gevolgen voor het gebied.
+	Positief effect	Afname van de stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden zonder significante gevolgen voor het gebied.
0	Geen/Neutraal effect	Geen verandering van de stikstofdepositie op Natura 2000-gebied.
-	Negatief effect	Stijging van de stikstofdepositie op Natura 2000-gebied, maar geen significante gevolgen voor het gebied.
--	Sterk negatief effect	Stijging van de stikstofdepositie op Natura 2000-gebied met significante gevolgen voor het gebied. Extern salderen en/of ADC-toets is nodig.

Tabel 2.3 Beoordelingsschaal Instandhoudingsdoelen Natura 2000 – overige aspecten

Score	Kwalitatief oordeel	Kwantitatieve score
++	Sterk positief effect	Sterke verbetering van de natuurwaarden met instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied.
+	Positief effect	Verbetering van Natura 2000-gebied.
0	Geen/Neutraal effect	Geen effecten binnen Natura 2000-gebied.
-	Negatief effect	Negatieve effecten op Natura 2000-gebied, maar significante gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen zijn uit te sluiten.
--	Sterk negatief effect	Significante gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen kunnen niet met zekerheid worden uitgesloten. Compensatie en ADC-toets zijn nodig.

Tabel 2.4 Beoordelingsschaal Gelders Natuurnetwerk (GNN)

Score	Kwalitatief oordeel	Kwantitatieve score
++	Sterk positief effect	Sterke verbetering van de kernkwaliteiten, oppervlakte en/of samenhang van het GNN.
+	Positief effect	Verbetering van de kernkwaliteiten, oppervlakte en/of samenhang van het GNN.
0	Geen/Neutraal effect	Geen effecten binnen het GNN.
-	Negatief effect	Raakvlak met het GNN, maar er is geen sprake van aantasting van de kernkwaliteiten, oppervlakte en/of samenhang van het GNN.
--	Sterk negatief effect	Nadelige gevolgen voor de kernkwaliteiten, oppervlakte en/of samenhang van het GNN.

Tabel 2.5 Beoordelingsschaal Groene Ontwikkelingszone (GO) en Ecologische Verbindingszone (EVZ)

Score	Kwalitatief oordeel	Kwantitatieve score
++	Sterk positief effect	Sterke verbetering van de samenhang, kernkwaliteiten en ontwikkelingsdoelen van het GO (inclusief EVZ).
+	Positief effect	Verbetering van de samenhang, kernkwaliteiten en/of ontwikkelingsdoelen van het GO (inclusief EVZ).
0	Geen/Neutraal effect	Geen effecten binnen de GO.
-	Negatief effect	Raakvlak met de GO, de kernkwaliteiten (inclusief EVZ) en/of ontwikkelingsdoelen moeten per saldo worden versterkt, maar de samenhang gaat niet verloren.
--	Sterk negatief effect	Raakvlak met de GO, de kernkwaliteiten (inclusief EVZ) en/of ontwikkelingsdoelen moeten per saldo worden versterkt. Samenhang gaat ook verloren.

Tabel 2.6 Beoordelingsschaal weidevogelgebied en ganzenrustgebied

Score	Kwalitatief oordeel	Kwantitatieve score
++	Sterk positief effect	Sterke verbetering en/of uitbreiding van weidevogelgebied en/of ganzenrustgebied.
+	Positief effect	Verbetering en/of uitbreiding van weidevogelgebied en/of ganzenrustgebied.
0	Geen/Neutraal effect	Geen effect op weidevogelgebied en/of ganzenrustgebied.
-	Negatief effect	Aantasting van weidevogelgebied of ganzenrustgebied, maar geen nadelige gevolgen voor de functies als broedgebied voor weidevogels en/of rustgebied voor overwinterende ganzen.
--	Sterk negatief effect	Aantasting van weidevogelgebied of ganzenrustgebied. Nadelige gevolgen voor de functie als broedgebied voor weidevogels en/of rustgebied voor overwinterende ganzen.

Tabel 2.7 Beoordelingsschaal beschermde dier- en plantsoorten

Score	Kwalitatief oordeel	Kwantitatieve score
++	Sterk positief effect	Verbetering of uitbreiding van leefgebieden van HRL-soorten en/of vogels met jaarrond beschermde nestplaats.
+	Positief effect	Verbetering of uitbreiding van leefgebieden van nationaal beschermde soorten en/of algemene broedvogels.
0	Geen/Neutraal effect	Geen aantasting of verbetering van leefgebieden van beschermde soorten.
-	Negatief effect	Aantasting of verlies van leefgebieden van nationaal beschermde soorten en/of algemene broedvogels.
--	Sterk negatief effect	Aantasting of verlies van leefgebieden van HRL-soorten en/of vogels met jaarrond beschermde nestplaats.

Tabel 2.8 Beoordelingsschaal Houtopstanden

Score	Kwalitatief oordeel	Kwantitatieve score
++	Sterk positief effect	Aanzienlijke uitbreiding van areaal van houtopstanden (meer dan 100 bomen).
+	Positief effect	Uitbreiding van areaal van houtopstanden (>0 tot 100 bomen).
0	Geen/Neutraal effect	Geen wijziging van houtopstanden.
-	Negatief effect	Afname van houtopstanden (minder dan 100 bomen), waarbij kap op oude bosgroeiplaatsen is uitgesloten.
--	Sterk negatief effect	Sterke afname van houtopstanden (meer dan 100 bomen) en/of er moeten bomen op oude bosgroeiplaatsen gekapt worden.

Tabel 2.9 Beoordelingsschaal Gemeentelijke groenstructuurplannen

Score	Kwalitatief oordeel	Kwantitatieve score
++	Sterk positief effect	Versterking van functionaliteit en uitbreiding groenstructuur.
+	Positief effect	Versterking functionaliteit of uitbreiding van groenstructuur.
0	Geen/Neutraal effect	Geen effect op gemeentelijke groenstructuurplannen.
-	Negatief effect	Raakvlak met groenstructuur maar functionaliteit van de groenstructuur blijft behouden.
--	Sterk negatief effect	Raakvlak met groenstructuur waarbij de functionaliteit van de groenstructuur zal verdwijnen.

2.4 Onderzoeksmethodiek

2.4.1 Ingreep-effectrelaties

2.4.1.1 Oppervlakteverlies

Oppervlakteverlies door (tijdelijk) ruimtegebruik bij de realisatie en aanwezigheid van de maatregelen aan het spoor kan leiden tot verkleining en/of versnippering van habitats en/of leefgebieden van dieren. Hierdoor kunnen de populaties van specifieke soorten kwetsbaar worden door de gevolgen van predatie, extreme seizoensinvloeden of ziekten.

Oppervlakteverlies vindt plaats op de locaties waar ingrepen binnen het plangebied overlappen met habitattypen en leefgebieden van beschermde soorten.

2.4.1.2 Barrièrewerking

Barrièrewerking neemt toe wanneer de mogelijkheden om het spoor te kruisen verminderen. Dit zal worden onderzocht middels het vergelijken van de huidige situatie ten aanzien van beschermde soorten met de toekomstige situatie, aan de hand van de onderzoeken, bureaustudie en ontwerptekeningen.

2.4.1.3 Verstoring (licht, geluid, trillingen)

Diersoorten kunnen in hun natuurlijk gedrag gestoord worden door aanwezigheid van door mensen veroorzaakte verstoringbronnen. Geluid, trillingen, licht en visuele verstoring kunnen dan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuen. Langdurige verstoring van natuurlijk gedrag kan nadelige gevolgen hebben voor de populatie van een soort. Onder visuele verstoring wordt verstoring als gevolg van aanwezigheid en beweging van materieel en mensen verstaan.

2.4.1.4 Verzuring en vermesting

Zowel in de realisatiefase als exploitatiefase worden verzurende en vermestende stoffen (vooral NO_x) geëmitteerd door treinen, voertuigen en installaties. Deze verzurende en vermestende stoffen slaan via

de atmosfeer neer op land en water (stikstofdepositie) en kunnen negatieve effecten op habitattypen veroorzaken, zoals vergrassing of verzuuring. Ook soorten die afhankelijk zijn van een bepaald habitat kunnen hierdoor nadelig beïnvloed worden, bijvoorbeeld door verandering van de samenstelling van de structuur van de vegetatie of een verandering van voedselaanbod. Een risico op effecten is met name aanwezig als de situatie overbelast is. Van overbelasting is sprake als de achtergronddepositie hoger dan de kritische depositiewaarde.

2.4.2 Uitgevoerde onderzoeken

Om de effecten van het project RegioExpres op het aspect natuur te onderzoeken zijn verschillende achterliggende onderzoeken uitgevoerd. In Tabel 2.10 is weergegeven wat er onderzocht is en in welke bijlage het achterliggende rapport te vinden is.

Tabel 2.10 Uitgevoerde onderzoeken voor het thema natuur

Rapport	Omschrijving	Bijlage
AERIUS-berekeningen	Stikstofdepositie van het project.	Bijlage 12 en Bijlage 13
Toetsing GNN en GO (met als bijlage quickscan natuurontwikkelingsgebieden, biogeochemisch onderzoek en inrichtingsplan)	Toetsing van het project aan het beleid betreffende GNN en GO waarbij beoordeling wordt gegeven of de voorgenomen ingrepen en activiteiten strijdig zijn met het vigerende beleid.	Bijlage 1
Quickscan ecologie spoorbaan	Toetsing van de voorgenomen ingrepen en activiteiten aan het wettelijk kader ten aanzien van natuur. Middels een bureaustudie en biotoopverkenning is een eerste indruk over het de natuurwaarden in het studiegebied verkregen en wordt duidelijkheid gegeven over eventuele vervolgstappen.	Bijlage 5
Quickscan ecologie bouwterreinen	Toetsing van de voorgenomen ingrepen en activiteiten ten behoeve van de bouwterreinen aan het wettelijk kader ten aanzien van natuur. Middels een bureaustudie en biotoopverkenning is een eerste indruk over het de natuurwaarden in het studiegebied verkregen en wordt duidelijkheid gegeven over eventuele vervolgstappen.	Bijlage 8
Nader onderzoek ecologie spoorbaan	Uit de quickscan spoorbaan is gebleken dat er nader onderzoek nodig is naar vogels met jaarronds beschermde nesten en vleermuizen. In dit rapport is dit aanvullend veldonderzoek toegelicht.	Bijlage 7

Rapport	Omschrijving	Bijlage
Nader onderzoek ecologie bouwterreinen	Uit de quickscan bouwterreinen is gebleken dat er nader onderzoek nodig is naar vogels met jaarronds beschermde nesten, vaatplanten, zoogdieren, reptielen en ongewervelden. In dit rapport is dit aanvullend veldonderzoek toegelicht.	Bijlage 9
Memo houtopstanden Wnb	Middels een bomeninventarisatie zijn mogelijk te kappen bomen in kaart gebracht en is vastgesteld onder welke wet- en regelgeving zij vallen.	Bijlage 11

2.4.3 Methodes

2.4.3.1 Beschermde gebieden

Er is gekeken naar mogelijke effecten van de voorgenomen werkzaamheden op beschermde natuurgebieden in de omgeving. Beschermde gebieden die zijn meegenomen omvatten: Natura 2000-gebieden, het Gelders Natuurnetwerk (GNN), de Groene Ontwikkelingszone (GO) inclusief de Ecologische Verbindingszones (EVZ), weidevogelgebieden en ganzenrustgebieden in de Provincie Gelderland. Hierbij zijn de brongegevens van de Provincie Gelderland gebruikt.

Voor de effectbepaling is gekeken naar ruimtebeslag op beschermde gebieden en, indien relevant, naar mogelijke indirecte effecten. Indirecte effecten zijn bijvoorbeeld verstoring door geluid, licht, trillingen en optische verstoring. Voor Natura 2000-gebied is ook aangegeven of er vervolgstappen nodig zijn vanwege stikstofdepositie. Voor alle natuurgebieden is onderzocht of ze ook externe werking kennen. Dat wil zeggen dat de bescherming van het gebied ook bij activiteiten rondom het natuurgebied geldt. Dit is aan de orde voor de Natura 2000-gebieden. De Provincie Gelderland past met betrekking tot het GNN, weidevogelrustgebied en ganzenrustgebied geen externe werking toe.

Op basis van de effectbepaling is aangegeven welke vervolgstappen nodig zijn. Hierbij kan gedacht worden aan nader onderzoek, het aanvragen van een vergunning in het kader van de Wet natuurbescherming of het doorlopen van de 'nee, tenzij-procedure' voor GNN-gebied.

2.4.3.2 Beschermde soorten

Ten behoeve van het nader onderzoek naar beschermde soorten is heeft een bureaustudie en een oriënterend veldbezoek plaatsgevonden.

Bureaustudie

Tijdens de bureaustudie is een inventarisatie gedaan naar bestaande verspreidingsgegevens voor beschermde soorten flora en fauna, zoals opgenomen in de Wet natuurbescherming. Voor de bureaustudie zijn de verspreidingsgegevens uit de Nationale Databank Flora en Fauna (NDFF) geraadpleegd. Hierbij zijn gegevens van de afgelopen 5 jaar in (de omgeving van) het studiegebied geraadpleegd. Als zoekgebied is een afstand van minimaal 2 kilometer tot hart spoor gehanteerd.

De volgende soortgroepen zijn onderzocht:

- Vaatplanten;
- Vogels;
- Grondgebonden zoogdieren;
- Vleermuizen;
- Reptielen;
- Amfibieën;
- Vissen;
- Ongewervelden.

Ten aanzien van vogels zijn in de bureaustudie alleen soorten met een jaarrond beschermd nest meegenomen. De overige vogelsoorten (categorie 5 en algemene broedvogels) zijn tijdens het veldbezoek en beoordeling wel meegenomen en worden beschreven indien het project een (mogelijk) effect heeft op deze soort. Voor algemene broedvogels geldt de algemene verbodsbepaling dat nesten niet mogen worden verstoord of vernietigd als het nest in gebruik is.

Oriënterend veldbezoek

Tijdens het veldbezoek is middels visuele inspectie gekeken naar de mogelijke aanwezigheid van beschermde planten en (sporen van) beschermde dieren in (de omgeving van) het studiegebied. Tijdens de inspectie is ook een biotoopbeoordeling uitgevoerd. Daarbij is gekeken naar de aanwezigheid van geschikte biotopen en essentiële landschappelijke functies voor beschermde soorten, waaronder ook Rode Lijst-soorten.

Effectbepaling en vervolgstappen

Op basis van de gegevens uit de bureaustudie en het oriënterende veldbezoek heeft een beoordeling plaatsgevonden van de effecten van de voorgenomen ingreep op de beschermde natuurwaarden in (de omgeving van) het studiegebied. Op basis van de effectbepaling zijn de vervolgstappen vastgesteld. Hierbij is per soortgroep aangegeven of nader onderzoek nodig is. Indien een soort aanwezig is binnen het plangebied en er sprake is van negatieve effecten, is een ontheffing in het kader van de Wet natuurbescherming benodigd. Indien mogelijk wordt aangegeven welke maatregelen kunnen worden genomen

2.4.3.3 Houtopstanden

Er is gekeken naar mogelijke raakvlakken van de voorgenomen werkzaamheden met houtopstanden. Hierbij is in eerste instantie getoetst of omwille van de ruimtelijke ontwikkeling houtopstanden geroid of geveld dienen te worden. Indien er sprake is van verwijderen van houtopstanden, is bepaald of de betreffende houtopstanden vallen onder het beschermingsregime van de Wnb onderdeel houtopstanden, provinciaal beleid (oude bosgroeiplaatsen) of gemeentelijk beleid. Er is aangegeven of en welke vervolgstappen er nodig zijn voor het uitvoeren van de werkzaamheden in relatie tot de betreffende beschermingsregimes.

2.4.3.4 Gemeentelijke groenstructuurplannen

Om de tijdelijke en permanente effecten van de ingreep te toetsen aan het gemeentelijke groenstructuurplan zijn voor de gemeentes Montferland en Doetinchem de groenstructuurplannen digitaal opgezocht. Per gebiedseenheid is bekeken waar de groenstructuurplannen raakvlak hebben met de ontwikkeling. Vervolgens is kwalitatief getoetst op basis van beschikbare achtergrondrapporten, digitale bronnen en expert judgement wat het effect is op de elementen in de groenstructuurplannen.

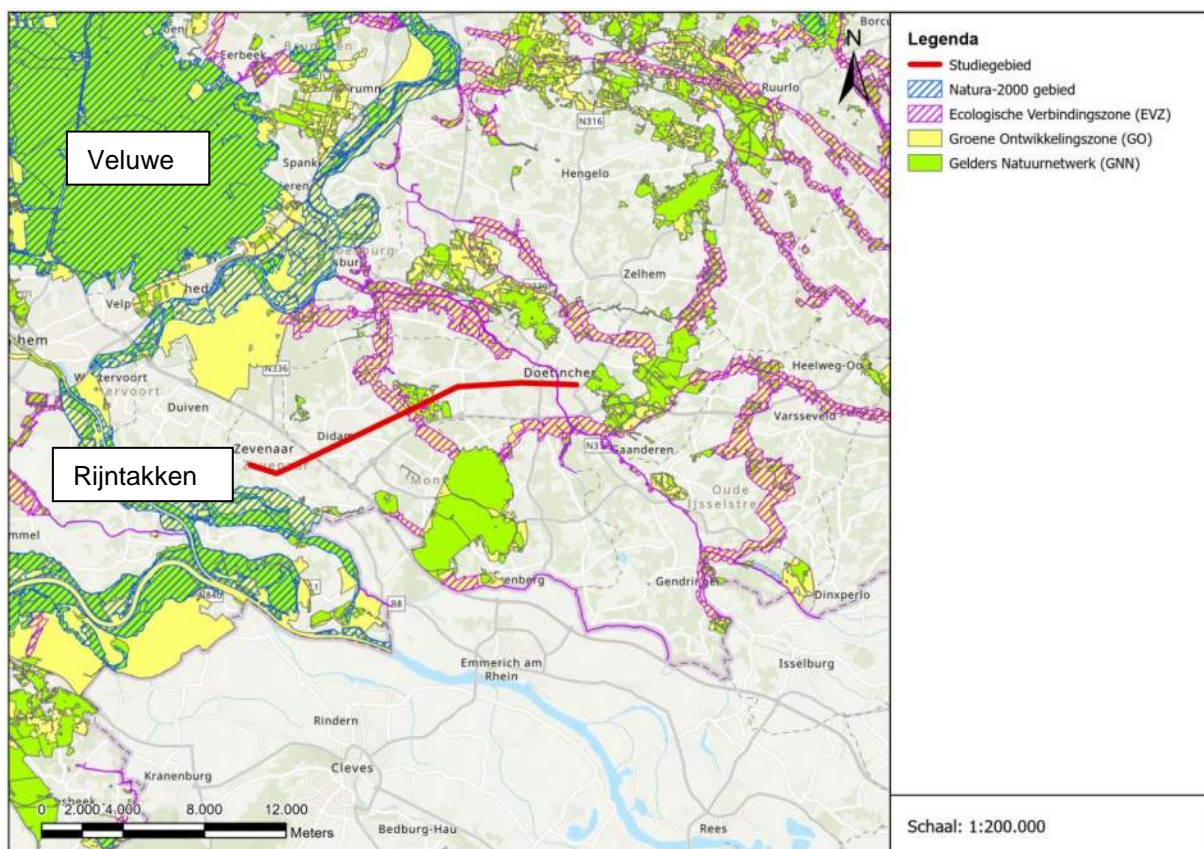
3 Huidige situatie, referentiesituatie en tijdelijke situatie

3.1 Huidige situatie

Tussen Didam en Doetinchem De Huet is in de huidige situatie één spoor beschikbaar, uitzondering is station Wehl waar al wel een klein stukje dubbelspoor aanwezig is. In 2019 is het spoor tussen Zevenaar en Didam verdubbeld.

3.1.1 Natura 2000-gebieden

Het dichtstbijzijnde Natura 2000-gebied is het Natura 2000-gebied Rijntakken op een afstand van 750 meter ten zuiden van het deel van het plangebied gelegen in Zevenaar. Dit Natura 2000-gebied ligt ook ten noorden van het plangebied op ongeveer 7 kilometer. Op ongeveer 10 kilometer ten noorden is het Natura 2000-gebied Veluwe gelegen. De ligging van de Natura 2000-gebieden in de omgeving van het plangebied zijn weergegeven in Figuur 3.1.



Figuur 3.1 De ligging van beschermde natuurgebieden in de omgeving van het studiegebied.

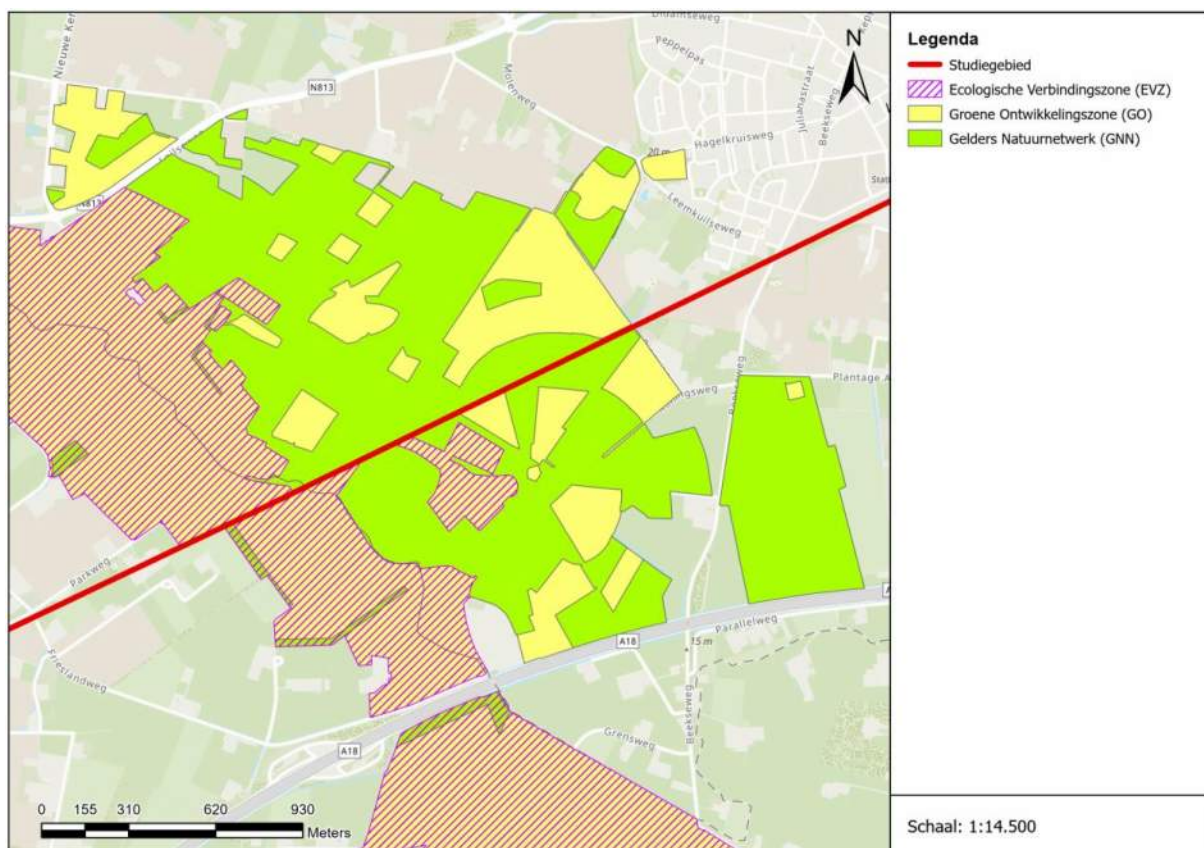
3.1.2 Natuurgebieden Provincie Gelderland

Provinciaal beschermde natuurgebieden in de Provincie Gelderland zijn opgedeeld in verschillende deelgebieden. Per deelgebied heeft de provincie de kernkwaliteiten en ontwikkelingsdoelen vastgesteld. Het plangebied waar werkzaamheden uitgevoerd gaan worden als gevolg van voorliggend project, ligt in deelgebied nr. 38 De Liemers Oost.

De kernkwaliteiten van De Liemers Oost zijn als volgt beschreven:

- Heideontginnings- kampen- en essenlandschap in het oosten; kom- en broekontginningen in het westen; dicht en kleinschalig in het oosten, steeds opener naar het westen; overgangen naar Montferland en het Rijnstrangengebied;
- Parel/A-locatie bos: De Bijvanck: landgoed met oude boslocatie met waardevolle bossen van rijkere bodems met bossoorten als bosanemoon en boszegge;
- Parel: Kwartierse Dijk: smalle, kronkelige dijk met zeer rijk stroomdalgrasland met vele zeldzame soorten; mogelijk leefgebied knoflookpad;
- Parel/A-locatie bos: Bosslag: eeuwenoud op oude rivierklei met overgangen naar zandiger gedeelten; het eikenhaagbeukenbos is het meest waardevol;
- De EVZ Bingerden - Keppel en EVZ Veluwe - Montferland verbinden de Veluwe met Montferland en Duitsland: modellen das, kamsalamander (in het noorden); deze verbinding is ook klimaatcorridor Veluwe - Eiffel (stuwwalcorridor);
- Leefgebied das;
- Leefgebied steenuil;
- Cultuurhistorische waarden van de landgoederen, oude ontginningen en kavelpatronen, hakhout, houtwallen, singels, en boerderijen;
- Abiotiek: aardkundige waarden, kwel, bodem, grondwaterreservoir;
- Ecosysteemdiensten: recreatie, drinkwater, waterberging.

De ligging van beschermde natuurgebieden in Gelderland is weergegeven in Figuur 3.2. Dit betreft gebieden van het Gelders Natuurnetwerk (GNN), de Groene Ontwikkelingszone (GO) en Ecologische Verbindingszones (EVZ).



Figuur 3.2 Ligging beschermde natuurgebieden Provincie Gelderland (GNN, GO en EVZ) ten opzichte van het studiegebied van het project RegioExpres

In Tabel 3.1 is weergegeven welke natuur- of landschapstypen geraakt worden door de RegioExpres.

Tabel 3.1 Beheertypen van GNN langs RegioExpres

Code beheertype	Soort beheertype
N16.04	Vochtig bos met productie
N16.03	Droog bos met productie
L01.07	Laan
Zonder natuurtype	Gemaaid gras langs de spoorbaan

De ontwikkelingsdoelen van het GNN binnen De Liemers Oost zijn als volgt beschreven:

- Ontwikkeling oude, natte en droge bossen met bijbehorende flora en fauna;
- Ontwikkeling bosranden en overgangen naar cultuurgronden en schrale graslanden;
- Ontwikkeling ecologische verbinding Bingerden - Keppel met poelen, natte graslanden en moerasjes, opgaande landschapselementen, etc.;
- Ontwikkeling ecologische verbinding Veluwe - Montferland met hagen, bosjes, boomgaardjes en graslanden;
- Ontwikkeling uitwisseling met de omgeving en vermindering barrièrewerking A12, A18, N335, N336, N812, N335, N316, N813 en N814;
- Ontwikkeling biotopen voor vogels van bossen, moerassen en cultuurgronden;
- Ontwikkeling biotopen voor vissen, reptielen en amfibieën;
- Ontwikkeling cultuurhistorische patronen (bijv. parken, kastelen, andere landgoedelementen, ontginningen, houtwallen) en beheersvormen;
- Ontwikkeling houtproductie en andere ecosysteemdiensten.

Van de genoemde kernkwaliteiten en ontwikkelingsdoelen is er maar één die ook daadwerkelijk betrekking heeft op de gebieden waar ruimtebeslag op plaatsvindt. 'Leefgebied das' is de enige kwalificerende kernkwaliteit die betrekking heeft op de gronden van het GNN die geraakt wordt door het plangebied. Er zijn geen burchten van de das aanwezig binnen de invloedssfeer van de werkzaamheden. Wel mag aangenomen worden dat het gebied door dassen gebruikt wordt als foerageergebied.

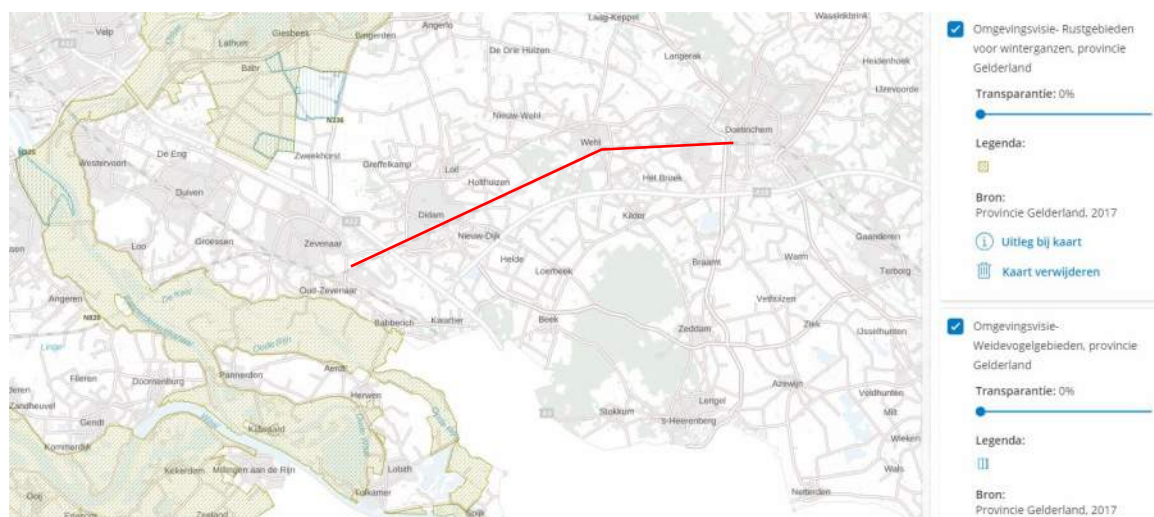
De ontwikkelingsdoelen van het GO binnen de Liemers Oost zijn als volgt beschreven:

- Ontwikkeling bosranden en overgangen naar cultuurgronden en schrale graslanden;
- Ontwikkeling ecologische verbinding Oude IJssel-west met natuurlijkere oevers voor de Oude IJssel, poelen, natte graslanden en moerasjes, opgaande landschapselementen, etc.;
- Ontwikkeling ecologische verbinding Montferland-noord met hagen, bosjes, boomgaardjes en graslanden;
- Ontwikkeling ecologische verbinding Montferland-west met hagen, bosjes, boomgaardjes en graslanden;
- Ontwikkeling uitwisseling met de omgeving en vermindering barrièrewerking A12, A18, N335, N336, N812, N335, N316, N813 en N814;
- Ontwikkeling biotopen voor vogels van bossen, moerassen en cultuurgronden;
- Ontwikkeling biotopen voor vissen, reptielen en amfibieën;
- Ontwikkeling cultuurhistorische patronen (bijv. parken, kastelen, andere landgoedelementen, ontginningen, houtwallen) en beheersvormen;
- Ontwikkeling houtproductie en andere ecosysteemdiensten.

Zoals eerder vastgesteld ligt het plangebied waar werkzaamheden uitgevoerd gaan worden in deelgebied De Liemers Oost waarvoor kernkwaliteiten en ontwikkelingsdoelen vastgesteld zijn (zie paragraaf 3.1.2). Het ruimtebeslag op GNN vindt echter maar plaats op een beperkt deel van gebied De Liemers Oost. De voorgenomen ontwikkelingen zorgen voor een afname van de oppervlakte van het gebied en mindere passeerbaarheid van het spoor, voor das maar ook andere soorten die verbonden zijn aan het gebied.

3.1.3 Weidevogelgebied en ganzenrustgebied

De Provincie Gelderland kent weidevogelgebied en ganzenrustgebied (Figuur 3.3). In dit rapport wordt getoetst of het project RegioExpres raakvlak heeft met deze gebieden. De weidevogelgebieden zijn aangewezen door de Provincie Gelderland. Het betreffen landbouwgebieden waar de provincie eigenaren wil stimuleren om bij de bedrijfsvoering rekening te houden met weidevogels. De weidevogelgebieden maken deel uit van de Groene Ontwikkelingszone. De Groene Ontwikkelingszone bestaat uit terreinen die geen natuurbestemming hebben maar die vaak ruimtelijk vervlochten is met het Gelders Natuurnetwerk. Het gaat vooral om landbouwgrond, maar ook om terreinen voor verblijfs- en dagrecreatie, infrastructuur, woningen en bedrijven. Daarnaast heeft de provincie rustgebieden voor winterganzen ingesteld.



Figuur 3.3 Ligging rustgebied voor winterganzen en weidevogelgebied (bron: Provincie Gelderland, 2017). Het plangebied is weergegeven met rood.

3.1.4 Beschermden soorten

Op basis van de Nationale Database Flora en Fauna (NDFF), online kaartenmateriaal van verspreidingsgegevens en de veldbezoeken uitgevoerd in het kader van onderhavig project zijn de soorten aanwezig binnen de invloedssfeer van het project bepaald (Bijlage 15). In onderstaande beschrijving worden alleen soorten besproken die daadwerkelijk zijn aangetroffen binnen de invloedssfeer van de werkzaamheden of waarvan geschikt habitat aanwezig is.

Vaatplanten en ongewervelden

In het begroeide talud langs het spoortraject zijn algemene plantensoorten aanwezig die niet beschermd zijn onder de Wnb, zoals bochtige klaver, kluwenhoornbloem, duizendblad, veldkruiskers en veldereprijs. Dit zijn algemene plantensoorten. Ook zijn hondsviooltje en akkerviooltje aanwezig in de spoorberm en in de aangrenzende velden. Het hondsviooltje is aangeduid als gevoelig op de Rode Lijst. Viooltjes worden gebruikt door onder andere de kleine parelmoervlinder. De kleine parelmoervlinder kan ook voorkomen in de spoorbermen. De kleine parelmoervlinder is aangeduid als kwetsbaar op de Rode Lijst. Groeiplaatsen van grote leeuwenklauw en ruw pazelzaad zijn bekend vanuit de omgeving van het plangebied, soorten beschermd onder artikel 3.10 van de Wnb. Overige niet-vrijgestelde plantensoorten en ongewervelden zijn niet aanwezig binnen de invloedssfeer van de werkzaamheden. De terreinen waar de bouwterreinen beslag op hebben, bestaan uit (delen van) landbouwpercelen met Engels raaigras of begraasde weides, bosschages met onder andere zomereik, berk, els en braamstruweel, spoor- en wegbermen en verharde grond.

Vogels

Langs het spoor is op verschillende locaties geschikt broedbiotoop aanwezig voor algemene broedvogels in de vorm van ruigte, struweel en bomen. Er zijn tijdens het veldbezoek diverse algemene vogelsoorten waargenomen zoals houtduif, merel en heggemus. Overvliegende buizerds en torenvalken zijn tijdens meerdere veldbezoeken waargenomen. Ook kunnen boomvalk en sperwer voorkomen in de omgeving van het plangebied op basis van de aanwezige biotoop. Binnen een straal

van 100 meter tot de werkzaamheden zijn geen horsten aanwezig maar wel enkele nestkasten voor steenuil en torenvlak. In de schuren bij boerderijen in de omgeving van het plangebied leven kerkuil en steenuil, maar ook huismus. In de bebouwde kom kan ook gierzwaluw met huismus voorkomen. Ter hoogte van het station van Didam is een roekenkolonie aanwezig.

Zoogdieren

In de bosschages kunnen door het Ministerie van Economische Zaken vrijgestelde soorten als ree, haas, konijn en kleine marterachtigen voorkomen. Konijn is meermaals aangetroffen tijdens veldbezoeken. Haas, konijn en kleine marterachtigen (bunzing, wezel en hermelijn) staan allemaal op de Rode Lijst, variërend van gevoelig (haas, konijn en wezel) tot kwetsbaar (bunzing en hermelijn). Niet-vrijgestelde soorten zoals otter, bever, das, boommarter en steenmarter (beschermd onder artikel 3.10 van de Wnb) komen ook voor in de omgeving van het plangebied. Het is bekend dat binnen het Stilliwald (op meer dan 200 meter afstand tot de ingreep) dassenburchten aanwezig zijn. In watergangen rondom de spoorbaan is ook soms bever of otter waargenomen. Er zijn geen verblijfplaatsen (burchten, holen of legers) van soorten zonder algemene vrijstelling aanwezig binnen de invloedssfeer van de werkzaamheden. Alle grondgebonden zoogdieren steken naar verwachting het spoor over, met name rond de beboste delen. Diverse vleermuizen gebruiken het groen rondom de spoorbaan als foerageergebied, vliegroute en/of verblijfplaats, afhankelijk van de lokale omstandigheden. De bebouwing rondom de spoorbaan kan ook verblijfplaatsen voor vleermuizen vormen van diverse functies.

Reptielen

De spoorbermen zijn door het ruderaal karakter ook geschikt als leefomgeving voor diverse beschermde reptielen, zoals levendbarende hagedis, zandhagedis en hazelworm. Levendbarende hagedis en zandhagedis zijn niet aangetroffen tijdens de nader onderzoeken.

Amfibieën en vissen

Op enkele locaties bevinden zich aangrenzend aan de bouwterreinen diepe watergangen met steile oevers. Hierin kunnen algemeen vrijgestelde amfibieën zoals gewone pad en bruine kikker en diverse algemene vissen voorkomen. De watergangen zijn niet geschikt voor niet-vrijgestelde soort grote modderkruiper. Er zijn geen (tijdelijke) poelen waargenomen binnen de invloedssfeer van de werkzaamheden waar niet-vrijgestelde amfibieën zoals rugstreeppad, kamsalamander en poelkikker in kunnen voorkomen. Wanneer tijdelijke poelen ontstaan binnen het plangebied kan rugstreeppad zich daar mogelijk wel vestigen, omdat de zeer mobiele soort binnen 5 kilometer van het westelijke gedeelte van het plangebied voorkomt.

3.1.5 Houtopstanden en bomen

Binnen het plangebied staan houtopstanden en bomen. Deze worden door de voorgenomen ingreep (deels) gekapt. Middels een bomeninventarisatie uitgevoerd door Boomtotaalzorg en aan de hand van luchtfoto's zijn mogelijk te kappen bomen en houtopstanden in kaart gebracht. Er worden bomen gekapt die onder gemeentelijk (APV en bomenverordening) en provinciaal beleid (GNN en oude bosgroeiplaats) vallen en bomen die meldingsplichtig zijn in het kader van de Wnb. Er hoeven geen bomen binnen de Groene Ontwikkelingszone gekapt te worden. In onderstaande tabel is het totale aantal bomen en houtopstanden weergegeven per gemeente wat gekapt gaat worden. Zie Bijlage 11 voor kaartmateriaal.

Tabel 3.1: Houtopstanden en bomen welke geraakt worden door de voorgenomen ingreep per gemeente.

	Bevoegd gezag	Aanvragen	Aantallen/oppervlakte
BiBeKo	Montferland	Vergunning	47 bomen
	Doetinchem	Vergunning	36 bomen
BuBeKo	Doetinchem	Vergunning	1 boom
	Wnb	Melding/maatwerk	4.778 m ² houtopstanden waarvan 190 m ² oude bosgroeiplaats
	Gemeente Doetinchem en Wnb	Vergunning en melding	35 bomen

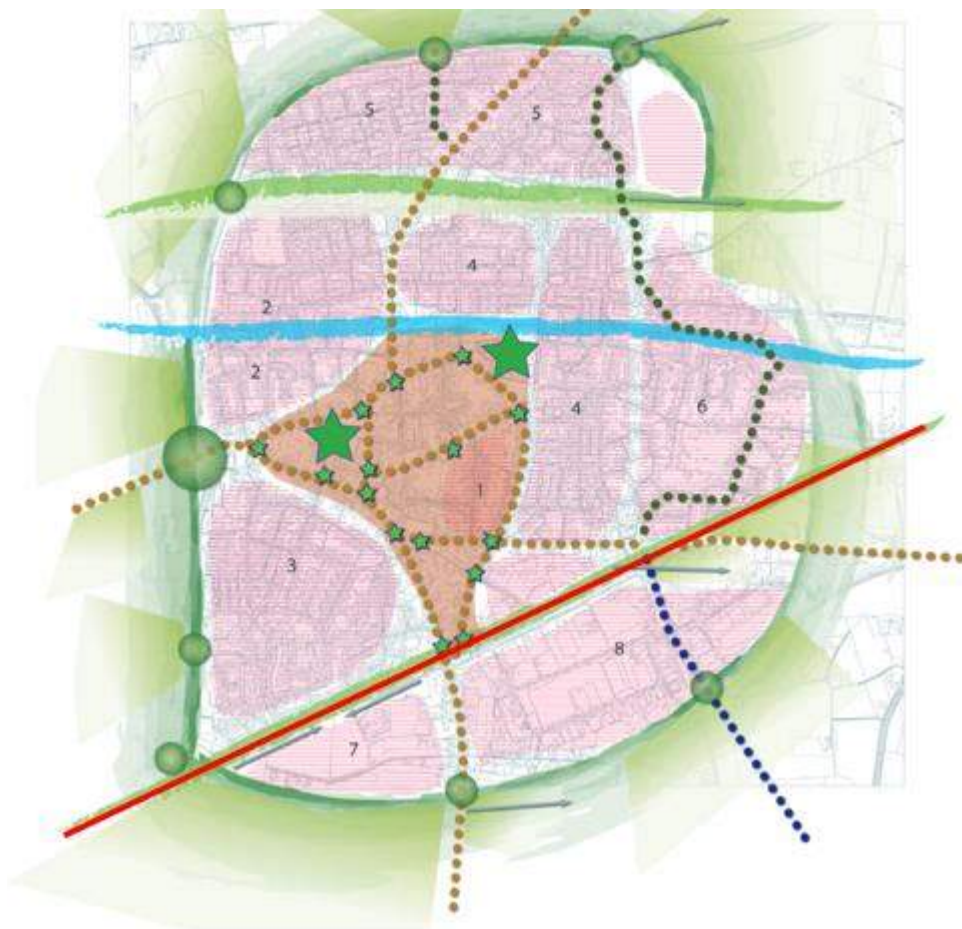
3.1.6 Gemeentelijke groenstructuren














3.1.6.1 Gemeente Montferland

In Figuur 3.4 tot en met Figuur 3.6 zijn de elementen weergegeven in de kern van Didam die behouden moeten blijven. Er is geen groenstructuurplan voor het buitengebied van Didam opgesteld. Zichtbaar in Figuur 3.4 is dat het plangebied raakvlak heeft met zes elementen die door de gemeente Zevenaar zijn aangeduid in de visie.

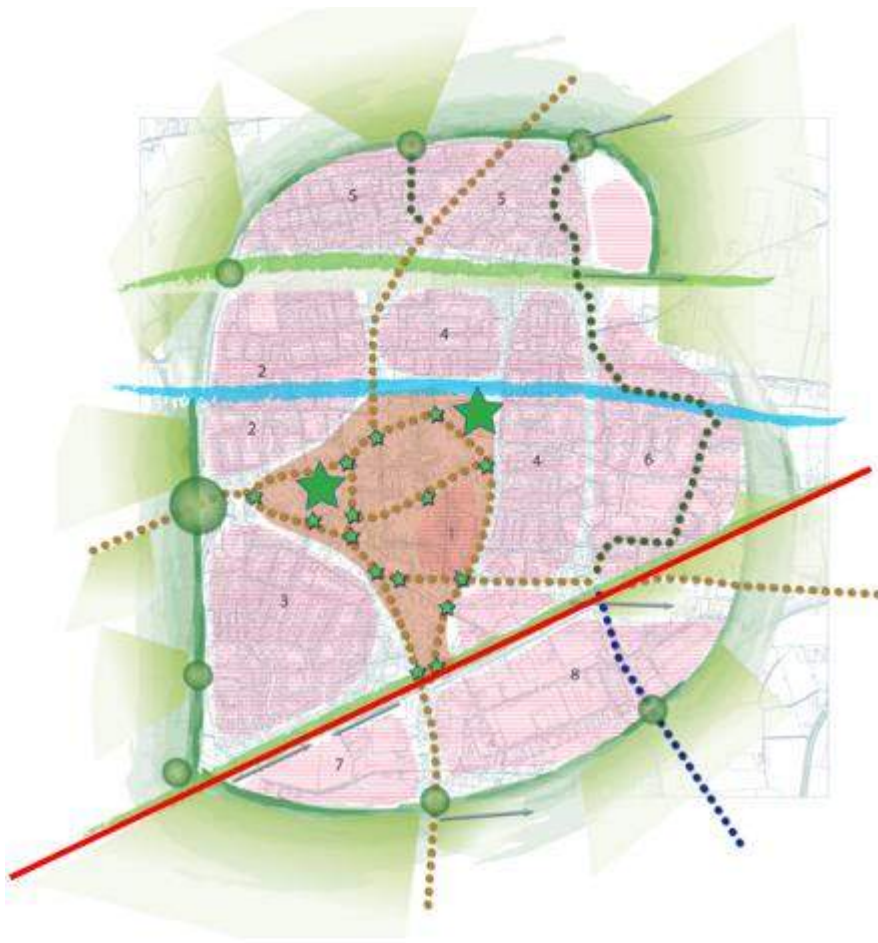
De elementen zijn als volgt:






- 'Pleksgewijs solitaire eiken en linden in historische linten' ter hoogte van de kruising tussen de Dijksestraat en het spoor, tevens te behouden waardevolle groenstructuur (Figuur 3.6);
- 'Laanbeplanting met allure voor de zuidelijke entree' ter hoogte van de kruising tussen de Bievankweg en het spoor, tevens te behouden waardevolle groenstructuur (Figuur 3.6);
- 'Creëer brinken op knooppunten historische linten' bij station Didam;
- 'Versterk de twee groene corridors in hoofdstructuur', de zuidelijke groene corridor valt samen met de spoorbaan;
- 'Versterk beplanting rond dorp om randweg' ter hoogte van de kruising tussen het spoor en Ruigenhoek;
- 'Creëer zichtlijnen' parallel aan het spoor en haaks op het spoor op meerdere locaties, tevens te behouden waardevolle groenstructuur (Figuur 3.6).



- | | | | |
|---|---|---|---|
|  | herstel laan met nieuwe linden |  | versterk beplanting om dorp langs randweg |
|  | pleksgewijs solitaire eiken en linden in historische linten |  | creëer belangrijke zichtlijnen |
|  | laanbeplanting met allure als zuidelijke entree |  | versterk groene poorten bij rotondes randweg |
|  | blaas parken nieuw leven in |  | creëer brinken op knooppunten historische linten |
|  | iedere wijk eigen variatie op grote lijn |  | behoud en versterk de groenstructuur in het centrum |
|  | versterk twee groene corridors in hoofdgroenstructuur |  | water beleefbaar maken in De Blauwe Graaf |
|  | | | |

Figuur 3.4 Visie op de groenstructuur 2010 – 2030. Het plangebied is globaal met een rode lijn aangegeven.



- | | | | |
|---|---|---|---|
|  | herstel laan met nieuwe linden |  | versterk beplanting om dorp langs randweg |
|  | pleksgewijs solitaire eiken en linden in historische linten |  | creëer belangrijke zichtlijnen |
|  | laanbeplanting met allure als zuidelijke entree | | |
|  | versterk groene poorten bij rotondes randweg | | |
|  | blaas parken nieuw leven in | | |
|  | creëer brinken op knooppunten historische linten | | |
|  | iedere wijk eigen variatie op grote lijn | | |
|  | behoud en versterk de groenstructuur in het centrum | | |
|  | versterk twee groene corridors in hoofdgroenstructuur | | |
|  | water beleefbaar maken in De Blauwe Graaf | | |

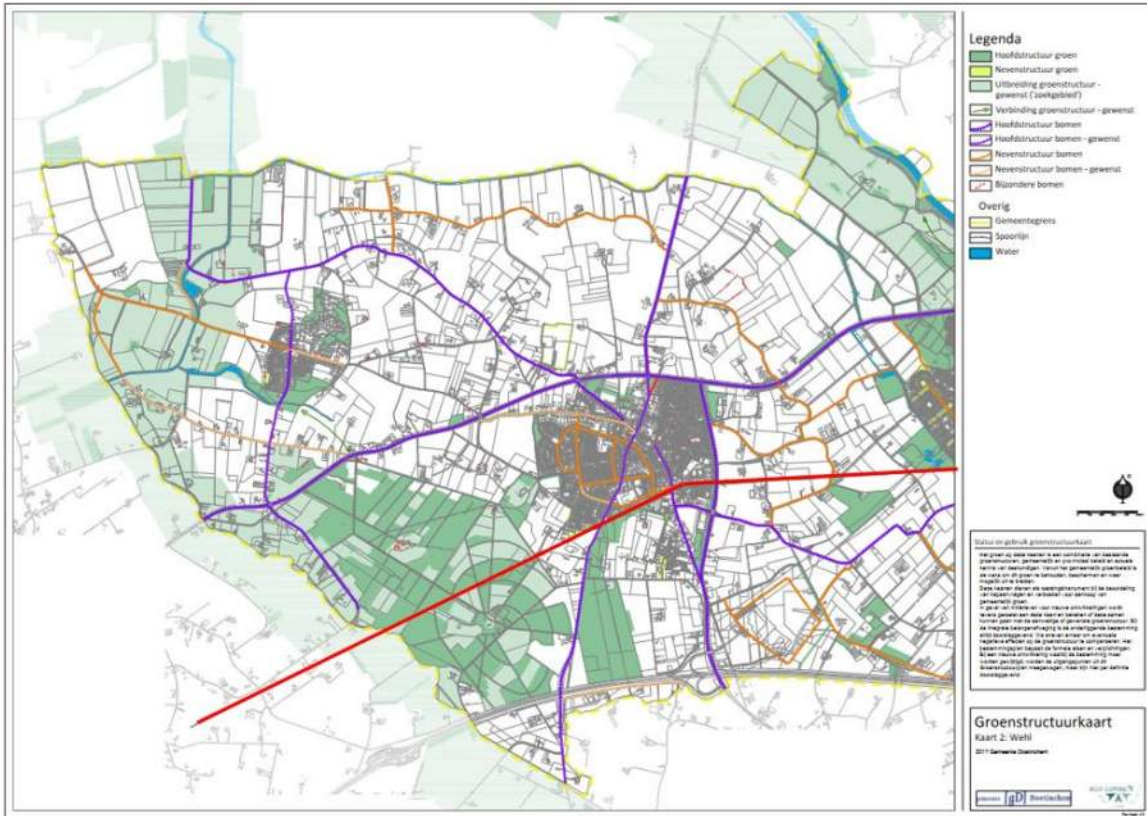
Figuur 3.5 Te versterken groen. Het plangebied is globaal met een rode lijn aangegeven.



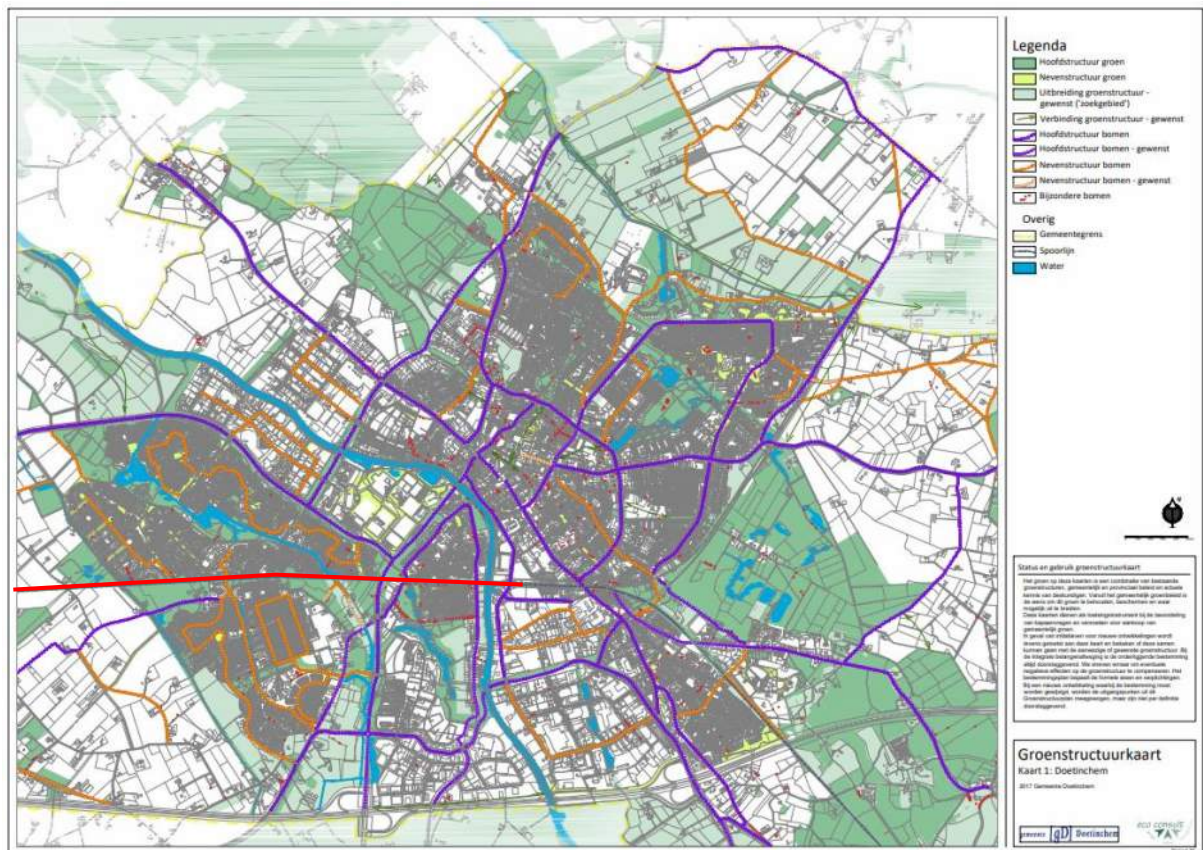
Figuur 3.6 Te behouden waardevolle groenstructuur. Het plangebied is globaal met een rode lijn aangegeven.

3.1.6.2 Gemeente Doetinchem

In Figuur 3.7 en Figuur 3.8 zijn de groenstructuurkaarten van Wehl en Doetinchem afgebeeld. Hierop staat alleen het structurele groen vermeld: dit bestaat uit de hoofdgroenstructuur, hoofdbomenstructuur, nevengroenstructuur, nevenbomenstructuur en de bijzondere bomen. Daarnaast staan de wensgebieden voor uitbreiding van groen vermeld (zoekgebieden). Het zogenaamde 'woonomgevingsgroen' (niet-structureel groen en overige bomen) is niet aangeduid op de groenstructuurkaart.



Figuur 3.7 Groenstructuurkaart buitengebied Wehl. Het plangebied is globaal met een rode lijn aangegeven.



Figuur 3.8 Groenstructuurkaart Doetinchem. Het plangebied is globaal met een rode lijn aangegeven.

3.2 Autonome ontwikkelingen en referentiesituatie

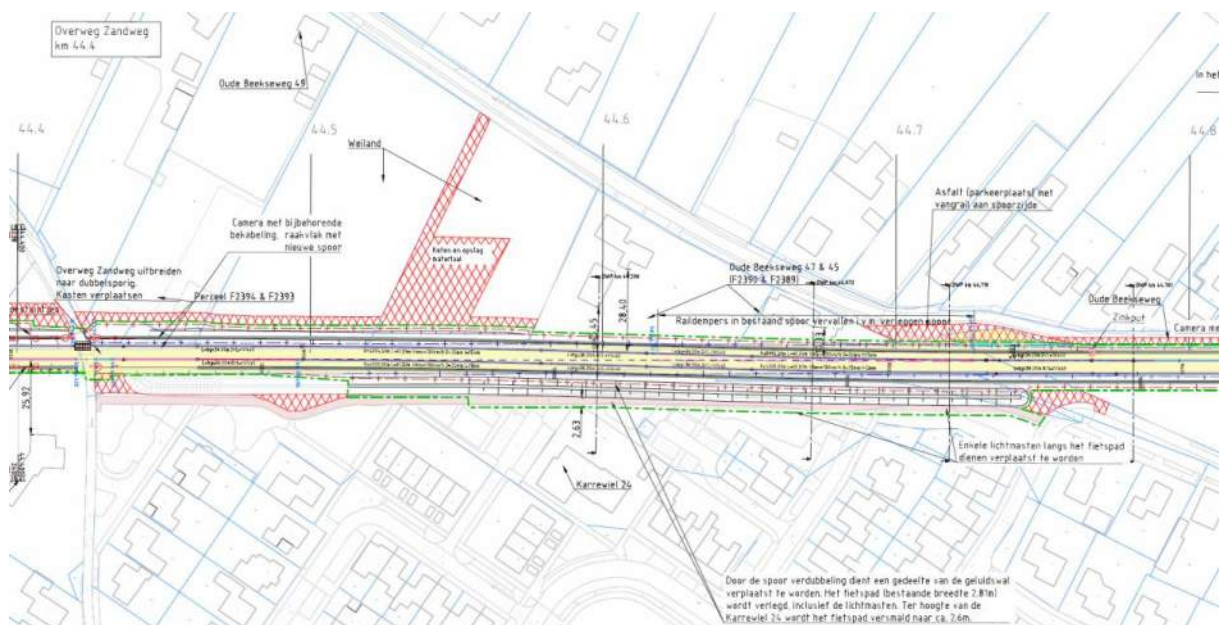
Conform het Notitie Reikwijdte & Detailniveau wordt 2035 als referentiejaar gehanteerd, het jaar waar in de referentie- en projectsituatie naar vooruit wordt gekeken. Dit is circa 10 jaar na de geplande vaststelling het Provinciaal Inpassingsplan. Hierna wordt vanuit dit thema de situatie geschetst zoals in de referentiesituatie verwacht had mogen worden.

Er kan geconcludeerd worden dat de referentiesituatie vergelijkbaar is met de huidige situatie. De geplande autonome ontwikkelingen zijn opgenomen in hoofdstuk 4 van het MER. Zij hebben geen noemenswaardig effect op het thema natuur. Als gevolg van klimaatverandering vinden echter wel effecten zoals verdroging en vernatting plaats. Deze effecten zijn echter dusdanig grootschalig dat er binnen het project RegioExpres geen rekening mee gehouden zal worden.

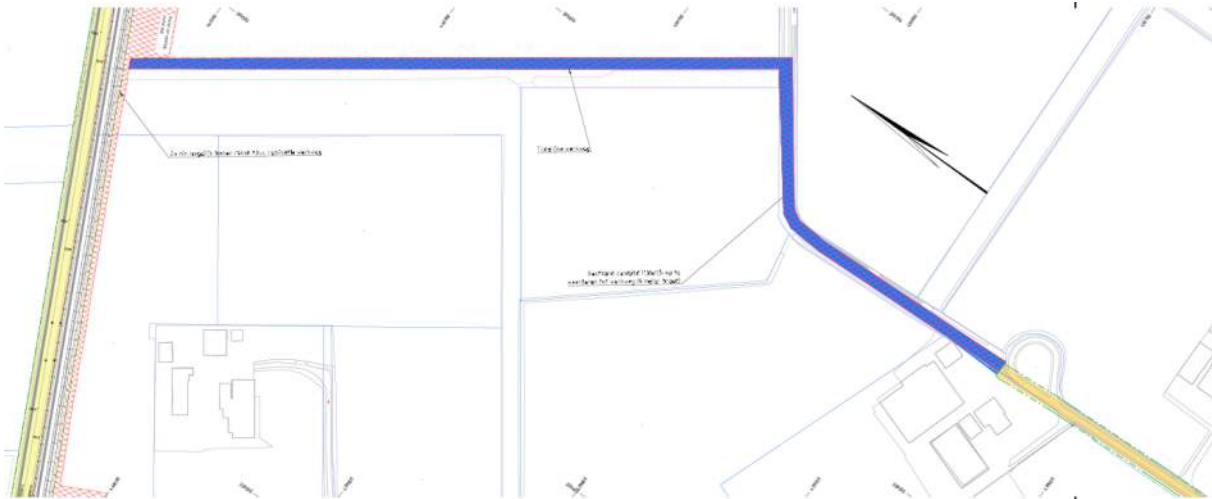
3.3 Tijdelijke situatie

Om een project zoals de RegioExpres te kunnen realiseren zijn tijdelijke maatregelen zoals bouwwegen en bouwterreinen benodigd. Deze tijdelijke maatregelen kunnen ook milieueffecten veroorzaken.

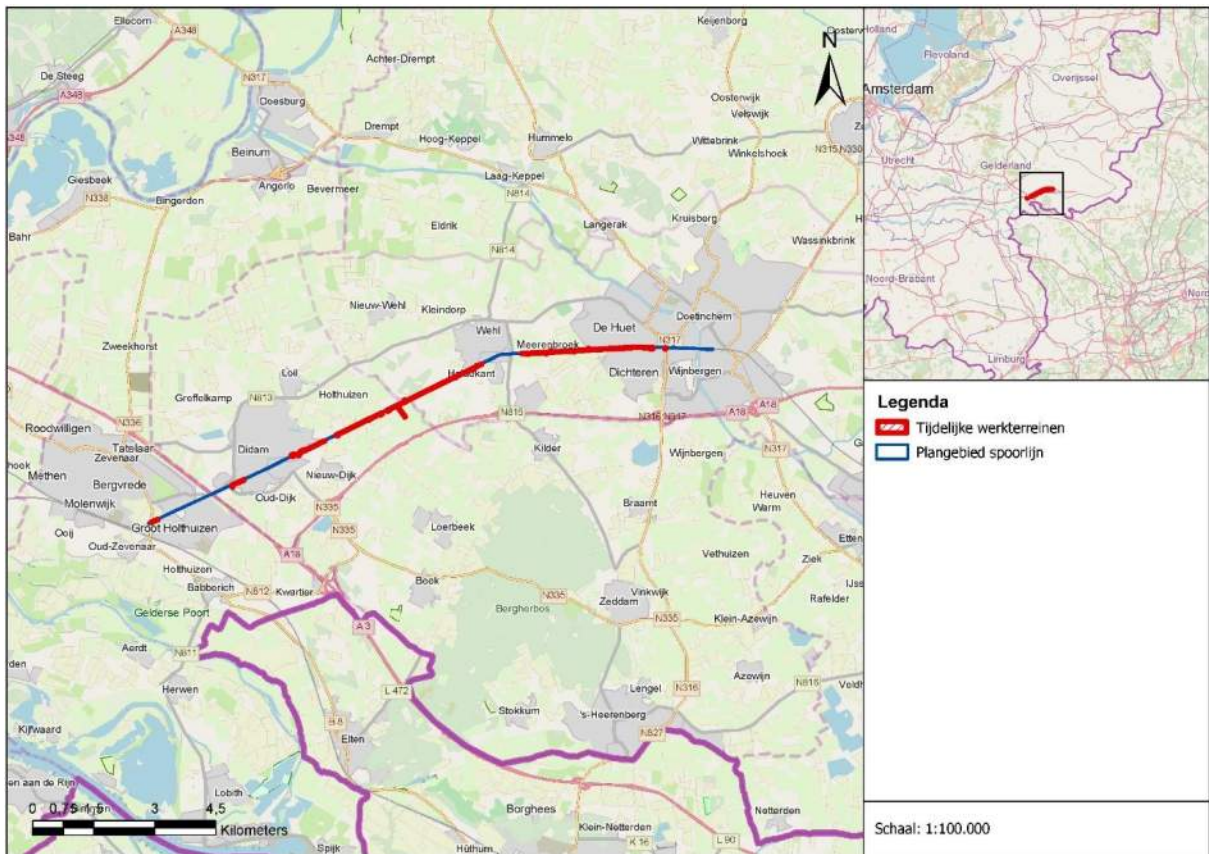
Er zijn ongeveer 20 bouwterreinen en -wegen tussen kilometer 35 en 45 voorzien. Ze zijn qua omvang verschillend en liggen (vrijwel) direct aan of langs het spoor zowel aan de noord- als de zuidzijde. Deze zijn vastgelegd op de tekening Bouw- en bouwterreinen als onderdeel van het ontwerp. Een voorbeeld is opgenomen in Figuur 3.9. Vanaf hier komt een tijdelijke doorsteek tussen verzorgingsplaats Geulecamp aan de A18 en de Frieslandweg. De Frieslandweg wordt hier aangepast om ook bouwverkeer te kunnen faciliteren. In Figuur 3.11 is de globale ligging van de bouwterreinen weergegeven. De bouwterreinen lopen door bebouwd en landelijk gebied. Aan de oostrand van de bebouwde kom van Zevenaar beginnen de bouwterreinen om vervolgens oostwaarts langs landbouwpercelen en industrieterreinen door het bebouwde gebied van Didam te lopen. Na Didam liggen de bouwterreinen wederom langs landbouwpercelen, waarna een bosgebied (onderdeel van het Gelders Natuurnetwerk) volgt, voordat het traject bij Wehl aankomt. Vanaf Wehl liggen de bouwterreinen wederom op landbouwgebieden waarna het traject eindigt binnen de bebouwde kom van Doetinchem. De terreinen waar de bouwterreinen beslag op hebben, bestaan uit delen van landbouwpercelen, bosschages met onder andere zomereik, berk, els en braamstruweel, spoor- en wegbermen en verharde grond. Op enkele locaties bevinden zich aangrenzend aan de bouwterreinen diepe watergangen met steile oevers.



Figuur 3.9 Voorbeeld uitsnede tekening bouwterreinen: bouwterreinen Didam (let op: noord is onder, zuid is boven)



Figuur 3.10 Bouwweg naar Frieslandweg die vervolgens aansluit op de verzorgingsplaats van de A18. (let op: noord is onder, zuid is boven)



Figuur 3.11 Globale ligging van de bouwterreinen ten opzichte van het plangebied

4 Effectbeoordeling

4.1 Effecten

Bij de effectbeoordeling wordt onderscheid gemaakt tussen de tijdelijke effecten en de permanente effecten. De tijdelijke effecten omvatten de aanlegfase, zoals het realiseren en gebruik van bouwterreinen en bouwwegen. Deze zijn weergegeven in paragraaf 1.2 en worden waar relevant besproken. Het ruimtebeslag en verstoring door de tweede spoorbaan is een permanent effect. Niet alle aanwezige functies/aspecten kunnen na afloop van de aanlegwerkzaamheden weer hersteld worden (bijvoorbeeld na bomenkap). Deze effecten worden ook als permanent beschouwd.

4.1.1 Tijdelijke effecten

4.1.1.1 Instandhoudingsdoelen Natura 2000 – Stikstof

Effectbeschrijving

Uit de berekeningen met het AERIUS model versie 2023.0.1 blijkt dat de realisatiefase van het project RegioExpres zal leiden tot een toename in stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden met stikstofgevoelige habitattypen en/of leefgebieden die (naderend) overbelast zijn. De belangrijkste rekenresultaten zijn weergegeven in Tabel 4.1. In Bijlage 12 is de input en AERIUS-uitvoer van de berekeningen weergegeven.

Tabel 4.1 Resultaten stikstofdepositie voor rekenjaar 2026 en 2027

Jaar van realisatie	Natura 2000-gebied	Oppervlak met toename (ha)	Grootste toename van depositie (mol N/ha/jr)
2026	Rijntakken	0,01	0,01
2027	Veluwe	1.516,00	0,01
	Rijntakken	10,61	0,01

Effectbeoordeling

De werkzaamheden in de aanlegfase zijn tijdelijk. Er vindt maximaal 0,01 mol stikstof per hectare per jaar plaats. De aanlegwerkzaamheden duren twee jaar. Beide Natura 2000-gebieden hebben habitattypen die reeds overbelast zijn met stikstof, en op deze gebieden vindt ook stikstofdepositie plaats. Door het treffen van maatregelen dient het effect op omliggende Natura 2000-gebieden zodanig te worden teruggebracht dat er geen toename van stikstofdepositie optreedt op de genoemde Natura 2000-gebieden. In de aanlegfase is het verminderen van de uitstoot mogelijk middels het toepassen van elektrisch aangedreven bouw materieel. In dit stadium is echter nog niet bekend welke mitigerende maatregelen ingezet zullen worden. Duidelijk is wel dat de toename in stikstofdepositie niet zodanig groot is dat de mitigatie als onhaalbaar moet worden beschouwd.

Tabel 4.2 Effectbeoordeling tijdelijke effecten voor mitigatie.

Effecttype	Score
Verzuring en vermesting	--
Eindscore	--

Mitigatie en herbeoordeling

Door het treffen van maatregelen kan het effect op omliggende Natura 2000-gebieden mogelijk dusdanig worden teruggebracht dat er geen rest-effecten meer overblijven. Dit kan bijvoorbeeld het elektrificeren van materieel zijn. Wanneer maatregelen binnen het project ook niet voldoende blijken te

zijn om de effecten op de natuurlijke kenmerken van Natura 2000-gebieden te laten verdwijnen, zal ook extern salderen als maatregel toegepast worden. Echter is in dit stadium nog niet bekend welke mitigerende maatregelen ingezet zullen worden. Daarom wordt alsnog worst-case ervanuit gegaan dat een ADC-toets nodig is, in combinatie met nader te bepalen maatregelen.

Tabel 4.3 Effectbeoordeling permanente effecten na mitigatie.

Effecttype	Score
Verzuring en vermesting	--
Eindscore	--

4.1.1.2 Instandhoudingsdoelen Natura 2000 – Overige aspecten

Effectbeschrijving

Het Natura 2000-gebied Rijntakken is aangewezen voor de bescherming van habitattypen, habitaatsoorten en vogelsoorten. Op een afstand van minimaal 750 meter tot de werkzaamheden kan tijdelijke verstoring door de aanlegwerkzaamheden (licht, trillingen en optische verstoring) uitgesloten worden. Tussen de werkzaamheden en het Natura 2000-gebied zijn gebouwen als buffer gelegen. Tijdens de werkzaamheden wordt niet geheid. De werkzaamheden omvatten het vrijmaken van de grond voor het nieuwe spoor, grondverbetering uitvoeren (af- en aanvoer grond) en aanleg van de spoorinfra (met vrachtwagens). De werkzaamheden worden ter plaatse van de spoorbaan uitgevoerd. De spoorbaan is een reeds verstoorde omgeving. Tijdens de werkzaamheden vindt er geen regulier treinverkeer plaats. Gezien de aard van de werkzaamheden op de bouwterreinen, de afstand tot het Natura 2000-gebied, het ontbreken van regulier treinverkeer en de aanwezigheid van tussenliggende gebouwen en objecten worden indirecte negatieve effecten als gevolg van verstoring door geluid, trillingen, licht en optische verstoring uitgesloten.

Effectbeoordeling

Doordat omliggende Natura 2000-gebied op voldoende afstand liggen is gezien de aard van de werkzaamheden een effect als gevolg van verstoring uit te sluiten.

Tabel 4.4 Effectbeoordeling tijdelijke effecten voor mitigatie.

Effecttype	Score
Oppervlakteverlies	0
Barrièrewerking	0
Verstoring	0
Eindscore	0

Mitigatie en herbeoordeling

Omdat negatieve effecten op Natura 2000-gebieden als gevolg van de werkzaamheden uitgesloten zijn, zijn er geen mitigerende maatregelen benodigd.

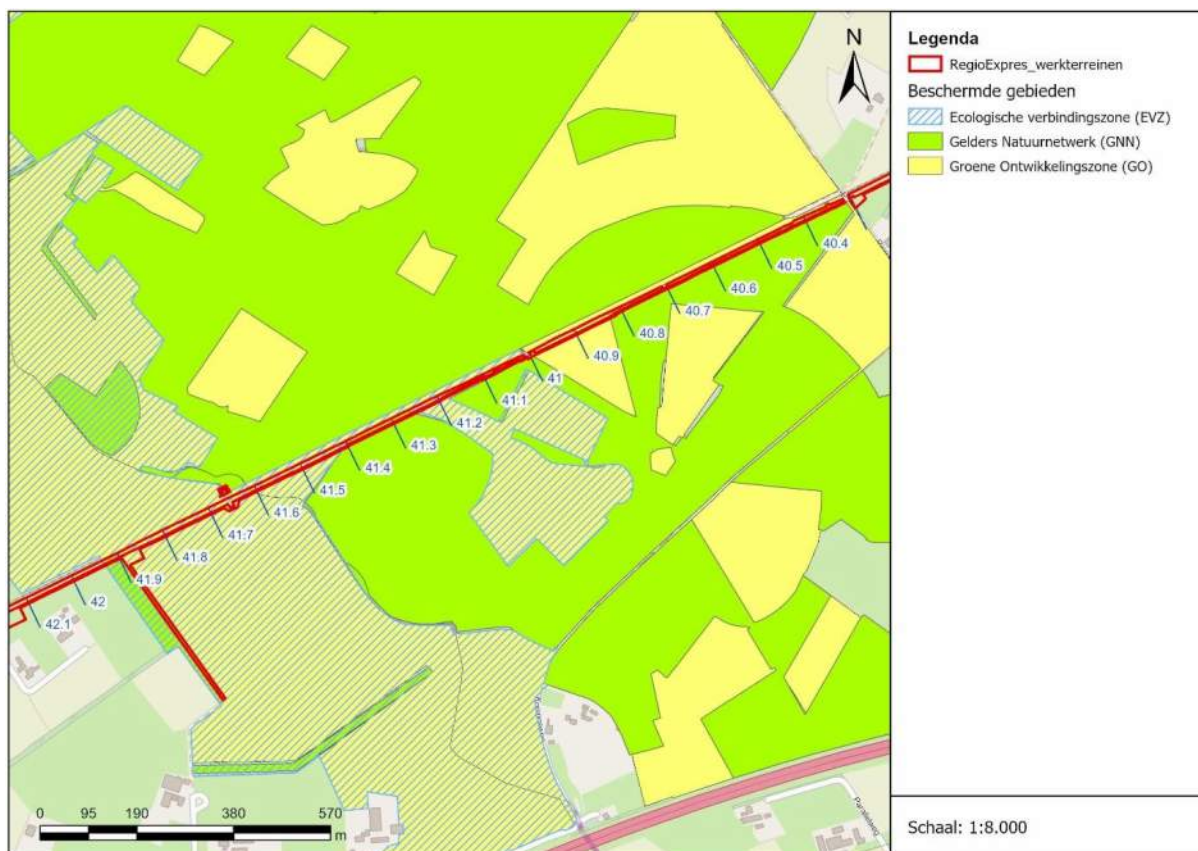
4.1.1.3 Gelders Natuurnetwerk

Effectbeschrijving

De bouwterreinen en bouwwegen hebben raakvlak met het Gelders Natuurnetwerk (zie Figuur 4.1). De aanwezige natuurwaarden worden na afloop van de werkzaamheden hersteld, maar dit zal niet direct in de oorspronkelijke staat terug kunnen worden gebracht. Het ruimtebeslag wordt daarom beoordeeld als een permanent effect (zie paragraaf 4.1.2.3).

Er ontstaat verstoring door de aanleg van en het gebruik van de bouwwegen en bouwterreinen in de aanlegfase. Het omliggende GNN is in de huidige situatie relatief rustig gelegen en over de spoorbaan passeren enkel treinen. Door de aanwezigheid van mensen en materieel en de uitvoering van de werkzaamheden ontstaat optische, geluids- en lichtverstoring, wat invloed heeft op de beschikbaarheid

van het GNN als leefgebied voor das (kernkwaliteit gebied De Liemers Oost). Mogelijk ontstaat lokaal ook verstoring door trillingen bij inzet van het materieel.



Figuur 4.1 Locatie tussen Didam en Wehl waar het plangebied GNN- en GO-gebied doorkruist

Effectbeoordeling

De voorgenomen werkzaamheden kunnen tijdelijk leiden tot nadelige gevolgen voor de kernkwaliteiten, oppervlakte en/of samenhang van het GNN. Hierbij is raakvlak met GNN zoveel als mogelijk vermindert door de ligging van de bouwterreinen en bouwwegen te optimaliseren, en daarmee tijdelijke effecten te beperken. De tijdelijke bouwwegen en bouwterreinen komen echter over vrijwel de gehele lengte van de spoorbaan te liggen waardoor menselijke activiteit toeneemt en dekking door groenstructuren afneemt. Hierdoor wordt oversteken bemoeilijkt voor das. Ook verstoren de werkzaamheden de omliggende gebieden, waardoor soorten hun leefgebied kunnen gaan verlaten. Indirect vindt hierdoor dus ook tijdelijk oppervlakteverlies plaats.

Tabel 4.5 Effectbeoordeling tijdelijke effecten voor mitigatie.

Effecttype	Score
Oppervlakteverlies	--
Barrièrewerking	--
Verstoring	--
Eindscore	--

Mitigatie en herbeoordeling

Maatregelen uit Tabel 4.12 kunnen toegepast worden om tijdelijke verstoring te mitigeren. Daarmee wordt tijdelijk oppervlakteverlies ook beperkt. Barrièrewerking wordt daarmee niet vermindert. Met inachtneming van deze mitigerende maatregelen wordt de effectbeoordeling als volgt:

Tabel 4.6 Effectbeoordeling tijdelijke effecten na mitigatie.

Effecttype	Score
Oppervlakteverlies	-
Barrièrewerking	--
Verstoring	-
Eindscore	--

4.1.1.4 Groene Ontwikkelingszone en Ecologische Verbindingszone

Effectbeschrijving

Door de aanleg van de bouwterreinen vindt er tijdelijk ruimtebeslag op de GO plaats. Er is geen ruimtebeslag op de EVZ. De aanleg-werkzaamheden tussen Didam en Wehl treffen het bosgebied dat deel uitmaakt van de Ecologische Verbindingszone en kunnen leiden tot een aantasting hiervan (zie Figuur 4.1). Omdat de oorspronkelijke situatie niet direct hersteld kan worden na afloop van de werkzaamheden, wordt het effect als permanent beschouwd. Het effect van het ruimtebeslag wordt besproken onder paragraaf 4.1.2.3.

Ook ontstaat tijdelijk verstoring van het omliggende GO en EVZ door het gebruik van de bouwwegen en bouwterreinen bij de aanlegfase. Door de aanwezigheid van mensen en materieel ontstaat optische, geluids- en lichtverstoring. Mogelijk ontstaat lokaal ook verstoring door trillingen bij inzet van het materieel. Hierdoor vindt ook indirect ruimtebeslag plaats doordat soorten het gebied tijdelijk verlaten.

Effectbeoordeling

De voorgenomen werkzaamheden kunnen leiden tot een tijdelijke aantasting van de EVZ of tijdelijke beperking in het behalen van de ontwikkelingsdoelen van de GO. De tijdelijke bouwwegen en bouwterreinen komen over vrijwel de gehele lengte van de spoorbaan te liggen waardoor menselijke activiteit toeneemt en dekking door groenstructuren afneemt. Hierdoor wordt oversteken lastiger voor alle soorten die voorkomen in de GO, neemt indirect het beschikbare leefgebied af en neemt de barrièrewerking toe.

Tabel 4.7 Effectbeoordeling tijdelijke effecten voor mitigatie.

Effecttype	Score
Oppervlakteverlies	--
Barrièrewerking	--
Verstoring	--
Eindscore	--

Mitigatie en herbeoordeling

De maatregelen uit Tabel 4.12 kunnen toegepast worden om verstoring te mitigeren. De andere effecten kunnen door het treffen van maatregelen niet worden beperkt. Met inachtneming van deze mitigerende maatregelen wordt de effectbeoordeling als volgt:

Tabel 4.8 Effectbeoordeling tijdelijke effecten na mitigatie.

Effecttype	Score
Oppervlakteverlies	--
Barrièrewerking	--
Verstoring	-
Eindscore	--

4.1.1.5 Weidevogelgebied en ganzenrustgebied

Effectbeschrijving

Er vinden geen werkzaamheden plaats in of nabij weidevogelgebied of ganzenrustgebied. Het dichtstbijzijnde gebied is ganzenrustgebied op 700 meter ten zuiden van het plangebied. Weidevogelgebied ligt op minimaal 3,3 kilometer afstand ten noorden van het plangebied. Gezien de aard van de werkzaamheden (spoorgebonden werkzaamheden, geen heiwerkzaamheden), en de aanwezigheid van buffers zoals de A12 en omliggende bebouwing tussen de werkzaamheden en het weidevogel- en ganzenrustgebied, zal geen effect plaatsvinden op deze gebieden door de tijdelijke aanlegwerkzaamheden.

Effectbeoordeling

Tijdelijke negatieve effecten op weidevogelgebied of ganzenrustgebied zijn uitgesloten.

Tabel 4.9 Effectbeoordeling tijdelijke effecten voor mitigatie.

Effecttype	Score
Oppervlakteverlies	0
Barrièrewerking	0
Verstoring	0
Eindscore	0

Mitigatie en herbeoordeling

Er vindt geen mitigatie plaats omdat er geen negatieve effecten plaatsvinden op weidevogelgebied en ganzenrustgebied. Een herbeoordeling is niet van toepassing.

4.1.1.6 Beschermde soorten

Effectbeschrijving

Binnen het plangebied is biotoop aangetroffen die geschikt is voor beschermde soorten (Wnb) waarvoor geen algemene vrijstelling geldt, Rode Lijst-soorten en vrijgestelde soorten. In zijn tabellen opgenomen met de soorten die in de omgeving van het plangebied kunnen voorkomen, op basis van de Nationale Database Flora en Fauna (NDFD) en de bevindingen van de onderzoeken (Bijlage 15). In paragraaf 3.1.4 worden alleen de soorten beschreven die binnen de invloedssfeer van de werkzaamheden aanwezig zijn.

Tijdelijk ruimtebeslag bouwterreinen en bouwwegen

Door de werkzaamheden vindt tijdelijk ruimtebeslag plaats door het aanleggen van bouwterreinen en bouwwegen. Door het ruimtebeslag worden spoorbermen en delen van omliggend bos en velden vergraven en verhard. Hierdoor worden Rode Lijst-soorten als hondsviooltje vergraven, waardoor ook waardplanten van de kleine parelmoervlinder verloren gaan. Grote leeuwenklauw, ruw parelzaad en groot spiegelklokje kunnen mogelijk ook in de berm groeien, wat in 2024 wordt onderzocht. Grote leeuwenklauw, ruw parelzaad en groot spiegelklokje zijn soorten die beschermd zijn onder artikel 3.1 van de Wnb, waardoor vergraving van deze planten een overtreding van de Wnb betreft. Andere beschermde vaatplanten zijn niet aangetoond in het nader onderzoek.

Bij het verwijderen van vegetatie rondom het spoor kunnen nesten van algemene broedvogels vernietigd worden en bij het uitvoeren van de werkzaamheden kunnen de nesten ook dusdanig verstoord worden dat ze verlaten worden. Mogelijk wordt bij de aanlegfase een nest van steenuil dusdanig verstoord dat het nest mislukt. Kerkuil en gierzwaluw broeden in een schuur vlak bij een werkweg, waardoor de broedlocaties mogelijk ook niet meer functioneel zijn. Bij station Doetinchem De Huet vindt ruimtebeslag plaats op een essentiële haag voor huismus en wordt op een andere locatie vlak langs een essentiële haag gewerkt. Er zijn twee hagen die in 2024 onderzocht worden, of deze een essentiële functie voor huismus vervullen. Enkele bosschages kunnen een broedlocatie vormen voor ransuil, wat in 2024 wordt

onderzocht. Voor voorgaande geldt dat de werkzaamheden (zonder het treffen van maatregelen en/of vervolgstappen) resulteren in overtreding van artikel 3.1 van de Wnb.

Ruimtebeslag op bosschages waar vrijgestelde en niet-vrijgestelde grondgebonden zoogdieren in kunnen voorkomen resulteert in aantasting van verblijfplaatsen van door het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat vrijgestelde soorten. Tijdens het nader onderzoek is bepaald dat niet-vrijgestelde soorten geen vaste rust- en/of verblijfplaatsen hebben binnen het ruimtebeslag. Voor das, boommarter, steenmarter en bever, beschermd onder artikel 3.5 en 3.10 van de Wnb, wordt op twee locaties de aan-/afwezigheid van vaste rust- en/of verblijfplaatsen in 2024 nog nader onderzocht. Voorgaande soorten maar ook eekhoorn en ree kunnen wel in de omgeving van het plangebied voorkomen, met name rondom het Stillwald. Door de bouwterreinen wordt de barrièrewerking van het spoorgebied groter.

De aantasting van groen resulteert niet in het aantasten van essentiële functies van vleermuizen. Op alle drie onderzochte onderzoeklocaties zijn geen essentiële vliegroutes vastgesteld. Wel is er een hop-over aangetroffen nabij de Zwaluwstraat tussen een park en begraafplaats. Er bestaan voldoende alternatieven tussen park en begraafplaats die als hop-over gebruikt kunnen worden. Dit betekent dat de werkzaamheden niet resulteren in overtreding van artikel 3.5 van de Wnb ten aanzien van essentiële vliegroutes van vleermuizen in het studiegebied. Tijdens de aanvullende veldbezoeken zijn geen kraam-, zomer- en paarverblijfplaatsen aangetroffen in de twee onderzochte bomen. Overtreding van de Wnb ten aanzien van verblijfplaatsen van vleermuizen door de kapwerkzaamheden ten behoeve van de spooruitbreiding kan daarmee uitgesloten worden. Bij één schuurtje langs het spoor wordt in 2024 onderzocht of deze een verblijfsfunctie voor gebouwbewonende vleermuizen vormt. Dit schuurtje is nog niet eerder onderzocht.

Tijdens het onderzoek is vastgesteld dat hazelworm voorkomt in het gebied rondom het GNN. Deze soort is beschermd onder artikel 3.10 van de Wnb. Door de werkzaamheden worden vaste rust- en verblijfplaatsen vernietigd. Mogelijk komt levendbarende hagedis en hazelworm ook op andere plekken langs het spoor voor, waarvoor in 2024 nader onderzoek wordt uitgevoerd. Ruimtebeslag op watergangen resulteert in het doden en vernietigen van verblijfplaatsen van vrijgestelde amfibiesoorten en vissen. Er zijn geen niet-vrijgestelde amfibieën of vissen aanwezig binnen het plangebied. Rugstreeppad komt wel binnen 5 kilometer van het plangebied voor gezien vanaf Zevenaar, waardoor deze soort wel zich kan gaan vestigen in het plangebied. Aanwezigheid van beschermde ongewervelden is in het nader onderzoek onderzocht maar deze zijn niet vastgesteld. Wel wordt in 2024 onderzoek uitgevoerd naar het gebruik van een wilgenbosje als voortplantingslocatie van de grote weerschijnvlinder.

Verstoring en versnippering

Door de aanlegwerkzaamheden neemt de verstoring toe in de omgeving van het plangebied. Effectief neemt het leefgebied van soorten die rondom de spoorbaan leven af, doordat optische verstoring, geluid- en trillingen toenemen. Algemene broedvogels en vogels met jaarrond beschermde nesten hebben hier met name last van, maar ook grondgebonden zoogdieren, reptielen en amfibieën die in de bermen en bosschages leven.

Ook neemt de barrièrewerking van het spoor toe omdat de bouwwegen en bouwterreinen grotendeels langs de spoorbaan lopen. Hierdoor neemt de dekking af en wordt het passeren van de spoorbaan voor grondgebonden soorten bemoeilijkt. Wel is er geen treinverkeer tijdens de aanlegwerkzaamheden wat dan weer het risico op verkeersslachtoffers door aanrijding met treinen verkleint.

Effectbeoordeling

Hieronder wordt de effectbeoordeling per soortgroep gegeven. Aantasting van functies van algemene broedvogels en/of soorten die Nationaal beschermd zijn wordt beoordeeld als negatief. Aantasting van functies van soorten die beschermd zijn onder de Habitatrichtlijn en/of Vogelrichtlijn wordt beoordeeld als zeer negatief.

Tabel 4.10 Totaalbeoordeling effecten per soortgroep

Soortgroep	Beschermde Soorten?	Effect-score	Toelichting
Vaatplanten	Nee	0	Rode Lijst-soorten vergraven.
Vogels met jaarrond beschermde nesten	Ja	--	Aantasting en verstering van essentiële haag huismus en nest steenuil.
Algemene broedvogels	Ja	-	Aantasting en verstering broedlocaties.
Grondgebonden zoogdieren	Ja	-	Toename versnippering van het bosgebied tussen Wehl en Didam voor zoogdieren waaronder das, steenmarter, boommarter, ree en eekhoorn.
Vleermuizen	Ja	0	Geen effect op essentieel foerageergebied, vliegroutes of verblijfplaatsen.
Reptielen	Ja	-	Aantasting leefgebied hazelworm.
Amfibieën	Nee	0	Raakvlak met algemene vrijgestelde amfibieën.
Vissen	Nee	0	Raakvlak met algemene vrijgestelde vissen.
Ongewervelden	Nee	0	Negatief effect op waardplanten kleine parelmoervlinder, een Rode Lijstsoort.
Totaalscore	Ja	--	

Omdat er sprake is van aantasting van diverse ontheffingsplichtige natuurwaarden, waaronder functies van vogels met jaarrond beschermde nesten en leefgebied van hazelworm, is de effectscore voor alle effecttypen negatief tot zeer negatief.

Tabel 4.11 Eindbeoordeling effecten voor mitigatie

Effecttype	Score
Oppervlakteverlies	--
Barrièrewerking	-
Verstering	--
Eindscore	--

Mitigatie en herbeoordeling

In Tabel 4.12 staan de maatregelen weergegeven die volgen uit de beoordeling van de effecten. Dit betreft ook maatregelen vanuit de algemene zorgplicht. Door het treffen van deze maatregelen worden beschermde functies niet verstoord. Voor het aantasten van de essentiële struik voor de huismus bij station Doetinchem de Huet en het aantasten van leefgebied van de hazelworm zal een ontheffing aangevraagd worden. Op basis van deze maatregelen zijn er geen belemmeringen om een ontheffing te verkrijgen.

Bij één haag van huismus en een broedlocatie van steenuil wordt buiten het broedseizoen gewerkt om zo een effect op voorhand te voorkomen.

Voor de soorten grote leeuwenklauw, ruw parelzaad, groot spiegelklokje, ransuil, huismus (twee andere hagen), das, bever, boommarter, steenmarter, vleermuis, hazelworm, levendbarende hagedis en grote weerschijnvlinder dient nog nader onderzoek in 2024 uitgevoerd te worden. Ook bij het aantreffen van groeiplaatsen en vaste rust- en voortplantingsplaatsen van deze soorten kan hiervoor gemitigeerd en gecompenseerd worden, waardoor deze soorten ook geen belemmering voor het verkrijgen van een ontheffing voor het aspect soortenbescherming vormen.

Tabel 4.12 Wettelijk verplichte maatregelen en maatregelen vanuit de Zorgplicht (artikel 3.11 Wnb).

Soortgroep	Maatregel
Algemene broedvogels	Om effecten op broedende vogels te voorkomen dienen werkzaamheden, waarbij beplanting wordt verwijderd of aan oevers wordt gewerkt, buiten het broedseizoen te worden uitgevoerd. Voor het broedseizoen geldt geen vaste periode. Het verschilt per soort. Veel vogelsoorten broeden ongeveer tussen 15 maart en 15 juli. Indien werken buiten het broedseizoen niet mogelijk is, moet voorafgaand aan de werkzaamheden door een ter zake kundige op het gebied van broedvogels worden gecontroleerd of broedende vogels aanwezig zijn. Dit geldt ook voor de periode vlak voor of na het broedseizoen, het gaat om een broedgeval ongeacht de datum. Ook kan voorafgaand aan het broedseizoen gestart worden met de werkzaamheden zodat algemene broedvogels zich niet vestigen in en rondom het plangebied. Indien effecten op broedende vogels niet kunnen worden uitgesloten mag er niet gewerkt worden , omdat de werkzaamheden anders resulteren in overtreding van artikel 3.1 van de Wnb.
Huismus	Bij Haag tussen km 43.7 en 43.8 (geocode 212) worden de werkzaamheden buiten het broedseizoen uitgevoerd (maart tot augustus). De essentiële Haag bij station Doetinchem De Huet wordt verplaatst voorafgaand aan het broedseizoen onder ecologische begeleiding. Ook wordt buiten het broedseizoen rondom de Haag gewerkt. Hiermee wordt overtreding van artikel 3.1 van de Wnb op voorhand voorkomen, voor de zekerheid wordt een ontheffing aangevraagd.
Steenuil	In een straal van 50 meter rondom de nestkast van steenuil bij km 37.9 (geocode 212) wordt niet overdag gewerkt en ook niet binnen het broedseizoen van steenuil. Het broedseizoen van steenuil loopt van half april tot half mei.
Kerkuil en gierzwaluw	Lichtverstoring dient voorkomen te worden door tussen zonsondergang en zonsopkomst verlichting weg te richten van de bebouwing van de Notenstraat 11, zodat kerkuil de schuur in en uit kan blijven vliegen. De gevels dienen vrijgehouden te worden zodat gierzwaluw vrij in en uit kan vliegen. Hiermee wordt overtreding van artikel 3.1 van de Wnb op voorhand voorkomen.
Das, boommarter en steenmarter	Om te voorkomen dat foerageeractiviteit van das, boommarter en steenmarter dusdanig verstoord wordt dat het functioneren van de omliggende burchten/verblijfplaatsen in gevaar komen dient lichtverstoring voorkomen te worden (artikel 3.10 Wnb). Verstoring dient voorkomen te worden door bij voorkeur tussen zonsopkomst en zonsondergang te werken. Indien 's nachts wordt gewerkt dienen verlichtingsmaatregelen getroffen te worden. De verlichting dient gericht te zijn op het werk, met een lage armatuur en afgeschermd zodat geen uitstraling naar de omgeving plaatsvindt.
Grondgebonden zoogdieren en amfibieën	Om effecten op algemeen beschermde kleine grondgebonden zoogdieren en amfibieën zoveel mogelijk te beperken dienen werkzaamheden waarbij vegetatie wordt verwijderd van één kant te worden uitgevoerd, zodat aanwezige dieren de kans krijgen om zich te verplaatsen. Deze maatregel valt onder de zorgplicht (artikel 1.11 Wnb).
Grondgebonden dieren	In algemene zin geldt dat reeds aanwezige faunapassages onder het spoor intact gelaten moeten worden en toegankelijk gehouden moeten worden. Hiermee blijven migratieroutes maar ook functies binnen functioneel leefgebied bereikbaar (artikelen 3.5 en 3.10 Wnb).
Vleermuizen foerageergebied,	Om mogelijke indirecte effecten als verstoring door licht op naast gelegen foerageergebied, verblijfplaatsen en vliegroutes te voorkomen dient gewerkt

Soortgroep	Maatregel
vliegroutes en verblijfplaatsen	te worden tussen zonsopgang en zonsondergang. Indien toch gebruik moet worden gemaakt van kunstlicht, dient gebruik te worden gemaakt van gerichte verlichting. Hiermee wordt overtreding van artikel 3.5 Wnb voorkomen. Hierbij dient lichtval op bomen, water, en gebouwen in de omgeving te worden vermeden om verstoring te voorkomen.
Hazelworm	Het werkgebied wordt afgezet met reptielenschermen. Hazelwormen worden weggevangen tot het werkgebied vrij is. Deze maatregelen worden in de minst kwetsbare periode uitgevoerd, na de winterslaap en voor de dracht (half april t/m half mei) en de periode voorafgaand aan de winterslaap (half augustus t/m half oktober). De werkzaamheden resulteren in overtreding van artikel 3.10 van de Wnb, waarvoor een ontheffing noodzakelijk is.
Rugstreeppad	Er wordt aanbevolen om te voorkomen dat er ondiepe poelen ontstaan tijdens werkzaamheden die mogelijk plaatsvinden in de actieve periode van rugstreeppad (april-oktober). Poelen kunnen functioneren als tijdelijk geschikt voortplantingswater. Wanneer deze door rugstreeppad in gebruik worden genomen, dienen werkzaamheden tijdelijk stilgelegd te worden om zo overtreding van artikel 3.5 van de Wnb op voorhand te voorkomen. Rugstreeppad kan tot ongeveer 5 kilometer afleggen op zoek naar nieuw leefgebied en is bekend uit de omgeving.
Amfibieën en vissen	Om effecten op algemeen beschermde amfibieën en op vissen zoveel mogelijk te beperken dient het werken aan watergangen richting één kant te worden uitgevoerd zodat aanwezige dieren de kans krijgen om zich te verplaatsen. Deze maatregel valt onder de zorgplicht (artikel 1.11 Wnb).

Met inachtneming van deze maatregelen kunnen effecten op de meeste aangetroffen soorten worden uitgesloten. De effectscore voor de soortgroepen verandert hierdoor als volgt.

Tabel 4.13 Effectbeoordeling na mitigatie per soortgroep

Soortgroep	Beschermde Soorten?	Effect-score	Toelichting
Vaatplanten	Ja	0	Rode Lijst-soorten vergraven.
Vogels met jaarrond beschermde nesten	Ja	--	Verstoring van essentiële haag huismus langs het spoor, broedlocaties kerkuil en gierzwaluw en broedlocatie steenuil kan worden voorkomen, aantasting haag bij station Doetinchem de Huet niet.
Algemene broedvogels	Ja	0	Nesten niet aangetast of verstoord.
Grondgebonden zoogdieren	Ja	0	Faunapassages vrijhouden tijdens aanlegfase en minder regulier treinverkeer.
Vleermuizen	Ja	0	Geen effect op essentieel foerageergebied, vliegroutes of verblijfplaatsen.
Reptielen	Ja	-	Aantasting leefgebied hazelworm.
Amfibieën	Ja	0	Raakvlak voorkomen rugstreeppad en vrijgestelde amfibieën door maatregelen.
Vissen	Ja	0	Raakvlak voorkomen door maatregelen.
Ongewervelden	Ja	0	Negatief effect op waardplanten kleine parelmoervlinder.
Totaalscore	Ja	--	

De effectbeoordeling na mitigerende maatregelen is dan als volgt:

Tabel 4.14 Eindbeoordeling na mitigatie

Effecttype	Score
Oppervlakteverlies	--
Barrièrewerking	0
Verstoring	0
Eindscore	--

4.1.1.7 Houtopstanden

Het kappen van bomen is per definitie geen tijdelijk effect maar een permanent effect en wordt daarom meegenomen in paragraaf 4.1.2.7.

4.1.1.8 Gemeentelijke groenstructuurplannen

Effectbeschrijving

Een groot deel van de effecten uit de realisatiefase zijn tijdelijk, uitgezonderd van bomenkap van volwassen bomen. De tijdelijke effecten worden hieronder per gemeente beschreven.

Montferland

Voor de aanleg van bouwwegen en bouwterreinen worden in de gemeente Montferland met name struiken en jonge bomen (diameter kleiner dan 30 centimeter) gekapt. Deze groenelementen kunnen in relatief korte tijd weer terug groeien. Naar verwachting zullen deze tijdelijke effecten op de belangrijke groenelementen en doorzichten naar de omgeving geen afbreuk doen aan de groenstructuren.

Op één locatie wordt een grotere hoeveelheid bomen gekapt. Dit is het gebied wat grenst aan de Oude Beekseweg langs de spoorbaan in Didam. Dit gebied is tevens onderdeel van de hoofdgroenstructuur van Didam. Door de ingreep wordt de hoofdgroenstructuur tijdelijk aangetast door de aanleg van de bouwterreinen en bouwwegen, maar ook permanent (zie paragraaf 4.2.1.8).

Doetinchem

In Wehl worden, op de hoofdstructuur bomen na, geen structuren doorkruist die tijdelijk een verlies van functionaliteit kan krijgen. Er vindt tijdelijk ruimtebeslag plaats in de realisatiefase waardoor de hoofdstructuur groen en nevenstructuur groen in oppervlakte afnemen, maar niet dusdanig dat de integriteit van de structuur verdwijnt. Voor deze aantasting geldt het *Nee, tenzij principe*, waarvoor met de gemeente naar passende compensatie gaat worden gekeken.

In Doetinchem staan bomen die als bijzondere bomen zijn aangeduid. Hiervoor geldt dat bij bomenkap voor de realisatiefase mogelijk de samenhang van structuren afneemt en bijzondere bomen verloren gaan.

Effectbeoordeling

De oppervlakteafname is beperkt gezien de omvang van de omliggende structuren en de tijdelijke aard van de werkzaamheden in de realisatiefase. De samenhang van het netwerk van groen en bomen blijft daardoor tijdens de aanlegfase intact. De groenhoofdstructuur in Didam wordt echter wel aangetast.

Tabel 4.15 Effectbeoordeling permanente effecten voor mitigatie

Effecttype	Score
Oppervlakteverlies	-
Barrièrewerking	-
Verstoring	0
Eindscore	-

Mitigatie en herbeoordeling

In het algemeen wordt geadviseerd om nadelige effecten op het functioneren van de groenstructuren zoveel mogelijk te mitigeren door deze te behouden, eromheen te werken en zo min mogelijk verlichting toe te passen rondom deze elementen. Dit geldt niet alleen voor volwassen bomen, maar ook voor struikvormers, hagen, struwelen en jonge bomen. Wanneer verlichting noodzakelijk is wordt geadviseerd deze weg te richten van het groenelement, een lage armatuur te gebruiken en te kiezen voor een armatuur met een kleine straal. Ook dient ruimtebeslag op deze elementen zoveel mogelijk beperkt te worden, door alternatieve uitvoeringswijzen te kiezen.

Voor de groene corridor/hoofdstructuur bij Didam worden specifieke maatregelen aanbevolen. Belangrijke groenelementen en groene corridor parallel aan de spoorlijn dienen functioneel gehouden te worden tijdens de werkzaamheden. Dat kan gedaan worden door altijd een strook (minimaal 2 meter) van groen met voldoende dekking (bijvoorbeeld bramenstruiken, hoog gras of struikgewas) vrij te houden. Deze strook mag tussen zonsondergang en zonsopkomst niet verlicht zijn en er mogen ook geen barrières in de strook gelegd worden die de doorgang kunnen beperken, zoals materieel.

Tabel 4.16 Effectbeoordeling permanente effecten voor mitigatie

Effecttype	Score
Oppervlakteverlies	-
Barrièrewerking	-
Verstoring	0
Eindscore	-

4.1.2 Permanente effecten

4.1.2.1 Instandhoudingsdoelen Natura 2000 – Stikstof

Effectbeschrijving

Uit de berekeningen met het AERIUS model versie 2023.0.1 blijkt dat de gebruiksfase van het project RegioExpres zal leiden tot een toename in stikstofdepositie op zes Natura 2000-gebieden met stikstofgevoelige habitattypen en/of leefgebieden die (naderend) overbelast zijn. Op drie Natura 2000-gebieden zal een afname van stikstofdepositie optreden. De afname ontstaat doordat hetzelfde materieel op een andere wijze wordt ingezet, waardoor met name Natura 2000-gebieden ten westen van het plangebied relatief minder belast worden. De belangrijkste rekenresultaten zijn weergegeven in Tabel 4.2. In Bijlage 13 is de input en AERIUS-uitvoer van de berekeningen weergegeven.

Tabel 4.17 Resultaten stikstofdepositie als gevolg van de gebruiksfase vanaf 2027.

Natura 2000-gebied	Oppervlak met toename (ha)	Grootste toename van depositie (mol N/ha/jr)	Oppervlak met afname (ha)	Grootste afname van depositie (mol N/ha/jr)
Rijntakken	110,75	1,03	0,00	0,00
Veluwe	33.028,03	0,15	0,00	0,00
Landgoederen Brummen	70,73	0,04	0,00	0,00
Sint Jansberg	82,70	0,01	0,00	0,00
De Bruuk	13,19	0,01	0,00	0,00
Stelkampsveld	0,06	0,01	0,00	0,00
Korenburgerveen	0,00	0,00	162,53	0,01
Bekendelle	0,00	0,00	30,69	0,16
Willinks Weust	0,00	0,00	1,20	0,01

Effectbeoordeling

De stikstofdepositie doordat er meer treinen en ook snellere treinen gaan rijden is maximaal 1,03 mol N/ha per jaar. De Natura 2000-gebieden waar stikstof neerslaat, hebben allemaal habitattypen die reeds overbelast zijn met stikstof. Door het treffen van maatregelen dient het effect op omliggende Natura 2000-gebieden zodanig te worden teruggebracht dat er geen toename van stikstofdepositie optreedt op de genoemde Natura 2000-gebieden, zowel ten gevolge van de aanleg als ook het gebruik van de RegioExpres. Dit kan door bijvoorbeeld schonere brandstof (HVO) te gebruiken. Het rijden met HVO (in plaats van reguliere diesel) reduceert stikstofemissie bij de bron. Door TNO/Movares uitgevoerd (praktijk)onderzoek (in samenwerking met Arriva, ProRail en Provincie Gelderland) heeft uitgewezen dat deze maatregel de stikstofdepositie ten gevolge van project RegioExpres reduceert. Een AERIUS-berekening op basis van door TNO bepaalde emissiekentallen voor HVO wijst uit dat het project nog slechts voor het Natura 2000-gebied Rijntakken zou leiden tot een toename in stikstofdepositie van maximaal 0,15 mol N/ha/jaar (Bijlage 14). Op 13 andere Natura 2000-gebieden zou een afname in stikstofdepositie plaatsvinden ten opzichte van de referentiesituatie.

De stikstofdepositie die niet wordt weggenomen met de bronmaatregel dient opgelost te worden binnen het ecologisch vervolgonderzoek, bijvoorbeeld door 'extern salderen'. Dit houdt in dat andere emissiebronnen in de omgeving van de stikstofgevoelige natuur die door het project wordt belast weg worden genomen om zo het negatieve projecteffect te voorkomen. Deze maatregel is binnen project RegioExpres nog niet onderzocht, maar zou, eventueel in combinatie met de bovengenoemde bronmaatregel, een oplossing kunnen bieden.

Tabel 4.18 Effectbeoordeling permanente effecten voor mitigatie

Effecttype	Score
Verzuring en vermesting	--
Eindscore	--

Mitigatie en herbeoordeling

Door het treffen van maatregelen kan het effect op omliggende Natura 2000-gebieden mogelijk dusdanig worden teruggebracht dat er geen rest-effecten meer overblijven. Dit kan bijvoorbeeld het toepassen van HVO zijn. Wanneer maatregelen binnen het project ook niet voldoende blijken te zijn zal ook extern salderen als maatregel toegepast worden. Echter is in dit stadium nog niet bekend welke mitigerende maatregelen ingezet zullen worden. Daarom wordt alsnog worst-case ervanuit gegaan dat een ADC-toets nodig is, in combinatie met nader te bepalen maatregelen. Zoals hierboven beschreven zal het project wel uitvoerbaar zijn.

Tabel 4.19 Effectbeoordeling permanente effecten na mitigatie

Effecttype	Score
Verzuring en vermesting	--
Eindscore	--

4.1.2.2 Instandhoudingsdoelen Natura 2000 – Overige aspecten

Effectbeschrijving

Met betrekking tot soorten die aangewezen zijn in het kader van de Habitatrictlijn zijn de eerste geschikte gebieden op circa 1.300 meter gelegen ten opzichte van het plangebied. Voor soorten die aangewezen zijn in het kader van de Vogelrichtlijn zijn de eerste geschikte gebieden op circa 750 meter afstand gelegen. Omdat de voorgenomen ontwikkelingen niet in Natura 2000-gebieden plaatsvinden, leidt de realisatie van het voorgenomen plan niet tot ruimtebeslag of versnippering in deze gebieden.

Na afloop van de werkzaamheden zal één extra sneltrein per uur in beide richtingen rijden. Tussen Arnhem en Doetinchem stoppen de treinen ook niet meer. Verstoring kan ontstaan door treinen die vaker en met meer snelheid over het traject gaan rijden en daardoor meer geluid produceren. Gezien de afstand tussen de spoorbaan en de omliggende Natura 2000-gebieden (minimaal 750 meter) en er bebouwing tussen de spoorbaan en Natura 2000-gebieden aanwezig is, wordt een effect op Natura

2000-gebieden door optische verstoring, geluid en trillingen uitgesloten. Een effect door de toename van geluid en trillingen wordt tevens niet verwacht doordat de spoorbaan een reeds zeer verstoorde omgeving is, en eenmaal per uur twee treinen redelijkerwijs wegvalt in de huidige geluidsverstoring. Er worden ook geen structuren doorsneden die een verbindende functie hebben voor Natura 2000-gebieden in de bredere omgeving. Er vindt daarom ook geen barrièrewerking plaats in Natura 2000-gebieden.

Effectbeoordeling

Gezien een buffer aanwezig is tussen de spoorbaan en de Natura 2000-gebieden en de spoorbaan reeds een verstoord milieu is, wordt geen verstoring verwacht door de toename in spoorbewegingen en sneller rijdende treinen.

Tabel 4.20 Effectbeoordeling permanente effecten voor mitigatie

Effecttype	Score
Oppervlakteverlies	0
Barrièrewerking	0
Verstoring	0
Eindscore	0

Mitigatie en herbeoordeling

Er vindt geen mitigatie plaats omdat er geen negatieve effecten plaatsvinden op Natura 2000-gebieden (uitgezonderd van stikstofeffecten). Een herbeoordeling is niet van toepassing.

4.1.2.3 Gelders Natuurnetwerk

Een ruimtelijk initiatief in het Gelders natuurnetwerk kan doorgaan als er geen negatieve gevolgen kunnen zijn voor de kernkwaliteiten, oppervlakte of samenhang van het natuurnetwerk.

Effectbeschrijving

Zoals in de paragraaf 3.1.2 is beschreven kruist het spoortraject het Gelders Natuurnetwerk (GNN). De voorgenomen ontwikkeling tussen Didam en Wehl legt beslag op gebieden die behoren tot het GNN. Bij het GNN gaat het om het ruimtebeslag op de volgende natuurtypen:

- 5.436 m² GNN zonder natuurtype. Dit betreft gemaaid gras langs de spoorbaan;
- 3.746 m² GNN met natuurtype 'N16.04 Vochtig bos met productie',
- 1.207 m² GNN met natuurtype 'N16.03 Droog bos met productie', en;
- 214 m² GNN met landschapselementtype 'L01.07 Laan'.

Alternatievenafweging

De enige alternatieven zijn 'autonome ontwikkeling' en de 'voorkeursvariant' (= spoorverdubbeling tussen Doetinchem - De Huet en Didam). Omdat het GNN aan weerszijden van het spoor is gelegen maakt het niet uit aan welke zijde van het spoor het ruimtebeslag plaatsvindt. Er is bewust voor gekozen om niet het spoor aan beide zijden te verbreden maar het huidige spoor te behouden zodat de werkzaamheden minder ingrijpend zijn.

Groot openbaar belang

De ontwikkeling van de spoorlijn dient een groot openbaar belang. Verwacht wordt dat de drukte in de treinen zal toenemen tot het hoogste niveau in Nederland. Wanneer er geen maatregelen genomen worden, zal dit grote gevolgen hebben voor de bereikbaarheid, leefbaarheid en het vestigingsklimaat van de regio. Ook zal de snelheid van de spoorlijn sterk verbeterd worden als gevolg van de ontwikkelingen. Dit bevordert de doorstroming van het openbaar vervoer en maakt het aantrekkelijker voor reizigers om met de trein te reizen. Hierdoor wordt ook een bijdrage geleverd aan het terugdringen van de stikstofdepositie in Nederland.

Effectbeoordeling

Doordat het raakvlak met het GNN enkel een strook langs het spoor betreft zal het ruimtebeslag niet leiden tot een grote verstoring van de aanwezige functies van das in het bos. Door de ruime aanwezigheid van (beter) geschikt bosgebied in de directe omgeving van het plangebied, wordt een beperkt effect op das binnen het GNN verwacht door het verlies van areaal als gevolg van het project. De toename van versnippering heeft uiteindelijk echter wel een negatief effect op de dassenpopulaties in het gebied.

Bij voorliggend project is gekozen om natuurbeheertypen met gelijkwaardige of kwalitatief betere natuur te compenseren. Hierdoor blijft leefgebied van das behouden en sluit de compensatie aan bij het behoud van cultuurhistorische waarden en de recreatieve functie van het bos. Daarnaast levert zij een bijdrage aan de ontwikkeling van bossen/bosranden en biotopen voor vogels en doelsoorten van het EVZ-model das in dit gebied.

In onderstaande tabel wordt weergegeven welke oppervlaktes worden teruggebracht, conform de Omgevingsverordening van de Provincie Gelderland:

Tabel 4.1: Overzicht versterking natuurbeheertypes percelen Stillwald. Het oppervlakte wat overblijft wordt ingezet ter compensatie van de GO.

Perceel	Type	Categorie	Abiotiek	Oppervlakte (ha)	Opgave GNN	Netto over (GO)
A	N12.02 kruiden- & faunarijck grasland	1	Droog	1,93	0,54	0,89
	N15.02 dennen-, eiken- & beukenbos	2	Droog	0,39	0,12	0,27
C	N10.02 vochtig hooiland	2	Vochtig	0,74	0,37	0,37
D	N15.02 dennen-, eiken- & beukenbos	2	Droog	0,66	-	0,66

De toename van frequentie in het treinverkeer (eenmaal per uur in twee richtingen) en het rijden van sneltreinen tussen Arnhem en Doetinchem hebben geen effect op het GNN. De spoorbaan is een reeds verstoorde omgeving. Het toevoegen van twee treinen per uur die sneller rijden valt redelijkerwijs weg in het heersende verkeersbeeld.

Tabel 4.21 Effectbeoordeling permanente effecten voor mitigatie

Effecttype	Score
Oppervlakteverlies	--
Barrièrewerking	--
Verstoring	--
Eindscore	--

Mitigatie en herbeoordeling

Door de aanleg van faunapassages (zie paragraaf 4.1.2.4) kan de barrièrewerking gemitigeerd worden. Ook worden aanwezige faunapassages en andere onderdoorgangen verlengd, zodat deze beschikbaar blijven in de nieuwe situatie. Met inachtneming van de mitigerende maatregelen wordt het effect op het GNN als volgt beoordeeld:

Tabel 4.22 Effectbeoordeling permanente effecten na mitigatie

Effecttype	Score
Oppervlakteverlies	--
Barrièrewerking	0
Verstoring	0
Eindscore	--

4.1.2.4 Groene Ontwikkelingszone en Ecologische Verbindingszone

Voor de GO-gronden geldt dat een nieuwe activiteit of ontwikkeling niet mag plaatsvinden als deze leidt tot significante aantasting van de kernkwaliteiten of ontwikkelingsdoelen en samenhang van de GO. Er dient vastgesteld te worden of voorliggend project negatieve effecten op de GO veroorzaakt en hoe de GO kan worden versterkt.

Effectbeschrijving

De voorgenomen ontwikkeling legt een ruimtebeslag op het gebied die behoren tot de GO met een oppervlakte van 1,43 hectare zonder natuurtype. Het betreft hier stroken aan de noord- en zuidzijde van de spoorbaan tussen Didam en Wehl. Het oppervlak bestaat uit:

- 0,23 hectare GO bestaand uit kruidenrijk grasland langs het spoor, en;
- 1,20 hectare GO bestaand uit productiegrasland.

Zoals eerder vastgesteld ligt het plangebied waar werkzaamheden uitgevoerd gaan worden in deelgebied De Liemers Oost waarvoor kernkwaliteiten en ontwikkelingsdoelen vastgesteld zijn (zie paragraaf 3.1.2). Het ruimtebeslag op de GO vindt echter maar plaats op een beperkt deel van gebied De Liemers Oost. Van de genoemde kernkwaliteiten en ontwikkelingsdoelen zijn er maar enkele die ook daadwerkelijk betrekking hebben op de gebieden waar ruimtebeslag op plaatsvindt: 'Leefgebied das' en 'EVZ Veluwe-Montferland'. Leefgebied das is toegelicht in paragraaf 4.1.2.3.

De ecologische verbindingszone Veluwe – Montferland met EVZ-model 'das' bestaat uit een brede landschapszone wat opgebouwd is uit kleinschalig akker- en weidelandschap met bosjes, houtwallen en heggen. Een grotere spoorverbinding vormt een obstakel in het landschap. De natuurtypes die geraakt worden vormen leefgebied van de das en andere soorten fauna. Andere doelsoorten van het EVZ-model das zijn de boomklever, geelgors, glanskop, grauwe klauwier, baardvleermuis, Bechsteinvleermuis, boommarter, bosvleermuis, bunzing, franjestaart, gewone grootoorvleermuis, rosse vleermuis, watervleermuis en wezel.

Ook voor kleinere soorten als de kamsalamander (geen onderdeel van het EVZ dat geraakt wordt door het plangebied) kan het een grotere spoorverbinding leiden tot een groter obstakel in het landschap. Het geraakte natuurtype (bos met productie) vormt echter geen leefgebied van de kamsalamander, en ook zijn er geen poelen aanwezig waar de kamsalamander voor zou kunnen komen. Er worden geen houtopstanden in de GO gekapt.

De toename van frequentie in het treinverkeer (eenmaal per uur in twee richtingen) en het rijden van sneltreinen tussen Arnhem en Doetinchem hebben geen effect op de GO. De spoorbaan is een reeds verstoorde omgeving. Het toevoegen van twee treinen per uur die sneller rijden valt redelijkerwijs weg in het heersende verkeersbeeld.

Effectbeoordeling

Middels een berekening met de rekentabellen Groene Ontwikkelingszone van de provincie kan aangetoond worden wat de verlies- en impactpunten van de voorgenomen ontwikkeling zijn (zie Bijlage 1). Totaal komt dit uit op 230 verliespunten en 3.500 impactpunten. De verliespunten kwantificeert het verlies aan natuur- of landschapselementen die bijdragen aan de kernkwaliteiten van de GO als gevolg van de voorgenomen ontwikkelingen. De impactpunten kwantificeren de impact van de voorgenomen ontwikkelingen op actuele en potentiële natuur- en landschapswaarden als gevolg van fysiek ruimtebeslag of verstoring van de omgeving.

Doordat de uitbreiding van de spoorlijn voor een groter obstakel vormt in het landschap, heeft dit een negatief effect op de ecologische verbindingszones. Ook de natuurtypes die geraakt worden als gevolg van de voorgenomen ontwikkelingen heeft een negatief effect. Deze effecten kunnen wel nog versterkt worden. De ontwikkelingen hebben geen effect op de kamsalamander, omdat het plangebied geen geschikt leefgebied voor de kamsalamander is.

Raakvlak met de GO, de kernkwaliteiten (inclusief EVZ) en/of ontwikkelingsdoelen moeten per saldo worden versterkt, maar de samenhang gaat niet verloren. Hierdoor is het effect beoordeeld als negatief.

Tabel 4.23 Effectbeoordeling permanente effecten voor mitigatie

Effecttype	Score
Oppervlakteverlies	-
Barrièrewerking	-
Verstoring	-
Eindscore	-

Mitigatie en herbeoordeling

De GNN en GO zijn in het plangebied met elkaar verbonden. Maatregelen voor het GNN werken door op het GO en vice versa. Voor de aantasting van het GO is een versterkingsplan opgesteld.

Om op de benodigde versterking van het EVZ-model dat uit te komen wordt uitgegaan van de volgende maatregelen:

- Realisatie van twee kleine zoogdier tunnels/faunapassages over het traject ten behoeve van de das;
- Realisatie van drie dwarsligger faunapassages (DFP) over het traject ten behoeve van herpetofauna (amfibieën en reptielen);
- Waarborging van oversteekplekken voor groot wild (reeën);
- Realisatie van droog bos zoals dennen-, eiken- & beukenbos (N15.02) met een oppervlakte van 0,93 hectare (9.300 m²);
- Realisatie van kruiden- en faunarijk grasland (N12.02) met een oppervlakte van 0,89 hectare (8.900 m²);
- Realisatie van vochtig hooiland (N10.02) met een oppervlakte van 0,37 hectare (3.700 m²);
- Realisatie van een houtwal (L01.02) met een totale oppervlakte van 0,18 hectare (1.800 m²);
- Versterken van bestaande singels (398 meter).

Met inachtneming van de mitigerende maatregelen wordt het effect op de GO en de EVZ als volgt beoordeeld:

Tabel 4.24 Effectbeoordeling permanente effecten na mitigatie

Effecttype	Score
Oppervlakteverlies	-
Barrièrewerking	0
Verstoring	0
Eindscore	-

4.1.2.5 Weidevogelgebied en ganzenrustgebied

Effectbeschrijving

In Figuur 9 zijn weidevogelgebieden en rustgebied voor winterganzen in de omgeving van het studiegebied weergegeven. Er vinden geen werkzaamheden plaats in of nabij weidevogelgebied of ganzenrustgebied. Het dichtstbijzijnde gebied is ganzenrustgebied op 700 meter ten zuiden van het plangebied. Weidevogelgebied ligt op minimaal 3,3 kilometer afstand ten noorden van het plangebied. Er vindt geen ruimtebeslag plaats op weidevogelgebied of ganzenrustgebied. Gezien er reeds treinverkeer aanwezig is bij deze gebieden wordt een toename van één trein per uur in beide richtingen met hogere snelheid redelijkerwijs als niet verstorend geacht.

Effectbeoordeling

Weidevogelgebied en ganzenrustgebied zullen door de voorgenomen ingreep geen negatieve effecten ondervinden gezien de afstand tussen het dichtstbijzijnde weidevogel- en ganzenrustgebied en het plangebied en de zeer beperkte toename in frequentie van treinen.

Tabel 4.25 Effectbeoordeling permanente effecten voor mitigatie

Effecttype	Score
Oppervlakteverlies	0
Barrièrewerking	0
Verstoring	0
Eindscore	0

Mitigatie en herbeoordeling

Wat betreft weidevogelgebied en ganzenrustgebied en de ligging van het plangebied ten opzichte van deze gebieden heeft de voorgenomen ontwikkeling geen mitigatie of herbeoordeling nodig.

4.1.2.6 Beschermde soorten

Effectbeschrijving

Binnen het plangebied is biotoop aangetroffen die geschikt is voor beschermde soorten (Wnb) waarvoor geen algemene vrijstelling geldt, Rode Lijst-soorten en vrijgestelde soorten. In Bijlage 15 zijn tabellen opgenomen met de soorten die in de omgeving van het plangebied kunnen voorkomen, op basis van de Nationale Database Flora en Fauna (NDFF) en de bevindingen van de onderzoeken. In paragraaf 3.1.4 wordt beschreven welke soorten binnen de invloedssfeer van de werkzaamheden aanwezig zijn.

Ruimtebeslag

De tweede spoorbaan is aan de zuidzijde van de bestaande spoorbaan gelegen en resulteert daardoor permanent ruimtebeslag. Echter komt een nieuwe spoorberm daarvoor in de plaats, waar soorten als hondsviooltje en de grote parelmoervlinder zich weer kunnen vestigen. Grote leeuwenklauw, ruw parelzaad en groot spiegelklokje kunnen mogelijk ook in de berm groeien en vernietigd door de nieuwe spoorbaan wat in 2024 wordt onderzocht. Deze soorten zijn beschermd onder artikel 3.10 van de Wnb, waardoor vergraven van exemplaren een overtreding van de Wnb betreft. Andere beschermde vaatplanten zijn niet aangetoond in het nader onderzoek, waardoor overtreding van de Wnb niet aan de orde is.

Bij het verwijderen van vegetatie direct naast spoor voor de spoorverdubbeling kunnen nesten van algemene broedvogels vernietigd of verstoord worden. Dit betreft een overtreding van verbodsartikel 3.1 van de Wnb. Er worden geen nesten van vogels met jaarrond beschermde nesten of struiken met essentiële functie voor huismus aangetast door de aanleg van de spoorbaan. Een aantal hagen die in gebruik (kunnen) zijn door huismus liggen direct langs het spoor maar worden niet aangetast door de aanleg van de spoorbaan of de toename in het treinverkeer. De hagen zijn reeds in een verstoorde omgeving direct naast het spoor gelegen. Dit geldt ook voor broedlocaties van andere vogels met jaarrond beschermde nesten.

Ruimtebeslag op kleine delen bosschages waar vrijgestelde en niet-vrijgestelde grondgebonden zoogdieren in kunnen voorkomen resulteert in aantasting van verblijfplaatsen van door het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat vrijgestelde soorten. Tijdens het nader onderzoek is vastgesteld dat niet-vrijgestelde soorten geen vaste rust- en/of verblijfplaatsen hebben binnen het ruimtebeslag. Voor das, boommarter, steenmarter en bever dient op twee locaties de aan-/afwezigheid van vaste rust- en/of verblijfplaatsen in 2024 nog nader onderzocht te worden, waardoor daar mogelijk wel sprake is van overtreding van artikelen 3.5 en 3.10 van de Wnb.

De aantasting van groen langs de spoorbaan resulteert niet in het aantasten van essentiële functies van vleermuizen. Op alle drie onderzochte onderzoeklocaties zijn geen essentiële vliegroutes vastgesteld. Wel is er een hop-over aangetroffen nabij de Zwaluwstraat tussen een park en begraafplaats. Er bestaan voldoende alternatieven tussen park en begraafplaats die als hop-over gebruikt kunnen worden. Dit betekent dat de werkzaamheden geen negatieve effecten op essentiële vliegroutes van vleermuizen in het studiegebied heeft. Tijdens de aanvullende veldbezoeken zijn geen kraam-, zomer- en paarverblijfplaatsen aangetroffen in de twee onderzochte bomen. Negatieve effecten op

verblijfplaatsen van vleermuizen door de kapwerkzaamheden ten behoeve van de spooruitbreiding kunnen daarmee uitgesloten worden.

Tijdens het onderzoek is vastgesteld dat hazelworm voorkomt in het gebied rondom het GNN. Mogelijk vormt de berm naast de spoorbaan ook leefgebied, welke permanent zal verdwijnen. Hier komt wel nieuwe berm voor terug. De hazelworm soort is beschermd onder artikel 3.10 van de Wnb. Door de werkzaamheden worden vaste rust- en verblijfplaatsen vernietigd. In 2024 wordt ook onderzocht of op andere locaties langs het spoor hazelworm en levendbarende hagedis kunnen voorkomen, waar de spoorbaan dan ruimtebeslag heeft op het leefgebied.

Er vindt geen ruimtebeslag op waterlichamen plaats door de verdubbeling van de spoorbaan. Wel worden duikers vervangen, wat mogelijk een effect heeft op algemeen vrijgestelde amfibieën die rond de duikers aanwezig zijn. De grotere watergangen die de duikers overspannen zijn niet geschikt voor niet-vrijgestelde vissoorten of amfibieën doordat dit grote, diepe en door vis gebruikte watergangen zijn.

Verstoring en versnippering

Omdat de spoorbaan reeds een verstoorde omgeving is en treinen nu ook al met lichten rijden, wordt het redelijkerwijs aannemelijk geacht dat het toevoegen van twee sneltreinen per uur geen verstoring door geluid, trillingen en licht oplevert voor soorten die in de omgeving van de spoorbaan leven. Mogelijk ontstaat wel meer versnippering doordat de treinen harder en vaker rijden, waardoor het risico op verkeersslachtoffers toeneemt.

Effectbeoordeling

In onderstaande tabel is per soortgroep aangegeven wat de effectscore is. Aantasting van functies van algemene broedvogels en/of soorten die Nationaal beschermd zijn wordt beoordeeld als negatief. Aantasting van functies van soorten die beschermd zijn onder de Habitatrichtlijn en/of Vogelrichtlijn wordt beoordeeld als zeer negatief.

Tabel 4.26 Effectbeoordeling permanente effecten voor mitigatie per soortgroep

Soortgroep	Beschermde Soorten?	Effect-score	Toelichting
<i>Vaatplanten</i>	Nee	0	Rode Lijst-soorten vergraven
<i>Vogels met jaarrond beschermde nesten</i>	Ja	0	Geen effect op jaarrond beschermde nesten. Hagen huismus en horsten/nesten overige soorten liggen op voldoende afstand en/of in reeds verstoorde omgeving.
<i>Algemene broedvogels</i>	Ja	-	Aantasting broedlocaties mogelijk.
<i>Grondgebonden zoogdieren</i>	Ja	-	Versnippering van het bosgebied tussen Wehl en Didam en aanrijdingsslachtoffers van grondgebonden zoogdieren (waaronder das, steenmarter, boomarter, ree en eekhoorn).
<i>Vleermuizen</i>	Ja	0	Geen effect op essentieel foerageergebied, vliegroutes of verblijfplaatsen.
<i>Reptielen</i>	Ja	-	Aantasting leefgebied hazelworm.
<i>Amfibieën</i>	Nee	0	Raakvlak algemeen vrijgestelde amfibieën
<i>Vissen</i>	Nee	0	Geen effect op waterlichamen
<i>Ongewervelden</i>	Nee	0	Ruimtebeslag waardplanten kleine parelmoervlinder, een Rode Lijstsoort.
Totaalscore	Ja	-	

De effecten worden door bovenstaande als volgt beoordeeld:

Tabel 4.27 Eindbeoordeling permanente effecten voor mitigatie

Effecttype	Score
Oppervlakteverlies	-
Barrièrewerking	-
Verstoring	0
Eindscore	-

Mitigatie en herbeoordeling

De meeste mitigerende maatregelen voor de tijdelijke effecten zijn ook hier van toepassing, maar dan voor een kleiner oppervlakte. Zie daarvoor paragraaf 4.1.1.6. In het kader van versterkingsmaatregelen voor de GO worden ook vijf faunapassages aangelegd die diverse soorten kunnen gebruiken (zie paragraaf 4.1.2.3). Reeds aanwezige faunapassages en andere onderdoorgangen worden verlengd zodat deze functioneel blijven. Het effect van de versnippering wordt daarmee geminimaliseerd. Voor de hazelworm dient wederom een ontheffing op artikel 3.10 Wnb aangevraagd te worden omdat de spoorbaan ruimtebeslag legt op het leefgebied. Door het treffen van passende mitigerende en compenserende maatregelen kan de ontheffing verkregen worden (zie paragraaf 4.1.2.3).

Tabel 4.28 Beoordeling effecten na mitigatie per soortgroep

Soortgroep	Beschermde Soorten?	Effect-score	Toelichting
<i>Vaatplanten</i>	Ja	0	Rode Lijst-soorten vergraven
<i>Vogels met jaarrond beschermde nesten</i>	Ja	0	Geen effect.
<i>Algemene broedvogels</i>	Ja	0	Aantasting nesten voorkomen door maatregelen te treffen.
<i>Grondgebonden zoogdieren</i>	Ja	0	Versnippering van het bosgebied tussen Wehl en Didam en aanrijdingsslachtoffers voorkomen door faunapassages te realiseren en hekwerk aan te passen.
<i>Vleermuizen</i>	Ja	0	Geen effect op essentieel foerageergebied, vliegroutes of verblijfplaatsen.
<i>Reptielen</i>	Ja	-	Permanente aantasting leefgebied hazelworm.
<i>Amfibieën</i>	Ja	0	Geen effect door treffen maatregelen.
<i>Vissen</i>	Ja	0	Geen effect.
<i>Ongewervelden</i>	Ja	0	Ruimtebeslag waardplanten kleine parelmoervlinder, een Rode Lijstsoort.
Totaalscore	Ja	-	

Ook bij het treffen van maatregelen vindt er een negatief effect plaats doordat ruimtebeslag plaatsvindt op vaste rust- en voortplantingsplaatsen van hazelworm. De totaalbeoordeling is dan als volgt.

Tabel 4.29 Eindbeoordeling permanente effecten na mitigatie

Effecttype	Score
Oppervlakteverlies	-
Barrièrewerking	0
Verstoring	0

Effecttype	Score
Eindscore	-

4.1.2.7 Houtopstanden

Effectbeschrijving

In Tabel 4.30 t/m Tabel 4.32 wordt weergegeven welke aantallen vergunningsplichtige bomen gekapt zullen worden ten behoeve van de totale werkzaamheden, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen het beleid waaronder de te kappen bomen vallen.

De 47 vergunningsplichtige bomen gekapt binnen de gemeente Montferland vallen onder de Algemeen Plaatselijke Verordening van de gemeente Montferland. De 36 bomen van de gemeente Doetinchem vallen onder de Bomenverordening.

Tabel 4.30 Vergunningsplichtige bomen binnen de bebouwde kom Wnb per gemeente.

	Montferland	Doetinchem
Bomen	47	36

Er zijn 13 bomen in gemeente Montferland en 1 boom in gemeente Doetinchem die vergunningsplichtige bomen zijn die gekapt worden buiten de bebouwde kom Wnb maar die niet voldoen aan de vereisten voor Wnb houtopstanden. Voor de gemeente Montferland zijn geen beleidsregels opgenomen voor bomen buiten de bebouwde kom, voor de gemeente Doetinchem wel.

Tabel 4.31 Ontheffingsplichtige en/of vergunningsplichtige bomen buiten de bebouwde kom Wnb

	Montferland	Doetinchem
Bomen	13	1

Buiten de bebouwde kom staan 35 vergunningsplichtige bomen die gekapt worden voor de werkzaamheden, die zowel onderdeel zijn van Wnb houtopstanden als voldoen aan de eisen om onder de Bomenverordening van Doetinchem te vallen.

Tabel 4.32 Ontheffingsplichtige houtopstanden die ook onder de Bomenverordening van Doetinchem vallen.

	Wnb + Doetinchem
Bomen	35

Buiten de bebouwde kom staan 6 houtopstanden Wnb die gekapt worden door de werkzaamheden. Hiervan zijn twee houtopstanden onderdeel van het GNN.

Tabel 4.33 Ontheffingsplichtige houtopstanden die ook onder de Bomenverordening van Doetinchem vallen.

Locatie	Oppervlakte (m ²)	GNN
A	852	Nee
B	464	Ja, N16.03
C	1.782	Ja, N16.04
D	280	Nee
E	1.168	Nee
F	232	Nee
Totaal	4.778	

Effectbeoordeling

Er worden in totaal 119 ontheffings- en/of vergunningsplichtige bomen gekapt en 4.778 m² ontheffingsplichtige houtopstanden geroid. Hiervan is 190 m² onderdeel van oude bosgroeiplaats (145

m² kan hersteld worden op dezelfde locatie, 45 m² wordt permanent aangetast). Dit betekent dat er een sterke afname van houtopstanden Wnb en individuele bomen zowel binnen als buiten de bebouwde kom plaatsvindt. Alle bomen en houtopstanden worden conform Wnb en gemeentelijk beleid teruggebracht.

Bomen en struiken die permanent gekapt worden op de oude bosgroeiplaats kunnen niet op dezelfde locatie worden terug geplant. Dat is in strijd met art. 3.91 (lid 2 sub h) van de Omgevingsverordening Gelderland. Er kan geen ontheffing worden verleend door Gedeputeerde Staten. Dit betekent dat de afwijkingsprocedure (art. 1a.4 en 1a.6 Omgevingsverordening Gelderland) doorlopen moet worden.

Artikel 1a.4 van de Omgevingsverordening stelt dat van de regels in hoofdstuk 3 afgeweken kan worden, voor zover toepassing van een regel, gelet op het oogmerk daarvan:

1. onevenredig is in verhouding tot een zwaarwegend belang; of
2. een evenredige afweging van de betrokken belangen bij de optimale oplossing van een dilemma belemmert.

Dit moet onderbouwd worden voor het project RegioExpres. Deze onderbouwing wordt aan Gedeputeerde Staten voorgelegd met het verzoek tot het nemen van het besluit voor afwijken van art. 3.91 (lid 2 sub h). Gedeputeerde Staten stelt conform artikel 1a.6 van de Omgevingsverordening de Provinciale Staten in de gelegenheid hun wensen en bedenkingen aan te geven over het voornemen tot besluit.

Tabel 4.34 Vergunningsplichtige bomen per beschermingsregime. BiBeKo = binnen de bebouwde kom, BuBeKo = buiten de bebouwde kom.

	Bevoegd gezag	Aanvragen	Aantallen/oppervlakte
BiBeKo	Montferland	Vergunning	47 bomen
	Doetinchem	Vergunning	36 bomen
BuBeKo	Gemeente Doetinchem	Vergunning	1 boom
	Wnb	Melding/maatwerk	4.778 m ² houtopstanden waarvan 190 m ² oude bosgroeiplaats
	Gemeente Doetinchem en Wnb	Vergunning en melding	35 bomen

Het effect is hierdoor beoordeeld als zeer negatief voor het kappen van bomen.

Tabel 4.35 Beoordeling permanente effecten voor mitigatie

Effecttype	Score
Gekapte bomen	--
Gekapte bomen op oude bosgroeiplaatsen	--
Eindscore	--

Mitigatie en herbeoordeling

Mitigatie is voor houtopstanden en bomen niet van toepassing. Waar mogelijk is reeds in het ontwerp raakvlak met bomen en houtopstanden vermeden. Weliswaar geldt binnen de gemeenten een herplantplicht, maar de bomen en struiken kunnen niet altijd op dezelfde plaats worden herplant. Zie voor aard en wijze van de voorgenomen herplant het Landschapsplan als bijlage bij Deelrapport landschap en Ruimtelijke Kwaliteit.

4.1.2.8 Gemeentelijke groenstructuurplannen

Effectbeschrijving

Bij kap van bomen onderdeel van de historische linten en laanbeplanting kan mogelijk het karakter van deze bomenrijen lokaal aangetast worden, wat niet wenselijk is.

Gemeente Montferland

Het te versterken groen (Figuur 3.5) komt grotendeels overeen met de elementen die in Figuur 3.4 zijn aangeduid. In Figuur 3.6 zijn gebieden langs de spoorbaan ook aangeduid als 'te behouden bestaande belangrijke groenelementen' en ook de doorzichten naar de omgeving dienen behouden te worden. Dit zijn dus de elementen die de gemeente Montferland wil behouden.

Door de voorgenomen ontwikkelingen vindt er ruimtebeslag langs het spoor plaats. Dit is een beperkte omvang in relatie tot de omliggende gebieden (circa 8 meter ruimtebeslag gezien hart spoor).

Gemeente Doetinchem

In het buitengebied van Wehl (Figuur 3.7) heeft het plangebied raakvlak met de hoofdstructuur groen en het zoekgebied voor uitbreiding. Aan de zuidkant van de bebouwde kom van Wehl heeft het plangebied ook raakvlak met de nevenstructuur groen. Parallel aan de spoorbaan aan de weerszijden aan de bebouwde kom van Wehl is aangeduid dat een verbindende groenstructuur gewenst is – deze is nog niet gerealiseerd. Aan de zuidkant van Wehl doorkruist het spoor ter plaatse van de Weemstraat een hoofdstructuur van bomen. Op twee locaties zijn hoofdstructuren van bomen gewenst. Er staan geen bijzondere bomen die raakvlak hebben met het plangebied.

Op de hoofdstructuur bomen na worden er geen structuren doorkruist die mogelijk in de gebruiksfase een verlies van functionaliteit kunnen krijgen. Wanneer de bomen ter plaatse van het spoor gekapt moeten worden vindt mogelijk aantasting plaats in de samenhang van deze structuur, wat de gemeente niet wenselijk vindt. Ook vindt ruimtebeslag plaats waardoor de hoofdstructuur groen en nevenstructuur groen in oppervlakte afnemen. Hiervoor geldt het nee, tenzij principe, waarvoor met de gemeente naar passende compensatie moet worden gekeken. De oppervlakte afname is beperkt (circa 8 meter gezien vanaf hart spoor), gezien de omvang van de omliggende structuren. De samenhang van het netwerk van groen en bomen blijft daardoor naar verwachting intact. Wel ligt hier een kans om, indien het gebied opnieuw wordt ingericht, ervoor te kiezen om de verbindende structuur te verbeteren.

In de omgeving van Doetinchem (Figuur 3.8) vindt raakvlak plaats met dezelfde groenelementen als in de omgeving van Wehl, alleen op meer locaties. In het buitengebied doorloopt het plangebied hoofdstructuur groen en nevenstructuur groen. Vanuit het oosten richting Doetinchem is langs de spoorbaan ook een verbindende structuur gewenst. De spoorbaan doorkruist meerdere bomenrijen die zijn aangeduid als hoofdstructuur bomen (gewenst) en nevenstructuur bomen (gewenst). Ter hoogte van het Alsemveld en bij de Spoorstraat staan bomen die als bijzondere bomen zijn aangeduid. Hiervoor geldt dat bij bomenkap mogelijk de samenhang van de structuren afneemt en bijzondere bomen mogelijk verloren gaan.

Er vindt mogelijk ruimtebeslag plaats op de hoofdstructuur groen en nevenstructuur groen. Alleen permanent ruimtebeslag in de gebruiksfase zal na afloop van de werkzaamheden nog aanwezig zijn (circa 8 meter vanaf hart spoor) wat gezien de grootte van de omliggende gebieden geen aantasting van de functionaliteit van de elementen betreft. Dezelfde beoordeling geldt als bij Wehl, dat met de gemeente Doetinchem naar een passende compensatie gekeken dient te worden maar dat de samenhang van bomen en groen naar verwachting niet in het geding komt.

Effectbeoordeling

Gemeente Montferland

Het ruimtebeslag op de omliggende groenstructuren is, op één locatie na, niet dusdanig dat de structuren kwalitatief afnemen, gezien de beperkte omvang in relatie tot de omliggende gebieden. Waardevolle groenstructuren kunnen behouden worden.

Op één locatie wordt een grotere hoeveelheid bomen gekapt. Dit is het gebied wat grenst aan de Oude Beekseweg langs de spoorbaan in Didam. Dit gebied is tevens onderdeel van de hoofdgroenstructuur van Didam. Door de ingreep wordt de hoofdgroenstructuur permanent aangetast (zie paragraaf 4.2.1.8).

Gemeente Doetinchem

Het ruimtebeslag op de omliggende groenstructuren is niet dusdanig dat de structuren kwalitatief afnemen, gezien de beperkte omvang in relatie tot de omliggende gebieden. Waardevolle groenstructuren kunnen behouden worden.

Gezien op één structuur een blijvend effect plaatsvindt wordt het effect ten aanzien van gemeentelijke groenstructuren negatief beoordeeld.

Tabel 4.36 Beoordeling permanente effecten voor mitigatie

Effecttype	Score
Oppervlakteverlies	-
Barrièrewerking	-
Verstoring	0
Eindscore	-

Mitigatie en herbeoordeling

Vrijwel over de gehele lengte van het plangebied is raakvlak met groenstructuren. In het algemeen wordt geadviseerd om nadelige effecten op het functioneren van deze elementen zoveel mogelijk te mitigeren door deze te behouden en zo min mogelijk verlichting toe te passen rondom deze elementen. Wanneer verlichting noodzakelijk is wordt geadviseerd deze weg te richten van het groenelement, een lage armatuur te gebruiken en te kiezen voor een armatuur met een kleine straal. Ook dient ruimtebeslag op deze elementen zoveel mogelijk beperkt te worden, door alternatieve uitvoeringswijzen te kiezen.

Specifiek dient aandacht besteed te worden aan het functioneren van de groene corridor/hoofdgroenstructuur (gelegen grenzend aan de Oude Beekseweg), om de verbindende functie te waarborgen.

Ondanks de mitigerende maatregelen vindt er nog steeds oppervlakteverlies en barrièrewerking plaats, waarbij de groenstructuren kwalitatief niet afnemen en behouden kunnen blijven. Met inachtneming van de mitigerende maatregelen wordt het effect op de gemeentelijke groenstructuren dus hetzelfde beoordeeld:

Tabel 4.37 Effectbeoordeling permanente effecten na mitigatie

Effecttype	Score
Oppervlakteverlies	-
Barrièrewerking	-
Verstoring	0
Eindscore	-

4.2 Mitigerende en compenserende maatregelen

Vanuit de effectbeoordeling volgt dat er negatieve effecten optreden op Natura 2000-gebieden, het Gelders Natuurnetwerk, de Groene Ontwikkelingszones, de Ecologische Verbindingszone, Gemeentelijke groenstructuurplannen, beschermde houtopstanden en soorten onder de Wet natuurbescherming. Er is bepaald of en hoe deze effecten kunnen worden gemitigeerd. Wanneer dit niet mogelijk is, is er gekeken of deze effecten gecompenseerd kunnen worden. Ook zijn meekoppelkansen geïdentificeerd, welke worden opgenomen in het ontwerp. Door het toepassen van meekoppelkansen wordt een meerwaarde voor de natuur gerealiseerd.

4.2.1 Mitigatie

Tijdelijke effecten

Voor het aspect stikstof kan het effect op omliggende Natura 2000-gebieden worden teruggebracht door het elektrificeren van materieel. Hierdoor wordt de stikstofuitstoot tijdens de aanlegfase vermindert.

Ten aanzien van dieren, planten en gebieden (GNN, GO, EVZ en gemeentelijke groenstructuren) wordt voor alle effecten die niet vergunningsplichtig de Zorgplicht in acht genomen (artikel 3.11 Wnb).

Om effecten op broedende vogels te voorkomen dienen werkzaamheden, waarbij beplanting wordt verwijderd of aan oevers wordt gewerkt, buiten het broedseizoen te worden uitgevoerd. Indien werken buiten het broedseizoen niet mogelijk is, moet voorafgaand aan de werkzaamheden door een ter zake kundige op het gebied van broedvogels worden gecontroleerd of broedende vogels aanwezig zijn. Ook kan voorafgaand aan het broedseizoen gestart worden met de werkzaamheden zodat algemene broedvogels zich niet vestigen in en rondom het plangebied. Specifiek voor de huismus wordt bij de haag tussen km 43.7 en 43.8 (geocode 212) niet tijdens het broedseizoen gewerkt (buiten maart tot augustus) om een effect op een essentiële haag op voorhand te voorkomen. Bij de grote haag bij station Doetinchem de Huet wordt de haag gefaseerd verplaatst voorafgaand aan de werkzaamheden, zodat een effect te voorkomen is.

Er wordt verstoring van soorten en gebieden voorkomen door zo veel mogelijk te werken tussen zonsopgang en zonsondergang. Wanneer verlichting noodzakelijk is wordt geadviseerd deze te richten op het werk, een lage armatuur te gebruiken en een armatuur met kleine straal te gebruiken.

Het verwijderen van vegetatie of het werken aan kunstwerken/watergangen wordt vanuit een kant uitgevoerd, zodat grondgebonden zoogdieren, vissen en amfibieën de kans hebben om veilig weg te komen. Het ontstaan van poelen dient te worden voorkomen zodat rugstreeppad zich niet in het werkgebied vestigt.

In het algemeen wordt geadviseerd om nadelige effecten op groenstructuren zoveel mogelijk te mitigeren door deze te behouden, eromheen te werken en zo min mogelijk verlichting toe te passen rondom deze elementen. Ook dient ruimtebeslag op deze groenelementen zoveel mogelijk beperkt te worden, door alternatieve uitvoeringswijzen te kiezen.

Belangrijke groenelementen en een groene corridor parallel aan de spoorlijn dienen functioneel gehouden te worden tijdens de werkzaamheden. Dat kan gedaan worden door altijd een strook (minimaal 2 meter) van groen met voldoende dekking (bijvoorbeeld bramenstruiken, hoog gras of struikgewas) vrij te houden. Deze strook mag tussen zonsondergang en zonsopkomst niet verlicht zijn en er mogen ook geen barrières in de strook gelegd worden die de doorgang kunnen beperken, zoals materieel.

Permanente effecten

Ter mitigatie van de effecten op houtkap is in het ontwerp raakvlak met groenstructuren, bomen en houtopstanden zoveel mogelijk vermeden.

4.2.2 Compensatie

Soorten

Door het ruimtebeslag van de werkzaamheden gaat leefgebied van de hazelworm verloren. Dit leefgebied gaat gecompenseerd worden in de vorm van nieuw ingericht leefgebied in de nieuwe spoorbermen van de tweede baan. Voor de soorten die extra versnippering ondervinden door de verbreding van het spoor worden faunapassages en onderdoorgangen verlengd en open gehouden en worden nieuwe faunapassages aangelegd (zie paragraaf 4.2.3).

GNN, GO en EVZ

Om de ecologische condities rond het plangebied te borgen en te voldoen aan de vereisten uit de provinciale verordening dient er voor de aantasting van het GNN een compensatieplan opgesteld te worden.

Het project resulteert in het volgende oppervlakteverlies van GNN-gronden:

- 5.436 m² (0,54 ha) GNN zonder natuurtype. Dit betreft gemaaid gras langs de spoorbaan;
- 724 m² (0,7 ha) GNN met natuurtype 'N16.03 Droog bos met productie';
- 2.247 m² (0,22 ha) GNN met natuurtype 'N16.04 Vochtig bos met productie'.

Voor het compenseren van oppervlakte dient naast de daadwerkelijke oppervlakte ook gekeken te worden naar de ontwikkeltijd van het natuurtype om te bepalen of er nog een oppervlaktetoeslag toegevoegd dient te worden. Uiteindelijk komen de fysiek te compenseren oppervlaktes hiermee uit op het volgende:

- 5.436 m² (0,54 ha) grasland;
- 1.207 m² (0,12 ha) GNN met natuurtype 'N16.03 Droog bos met productie';
- 3.746 m² (0,37 ha) GNN met natuurtype 'N16.04 Vochtig bos met productie'.

Dit betreft een totale compensatieopgave van 10.388 m² (1,04 ha).

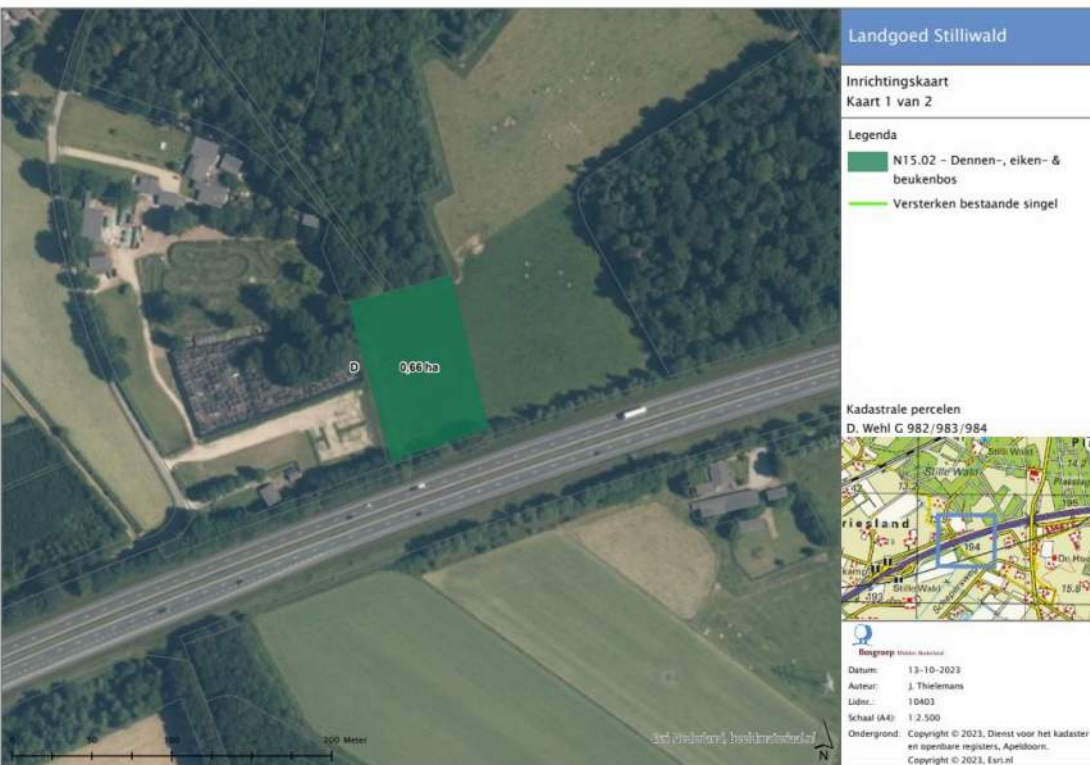
ProRail heeft drie locaties in landgoed Stilliwald voorzien om de compensatie te realiseren (Figuur 4.2 en Figuur 4.3). Deze percelen zijn aangeduid als natuurtype N00.001 en niet binnen het GNN gelegen en voldoen daarmee aan eis. In Tabel 4.38 is aangegeven welke natuurbeheertypes gerealiseerd gaan worden binnen de compensatiegebieden. Hiermee wordt aan de compensatieopgave van het GNN voldaan (ook met in acht name van de versterkingsopgave van de GO).

Tabel 4.38 Overzicht compensatie natuurbeheertypes percelen Stilliwald

Perceel	Type	Categorie	Abiotiek	Oppervlakte (ha)	Opgave GNN	Netto over (GO)
A	N12.02 kruiden- & faunarijck grasland	1	Droog	1,93	0,54	1,39
	N15.02 dennen-, eiken- & beukenbos	2	Droog	0,39	0,12	0,27
C	N10.02 vochtig hooiland	2	Vochtig	0,74	0,37	0,37
D	N15.02 dennen-, eiken- & beukenbos	2	Droog	0,66	-	0,66



Figuur 4.2 Locatie compensatiepercelen landgoed Stillwald. De compensatie van GNN betreft inrichting van percelen A, C en D.



Figuur 4.3 Locatie compensatiepercelen landgoed Stillwald. De compensatie van GNN betreft inrichting van percelen A, C en D.

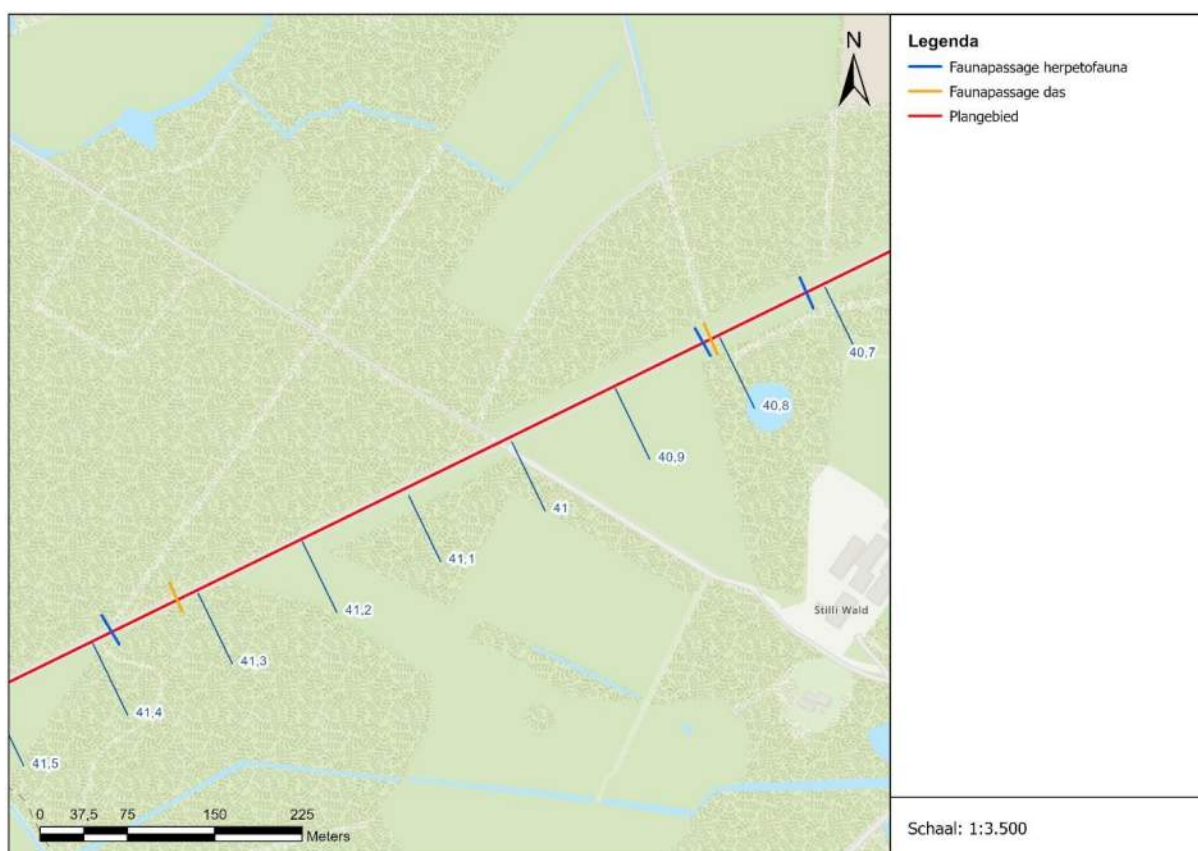
4.2.3 Versterking

Zoals eerder aangegeven zijn het GNN en de GO binnen het plangebied met elkaar verbonden. De maatregelen die genomen worden voor het GNN werken dus ook door op de GO en vice versa. Om de ecologische condities rond het plangebied te borgen en te voldoen aan de vereisten uit de provinciale verordening dient er voor de aantasting van de GO een versterkingsplan opgesteld te worden. De GO hoeft niet in oppervlakte gecompenseerd te worden, maar deze dient wel versterkt te worden.

De berekende verlies- en impactpunten dienen vervolgens met versterkingsmaatregelen verrekend te worden. Voor alle maatregelen geldt de factor voor een bijdrage aan het EVZ-model dat. Om op de benodigde versterking uit te komen wordt uitgegaan van de volgende maatregelen:

- Realisatie van twee kleine zoogdier tunnels/faunapassages over het traject ten behoeve van de das;
- Realisatie van drie dwarsligger faunapassages (DFP) over het traject ten behoeve van herpetofauna (amfibieën en reptielen);
- Waarborging van oversteekplekken voor groot wild (reeën);
- Realisatie van droog bos zoals dennen-, eiken- & beukenbos (N15.02) met een oppervlakte van 0,93 hectare (9.300 m²);
- Realisatie van kruiden- en faunarijck grasland (N12.02) met een oppervlakte van 0,89 hectare (8.900 m²);
- Realisatie van vochtig hooiland (N10.02) met een oppervlakte van 0,37 hectare (3.700 m²);
- Realisatie van een houtwal (L01.02) met een totale oppervlakte van 0,18 hectare (1.800 m²);
- Versterken van bestaande singels (398 meter).

De extra versnippering van het landschap door het aanleggen van dubbelspoor en het extra rijden met treinen wordt gemitigeerd door het aanleggen van faunapassages. Hierdoor wordt de samenhang van de GO versterkt (artikel 2.53b lid d), evenals van het GNN (artikel 2.48 lid 2d).



Figuur 4.4 Toekomstige ligging faunapassages binnen het plangebied

Door de aanleg van bos wordt geschikt leefgebied gecreëerd voor de das ter versterking van de populatie. Eikenbossen bieden dekking voor burchten en zijn ideale foerageergebieden voor dassen en bosvogels als spechten en boomklever. Daarnaast wordt door de aanplant van bos recreatiegebied en typische bosrandstructuren aan het gebied toegevoegd. Ook worden kruiden- en faunairijk grasland en vochtig hooilanden gerealiseerd. Hierdoor wordt nieuw biotoop voor onder andere meerdere vogels ontstaat en foerageergebied voor de das wordt gecreëerd. Houtwallen zijn een typische landschapsvorm binnen het EVZ-model das en dragen bij aan een kleinschalig cultuurhistorisch landschap welke ook geschikt is voor de steenuil en andere vogels, marters en verschillende vleermuizen.

Voor een afwisselend landschap en het behouden van belangrijke foerageergebieden voor dassen is de aanleg van kruiden- en faunairijk grasland te adviseren. Dit natuurtype komt in vrijwel alle landschapstypen voor en is rijk aan kleine fauna. De combinatie van het aanleggen van bos en grasland dient ter versteking van het leefgebied en de EVZ voor de das, evenals de ontwikkeling van biotoop voor vogels, reptielen en amfibieën.

4.2.4 Meekoppelkansen

De maatregelen getroffen bij de GO (paragraaf 4.2.2) zijn technisch gezien niet benodigd om het minimum aantal versterkingspunten te behalen. De vereiste versterking is 3.730 punten en er worden 6.005 punten behaald door zowel een ruim oppervlakte als natuur in te richten en daarbij maatregelen toe te voegen. De overmatige inspanning voor de GO-versterking is daardoor niet wettelijk verplicht maar wel van meerwaarde voor de lokale flora en fauna.

Daarbij worden ook maatregelen toegepast in het gehele plangebied waaronder het plaatsen van takkenrillen, stobbenwallen en zwerfkeien, het aanbrengen van vogelrollers en looprunchels onder kunstwerken. Zie Bijlage 7 voor een overzicht van alle meekoppelkansen die toegepast gaan worden. Bij de uitwerking is het inrichtingsplan en de maatregelen ten behoeve van het aspect soortenbescherming wel leidend.

4.3 Effectbeoordeling ná maatregelen

In de tabel hieronder is zijn de beoordelingsscores van de effecten op natuur weergegeven. Hierin is zowel onderscheid gemaakt tussen tijdelijke als permanente effecten en beoordeling voor en na mitigerende maatregelen. De effecten scoren neutraal tot sterk negatief. Er is geen effect zichtbaar door het treffen van mitigatie. Mitigatie heeft wel effect op de subonderdelen om verstoring te beperken, echter zijn de effecten als ruimtebeslag zwaarder wegend en kunnen deze niet meer beperkt worden dan al is gedaan.

Tabel 4.39 Effectbeoordeling voor en na het treffen van maatregelen in de tijdelijke en permanente situatie

Thema	Score voor mitigatie		Score na mitigatie	
	Tijdelijk	Permanente	Tijdelijk	Permanente
Natura 2000 - Stikstof	--	--	--	--
Natura 2000 – Overige aspecten	0	0	0	0
Gelders Natuurnetwerk	--	--	--	--
Groene Ontwikkelingszone en Ecologische Verbindingszone	--	-	--	-
Weidevogelgebied en ganzenrustgebied	0	0	0	0
Beschermde soorten	--	-	--	-
Houtopstanden	--	--	--	--
Gemeentelijke groenstructuurplannen	-	-	-	-

5 Monitoring, evaluatie & leemten in kennis

5.1 Monitoring & evaluatie

De realisatie van de natuuraanleg vindt onder ecologische begeleiding plaats. De compensatiegebieden dienen regelmatig geïnventariseerd te worden en moet hierbij ook vastgesteld worden of deze volgens de beschrijvingen van de natuurtypen worden ingericht.

Om de werking van de genomen maatregelen te borgen wordt in het eerste jaar om de drie maanden gemonitord op de effectiviteit van de faunapassages. In de opvolgende jaren zijn twee controles per jaar voldoende. Daarnaast dienen de passages gedurende 12 weken in de actieve periode van de doelsoorten met cameravallen gemonitord te worden. Dit is belangrijk voor het waarborgen van de functionaliteit en effectiviteit van de genomen maatregelen.

Ook worden er inventarisaties uitgevoerd op de nieuw aangelegde natuurtypen. Bij deze inventarisatie wordt gekeken in hoeverre de compensatie of versterking overeenkomt met de natuurtypebeschrijving en hoe de kwaliteit van de gebieden verbeterd kan worden. De resultaten worden eenmaal per jaar van monitoring uitgeschreven in een rapport en besproken met de Provincie Gelderland.

Monitoring vindt in jaar 1, 2, 4, 6 en 10 na de ingreep plaats. Indien nodig wordt de monitoring daarna nog herhaald (in afstemming met de provincie).

Voor een gedetailleerde uitwerking van de monitoring en evaluatie zie Bijlage 1.

5.2 Leemten in kennis

5.2.1 Beschermde soorten

Grote leeuwenklauw, ruw parelzaad en groot spiegelklokje kan in het gehele plangebied aanwezig zijn in de spoorbermen. Ook kan op één locatie vaste rust- of voortplantingsplaatsen van de bever aanwezig zijn en zijn in het Stilliwald nabij de toekomstige werkweg hollen aangetroffen die in gebruik kunnen zijn door das, steenmarter of boommarter. Diverse bosschages waren niet volledig te inspecteren in 2023, waar mogelijk broedlocaties van ransuil aanwezig zijn. Er zijn twee struiken waargenomen die potentieel een essentiële functie vervullen voor huismus. Eén schuurtje wat gesloopt gaat worden kan door gebouwbewonende vleermuizen in gebruik zijn. Ook kunnen bij andere delen van de spoorbermen dan voorgaand onderzocht ook hazelworm en levendbarende hagedis voorkomen, waardoor de bermen vaste rust- en voortplantingsplaatsen mogelijk bevatten. Tenslotte is er een bosschage met wilgen die als voortplantingsplaats voor de grote weerschijnvlinder kan functioneren. Deze functies worden allemaal in het onderzoekseizoen van 2024 onderzocht. Indien één of meerdere functies aanwezig zijn dient een ontheffing op de Wet natuurbescherming voor verbodsartikelen 3.1 en 3.10 aangevraagd te worden. Er worden geen belemmeringen gezien voor het verkrijgen van deze ontheffing, omdat passende alternatieven aan de soorten geboden kunnen worden in de directe omgeving en de soorten op een veilige wijze geweerd kunnen worden van de werkzaamheden.

5.2.2 Natura 2000-gebieden – stikstofdepositie

De effecten van stikstofdepositie op met stikstof overbelaste Natura 2000-gebieden zijn in kaart gebracht. Hieruit is gebleken dat zowel in de gebruiksfase als de realisatiefase stikstofdepositie plaatsvindt op overbelaste habitattypen. Deze effecten dienen nader beschouwd te worden in een voortoets. In dit stadium is nog niet duidelijk of effecten op voorhand uit te sluiten zijn middels een voortoets, of dat het treffen van maatregelen zoals het toepassen van HVO een oplossing is. Wanneer significante gevolgen op voorhand niet uit te sluiten zijn is een passende beoordeling noodzakelijk. Mogelijk zal ook extern salderen toegepast worden. Wanneer ook het treffen van maatregelen de negatieve effecten niet kan wegnemen zal een ADC-toets uitgevoerd worden.

5.2.3 Natuurontwikkelingsgebieden

De gebieden worden zo ingericht dat nieuwe natuur aansluitend op de omliggende provinciaal beschermde gebieden wordt gerealiseerd. De effecten van de werkzaamheden voor het inrichten van de natuurontwikkelingsgebieden ten aanzien van de Wet natuurbescherming zijn beoordeeld in het achtergrondrapport van de GNN- /GO-toets (zie Bijlage 2). Uit deze quickscan blijkt dat er raakvlak met beschermde soorten in de aanlegfase mogelijk is, maar ook dat bij aanwezigheid van beschermde functies van deze soorten een ontheffing verkregen kan worden. Onderzoek, in aanloop naar de realisatie, moet uitwijzen of dit nodig is.

6 Conclusies

In Tabel 6.1 zijn de scores voor de onderzochte effecten weergegeven. De totaalscore wordt weergegeven in Tabel 6.2. Er vindt geen verstrend effect plaats door externe effecten (geluid, trillingen en licht) op beschermde gebieden (Natura 2000-gebieden, weidevogelgebied en ganzenrustgebied), omdat deze gebieden buiten de invloedssfeer van de werkzaamheden liggen. Wel vindt stikstofdepositie plaats op habitattypen en/of leefgebieden van Natura 2000-gebieden in de omgeving van het plangebied, wat mogelijk vereist dat maatregelen getroffen worden en de werkzaamheden ecologisch beschouwd worden.

De werkzaamheden hebben ruimtebeslag op gebieden aangewezen als GNN en GO. Doordat het een strook betreft worden de kernkwaliteiten en samenhang van deze gebieden niet aangetast, maar dient wel passende compensatie en versterking uitgevoerd te worden. Het permanente ruimtebeslag heeft tot gevolg dat vaste rust- en voortplantingsplaatsen van hazelworm aangetast wordt, waarvoor mitigerende en compenserende maatregelen getroffen worden en een ontheffing op artikel 3.10 van de Wnb aangevraagd. Ook wordt een ontheffing op artikel 3.1 Wnb aangevraagd omdat een essentiële haag voor huismus verplaatst wordt ten behoeve van een werkweg. Voor diverse beschermde soorten worden maatregelen getroffen zodat de werkzaamheden niet resulteren tot overtredingen van de Wnb.

Soorten die rondom de spoorbaan voorkomen ondervinden een toename in versnippering doordat het spoor een barrière vormt. Hiertoe worden bestaande faunapassages aangelegd en nieuwe faunapassages gerealiseerd, zodat in de gebruiksfase het spoor passeerbaar blijft. Ook neemt verstoring tijdens de aanlegfase toe, waarvoor maatregelen getroffen worden.

Enkele Rode Lijstsoorten moeten wijken voor de nieuwe spoorbaan. De nieuwe spoorberm vormt wel weer nieuwe leefgebied voor deze soorten. Ook worden bomen en houtopstanden gekapt voor de verdubbeling die vergunnings- of meldingsplichtig zijn. Deze worden gecompenseerd conform vigerende wetgeving. Er wordt een gedeelte oude bosgroeiplaats tijdelijk aangetast (wat teruggebracht wordt) en permanent aangetast (wordt niet teruggebracht op dezelfde locatie).

Ondanks dat de mitigerende maatregelen de effecten van de voorgenomen ontwikkelingen weten te beperken, kunnen negatieve effecten niet volledig voorkomen worden. Dit komt omdat er ruimtebeslag noodzakelijk is om de ingreep uit te voeren. Wel worden de negatieve effecten zoveel mogelijk beperkt, conform geldende wetgeving gecompenseerd en gemitigeerd en ook meekoppelkansen verzilverd.

Tabel 6.1 Effectbeoordelingen tijdelijke en permanente effecten (gaat verder op volgende pagina)

Effect	Score gebruiksfase	Toelichting
Natura 2000 – Stikstof	--	Toename van tijdelijke en permanente stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden. Verder onderzoek naar stikstofdepositie, mitigerende maatregelen zoals het elektrificeren van materieel en gebruik van HVO in plaats van diesel zal waar nodig worden toegepast.
Natura 2000 - Overige aspecten	0	Geen hinder door externe effecten (licht, trillingen en geluid) in aanlegfase, geen hinder door ruimtebeslag in gebruiksfase. Significante gevolgen voor instandhoudingsdoelen zijn uit te sluiten.

Effect	Score gebruiksfase	Toelichting
Gelders Natuurnetwerk	--	De voorgenomen ontwikkelingen hebben raakvlak met het GNN (permanent en tijdelijke ruimtebeslag), waardoor nadelige gevolgen ontstaan voor de kernkwaliteiten, oppervlakte of samenhang van het GNN. De negatieve effecten worden door mitigerende maatregelen beperkt en compensatiegebieden worden ingericht.
Groene Ontwikkelingszones en Ecologische Verbindingszones	-	De voorgenomen ontwikkelingen hebben raakvlak met de GO (inclusief EVZ), maar de samenhang gaat niet verloren en per saldo worden de kernkwaliteiten of ontwikkelingsdoelen per saldo versterkt.
Weidevogelgebied en ganzenrustgebied	0	Geen significant tijdelijk of permanent effect op weidevogelgebied of ganzenrustgebied.
Beschermde soorten	--	Er vindt aantasting van de leefgebieden van beschermde soorten plaats. Hiervoor zal passend gemitigeerd en gecompenseerd worden en een ontheffing aangevraagd.
Beschermde houtopstanden	--	Er dienen 119 vergunnings- en/of ontheffingsplichtige bomen en 4.778 m ² ontheffingsplichtige houtopstanden gekapt te worden, waarvan 190 m ² oude bosgroeiplaatsen. De bomen en houtopstanden worden teruggebracht.
Gemeentelijke groenstructuurplannen	-	De voorgenomen ontwikkelingen hebben raakvlak met de gemeentelijke groenstructuren maar de functionaliteit ervan blijft grotendeels behouden. Voor raakvlak met de hoofdgroenstructuur in gemeente Montferland worden maatregelen getroffen om de functionaliteit te behouden.

Tabel 6.2 Beoordeling thema

Thema en aspect	Criterium	Score
Natuur		
Beschermde gebieden	<ol style="list-style-type: none"> Instandhoudingsdoelen Natura 2000 – stikstof Instandhoudingsdoelen Natura 2000 – overige aspecten Gelders Natuurnetwerk (GNN) en Groene Ontwikkelingszone (GO) Ecologische verbindingzones Weidevogelgebied en ganzenrustgebied 	Kwantitatief en kwalitatief
Beschermde soorten	<ol style="list-style-type: none"> Beschermde dier- en plantsoorten Wnb Rode Lijst-soorten 	Kwalitatief
Beschermde houtopstanden	<ol style="list-style-type: none"> Houtopstanden Wnb Provinciaal beleid houtopstanden Gemeentelijk beleid houtopstanden Gemeentelijke groenstructuren 	Kwalitatief
TOTAAL SCORE		--

Bijlage 1 GGN-/GO-toets

Los bijgevoegd (versie 6.0)

Bijlage 2 GNN bijlage quickscan compensatiegebieden

Los bijgevoegd.

Bijlage 3 GNN bijlage inrichtingsplan

Los bijgevoegd.

Bijlage 4 GNN bijlage Biochemisch onderzoek

Los bijgevoegd.

Bijlage 5 Quickscan spoorbaan

Los bijgevoegd.

Bijlage 6 Quickscan spoorbaan actualisatie

Los bijgevoegd.

Bijlage 7 Nader onderzoek spoorbaan

Los bijgevoegd.

Bijlage 8 Quickscan bouwterreinen

Los bijgevoegd.

Bijlage 9 Nader onderzoek bouwterreinen

Los bijgevoegd.

Bijlage 10 Memo meekoppelkansen

Los bijgevoegd.

Bijlage 11 Memo houtopstanden Wnb

Los bijgevoegd.

Bijlage 12 AERIUS-notitie realisatiefase

Los bijgevoegd.

Bijlage 13 AERIUS-notitie gebruiksfase

Los bijgevoegd.

Bijlage 14 Emissiemeting Stadler passagierstrein met diesel en HVO

Los bijgevoegd

Bijlage 15 Overzicht soorten

Tabel 9.1: Overzicht van soorten uit NDFF die in de omgeving van het plangebied zijn waargenomen die beschermd zijn onder de Wet natuurbescherming. N = Nationaal beschermde soort, artikel 3.10 Wnb. H = Habitatrichtlijn soort, Bern en/of Bonn, artikel 3.5 Wnb. V = Vogelrichtlijn soort, artikel 3.1 Wnb. AV = algemeen vrijgestelde soort door het Ministerie van Economische Zaken.

Soortgroep	Soortnaam	Beschermingsregime
Vaatplanten	Kartuizer anjer	N
	Wolfskers	N
	Akkerogentroost	N
	Glad biggenkruid	H
	Grote leeuwenklauw	N
	Ruw parelzaad	N
	Wilde ridderspoor	N
	Knolspirea	N
	Brave hendrik	N
	Groot spiegelklokje	N
Vogels	Blauwe reiger	V
	Boerenzwaluw	V
	Bonte vliegenvanger	V
	Boomklever	V
	Boomkruiper	V
	Boomvalk	V
	Bosuil	V
	Brilduiker	V
	Buizerd	V
	Draaihals	V
	Ekster	V
	Gekraagde roodstaart	V
	Gierzwaluw	V
	Glanskop	V
	Grauwe vliegenvanger	V
	Groene specht	V
	Grote bonte specht	V
	Grote gele kwikstaart	V
	Havik	V
	Hop	V
	Huismus	V
	Huiszwaluw	V
	IJsvogel	V
	Kerkuil	V
	Kleine bonte specht	V
	Koolmees	V
	Kortsnavelboomkruiper	V
	Oeverzwaluw	V
	Ooievaar	V
	Pimpelmees	V
	Raaf	V
	Ransuil	V
	Roek	V
Slechtvalk	V	

Soortgroep	Soortnaam	Beschermingsregime
	Sperwer	V
	Spreeuw	V
	Steenuil	V
	Tapuit	V
	Torenvalk	V
	Wespendief	V
	Zeearend	V
	Zwarte kraai	V
	Zwarte mees	V
	Zwarte roodstaart	V
	Zwarte specht	V
	Zwarte wouw	V
Zoogdieren	Aardmuis	AV
	Bever	H
	Boommarter	N
	Bosmuis	AV
	Bunzing	AV
	Damhert	N
	Das	N
	Dwergmuis	AV
	Dwergspitsmuis	AV
	Eekhoorn	N
	Egel	AV
	Gewone bosspitsmuis	AV
	Grote bosmuis	N
	Haas	AV
	Hermelijn	AV
	Huisspitsmuis	AV
	Konijn	AV
	Otter	H
	Ree	AV
	Rosse woelmuis	AV
	Steenmarter	N
	Veldmuis	AV
	Vos	AV
	Wezel	AV
	Woelrat	AV
Vleermuizen	Baardvleermuis	H
	Franjestaart	H
	Gewone dwergvleermuis	H
	Gewone grootoorvleermuis	H
	Laatvlieger	H
	Meervleermuis	H
	Tweekleurige vleermuis	H
	Rosse vleermuis	H
	Ruige dwergvleermuis	H
	Watervleermuis	H
Reptielen	Hazelworm	N
	Levendbarende hagedis	N
	Ringslang	N
	Zandhagedis	H
Amfibieën	Bastaardkikker	AV

Soortgroep	Soortnaam	Beschermingsregime
	Boomkikker	H
	Bruine kikker	AV
	Gewone pad	AV
	Heikikker	H
	Kamsalamander	H
	Kleine watersalamander	AV
	Meerkikker	N
	Poelkikker	H
	Rugstreeppad	H
Vissen	Grote modderkruiper	N
Ongewervelden	Bosbeekjuffer	N
	Gevlekte witsnuitlibel	H
	Grote vos	N
	Grote weerschijnvlinder	N
	Iepenpage	N
	Kleine ijsvogelvlinder	N
	Sierlijke witsnuitlibel	H
	Sleedoornpage	N
	Teunisbloempijlstaart	H

Tabel 9.2: Overzicht van soorten uit NDFF die in de omgeving van het plangebied zijn waargenomen en op de Rode Lijst staan.

Soortgroep	Soortnaam	Status Rode Lijst
Vaatplanten	Absintalsem	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Akkerleeuwenbek	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Akkerogentroost	Rode Lijst: Bedreigd
	Beemdkroon	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Berglook	Rode Lijst: Gevoelig
	Betonie	Rode Lijst: Bedreigd
	Bevertjes	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Bilzekruid	Rode Lijst: Bedreigd
	Blauw walstro	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Blauwe knoop	Rode Lijst: Gevoelig
	Bleekgele hennepnetel	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Bochtige klaver	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Bolderik	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Bosaardbei	Rode Lijst: Gevoelig
	Bospaardenstaart	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Boswalstro	Rode Lijst: In het wild verdwenen uit Nederland
	Brave hendrik	Rode Lijst: Ernstig Bedreigd
	Brede orchis	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Brede waterpest	Rode Lijst: Gevoelig
	Dauwnetel	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Distelbremraap	Rode Lijst: Gevoelig
	Draadzegge	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Dubbelloof	Rode Lijst: Gevoelig
	Duifkruid	Rode Lijst: Bedreigd
	Dwergrus	Rode Lijst: Bedreigd
	Eironde leeuwenbek	Rode Lijst: Bedreigd
	Engelse alant	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Fijne ooievaarsbek	Rode Lijst: Kwetsbaar
Fraai hertshooi	Rode Lijst: Bedreigd	

Soortgroep	Soortnaam	Status Rode Lijst
	Franse silene	Rode Lijst: Bedreigd
	Gele kornoelje	Rode Lijst: Gevoelig
	Gestreepte klaver	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Gevlekte orchis	Rode Lijst: Gevoelig
	Gewone agrimonie	Rode Lijst: Gevoelig
	Gewone vleugeltjesbloem	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Gipskruid	Rode Lijst: Gevoelig
	Glad biggenkruid	Rode Lijst: Bedreigd
	Gladder ereprijs	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Groot spiegelklokje	Rode Lijst: Bedreigd
	Grote wolfsklauw	Rode Lijst: Bedreigd
	Gulden boterbloem	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Gulden sleutelbloem	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Heelbeen	Rode Lijst: Bedreigd
	Heemst	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Heidekartelblad	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Hondsviooltje	Rode Lijst: Gevoelig
	Jeneverbes	Rode Lijst: Gevoelig
	Kamgras	Rode Lijst: Gevoelig
	Kartuizer anjer	Rode Lijst: Bedreigd
	Karwijvarkenskervel	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Kattendoorn	Rode Lijst: Gevoelig
	Klavervreter	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Klein warkruid	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Kleine bevernel	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Kleine ratelaar	Rode Lijst: Gevoelig
	Kleine valeriaan	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Klokjesgentiaan	Rode Lijst: Gevoelig
	Knikkend nagelkruid	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Knolspirea	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Knolsteenbreek	Rode Lijst: Bedreigd
	Korenbloem	Rode Lijst: Gevoelig
	Krabbenscheer	Rode Lijst: Gevoelig
	Kruidvlies	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Kruipbrem	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Kruisbladwalstro	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Lathyruswikke	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Moerashertshooi	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Moeraskartelblad	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Moeraskruiskruid	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Moeraswespenorchis	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Moeraswolfsmelk	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Moeslook	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Ongelijkbladig fonteinkruid	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Oosterse morgenster	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Oot	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Polei	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Prachtanjer	Rode Lijst: In het wild verdwenen uit Nederland
	Rapunzelklokje	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Riempjes	Rode Lijst: Bedreigd
	Rijncentaurie	Rode Lijst: Gevoelig

Soortgroep	Soortnaam	Status Rode Lijst
	Rode ogentroost	Rode Lijst: Gevoelig
	Rond wintergroen	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Rossig fonteinkruid	Rode Lijst: Bedreigd
	Ruige anjer	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Ruige leeuwentand	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Ruige weegbree	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Ruw parelzaad	Rode Lijst: Bedreigd
	Schijnraket	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Sikkelklaver	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Slanke mantelanjer	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Slofhak	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Spiesleeuwenbek	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Steenanjer	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Stekelbrem	Rode Lijst: Gevoelig
	Stengelloze sleutelbloem	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Stijf vergeet-mij-nietje	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Stijve moerasweegbree	Rode Lijst: Bedreigd
	Stijve ogentroost	Rode Lijst: Gevoelig
	Torenkruid	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Tripmadam	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Trosdravik	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Tweestijlige meidoorn	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Valse kamille	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Veldkruidkers	Rode Lijst: Bedreigd
	Veldsalie	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Verfbrem	Rode Lijst: Bedreigd
	Vetblad	Rode Lijst: Bedreigd
	Vleeskleurige orchis	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Vlottende bies	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Voorjaarszegge	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Waterdrieblad	Rode Lijst: Gevoelig
	Waterscheerling	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Weideklokje	Rode Lijst: Gevoelig
	Welriekende agrimonie	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Welriekende nachtorchis	Rode Lijst: Bedreigd
	Wijdbloeiende rus	Rode Lijst: Bedreigd
	Wilde kievitsbloem	Rode Lijst: Bedreigd
	Wilde ridderspoor	Rode Lijst: Ernstig Bedreigd
	Wildemanskruid	Rode Lijst: In het wild verdwenen uit Nederland
	Witte munt	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Wolfskers	Rode Lijst: Bedreigd
	Zacht vetkruid	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Zomerklokje	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Zwartblauwe rapunzel	Rode Lijst: Bedreigd
Vogels	Blauwe kiekendief	Rode Lijst: Gevoelig
	Boerenzwaluw	Rode Lijst: Gevoelig
	Bontbekplevier	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Boomvalk	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Brilduiker	Rode Lijst: Gevoelig
	Buidelmees	Rode Lijst: Gevoelig
	Draaihals	Rode Lijst: Ernstig Bedreigd

Soortgroep	Soortnaam	Status Rode Lijst
	Dwergmeeuw	Rode Lijst: Ernstig Bedreigd
	Dwergstern	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Engelse kwikstaart	Rode Lijst: Gevoelig
	Europese kanarie	Rode Lijst: Bedreigd
	Gele kwikstaart	Rode Lijst: Gevoelig
	Goudplevier	Rode Lijst: Verdwenen uit Nederland
	Graspieper	Rode Lijst: Gevoelig
	Grauwe gors	Rode Lijst: Ernstig Bedreigd
	Grauwe kiekendief	Rode Lijst: Ernstig Bedreigd
	Grauwe klauwier	Rode Lijst: Bedreigd
	Grauwe vliegenvanger	Rode Lijst: Gevoelig
	Grote karekiet	Rode Lijst: Bedreigd
	Grote lijster	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Grote mantelmeeuw	Rode Lijst: Gevoelig
	Grutto	Rode Lijst: Gevoelig
	Hop	Rode Lijst: Verdwenen uit Nederland
	Huismus	Rode Lijst: Gevoelig
	Huiszwaluw	Rode Lijst: Gevoelig
	Keep	Rode Lijst: Gevoelig
	Kemphaan	Rode Lijst: Ernstig Bedreigd
	Klapekster	Rode Lijst: Verdwenen uit Nederland
	Kleine zilverreiger	Rode Lijst: Gevoelig
	Kneu	Rode Lijst: Gevoelig
	Koekoek	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Kraanvogel	Rode Lijst: Gevoelig
	Kramsvogel	Rode Lijst: Gevoelig
	Kwak	Rode Lijst: Ernstig Bedreigd
	Matkop	Rode Lijst: Gevoelig
	Nachtegaal	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Noordse stern	Rode Lijst: Bedreigd
	Oeverloper	Rode Lijst: Gevoelig
	Paapje	Rode Lijst: Bedreigd
	Patrijs	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Pijlstaart	Rode Lijst: Bedreigd
	Porseleinhoen	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Raaf	Rode Lijst: Gevoelig
	Ransuil	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Ringmus	Rode Lijst: Gevoelig
	Roerdomp	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Roodhalsfuut	Rode Lijst: Gevoelig
	Roodkopklauwier	Rode Lijst: Verdwenen uit Nederland
	Roodmus	Rode Lijst: Gevoelig
	Slobeend	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Smient	Rode Lijst: Gevoelig
	Snor	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Spotvogel	Rode Lijst: Gevoelig
	Steenuil	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Steltkluut	Rode Lijst: Gevoelig

Soortgroep	Soortnaam	Status Rode Lijst
	Tapuit	Rode Lijst: Bedreigd
	Torenvalk	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Tureluur	Rode Lijst: Gevoelig
	Veldleeuwerik	Rode Lijst: Gevoelig
	Velduil	Rode Lijst: Ernstig Bedreigd
	Visdief	Rode Lijst: Gevoelig
	Watersnip	Rode Lijst: Bedreigd
	Wielewaal	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Wilde zwaan	Rode Lijst: Gevoelig
	Wintertaling	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Woudaap	Rode Lijst: Ernstig Bedreigd
	Wulp	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Zeearend	Rode Lijst: Gevoelig
	Zomertaling	Rode Lijst: Bedreigd
	Zomertortel	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Zwarte mees	Rode Lijst: Gevoelig
	Zwarte stern	Rode Lijst: Bedreigd
Zoogdieren	Bunzing	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Haas	Rode Lijst: Gevoelig
	Hermelijn	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Konijn	Rode Lijst: Gevoelig
	Wezel	Rode Lijst: Gevoelig
Insecten	Athripsodes	Rode Lijst: Ernstig Bedreigd
	Blauwe metselbij	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Blauwzwarte houtbij	Rode Lijst: Bedreigd
	Bonte wespbij	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Bosbeekjuffer	Rode Lijst: Bedreigd
	Bruin blauwtje	Rode Lijst: Gevoelig
	Geelsprietdikkopje	Rode Lijst: Bedreigd
	Gele luzernevlinder	Rode Lijst: Bedreigd
	Gevlekte witsnuitlibel	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Gewone haft	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Gouden kegelbij	Rode Lijst: Bedreigd
	Grammotaulius	Rode Lijst: Ernstig Bedreigd
	Grote koekoekshommel	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Grote roetbij	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Grote	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Huiskrekel	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Kleine parelmoervlinder	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Kleine tanglibel	Rode Lijst: Gevoelig
	Kleine tuinmaskerbij	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Knautiabijs	Rode Lijst: Bedreigd
	Leptocerus	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Limnephilus	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Lookmaskerbij	Rode Lijst: Gevoelig
	Neureclipsis	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Paardenbloembij	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Rode koekoekshommel	Rode Lijst: Bedreigd
	Roodsprietwespbij	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Stenophylax	Rode Lijst: Bedreigd
	Trichostegia	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Veldkrekel	Rode Lijst: Kwetsbaar

Soortgroep	Soortnaam	Status Rode Lijst	
	Venwitsnuitlibel	Rode Lijst: Kwetsbaar	
	Vierlijneendagsvlieg	Rode Lijst: Ernstig Bedreigd	
	Weidebij	Rode Lijst: Kwetsbaar	
	Zuidelijke oeverlibel	Rode Lijst: Gevoelig	
Korstmos	Zwarte tubebij	Rode Lijst: Ernstig Bedreigd	
	Groot touwtjesmos	Rode Lijst: Kwetsbaar	
	Groot vedermos	Rode Lijst: Kwetsbaar	
	Klein riviervedermos	Rode Lijst: Gevoelig	
	Recht granietmos	Rode Lijst: Gevoelig	
	Stergranietmos	Rode Lijst: Ernstig Bedreigd	
	Beukenvlekje	Rode Lijst: Kwetsbaar	
	Bruin olievlekje	Rode Lijst: Gevoelig	
	Fors rijpmos	Rode Lijst: Bedreigd	
	Gemarmerd vingermos	Rode Lijst: Bedreigd	
	Gewoon schorsmos	Rode Lijst: Gevoelig	
	Granietschildmos	Rode Lijst: Kwetsbaar	
	Groen schorssteeltje	Rode Lijst: Gevoelig	
	Kalkrozijnenmos	Rode Lijst: Gevoelig	
	Klein schorssteeltje	Rode Lijst: Gevoelig	
	Klein steenschubje	Rode Lijst: Kwetsbaar	
	Kleine runenkorst	Rode Lijst: Gevoelig	
	Knotwilgkorst	Rode Lijst: Bedreigd	
	Kort schorssteeltje	Rode Lijst: Kwetsbaar	
	Lindeschildmos	Rode Lijst: Kwetsbaar	
	Muurrozijnenmos	Rode Lijst: Gevoelig	
	Purper geweimmos	Rode Lijst: Kwetsbaar	
	Ruig leermos	Rode Lijst: Bedreigd	
	Ruinekorst	Rode Lijst: Ernstig Bedreigd	
	Texels mos	Rode Lijst: Verdwenen uit Nederland	
	Varkenspootje	Rode Lijst: Kwetsbaar	
	Zwarte grafkorst	Rode Lijst: Kwetsbaar	
	Zwavelgroene schotelkorst	Rode Lijst: Kwetsbaar	
	Schimmels	Bittere boleet	Rode Lijst: Kwetsbaar
		Blauwe korstzwam	Rode Lijst: Kwetsbaar
Boomgaardvuurzwam		Rode Lijst: Kwetsbaar	
Bronskleurig eekhoortjesbrood		Rode Lijst: Kwetsbaar	
Bruine anijszwam		Rode Lijst: Kwetsbaar	
Bruine moeraszwavelkop		Rode Lijst: Kwetsbaar	
Bruine ringboleet		Rode Lijst: Gevoelig	
Citroengele satijnzwam		Rode Lijst: Kwetsbaar	
Dunne weerschijnzwam		Rode Lijst: Kwetsbaar	
Eikenweerschijnzwam		Rode Lijst: Bedreigd	
Fijnschubbige elzenzompzwam		Rode Lijst: Kwetsbaar	
Franjekorsttrectertje		Rode Lijst: Gevoelig	
Geel nestzwammetje		Rode Lijst: Gevoelig	
Gelobde pruikezwam		Rode Lijst: Bedreigd	
Geringde ridderzwam		Rode Lijst: Kwetsbaar	
Gesteelde lakzwam		Rode Lijst: Kwetsbaar	
Gewone weidechampignon		Rode Lijst: Gevoelig	
Gewone wolvezelkop		Rode Lijst: Kwetsbaar	
Gewoon varkensoor		Rode Lijst: Kwetsbaar	

Soortgroep	Soortnaam	Status Rode Lijst
	Goudgele hertenzwam	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Grijsvezelige beurszwam	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Grijze purpersteelgordijnzwam	Rode Lijst: Gevoelig
	Grijze slanke amaniet	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Hanenkam	Rode Lijst: Gevoelig
	Heideknotszwam	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Kapjesmorielje	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Kegelmorielje	Rode Lijst: Bedreigd
	Kleine pelargoniumgordijnzwam	Rode Lijst: Gevoelig
	Kleverige schorsmycena	Rode Lijst: Bedreigd
	Kurkstrookzwam	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Lentefranjehoed	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Lilabruine schorsmycena	Rode Lijst: Bedreigd
	Netsporig mosschijfje	Rode Lijst: Gevoelig
	Netstelige heksenboleet	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Olijfkleurig matkopje	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Papegaaizwammetje	Rode Lijst: Gevoelig
	Pelargoniummelkzwam	Rode Lijst: Bedreigd
	Peppelfranjehoed	Rode Lijst: Ernstig Bedreigd
	Roodvoetknotsje	Rode Lijst: Gevoelig
	Ruige weerschijnzwam	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Ruwe russula	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Sleedoornsatijnzwam	Rode Lijst: Bedreigd
	Sneeuwzwammetje	Rode Lijst: Gevoelig
	Spechtinktzwam	Rode Lijst: Bedreigd
	Stinkende russula	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Tepelparasolzwam	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Tijgertaaiplaat	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Tweekleurige korstzwam	Rode Lijst: Bedreigd
	Valse pelargoniumgordijnzwam (var. leptospermus)	Rode Lijst: Gevoelig
	Varenknotsje	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Veenmosvuurzwammetje	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Vingerhoedje	Rode Lijst: Bedreigd
	Voorjaarskluiфzwam	Rode Lijst: Bedreigd
	Vroege dennensatijnzwam	Rode Lijst: Bedreigd
	Witplaatveldridderzwam	Rode Lijst: Gevoelig
	Zeezwam	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Zwartvoetkrulzoom	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Driehoekige erwtenmossel	Rode Lijst: Kwetsbaar
Weekdieren	Kleine kartuizerslak	Rode Lijst: Bedreigd
	Platte zwanenmossel	Rode Lijst: Bedreigd
	Wijngaardslak	Rode Lijst: Kwetsbaar
	Zwarte aardslak	Rode Lijst: Kwetsbaar

Colofon

OPDRACHTGEVER	ProRail B.V. t.a.v. Postbus 2212 3500 GE Utrecht
UITGAVE	Movares Europe B.V. Daalseplein 100 Postbus 2855 3500 GW Utrecht
PROJECTNUMMER	MN002205
KENMERK	A30--HS-RAP-23009300

© 2023, Movares Nederland B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Movares Nederland B.V.

Bijlage 4 Deelrapport trillingen

RAPPORT

RegioExpres: Deelrapport Trillingen

Versie: 3.0

Status: Vrijgegeven

Datum: 27-11-2023

Kenmerk: A30-XX-HS-RAP-
23009144



Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding en doel rapport	4
1.2	Over de voorgenomen activiteit(en)	4
1.3	Leeswijzer	6
2	Aanpak: kaders & methodiek	7
2.1	Plan- & studiegebied	7
2.1.1	Plangebied	7
2.1.2	Studiegebied	7
2.2	Beleidskader & wet- en regelgeving	8
2.2.1	Beoordelingskader trillingschade	9
2.2.2	Beoordelingskader trillinghinder	9
2.2.3	Beoordelingskader verstoring van gevoelige apparatuur	11
2.3	Beoordelingskader	11
2.3.1	Beoordelingscriteria en wijze van beoordelen MER-onderzoek	11
2.3.2	Beoordelingscriteria en wijze van beoordelen PIP-onderzoek	14
2.4	Onderzoeksmethodiek	14
2.4.1	Onderzoek naar trillingschade	15
2.4.2	Onderzoek naar trillinghinder	15
2.4.3	Onderzoek naar verstoring van gevoelige apparatuur	16
2.4.4	Betrouwbaarheid van het onderzoek	17
3	Beschouwde situaties	18
3.1	Referentiesituatie 2015	18
3.2	Huidige situatie	19
3.3	Referentiesituatie 2035	19
3.4	Plansituatie	20
3.5	Tijdelijke situatie	22
4	Effectbeoordeling	23
4.1	Verwachte effecten	23
4.1.1	Beoordeling t.b.v. het PIP	23
4.1.2	Verwachte effecten in het MER	26
4.1.3	Cumulatieve effecten	28
4.2	Mitigerende & compenserende maatregelen	28
4.3	Effectbeoordeling ná maatregelen	31
5	Monitoring, evaluatie & leemten in kennis	33
5.1	Monitoring en evaluatie	33
5.2	Leemten in kennis	33
6	Conclusies	34
6.1	Conclusie i.r.t. uitvoerbaarheid PIP	34
6.1.1	Toetsing aan richtlijnen	34

6.1.2	Mitigerende maatregelen	34
6.2	Totaalbeoordeling effecten t.b.v. MER	34
6.3	Conclusie	35
Bijlage I.	VibraDyna	36
Bijlage II.	Beoordelingskader	41
Bijlage III.	Gebruikt bodemonderzoek	46
Bijlage IV.	Verwerkingsprocedure trillingmetingen	47
Bijlage V.	Resultaten maaiveldmetingen (t.b.v. stap 1)	53
Bijlage VI.	Resultaten metingen woningen (t.b.v. stap 2)	66
Bijlage VII.	Achtergrondinformatie woningmetingen	72
Bijlage VIII.	Resultaten modelberekeningen	131
Bijlage IX.	Maatregelenonderzoek	147
Colofon		178

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel rapport

Voorliggend document beschrijft de resultaten van het deelonderzoek trillingen ten behoeve van het milieueffectrapport (hierna: MER) van het project RegioExpres. In dit deelrapport wordt onderzocht welke milieueffecten voor dit thema te verwachten zijn als gevolg van de voorgenomen activiteit(en) en of en zo ja welke mitigerende en compenserende maatregelen kunnen worden genomen om deze milieueffecten te beperken.

Het MER wordt samen met het Ontwerp Provinciaal Inpassingsplan (hierna: Ontwerp PIP) in procedure gebracht en moeten leiden tot een definitief Provinciaal Inpassingsplan (PIP), waarna wordt overgegaan tot (voorbereiding van) realisatie van de voorgenomen activiteiten. Voor meer informatie over de procedure wordt naar het MER en het PIP verwezen.

1.2 Over de voorgenomen activiteit(en)

In de huidige situatie rijden er in beide richtingen op werkdagen vier stoptreinen per uur tussen Arnhem en Doetinchem, waarvan er twee doorrijden naar Winterswijk. Daarnaast rijdt tussen Arnhem en Zevenaar de trein naar Düsseldorf en wordt het spoor gedeeld met de ICE (Amsterdam-Arnhem-Frankfurt) en de NightJet (Amsterdam-Frankfurt-Innsbruck).

Naast capaciteitsproblemen is ook de gemiddelde snelheid laag op het traject door de vele tussenstops en sluiten treinen slecht op elkaar aan. Als er geen maatregelen worden genomen, hebben de toenemende drukte -die uiteindelijk zelfs leidt tot het punt dat reizigers in de ochtendspits niet meer in de gewenste trein passen- en langere reistijden grote negatieve gevolgen voor de bereikbaarheid, leefbaarheid en het vestigingsklimaat van de regio's. Begin 2018 heeft Provincie Gelderland daarom besloten om een brede verkenning te starten naar de spoorverbinding. Hierin is samengewerkt met het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, regio Achterhoek, ProRail, gemeenten en de vervoerders (Arriva en Connexxion).

De oplossing is de RegioExpres: 1x per uur een snelle trein tussen de Achterhoek en Arnhem met aanvullend een verbeterde kwartiersdienst Arnhem-Doetinchem.

Met de uitvoering van het project RegioExpres wijzigt de dienstregeling naar één sneltrein tussen Arnhem en Doetinchem, die als stoptrein verder rijdt naar Winterswijk én vier stoptreinen tussen Arnhem en Doetinchem, waarvan er één als stoptrein doorrijdt naar Winterswijk. In de basis betekent dit dat er op het traject Arnhem-Doetinchem, in vergelijking met de huidige situatie, één extra (snel)trein per uur gaat rijden (in beide richtingen). De RegioExpres gaat alleen op werkdagen rijden tot 20:00 uur.

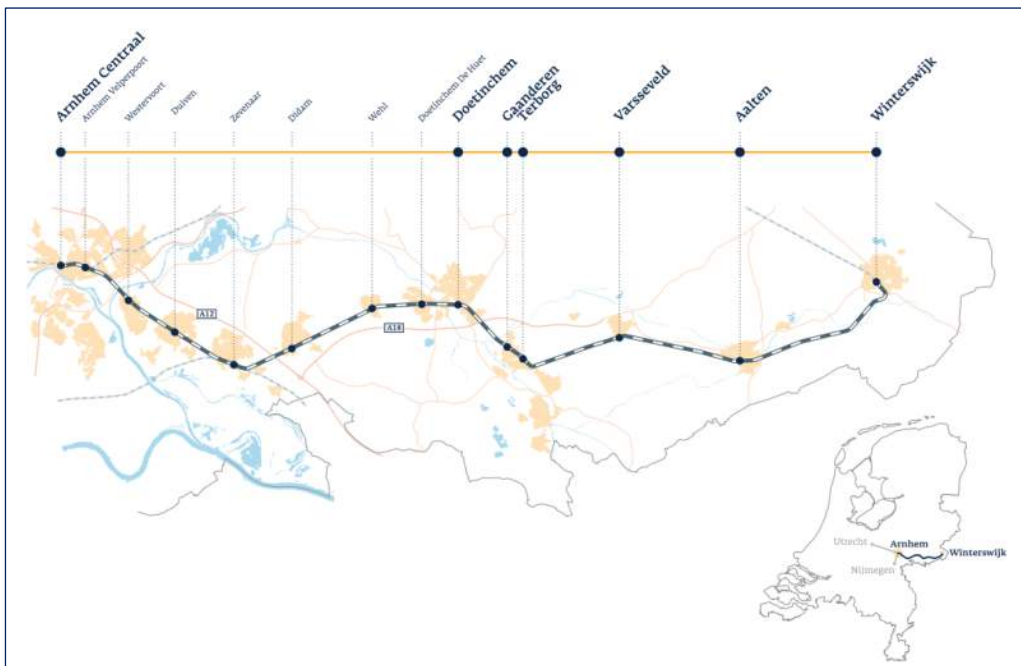
Om dit mogelijk te maken zijn diverse infrastructurele maatregelen nodig. De meest vooraanstaande aanpassingen zijn:

- Spoorverdubbeling tussen Didam en Doetinchem De Huet;
- Tweede (extra) perron op stations Wehl en Doetinchem De Huet;
- Aanpassingen ter verbetering van de overwegveiligheid bij elf overwegen, deze liggen in de gemeenten Montferland en Doetinchem;
- Rondom station Doetinchem De Huet worden aanpassingen gedaan aan de openbare ruimte;
- Bouw van een relaishuis en keervoorziening ter hoogte van de Europaweg in Doetinchem;
- Een extra wissel ter hoogte van de Ringbaan-Oost (N336) in Zevenaar;
- Om het project te realiseren zijn ook tijdelijke bouwwegen en -terreinen noodzakelijk, deze worden nadien weer opgeheven.

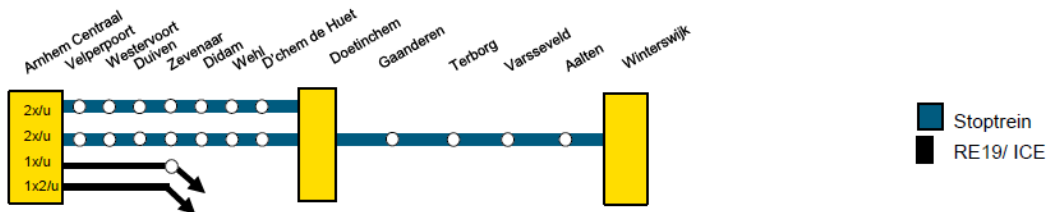
Als gevolg van deze infrastructurele maatregelen zal ook de betrouwbaarheid en robuustheid van de dienstregeling hoger worden, wat ook leidt tot de verbeterde kwartiersdienst. Samen met de verbetering in capaciteit en snelheid ontstaat een aantrekkelijk alternatief voor de (dagelijkse) files op de A12 en A18.

Voor een nadere beschrijving van de voorgenomen activiteiten wordt verwezen naar het MER. Ter ondersteuning van bovenstaande toelichting zijn enkele figuren bijgevoegd:

- Figuur 1 toont het traject Arnhem-Winterswijk;
- Figuur 2 toont de huidige dienstregeling op het traject Arnhem-Doetinchem-Winterswijk;
- Figuur 3 toont de dienstregeling na introductie van de RegioExpres 1 keer per uur;
- Figuur 4 toont een overzicht van de te nemen spoor gerelateerde maatregelen ten behoeve van het project RegioExpres.



Figuur 1: Traject Arnhem-Winterswijk



Figuur 2: Huidige dienstregeling traject Arnhem-Doetinchem-Winterswijk



Figuur 3: Dienstregeling met introductie van de RegioExpres 1 keer per uur (per rijrichting)



Figuur 4: Het project RegioExpres en de meest majeure spoor gerelateerde maatregelen

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de kaders & methodiek van het onderzoek beschreven. Hoofdstuk 3 beschrijft de huidige situatie en autonome ontwikkeling (referentiesituatie). In hoofdstuk 4 worden de milieueffecten gepresenteerd en eventuele mitigerende en compenserende maatregelen toegelicht. In hoofdstuk 5 komen de monitoring, evaluatie en leemten in kennis aanbod. Tot slot worden in hoofdstuk 6 de conclusies van het onderzoek gepresenteerd.

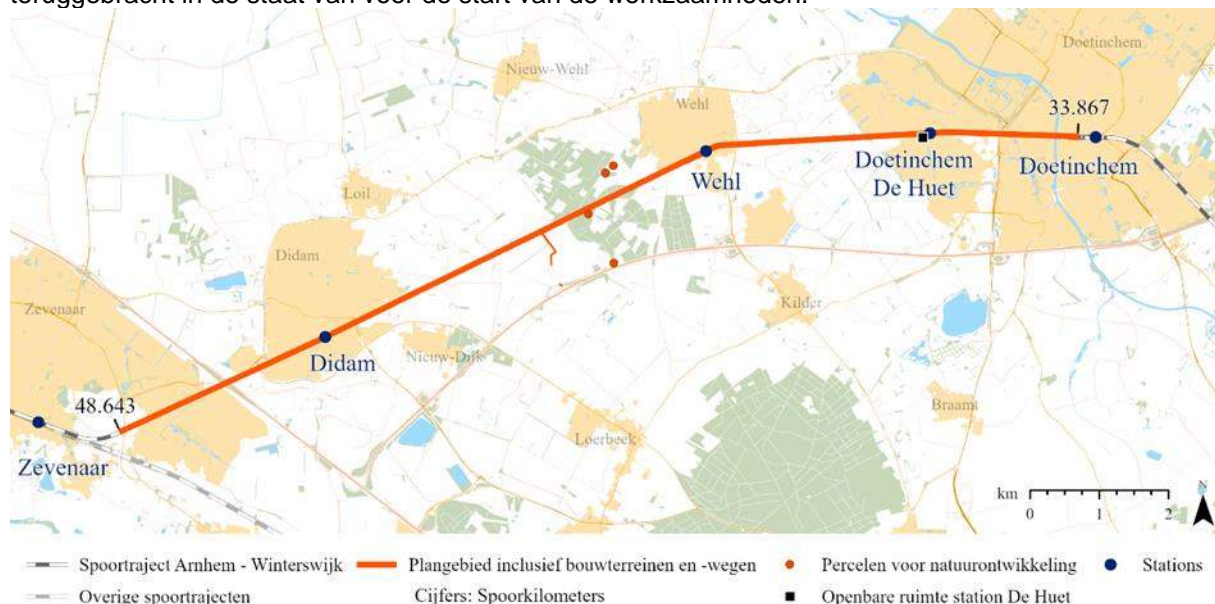
2 Aanpak: kaders & methodiek

2.1 Plan- & studiegebied

Voor het MER van de RegioExpres maken we onderscheid in het plan- en studiegebied. Deze zijn in navolgende paragrafen toegelicht.

2.1.1 Plangebied

Het plangebied is het gebied waarbinnen, op basis van het project en de milieueffecten, fysieke maatregelen nodig zijn. Dat gebied maakt onderdeel uit van het ruimtelijk besluit. Het plangebied voor het project RegioExpres is het traject vanaf spoorkilometer 48,643 (net ten westen van de Ringbaan-Oost/N336 bij Zevenaar) tot en met spoorkilometer 33,867 (net ten westen van station Doetinchem). In Figuur 5 is dit gevisualiseerd. Ook wordt op een aantal locaties langs het spoor openbare ruimte aangepast om het project mogelijk te maken. Daarnaast wordt er natuur ontwikkeld op enkele percelen in Stilliwald (Wehl). Tijdens de realisatie van het project zijn tijdelijk bouwterreinen en -wegen nodig, deze maken ook onderdeel uit van plangebied en worden na afronding van de werkzaamheden teruggebracht in de staat van voor de start van de werkzaamheden.



Figuur 5: Plangebied van het project RegioExpres waarbinnen de fysieke maatregelen worden uitgevoerd

2.1.2 Studiegebied

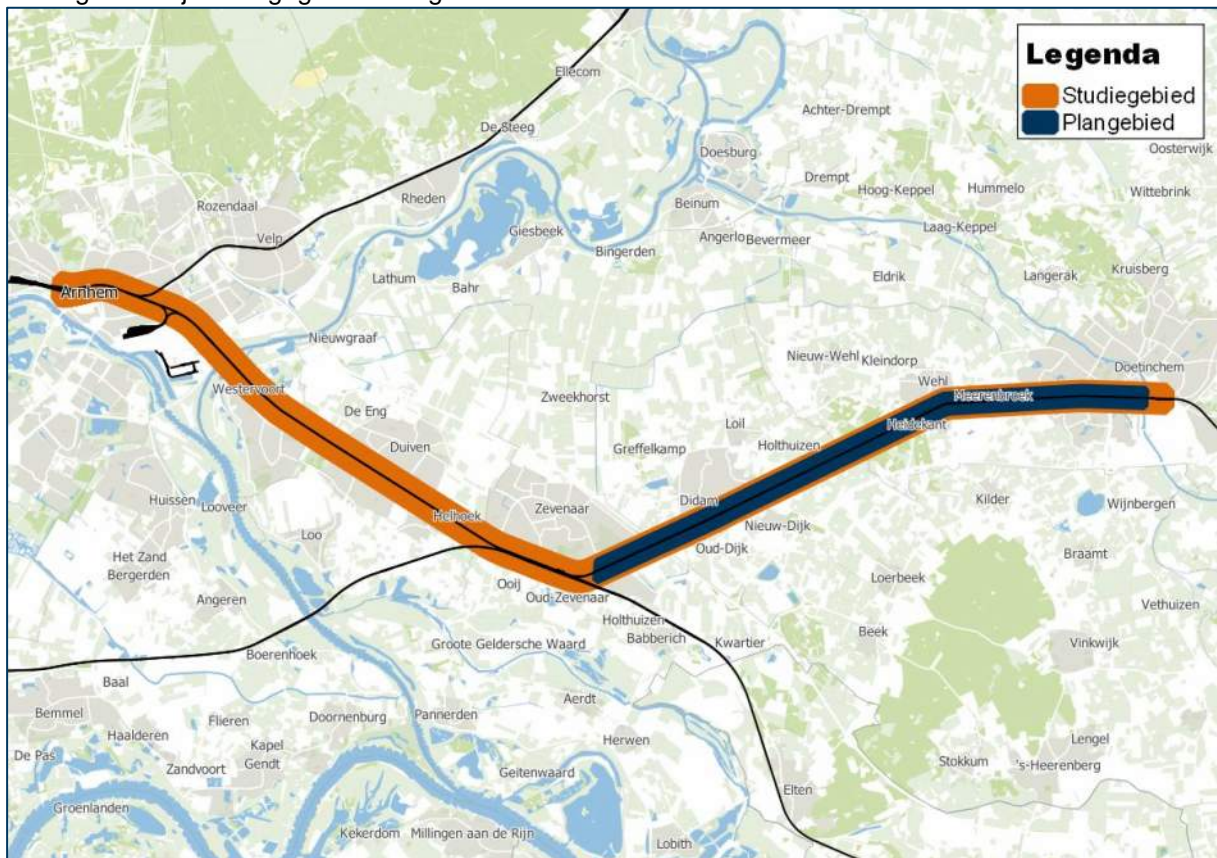
Het studiegebied is het gebied waarbinnen het optreden van belangrijke milieueffecten op voorhand niet zondermeer kan worden uitgesloten. Deze effecten kunnen optreden door zowel fysieke maatregelen aan het spoor als door het veranderde gebruik. De milieueffecten van de aanleg en het gebruik van de RegioExpres worden in het MER per thema onderzocht. De omvang van het studiegebied is per milieuthema verschillend en is maximaal het gebied vanaf station Arnhem Centraal tot en met station Doetinchem. Achtergrond hiervan is dat buiten dit gebied er geen wijzigingen plaatsvinden, niet fysiek en niet qua aantallen treinen en/of -snelheden.

De herinrichting van de natuurontwikkelingsgebieden, die voorzien zijn in Stilliwald, heeft geen invloed op het thema trillingen en zijn geen onderdeel van het onderhavige studiegebied.

Het studiegebied van de RegioExpres voor het thema trillingen begint bij station Arnhem Centraal en eindigt bij station Doetinchem. In een deel van het studiegebied (tussen Arnhem Centraal en de aansluiting bij Zevenaar) vinden geen wijzigingen in rijsnelheid of andere wijzigingen plaats ten gevolge

van het project. Op de spoorlijn Arnhem – Zevenaar is sprake van zwaar goederenverkeer, wat zorgt voor hogere trillingen dan de trillingen ten gevolge van de RegioExpres. Bij trillingen kijken we naar locaties waar de maximale trillingsterkte met meer dan 30% toeneemt, of de grenswaarde voor de gemiddelde trillingsterkte wordt overschreden. Omdat het goederenverkeer maatgevend is tussen Arnhem en Zevenaar, wijzigt de maximale trillingsterkte niet, terwijl de gemiddelde trillingsterkte in het hele plangebied lager is dan de grenswaarde. Tussen Arnhem en Zevenaar zijn daarom geen significante effecten van de RegioExpres te verwachten op het gebied van trillingen. Daarom is dit gedeelte buiten beschouwing gelaten in dit onderzoek. Het studiegebied voor trillingen start daarom bij km. 106.35 (aansluiting bij Zevenaar) en loopt door tot km. 33.65 (station Doetinchem). Buiten dit gebied treden geen significante trilingeffecten op en zijn de effecten van het project daarom ook niet kwantitatief in beeld gebracht. Als verder in dit rapport wordt gesproken over het studiegebied, dan gaat het dus om het gebied tussen km. 106.35 bij Zevenaar en km. 33.65 bij station Doetinchem.

Voor het trillingonderzoek wordt een zone van 200 meter aan weerszijden van het spoor gehanteerd, buiten deze zone zijn geen significante trilingeffecten van het project te verwachten. Het plan- en studiegebied zijn weergegeven in Figuur 6.



Figuur 6: Studiegebied van dit deelonderzoek

2.2 Beleidskader & wet- en regelgeving

In deze paragraaf is het wettelijk en beleidsmatig kader omschreven voor het thema trillingen. Er is geen verschil in gehanteerd kader tussen rijksoverheid, provincies en gemeenten.

In dit onderzoek worden de optredende trillingen van treinverkeer op drie aspecten beoordeeld: schade aan gebouwen, hinder voor personen en verstoringen van gevoelige apparatuur.

In de wet is niet geregeld hoe deze aspecten beoordeeld moeten worden. Daarom wordt aangesloten bij de doorgaans gebruikte beoordelingskaders.

Voor trillingschade betreft dat de SBR A-richtlijn (schade aan gebouwen). Voor trillinghinder heeft het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat beleid geformuleerd over hoe trillingen te beoordelen bij Tracéwetprocedures. Dit beleid is opgenomen in de *Beleidsregel trillinghinder spoor* (hierna: Bts) en vormt het kader voor dit onderzoek. In de Bts heeft het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat beleid geformuleerd over hoe trillingen te beoordelen bij bijvoorbeeld Tracéwetprocedures of een PIP. Voor verstoring van apparatuur wordt de SBR C-richtlijn (verstoring van gevoelige apparatuur) gehanteerd.

Genoemde drie beoordelingskaders worden in de volgende subparagrafen nader omschreven.

2.2.1 Beoordelingskader trillingschade

De toetsing van trillingschade vindt in Nederland vrijwel altijd plaats op basis van de SBR A-richtlijn. Deze richtlijn beschrijft de meetmethodiek en toetsingscriteria voor trillingschade. Van de SBR A-richtlijn is een omschrijving opgenomen in Bijlage II. Voor het huidige project zijn hierbij twee activiteiten relevant: treinverkeer en bouwwerkzaamheden. Voor treinverkeer is de beleidslijn van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, zoals gepubliceerd in 2022, leidend. Relevant in deze beleidslijn is dat gebouwen¹ worden opgesplitst in drie categorieën, zie Tabel 1.

Tabel 1: Categorie-indeling voor beoordeling van schade aan gebouwen

Situatie voor project	Trillingen nemen toe door project	Trillingen nemen niet toe door project
Kans op schade > 1%	<p>Categorie A</p> <p>Adressen van deze gebouwen zijn opgenomen als bijlage in PIP, hier wordt bouwkundig onderzoek uitgevoerd en wordt ondersteund bij schade-afhandeling.</p>	<p>Categorie C</p> <p>Als eigenaren zich melden laat ministerie onderzoek uitvoeren conform TNO-schadeprotocol (o.b.v. kritische afstand en trillingniveau), bij schadekans volgens protocol groter dan 1% wordt bouwkundig onderzoek uitgevoerd en ondersteund bij schade-afhandeling.</p>
Kans op schade ≤ 1%	<p>Categorie B</p> <p>Als eigenaren zich melden laat ministerie onderzoek uitvoeren conform TNO-schadeprotocol (o.b.v. kritische afstand en trillingniveau), bij schadekans volgens protocol groter dan 1% wordt bouwkundig onderzoek uitgevoerd en ondersteund bij schade-afhandeling.</p>	

Schade door trillingen als gevolg van treinverkeer is onderzocht op basis van metingen in woningen en een modelberekening voor niet-gemeten woningen. Ook bouwwerkzaamheden kunnen leiden tot trillingen boven grenswaarden uit de SBR A-richtlijn. Daarom zijn ook bouwwerkzaamheden onderzocht.

2.2.2 Beoordelingskader trillinghinder

Tot op heden zijn normen voor trillinghinder nog niet vastgelegd in wetgeving, zoals dat bijvoorbeeld voor geluidhinder wel het geval is. Vooruitlopend op eventuele toekomstige wetgeving heeft de toenmalige staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu in 2012 een *Beleidsregel trillinghinder spoor* (Bts) opgesteld, die een wijziging van en aanvulling op de eerder gebruikte SBR B-richtlijn is. Belangrijke aspecten die verder worden uitgewerkt (ten opzichte van de SBR B-richtlijn) zijn:

¹ In dit onderzoek, is in lijn met de SBR A-richtlijn, niet alleen naar woningen, maar naar alle gebouwen gekeken.

1. De normstelling voor het al dan niet treffen van maatregelen. De Bts geeft aan wanneer in het Tracébesluit maatregelen ter voorkoming of beperking van trillinghinder achterwege kunnen blijven bij de aanleg of wijziging van een spoorweg;
2. De mogelijkheid om maatregelen af te wegen op grond van doelmatigheid, door middel van een kosteneffectiviteitscriterium. In dit kosteneffectiviteitscriterium wordt uitsluitend gegeven of bepaalde maatregelen, gezien de kosten, effectiviteit, milieu- en maatschappelijke impact en de mate van trillinghinder voldoende kosteneffectief zijn. Binnen het PIP voor de RegioExpres wordt een richtbedrag van € 63.027 per woning met overschrijdingen genoemd, voor kantoren wordt een bedrag van € 671 per werkplek aangehouden²;
3. De trillingsterkte V_{max} wordt bepaald over een meetperiode van tenminste 1 week. De meetmethode en de naverwerkingsmethode om te komen tot deze waarde zijn opgezet met het doel de reproduceerbaarheid van de metingen en berekeningen zo groot mogelijk te maken. Deze methodiek is beschreven in een memo van Level Acoustics³ en wordt beknopt toegelicht in Bijlage IV;
4. De gemiddelde trillingsterkte V_{per} wordt afzonderlijk getoetst. Een situatie voldoet als zowel de streefwaarde voor V_{max} als voor V_{per} wordt gehaald.

Net als in de SBR B-richtlijn verschillen de streef- en grenswaarden in de Bts over de dag en avond (7.00 – 23.00 uur) en nacht (23.00 – 7.00 uur) en per gebouwfunctie. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen gebouwen met een *kritische werkrimte* (gevoelige apparatuur e.d.), *gezondheidszorg* en *wonen* en *kantoren* en gebouwen ten behoeve van *onderwijs* of *bijeenkomsten*. Bij elke gebouwfunctie horen andere toegestane trillingsterktes, zie Tabel 2 voor de normstelling voor bestaande situaties. Onder de tabel wordt toegelicht hoe deze waarden worden gebruikt in de toetsing volgens de Bts.

Tabel 2: Normstelling bestaande situatie volgens Bts⁴

Gebouwfunctie	Dag en avond			Nacht		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Gezondheidszorg en wonen	0.2	0.8	0.1	0.2	0.4	0.1
Onderwijs, kantoor en bijeenkomsten	0.3	1.2	0.15	0.3	1.2	0.15
Kritische ruimte	0.1	0.1	---	0.1	0.1	---

Om te beoordelen of een bepaalde locatie voldoet aan de Bts moet het schema in Figuur 7 worden doorlopen. Dit schema geeft aan wanneer maatregelen dienen te worden afgewogen. Maatregelen ter voorkoming of beperking van de trillinghinder met betrekking tot de waarde van V_{max} kunnen achterwege blijven indien wordt voldaan aan één van de twee volgende condities:

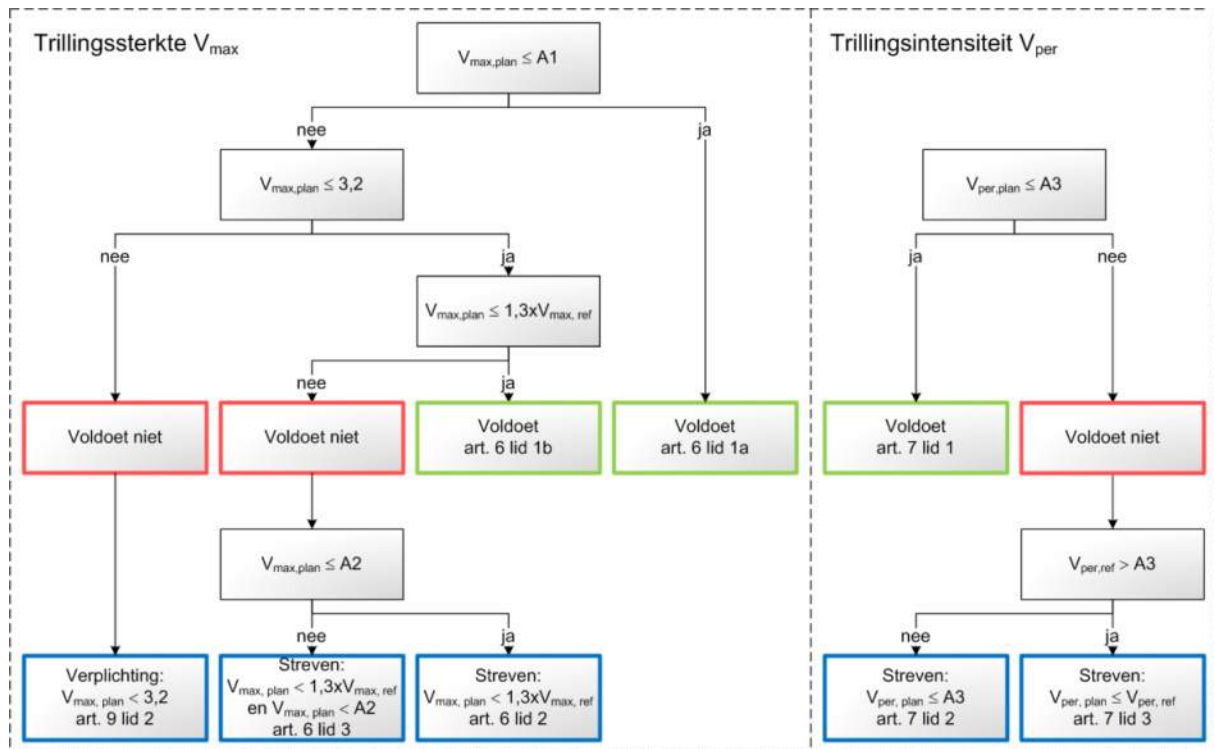
1. De waarde van V_{max} in de plansituatie is lager dan A1 en de waarde van de gemiddelde trillingsterkte V_{per} is lager dan A3 uit tabel 1.
2. De toename in trillingsterkte in de plansituatie ten opzichte van de referentiesituatie is 30 procent of minder en de waarde van de gemiddelde trillingsterkte V_{per} is lager dan A3 en de trillingsterkte in de plansituatie is lager dan 3.2 (conform Bts art. 9 lid 2).

² Dit bedrag is gebaseerd op een MKBA², uitgevoerd door Witteveen+Bos, Royal Haskoning DHV en TNO in relatie tot de *Beleidsregel trillinghinder spoor* (Bts). Dit bedrag wordt bij ook bij andere Tracébesluiten gebruikt als richtbedrag voor het treffen van maatregelen, en is inclusief projectmanagement, engineering, administratie en toezicht (PEAT) en BTW, en geïndexeerd naar prijspeil januari 2023 (34,1% indexatie t.o.v. januari 2014).

³ Koopman, A., LA.131001a.M04 van 13 april 2018

⁴ De in tabel 1 benoemde streef- en grenswaarden zijn A1, de streefwaarde voor de trillingssterkte V_{max} , A2, de grenswaarde voor de trillingssterkte V_{max} en A3, de grenswaarde voor de gemiddelde trillingssterkte V_{per} .

Een nadere omschrijving van het beoordelingskader is te vinden in Bijlage II.



Figuur 7: Beoordeling van gewijzigde situaties in de Bts

Schade door trillingen als gevolg van treinverkeer is onderzocht op basis van metingen in woningen en een modelberekening voor niet-gemeten woningen. Ook bouwwerkzaamheden kunnen leiden tot trillingen boven grenswaarden uit de SBR A-richtlijn. Daarom zijn ook bouwwerkzaamheden onderzocht.

2.2.3 Beoordelingskader versterking van gevoelige apparatuur

Voor trillinggevoelige apparatuur wordt in de SBR C-richtlijn verwezen naar de specifieke eisen van de apparaten zelf, omdat deze sterk verschillen per type apparaat en fabrikant. Wanneer uit het onderzoek blijkt dat sprake is van versterking van gevoelige apparatuur, dan wordt voor die apparatuur de bijbehorende trillingseisen gehanteerd.

2.3 Beoordelingskader

2.3.1 Beoordelingscriteria en wijze van beoordelen MER-onderzoek

In de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) RegioExpres d.d. 27-09-2022 is het beoordelingskader vastgesteld. Voor alle milieuthema's zijn in het beoordelingskader de aspecten en bijbehorende criteria vastgesteld. De effecten tijdens de gebruiksfase worden onderzocht en, indien relevant, de tijdelijke effecten tijdens de aanlegfase. Navolgende tabel toont het beoordelingskader voor het deelonderzoek trillingen. De beoordelingscriteria voor het MER zijn omschreven in tabel 4-1 van de NRD, zie Tabel 3.

Tabel 3: Criteria die in het MER worden onderzocht en beoordeeld voor trillingen

Thema en aspect	Criterium	Wijze van beoordelen
1. Trillingniveau	Wijziging gemiddelde en maximale trillingniveau	Kwantitatief
2. Trillinghinder	Toename of afname van het aantal door trillingen gehinderde personen	Kwantitatief

Thema en aspect	Criterium	Wijze van beoordelen
3. Schade trillingen	Schade vanwege trillingen	Kwantitatief

Hieronder beschrijven we hoe deze criteria in dit onderzoek in kaart worden gebracht:

1. Wijziging gemiddelde en maximale trillingniveau. Het gemiddelde trillingniveau is uitgedrukt in de gemiddelde trillingsterkte V_{per} , en het maximale trillingniveau in de trillingsterkte V_{max} . V_{max} is een indicatie van het maximum van de trillingen over een periode van een week. In lijn met eerdere MER-onderzoeken wordt dit criterium in kaart gebracht met drie subcriteria:
 - a. Aantal gebouwen met trillingen boven streefwaarde A1 voor V_{max} .
 - b. Aantal gebouwen met trillingen boven grenswaarde A2 voor V_{max} .
 - c. Aantal gebouwen met trillingen boven grenswaarde A3 voor V_{per} .

Ten behoeve van de beoordeling in het MER worden de uitkomsten vertaald naar kwalitatieve scores. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de beoordeling zoals weergegeven in Tabel 4. De kwantitatieve scores geven de toe- of afname van het aantal overschrijdingen weer ten opzichte van de referentiesituatie 2035.

Tabel 4: Beoordelingsschaal criterium 1 in MER-beoordeling

Score	Oordeel ten opzichte van referentiesituatie	Toelichting
++	Sterk positief	Afname bij meer dan 50 adressen van overschrijding van de streef- of grenswaarde uit de Bts (A1, A2 of A3).
+	Positief	Afname bij 10 tot 50 adressen van overschrijding van de streef- of grenswaarde uit de Bts (A1, A2 of A3).
0	Neutraal	Toe- of afname bij maximaal 10 adressen van overschrijding van de streef- of grenswaarde uit de Bts (A1, A2 of A3).
-	Negatief	Toename van 10 tot 50 adressen van overschrijding van de streef- of grenswaarde uit de Bts (A1, A2 of A3).
--	Sterk negatief	Toename bij meer dan 50 adressen van overschrijding van de streef- of grenswaarde uit de Bts (A1, A2 of A3).

2. Toename of afname van het aantal door trillingen gehinderde personen. Dit criterium brengen we in kaart met behulp van de methode zoals die is omschreven in onderstaand kader.

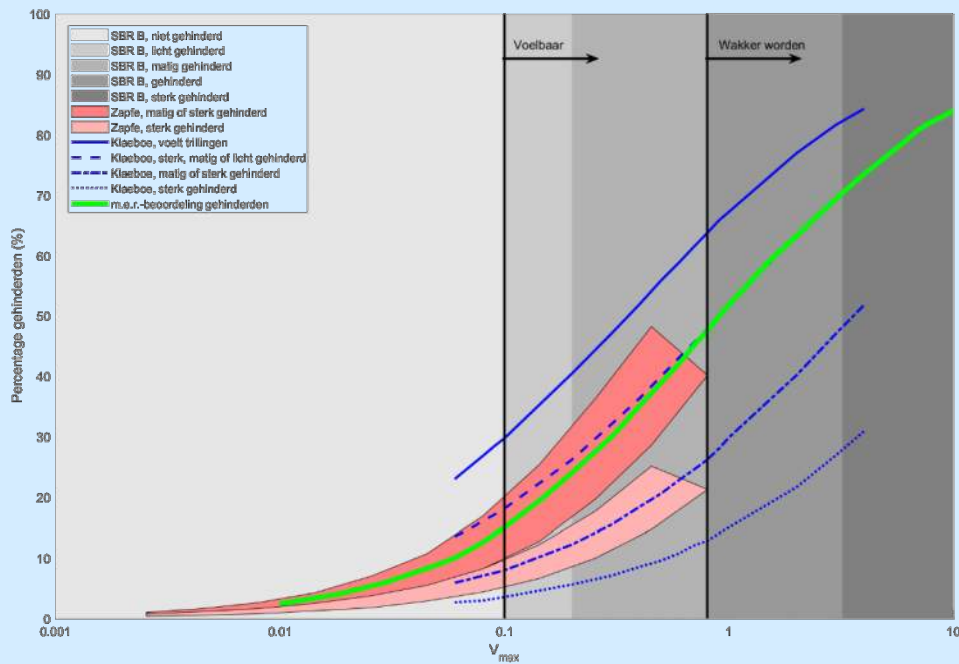
Tot op heden zijn er geen richtlijnen vastgelegd om de effecten van trillinghinder objectief en systematisch in beeld te brengen ten behoeve van de beoordeling in een m.e.r.-procedure. Wel zijn er richtlijnen om trillinghinder te beoordelen ten behoeve van ruimtelijke besluiten, zoals Tracébesluiten, Provinciale Inpassingsplannen en bestemmingsplanprocedures. Deze richtlijnen geven echter geen directe aanwijzingen om de milieueffecten van trillinghinder te beschrijven. Belangrijk voor een juiste beoordeling van de effecten van trillinghinder is dat de methode aansluit bij de eisen van de m.e.r.-systematiek, aansluit bij de hinderbeleving van omwonenden en voldoende onderscheidend vermogen heeft, zodat het mogelijk is om (wanneer van toepassing) een juiste variantenkeuze te maken.

Internationaal zijn diverse onderzoeken uitgevoerd waarin de relatie tussen trillingsterkte en hinderbeleving is vastgesteld door middel van enquêtes en wetenschappelijk onderzoek, zie Figuur 8. Met behulp van deze onderzoeken is door Movares een curve samengesteld die aangeeft bij welke trillingsterkte hoeveel procent van de omwonenden hinder ervaart in Figuur 8. Deze curve sluit aan

bij de curve voor gehinderden uit veel onderzoeken, en is ook bij eerdere trillingonderzoeken gehanteerd⁵.

Tabel 5: Internationale onderzoeken naar hinderbeleving

[1]	Asmussen, Bernd e.a., <i>Review of existing standards, regulations and guidelines, as well as laboratory and field studies concerning human exposure to vibration</i> , RIVAS Deliverable D1.4, 12 januari 2011
[2]	Woodcock, James e.a., <i>Human response to vibration from passenger and freight railway traffic in residential environments</i> , ICSV19, Vilnius, Lithuania, 8-12 juli 2012
[3]	Klaeboe, R. e.a., <i>Vibration in dwellings from road and rail traffic – Part II: exposure-effect relationships based on ordinal logit and logistic regression models</i> , Applied Acoustics, 64, 89-109, 2003
[4]	Klaeboe, R. e.a., <i>Vibration in dwellings from road and rail traffic – Part III: towards a common methodology for socio-vibrational surveys</i> , Applied Acoustics, 64, 111-120, 2003
[5]	Steinhhauser, P. e.a., <i>Erschutterungsbeurteilung nach ONORM S 9012 im Vergleich zur internationalen Normung, Lärmbekämpfung</i> , Bd. 5 Nr. 5, 206-212, 2010
[6]	Zapfe, J.A. e.a., <i>Groundborne Noise and Vibration in Buildings Caused by Rail Transit, Final report for Transit Cooperative Research Program (TCRP), D-12</i> , 2009
[7]	SBR B-richtlijn, <i>Hinder voor personen in gebouwen, meet- en beoordelingsrichtlijnen</i> , augustus 2002



Figuur 8: Kans op hinder als functie van de trillingsterkte V_{max} (groene curve)

De gebruikte scoretabel (veranderingen ten opzichte van de referentiesituatie 2035) is weergegeven in Tabel 6.

⁵ Door het RIVM is in 2014 een eerste, voorlopige curve gepubliceerd voor een dosis-effectrelatie op basis van onderzoek in Nederland. Deze curve wijkt af van de doorgaans gebruikte curves en kent een aantal onzekerheden, en is daarom niet gebruikt in dit onderzoek. Deze curve is in 2023 geüpdatet, maar alleen voor ernstig gehinderden, terwijl we hier het aantal gehinderden in kaart willen brengen.

Tabel 6: Beoordelingsschaal criterium 2 in MER-beoordeling

Score	Oordeel ten opzichte van referentiesituatie	Toelichting
++	Sterk positief	Meer dan 30% afname in aantal gehinderden
+	Positief	10 tot 30% afname in aantal gehinderden
0	Neutraal	0 tot 10% toe- of afname in aantal gehinderden
-	Negatief	10 tot 30% toename in aantal gehinderden
--	Sterk negatief	Meer dan 30% toename in aantal gehinderden

3. Schade vanwege trillingen (SBR A-richtlijn). Het aantal adressen met een mogelijke overschrijding van de grenswaarde voor schade door trillingen ten gevolge van treinverkeer of bouwactiviteiten. Er is kans op schade als de te verwachten trillingen hoger zijn dan de SBR-A grenswaarden. Dit is het derde criterium in het MER-onderzoek, de beoordelingstabel is weergegeven in Tabel 7.

Tabel 7: Beoordelingsschaal criterium 3 in MER-beoordeling

Score	Oordeel ten opzichte van referentiesituatie	Toelichting
++	Sterk positief	Afname van de kans op schade bij meer dan 100 panden
+	Positief	Afname van de kans op schade bij 10 tot 100 panden
0	Neutraal	Toe- of afname van de kans op schade bij 0 tot 10 panden
-	Negatief	Toename van de kans op schade bij 10 tot 100 panden
--	Sterk negatief	Toename van de kans op schade bij meer dan 100 panden

Verstoring van trillinggevoelige apparatuur wordt, conform de NRD, niet beschouwd in het MER.

2.3.2 Beoordelingscriteria en wijze van beoordelen PIP-onderzoek

In het kader van het PIP zijn de trillingeffecten van het project beoordeeld op het van toepassing zijnde beoordelingskader. Voor trillingschade is dat de SBR A-richtlijn, voor trillinghinder de Bts en voor verstoring van gevoelige apparatuur de SBR C-richtlijn. In het PIP wordt de plansituatie (2035) vergeleken met de referentiesituatie 2015, de uitgangssituatie voor de spoorverdubbeling Zevenaar – Didam en de spoorverdubbeling bij Wehl, zie paragraaf 3.1 voor meer informatie hierover.

2.4 Onderzoeksmethodiek

Dit rapport beschrijft zowel het onderzoek zoals dat is uitgevoerd ten behoeve van de MER als ten behoeve van het PIP. Hierbij is een aanpak gevolgd volgens onderstaande volgorde:

1. Onderzoek naar de trillingeffecten ten behoeve van de MER. Hiervoor zijn de volgende aspecten onderzocht, zie ook het voorgaande hoofdstuk:
 - a. Criterium 1: aantal gebouwen met trillingen boven de streef- en grenswaarden uit het beoordelingskader voor trillinghinder, de Bts;

- b. Criterium 2: aantal gehinderden (o.b.v. de hindercurve uit Figuur 7);
 - c. Criterium 3: aantal panden met kans op trillingschade (o.b.v. overschrijdingen van de SBR A-richtlijn).
2. Beoordelen van de plansituatie ten behoeve van het PIP op de drie trillingaspecten:
- a. Schade aan gebouwen (o.b.v. de SBR A-richtlijn);
 - b. Hinder aan personen in gebouwen (o.b.v. de Bts);
 - c. Verstoring van gevoelige apparatuur (o.b.v. de SBR C-richtlijn).

In de volgende paragrafen wordt beschreven hoe de onderzoeken naar trillingschade (t.b.v. MER en PIP), trillinghinder (t.b.v. MER en PIP) en verstoring van gevoelige apparatuur (alleen t.b.v. PIP) zijn uitgevoerd. Op basis van de resultaten uit deze onderzoeken is de effectbeoordeling (voor de MER) en de toetsing aan de richtlijnen (voor het PIP) uitgevoerd.

2.4.1 Onderzoek naar trillingschade

Ten behoeve van het onderzoek naar trillingschade tijdens de bouwfase is een analyse gedaan van bouwwerkzaamheden die mogelijk tot trillingschade in omliggende panden kunnen leiden. In het project worden geen zware werkzaamheden zoals funderingswerkzaamheden (heien of intrillen van damwanden) uitgevoerd. De andere werkzaamheden binnen het project, zoals het aanbrengen en verwijderen van sporen en zwaar transport zullen, gezien de afstand tot de bebouwing niet leiden tot trillingschade aan gebouwen.

Schade als gevolg van trillingen door treinverkeer is onderzocht met behulp van metingen in woningen, aangevuld met modelberekeningen voor niet-gemeten objecten. Het hiervoor gebruikte model wordt in de volgende paragraaf toegelicht. Per object wordt getoetst of de grenswaarden voor trillingschade worden overschreden, en zo ja, of het project leidt tot een toename van de trillingen. Locaties met trillingen boven de grenswaarde én een toename van de trillingen als gevolg van het project, komen in aanmerking voor nader onderzoek. Op alle andere locaties zorgt het project niet voor een verhoogde kans op trillingschade, en is nader onderzoek niet nodig.

2.4.2 Onderzoek naar trillinghinder

Ten behoeve van het onderzoek naar trillinghinder zijn verschillende stappen doorlopen. De stappen hebben een toenemende nauwkeurigheid, waarbij in elke volgende stap de nauwkeurigheid groter wordt. Op deze manier wordt alleen verder onderzoek gedaan op een locatie wanneer dat nodig is, de zogenaamde zeefmethode.

De volgende stappen zijn achtereenvolgens doorlopen:

1. *Stap 1: indicatieve trillingmetingen en prognoses*

Om een goede voorspelling te kunnen maken van de trillings situatie, is een quickscan gedaan om voor het gehele studiegebied de trillings situatie in beeld te brengen op basis van expert judgement. Door middel van deze quickscan is een inventarisatie gemaakt van locaties waar een overschrijding van het beoordelingskader (de Bts) kan optreden door een toename van de trillingsterkte V_{max} of de trillingintensiteit V_{per} als gevolg van het project. Op locaties waar een overschrijding van het beoordelingskader niet valt uit te sluiten, is nader onderzoek verricht⁶. Op 12 locaties zijn trillingmetingen uitgevoerd aan treinpassages met minimaal vier meetpunten op het maaiveld, op verschillende afstanden tot het spoor. Doel van deze metingen is om de bronsterkte van de verschillende passerende treinen te bepalen en om de uitdemping van de trillingen met de afstand tot het spoor vast te stellen. Deze metingen zijn vervolgens gebruikt in het rekenmodel *VibraDyna*⁷.

⁶ Maaiveldmetingen: bij deze metingen worden de trillingen van de passerende treinen op een vaste referentieafstand van 20 meter gemeten op verschillende locaties langs het tracé. De metingen zijn bemand uitgevoerd, alleen treinpassages zijn vastgelegd, stoortrillingen (bijv. van overig verkeer) worden buiten beschouwing gelaten.

⁷ *VibraDyna* is een door Movares ontwikkeld rekenmodel, gebaseerd op empirische formules, modelberekeningen en een groot aantal metingen, dat de trillingen van weg- en railverkeer berekent. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van versie 2018.

Met dit model kan voor elk gebouw een uitspraak worden gedaan over de kans op het wel of niet overschrijden van de Bts na realisatie van het project. Met *VibraDyna* is voor het gehele studiegebied de trillingsituatie in beeld gebracht op basis van locatiespecifieke metingen. Het model is toegepast op een zone van 200 meter aan weerszijden van de sporen. Op grotere afstand tot het spoor is geen significante toename in trillinghinder te verwachten en zijn de trillingsterktes lager dan de A1-streefwaarde uit de Bts. Trillingen zijn op dergelijke grote afstanden doorgaans niet voelbaar. Met het model worden voor alle gebouwen in het studiegebied in de referentiesituatie 2015, de huidige situatie, de referentiesituatie 2035 en de plansituatie de trillingsterkte V_{max} en de trillingintensiteit V_{per} bepaald. Door de rekenresultaten in de plansituatie te toetsen aan de Bts, wordt zichtbaar voor welke locaties er een kans is op overschrijden van het beoordelingskader. Voor locaties die op basis van de rekenresultaten niet voldoen aan de Bts is nader onderzoek verricht in de hieronder beschreven stap 2 van het trillingonderzoek.

2. *Stap 2: Nauwkeurige trillingprognoses in gebouwen*

In de tweede stap van het trillingonderzoek zijn alleen die locaties beschouwd waar op basis van de resultaten van stap 1 een toename in trillinghinder waarschijnlijk is. Voor deze stap is gebruik gemaakt van metingen in 13 gebouwen (zie Bijlage IV voor methode van verwerking van de metingen).

Per groep vergelijkbare gebouwen met mogelijke overschrijdingen uit stap 1 is een aantal representatieve woningen (qua ligging, type en bouwstijl) geselecteerd waarin metingen zijn verricht. Per gebouw is op minimaal twee punten gemeten: één meetpunt aan een stijf punt, op de fundering, en één meetpunt op de hoogst bewoonde vloer. Vanuit de metingen wordt vervolgens per treinpassage een prognose gemaakt voor de trillingsterkte in de referentiesituatie 2015, de referentiesituatie 2035 en de plansituatie, aan de hand van de parameters die wijzigen. Vervolgens zijn de rekenresultaten uit stap 1 gekalibreerd met deze nauwkeurige prognoses. Voor locaties waar gemeten is, komen de resultaten dus één-op-één overeen met de resultaten uit het nauwkeurige rekenmodel. Voor niet-gemeten gebouwen geldt dat hoe sterker het gebouw verschilt van het gemeten object (in bouwkundige staat, bodemopbouw of spoorsituatie), hoe conservatiever (worst-case) de resultaten zijn.

Het resultaat van deze stap is een trillingprognose die kan worden beschouwd als de meest nauwkeurige prognose die met de thans beschikbare middelen mogelijk is. Indien er na deze stap nog steeds locaties overblijven waar (een toename van) trillinghinder waarschijnlijk is, dan worden er voor deze locaties in stap 3 maatregelen beschouwd.

3. *Stap 3: Indien nodig ontwerpen van maatregelen*

Mocht uit stap 2 van het onderzoek blijken dat er locaties zijn die niet voldoen aan het beoordelingskader, dan worden voor deze locaties maatregelen ontworpen en doorgerekend op effectiviteit en kosten. Bij deze afweging van maatregelen wordt ook aangegeven of bepaalde maatregelen kosteneffectief zijn, en daarmee mogelijk doelmatig.

In het onderzoek wordt voor de nog niet gerealiseerde bebouwing een kwalitatieve beschouwing gegeven van de verwachte effecten. Omdat het gaat om nog niet gerealiseerde bebouwing (waarvan vaak de constructieve eigenschappen nog niet vaststaan), is een nauwkeurige berekening daar niet mogelijk.

2.4.3 Onderzoek naar verstoring van gevoelige apparatuur

Verstoring van gevoelige apparatuur kan optreden als er sprake is van een toename van de trillingsterkte. In dit onderzoek is met behulp van het rekenmodel (uit stap 1 van het onderzoek naar trillinghinder) gekeken waar sprake is van een toename van de trillingen. Op die locaties is een analyse uitgevoerd om vast te stellen of er mogelijk sprake is van verstoring van gevoelige apparatuur. Hierbij is bepaald of er bedrijven aanwezig zijn die gebruik maken van gevoelige apparatuur in de nabijheid van genoemde locaties. Buiten de 200 meter-zone zorgen overige omgevingstrillingen (zoals wegverkeer) voor hogere trillingen.

2.4.4 Betrouwbaarheid van het onderzoek

In dit onderzoek is gewerkt met een methode die van grof naar fijn gaat. De resultaten zijn gebaseerd op een zo nauwkeurig mogelijke predictie van de toekomstige situatie. Hierbij is gebruik gemaakt van een combinatie van een gevalideerd VibraDyna-model (zie Bijlage I) en maaiveldmetingen op 12 locaties verspreid langs het tracé. De belangrijkste veranderingen binnen het project (dichterbij komen van de sporen, hogere rijsnelheid) zijn afzonderlijk onderzocht en zo nauwkeurig mogelijk in kaart gebracht, zie Bijlage VI. Op locaties waar overschrijdingen werden verwacht, zijn aanvullende metingen in woningen uitgevoerd. De onzekerheden van veranderingen in de situatie (zoals een verhoging van de rijsnelheid of het dichterbij komen van de sporen) zijn meegenomen in de predicties, om te komen tot een P95-model voor trillinghinder en een P99-model voor trillingschade. Dat betekent dat er in werkelijkheid per individuele woning een kans is van 5 respectievelijk 1 procent op een hogere trillingsterkte of grotere toename van de trillingen dan de berekeningen in dit onderzoek laten zien. Dit zijn de gebruikelijke betrouwbaarheidsintervallen bij het beoordelen van trillinghinder respectievelijk trillingschade.

3 Beschouwde situaties

In het trillingonderzoek wordt onderscheid gemaakt tussen vier situaties:

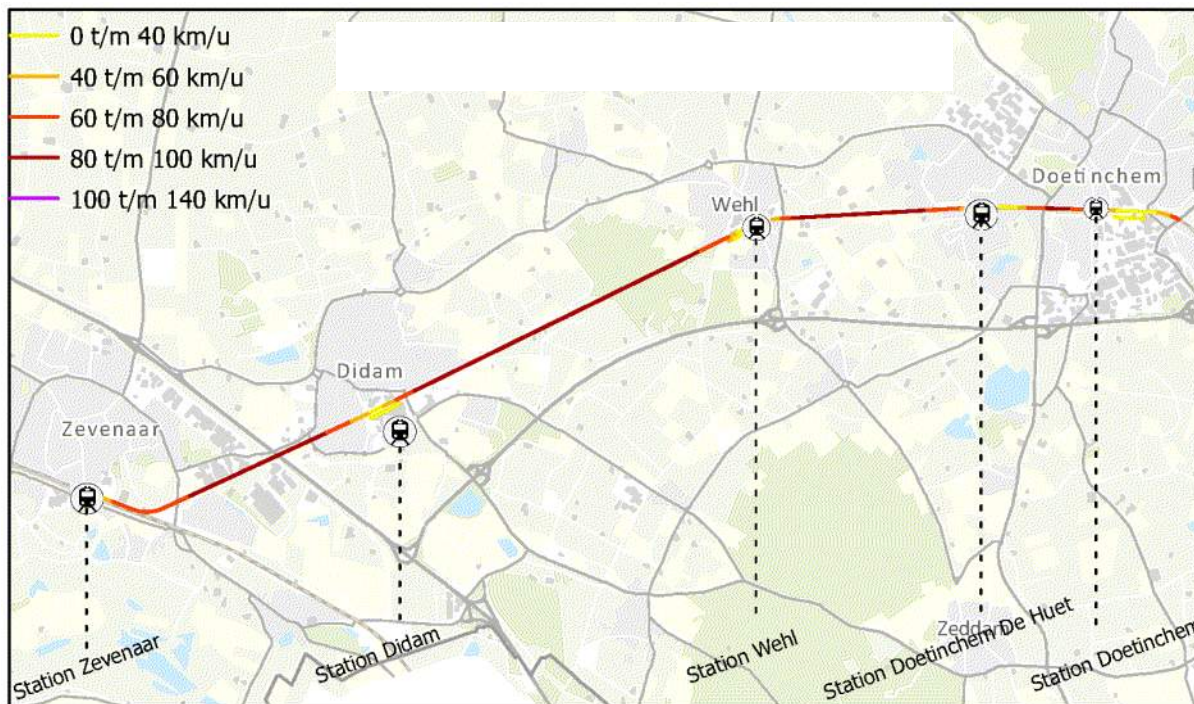
1. Referentiesituatie 2015: de situatie voor de spoorverdubbeling en snelheidsverhoging tussen Zevenaar en Didam, de snelheidsverhoging tussen Didam en Wehl en de spoorverdubbeling in Wehl. Conform de Beleidsregel trillinghinder spoor (Bts) art. 4 lid 3 moet bij projecten die binnen 10 jaar op elkaar volgen in hetzelfde plangebied, de vergelijking worden gemaakt met de bestaande situatie of referentiesituatie van het eerste plan. Dat eerste plan is in dit geval de spoorverdubbeling bij Wehl.
2. Huidige situatie: de situatie in 2022, op het moment dat het onderzoek wordt uitgevoerd en de metingen zijn verricht. Deze situatie is in 2023 (waarin een deel van het onderzoek is verricht) niet gewijzigd.
3. Referentiesituatie 2035: de huidige situatie plus autonome ontwikkelingen in het planjaar 2035, conform de NRD. Deze situatie ontstaat als het project niet zou worden gerealiseerd, en wordt gebruikt om de projecteffecten in het kader van de MER in kaart te brengen.
4. De plansituatie, de situatie die ontstaat na realisatie van het project in het jaar 2035, 10 jaar na realisatie van het project, conform de NRD.

De verschillende situaties worden hieronder toegelicht op de voor trillingen relevante onderdelen. De uitgangspunten zijn gebaseerd op de *Uitgangspuntennotitie PIP/Projectbesluit RegioExpres (ProRail)*, versie 04 van 28 december 2022.

3.1 Referentiesituatie 2015

Deze paragraaf bevat een beschrijving van de referentiesituatie uit 2015. Als referentiesituatie geldt de spoorligging van 2015, vóór aanvang van de werkzaamheden ten behoeve van de spoorverdubbeling tussen Wehl (2015) en de spoorverdubbeling tussen Zevenaar en Didam (2019). De beoordeling van trillinghinder vindt plaats ten opzichte van deze situatie. Alle overige gegevens, zoals spoorgebruik en treinintensiteiten, worden ook genomen uit dit referentiejaar en zijn gebaseerd op de realisatiegegevens uit 2015.

Voor de snelheidsprofielen worden de snelheidsprofielen vóór de werkzaamheden ten behoeve van de spoorverdubbeling tussen Zevenaar en Didam gebruikt. De in dit onderzoek gehanteerde snelheden van reizigerstreinen zijn zoals die in het geluidregister van ProRail zijn opgenomen. De snelheden zijn weergegeven in Figuur 9.



Figuur 9: Snelheid in de referentiesituatie 2015

De treinaantallen per uur per richting zijn weergegeven in Tabel 8. De treinaantallen zijn gemiddeld over het jaar en over beide rijrichtingen.

3.2 Huidige situatie

Deze paragraaf bevat een beschrijving van de huidige situatie. Als huidige situatie geldt de spoorligging van 2022, na de werkzaamheden ten behoeve van de spoorverdubbelingen bij Wehl en tussen Zevenaar en Didam. De voor trillingen meest relevante wijzigingen ten opzichte van de referentiesituatie zijn:

1. Het spoor bij Wehl en tussen Zevenaar en Didam is verdubbeld;
2. De snelheid van de treinen is verhoogd tussen Zevenaar en Wehl;
3. De treinaantallen per uur per richting zijn gewijzigd, en weergegeven in Tabel 8.

De in dit onderzoek gehanteerde snelheden van reizigerstreinen zijn zoals die in het geluidregister van ProRail zijn opgenomen. De snelheden zijn weergegeven in Figuur 10. Ten opzichte van de referentiesituatie 2015 is de snelheid in de huidige situatie toegenomen tussen Zevenaar en Wehl.

3.3 Referentiesituatie 2035

De referentiesituatie 2035 bestaat uit de huidige (of bestaande) situatie, aangevuld met autonome ontwikkelingen tot het jaar 2035. Dit is circa 10 jaar na de geplande vaststelling van de RegioExpres. De enige wijzigingen ten opzichte van de huidige situatie betreft de realisatie van nieuwbouw in de nabijheid van het spoor.

Op een aantal locaties langs het spoor worden woningen gebouwd of bestaande gebouwen ontwikkeld tot woningen. Voor het bepalen van de kans op milieueffecten zijn alleen de vastgestelde plannen meegenomen die zich binnen het studiegebied (een zone van 200 meter aan weerszijden van de sporen) bevinden. Het gaat daarbij om de volgende plannen (deze zijn aangeleverd door de betreffende gemeenten):

- Heideslag in Wehl: 250 tot 300 woningen en 4 hectare bedrijventerrein. Dit plan ligt ten zuiden van station Wehl, maar de bouwvlakken zijn nog niet bekend.

- Spoorstraat 32 in Didam: een woning wordt omgevormd tot 7 appartementen. Dit plan is meegenomen in het onderzoek.
- Kerkwijk fase VIII in Didam: 23 woningen, waarvan de meeste buiten het studiegebied voor trillingen (verder dan 200 meter van het spoor vandaan).
- Rouwenootweg 56 in Didam: 1 woning, bestaande stallen worden gesloopt en er wordt een nieuwe woning toegevoegd. De bestaande bedrijfswoning wordt getransformeerd naar een reguliere woning.



Figuur 10: Snelheid in huidige situatie, gelijk aan snelheid in referentiesituatie 2035 en snelheid stoptreinen in plansituatie

3.4 Plansituatie

Deze paragraaf bevat een beschrijving van de plansituatie, de situatie die ontstaat na realisatie van de RegioExpres in 2035. De voor trillingen meest relevante wijzigingen ten opzichte van de huidige situatie zijn:

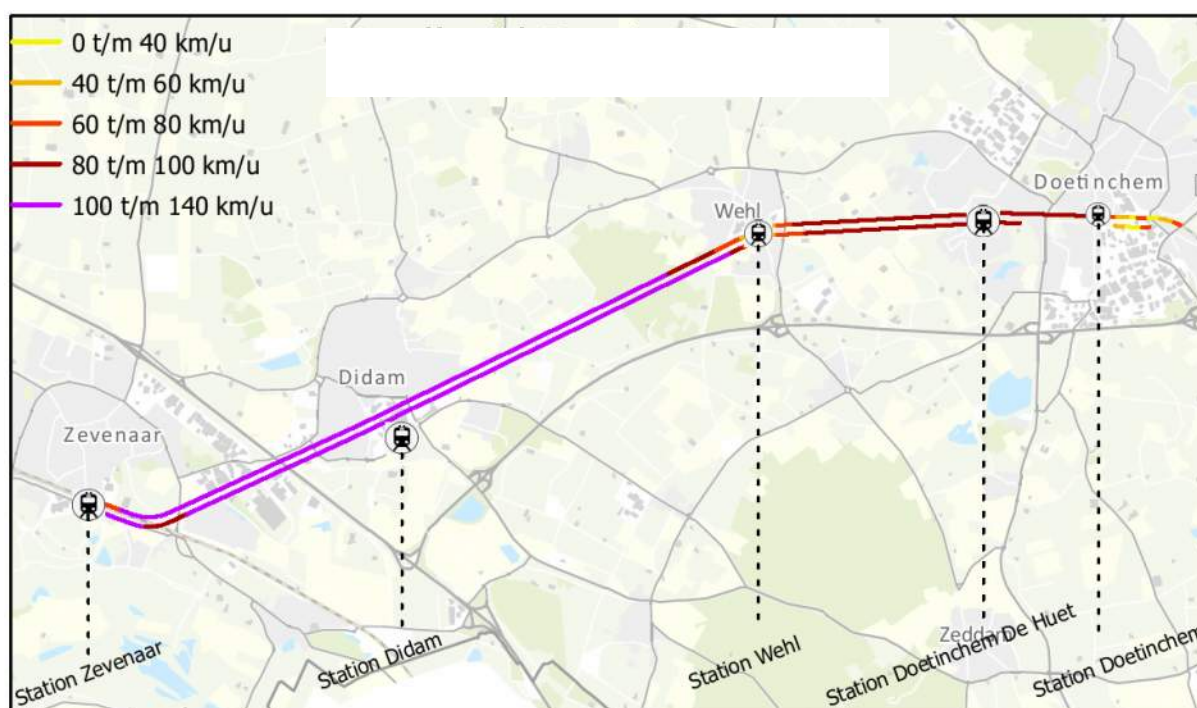
1. Aanpassing aan de sporenlay-out tussen Didam en Doetinchem, zoals die beschreven is in het FIS RegioExpres 4.0 van november 2022;
2. De introductie van de RegioExpres, een doorgaande trein die uitsluitend stopt op de stations Arnhem Centraal en Doetinchem, en daardoor met hogere snelheid langs de bestaande stations Didam, Wehl en Doetinchem De Huet rijdt;
3. De gemiddelde treinaantallen per uur per richting per periode van de dag zijn weergegeven in Tabel 8. Het betreft hier de gemiddelden over alle uren heen.

Tabel 8: Gemiddelde treinaantallen per uur per richting per periode van de dag voor referentiesituatie 2015 (Ref), huidige situatie (Huidig, tevens referentiesituatie 2035) en plansituatie (Plan)

Treintype	Richting	Dag (7:00 – 19:00)			Avond (19:00 – 23:00)			Nacht (23:00 – 7:00)		
		Ref	Huidig	Plan	Ref	Huidig	Plan	Ref	Huidig	Plan
GTW-D	Zv – Did	3.32	3.17	3.42	2.26	2.36	2.36	0.74	1.11	0.81
GTW-D	Did – Zv	3.35	3.17	3.42	2.33	2.36	2.36	0.87	1.11	0.81

Treintype	Richting	Dag (7:00 – 19:00)			Avond (19:00 – 23:00)			Nacht (23:00 – 7:00)		
		Ref	Huidig	Plan	Ref	Huidig	Plan	Ref	Huidig	Plan
RegioExpres	Zv – Did	-	-	0.71	-	-	0.09	-	-	0.04
RegioExpres	Did – Zv	-	-	0.71	-	-	0.09	-	-	0.04

De snelheidsprofielen van de stoptreinen wijzigen niet ten opzichte van de huidige situatie (zie Figuur 10 voor deze snelheidsprofielen). Doordat de RegioExpres niet stopt op stations tussen Arnhem Centraal en Doetinchem, is er sprake van een hogere snelheid bij de tussengelegen stations. De snelheid van de RegioExpres is weergegeven in Figuur 11.



Figuur 11: Snelheid RegioExpres in de plansituatie

Als gevolg van de RegioExpres wijzigt het materieel niet. Zowel in de referentiesituatie 2015, de huidige situatie als de referentie- en plansituatie in 2035 zullen treinen van het GTW (wat staat voor GelenkTriebWagen) rijden, zie Figuur 12.



Figuur 12: Spurt (GTW) van Arriva

3.5 Tijdelijke situatie

Om een project zoals de RegioExpres te kunnen realiseren zijn tijdelijke maatregelen zoals bouwwegen en bouwterreinen benodigd. Deze tijdelijke maatregelen kunnen ook milieueffecten veroorzaken. Dit is echter niet van toepassing op het onderzoek trillingen en is daarom hier achterwege gelaten.

4 Effectbeoordeling

4.1 Verwachte effecten

4.1.1 Beoordeling t.b.v. het PIP

In de volgende subparagrafen worden de aspecten trillingschade, trillinghinder en verstoring van gevoelige apparatuur beschreven ten behoeve van de PIP-beoordeling.

4.1.1.1 Trillingschade

Tijdens de bouwfase vinden geen activiteiten plaats die zorgen voor significant hogere trillingniveaus, omdat er geen funderingswerkzaamheden plaatsvinden. De kans op trillingschade aan omliggende panden tijdens de bouwfase is daarom nihil.

Om de trillingen van het treinverkeer in de exploitatiefase te toetsen is gebruik gemaakt van metingen in een aantal qua trillingen maatgevende gebouwen, aangevuld met modelberekeningen voor de niet gemeten locaties. De trillingen in de plansituatie en de grenswaarde uit de SBR A-richtlijn zijn weergegeven in Tabel 9. Hierbij is voor alle gebouwen streng getoetst: omdat er geen bouwkundige informatie van de woningen bekend is, is aangenomen dat gebouwen in de categorie met de meest strenge grenswaarden vallen.

Tabel 9: Verwachte trillingsnelheden (V_d) en grenswaarden (V_r) aan fundering gebouwen in de plansituatie, op basis van metingen in de huidige situatie

Meetlocatie	V_d [mm/s]	V_r [mm/s]	Beoordeling
Hengelder 2, Zevenaar	0.52	1.96	Voldoet ($V_d < V_r$)
Turnstraat 7, Didam	0.21	1.96	Voldoet ($V_d < V_r$)
Parallelweg 21, Didam	0.77	1.96	Voldoet ($V_d < V_r$)
Wilhelminastraat 118, Didam	1.03	1.96	Voldoet ($V_d < V_r$)
Oude Beekseweg 47, Didam	0.39	1.96	Voldoet ($V_d < V_r$)
Zandweg 11, Didam	0.32	1.96	Voldoet ($V_d < V_r$)
Lange Klauwenhof 13, Didam	0.39	1.96	Voldoet ($V_d < V_r$)
Toppegaiweg 4, Didam	0.5	1.96	Voldoet ($V_d < V_r$)
Beekseweg 39, Wehl	0.7	1.96	Voldoet ($V_d < V_r$)
Hof van Cambridge 42, Doetinchem	0.2	1.96	Voldoet ($V_d < V_r$)
Hof van Edinburgh 59, Doetinchem	0.6	1.96	Voldoet ($V_d < V_r$)

⁸ V_d is bepaald o.b.v. het maximum van V_{top} en V_{stat} (zie par. 9.2 van de SBR A-richtlijn) en een indicatieve meting (veiligheidsfactor 1.4 als op fundering en verdieping is gemeten, veiligheidsfactor 1.6 als alleen op de fundering of verdieping is gemeten, conform par. 8.5 van de SBR A-richtlijn), V_r is bepaald o.b.v. herhaald kortdurende metingen (veiligheidsfactor 1.5) en categorie 2-gebouwen met een bouwkundig gevoelige status (veiligheidsfactor 1.7). Aan de zettingseis (par. 10.3.4 uit de SBR A-richtlijn) wordt op alle meetlocaties voldaan.

Meetlocatie	V_d [mm/s]	V_r [mm/s]	Beoordeling
Hof van Edinburgh 15, Doetinchem	0.1	1.96	Voldoet ($V_d < V_r$)
Uijlenbroeklaan 61, Doetinchem	0.18	1.96	Voldoet ($V_d < V_r$)

Uit de metingen en berekeningen blijkt verder dat de trillingsnelheid aanzienlijk lager is dan de grenswaarde voor trillingschade uit de SBR A-richtlijn. Uit de modelberekeningen blijkt dat dit voor alle gebouwen in het studiegebied geldt. Alle gebouwen vallen in categorie B of C uit de Beleidslijn van het ministerie (zie paragraaf 2.2.1), zodat geen nader onderzoek nodig is. De kans op schade ten gevolge van treinverkeer is verwaarloosbaar.

4.1.1.2 Trillinghinder

Voor het onderzoek naar trillinghinder zijn in stap 1 van het onderzoek maaiveldmetingen verricht op 12 locaties (zie Bijlage V), waarna in 13 gebouwen metingen zijn verricht in het kader van stap 2 (zie Bijlage VI en VII). De resultaten van de metingen en berekeningen per gebouw zijn weergegeven in Tabel 10, zie voor meer detail Bijlage VI en VII). Per meetlocatie zijn achtereenvolgens weergegeven:

- De berekende trillingsterkte V_{max} in de referentiesituatie 2015 (Ref), dit is de V_{max} voor de stoptreinen in de situatie voor de spoorverdubbeling tussen Zevenaar en Didam, eventueel gecorrigeerd voor een hoge onzekerheidswaarde R ;
- de gemeten trillingsterkte V_{max} in de huidige situatie (Huidig), dit is de V_{max} voor de stoptreinen in de huidige situatie, eventueel gecorrigeerd voor een hoge onzekerheidswaarde R ;
- de berekende trillingsterkte V_{max} voor de plansituatie (Plan), dit is de V_{max} voor het maatgevende treintype in de plansituatie (er is onderscheid gemaakt tussen de stoptreinen en de RegioExpres), eventueel gecorrigeerd voor een hoge onzekerheidswaarde R ;
- de verhouding Q tussen de trillingsterkte V_{max} in de plansituatie en de referentiesituatie 2015, eventueel gecorrigeerd voor onzekerheid R in de trillingsterkte, zie Bijlage IV voor een nadere toelichting op hoe deze factor is bepaald;
- de maximale waarde van de trillingintensiteit V_{per} in de referentiesituatie 2015;
- de maximale waarde van de trillingintensiteit V_{per} in de huidige situatie;
- de maximale waarde van de trillingintensiteit V_{per} in de plansituatie;

Zowel voor V_{max} als voor V_{per} is de maximale waarde over alle sensoren weergegeven.

Overschrijdingen van de Bts zijn **oranje** gearceerd.

Tabel 10: Resultaten metingen en predicties in gebouwen. Overschrijdingen van Bts zijn oranje gearceerd

Meetlocatie	Trillingsterkte V_{max}				Gemiddelde trillingsterkte V_{per}		
	Ref	Huidig	Plan	Q	Ref	Huidig	Plan
Hengelder 2, Zevenaar	0.15	0.15	0.18	1.1	0.01	0.01	0.01
Turnstraat 7, Didam	0.06	0.06	0.10	1.7	<0.01	<0.01	<0.01
Parallelweg 21, Didam	0.18	0.33	0.50	2.7	0.03	0.04	0.05
Wilhelminastraat 118, Didam	0.13	0.18	0.24	1.9	<0.01	0.01	0.02
Oude Beekseweg 47, Didam	0.08	0.11	0.12	1.4	<0.01	<0.01	<0.01
Zandweg 11, Didam	0.22	0.28	0.27	1.2	0.02	0.02	0.03
Lange Klauwenhof 13, Didam	0.36	0.42	0.44	1.2	0.04	0.04	0.05

Meetlocatie	Trillingsterkte V_{max}				Gemiddelde trillingsterkte V_{per}		
	Ref	Huidig	Plan	Q	Ref	Huidig	Plan
Toppegaiweg 4, Didam	0.23	0.28	0.32	1.4	0.02	0.03	0.04
Beekseweg 39, Wehl	0.23	0.27	0.25	1.1	0.02	0.03	0.03
Hof v Cambridge 42, Doetinchem	<0.05	<0.05	<0.05	n.v.t.	<0.01	<0.01	<0.01
Hof v Edinburgh 59, Doetinchem	0.07	0.07	0.13	1.7	0.01	0.01	0.01
Hof v Edinburgh 15, Doetinchem	<0.05	<0.05	<0.05	n.v.t.	<0.01	<0.01	<0.01
Uijlenbroeklaan 61, Doetinchem	0.08	0.08	0.09	1.1	<0.01	<0.01	<0.01

De modelresultaten voor alle woningen zijn vervolgens gekalibreerd met de resultaten van de woningmetingen uit Tabel 10, waarmee voor alle woningen in het studiegebied een betrouwbare predictie van de trillingsituatie is gemaakt, zie Bijlage VIII voor deze gegevens op woningniveau. Voor de nog niet gerealiseerde bebouwing geldt het volgende:

- Kerkwijk fase VIII (Didam) ligt ver van het spoor vandaan: de trillingen zijn daar lager dan de streefwaarden
- Spoorstraat 32 (Didam) ligt ook wat verder bij het spoor vandaan. In de berekeningen is hier uitgegaan van een qua trillingen goede constructie.
- Heideslag (Wehl) ligt wat verder bij het spoor vandaan, maar hier zijn de effecten van het project beperkt doordat treinen moeten afremmen voor de scherpe bocht ten oosten van het station. De effecten van het project zijn hier beperkt.
- Rouwenootweg 56 (Didam) ligt relatief dicht bij het spoor. Voor de nieuwe woning is (worst-case) uitgegaan van dezelfde eigenschappen als de bestaande woning.

Uit het onderzoek volgt dat op meerdere meetlocaties een overschrijding van het beoordelingskader, de Bts, niet kan worden uitgesloten. Op die locaties is sprake van een grotere toename Q dan 1.3, waarbij de trillingsterkte V_{max} groter is dan de streefwaarde A1. Op deze locaties met overschrijdingen is een maatregelafweging nodig. De locaties met mogelijke overschrijdingen zijn weergegeven in het volgende hoofdstuk, daar gaan we ook in op mitigerende maatregelen. De overschrijdingen zijn vooral het gevolg van een verhoging van de rijsnelheid (door de doorgaande RegioExpres), en op sommige locaties ook door het dichterbij komen van de sporen.

De gemiddelde trillingsterkte V_{per} neemt op de meeste locaties wel toe door het grotere aantal treinen, maar blijft onder de grenswaarde A3.

Ook de trillingen van wegverkeer wijzigen op een aantal locaties: op locaties waar het spoor wordt verdubbeld en dichterbij de woningen komt te liggen, nemen de trillingen van wegverkeer door de overweg toe. Om dit te beoordelen hebben we een inventarisatie gemaakt van alle overwegen waar het spoor wordt verdubbeld, en waar woningen liggen binnen 100 meter van de overweg aan de kant waar het spoor wordt verdubbeld. Op grotere afstanden zijn de trillingen door wegverkeer altijd lager dan de streefwaarden, of is de invloed van het dichterbij komen van het spoor nihil.

Bij sommige overwegen (zoals de Zandweg in Didam en de Beekseweg in Wehl) wordt het spoor namelijk wel verdubbeld, maar nemen de trillingen van het wegverkeer niet toe omdat het spoor niet aan de kant van de woningen wordt verdubbeld. Bij de volgende overwegen komt het spoor dichterbij woningen te liggen, zie Tabel 11. De trillingen van het wegverkeer zijn beschouwd door het rekenmodel

voor wegverkeer te kalibreren met de gemeten trillingen van het wegverkeer (o.m. bij Wilhelminastraat 118 in Didam, Beekseweg 39 in Wehl).

Tabel 11: Overwegen waar de trillingen van wegverkeer toenemen als gevolg van het project

Overweg	Afstand nu	Afstand toekomst	Toename trillingen
Bievankweg Didam	39 m	35 m	10%, maar blijven o.b.v. meting Wilhelminastraat 118 lager dan streefwaarden
Oldegoorweg Didam	74 m	70 m	7%, maar blijven o.b.v. meting + model lager dan streefwaarden
Bleeksestraat Wehl	44 m	40 m	9%, maar blijven o.b.v. meting + model lager dan streefwaarden
Notenstraatje Doetinchem	58 m	54 m	8%, maar blijven o.b.v. meting + model lager dan streefwaarden
Jan Willinkstraat Doetinchem	49 m	44 m	9%, maar blijven o.b.v. meting + model lager dan streefwaarden

Uit de analyse blijkt dat de trillingen van het wegverkeer maar beperkt toenemen (omdat de weg maar beperkt dichterbij de woningen komt te liggen), en dat de trillingen van het wegverkeer lager zijn dan de streefwaarden uit de SBR B-richtlijn.

4.1.1.3 Verstoring van trillinggevoelige apparatuur

Op basis van gegevens van de Kamer van Koophandel en de input vanuit Provincie zijn alle bedrijven in een zone van 200 meter rond het spoor in het studiegebied geanalyseerd. Uit deze analyse blijkt dat er geen mogelijk gevoelige apparatuur aanwezig is.

4.1.2 Verwachte effecten in het MER

In de volgende paragrafen worden de drie beoordelingscriteria uit het MER beschreven.

4.1.2.1 Wijziging gemiddelde en maximale trillingniveau

Voor dit criterium is gekeken naar het aantal overschrijdingen van de streef- en grenswaarden uit de Bts. In paragraaf 2.4.2 is beschreven hoe we het aantal adressen hebben bepaald: eerst is een modelberekening uitgevoerd voor alle panden in het studiegebied, en die berekening is vervolgens gekalibreerd met de resultaten van metingen in gebouwen.

In zowel de huidige situatie, de referentiesituatie 2035 als de plansituatie (zonder maatregelen) is de trillingsterkte V_{max} op een aantal adressen hoger dan de streefwaarde A1 en de grenswaarde A2, zie Tabel 12. Deze toename treedt vooral op in de omgeving van de stations waar de RegioExpres niet stopt.

In zowel de huidige situatie, de referentiesituatie 2035 als in de plansituatie (zonder maatregelen) is de gemiddelde trillingsterkte V_{per} bij alle adressen lager dan de grenswaarde A3, zie Tabel 12.

Tabel 12: Aantal adressen in studiegebied, criterium 1

Criterium	Aantal adressen in studiegebied		
	Huidige situatie 2022	Referentiesituatie 2035	Plansituatie 2035
Criterium 1 – Aantal boven A1-waarde	90	90	106
Criterium 1 – Aantal boven A2-waarde	4	4	10

Criterium	Aantal adressen in studiegebied		
	Huidige situatie 2022	Referentiesituatie 2035	Plansituatie 2035
Criterium 1 – Aantal boven A3-waarde	0	0	0

4.1.2.2 Toename of afname van het aantal door trillingen gehinderde personen

Het aantal gehinderden in de huidige situatie, referentiesituatie 2035 en de plansituatie is weergegeven in Tabel 13, bepaald conform de methode zoals omschreven in paragraaf 2.4.2 met de resultaten van het met metingen gekalibreerde rekenmodel (zie paragraaf 2.4.2). Het aantal gehinderden neemt in de plansituatie met 499 toe ten opzichte van de referentiesituatie, met name door de hogere rijsnelheid van RegioExpres en op sommige locaties het dichterbij komen van de sporen.

Tabel 13: Aantal gehinderden in het studiegebied, criterium 2

Criterium	Aantal gehinderde personen in studiegebied		
	Huidige situatie 2022	Referentiesituatie 2035	Plansituatie 2035
Criterium 2 – Aantal gehinderden	344	344	843

4.1.2.3 Schade vanwege trillingen

In paragraaf 4.1.1.1 staat de mogelijke schade door trillingen beschreven. Zowel tijdens de bouwfase als de gebruiksfase zijn er geen panden met trillingschade te verwachten, zie Tabel 14. Voor de bouwfase geldt dat de werkzaamheden niet zullen leiden tot een kans op trillingschade (zie paragraaf 4.1.1.1). Voor de exploitatiefase zijn gebouwen met een kans op trillingschade bepaald met behulp van het met metingen gekalibreerde rekenmodel (zie paragraaf 2.4.1 en 2.4.2).

Tabel 14: Aantal panden in studiegebied, criterium 3

Criterium	Aantal gebouwen in studiegebied		
	Huidige situatie 2022	Referentiesituatie 2035	Plansituatie 2035
Criterium 3 – Kans op trillingschade	0	0	0

4.1.2.4 Samenvatting effecten in het MER

Op basis van bovenstaande aantallen is een score toegekend aan de criteria voor het MER conform paragraaf 2.3.1. Dit is weergegeven in Tabel 15.

Tabel 15: Beoordeling thema trillingen zonder maatregelen

Thema en aspect	Criterium	Score
Trillingen		
Trillingniveau	Overschrijdingen A1-waarde (streefwaarde V_{max})	-
Trillingniveau	Overschrijdingen A2-waarde (grenswaarde V_{max})	0
Trillingniveau	Overschrijdingen A3-waarde (grenswaarde V_{per})	0
Trillinghinder	Toe- of afname van het aantal door trillingen gehinderde personen	--
Schade trillingen	Kans op schade vanwege trillingen	0
TOTAAL SCORE		-

Door de toename van de rijsnelheid rond stations en het dichterbij komen van de sporen t.o.v. de referentiesituatie 2035, nemen de trillingen met name rond stations toe als gevolg van het project. Hierdoor neemt het aantal gehinderden toe. Ook het aantal overschrijdingen van de A1-streefwaarde neemt toe.

4.1.3 Cumulatieve effecten

De cumulatie van de trillingen van treinverkeer met andere trillingbronnen kan leiden tot hogere trillingen dan wanneer de verschillende trillingbronnen afzonderlijk worden bekeken. In het studiegebied kan cumulatie optreden met zwaar wegverkeer, zoals bussen en vrachtverkeer. In de praktijk treedt cumulatie op wanneer aan onderstaande twee condities wordt voldaan:

1. Beide trillingbronnen hebben vergelijkbare trillingsterktes. Dit betekent doorgaans dat de afstand tot beide trillingbronnen vergelijkbaar moet zijn, maar ook dat het type trillingbron vergelijkbaar moet zijn. De trillingen van bussen en vrachtwagens hebben andere karakteristieken dan treinen, zodat er gewoonlijk geen sprake zal zijn van significante versterking van de trillingen bij gelijktijdige passage.
2. Beide trillingbronnen treden gelijktijdig op. In de praktijk betekent dit dat op het moment van een treinpassage ook een ander voertuig langskomt wat vergelijkbare trillingen veroorzaakt. Dit zal alleen optreden bij drukke vervoerslijnen. Cumulatie van treinverkeer (meerdere treinpassages tegelijkertijd) is in de metingen onderzocht (zie Bijlage VII). Afhankelijk van de locaties is ook op dit moment al sprake van gelijktijdige passages. In de toekomst neemt de kans op een gelijktijdige passage beperkt toe door de toename van het treinverkeer en de dubbelsporigheid. Gelijktijdige passage van treinen leidt vaak tot iets hogere trillingen. Deze toename van de cumulatie is meegenomen in de predictie van de trillingen en daarmee ook in de beoordeling van de trillingen in de gebouwen. Trillingen van wegverkeer kunnen vooral bij drempels en overwegen hoog zijn. Bij overwegen passeren treinen echter nooit gelijktijdig met wegverkeer en is dus geen sprake van cumulatie.

In het studiegebied is naar verwachting geen sprake van significante cumulatie van trillingen, doordat de verschillen in afstand of trillingbron tussen het treinverkeer en overig verkeer groot zijn. Voor de cumulatie met wegverkeer geldt dat er sterke verschillen zijn tussen de trillingbronnen, waardoor cumulatie niet waarschijnlijk is.

4.2 Mitigerende & compenserende maatregelen

In deze paragraaf onderzoeken we, op basis van de conclusies in de voorgaande paragrafen, de benodigde maatregelen om te voldoen aan het beoordelingskader.

4.2.1.1 Trillingschade

Tijdens de bouwfase zijn er geen panden waar schade aan panden te verwachten is, en ook tijdens de exploitatiefase wordt voldaan aan het beoordelingskader voor trillingschade. Er zijn daarom geen mitigerende maatregelen nodig.

4.2.1.2 Trillinghinder

Er zijn overschrijdingen geconstateerd van het beoordelingskader voor trillinghinder, de Bts. Daarom is een onderzoek naar maatregelen uitgevoerd. Hierbij is de volgende aanpak gehanteerd:

1. Op basis van de resultaten uit Bijlage VIII (trillingsituatie per woning) zijn locaties met overschrijdingen bepaald. Vervolgens zijn gebouwen met een mogelijke overschrijding van het beoordelingskader geclusterd, zie Figuur 13 en Tabel 16. Een groep gebouwen waarvoor een aaneengesloten maatregel nodig is, wordt een cluster genoemd. Meer uitleg over de wijze van het bepalen van clusters is te vinden in Bijlage IX.

Tabel 16: Clusters voor maatregelen met aantal overschrijdingen (panden met trillingen die niet voldoen aan beoordelingskader)

Cluster	Overschrijdingen
1 - Didam Stationslaan	4 woningen + 1 kantoor (15 werkplekken)
2 - Didam Parallelweg - Oude Beekseweg	15 ⁹ woningen + 1 kantoor (32 werkplekken)
3 - Didam Hoefijzer - Zandweg	2 woningen
4 – Didam Lange Klauwenhof - Prinses Beatrixstraat	8 woningen
5 - Didam van Rouwenoortweg	2 woningen
6 - Didam Frieslandweg	2 woningen
7 - Didam Toppegaiweg	3 woningen



Figuur 13: Clusters met maatregelen

- Vervolgens is, op basis van literatuuronderzoek, een inventarisatie gemaakt van alle mogelijke maatregelen. Per cluster is vervolgens gekeken of elk van deze maatregelen inpasbaar is (past het ruimtelijk gezien op deze locatie), voldoende effectief is (vermindert de maatregel de trillingen voldoende) en past binnen het 'beschikbare budget' voor maatregelen (zijn de kosten niet hoger dan het beschikbare budget). Dit proces wordt per locatie in meer detail beschreven in Bijlage IX.

⁹ De woning Oude Beekseweg 45 wordt in het kader van dit project aangekocht, en is daarom niet meegenomen in dit aantal overschrijdingen.

- De kansrijke maatregelen zijn vervolgens gedetailleerd doorgerekend op effect en kosten voor de specifieke situatie, omdat zowel het effect als de kosten afhankelijk zijn van bijvoorbeeld de lokale bodemopbouw. De baten van een maatregel zijn bepaald door het aantal woningen waarvoor de maatregel voldoende effectief is, te vermenigvuldigen met het richtbedrag voor maatregelen van € 63.027,- per woning (prijspeil 2023). Voor kantoren wordt een bedrag van € 671,- per werkplek gehanteerd. Resultaat van deze stap is een overzicht met kosteneffectieve maatregelen.
- Uit de lijst met kosteneffectieve maatregelen wordt de meest kosteneffectieve maatregel geselecteerd (grootste reductie in aantal gehinderden tegen laagste prijs). Wanneer het saldo (baten minus kosten) positief is, is de maatregel kosteneffectief (mogelijk doelmatig) en wordt deze voorgesteld ter afweging in het PIP.

Meer details per cluster zijn te vinden in Bijlage IX.

Doordat de woningen binnen de onderzochte clusters relatief ver uit elkaar liggen, is het budget voor maatregelen vaak beperkt. Daardoor zijn kostbare (en ingrijpende) maatregelen als diepe ondergrondse trillingschermen (TRillingreducerende Ondergrondse Constructies of TROC's) vaak niet kosteneffectief: de kosten zijn veel hoger dan het beschikbare richtbedrag voor maatregelen. Ondiepere schermen dicht bij het spoor kunnen wel doelmatig zijn. Ook maatregelen aan het spoor zijn door de hoge kosten vaak niet doelmatig, met uitzondering van de wat minder kostbare maatregelen zoals Under Sleeper Pads (USP's, een soort rubberen matjes onder de dwarsliggers die de trillingen dempen). Nadeel van deze maatregel is dat deze niet op alle locaties (voldoende) werkt, waardoor ook USP's niet overal doelmatig zijn.

Een samenvattend overzicht van de mogelijk doelmatige maatregelen per cluster is hieronder opgenomen. In deze tabel is het aantal overschrijdingen per cluster weergegeven en het aantal overschrijdingen na het treffen van maatregelen. De weergegeven kosten¹⁰ zijn de totaalkosten per cluster (inclusief BTW).

Tabel 17: Mogelijk doelmatige maatregelen per cluster, inclusief overschrijdingen voor en na maatregel en kosten van de maatregel

Cluster	Overschrijdingen	Mogelijk doelmatige maatregelen	Overschrijdingen	Kosten
1 - Didam Stationslaan	5	Geen	5	-
2 - Didam Parallelweg - Oude Beekseweg	16	TROC EPS 2 m diep	5	€ 537,240
3 - Didam Hoefijzer - Zandweg	2	Geen	2	-
4 – Didam Lange Klauwenhof - Prinses Beatrixstraat	8	Geen	8	-
5 - Didam van Rouwenoortweg	2	Geen	2	-
6 - Didam Frieslandweg	2	Geen	2	-
7 - Didam Toppegaiweg	3	Geen	3	-
TOTAAL	38		27	€ 537,240

¹⁰ Op basis van de volgende uitgangspunten: prijspeil 2023, kosten voor projectmanagement en coördinatie (4.5%), eenmalige kosten (2%), uitvoeringskosten (8%), algemene bouwplaatskosten (2%), algemene kosten, risico en winst (13%), engineeringkosten (5%), onvoorziene kosten (5%) en PEAT (5%). Kosten voor grondverwerving, het verleggen van kabels en leidingen, reconstructie van de omgeving en eventuele aankoop van opstallen zijn hierin meegenomen. Bij de Under Sleeper Pads zijn ook de kosten voor de benodigde overgangszones (nodig om stijfheidsverschillen in de baan niet te groot te laten zijn) opgenomen in de kosten.

Bij de meeste clusters zijn geen doelmatige maatregelen te treffen, omdat maatregelen niet inpasbaar, te kostbaar of onvoldoende effectief zijn:

- Cluster 1 (Didam Stationslaan): maatregelen zijn, door de verspreid liggende woningen, duurder dan het richtbedrag voor maatregelen of onvoldoende effectief. Een trillingscherm (TROC) van piepschuim (EPS) van 2 meter diep en 0,5 meter breed in de grond tussen het spoor en de woningen zorgt in enkele gebouwen voor een afname van het aantal overschrijdingen, maar is door de hoge kosten (i.v.m. het kruisen van de weg en de ligging bij het station, waardoor reconstructiekosten van de omgeving hoog zijn) en het beperkte effect niet doelmatig.
- Cluster 3 (Didam Hoefijzer - Zandweg): maatregelen zijn, omdat het om twee losse woningen gaat, niet doelmatig door de hoge kosten.
- Cluster 4 (Didam Lange Klauwenhof – Prinses Beatrixstraat): maatregelen zijn, door de verspreid liggende woningen, duurder dan het richtbedrag voor maatregelen of onvoldoende effectief. Dit komt ook doordat relatief veel grond moet worden aangekocht, en zowel de Lange Klauwenhof als de Prinses Beatrixstraat moet worden gereconstrueerd.
- Cluster 5 (Didam Van Rouwenootweg): maatregelen zijn, omdat het om twee woningen gaat, duurder dan het richtbedrag voor maatregelen. Voor de hier nog nieuw te bouwen woning kan, door tijdens de bouw rekening te houden met de trillingen van treinverkeer, hinder door trillingen wel worden voorkomen.
- Cluster 6 (Didam Frieslandweg): maatregelen zijn, omdat het om twee woningen gaat, niet doelmatig door de hoge kosten.
- Cluster 7 (Didam Toppegaiweg): maatregelen zijn, omdat het om drie vrij ver uit elkaar gelegen woningen gaat, niet doelmatig door de hoge kosten.

Bij cluster 2 (Didam Parallelweg – Oude Beekseweg) zijn maatregelen wel doelmatig. Het voorgestelde trillingscherm van EPS (2 meter diep, 0.5 meter breed, ca. 6 meter uit hart spoor) zorgt in de meeste woningen van dit cluster voor voldoende afname van de trillingen. Dit gebied wordt grotendeels al gereconstrueerd, de realisatie van dit trillingscherm kan meegenomen worden in deze reconstructie. Alleen ter plaatse van de Oude Beekseweg moeten aanvullende reconstructiewerkzaamheden plaatsvinden, omdat het scherm hier onder de weg wordt aangebracht. Speciale aandacht dient daarbij te worden besteed aan de kruising met Bievankweg en de ligging onder de Oude Beekseweg, om ongelijkmatige zettingen te voorkomen.

Door het treffen van de doelmatige maatregelen neemt het aantal overschrijdingen van de Bts af van 38 naar 27. De totale investeringskosten voor trillingmaatregelen bedragen € 0.5 mln. incl. BTW.

4.2.1.3 *Verstoring van trillinggevoelige apparatuur*

Er is geen sprake van verstoring van trillinggevoelige apparatuur als gevolg van het project. Maatregelen om de trillingen te verminderen zijn daarmee niet nodig.

4.3 **Effectbeoordeling ná maatregelen**

Met de genoemde maatregelen is een score toegekend aan de criteria voor het MER conform paragraaf 2.3.1. Dit is weergegeven in Tabel 18.

Door de toename van de rijsnelheid rond stations en het dichterbij komen van de sporen t.o.v. de referentiesituatie 2035, nemen de trillingen met name rond stations toe als gevolg van het project. Hierdoor neemt het aantal gehinderden toe. Omdat de trillingen relatief laag blijven in de meeste woningen, neemt het aantal overschrijdingen van de streef- en grenswaarden voor trillingen nauwelijks toe.

Het treffen van de kosteneffectieve maatregelen zorgt voor een afname van het aantal adressen met een overschrijding van de A1- en A2-waarde (criterium 1) en van het aantal gehinderden (criterium 2) ten opzichte van de situatie zonder maatregelen. Desondanks is de totaalscore van het project, ook met maatregelen, negatief op trillingen door de hogere rijsnelheid.

Tabel 18: Beoordeling thema trillingen

Thema en aspect	Criterium	Score
Trillingen		
Trillingniveau	Overschrijdingen A1-waarde (streefwaarde V_{max})	0
Trillingniveau	Overschrijdingen A2-waarde (grenswaarde V_{max})	0
Trillingniveau	Overschrijdingen A3-waarde (grenswaarde V_{per})	0
Trillinghinder	Toe- of afname van het aantal door trillingen gehinderde personen	--
Schade trillingen	Kans op schade vanwege trillingen	0
TOTAAL SCORE		-

5 Monitoring, evaluatie & leemten in kennis

5.1 Monitoring en evaluatie

Gelet op artikel 8 van de Bts worden de gevolgen van de ingebruikneming van het project ten aanzien van het thema trillinghinder uiterlijk binnen 1 jaar na ingebruikneming van het project onderzocht. Hierbij wordt getoetst of de verwachte projecteffecten daadwerkelijk zijn opgetreden. Indien sprake is van sterker dan verwachte effecten, dan wordt opnieuw een maatregelafweging uitgevoerd om vast te stellen of aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn.

5.2 Leemten in kennis

Dit onderzoek kent een aantal aannames, uitgangspunten en keuzes die invloed kunnen hebben op de resultaten van het onderzoek. Nader onderzoek kan uitwijzen hoe groot deze invloed is. De factoren die invloed hebben op de resultaten en conclusies worden hieronder toegelicht.

- De invloed van de snelheidsverhoging is bepaald op basis van een aantal metingen aan vergelijkbaar materieel, op verschillende locaties in Nederland. Uit de metingen blijkt dat het effect van de verhoging van de rijsnelheid verschilt per locatie, maar dat de variatie voor stoptreinen beperkt is. De invloed van deze onnauwkeurigheid is daarom beperkt.
- De invloed van het dichterbij komen van de sporen is bepaald op basis van een groot aantal metingen langs het traject. De uitdemping van de trillingen met de afstand varieert slechts beperkt langs het traject. Bovendien gaat het in dit project vaak om een beperkte wijziging in de afstand tot het spoor. De invloed van deze onnauwkeurigheid is daarom beperkt.
- Op een aantal locaties spelen wissels (nieuw of te verwijderen) en overwegen een rol. Door dergelijke constructies zijn de trillingen lokaal hoger. De invloed van deze factoren is in dit onderzoek conservatief meegenomen op basis van metingen langs het traject. De invloed van deze onnauwkeurigheid is daarom beperkt.
- In het onderzoek naar maatregelen is met behulp van empirische gegevens (op basis van metingen) of modelberekeningen het effect van maatregelen onderzocht. In werkelijkheid kunnen lokale variaties in bijvoorbeeld de bodemopbouw zorgen voor een groter of kleiner effect. Op basis van ervaringen bij eerdere projecten is de invloed op de conclusies van het onderzoek naar verwachting beperkt.
- In het onderzoek zijn de gebouwgegevens gekarakteriseerd op basis van kenmerken zoals bouwhoogte, bouwjaar en afmetingen, en vervolgens gecategoriseerd in klassen. De overdracht van maaiveld naar fundering en van fundering naar midden vloerveld is per klasse bepaald in een groot aantal vergelijkbare gebouwen, verspreid over heel Nederland. Desondanks kan het voorkomen dat bepaalde gebouwen met sterk afwijkende bouwkenmerken niet goed gerepresenteerd worden door de in dit onderzoek gebruikte parameters. Het model werkt daarom met een betrouwbaarheid van 95 procent, de kans op een hogere trillingsterkte of laagfrequent geluidniveau dan het model aangeeft is daarmee kleiner dan 5 procent, zoals gebruikelijk bij berekeningen voor trillinghinder.

Uit het onderzoek komen verder geen leemten in kennis of informatie naar voren die tot wezenlijk andere conclusies kunnen leiden.

6 Conclusies

In dit hoofdstuk wordt een samenvatting gegeven van het onderzoek. Hierbij wordt eerst ingegaan op de uitvoerbaarheid van het project ten behoeve van het PIP en benodigde mitigerende maatregelen, daarna wordt een samenvatting gegeven van de effectbeoordeling ten behoeve van de MER.

6.1 Conclusie i.r.t. uitvoerbaarheid PIP

6.1.1 Toetsing aan richtlijnen

In het onderzoek voor het PIP zijn drie beoordelingskaders beschouwd: de SBR A-richtlijn voor trillingschade, de Bts voor trillinghinder en de SBR C-richtlijn voor verstoring van gevoelige apparatuur. Voor zowel trillingschade als verstoring van trillinggevoelige apparatuur worden geen overschrijdingen van de beoordelingskaders verwacht. Voor trillinghinder zijn overschrijdingen in een deel van het studiegebied echter niet uit te sluiten, en is een maatregelafweging nodig: door de toename van de rijsnelheid rond stations en op sommige locaties ook het dichterbij komen van de sporen, nemen de trillingen op een aantal locaties langs het tracé toe. Op 7 locaties is de toename van de trillingen groter dan toegestaan in het beoordelingskader, de Bts, en dienen maatregelen te worden afgewogen op doelmatigheid.

6.1.2 Mitigerende maatregelen

Op de locaties waar een kans is op een overschrijding van het beoordelingskader voor trillinghinder, de Bts, is een onderzoek naar maatregelen uitgevoerd. Hieruit volgt dat de projecteffecten met maatregelen op 1 locatie zijn te mitigeren met een trillingsscherp (TROC) van EPS (piepschuim) van 2 meter diep en 0.5 meter breed. Op de andere locaties zijn maatregelen niet kosteneffectief (te hoge kosten of te weinig effectiviteit), en daarmee niet doelmatig. Het project leidt overigens nergens tot overschrijdingen van de grenswaarde van 3,2 voor V_{max} uit de Bts, de trillingsterkte waarboven maatregelen *moeten* worden getroffen (conform art. 9 lid 2 uit de Bts).

6.2 Totaalbeoordeling effecten t.b.v. MER

Op basis van de aantallen per toetsingscriterium is in Tabel 19 een waardering toegekend van de effecten van het plan. Deze waardering is gebaseerd op paragraaf 2.3.1, de waarderingen zijn ten opzichte van de referentiesituatie en zijn inclusief kosteneffectieve maatregelen weergegeven.

Tabel 19: Beoordeling

Thema en aspect	Criterium	Score
Trillingen		
Trillingniveau	Overschrijdingen A1-waarde (streefwaarde V_{max})	0
Trillingniveau	Overschrijdingen A2-waarde (grenswaarde V_{max})	0
Trillingniveau	Overschrijdingen A3-waarde (grenswaarde V_{per})	0
Trillinghinder	Toe- of afname van het aantal door trillingen gehinderde personen	--
Schade trillingen	Kans op schade vanwege trillingen	0
TOTAAL SCORE		-

Na het treffen van de doelmatige maatregelen heeft het project alleen nog negatieve effecten op criterium 2 (aantal gehinderden), met name door de toename van de rijsnelheid rond stations en het dichterbij komen van de sporen voor een deel van de woningen. Op de andere criteria scoort het project door de getroffen maatregelen neutraal. De totaalscore op trillingen is negatief, doordat het aantal gehinderden wel toeneemt als gevolg van het project.

6.3 Conclusie

Uit het onderzoek volgt dat met name rond stations overschrijdingen zullen optreden van het beoordelingskader voor trillinghinder, de Bts. Door de hogere rijsnelheid rond stations en het dichterbij komen van de sporen nemen de trillingen toe. In totaal verwachten we op 7 locaties (rond Didam) overschrijdingen van het beoordelingskader.

De overschrijdingen zijn op 1 locatie te mitigeren met een trillingscherm van EPS van 2 meter diep. Op de andere locaties zijn maatregelen niet kosteneffectief (te hoge kosten of te weinig effectiviteit), en daarmee niet doelmatig. Na het nemen van de kosteneffectieve maatregelen wordt in het grootste deel van het projectgebied voldaan aan het beoordelingskader voor trillingen. Wel zijn er nog steeds overschrijdingen en negatieve effecten mogelijk op locaties waar geen kosteneffectieve maatregelen zijn. Voor al die locaties geldt overigens dat wel wordt voldaan aan de grenswaarde van 3,2 voor V_{max} uit de Bts, de grenswaarde waarboven maatregelen *moeten* worden getroffen.

Er zijn geen overschrijdingen als gevolg van het project op de aspecten trillingschade en verstoring van trillinggevoelige apparatuur.

Bijlage I. VibraDyna

I.1 Over VibraDyna

In dit onderzoek is gebruik gemaakt van *VibraDyna*, een door Movares ontwikkeld trillingmodel dat met behulp van een database en door de gebruiker geselecteerde specifieke gegevens de trillingsituatie berekent ten gevolge van rail- of wegverkeer.

In het huidige onderzoek is gebruik gemaakt van een nauwkeurige, frequentieafhankelijke berekening op basis van metingen. *VibraDyna* kent ook de mogelijkheid om een snelle, globale berekening uit te voeren met een lagere nauwkeurigheid. Deze berekening kan dan gebruikt worden om te bepalen waar metingen ten behoeve van een nauwkeuriger model noodzakelijk zijn. Dit globale model is in het voorliggende onderzoek gebruikt om de meetlocaties voor de maaiveldmetingen te bepalen. Beide types modellen worden hieronder nader toegelicht

De berekeningen in *VibraDyna* kunnen aanzienlijk worden versneld en versimpeld door alleen gebruik te maken van de database van het model. Deze database bevat gegevens over de grondopbouw, trillingsterktes, invloed van wissels en kunstwerken en diverse andere aspecten, en is opgebouwd op basis van jarenlange ervaring met metingen langs spoorlijnen en wegen. De aannames in dit model zijn worst-case (conservatief).

I.1.1 In- en uitvoer

Gebruikers kunnen de volgende parameters variëren:

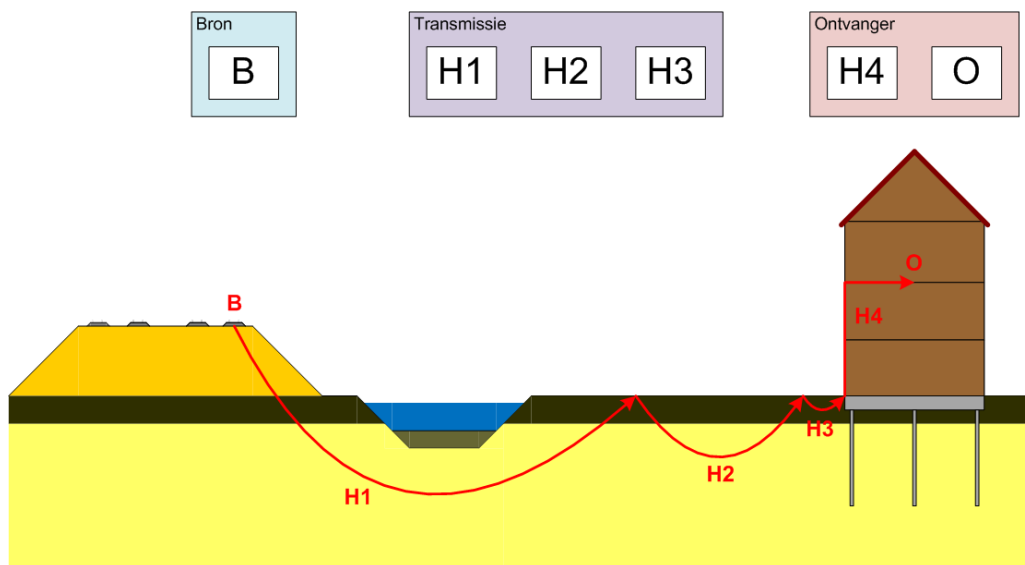
1. Afstand tussen gebouw en spoor
2. Bodemopbouw
3. Geometrie van de spoorbaan
4. Voertuigtypes
5. Voertuigsnelheden
6. Voertuigintensiteiten in dag-, avond- en nachtperiode
7. Wissels en kunstwerken

Output van het model is de trillingsterkte en gemiddelde trillingsterkte op de door de gebruiker opgegeven locatie(s). Resultaten kunnen worden gevisualiseerd in bijvoorbeeld een GIS-applicatie.

I.1.2 Bron, transmissie en ontvanger

VibraDyna is gebaseerd op de Barkanvergelijking, een empirische vergelijking die de voortplanting van trillinggolven door de bodem beschrijft. Uit onderzoek blijkt dat deze empirische relatie goed bruikbaar is om de afname van trillingen met de afstand tot een trillingbron te beschrijven.

In de overdracht van trillingen van bron naar ontvanger wordt onderscheid gemaakt tussen de bron, de transmissie (of overdracht) en de ontvanger. Een voorbeeld van een dwarsdoorsnede van een gebied langs het spoor is weergegeven in Figuur 14. Bron, transmissie en ontvanger zijn daarin aangegeven.



Figuur 14: Transmissie van trillingen

In de globale berekening worden alle parameters niet-frequentieafhankelijk beschouwd.

1.1.3 Database

Er is een aantal bronparameters dat de trillingsterkte beïnvloedt, deze bronparameters kunnen worden onderscheiden in twee categorieën:

1. Treinafhankelijke parameters, zoals treinsnelheid, aslast, afvering en wielruwheid. Deze parameters worden deels ingegeven door de gebruikers, en zijn deels opgenomen in de database van *VibraDyna*.
2. Baanparameters, zoals geometrie van de baan, oneffenheden in de baan, zetting van de baan en de aanwezigheid van wissels en kunstwerken. Deze parameters zijn opgenomen in de database van *VibraDyna*.

Parameters uit categorie 1 worden meegenomen door onderscheid te maken tussen verschillende treintypes en door het introduceren van een variatie op de betrouwbaarheid. Parameters uit categorie 2 worden meegenomen als afzonderlijke trillingbronnen.

1.1.4 Berekening

Met behulp van de relaties tussen de treintypes en de Barkanvergelijking wordt de trillingsterkte V_{max} per treintype bepaald in de referentie- en plansituatie.

De gemiddelde trillingsterkte V_{per} wordt berekend met behulp van de maximale uurintensiteit van de verschillende treintypes. Dit resulteert in een conservatieve inschatting van V_{per} , aangezien niet alle maximale uurintensiteiten in dezelfde periode (dag, avond of nacht) optreden.

1.2 Nauwkeurige berekening op basis van metingen

Voor veel onderzoeken is een grotere nauwkeurigheid van het onderzoek gewenst dan een bepaling op basis van expert judgment, zodat de posities van aandachtslocaties beter inzichtelijk kunnen worden gemaakt. In dat geval kan een nauwkeuriger berekening worden uitgevoerd met *VibraDyna*, waarbij gebruik wordt gemaakt van metingen. Deze metingen worden door de gebruiker zelf uitgevoerd en als invoer in het model gestopt.

De volgende meetresultaten kunnen worden ingevoerd in het model:

- Trillingmetingen aan voertuigpassages op maaiveld loodrecht op het spoor of de weg, om de bronsterkte van de verschillende passerende voertuigen te bepalen.

- Valproeven om de afnamecurve van de lokale bodem vast te stellen (de bodemeigenschappen). Deze afnamecurve kan ook met trillingmetingen aan treinen worden vastgesteld.

Ten opzichte van de globale berekening wordt deze nauwkeuriger berekening frequentieafhankelijk uitgevoerd. Daarnaast wordt rekening gehouden met lokale variaties in taludgeometrie, bodem- en baanopbouw. Daardoor heeft dit type model een grotere betrouwbaarheid dan de globale berekening.

1.2.1 Frequentieafhankelijkheid

In het nauwkeurige model wordt gerekend met zogenaamde tertsbandspectra van trillingssignalen van treinen. Uit diverse onderzoeken blijkt dat de tertsbandspectra van treinen, mits genormaliseerd voor snelheid, per treintype weinig variatie kennen. De beperkte variatie die er is wordt vooral veroorzaakt door variaties in wielronde, wielruwheid en aslast.

Ook een groot aantal andere invloeden is frequentieafhankelijk. Te denken valt aan de invloed van wissels, geometriewijzigingen, de eigenschappen van gebouwen of de demping van de bodem. Door deze invloeden frequentieafhankelijk in het model in te voeren, wordt de nauwkeurigheid van het trillingmodel vergroot ten opzichte van het werken met scalaire grootheden.

1.2.2 Relatie tussen tertsbandspectrum en v_{eff}

De trillingsterkte v_{eff} is een gewogen voortschrijdend gemiddelde, dat gecorrigeerd is voor frequenties. Deze grootheid wordt gebruikt om de trillingsterkte V_{max} te bepalen, die vervolgens getoetst wordt aan de Bts. De v_{rms} -waarde is bepaald uit het tertsbandspectrum door energetisch te sommeren over de frequenties, na het toepassen van de correctie uit de SBR B-richtlijn:

$$v_{rms} = \sqrt{\sum_{i=1}^N F_c(f) \cdot v_i(f)^2}$$

Hierbij is $v_i(f)$ het tertsbandspectrum en $F_c(f)$ de correctiefactor van de SBR B-richtlijn. De waarde van v_{rms} is vervolgens omgerekend naar een v_{eff} volgens de voorgeschreven naverwerkingsmethode. De trillingsterkte V_{max} wordt vervolgens bepaald uit de gehele verzameling van gemeten v_{eff} -waarden voor alle treinen.

1.2.3 Berekening

De berekening in *VibraDyna* vindt plaats volgens een aantal stappen. Met behulp van de relaties tussen de treintypen en een frequentieafhankelijke Barkanvergelijking wordt de trillingsterkte V_{max} bepaald voor de verschillende onderzochte situaties.

1.3 Betrouwbaarheid van *VibraDyna*

In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van trillingmodellen in plaats van metingen in gebouwen. Het gebruik van trillingmodellen in plaats van het uitvoeren van metingen heeft een aantal voordelen:

- Het maakt het mogelijk om sneller een goede prognose te geven van de trillingsterkte.
- Het maakt het mogelijk om een groter aantal verschillende locaties te beschouwen. Het uitvoeren van metingen op een groot aantal locaties is zowel tijdrovend als kostbaar en kan bij het gebruik van een betrouwbaar trillingmodel achterwege blijven.

Nadeel van het gebruik van modellen is dat een model slechts een *benadering* van de werkelijkheid is. Zo kunnen gebouwen met een ongunstige overdrachtskarakteristiek (tussen maaiveld en de bewoonde vloeren) afwijken van de gemiddelde prognoses die het model hanteert. Om er toch voor te zorgen dat de modellen zo betrouwbaar mogelijk zijn, is de volgende aanpak gehanteerd:

1. Modelparameters zijn bepaald op basis van een groot aantal metingen in een groot aantal gebouwen door het gehele land, over langere tijd. De beoordeling van de trillingsterkte vindt plaats op basis van een bovengrens die statistisch wordt bepaald. Hierdoor is het percentage gebouwen

waar in werkelijkheid een hogere trillingsterkte wordt gemeten, zeer klein. Bij het nauwkeurige model is het mogelijk om gebouweigenschappen toe te voegen, zodat de invloed van sterk afwijkende bebouwing sterk wordt gereduceerd.

2. Het model is geverifieerd in eerdere onderzoeken met behulp van metingen in gebouwen. Uit deze verificatiemetingen volgt dat het gebruikte model een hoge betrouwbaarheid heeft, zie onder meer de trillingonderzoeken ten behoeve van de Tracébesluiten *Sporen in Arnhem*¹¹, *Sporen in Utrecht*¹² en *Doorstroomstation Utrecht*¹³ met de bijbehorende Opleveringstoetsen.
3. In de beoordeling van de modelresultaten worden drie categorieën onderscheiden:
 - a. Gebouwen die voldoen aan het beoordelingskader.
 - b. Gebouwen die wel voldoen aan het beoordelingskader, maar waarbij nog een kans op een overschrijding is.
 - c. Gebouwen die niet voldoen aan het beoordelingskader.

Locaties waarvan niet zeker is dat ze voldoen aan het beoordelingskader, komen voor nader onderzoek in aanmerking. Door deze conservatieve manier van beoordeling worden alle locaties (extreme uitschieters uitgezonderd) waar een mogelijke overschrijding is van het beoordelingskader, net zo lang onderzocht totdat duidelijk is dat er geen overschrijdingen zullen optreden. Wanneer blijkt dat er desondanks overschrijdingen zijn van het beoordelingskader, dan worden maatregelen ontworpen om de locatie alsnog te laten voldoen aan de streefwaarden.

De maximale trillingsterkte en gemiddelde trillingsterkte wordt door *VibraDyna* bepaald met een betrouwbaarheid van 95 procent. Bij beoordeling op de Bts speelt vooral de toename in trillingsterkte een belangrijke rol. Om deze toename conservatief genoeg te berekenen, rekent *VibraDyna* met simultane probabilistische verdelingen van de trillingsterkte per meetpunt. Voor elke factor die de trillingsterkte beïnvloedt, is de correlatie bepaald tussen deze factor in de referentie- en plansituatie. Door vervolgens een simultane probabilistische verdeling op te stellen van de maximale trillingsterkte in de referentie- en plansituatie, kunnen kansdichtheidscontouren worden getrokken zoals in Figuur 15. De zwarte punt geeft in dit geval de trillingsterkte in de referentie- en plansituatie weer.

Hoe groter de correlatie tussen de beide situaties is (d.w.z., hoe minder veranderingen er zijn tussen referentie- en plansituatie), hoe meer de contouren worden samengetrokken naar de lijn die loopt tussen de zwarte punt en het centrum van de contouren in Figuur 15, en hoe betrouwbaarder de predictie dus is.

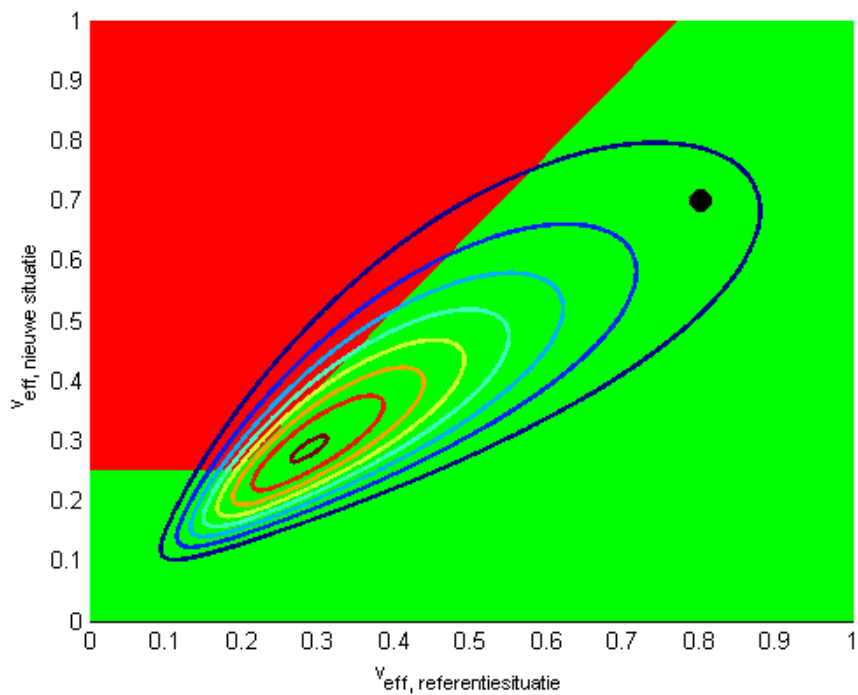
Door de simultane probabilistische verdeling van de trillingsterkte in de referentie- en plansituatie te integreren over het groene gebied in Figuur 15, kan een kans worden toegekend aan of een woning voldoet aan het beoordelingskader. Voor de in Figuur 15 getoonde contouren is deze kans bijvoorbeeld gelijk aan 85 procent. Enkele aandachtspunten bij deze overschrijdingskans:

1. Voor het getoonde voorbeeld is er nog een kans van 15 procent op een overschrijding van de streefwaarden. Bij overschrijdingen is de waarde van de trillingsterkte in de nieuwe situatie waarschijnlijk echter aanzienlijk lager dan de trillingsterkte die weergegeven is door de zwarte stip in Figuur 15. Op basis van uitgebreid onderzoek is ervoor gekozen om locaties nader te onderzoeken indien de overschrijdingskans groter is dan 80 procent. De overschrijdingskans wordt alleen meegenomen om te bepalen of een woning of deelgebied wordt meegenomen in een vervolgonderzoek, niet bij het al dan niet nemen van maatregelen.
2. In het globale model wordt een eventuele wijziging in taludgeometrie nog niet meegenomen. Daarom wordt in dit model extra conservatief getoetst door te rekenen met een lagere correlatiecoëfficiënt (meer spreiding in resultaten mogelijk).

¹¹ Boon, ir. P.M., *Sporen in Arnhem, Trillingsonderzoek t.b.v. Tracébesluit*, Movares Nederland B.V., D79-PBO-KA1400006, 31 maart 2014, versie 1.0

¹² Boon, ir. P.M., *Sporen in Utrecht, Trillingsonderzoek t.b.v. Tracébesluit*, Movares Nederland B.V., D79-PBO-KA1400005, 31 maart 2014, versie 1.0

¹³ Boon, ir. P.M., *Doorstroomstation Utrecht (DSSU), Trillingsonderzoek*, Movares Nederland B.V., OND-ET-CON-TR-RAP-100, 4 juni 2015, versie 3.0



Figuur 15: Voorbeeld trillingsterkte in referentie- en plansituatie (zwarte stip) en kansdichtheidscontouren van mogelijke trillingsterktes (correlatiecoëfficiënt van 0.85)

Bijlage II. Beoordelingskader

II.1 Algemeen

Treinverkeer, maar ook bouwwerkzaamheden en wegverkeer, kunnen leiden tot trillingen in gebouwen. Deze trillingen kunnen resulteren in hinder en/of schade. De Duitse DIN 4150-2 (1999) norm beschrijft criteria voor het meten en beoordelen van trillingen. De Nederlandse SBR richtlijn is hierop gebaseerd. De SBR-richtlijn is in Nederland de meest gebruikte richtlijn voor het beoordelen van trillingen en bestaat uit 3 delen:

- Deel A: schade aan bouwwerken (2017);
- Deel B: hinder voor personen in gebouwen (2006);
- Deel C: verstoring van apparatuur.

Daarnaast heeft het ministerie van Infrastructuur en Milieu een *Beleidsregel Trillinghinder Spoor* (Bts) opgesteld, dat een wijziging van en aanvulling op de SBR B-richtlijn is.

In het onderzoek ten behoeve van de MER wordt naar twee aspecten gekeken: trillinghinder (aantal overschrijdingen van de Bts en kans op hinder) en trillingschade (overschrijdingen van de SBR A-richtlijn). In het onderzoek ten behoeve van het PIP wordt ook gekeken naar de kans op verstoring van gevoelige apparatuur. In de volgende paragrafen staan deze beoordelingskaders beschreven.

II.2 SBR richtlijn deel A – beoordelingskader trillingschade

II.2.1 Schade als gevolg van bouwwerkzaamheden

Bouwwerkzaamheden kunnen leiden tot schade aan gebouwen in de omgeving van de werkzaamheden. Heien, het intrillen van damwanden en sloopwerkzaamheden kunnen hoge trillingsnelheden veroorzaken, die zeker op korte afstand van de trillingbron tot schade in gebouwen kunnen leiden. In dit project zijn dergelijke bouwwerkzaamheden overigens niet voorzien.

II.2.2 Schade ten gevolge van treinverkeer

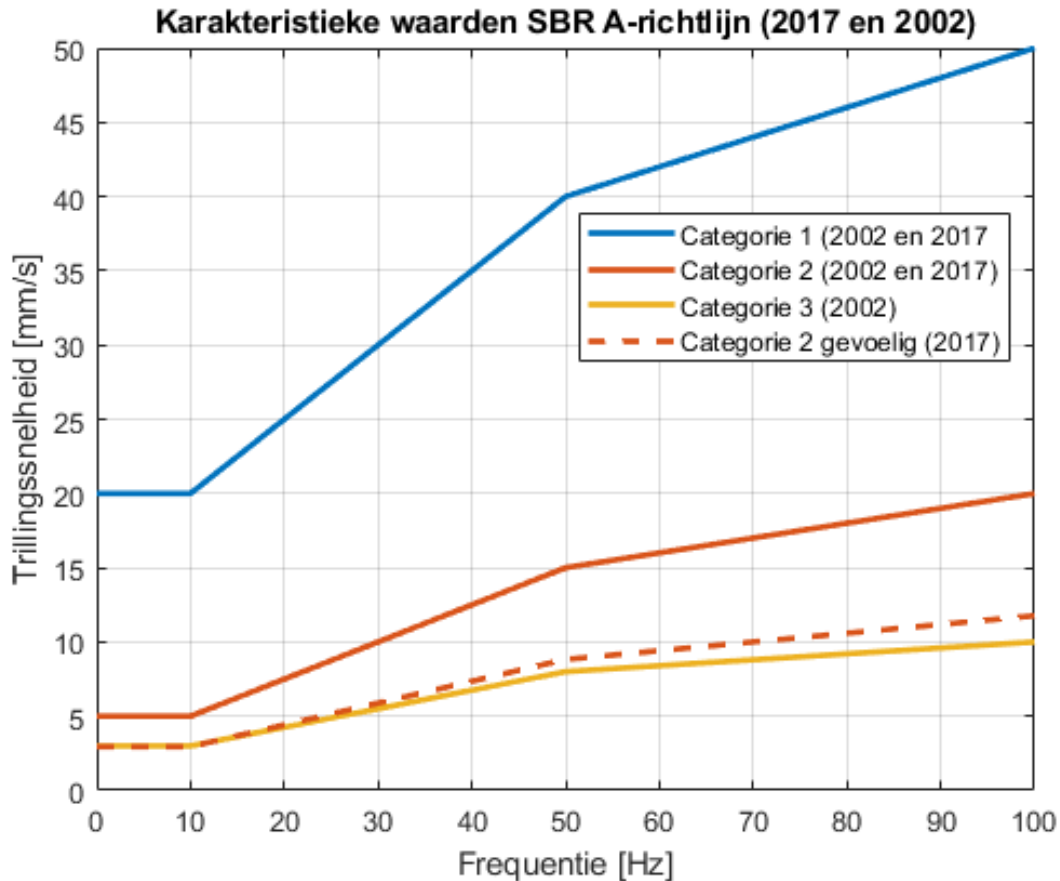
De sterkte van trillingen ten gevolge van treinverkeer zijn voor vrijwel alle gebouwen te gering om schade aan gebouwen te veroorzaken. Op afstanden groter dan 10 meter vanaf de spoorbaan is de trillingsnelheid, gemeten aan de fundering, zonder uitzondering kleiner dan 2 mm/s. Onder deze grens is de kans op schade kleiner dan 1 procent. Dergelijke trillingsterktes treden niet op in dit project als gevolg van treinverkeer.

II.2.3 Algemeen

De grenswaarden voor trillingen t.a.v. schade volgens SBR A-richtlijn worden vastgesteld op basis van drie beoordelingscriteria:

1. Type bouwwerk. De volgende verschillende typen van bouwwerken onderscheiden:
 - a. Categorie 1: in goede staat verkerende onderdelen van een draagconstructie indien deze bestaan uit gewapend beton of hout; onderdelen van een bouwwerk die geen deel uitmaken van de draagconstructie, indien deze bestaan uit gewapend beton of hout en draagconstructies van bouwwerken die geen gebouw zijn en bestaan uit metselwerk zoals pijlers van viaducten, kademuren en dergelijke;
 - b. Categorie 2: in goede staat verkerende onderdelen van de draagconstructie van een gebouw, indien deze bestaan uit metselwerk; in goede staat verkerende onderdelen van een gebouw die niet tot de draagconstructie behoren, zoals bijvoorbeeld scheidingsconstructies, welke bestaan uit niet-gewapend beton, metselwerk of uit brossen steenachtige materialen.

- c. Categorie 2 met een gevoelige bouwkundige staat of monument. Hierbij is er een veiligheidsfactor voor gebouwen met een monumentale status of slechte staat. De grenswaarden per categorie zijn weergegeven in Figuur 16. Ter indicatie zijn ook de waarden uit de vorige SBR A-richtlijn (2002-versie) getoond.



Figuur 16: Grenswaarden in SBR A-richtlijn

2. Type trillingbron. Er worden drie verschillende typen trillingbronnen onderscheiden, elk met een eigen veiligheidsfactor:
 - a. Bronnen die incidenteel voorkomende, kortdurende trillingen veroorzaken ten gevolge van een stootvormige excitatie. Het aantal malen dat het trillingverschijnsel voorkomt is zo gering dat er geen rekening hoeft te worden gehouden met vermoeiingseffecten van constructiematerialen. Voorbeelden van dit type trillingen zijn explosies en botsingen. De veiligheidsfactor die gehanteerd moet worden is 1.0.
 - b. Bronnen die herhaalde kortdurende belastingen veroorzaken bij een stootvormige excitatie. Hieronder worden bronnen verstaan die zodanig vaak voorkomen dat met vermoeiingseffecten in materialen rekening moet worden gehouden. Een voorbeeld van dit type trillingen is heiwerkzaamheden. De veiligheidsfactor die gehanteerd moet worden is 1.5.
 - c. Bronnen die continue trillingen veroorzaken. Hieronder worden verstaan alle bronnen die niet onder de voorgaande twee categorieën kunnen worden ingedeeld. Als gevolg van deze trillingen kunnen resonanties en/of vermoeiingseffecten in de onderdelen van een gebouw optreden. Voorbeelden van dit type trillingen zijn machines met roterende onderdelen, vibratoren, verdichtingswerk d.m.v. trilwalsen en het inbrengen van damwanden d.m.v. trilblokken. De veiligheidsfactor die gehanteerd moet worden is 2.5.

In dit onderzoek wordt schade gerelateerd aan treinverkeer. Deze bron valt onder categorie 2 (veiligheidsfactor 1.5). De grenswaarden dienen door deze veiligheidsfactor te worden gedeeld.

3. Type meting. Afhankelijk van de hoeveelheid meetpunten wordt opnieuw een driedeling gemaakt:
 - a. Indicatieve meting. Bij een indicatieve meting wordt slechts op één meetpunt in drie richtingen gemeten. Dit meetpunt wordt gemonteerd op een stijf punt aan de fundering. De gekozen horizontale richtingen worden zoveel mogelijk gekozen overeenkomend met de hoofdasen van het gebouw. De veiligheidsfactor is 1.6.
 - b. Beperkte meting. Bij een beperkte meting wordt ten minste in één meetpunt op het begane grondniveau en ten minste één meetpunt op de hoogste verdieping van het gebouw gemeten. De veiligheidsfactor is 1.4.
 - c. Uitgebreide meting. Bij een uitgebreide meting dient een groter aantal meetpunten te worden gemeten, als aanvulling op de beperkte meting (een uitgebreide beschrijving is in de SBR trillingrichtlijn deel A gegeven). De veiligheidsfactor is 1.0.

In het onderzoek naar bouwschade wordt nog geen gebruik gemaakt van meetpunten, daarom wordt de hoogste veiligheidsfactor (1.6, indicatieve meting) gehanteerd, voor het onderzoek naar trillingschade door treinverkeer is gebruik gemaakt van metingen met meetpunten op de fundering en op de verdieping. Daarom wordt daar een veiligheidsfactor van 1.4 (beperkte meting) gehanteerd.

II.2.4 Toetsing

Na de grenswaarden voor een bepaald gebouw gedeeld te hebben door de partiële veiligheidsfactor behorend bij het type trillingbron, kan de met behulp van berekeningen bepaalde trillingsnelheid ten gevolge van werkzaamheden getoetst worden aan de grenswaarde. Daar bovenop wordt een veiligheidsfactor gehanteerd. In dit onderzoek wordt aangegeven voor hoeveel gebouwen een overschrijding van de SBR A-richtlijn wordt verwacht.

II.3 Bts (Beleidsregel trillinghinder spoor)

Tot op heden zijn er nog geen richtlijnen voor trillinghinder vastgelegd in wetgeving, zoals dat bijvoorbeeld voor geluidhinder wel het geval is. Vooruitlopend op toekomstige wetgeving heeft het ministerie van Infrastructuur en Milieu in 2012 een *Beleidsregel Trillinghinder Spoor* (Bts) opgesteld, dat een wijziging van en aanvulling op de SBR B-richtlijn is. Deze Bts is in 2014 deels gewijzigd. Enkele belangrijke aanvullingen ten opzichte van de SBR B-richtlijn zijn:

- Een nadere invulling van het kosteneffectiviteitscriterium bij de afweging van maatregelen, met een richtbedrag van € 63.027 per woning met overschrijdingen of € 671 per werkplek. Dit bedrag is gebaseerd op een MKBA¹⁴, uitgevoerd door Witteveen+Bos, RoyalHaskoningDHV en TNO;
- Een aanpassing van de meetprocedure. De trillingsterkte wordt bepaald over een meetperiode van tenminste een week;
- De introductie van een naverwerkingsmethode, met als doel een reproduceerbare maximale trillingsterkte te genereren, die vergelijkbaar is met de methode zoals gehanteerd in de SBR B-richtlijn;
- De introductie van een reproduceerbaarheidswaarde *R*. Deze factor is een indicatie van de onzekerheid in de meting en eventuele prognoses die zijn gemaakt, en geeft aan in hoeverre het resultaat van een herhaling van de meting of berekeningen kan afwijken van het gegeven resultaat. Wanneer deze *R*-waarde groter is dan 10 procent, wordt bij het beoordelen van de trillingsituatie en het nemen van maatregelen rekening gehouden met deze onzekerheid.

¹⁴ MKBA = Maatschappelijke Kosten Baten Analyse, methodiek om de maatschappelijk gezien acceptabele kosten van een maatregel te bepalen. Zie Ruijgrok, dr. ir. E.C.M. e.a., *Kosteneffectiviteitstoetsing Trillingsreducerende Maatregelen Spoor*, Witteveen+Bos, juni 2013, projectcode ut702-1-1. Bedrag is bepaald op basis van prijspeil januari 2023 (indexatie van 34,1% t.o.v. januari 2014).

In de Bts wordt onderscheid gemaakt tussen nieuwe en bestaande situaties, waarbij de streefwaarden voor nieuwe situaties strenger zijn dan voor bestaande situaties. Dit project valt onder bestaande (gewijzigde) situaties. Bts artikel 1 spreekt van een 'bestaande situatie als een referentiesituatie waarin reeds sprake is van trillingen als gevolg van railverkeer'.

De Bts maakt daarnaast onderscheid tussen de dag- en avondperiode en de nachtperiode. Hierbij geldt dat de streefwaarden van de trillingsterktes gedurende de nacht lager zijn dan die gedurende de dag en avond.

Om de trillingsterkte in een gebouw te bepalen dient de effectieve trillingsnelheid v_{eff} gemeten te worden in een gebouw gedurende een periode van minimaal een week. Deze effectieve trillingsnelheid wordt bepaald als voortschrijdend gemiddelde per 30 seconden. Vervolgens wordt per 30 seconden de maximale waarde van dit voortschrijdend gemiddelde genomen. Middels een statistische procedure wordt vervolgens een waarde bepaald voor $V_{max, Bts}$, zie ook Bijlage IV. Deze waarde wordt gebruikt voor toetsing aan de streefwaarden.

V_{per} is een weergave van de gemiddelde trillingsterkte. Deze waarde wordt bepaald door het kwadratisch gemiddelde te nemen van de maximale trillingsterkte per 30 seconden indien deze boven de drempelwaarde van 0.1 valt. Trillingsnelheden onder de 0.1 zijn nauwelijks voelbaar en worden niet meegenomen in de bepaling van de V_{per} . Het kwadratisch gemiddelde wordt vervolgens gecorrigeerd voor de tijd waarin de trillingsnelheden boven de 0.1 uitkomen. Zie voor de exacte bepaling de SBR B-richtlijn.

II.3.1 Normstelling in de Bts

De streefwaarden in de Bts verschillen over de dag en avond (7.00 – 23.00 uur) en nacht (23.00 – 7.00 uur) en per gebouwfunctie. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen *gebouwen met een kritische werkrumte* (gevoelige apparatuur e.d.), *gezondheidszorg en wonen* en *kantoren en gebouwen ten behoeve van onderwijs of bijeenkomsten*. Bij elke gebouwfunctie horen andere toegestane trillingsterktes, zie Tabel 20 voor de normstelling voor bestaande situaties.

De Bts kent drie waarden: A1, de streefwaarde voor de trillingsterkte V_{max} , A2, de grenswaarde voor de trillingsterkte V_{max} en A3, de grenswaarde voor de gemiddelde trillingsterkte V_{per} .

Tabel 20: Normstelling nieuwe situatie volgens Bts

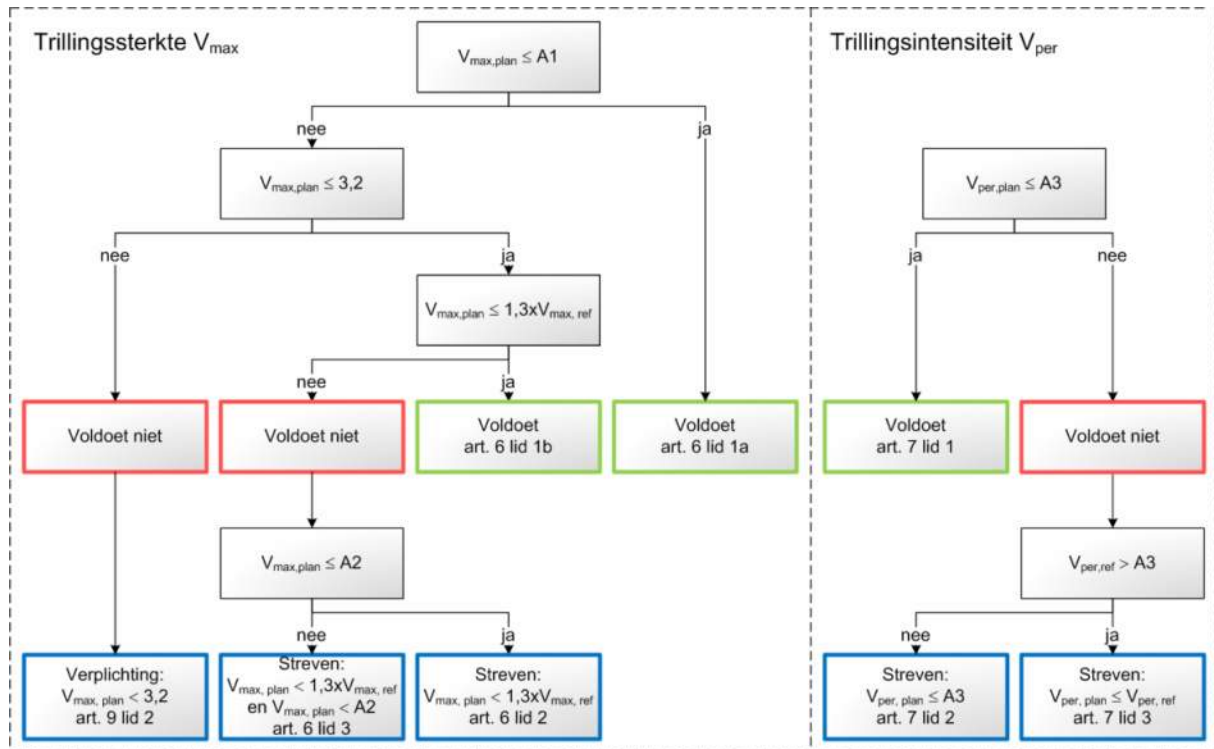
Gebouwfunctie	Dag en avond			Nacht		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Gezondheidszorg en wonen	0.1	0.4	0.1	0.1	0.2	0.1
Onderwijs, kantoor en bijeenkomsten	0.15	0.6	0.15	0.15	0.6	0.15
Kritische ruimte	0.1	0.1	---	0.1	0.1	---

II.3.2 Beoordeling van trillingsituatie

Om te beoordelen of een bepaalde locatie voldoet aan de Bts voor bestaande situaties moet het schema in Figuur 17 worden doorlopen. Dit schema geeft aan wanneer maatregelen dienen te worden afgewogen. Maatregelen ter voorkoming of beperking van de trillinghinder met betrekking tot de waarde van V_{max} kunnen achterwege blijven indien wordt voldaan aan één van de twee volgende condities:

1. De waarde van V_{max} in de plansituatie is lager dan A1 en de waarde van de gemiddelde trillingsterkte V_{per} is lager dan A3.

2. De toename in trillingsterkte in de plansituatie ten opzichte van de referentiesituatie is 30 procent of minder en de waarde van de gemiddelde trillingsterkte V_{per} is lager dan A3 en de trillingsterkte in de plansituatie is lager dan de grenswaarde van 3.2.



Figuur 17: Beoordeling van gewijzigde situaties in de Bts

II.4 SBR C-richtlijn (gevoelige apparatuur)

Voor gevoelige apparatuur bestaan geen eenduidige richtlijnen. Bij de toetsing wordt gebruik gemaakt van apparaatspecifieke eisen, conform de SBR C-richtlijn. Waar relevant worden deze eisen opgehaald bij de leverancier van de apparaten.

Bijlage III. Gebruikt bodemonderzoek

In deze bijlage is het gebruikte bodemonderzoek beschreven. Dit bodemonderzoek is gebruikt voor het vaststellen van de meetlocaties en het inrichten van het rekenmodel voor stap 1 en 2. Hierbij is gekeken naar de opbouw van de bodemlagen en de kans op slappe lagen die de trillingen sterker uitdempen.

De opbouw van de bodem is gebaseerd op de informatie van het bodemonderzoek en grondwater die in de archieven beschikbaar zijn. Hier is gebruikt gemaakt van de archieven van DINO/BRO en eigen archieven van Movares. De resultaten van deze inventarisatie zijn te vinden in het rapport *RegioExpres Doetinchem- Zevenaar – Geotechnische inventarisatie t.b.v. FIS* versie 2.0 van 27 oktober 2021. Uit dit onderzoek blijkt dat de bodem vooral uit zandlagen bestaat, op enkele locaties is sprake van klei- en leemlagen.

Bijlage IV. Verwerkingsprocedure trillingmetingen

In dit trillingonderzoek zijn metingen uitgevoerd in woningen. Deze metingen zijn onbemand uitgevoerd met behulp van een meetcomputer die continu (gedurende minimaal een week) de trillingsignalen meet. Aan deze meetcomputer is een webcam gekoppeld die de treinen registreert. Om een dataset met trillingen van treinverkeer te genereren wordt de volgende procedure doorlopen om te garanderen dat alle door treinen veroorzaakte trillingen in beschouwing worden genomen en dat niet-spoor gerelateerde trillingen buiten beschouwing worden gelaten:

1. Stap 1: met behulp van gegevens over de passagetijden¹⁵ en videobeelden zijn de treinen gemarkeerd. De lijst met passagetijden is gebruikt om te verifiëren dat alle passerende treinen (ook in de nacht) daadwerkelijk zijn gemarkeerd: het aantal treinen in de database komt overeen met het aantal gemarkeerde treinen.
2. Stap 2: bij de meting wordt gebruik gemaakt van meerdere sensoren. Met behulp van spectraalanalyse¹⁶ worden de trillingsignalen van beide sensoren op elkaar gedeeld. Hierdoor kunnen lokale fenomenen (bijvoorbeeld voetstappen in de ene ruimte) worden uitgefilterd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de videobeelden om te verifiëren of de uitgefilterde signalen daadwerkelijk vervuild zijn met voetstappen.
3. Stap 3: met behulp van spectraalanalyse worden afwijkende trillingsignalen nader geanalyseerd. Signalen met een sterk afwijkend frequentiespectrum zijn vaak vervuild met werkzaamheden buiten of passerend vrachtverkeer. Omdat deze trillingen niet te wijten zijn aan passerende treinen, worden deze trillingen apart gemarkeerd als zijnde achtergrondtrillingen.
4. Stap 4: de hoogste waarden uit de dataset worden nogmaals gecontroleerd of het niet-vervulde treinsignalen zijn of niet. Elke trein wordt gemarkeerd met de bijbehorende spoorafstand. Alle niet spoor gerelateerde trillingbronnen worden apart gemarkeerd. In de datasets in het meetrapport zijn deze trillingbronnen eveneens weergegeven.

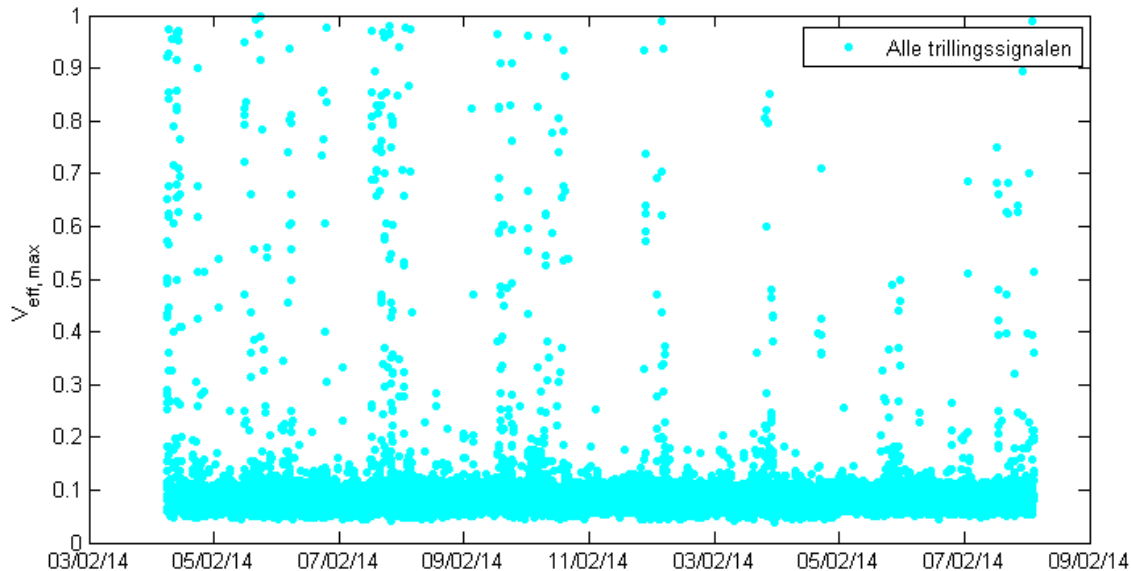
Deze stappen worden met behulp van een voorbeeldsituatie nader toegelicht in deze bijlage.

¹⁵ Deze passagetijden zijn opgevraagd bij ProRail

¹⁶ Spectraalanalyse is het onderzoeken van het frequentiespectrum van een trillingssignaal. Hierbij wordt naar de verschillende frequenties gekeken.

IV.1 Verwerking ruwe meetdata

Na het uitvoeren van de meting wordt de ruwe data geconverteerd naar V_{rms} -waarden per 5 seconden, en vervolgens naar $V_{eff,max}$ -waarden per 30 seconden, conform de procedure in de SBR B-richtlijn en het memo LA.131001a.M04a van Level Acoustics (versie van 13 april 2018). Per meetlocatie is deze meetdata weergegeven in Bijlage VIII. Een voorbeeld van een dergelijk resultaat is weergegeven in Figuur 18. Elk punt stelt een 30-secondeperiode voor. In de resultaten is duidelijk zichtbaar dat er periodieke verstoringen optreden, die met een dag-nacht ritme terugkeren.



Figuur 18: Meetdata, $V_{eff,max}$ per 30 seconden voor het fictieve voorbeeld

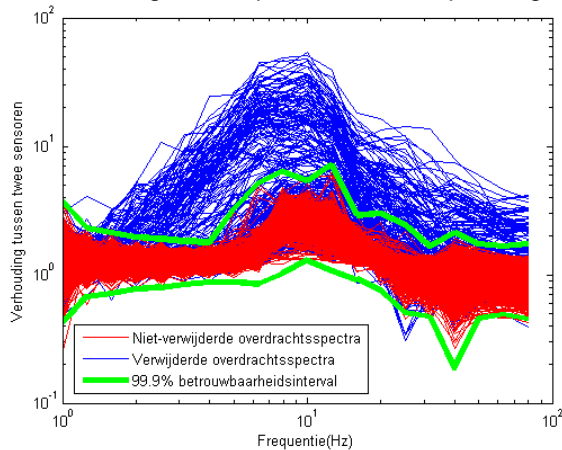
IV.2 Stap 1 – Toekennen events

In de eerste stap van de verwerkingsprocedure wordt gekeken of binnen een bepaalde 30-secondeperiode een trein passeert, en zo ja, om welk type trein het gaat en over welk spoor deze trein rijdt. Deze eerste selectie vindt bij voorkeur plaats met behulp van gegevens over de passagetijden van alle treinen, en wordt eventueel geverifieerd met behulp van de videobeelden. Door deze dubbele procedure wordt gegarandeerd dat alle gepasseerde treinen worden meegenomen in de analyse. Een voorbeeld wordt in het kader op de volgende pagina toegelicht.

IV.3 Stap 2 – Filteren interne verstoringen

Omdat gebruik wordt gemaakt van meerdere sensoren, kunnen de trillingspectra van de verschillende sensoren op elkaar worden gedeeld. Hierdoor worden lokaal optredende trillingen, zoals voetstappen, inzichtelijk gemaakt. Deze voetstappen vertonen immers alleen een uitslag op een van beide sensoren.

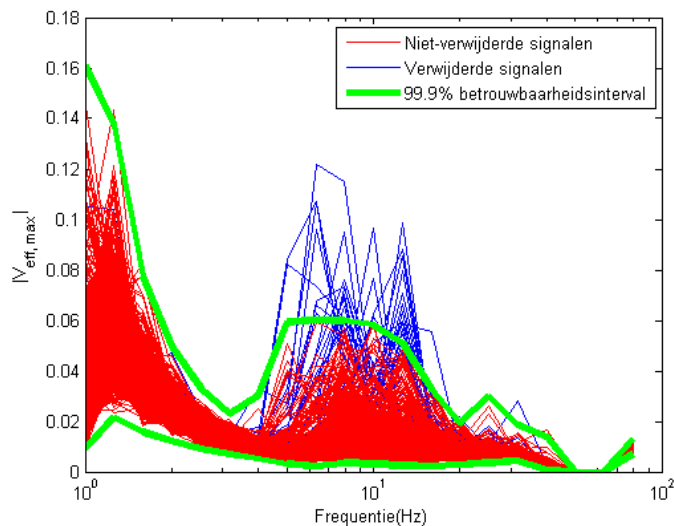
Een voorbeeld van deze selectie op trillingspectra is weergegeven in Figuur 19. De selectiecriteria worden vastgesteld op basis van de spreiding in overdrachten en geverifieerd in de videobeelden.



Figuur 19: Spectraalanalyse in stap 2 voor het fictieve voorbeeld

IV.4 Stap 3 – Filteren externe verstoringen

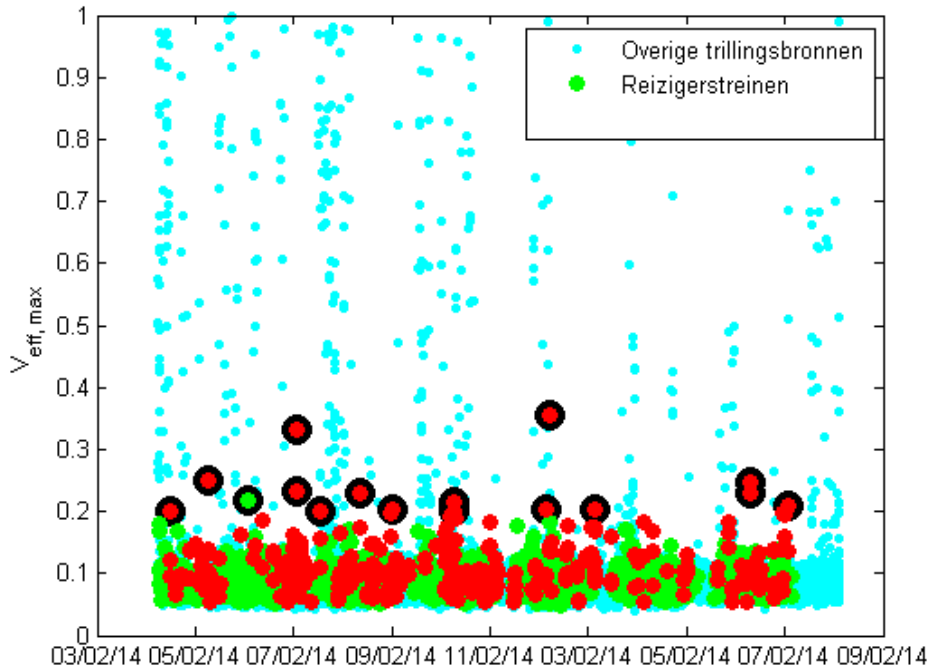
Conform het memo van Level Acoustics worden niet-spoor gerelateerde gebeurtenissen, zoals wegverkeer en bouwwerkzaamheden, verwijderd uit de dataset. In het geval van externe verstoringen, zoals de passage van vrachtauto's of het gelijktijdig uitvoeren van werkzaamheden buiten het gebouw, kunnen deze verstoringen worden uitgefilterd met behulp van spectraalanalyse. Deze spectraalanalyse vindt per treintype plaats, zodat duidelijk zichtbaar wordt welke 30-secondeperiodes sterk afwijkende trillingspectra hebben (bijvoorbeeld signalen die buiten het 99% betrouwbaarheidsinterval vallen). Een voorbeeld hiervan is weergegeven in Figuur 20. Deze afwijkende signalen worden geverifieerd met behulp van videobeelden.



Figuur 20: Spectraalanalyse in stap 3 voor het fictieve voorbeeld

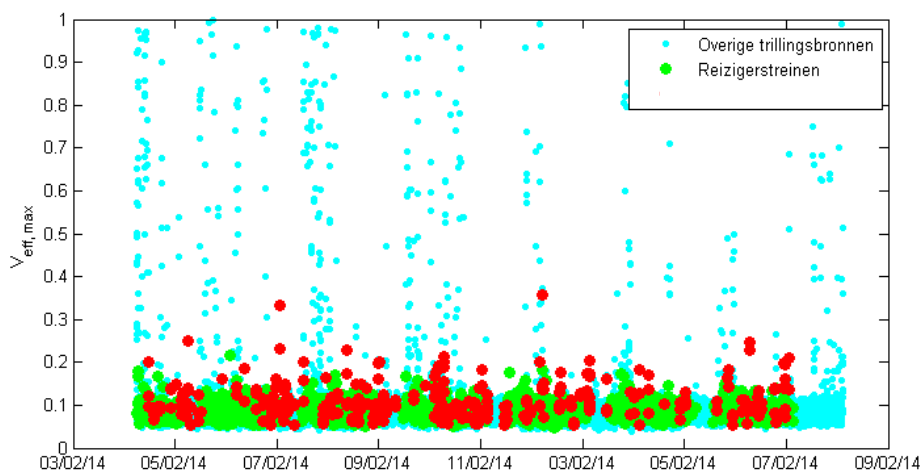
IV.5 Stap 4 – Controle van hoogste waarden

Als laatste controlestap worden alle hoge trillingsignalen nogmaals gecontroleerd op vervuiling door andere trillingbronnen. Deze laatste controle vindt handmatig plaats in de meetsoftware. Hierbij worden de trillingsignalen en videobeelden beschouwd op afwijkingen en verstoringen. Een voorbeeldselectie van te controleren trillingsignalen (zwart omcirkelde meetpunten) voor dit voorbeeld is weergegeven in Figuur 21.



Figuur 21: Te controleren treinsignalen in stap 4 voor het fictieve voorbeeld

Het resultaat van deze stap is weergegeven in Figuur 22. Dit is de uiteindelijke dataset waarover de trillingsterkte V_{max} en de gemiddelde trillingsterkte V_{per} worden bepaald.



Figuur 22: Schone dataset met treinpassages voor het fictieve voorbeeld

IV.6 Naverwerkingsprocedure

De naverwerkingsprocedure zoals die is toegepast in dit trillingonderzoek is gebaseerd op optie 1 uit het memo LA.131001a.M04 van Level Acoustics (versie van 13 april 2018), waarbij gedurende minimaal 7 x 24 uur op diverse meetpunten in een gebouw is gemeten en de trillingen van alle meetrichtingen zijn vastgelegd. Verder wordt per treinpassage het treintype vastgelegd (goederen of reizigerstreinen). Voor alle treinpassages wordt per meetrichting j de metriek $V_{rms,5s,j}$ bepaald door de root-mean-square te nemen over 5 seconden van $V_{eff}(t)$ van die meetrichting symmetrie rondom het tijdstip dat $V_{eff,max,j}$ optreedt voor dat meetpunt en in die richting.

Uit $V_{rms,5s,j}$ wordt een $V_{eff,max,j}$ berekend per meetrichting en meetpunt volgens de formule:

$$(V_{eff,max,j}) = 1.95 * (V_{rms,5s,j})$$

Vervolgens wordt de volgende naverwerkingsprocedure gestart, en worden per treintype de volgende stappen doorlopen:

1. Er wordt vastgesteld op grond van hoeveel meetdagen de verzameling $V_{eff,max,j}$ -waarden tot stand is gekomen. Deze parameter wordt *#meetdagen* genoemd;
2. Alle treinpassages met een $V_{eff,max,j} \geq 0.02$ op de fundering worden geselecteerd. Indien geen funderingspunt is gekozen, dan wordt gekozen voor een meetpunt op de laagst beschikbare verdieping waarbij $V_{eff,max,j} \geq 0.05$;
3. Per meetpunt wordt het aantal treinen bepaald: *#treinen*
4. Van de berekende $V_{eff,max,j}$ wordt de natuurlijke logaritme genomen:

$$\ln(V_{eff,max,j})$$

5. Vervolgens wordt hierover het gemiddelde μ bepaald:

$$\mu = \text{gemiddelde}\{\ln(V_{eff,max,j})\}$$

6. De betrouwbaarheidscoëfficiënt β wordt vastgesteld volgens de formule:

$$\beta = t^{-1} \left[1 - \frac{\left(\frac{\#meetdagen}{7}\right)}{\#treinen}; \#treinen - 1 \right]$$

7. Vervolgens wordt $V_{max,Bts}$ per meetpunt en per meetrichting bepaald met de volgende formule:

$$V_{max,Bts} = e^{\mu+0.3\cdot\beta}$$

8. De reproduceerbaarheid R wordt per meetpunt en richting als volgt bepaald:

$$R = 100\% \cdot 0.3 \cdot \sqrt{\frac{4}{\#treinen} + 0.01}$$

9. De toetswaarde voor $V_{max,Bts}$ bedraagt dan:

$$V_{max,Bts} \quad \text{als } R \leq 10\%$$
$$V_{max,Bts} \cdot \left(1 + \frac{R}{100\%}\right) \quad \text{als } R > 10\%$$

10. Te toename van $V_{max,Bts}$ is een verhouding tussen de plan- en referentiesituatie, de zogenaamde Q-waarde. Hiervoor wordt in de Bts een grenswaarde van 1.3 gehanteerd. Een waarde kleiner dan 1 duidt op een afname van de trillingen. Q wordt als volgt bepaald:

$$Q = \frac{V_{max,Bts,plansituatie}}{V_{max,Bts,referentiesituatie}}$$

Hierbij wordt de $V_{max,Bts}$ zonder eventuele correctiefactor gebruikt. De onzekerheid in de toename Q wordt bepaald volgens de formule:

$$R_Q = \sqrt{R_{referentiesituatie}^2 + R_{plansituatie}^2}$$

De waarde van Q wordt dan als volgt bepaald:

$$Q \quad \text{als } R_Q \leq 14\%$$

$$Q \cdot \left(1 + \frac{R}{100\%}\right) \quad \text{als } R_Q > 14\%$$

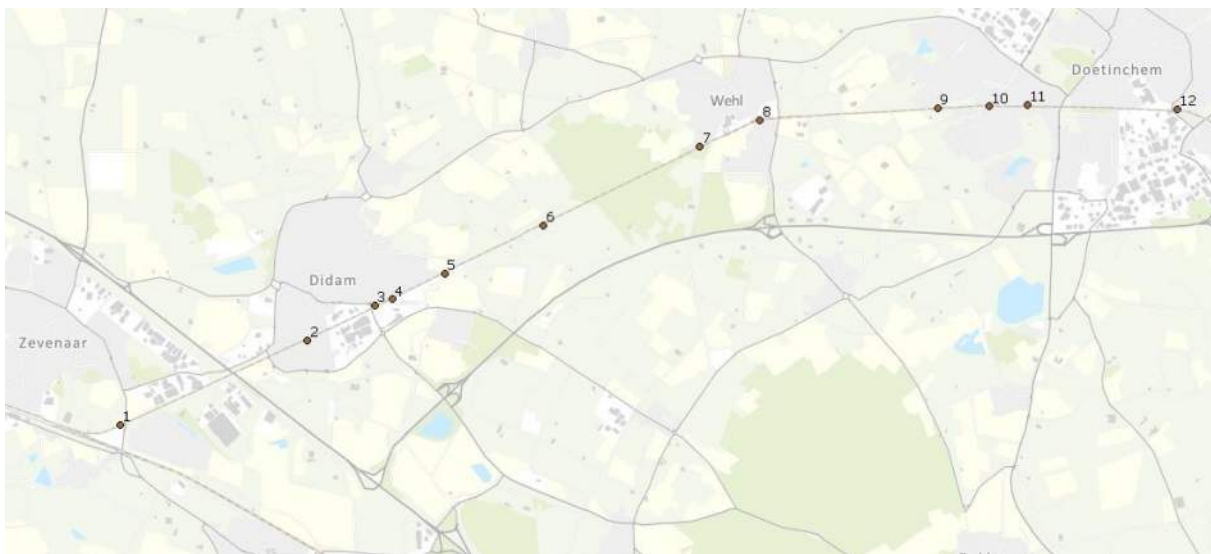
Vervolgens wordt getoetst aan de Bts, waarbij de volgende parameters worden getoetst:

1. De $V_{max,Bts}$ in de plansituatie, per treintype (in dit onderzoek is onderscheid gemaakt tussen doorgaande en stoppende treinen vanwege de relatief grote verschillen in trillingsterkte).
2. De V_{per} van alle treinen bij elkaar
3. De Q-waarde, bepaald door de hoogste $V_{max,Bts}$ in de plansituatie te delen door de $V_{max,Bts}$ van hetzelfde meetpunt in de referentiesituatie 2015, eventueel gecorrigeerd voor de bijbehorende R_Q -waarde.

Bijlage V. Resultaten maaiveldmetingen (t.b.v. stap 1)

Voor het in dit trillingonderzoek gebruikte nauwkeurige rekenmodel (zie Bijlage I) zijn maaiveldmetingen uitgevoerd aan de bodemopbouw en treinpassages op 12 locaties. De locaties van de uitgevoerde maaiveldmetingen zijn weergegeven in Figuur 23, de nummers corresponderen met de paragraafnummers in deze bijlage.

Bij de metingen is gebruik gemaakt van een aantal sensoren op verschillende afstanden tot de sporen. Door per treinpassage het tertsbandspectrum van de trillingen te registreren, is per locatie een gemiddeld tertsbandspectrum van de passerende treinen vastgesteld.



Figuur 23: Locaties van maaiveldmetingen, de nummers corresponderen met de paragraafnummers

Door de trillingsignalen als functie van de tijd te transformeren naar het frequentie-domein (Fouriertransformatie) kan voor elke afstand tot de trillingbron een tertsbandspectrum worden gegenereerd. Vervolgens kan met behulp van de zogenaamde Barkanvergelijking de trillingsterkte op een willekeurige afstand tot het spoor worden bepaald. De gebruikte Barkanvergelijking luidt:

$$V(r, f) = V(r_0, f) \frac{r_0^{n(f)}}{r} e^{-\alpha(f)(r-r_0)}$$

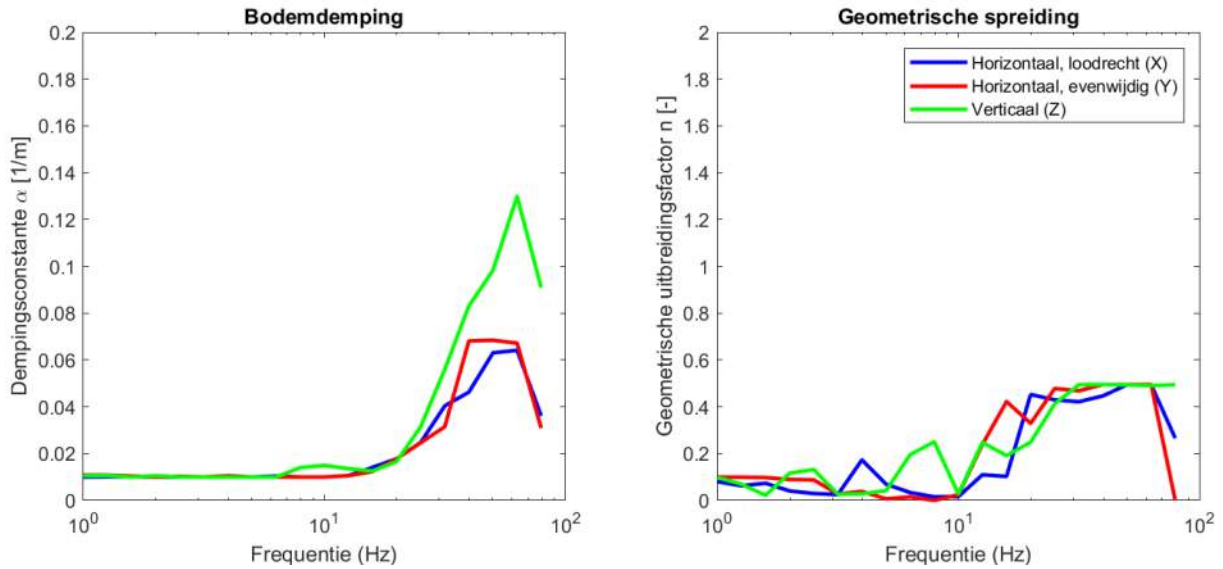
Hierin is $V(r, f)$ de trillingsterkte op een willekeurige afstand r tot de trillingbron, r_0 een referentieafstand, n een frequentieafhankelijke factor die de geometrische uitbreiding van de trillingen beschrijft en α een frequentieafhankelijke factor die de bodemdemping beschrijft. Met behulp van de kleinstkwadratenmethode is deze relatie voor elke frequentie in het tertsbandspectrum te bepalen.

Resultaat van de maaiveldmetingen is per locatie een dempingsconstante, een geometrische uitbreidingsfactor en een trillingspectrum op verschillende afstanden tot het spoor. De resultaten per meetlocatie zijn weergegeven in de volgende subparagrafen.

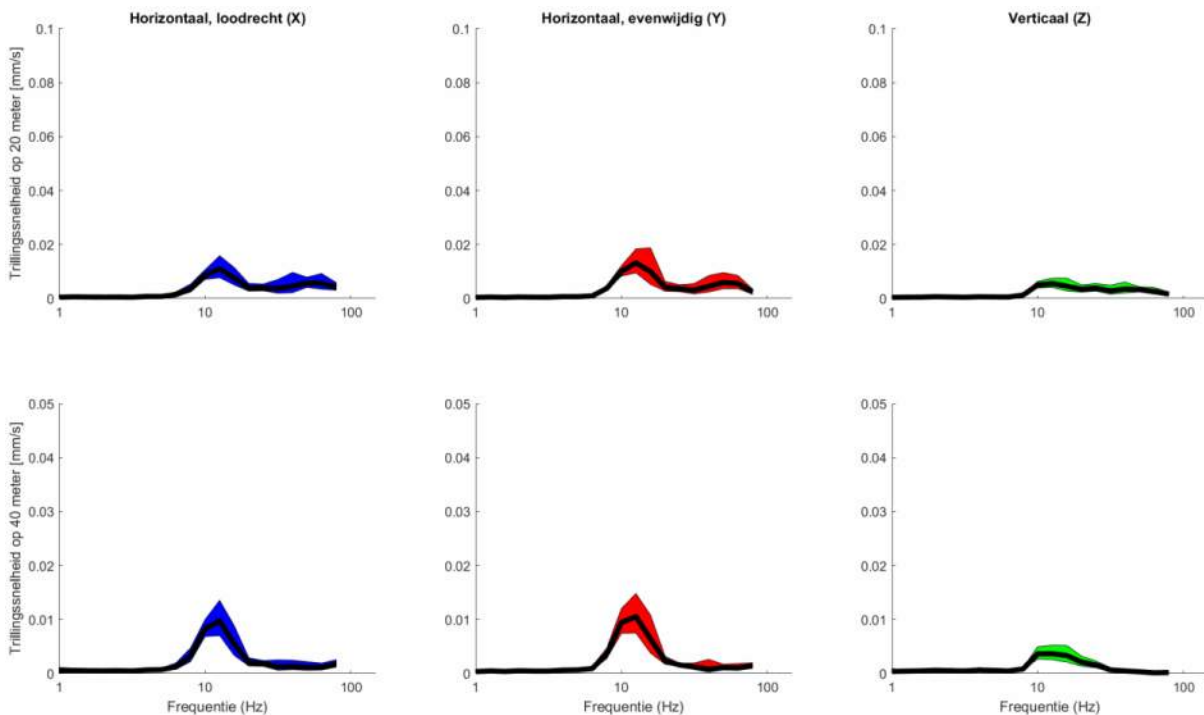
Op basis van de resultaten van de maaiveldmetingen en de grondopbouw (zie Bijlage III) is een bodemmodel gemaakt dat zo nauwkeurig mogelijk de trillingen en de uitdemping als functie van de afstand beschrijft in het gehele studiegebied.

V.1 Zevenaar Hengelder 2

De bodemdemping en geometrische spreiding zijn weergegeven in Figuur 24. De trillingspectra op 20 en 50 meter afstand van het spoor, in drie richtingen, voor treinen van het type GTW zijn weergegeven in Figuur 25.



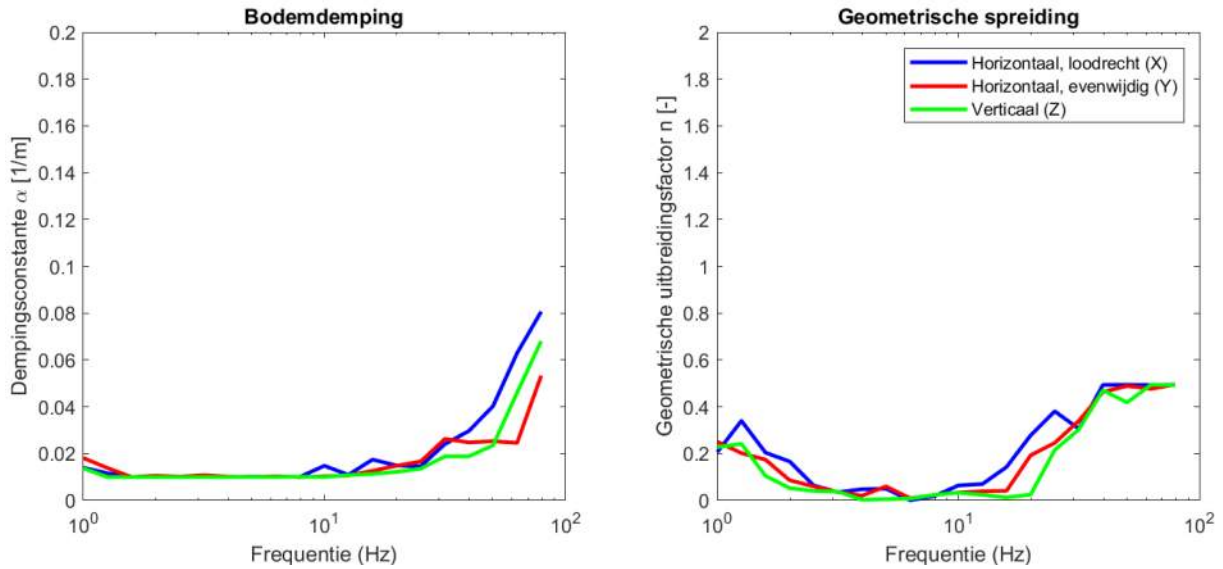
Figuur 24: Dempingsparameter (links) en geometrische uitbreidingsfactor als functie van de frequentie (rechts)



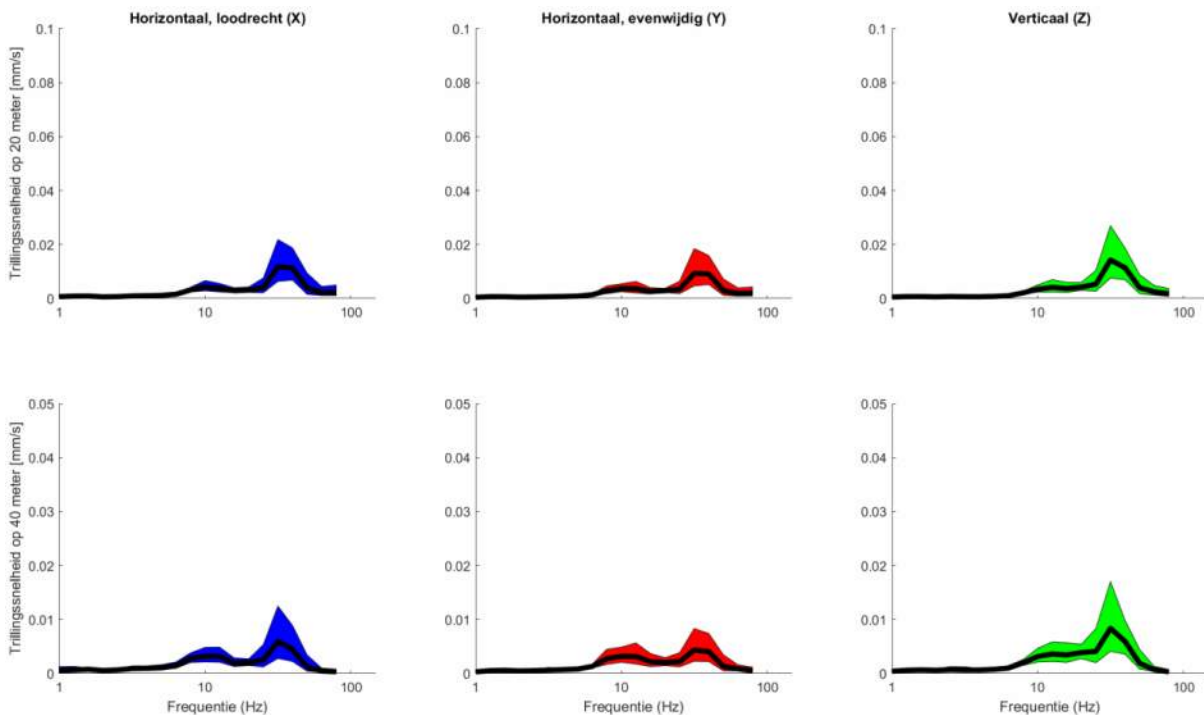
Figuur 25: Trillingspectra (95 procentinterval) op 20 (boven) en 50 (onder) meter afstand

V.2 Didam – Groote Huilakker 4

De bodemdemping en geometrische spreiding zijn weergegeven in Figuur 26. De trillingspectra op 20 en 50 meter afstand van het spoor, in drie richtingen, voor treinen van het type GTW zijn weergegeven in Figuur 27.



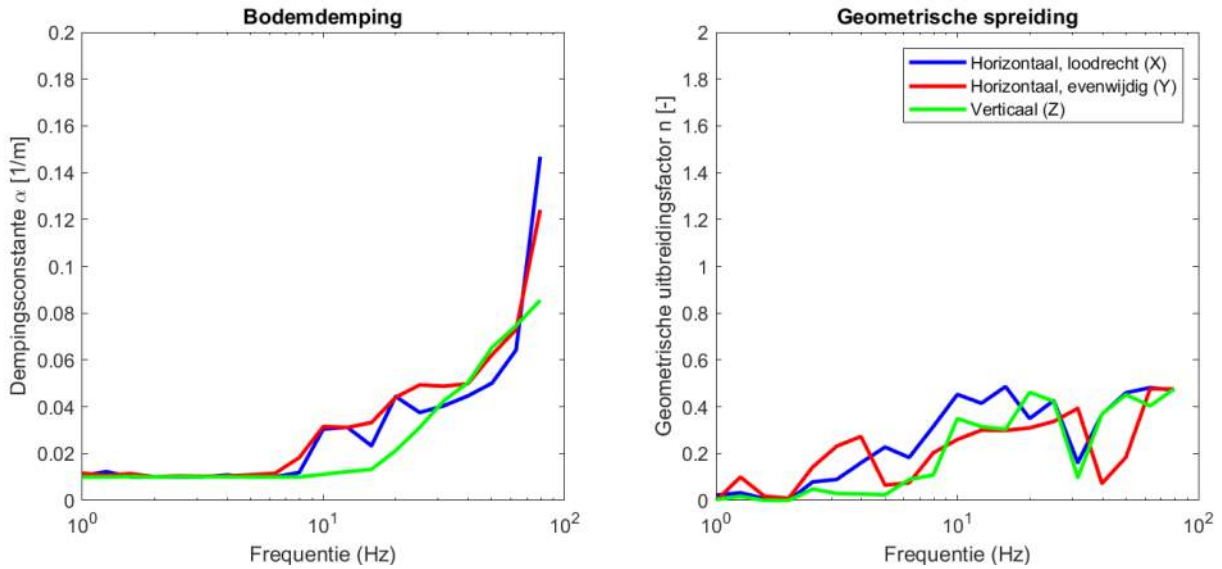
Figuur 26: Dempingsparameter (links) en geometrische uitbreidingsfactor als functie van de frequentie (rechts)



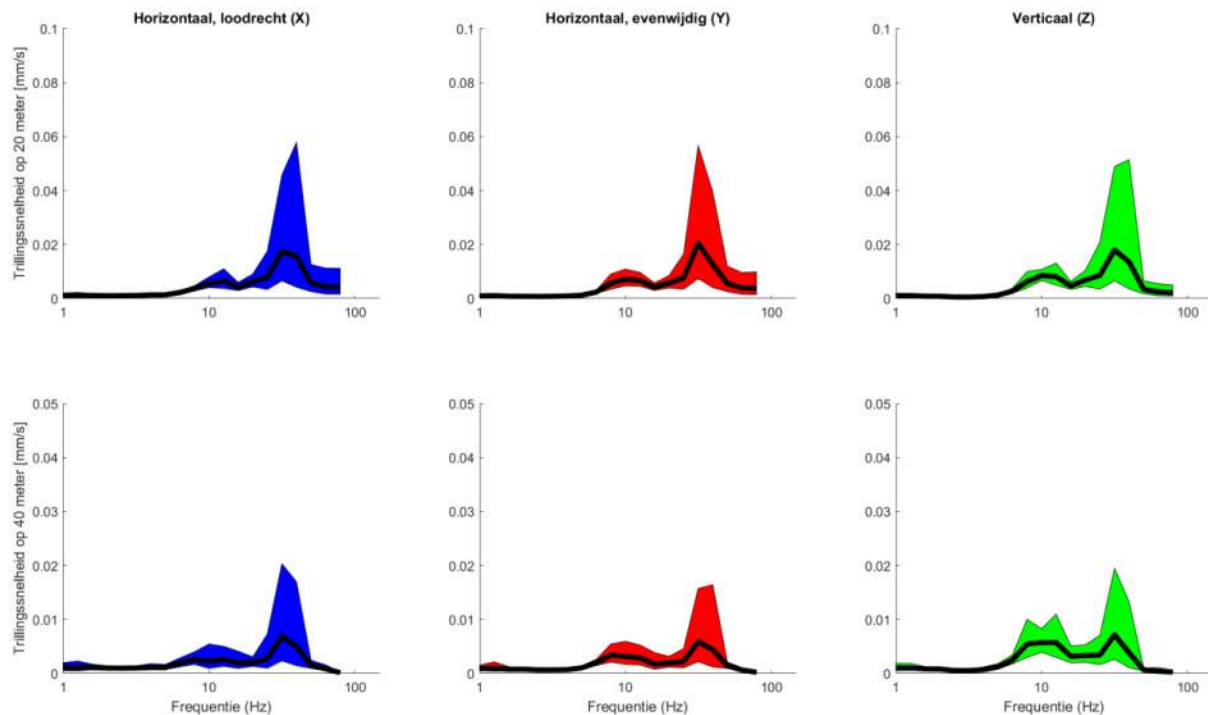
Figuur 27: Trillingspectra (95 procentinterval) op 20 (boven) en 50 (onder) meter afstand

V.3 Didam – Wilhelminastraat 118

De bodemdemping en geometrische spreiding zijn weergegeven in Figuur 28. De trillingspectra op 20 en 50 meter afstand van het spoor, in drie richtingen, voor treinen van het type GTW zijn weergegeven in Figuur 29.



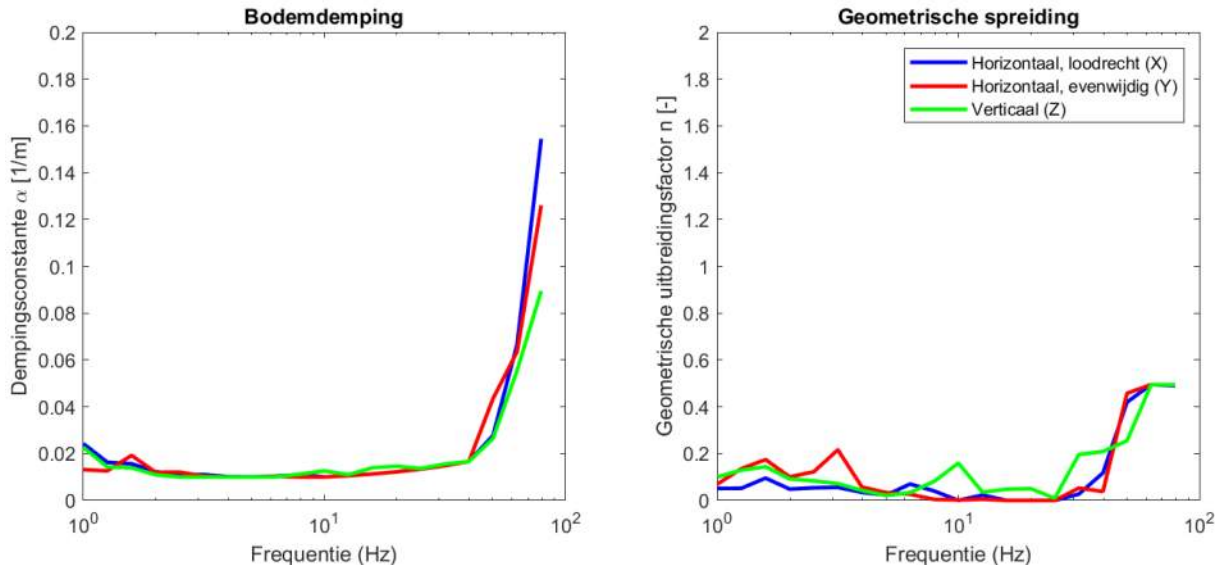
Figuur 28: Dempingsparameter (links) en geometrische uitbreidingsfactor als functie van de frequentie (rechts)



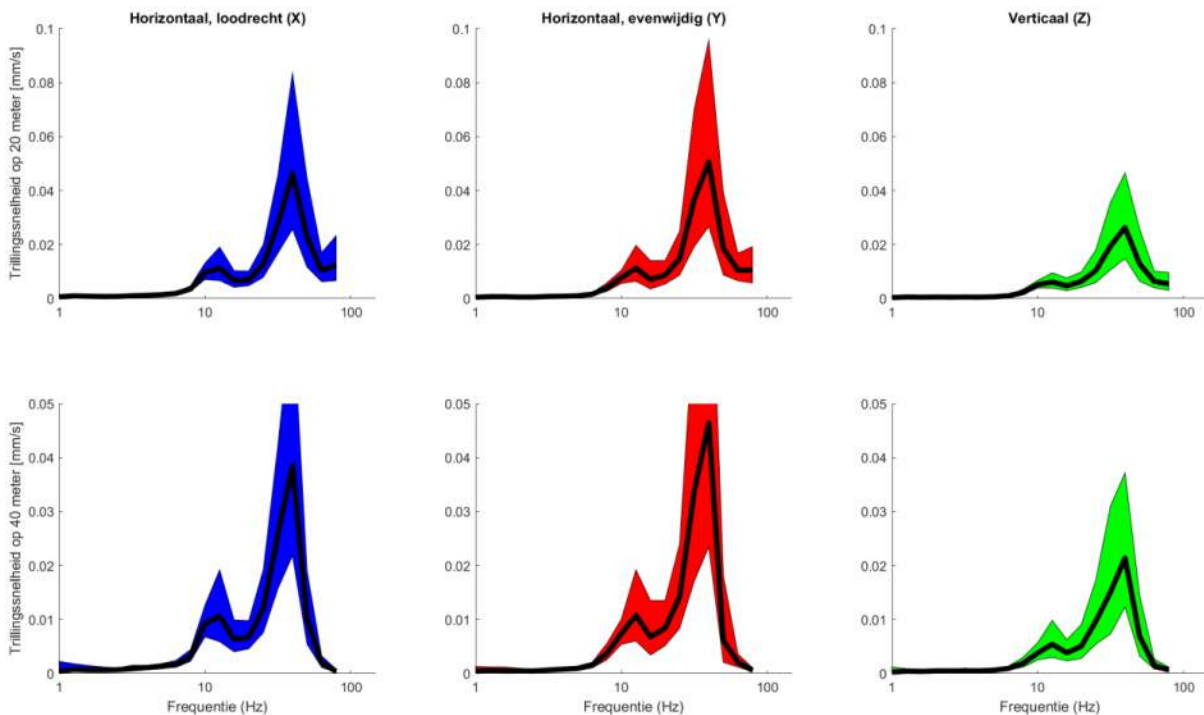
Figuur 29: Trillingspectra (95 procentinterval) op 20 (boven) en 50 (onder) meter afstand

V.4 Didam – Oude Beekseweg 47

De bodemdemping en geometrische spreiding zijn weergegeven in Figuur 30. De trillingspectra op 20 en 50 meter afstand van het spoor, in drie richtingen, voor treinen van het type GTW zijn weergegeven in Figuur 31.



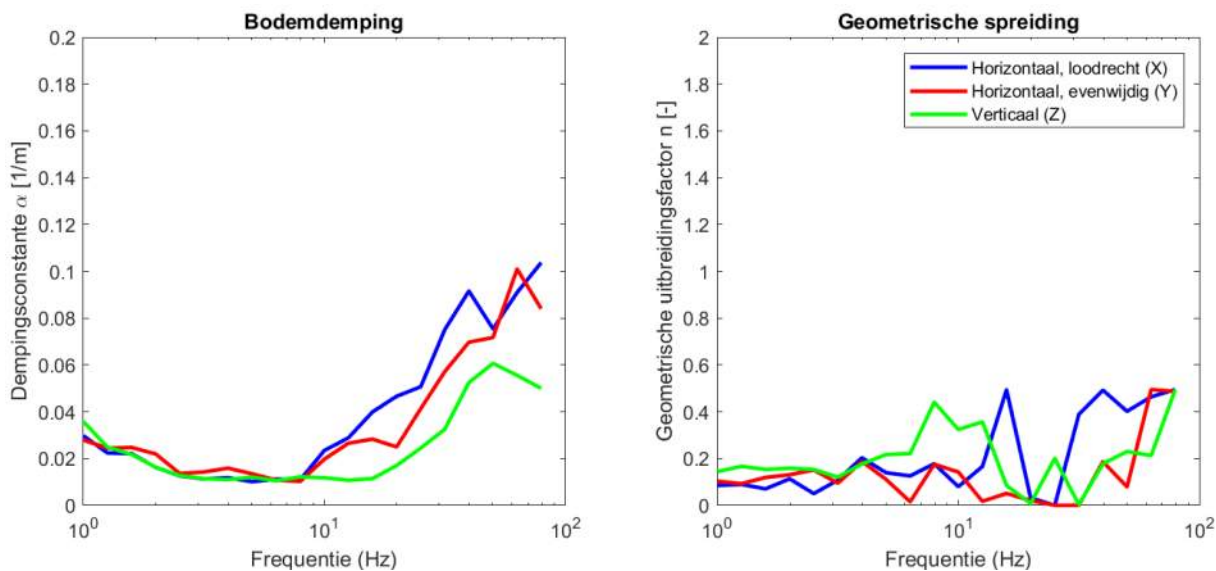
Figuur 30: Dempingsparameter (links) en geometrische uitbreidingsfactor als functie van de frequentie (rechts)



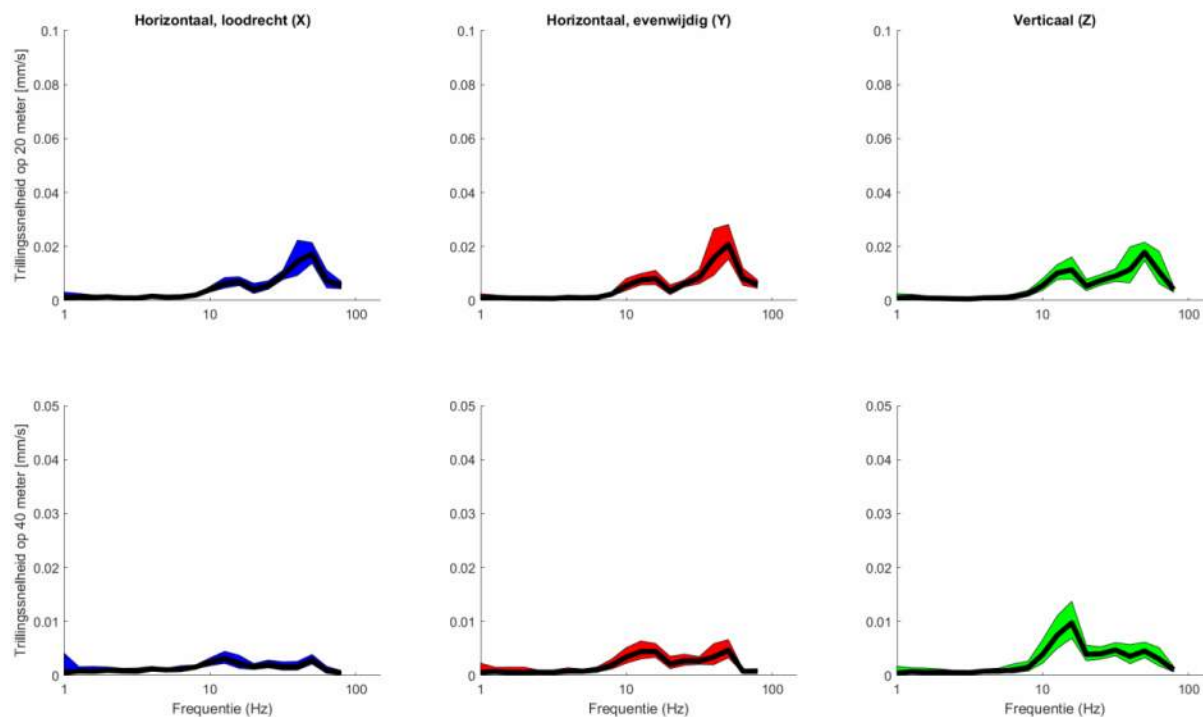
Figuur 31: Trillingspectra (95 procentinterval) op 20 (boven) en 50 (onder) meter afstand

V.5 Didam – Lange Klauwenhof 11

De bodemdemping en geometrische spreiding zijn weergegeven in Figuur 32. De trillingspectra op 20 en 50 meter afstand van het spoor, in drie richtingen, voor treinen van het type GTW zijn weergegeven in Figuur 33.



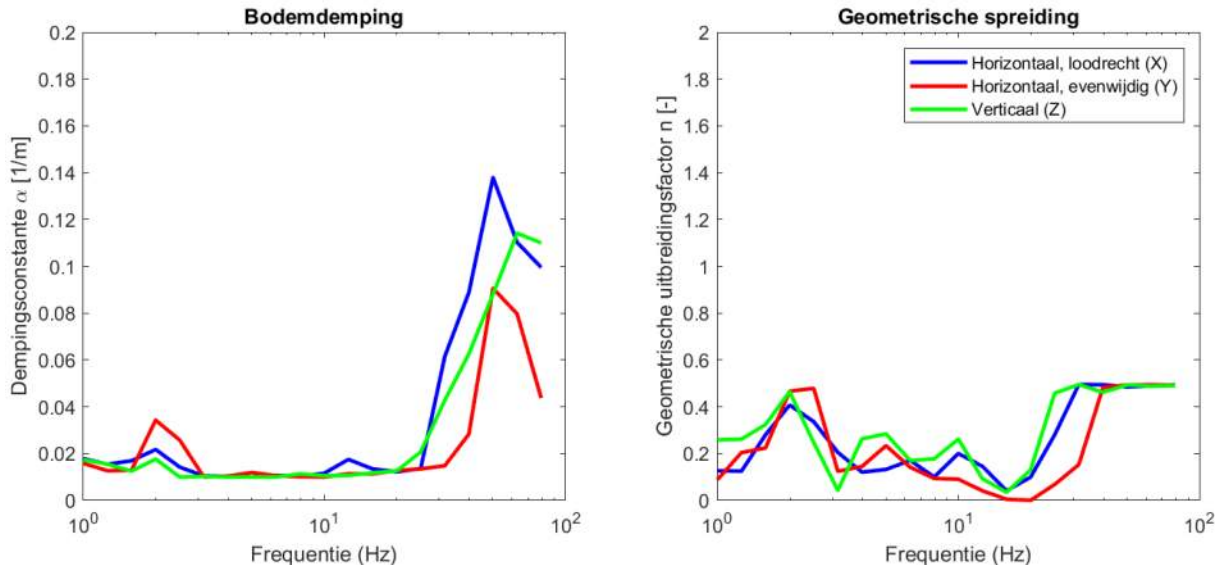
Figuur 32: Dempingsparameter (links) en geometrische uitbreidingsfactor als functie van de frequentie (rechts)



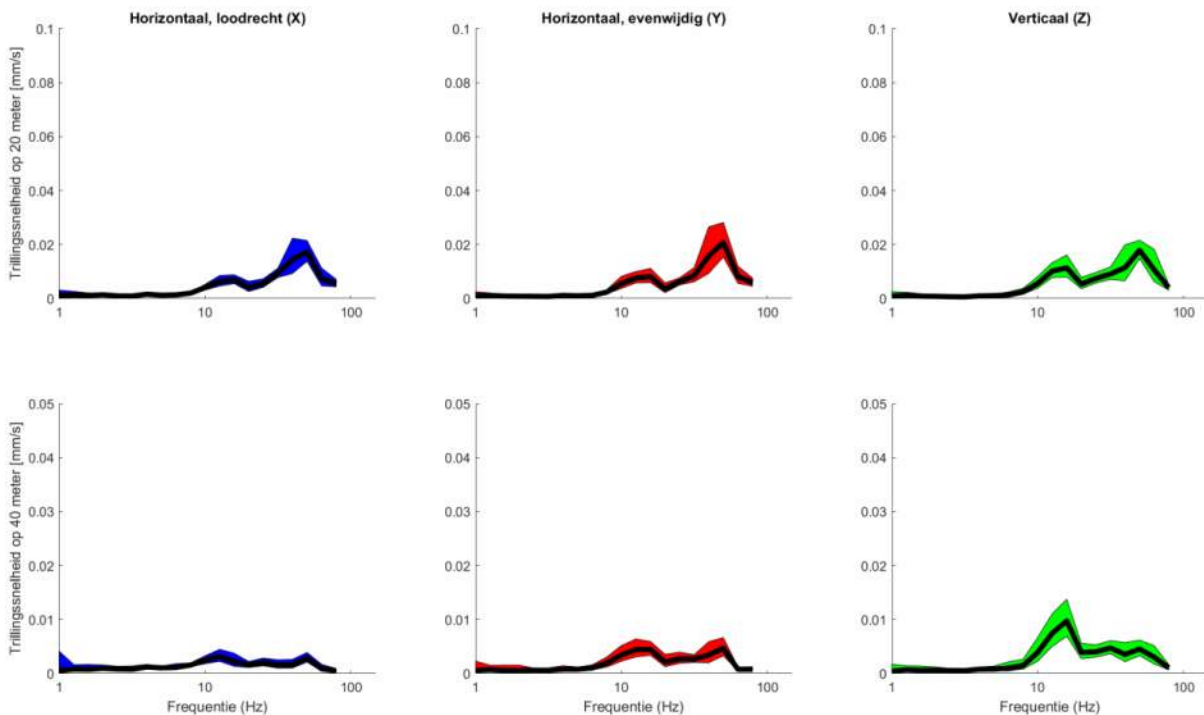
Figuur 33: Trillingspectra (95 procentinterval) op 20 (boven) en 50 (onder) meter afstand

V.6 Didam – Toppegaiweg 2

De bodemdemping en geometrische spreiding zijn weergegeven in Figuur 34. De trillingspectra op 20 en 50 meter afstand van het spoor, in drie richtingen, voor treinen van het type GTW zijn weergegeven in Figuur 35.



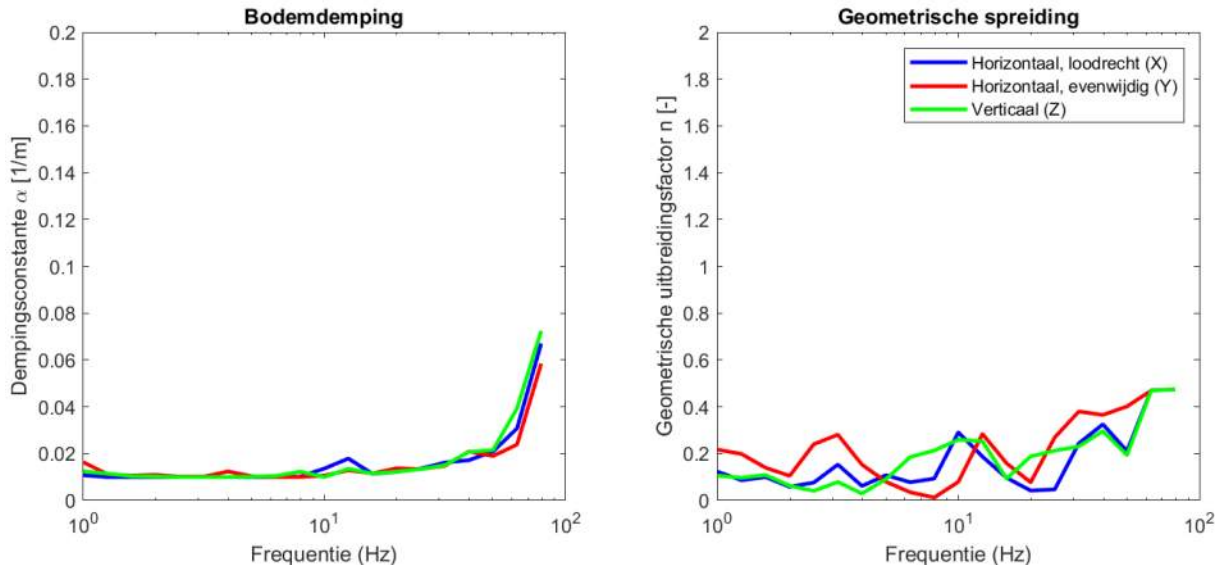
Figuur 34: Dempingsparameter (links) en geometrische uitbreidingsfactor als functie van de frequentie (rechts)



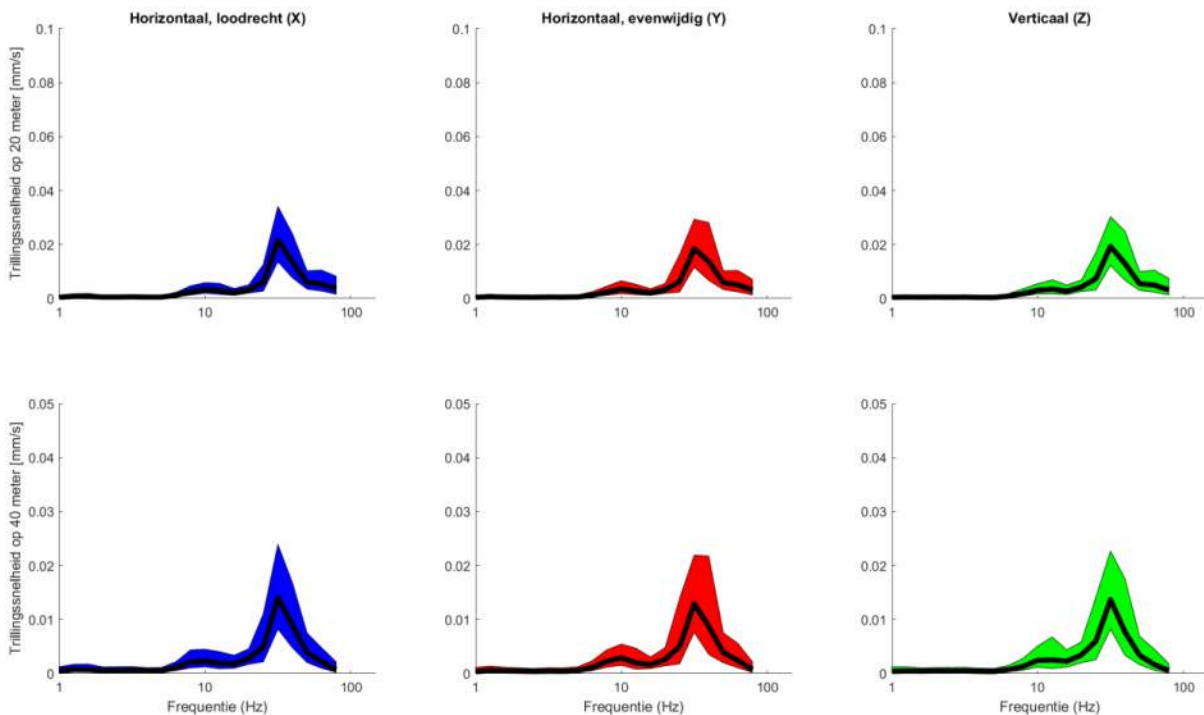
Figuur 35: Trillingspectra (95 procentinterval) op 20 (boven) en 50 (onder) meter afstand

V.7 Wehl – Schopperdenscheweg 91

De bodemdemping en geometrische spreiding zijn weergegeven in Figuur 36. De trillingspectra op 20 en 50 meter afstand van het spoor, in drie richtingen, voor treinen van het type GTW zijn weergegeven in Figuur 37.



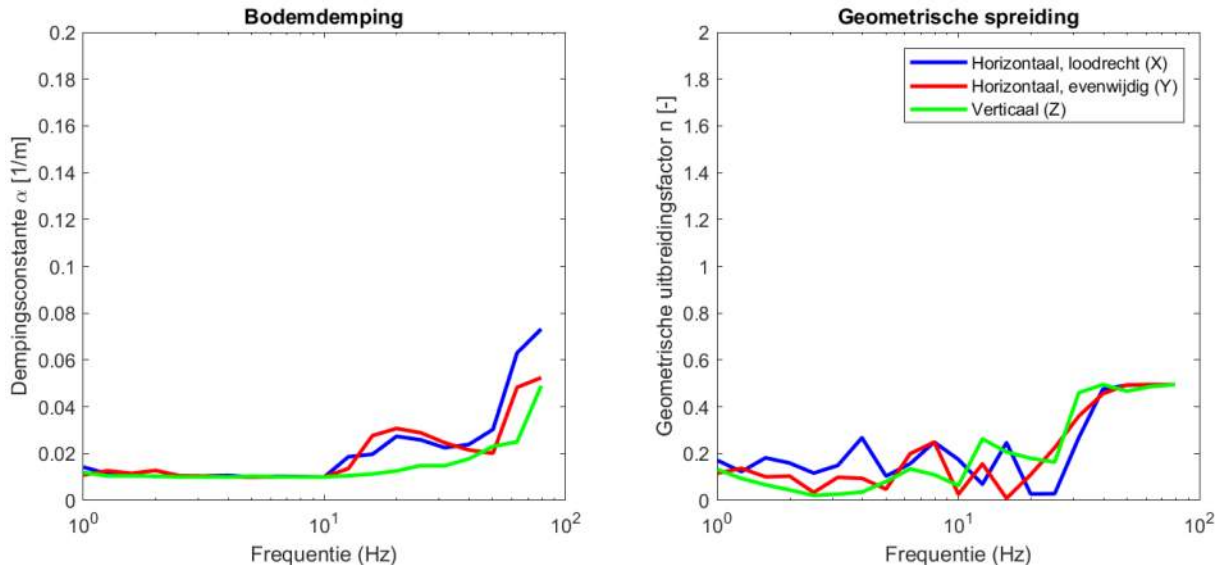
Figuur 36: Dempingsparameter (links) en geometrische uitbreidingsfactor als functie van de frequentie (rechts)



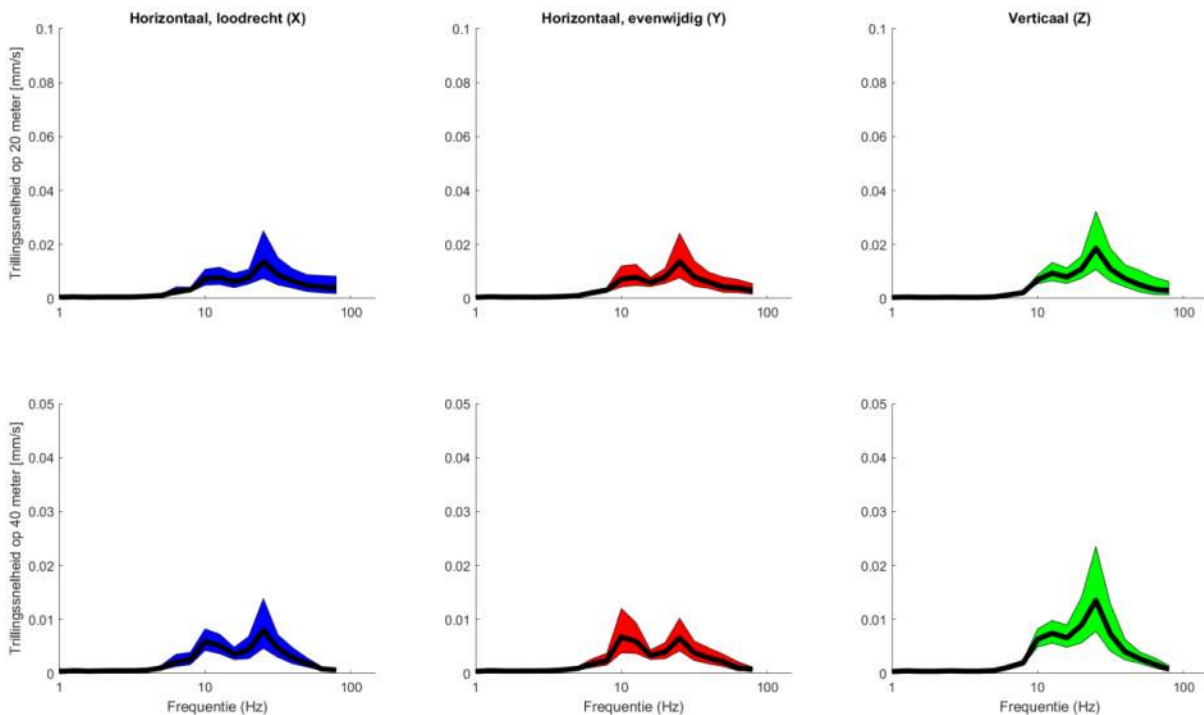
Figuur 37: Trillingspectra (95 procentinterval) op 20 (boven) en 50 (onder) meter afstand

V.8 Wehl – Beste Vaderskamp 19

De bodemdemping en geometrische spreiding zijn weergegeven in Figuur 38. De trillingspectra op 20 en 50 meter afstand van het spoor, in drie richtingen, voor treinen van het type GTW zijn weergegeven in Figuur 39.



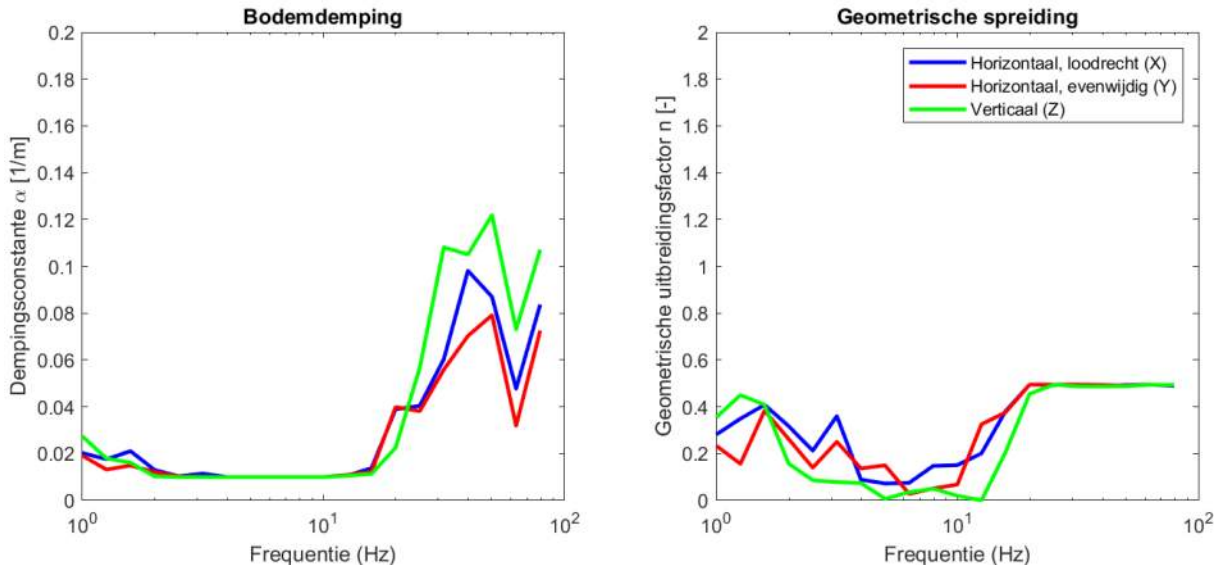
Figuur 38: Dempingsparameter (links) en geometrische uitbreidingsfactor als functie van de frequentie (rechts)



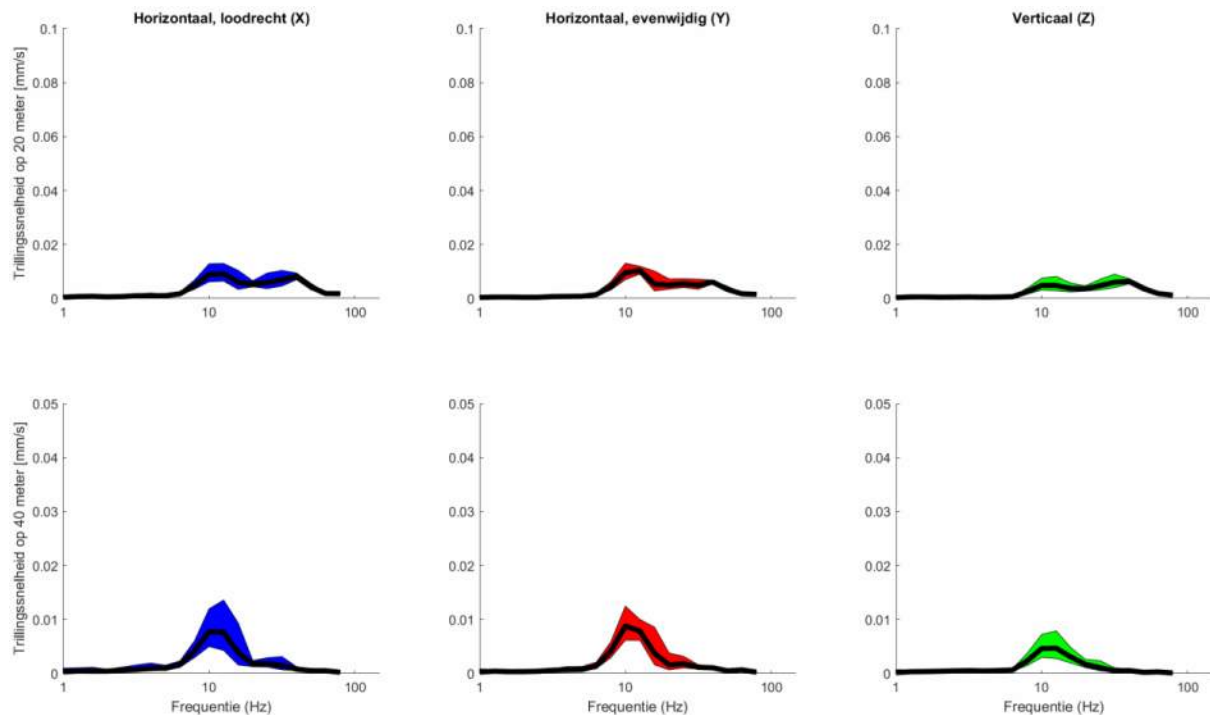
Figuur 39: Trillingspectra (95 procentinterval) op 20 (boven) en 50 (onder) meter afstand

V.9 Doetinchem – Gentiaanveld 21

De bodemdemping en geometrische spreiding zijn weergegeven in Figuur 40. De trillingspectra op 20 en 50 meter afstand van het spoor, in drie richtingen, voor treinen van het type GTW zijn weergegeven in Figuur 41.



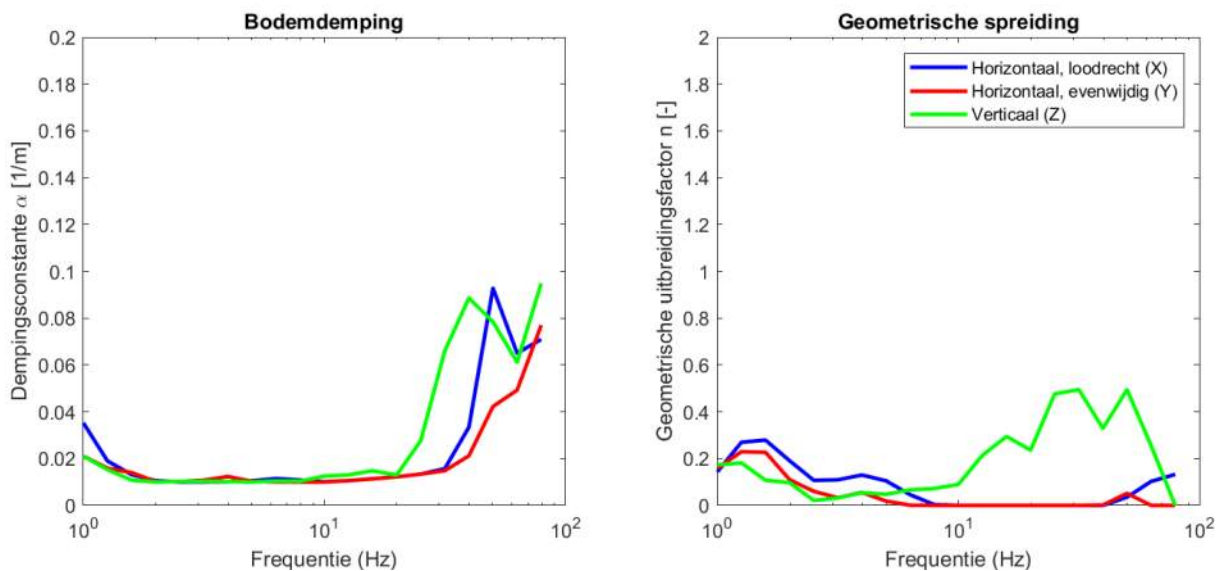
Figuur 40: Dempingsparameter (links) en geometrische uitbreidingsfactor als functie van de frequentie (rechts)



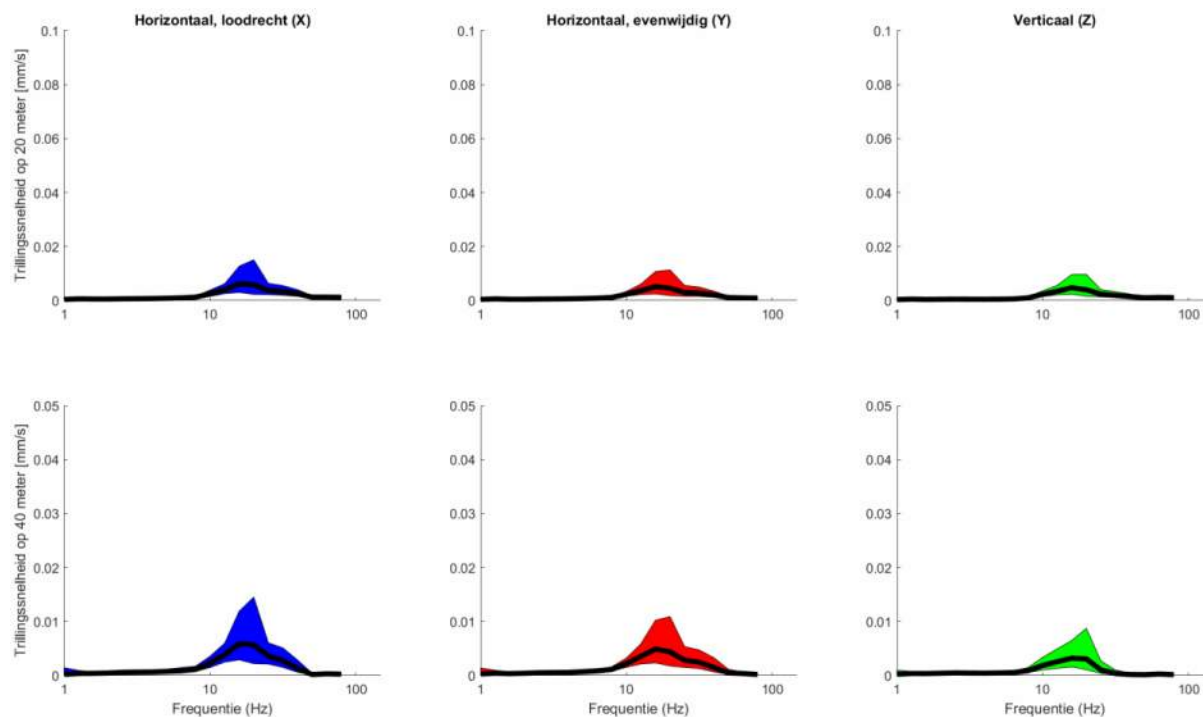
Figuur 41: Trillingspectra (95 procentinterval) op 20 (boven) en 50 (onder) meter afstand

V.10 Doetinchem – Hof van Edinburgh 51

De bodemdemping en geometrische spreiding zijn weergegeven in Figuur 42. De trillingspectra op 20 en 50 meter afstand van het spoor, in drie richtingen, voor treinen van het type GTW zijn weergegeven in Figuur 43.



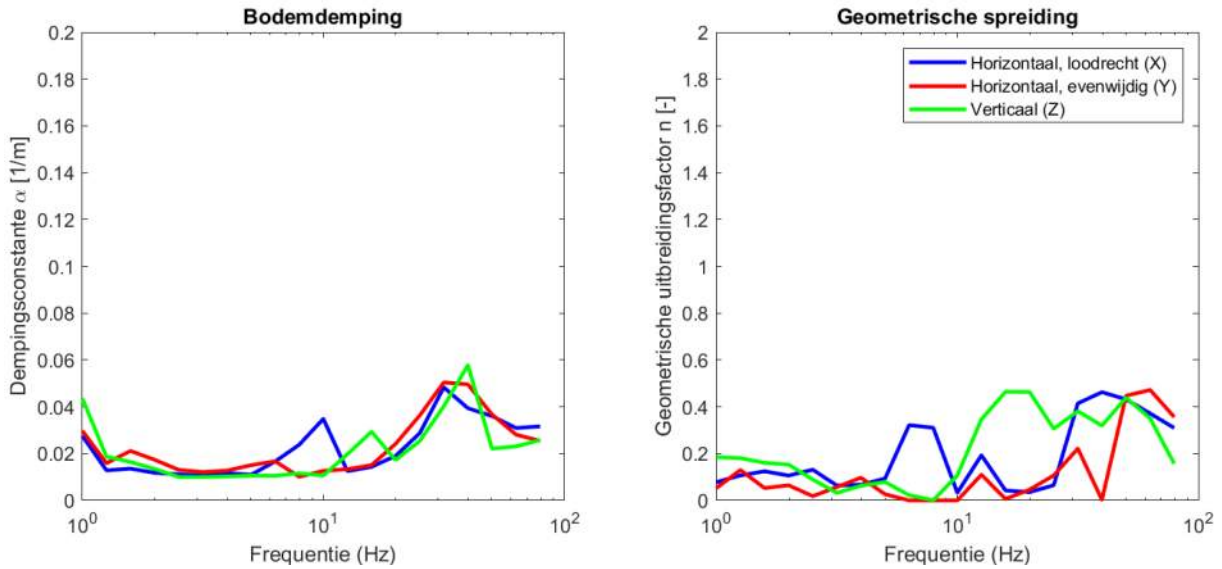
Figuur 42: Dempingsparameter (links) en geometrische uitbreidingsfactor als functie van de frequentie (rechts)



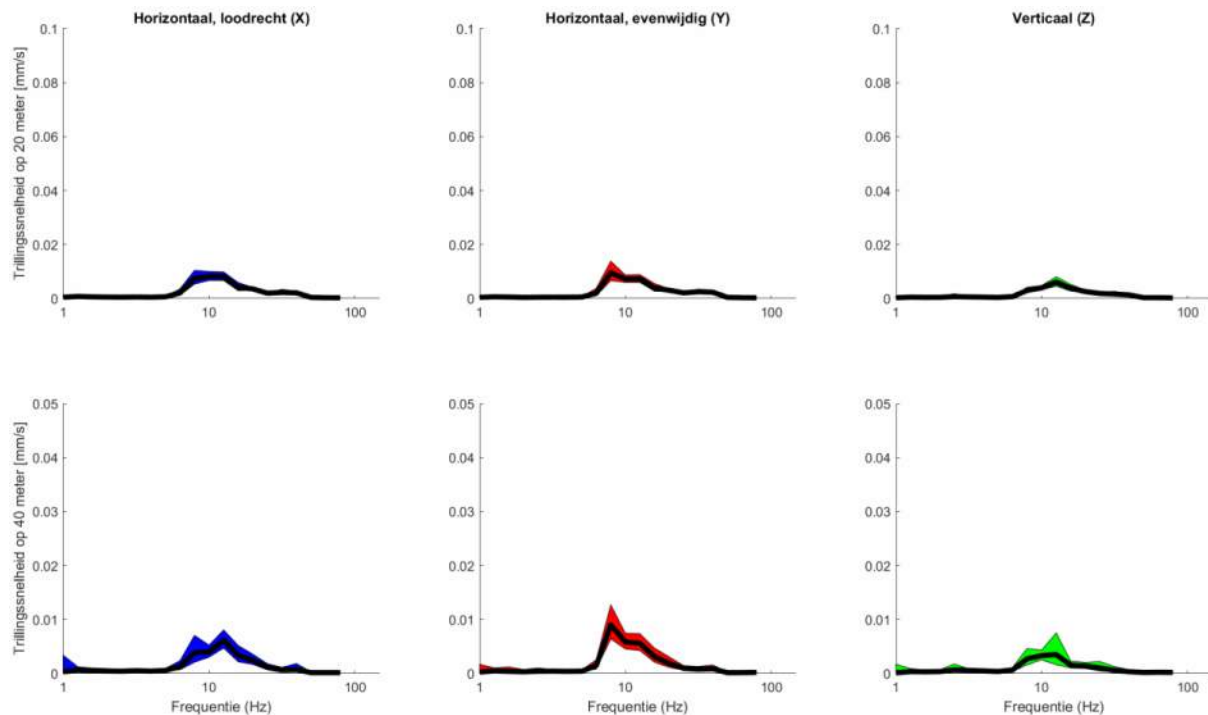
Figuur 43: Trillingspectra (95 procentinterval) op 20 (boven) en 50 (onder) meter afstand

V.11 Doetinchem – Uijlenbroeklaan 61

De bodemdemping en geometrische spreiding zijn weergegeven in Figuur 44. De trillingspectra op 20 en 50 meter afstand van het spoor, in drie richtingen, voor treinen van het type GTW zijn weergegeven in Figuur 45.



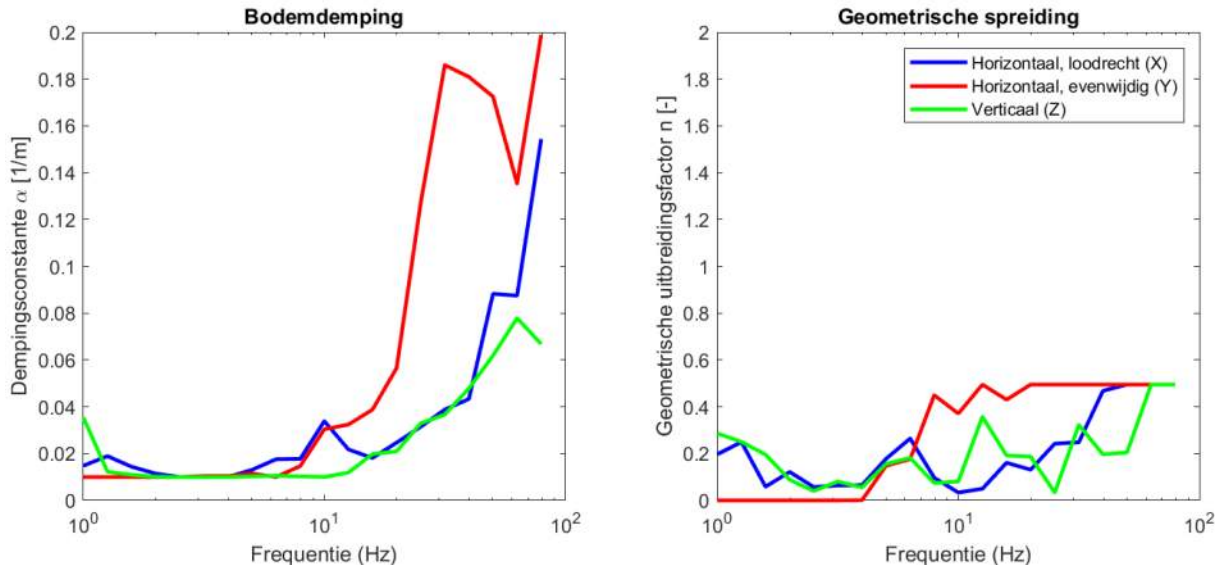
Figuur 44: Dempingsparameter (links) en geometrische uitbreidingsfactor als functie van de frequentie (rechts)



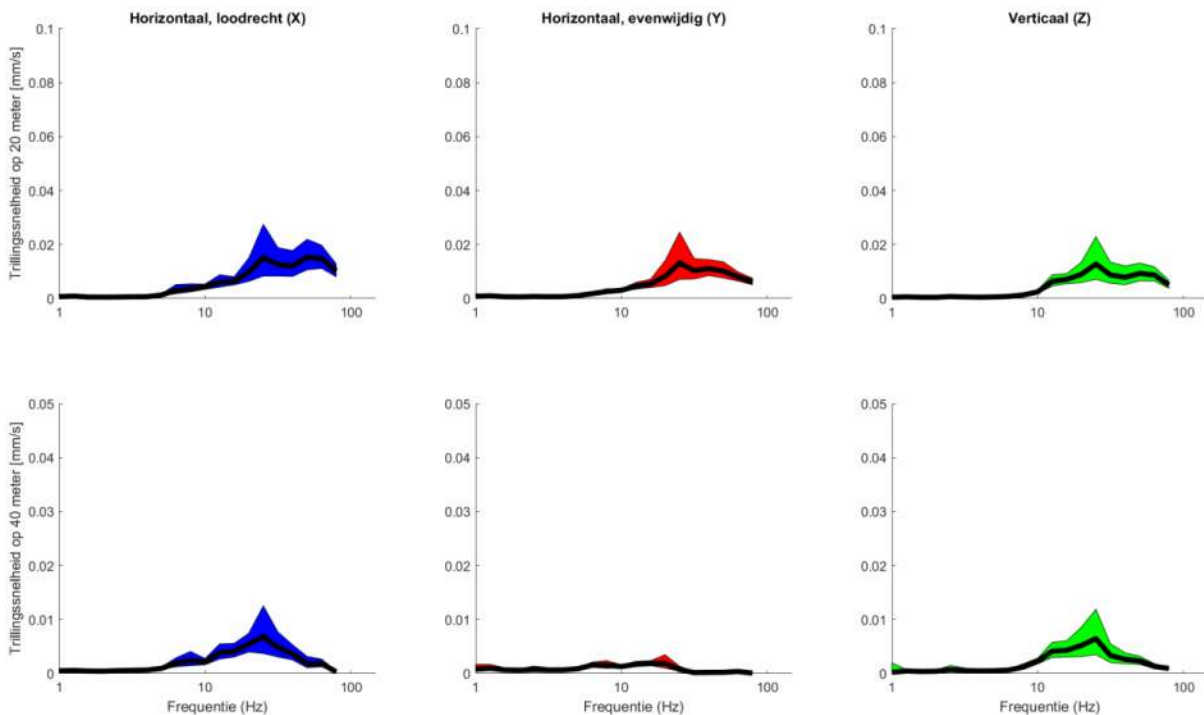
Figuur 45: Trillingspectra (95 procentinterval) op 20 (boven) en 50 (onder) meter afstand

V.12 Doetinchem – Spoorstraat 1

De bodemdemping en geometrische spreiding zijn weergegeven in Figuur 46. De trillingspectra op 20 en 50 meter afstand van het spoor, in drie richtingen, voor treinen van het type GTW zijn weergegeven in Figuur 47.



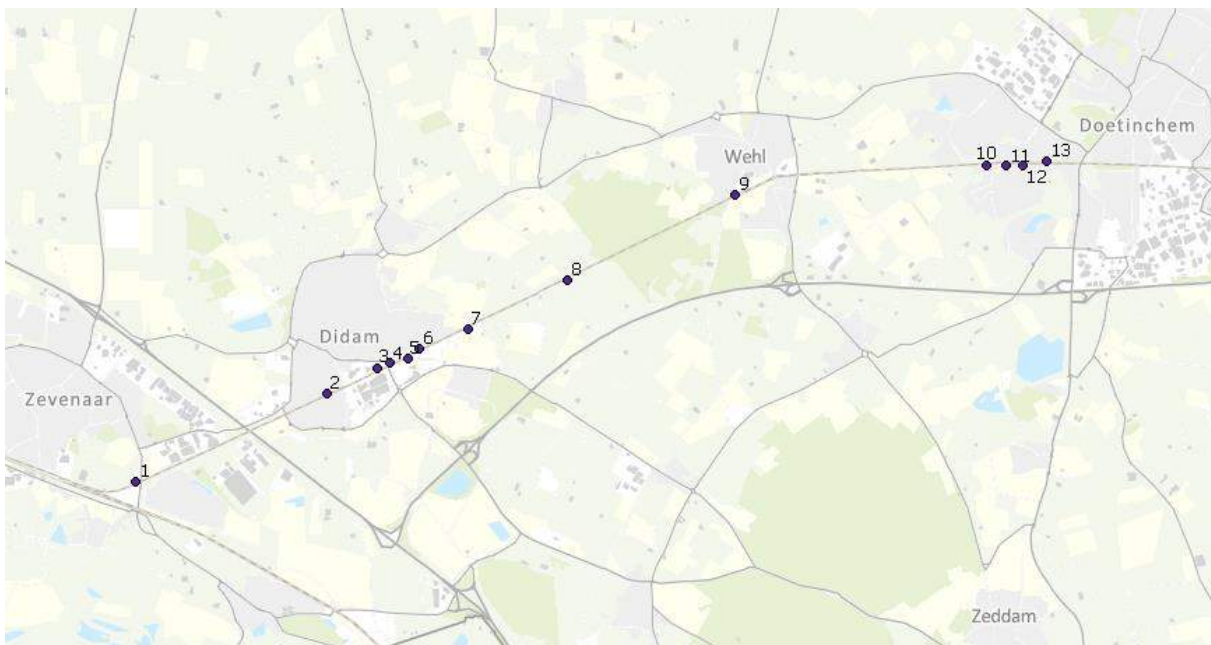
Figuur 46: Dempingsparameter (links) en geometrische uitbreidingsfactor als functie van de frequentie (rechts)



Figuur 47: Trillingspectra (95 procentinterval) op 20 (boven) en 50 (onder) meter afstand

Bijlage VI. Resultaten metingen woningen (t.b.v. stap 2)

In de tweede stap van het trillingonderzoek zijn trillingmetingen uitgevoerd in 13 gebouwen waar op basis van VibraDyna-berekeningen uit stap 1 van het onderzoek (mogelijk) niet wordt voldaan aan de Bts of een groot toename van het trillingniveau in de plansituatie heeft (groter dan 1.3). De locaties zijn gekozen op basis van onder meer variaties in gebouwtype, bodemopbouw, type constructie en verwachte trillingniveaus. De locaties van de metingen zijn weergegeven in Figuur 48, de nummers corresponderen met de paragraafnummers in Bijlage VII.



Figuur 48 Uitgevoerde metingen in gebouwen, de nummers corresponderen met de paragraafnummers in Bijlage VII

VI.1 Onderzoeksaanpak

In dit onderzoek is de volgende onderzoeksaanpak gehanteerd:

1. Er is een trillingmeting uitgevoerd in gebouwen op representatieve locaties in de omgeving van gebouwen waar op basis van de VibraDyna-berekening een overschrijding van het beoordelingskader wordt verwacht, en waar bewoners wilden meewerken aan het onderzoek. De meetlocaties zijn geselecteerd op basis van ligging ten opzichte van het spoor, gebouwkenmerken en de afstand tot wissels en andere trillingbronnen in de spoorbaan. De metingen hebben een meetduur van bij voorkeur een week, om voldoende trillingen van treinen te registreren. Van elke meetlocatie zijn alle meetwaarden (zowel treinen als andere trillingbronnen) geregistreerd.
2. Voor alle locaties is een berekening voor de referentiesituatie 2015, de huidige situatie en de plansituatie gemaakt aan de hand van de resultaten van de meting. Per trein is een berekening gemaakt van de trillingsterkte in de referentiesituatie 2015, de huidige situatie en de plansituatie, aan de hand van de sporenlay-out, de treinsnelheden, de taludgeometrie en de baanopbouw in de verschillende situaties. Alle factoren met frequentieafhankelijkheid worden hierin frequentieafhankelijk verrekend.
3. De resultaten van de prognose worden beoordeeld op de streef- en grenswaarden, die volgen uit de referentiesituatie 2015 (conform de Bts).

Het prognosemodel is beschreven in de volgende paragraaf.

VI.2 Prognosemodel

De trillingsterkte op een bepaalde positie wordt bepaald door een groot aantal factoren. In het rekenmodel worden de volgende parameters onderscheiden:

- De treinsnelheid. De trillingsterkte schaalt als een machtsfunctie met de treinsnelheid.
- Invloed van wissels en overwegen. Deze invloed neemt af met de afstand tot de wissel of overweg.
- Wijzigingen in spoorligging (sporen komen verder weg of dichterbij te liggen).

Overige factoren, zoals onderbouw, kunstwerken, aslast, afvering, wielonrondheid en overdracht in de woning tussen fundering en vloerniveau wijzigen niet bij dit project. De invloed hiervan is daarom niet meegenomen.

In het prognosemodel worden alle wijzigingen relatief (d.w.z. ten opzichte van de metingen) beschouwd, hierdoor is de betrouwbaarheid van de berekeningen groot. Alle wijzigingen worden als toeslagfactor ten opzichte van de gemeten waarde toegepast.

De invloed van de wijzigingen is onderzocht met behulp van metingen en modellen. Toeslagfactoren voor de uitdamping van de bodem, de geometriewijziging en een eventuele wijziging in baanopbouw zijn locatiespecifiek (zie Bijlage V), alle overige factoren zijn universeel toepasbaar. In de volgende subparagrafen wordt de invloed van de factoren nader toegelicht.

VI.2.1 Invloed snelheidswijziging

Door wijzigingen in seinplaatsing en posities van wissels veranderen de snelheidsprofielen van de doorgaande treinen (RegioExpres). Om de invloed van de snelheid op de trillingsterkte vast te stellen is gebruik gemaakt van metingen op meerdere locaties in Nederland. De relatie tussen snelheid en trillingsterkte kent een machtsverband tot snelheden rond de kritische treinsnelheid. De kritische treinsnelheid is afhankelijk van de bodem, maar ligt in het studiegebied ruim boven de rijsnelheden van de treinen.

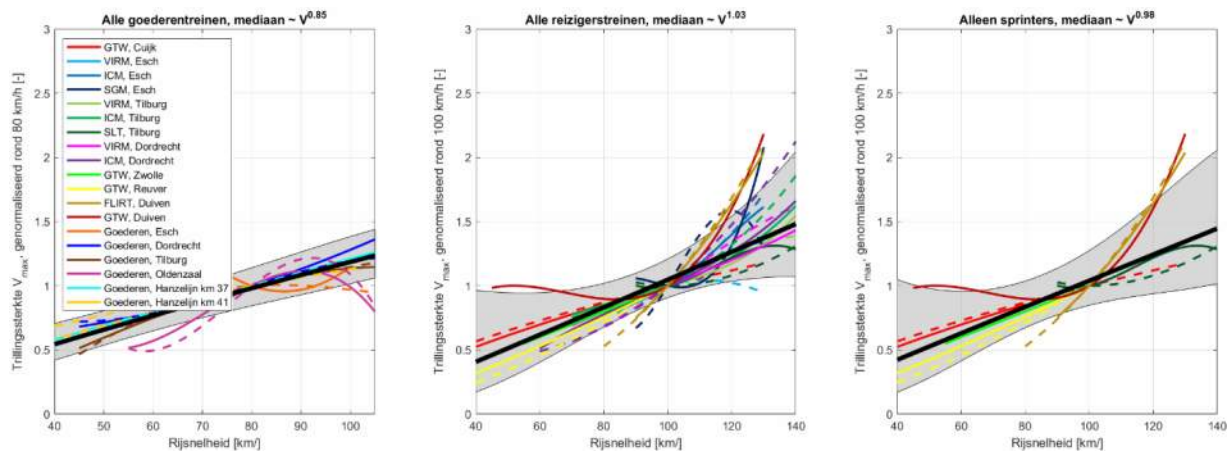
Om een betrouwbare snelheidsrelatie vast te stellen is een aantal onderzoeken geraadpleegd waarbij metingen zijn verricht aan treinen met voldoende spreiding in de rijsnelheid. De volgende onderzoeken zijn bruikbaar om een snelheidsrelatie vast te stellen voor een aantal treintypes:

- [1] *Landelijk onderzoek gedifferentieerd rijden (TN 105394), Onderzoek effect rijsnelheid goederentreinen op trillingopwekking in de bodem*, DGMR, 15 december 2017
- [2] *Trillingonderzoek OTB Zwolle-Herfte*, Movares, 4 december 2015
- [3] *Metingen langs de Maaslijn in Cuijk en in Reuver*, DPA, 2016
- [4] *Metingen langs de Hanzelijn*, Movares, mei en juni 2012
- [5] *Metingen in Duiven*, Movares, augustus 2020

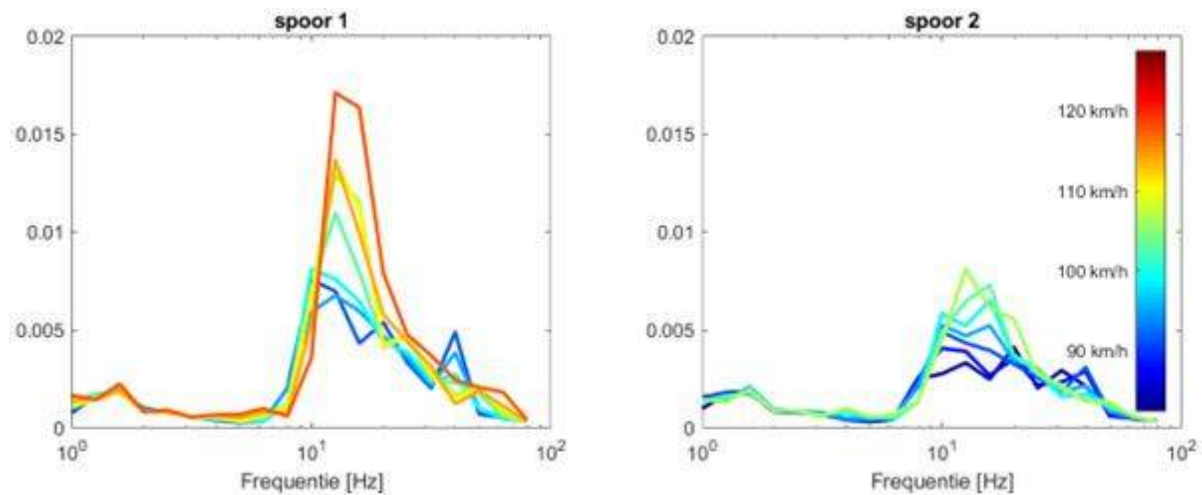
De in de onderzoeken gebruikte snelheidsrelaties zijn weergegeven in Figuur 49, waarbij deze voor goederentreinen zijn genormaliseerd rond 80 km/h (rond die snelheid is de betrouwbaarheid van de data het grootst), en voor de overige treinen rond 100 km/h. Vervolgens is een machtsfunctie door de resultaten gefit, deze is voor alle treintypes ongeveer recht evenredig ($\sim V^1$) met de rijsnelheid in km/h. De in Figuur 49 weergegeven snelheidsrelaties zijn gebruikt in dit onderzoek.

Tenslotte is bij meting [5] ook gekeken naar de invloed van de snelheid op de trillingfrequenties. Hiervoor zijn de treinen in snelheidsklassen ingedeeld voor beide sporen, zie Figuur 50. In deze figuur is voor de GTW's op spoor 1 zichtbaar dat bij toenemende rijsnelheid de piek van het trillingspectrum wat naar hogere frequenties verschuift, en dat de piek daarnaast toeneemt. Doordat er slechts beperkt sprake is

van verschuiving van de frequenties, is een scalaire snelheidsrelatie (zoals in Figuur 49), een voldoende betrouwbare methode om de invloed van een snelheidsverhoging vast te stellen.



Figuur 49: Snelheidsrelaties



Figuur 50: Trillingspectrum en rijsnelheid in Duiven (meting [5])

VI.2.2 Invloed wissels

De invloed van wissels is in kaart gebracht door op een groot aantal locaties waar wissels in de nabijheid liggen, de gemeten resultaten van sporen zonder wissels te vergelijken met de resultaten van sporen met wissels. Zodoende kan de invloed van wissels worden gemodelleerd als toeslag op het trillingsignaal van een doorgaande trein. Voor overwegen is een identieke aanpak gebruikt, hiervoor is ook gebruik gemaakt van een aantal maaiveldmetingen die in het kader van dit project zijn uitgevoerd in de nabijheid van overwegen. Met name bij hogere frequenties zorgen wissels en overwegen voor een toename van de trillingen.

VI.2.3 Invloed spoorafstand

De overdracht van trillingen door de bodem kan worden beschreven met behulp van de Barkanvergelijking. De Barkanvergelijking wordt in het prognosemodel gebruikt om relatieve veranderingen van sporen en wissels te beschrijven. Omdat het op de meeste locaties om kleine veranderingen gaat, heeft de Barkanvergelijking en de nauwkeurigheid van de parameters daarin slechts een beperkte invloed op het eindresultaat. De parameters in de Barkanvergelijking zijn bepaald uit valproeven en metingen aan treinpassages op maaiveldniveau. Meer gedetailleerde informatie over de gebruikte bodemparameters is opgenomen in Bijlage V.

VI.2.4 Invloed wijziging in treinintensiteit

In het prognosemodel wordt voor elke trein de trillingsterkte in de plansituatie bepaald op basis van het trillingsignaal uit de metingen. Als gevolg van deze aanpak wordt er gecorrigeerd voor aanpassingen in het aantal passerende treinen. De berekende waarde van V_{per} uit de prognose dient daarom nog te worden gecorrigeerd voor wijzigingen in treinintensiteit. Een verhoging van de treinintensiteit leidt tot een hogere waarde van de gemiddelde trillingsterkte V_{per} . De nieuwe waarde van V_{per} kan worden berekend met behulp van de volgende vergelijking:

$$V_{per,nieuw} = V_{per,nieuw,ongecorrigeerd} \cdot \sqrt{\frac{n_{nieuw}}{n_{oud}}}$$

Hierbij is n de treinintensiteit in treinen per periode (dag, avond, nacht). $V_{per,nieuw,ongecorrigeerd}$ is de gemiddelde trillingsterkte zoals deze volgt uit de prognoses, deze waarde is wel gecorrigeerd voor wijzigingen in aantal treinen.

VI.2.5 Bepaling gewijzigde trillingsterkte

Met behulp van de verschillende toeslagfactoren is de trillingsterkte per trein in de verschillende situaties bepaald vanuit de metingen.

VI.3 Resultaten

De resultaten van de metingen, inclusief berekeningen voor de plansituatie, zijn weergegeven in Tabel 21. De verwerkingsprocedure van de metingen is opgenomen in Bijlage IV. De berekeningen hebben plaatsgevonden vanuit de metingen die zijn uitgevoerd in 2023, zie Bijlage VII voor meer details. Per meetlocatie zijn achtereenvolgens weergegeven:

- de berekende trillingsterkte V_{max} in de referentiesituatie 2015 (Ref), dit is de V_{max} voor de stoptreinen in de situatie voor de spoorverdubbeling tussen Zevenaar en Didam, eventueel gecorrigeerd voor een hoge onzekerheidswaarde R^{17} .
- de gemeten trillingsterkte V_{max} in de huidige situatie (Huidig), dit is de V_{max} voor de stoptreinen in de huidige situatie, eventueel gecorrigeerd voor een hoge onzekerheidswaarde R .
- de berekende trillingsterkte V_{max} voor de plansituatie (Plan), dit is de V_{max} voor het maatgevende treintype in de plansituatie (er is onderscheid gemaakt tussen de stoptreinen en de RegioExpres), eventueel gecorrigeerd voor een hoge onzekerheidswaarde R .
- de verhouding Q tussen de trillingsterkte V_{max} in de plansituatie en de referentiesituatie 2015, eventueel gecorrigeerd voor onzekerheid R in de trillingsterkte, zie Bijlage IV voor een nadere toelichting op hoe deze factor is bepaald.
- de maximale waarde van de trillingintensiteit V_{per} in de referentiesituatie 2015
- de maximale waarde van de trillingintensiteit V_{per} in de huidige situatie.
- de maximale waarde van de trillingintensiteit V_{per} in de plansituatie.

Zowel voor V_{max} als voor V_{per} is de maximale waarde over alle sensoren weergegeven.

Overschrijdingen van de Bts zijn **oranje** gearceerd. Op enkele locaties is de trillingsterkte van treinen zo laag dat deze conform de Bts niet kan worden vastgesteld.

¹⁷ Deze reproduceerbaarheidswaarde (in procenten) geeft aan of de datasets van de metingen en prognoses voor de verschillende situaties voldoende reproduceerbaar zijn. Conform het memo van Level Acoustics¹⁷ wordt gestreefd naar een R -waarde die niet groter is dan 10 procent. Bij de grenswaarde $A2$ in de Bts van 0.4 is de onzekerheid dan in de orde van de afrondingsfout. Voor het, door middel van een voor- en nameting, toetsen of er sprake is van een toename van meer dan 30 procent, is het ook van belang dat de onzekerheid in beide metingen niet te groot is. Door het grote aantal treinen is de R -waarde bij dit project in alle gevallen kleiner dan 10.

Tabel 21: Resultaten metingen en predicties in gebouwen. Overschrijdingen van Bts streefwaarden zijn oranje gearceerd

Meetlocatie	Trillingsterkte V_{max}				Gemiddelde trillingsterkte V_{per}		
	Ref	Huidig	Plan	Q	Ref	Huidig	Plan
Hengelder 2, Zevenaar	0.15	0.15	0.18	1.1	0.01	0.01	0.01
Turnstraat 7, Didam	0.06	0.06	0.10	1.7	<0.01	<0.01	<0.01
Parallelweg 21, Didam	0.18	0.33	0.50	2.7	0.03	0.04	0.05
Wilhelminastraat 118, Didam	0.13	0.18	0.24	1.9	<0.01	0.01	0.02
Oude Beekseweg 47, Didam	0.08	0.11	0.12	1.4	<0.01	<0.01	<0.01
Zandweg 11, Didam	0.22	0.28	0.27	1.2	0.02	0.02	0.03
Lange Klauwenhof 13, Didam	0.36	0.42	0.44	1.2	0.04	0.04	0.05
Toppegaiweg 4, Didam	0.23	0.28	0.32	1.4	0.02	0.03	0.04
Beekseweg 39, Wehl	0.23	0.27	0.25	1.1	0.02	0.03	0.03
Hof v Cambridge 42, Doetinchem	<0.05	<0.05	<0.05	n.v.t.	<0.01	<0.01	<0.01
Hof v Edinburgh 59, Doetinchem	0.07	0.07	0.13	1.7	0.01	0.01	0.01
Hof v Edinburgh 15, Doetinchem	<0.05	<0.05	<0.05	n.v.t.	<0.01	<0.01	<0.01
Uijenbroeklaan 61, Doetinchem	0.08	0.08	0.09	1.1	<0.01	<0.01	<0.01

VI.4 Betrouwbaarheid

De betrouwbaarheid van de prognoses in dit onderzoek is afhankelijk van een aantal aspecten:

- De betrouwbaarheid van de meting. Alleen bij het meten van voldoende treinpassages is de meting, en daarmee ook de prognose, voldoende betrouwbaar. De betrouwbaarheid van de meting wordt in dit onderzoek aangegeven middels een zogenaamde *R*- of reproduceerbaarheidswaarde. Een *R*-waarde van kleiner dan 10 procent impliceert een goed reproduceerbare meting, de resultaten van een tweede meting zullen maximaal 10 procent afwijken van de gepresenteerde meetresultaten. De betrouwbaarheid van de meting wordt meegenomen in de beoordeling;
- De betrouwbaarheid van de diverse toeslagfactoren voor de wijzigingen ten gevolge van het project. De belangrijkste wijzigingen zijn:
 - Snelheidsverandering, met name rond stations. Op basis van metingen op andere locaties in Nederland is een zo betrouwbaar mogelijke snelheidsrelatie gehanteerd voor dit onderzoek. De beschikbare metingen laten zien dat er voor treinen van het type GTW relatief weinig variatie is in deze snelheidsrelatie, zodat de kans op een onderschatting van het snelheidseffect klein is.
 - Invloed afstandswijziging. De invloed van de afstandswijziging is meegenomen met de Barkanvergelijking, op basis van de locatiespecifieke maaiveldmetingen (zie Bijlage V). Verder geldt dat de invloed van deze toeslagfactor doorgaans gering is (in het project vinden vrijwel geen afstandswijzigingen plaats). Uit ervaringen met eerdere projecten blijkt dat er slechts een beperkte onzekerheid is op de invloed van de afstandswijziging, bij dit project is de invloed klein doordat de afstandsverandering vaak beperkt is tot enkele meters.

- Invloed correctie wissels en overwegen. De invloed van wissels en overwegen hangt sterk af van de conditie van de wissel resp. de spoorligging rond de overweg. In dit onderzoek is deze invloed conservatief meegenomen.

Zoals gebruikelijk wordt de beoordeling van de trillingen uitgevoerd op de verwachtingswaarde van de trillingen, met inachtneming van bovenstaande conservatieve inschattingen. Uit ervaringen met eerdere projecten blijkt dat dit de meest betrouwbare beoordelingsmethodiek is, waarbij factoren met een sterke mate van onzekerheid worst-case worden meegenomen, zodat niet onterecht bepaalde locaties over het hoofd worden gezien bij een maatregelenafweging.

VI.5 Verschillen tussen modelberekeningen en woningmetingen

Verschillen tussen de modelberekeningen en predicties op basis van woningmetingen kunnen worden veroorzaakt door (een combinatie van) de volgende aspecten:

1. Het model van stap 2 is nauwkeuriger dan het model van stap 1, omdat in stap 2 alleen gerekend wordt met toeslagfactoren voor de wijzigingen in bijvoorbeeld treinsnelheid en de ligging van sporen en wissels. Hoe geringer deze wijzigingen zijn, hoe meer de plansituatie overeenkomt met de gemeten referentiesituatie, en hoe betrouwbaarder de berekeningen dus zijn;
2. In stap 2 wordt in gebouwen gemeten, hierdoor worden de specifieke gebouweigenschappen nauwkeuriger meegenomen dan in stap 1. Elk gebouw heeft een specifieke overdracht tussen fundering en midden vloerveld. Hierdoor is het ene gebouw gevoeliger voor een toename van de trillingsterkte in het laagfrequente gebied dan een ander gebouw. Verschillen tussen stap 1 en stap 2 worden meestal veroorzaakt door verschillen in gebouweigenschappen. Dit is vooral te zien bij meetlocatie Lange Klauwenhof.

Bijlage VII. Achtergrondinformatie woningmetingen

Deze bijlage bevat een overzicht en schets van de meetopstelling, de resultaten van de metingen en de berekening voor de bestaande situatie en de plansituatie voor alle meetlocaties. In bijlage IV is meer informatie gegeven over hoe de verschillende parameters zijn bepaald.

VII.1 Hengelder 2 - Zevenaar

Deze meetlocatie heeft de functie *Wonen*, een kaart van de locatie van het gebouw is weergegeven in Figuur 51.



Figuur 51: Locatie gebouw

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de Bts. Er zijn 2 meetpunten geplaatst gedurende de gehele meetperiode:

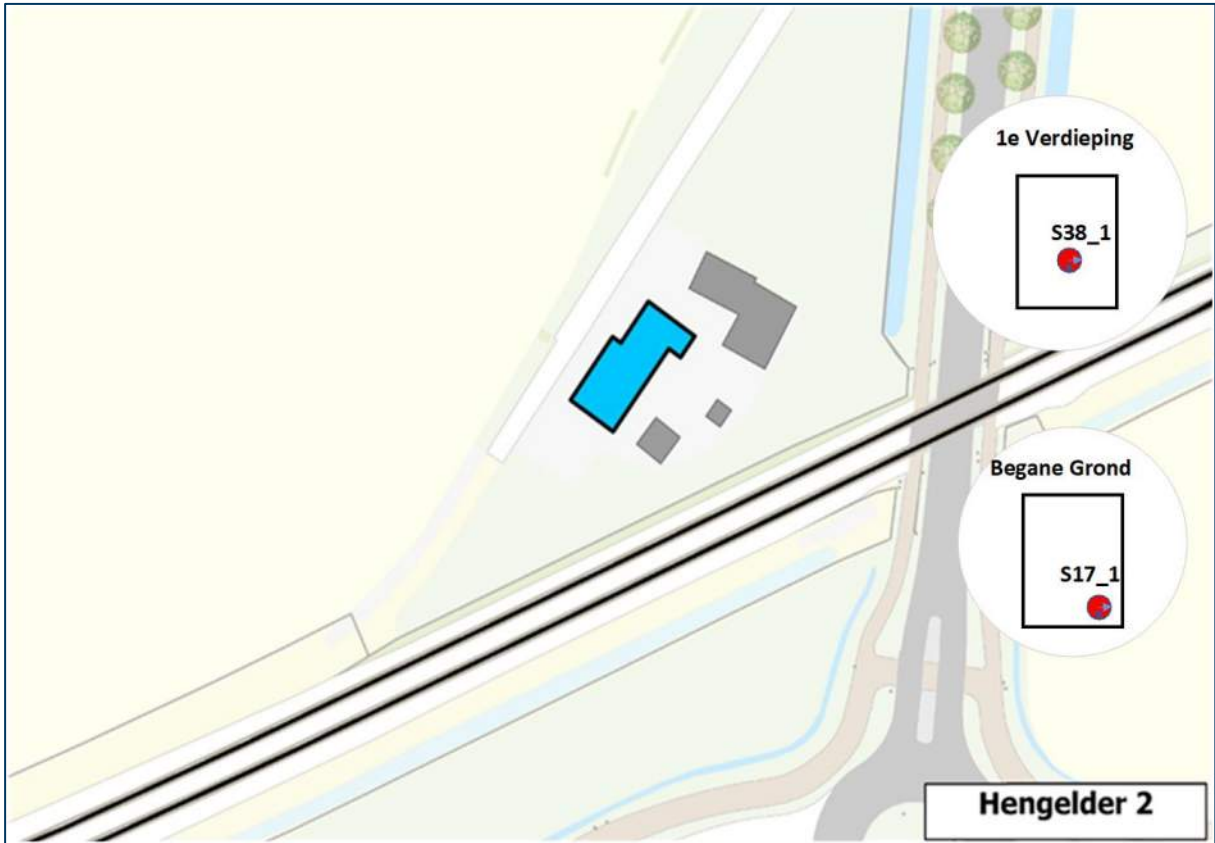
- Een driedimensionale trillingsensor (17_1) op een stijf punt op de begane grond (fundering).
- Een driedimensionale trillingsensor (38_1) in het midden van de vloer op de 1^e verdieping.

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel 22.

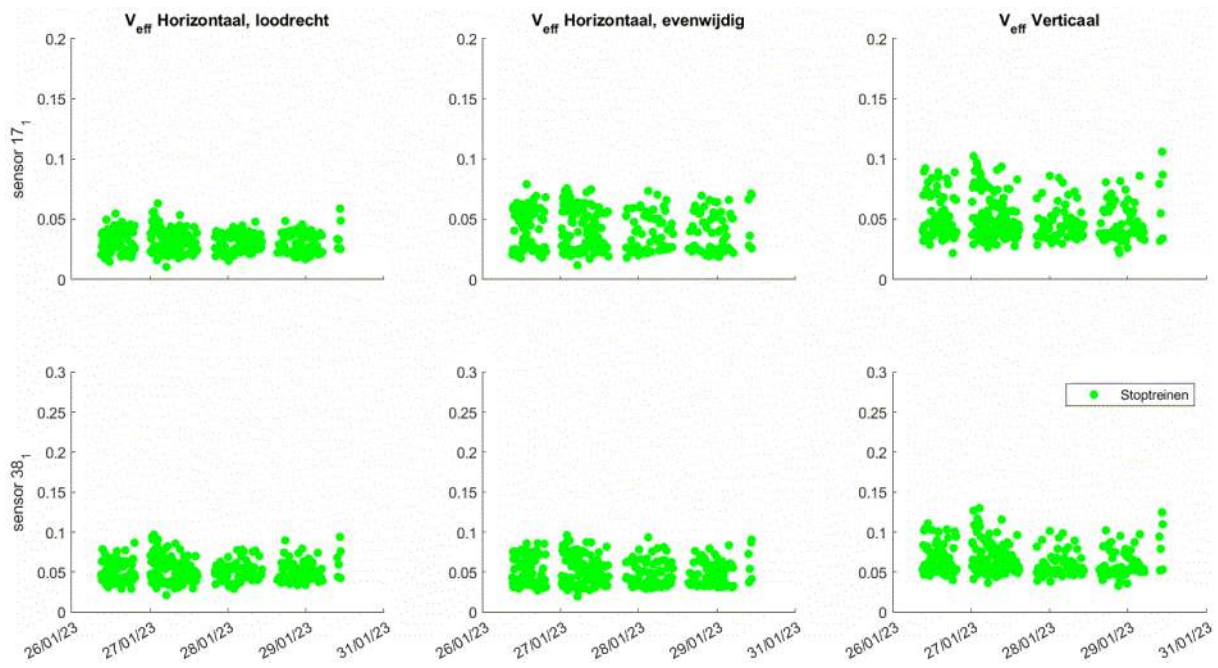
Tabel 22: Gegevens meting

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V.</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>ir. K. Gasparotto, kareen.gasparotto@movares.nl</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>André Fredriksz, andre.fredriksz@movares.nl</i>
3	Tijdspanne meting	<i>26 januari 2023 tot 01 februari 2023</i>
4	Type trillingbron	<i>Treinen, lokaal vrachtverkeer zorgt ook voor hoge trillingen</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Tweelaags gebouw, opgebouwd uit metselwerk</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie Figuur 52</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage III</i>
8	Meetposities	<i>Zie Figuur 52</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons, 17_1 en 38_1</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>2 D-meetcomputers (D02 en D34) met 1 aangesloten kanaal</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>Meetcomputer</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur 53</i>
11	Motivatie classificatie gebouw	<i>Op basis van gegevens BAG</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>-</i>

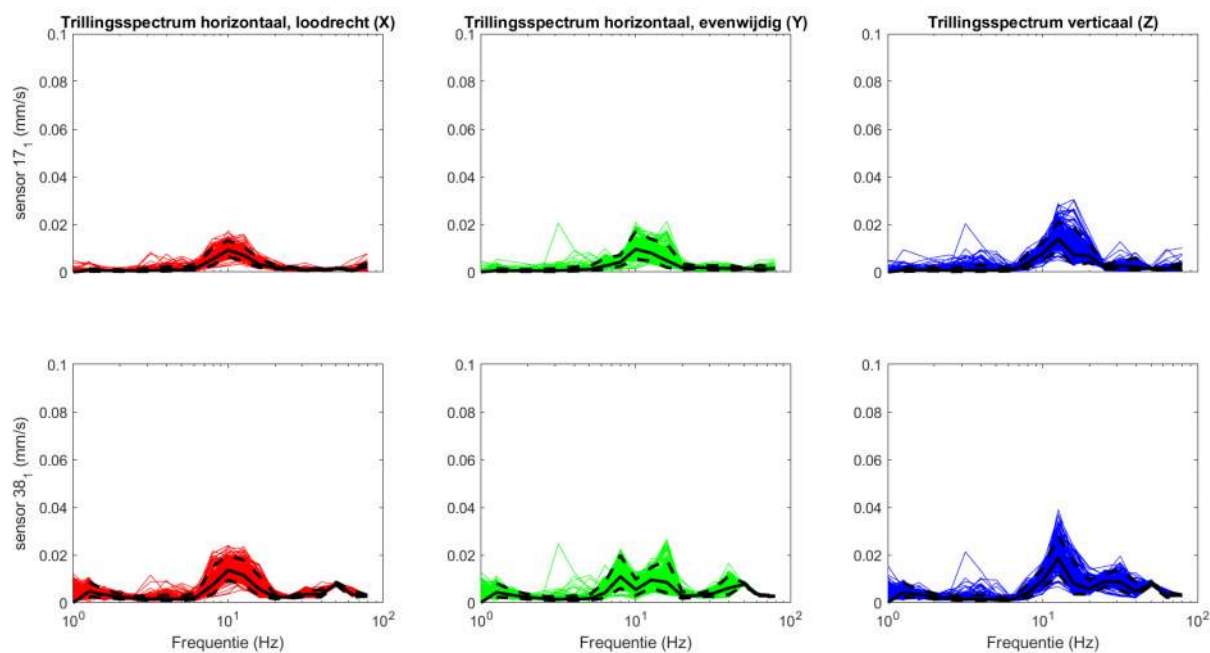
Een overzicht van de gebruikte sensorposities en de sporenlay-out is weergegeven in Figuur 52, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur 53 en Figuur 54. Het spoor is in het verleden hier verdubbeld.



Figuur 52: Opstelling sensoren



Figuur 53: Meetresultaten



Figuur 54: Trillingspectra meting

VII.1.1 Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 23. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 23: Resultaten huidige situatie

	17_1, stijf punt			38_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
Vper, dag	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
Vper, avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vper, nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vmax, Bts	0.07	0.09	0.12	0.12	0.11	0.15
R	3	3	3	3	3	3

Op deze locatie zijn 326 reizigerstreinen gemeten.

VII.1.2 Resultaten berekening referentiesituatie 2015

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen tussen de bestaande situatie en de referentiesituatie 2015 is een berekening gemaakt voor de trillingen in de referentiesituatie 2015 op basis van het rekenmodel uit Bijlage VI. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 24.

Tabel 24: Resultaten referentiesituatie 2015

	17_1, stijf punt			38_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V _{per} , dag	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
V _{per} , avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{max} , Bts	0.07	0.08	0.11	0.11	0.11	0.15
R	4	4	4	4	4	4

De trillingsterkte is licht toegenomen t.o.v. de referentiesituatie uit 2015, vooral door de lichte toename van de treinsnelheid. Doordat een deel van de treinen verder weg gaat rijden, is de toename beperkt.

VII.1.3 Resultaten berekening plansituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen tussen de bestaande situatie en de plansituatie is een berekening gemaakt voor de trillingen in de plansituatie op basis van het rekenmodel uit Bijlage VI. De trillingen in de plansituatie zijn weergegeven in Tabel 25.

Tabel 25: Resultaten plansituatie

	17_1, stijf punt			38_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V _{per} , dag	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
V _{per} , avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{max} , Bts	0.07	0.09	0.12	0.12	0.11	0.15
R	3	3	3	3	3	3

De Q-waarde bedraagt 1.1. De trillingsterkte neemt toe ten opzichte van de referentiesituatie 2015, vooral doordat de treinen sneller rijden.

VII.1.4 Conclusies

De trillingsterkte V_{max} neemt in de plansituatie licht toe ten opzichte van de referentiesituatie 2015 en huidige situatie, maar de toename is lager dan 1.3. De gemiddelde trillingsterkte V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde. Voor deze locatie hoeven geen maatregelen te worden afgewogen op doelmatigheid.

Uit de metingen en berekeningen blijkt verder dat de trillingsnelheid aanzienlijk lager is dan de grenswaarde voor trillingschade uit de SBR A-richtlijn, de kans op schade ten gevolge van treinverkeer is dus verwaarloosbaar.

VII.2 Turnstraat 7, Didam

Deze meetlocatie heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 55.



Figuur 55: Gevel

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de Bts. Er zijn 2 meetpunten geplaatst gedurende de gehele meetperiode:

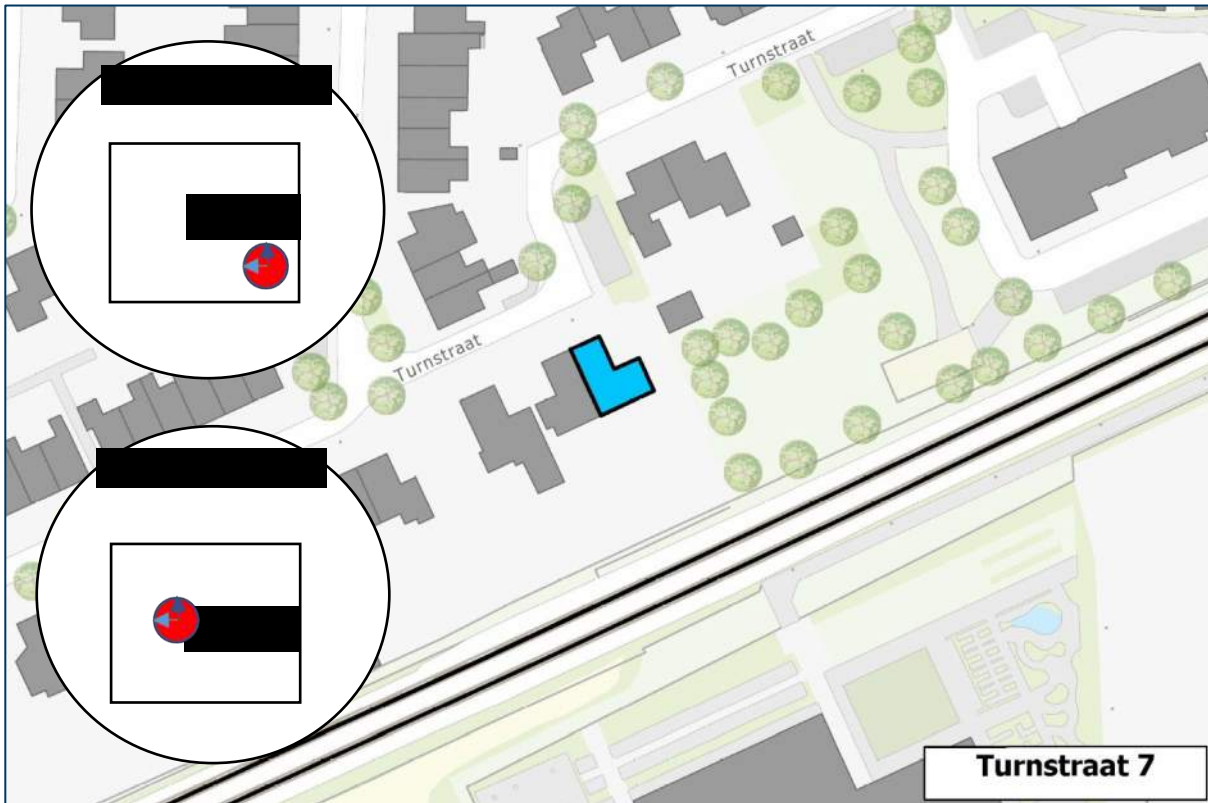
- Een driedimensionale trillingsensor (38_1) op een stijf punt op de begane grond (fundering).
- Een driedimensionale trillingsensor (17_1) in het midden van de vloer op de 1^e verdieping.

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel 26.

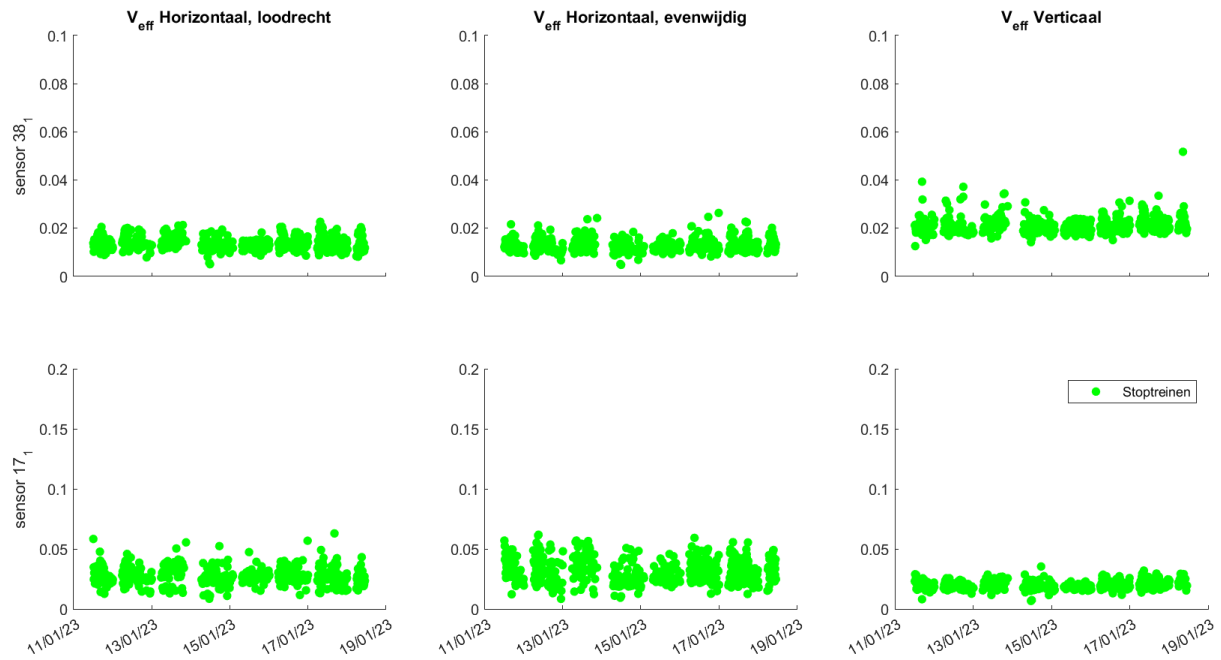
Tabel 26: Gegevens meting

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V.
	Verantwoordelijke persoon	ir. K. Gasparotto, kareen.gasparotto@movares.nl
2	Meting uitgevoerd door	André Fredriksz, andre.fredriksz@movares.nl
3	Tijdsperiode meting	11 januari 2023 tot 18 januari 2023
4	Type trillingbron	Treinen
5	Gebouwomschrijving	Drielaags gebouw, opgebouwd uit metselwerk
6	Locatie metingen	Zie Figuur 56
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage III
8	Meetposities	Zie Figuur 56
9	Gebruikte meetopnemers	Twee 3D-geofoons, 38_1 en 17_1
	Gebruikte registratieapparatuur	2 D-meetcomputers (D34 en D02) met 1 aangesloten kanaal
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	Meetcomputer
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur 57
11	Motivatatie classificatie gebouw	Op basis van gegevens BAG
12	Overige relevante omstandigheden	-

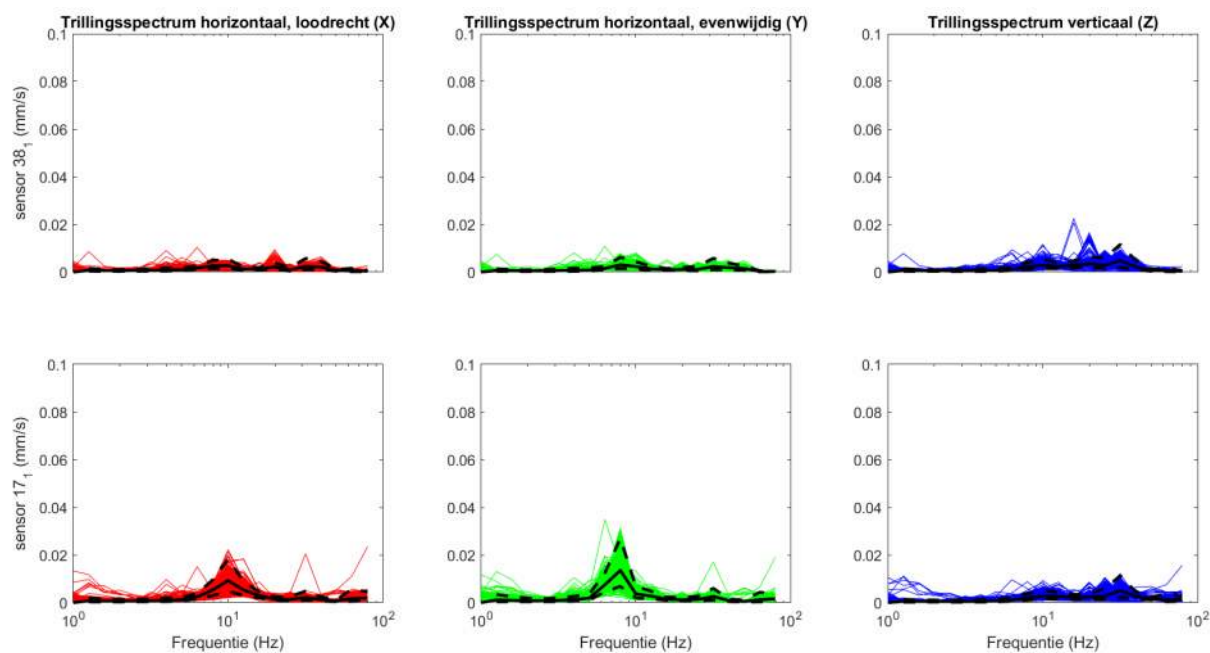
Een overzicht van de gebruikte sensorposities en de sporenlay-out is weergegeven in Figuur 56, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur 57 en Figuur 58. De sporenlay-out wijzigt hier niet.



Figuur 56: Opstelling sensoren



Figuur 57: Meetresultaten



Figuur 58: Trillingspectra meting

VII.2.1 Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 27. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 27: Resultaten huidige situatie

	38_1, stijf punt			17_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
Vper, dag	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vper, avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vper, nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vmax, Bts	0.03	0.03	0.05	0.06	0.06	0.04
R	8	8	8	8	8	8

Op deze locatie zijn 532 reizigerstreinen gemeten.

VII.2.2 Resultaten berekening referentiesituatie 2015

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen tussen de bestaande situatie en de referentiesituatie is een berekening gemaakt voor de trillingen in de referentiesituatie op basis van het rekenmodel uit Bijlage VI. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 28.

Tabel 28: Resultaten referentiesituatie 2015

	38_1, stijf punt			17_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V _{per} , dag	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{max} , Bts	0.03	0.03	0.05	0.05	0.06	0.04
R	13	13	13	13	13	13

De trillingsterkte is toegenomen t.o.v. de referentiesituatie uit 2015, vooral door de toename van de treinsnelheid.

VII.2.3 Resultaten berekening plansituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen tussen de bestaande situatie en de plansituatie is een berekening gemaakt voor de trillingen in de plansituatie op basis van het rekenmodel uit Bijlage VI. De trillingen in de plansituatie zijn weergegeven in Tabel 29.

Tabel 29: Resultaten plansituatie

	38_1, stijf punt			17_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V _{per} , dag	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{max} , Bts	0.04	0.04	0.07	0.09	0.10	0.06
R	6	6	6	6	6	6

De Q-waarde bedraagt 1.7. De trillingsterkte neemt toe, vooral doordat de RegioExpres sneller gaat rijden dan de stoptreinen in de referentiesituatie 2015.

VII.2.4 Conclusies

De trillingsterkte V_{max} neemt in de plansituatie toe ten opzichte van de referentiesituatie 2015 en de huidige situatie, maar blijft lager dan de streefwaarde. Ook de gemiddelde trillingsterkte V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde. Voor deze locatie hoeven geen maatregelen te worden afgewogen op doelmatigheid omdat de trillingsterkte lager is dan de streefwaarde.

Uit de metingen en berekeningen blijkt verder dat de trillingsnelheid aanzienlijk lager is dan de grenswaarde voor trillingschade uit de SBR A-richtlijn, de kans op schade ten gevolge van treinverkeer is dus verwaarloosbaar.

VII.3 Parallelweg 21, Didam

Deze meetlocatie heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 59.



Figuur 59: Gevel

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de Bts. Er zijn 2 meetpunten geplaatst gedurende de gehele meetperiode:

- Een driedimensionale trillingsensor (17_1) op een stijf punt op de begane grond (fundering).
- Een driedimensionale trillingsensor (38_1) in het midden van de vloer op de 1^e verdieping.

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel 30.

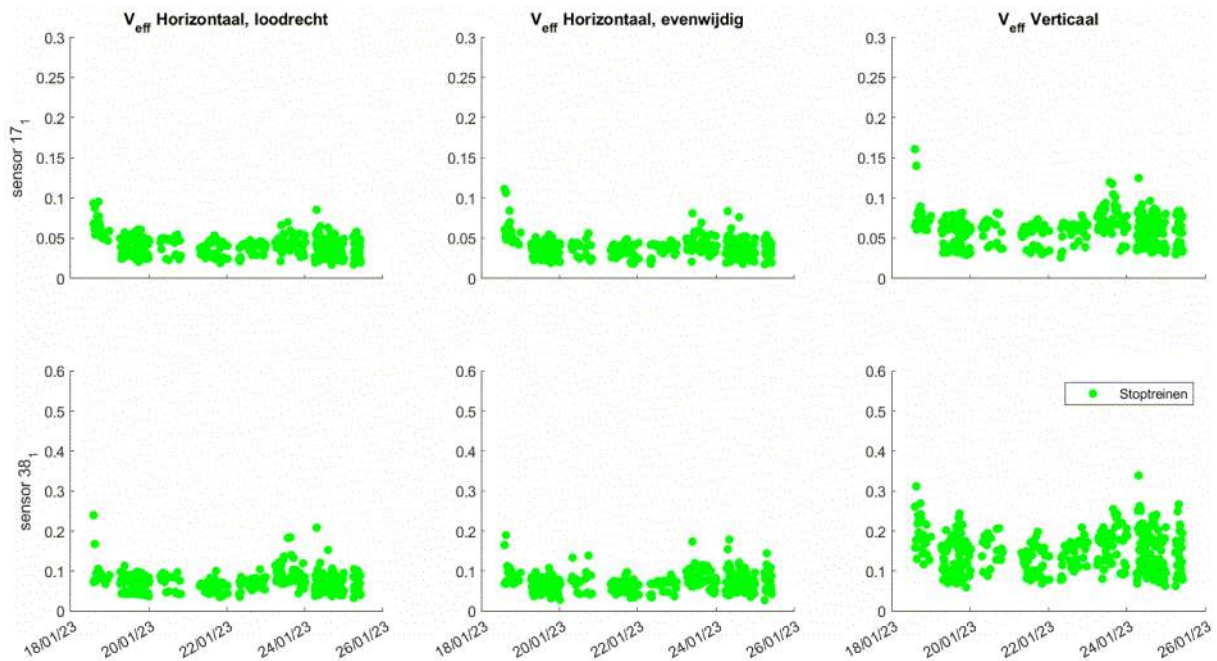
Tabel 30: Gegevens meting

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V.</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>ir. K. Gasparotto, kareen.gasparotto@movares.nl</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>André Fredriksz, andre.fredriksz@movares.nl</i>
3	Tijdspanne meting	<i>18 januari 2023 tot 25 januari 2023</i>
4	Type trillingbron	<i>Treinen, lokaal vrachtverkeer zorgt ook voor hoge trillingen</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Drielaags gebouw, opgebouwd uit metselwerk</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie Figuur 60</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage III</i>
8	Meetposities	<i>Zie Figuur 60</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons, 17_1 en 38_1</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>2 D-meetcomputers (D02 en D34) met 1 aangesloten kanaal</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>Meetcomputer</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur 61</i>
11	Motivatie classificatie gebouw	<i>Op basis van gegevens BAG</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>-</i>

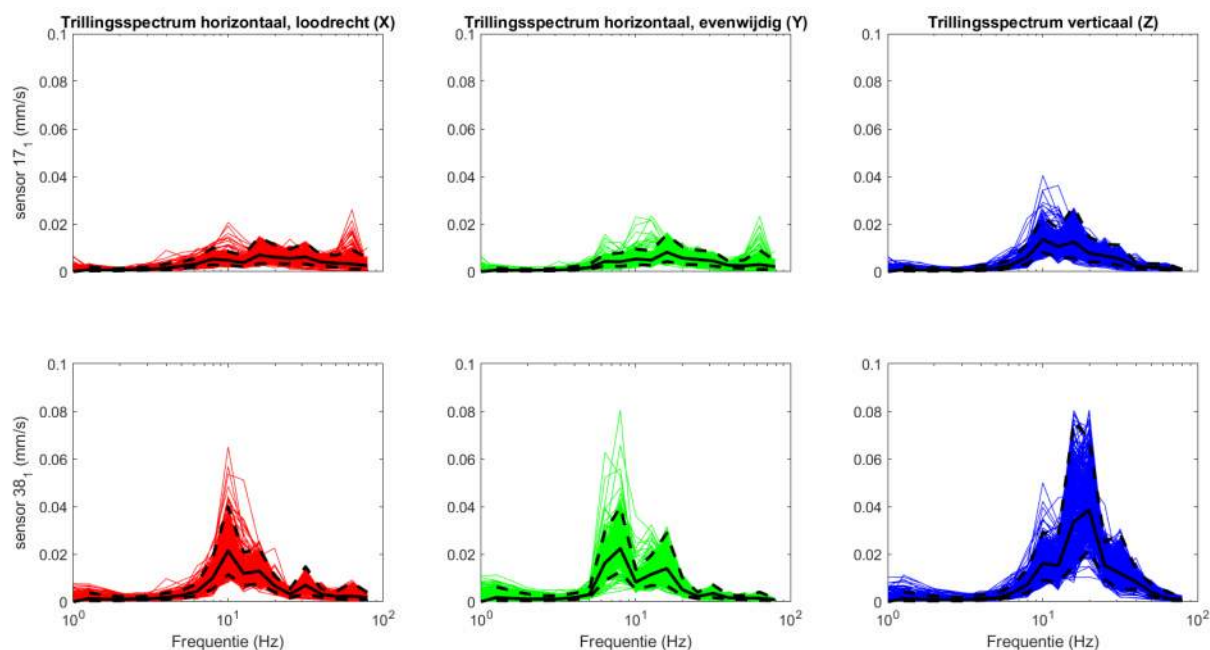
Een overzicht van de gebruikte sensorposities en de sporenlay-out is weergegeven in Figuur 60, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur 61 en Figuur 62. Het bestaande wissel wordt hier verwijderd en aan de noordzijde wordt een extra spoor gerealiseerd.



Figuur 60: Opstelling sensoren



Figuur 61: Meetresultaten



Figuur 62: Trillingspectra meting

VII.3.1 Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 31. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 31: Resultaten huidige situatie

	17_1, stijf punt			38_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
Vper, dag	<0.01	<0.01	0.01	0.01	0.01	0.04
Vper, avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.03
Vper, nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02
Vmax, Bts	0.09	0.09	0.13	0.16	0.16	0.33
R	3	3	3	3	3	3

Op deze locatie zijn 383 reizigerstreinen gemeten.

VII.3.2 Resultaten berekening referentiesituatie 2015

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen tussen de bestaande situatie en de referentiesituatie 2015 is een berekening gemaakt voor de trillingen in de referentiesituatie op basis van het rekenmodel uit Bijlage VI. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 32.

Tabel 32: Resultaten referentiesituatie 2015

	17_1, stijf punt			38_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V _{per} , dag	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01	0.01
V _{per} , avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
V _{per} , nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
V _{max} , Bts	0.05	0.05	0.07	0.09	0.09	0.18
R	3	3	3	3	3	3

De trillingsterkte is toegenomen t.o.v. de referentiesituatie uit 2015, vooral door de toename van de treinsnelheid.

VII.3.3 Resultaten berekening plansituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen tussen de bestaande situatie en de plansituatie is een berekening gemaakt voor de trillingen in de plansituatie op basis van het rekenmodel uit Bijlage VI. De trillingen in de plansituatie zijn weergegeven in Tabel 33.

Tabel 33: Resultaten plansituatie

	17_1, stijf punt			38_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V _{per} , dag	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.05
V _{per} , avond	<0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.03
V _{per} , nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02
V _{max} , Bts	0.14	0.14	0.20	0.24	0.25	0.50
R	8	8	8	8	8	8

De Q-waarde bedraagt 2.7. Het verwijderen van het wissel heeft een positief effect op de trillingen, maar toch neemt de trillingsterkte toe, doordat de RegioExpres sneller gaat rijden dan de stoptreinen in de referentiesituatie 2015.

VII.3.4 Conclusies

De trillingsterkte V_{max} neemt in de plansituatie toe ten opzichte van de referentiesituatie 2015 en huidige situatie. De gemiddelde trillingsterkte V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde. Voor deze locatie dienen maatregelen te worden afgewogen op doelmatigheid om de toename van de trillingsterkte te beperken tot 1.3.

Uit de metingen en berekeningen blijkt verder dat de trillingsnelheid aanzienlijk lager is dan de grenswaarde voor trillingschade uit de SBR A-richtlijn, de kans op schade ten gevolge van treinverkeer is dus verwaarloosbaar.

VII.4 Wilhelminastraat 118, Didam

Deze meetlocatie heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 63: Gevel.



Figuur 63: Gevel

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de Bts. Er zijn 2 meetpunten geplaatst gedurende de gehele meetperiode:

- Een driedimensionale trillingsensor (32_1) op een stijf punt op de begane grond (fundering).
- Een driedimensionale trillingsensor (27_1) in het midden van de vloer op de 1^e verdieping.

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel 34.

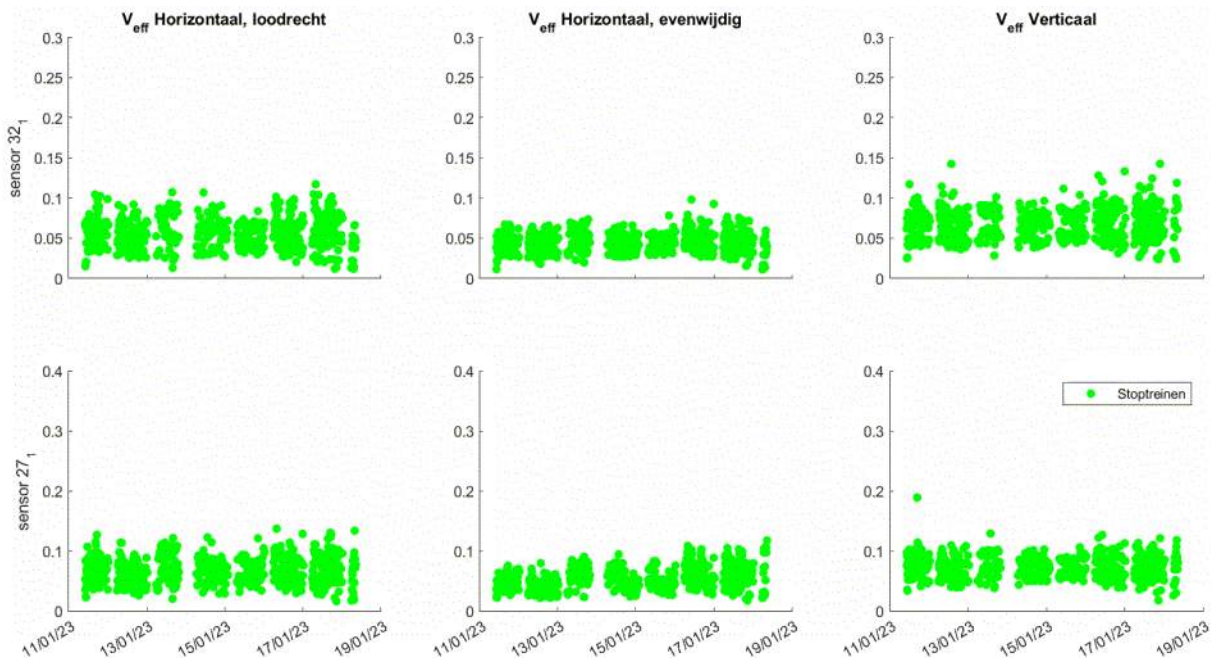
Tabel 34: Gegevens meting

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V.
	Verantwoordelijke persoon	ir. K. Gasparotto, kareen.gasparotto@movares.nl
2	Meting uitgevoerd door	André Fredriksz, andre.fredriksz@movares.nl
3	Tijdperiode meting	11 januari 2023 tot 18 januari 2023
4	Type trillingbron	Treinen, lokaal vrachtverkeer zorgt ook voor hoge trillingen
5	Gebouwomschrijving	Tweelaags gebouw, opgebouwd uit metselwerk
6	Locatie metingen	Zie Figuur 64
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage III
8	Meetposities	Zie Figuur 64
9	Gebruikte meetopnemers	Twee 3D-geofoons, 32_1 en 27_1
	Gebruikte registratieapparatuur	2 D-meetcomputers met 1 aangesloten kanaal
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	Meetcomputer
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur 65
11	Motivatie classificatie gebouw	Op basis van gegevens BAG
12	Overige relevante omstandigheden	-

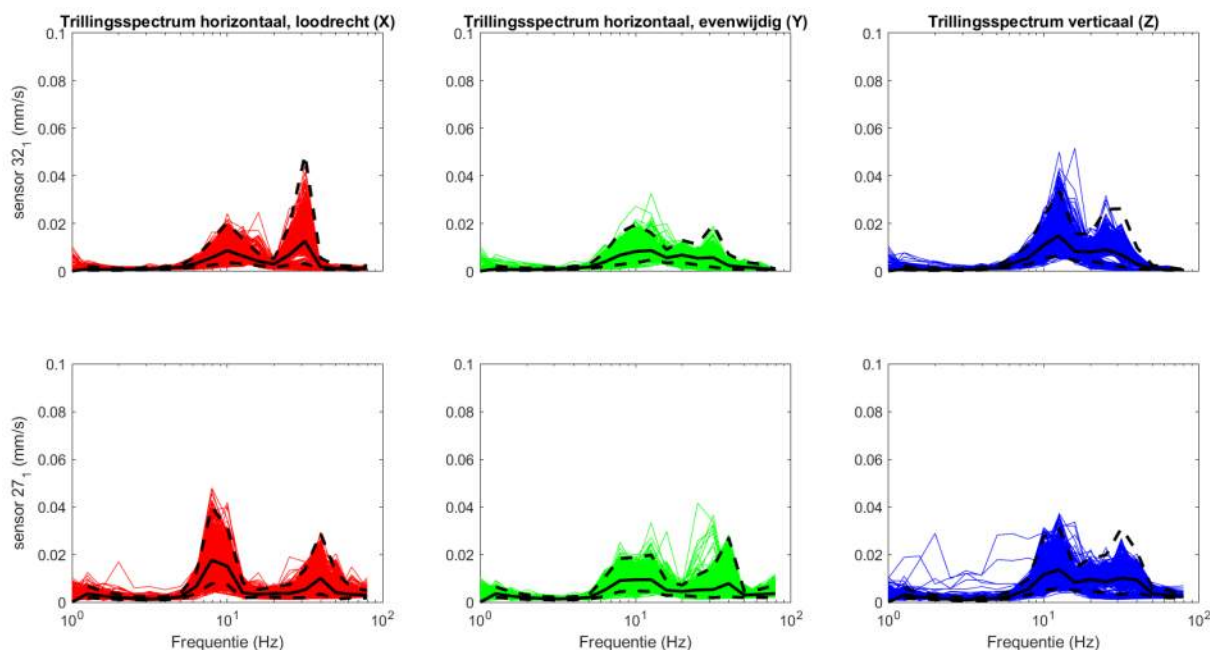
Een overzicht van de gebruikte sensorposities en de sporenlay-out is weergegeven in Figuur 64, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur 65 en Figuur 66. Aan de noordzijde komt er een extra spoor bij.



Figuur 64: Opstelling sensoren



Figuur 65: Meetresultaten



Figuur 66: Gemeten trillingspectra

VII.4.1 Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 35. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 35: Resultaten huidige situatie

	32_1, stijf punt			27_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
Vper, dag	<0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
Vper, avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
Vper, nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vmax, Bts	0.13	0.11	0.16	0.16	0.12	0.18
R	2	2	2	2	2	2

Op deze locatie zijn 611 reizigerstreinen gemeten.

VII.4.2 Resultaten berekening referentiesituatie 2015

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen tussen de bestaande situatie en de referentiesituatie 2015 is een berekening gemaakt voor de trillingen in de referentiesituatie 2015 op basis van het rekenmodel uit Bijlage VI. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 36.

Tabel 36: Resultaten referentiesituatie 2015

	32_1, stijf punt			27_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V _{per} , dag	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{max} , Bts	0.10	0.08	0.12	0.12	0.09	0.13
R	2	2	2	2	2	2

De trillingsterkte is toegenomen in de huidige situatie t.o.v. de referentiesituatie uit 2015. Dit komt vooral door de toename van de treinsnelheid.

VII.4.3 Resultaten berekening plansituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen tussen de bestaande situatie en de plansituatie is een berekening gemaakt voor de trillingen in de plansituatie op basis van het rekenmodel uit Bijlage VI. De trillingen in de plansituatie zijn weergegeven in Tabel 37.

Tabel 37: Resultaten plansituatie

	32_1, stijf punt			27_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V _{per} , dag	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02
V _{per} , avond	<0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
V _{per} , nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{max} , Bts	0.18	0.15	0.22	0.22	0.18	0.24
R	6	6	6	6	6	6

De Q-waarde bedraagt 1.9. De trillingsterkte neemt toe, vooral door het dichterbij komen van de sporen en doordat de RegioExpres sneller gaat rijden dan de stoptreinen in de referentiesituatie 2015.

VII.4.4 Conclusies

De trillingsterkte V_{max} neemt in de plansituatie toe ten opzichte van de referentiesituatie 2015 en de huidige situatie. De trillingsterkte V_{max} is echter niet groter dan de streefwaarde A1 en de gemiddelde trillingsterkte V_{per} is in de plansituatie ook lager dan de grenswaarde A3. Voor deze locatie hoeven geen maatregelen te worden afgewogen op doelmatigheid.

Uit de metingen en berekeningen blijkt verder dat de trillingsnelheid aanzienlijk lager is dan de grenswaarde voor trillingschade uit de SBR A-richtlijn, de kans op schade ten gevolge van treinverkeer is dus verwaarloosbaar.

VII.5 Oude Beekseweg 47 - Didam

Deze meetlocatie heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 67.



Figuur 67: Gevel

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de Bts. Er zijn 2 meetpunten geplaatst gedurende de gehele meetperiode:

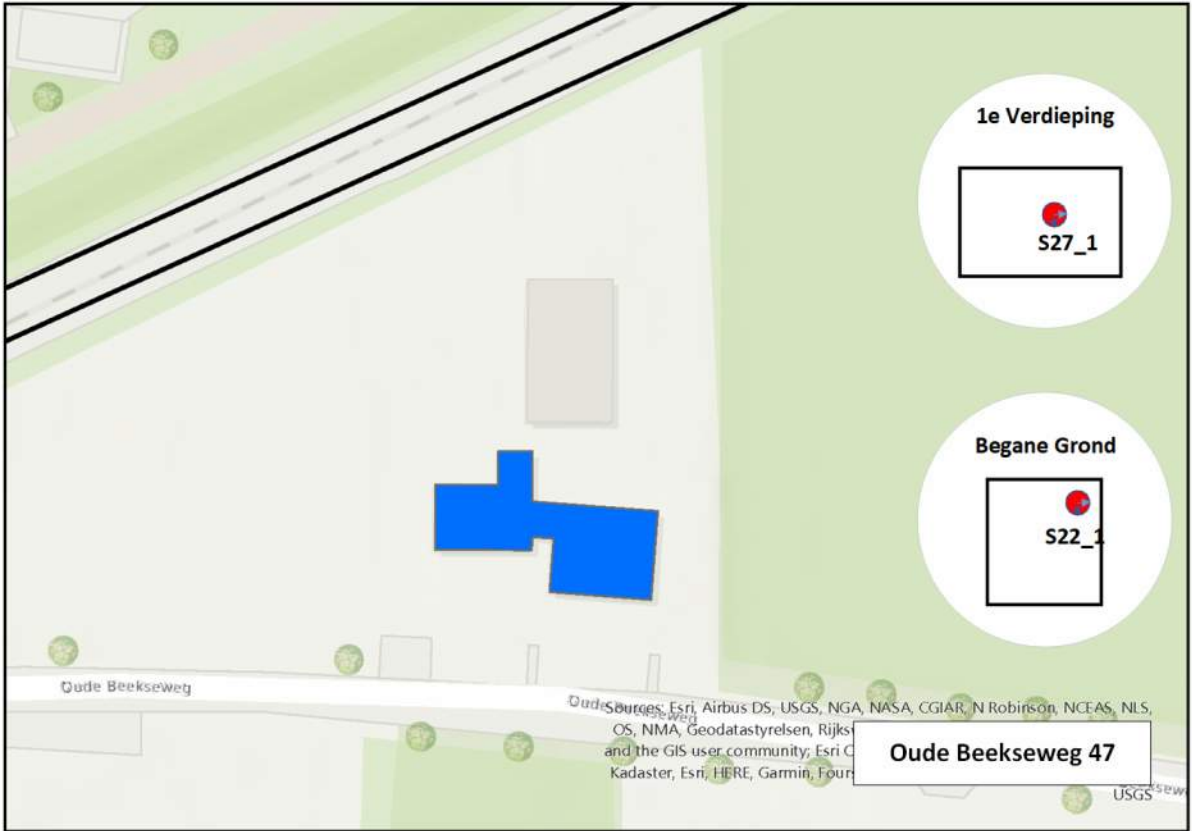
- Een driedimensionale trillingsensor (22_1) op een stijf punt op de begane grond (fundering).
- Een driedimensionale trillingsensor (27_1) in het midden van de vloer op de 1^e verdieping.

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel 38.

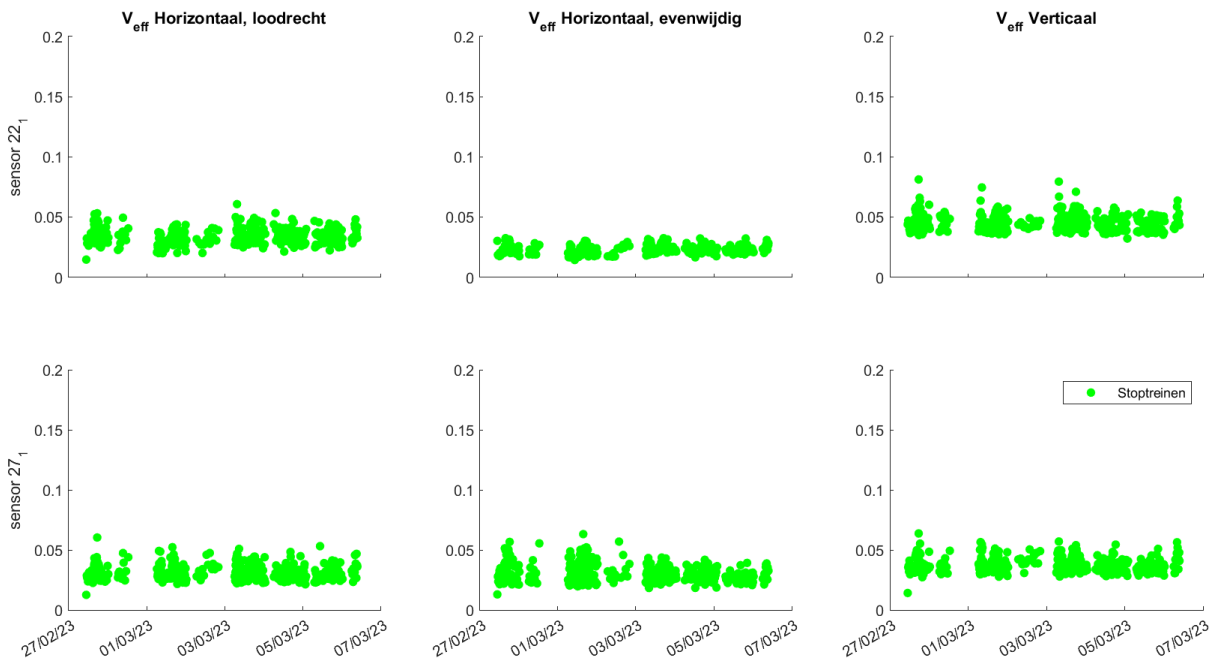
Tabel 38 Gegevens meting

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V.
	Verantwoordelijke persoon	ir. K. Gasparotto, kareen.gasparotto@movares.nl
2	Meting uitgevoerd door	André Fredriksz, andre.fredriksz@movares.nl
3	Tijdsperiode meting	27 februari 2023 tot 06 maart 2023
4	Type trillingbron	Treinen
5	Gebouwschrijving	Drielaags gebouw, opgebouwd uit metselwerk
6	Locatie metingen	Zie Figuur 68
7	Geotechnische gegevens	Zie Bijlage III
8	Meetposities	Zie Figuur 68
9	Gebruikte meetopnemers	Twee 3D-gefoons, 22_1 en 27_1
	Gebruikte registratieapparatuur	2 D-meetcomputers (D34 en D37) met 1 aangesloten kanaal
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	Meetcomputer
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur 69
11	Motivatie classificatie gebouw	Op basis van gegevens BAG
12	Overige relevante omstandigheden	-

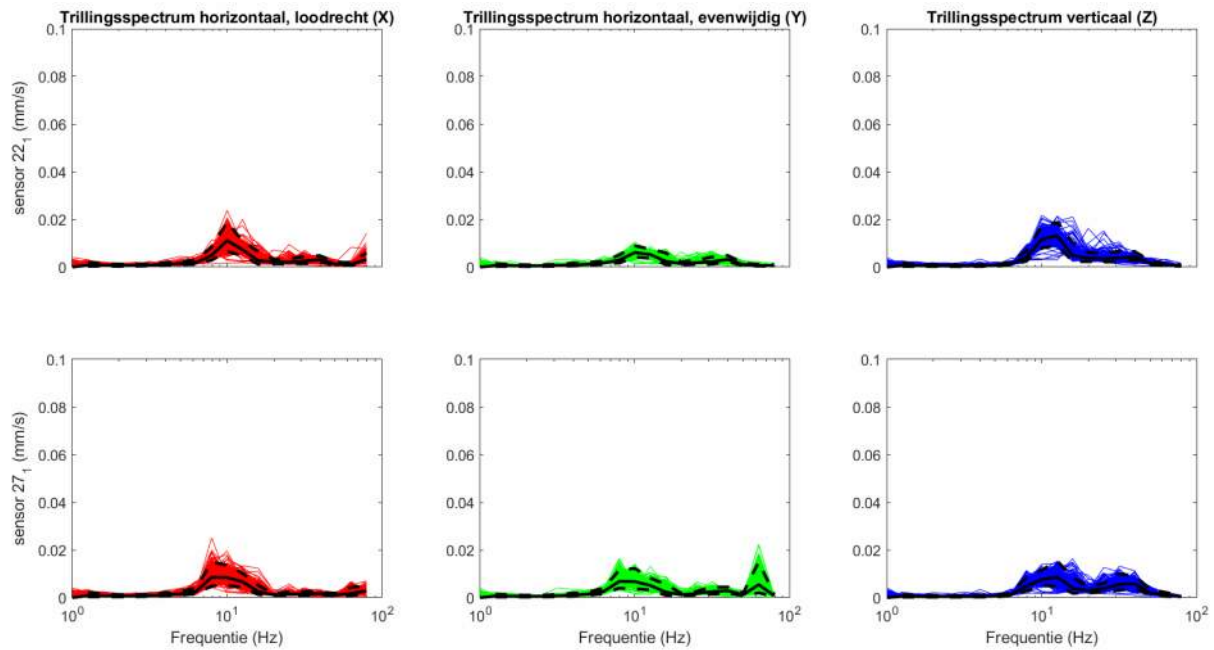
Een overzicht van de gebruikte sensorposities en de sporenlay-out is weergegeven in Figuur 68, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur 69 en Figuur 70. Het spoor wordt hier verdubbeld, en verschuift deels richting de woning.



Figuur 68: Opstelling sensoren



Figuur 69: Meetresultaten



Figuur 70: Trillingspectra meting

VII.5.1 Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 39. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 39: Resultaten huidige situatie

	22_1, stijf punt			27_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
Vper, dag	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vper, avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vper, nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vmax, Bts	0.08	0.05	0.11	0.07	0.07	0.09
R	3	3	3	3	3	3

Op deze locatie zijn 407 reizigerstreinen gemeten.

VII.5.2 Resultaten berekening referentiesituatie 2015

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen tussen de bestaande situatie en de referentiesituatie 2015 is een berekening gemaakt voor de trillingen in de referentiesituatie op basis van het rekenmodel uit Bijlage VI. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 40.

Tabel 40: Resultaten referentiesituatie 2015

	22_1, stijf punt			27_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V _{per} , dag	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{max} , Bts	0.06	0.04	0.08	0.06	0.06	0.07
R	3	3	3	3	3	3

De trillingsterkte is toegenomen t.o.v. de referentiesituatie uit 2015, vooral door de toename van de treinsnelheid.

VII.5.3 Resultaten berekening plansituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen tussen de bestaande situatie en de plansituatie is een berekening gemaakt voor de trillingen in de plansituatie op basis van het rekenmodel uit Bijlage VI. De trillingen in de plansituatie zijn weergegeven in Tabel 41.

Tabel 41: Resultaten plansituatie

	22_1, stijf punt			27_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V _{per} , dag	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{max} , Bts	0.09	0.06	0.12	0.08	0.08	0.10
R	7	7	7	7	7	7

De Q-waarde bedraagt 1.4. De trillingsterkte neemt toe, vooral doordat de RegioExpres sneller gaat rijden dan de stoptreinen in de referentiesituatie 2015.

VII.5.4 Conclusies

De trillingsterkte V_{max} neemt in de plansituatie toe ten opzichte van de referentiesituatie 2015 en huidige situatie, maar blijft lager dan de streefwaarde A1. De gemiddelde trillingsterkte V_{per} is in de plansituatie ook lager dan de grenswaarde A3. Voor deze locatie hoeven geen maatregelen te worden afgewogen omdat de trillingsterkte lager is dan de streefwaarde.

Uit de metingen en berekeningen blijkt verder dat de trillingsnelheid aanzienlijk lager is dan de grenswaarde voor trillingschade uit de SBR A-richtlijn, de kans op schade ten gevolge van treinverkeer is dus verwaarloosbaar.

VII.6 Zandweg 11 - Didam

Deze meetlocatie heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 71.



Figuur 71: Gevel

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de Bts. Er zijn 2 meetpunten geplaatst gedurende de gehele meetperiode:

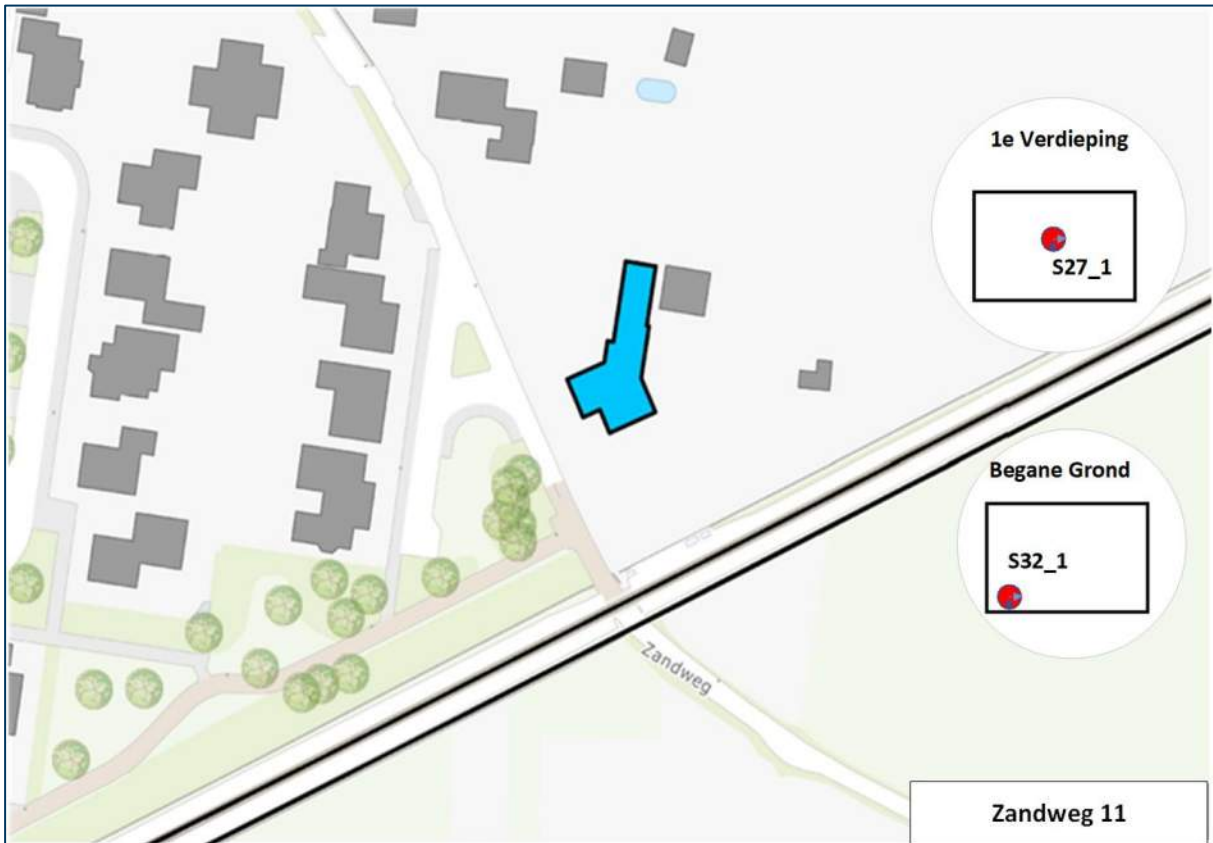
- Een driedimensionale trillingsensor (32_1) op een stijf punt op de begane grond (fundering).
- Een driedimensionale trillingsensor (27_1) in het midden van de vloer op de 1^e verdieping.

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel 42.

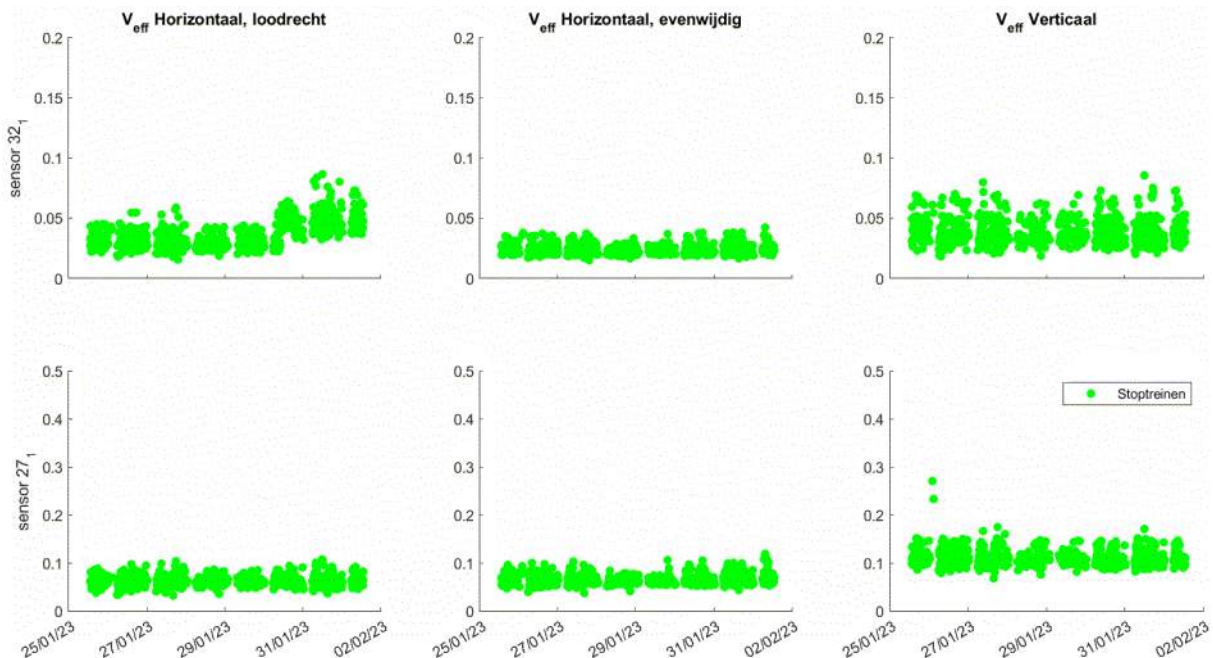
Tabel 42: Gegevens meting

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V.</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>ir. K. Gasparotto, kareen.gasparotto@movares.nl</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>André Fredriksz, andre.fredriksz@movares.nl</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>25 januari 2023 tot 01 februari 2023</i>
4	Type trillingbron	<i>Treinen</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Tweelaags gebouw, opgebouwd uit metselwerk</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie Figuur 72</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage III</i>
8	Meetposities	<i>Zie Figuur 72</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-gefoons, 32_1 en 27_1</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>2 D-meetcomputers (D35 en D03) met 1 aangesloten kanaal</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>Meetcomputer</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur 73</i>
11	Motivatie classificatie gebouw	<i>Op basis van gegevens BAG</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>-</i>

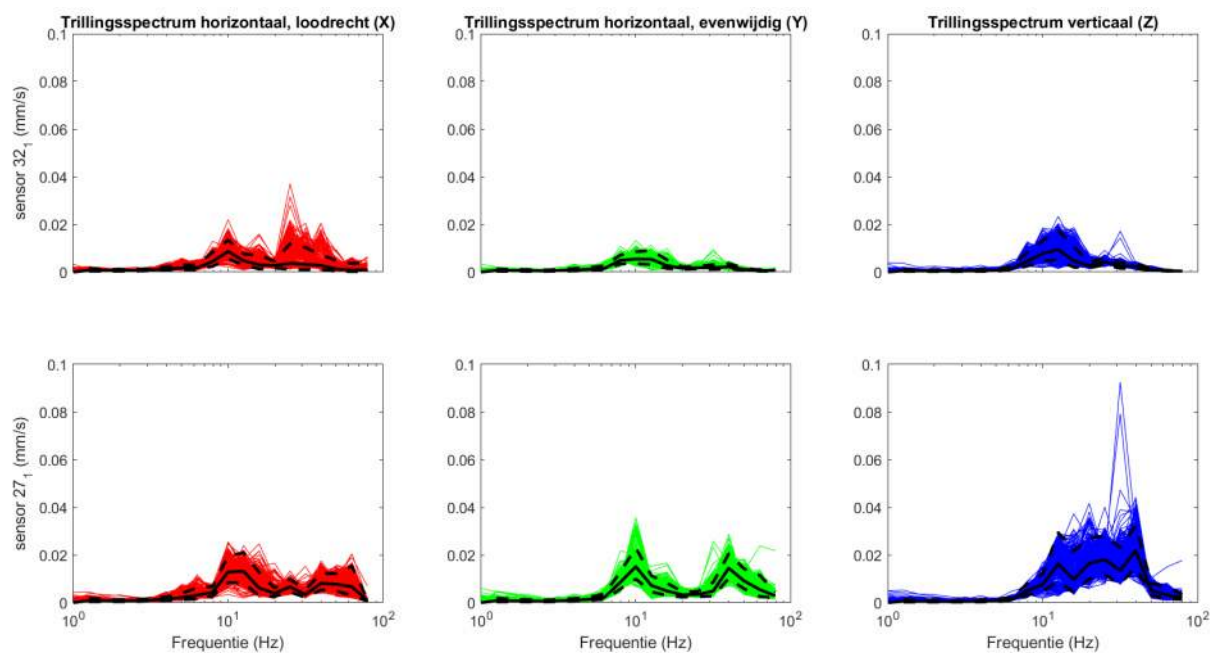
Een overzicht van de gebruikte sensorposities en de sporenlay-out is weergegeven in Figuur 72, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur 73 en Figuur 74. Het spoor wordt hier verdubbeld, aan de zuidzijde komt er een spoor bij.



Figuur 72: Opstelling sensoren



Figuur 73: Meetresultaten



Figuur 74: Trillingspectra meting

VII.6.1 Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 43. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 43: Resultaten huidige situatie

	32_1, stijf punt			27_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
Vper, dag	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02
Vper, avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02
Vper, nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
Vmax, Bts	0.09	0.06	0.09	0.16	0.16	0.28
R	2	2	2	2	2	2

Op deze locatie zijn 751 reizigerstreinen gemeten.

VII.6.2 Resultaten berekening referentiesituatie 2015

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen tussen de bestaande situatie en de referentiesituatie 2015 is een berekening gemaakt voor de trillingen in de referentiesituatie op basis van het rekenmodel uit Bijlage VI. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 44.

Tabel 44: Resultaten referentiesituatie 2015

	32_1, stijf punt			27_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V _{per} , dag	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
V _{per} , avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
V _{per} , nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
V _{max} , Bts	0.07	0.05	0.08	0.13	0.13	0.22
R	2	2	2	2	2	2

De trillingsterkte is toegenomen t.o.v. de referentiesituatie uit 2015, vooral door de toename van de rijsnelheid.

VII.6.3 Resultaten berekening plansituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen tussen de bestaande situatie en de plansituatie is een berekening gemaakt voor de trillingen in de plansituatie op basis van het rekenmodel uit Bijlage VI. De trillingen in de plansituatie zijn weergegeven in Tabel 45.

Tabel 45: Resultaten plansituatie

	32_1, stijf punt			27_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V _{per} , dag	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.03
V _{per} , avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02
V _{per} , nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
V _{max} , Bts	0.08	0.06	0.09	0.15	0.16	0.27
R	5	5	5	5	5	5

De Q-waarde bedraagt 1.2. De trillingsterkte neemt toe, vooral doordat de RegioExpres sneller gaat rijden dan de stoptreinen in de referentiesituatie 2015.

VII.6.4 Conclusies

De trillingsterkte V_{max} neemt in de plansituatie licht toe ten opzichte van de referentiesituatie 2015, maar de toename is lager dan de toegestane toename. De gemiddelde trillingsterkte V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde A3. Voor deze locatie hoeven geen maatregelen te worden afgewogen op doelmatigheid.

Uit de metingen en berekeningen blijkt verder dat de trillingsnelheid aanzienlijk lager is dan de grenswaarde voor trillingschade uit de SBR A-richtlijn, de kans op schade ten gevolge van treinverkeer is dus verwaarloosbaar.

VII.7 Lange Klauwenhof 13 - Didam

Deze meetlocatie heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 75.



Figuur 75: Gevel

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de Bts. Er zijn 2 meetpunten geplaatst gedurende de gehele meetperiode:

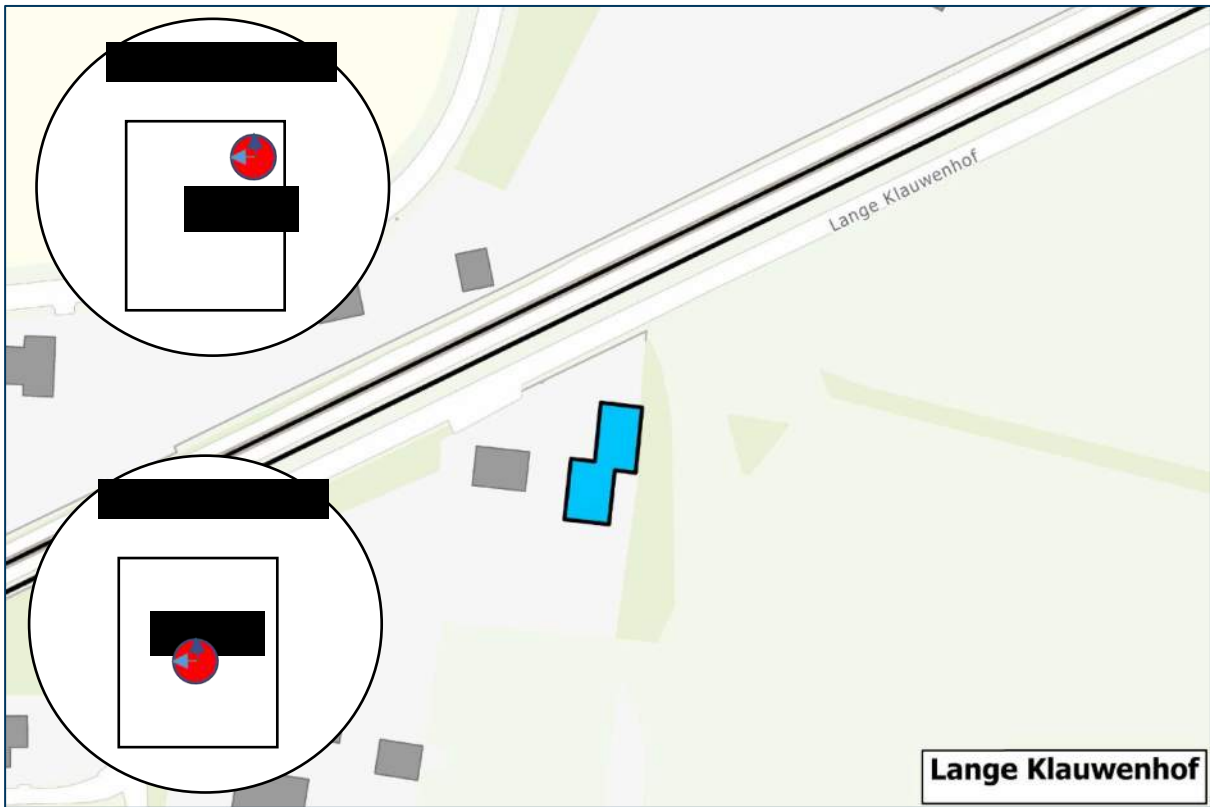
- Een driedimensionale trillingsensor (32_1) op een stijf punt op de begane grond (fundering).
- Een driedimensionale trillingsensor (31_1) in het midden van de vloer op de 1^e verdieping.

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel 46.

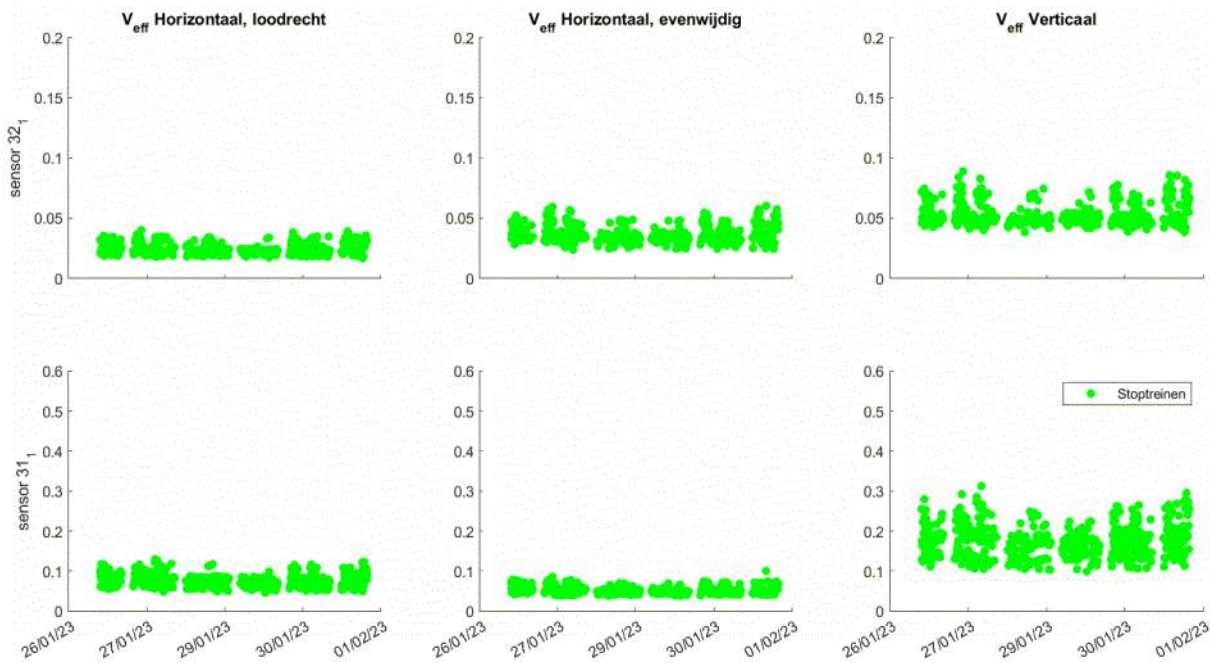
Tabel 46: Gegevens meting

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V.</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>ir. K. Gasparotto, kareen.gasparotto@movares.nl</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>André Fredriksz, andre.fredriksz@movares.nl</i>
3	Tijdperiode meting	<i>26 januari 2023 tot 02 februari 2023</i>
4	Type trillingbron	<i>Treinen</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Tweelaags gebouw, opgebouwd uit metselwerk</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie Figuur 76</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage III</i>
8	Meetposities	<i>Zie Figuur 76</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons, 32_1 en 31_1</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>2 D-meetcomputers (D37 en D09) met 1 aangesloten kanaal</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>Meetcomputer</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur 77</i>
11	Motivatie classificatie gebouw	<i>Op basis van gegevens BAG</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>-</i>

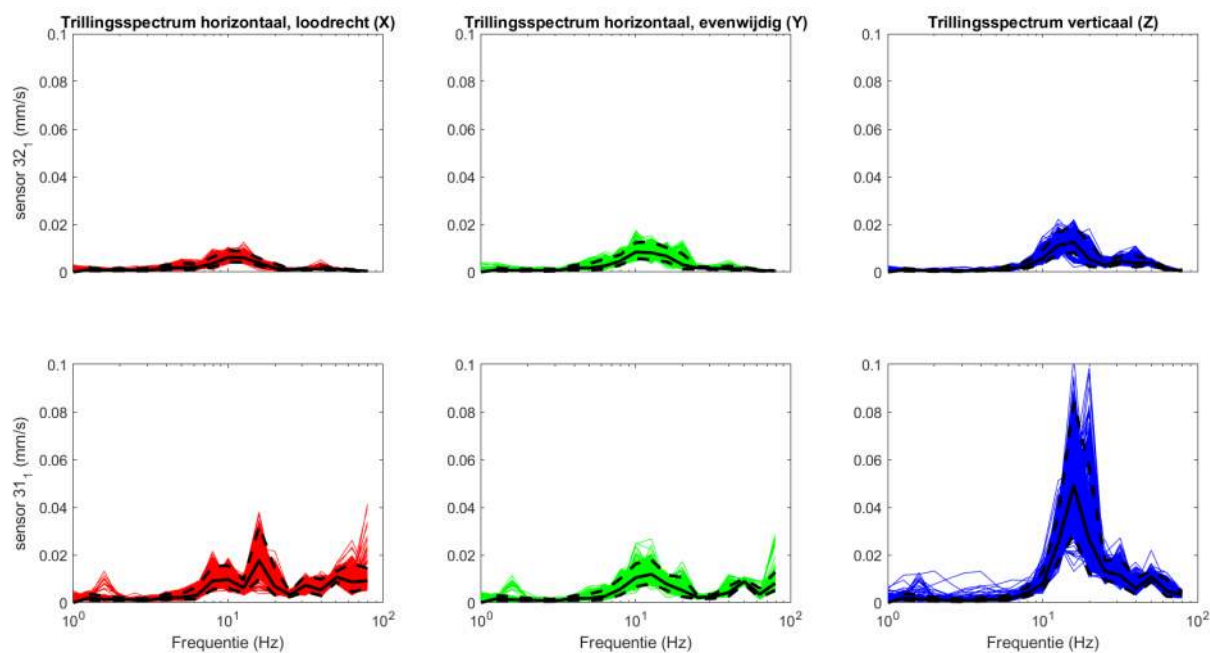
Een overzicht van de gebruikte sensorposities en de sporenlay-out is weergegeven in Figuur 76, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur 77 en Figuur 78. Er komt een extra spoor bij, aan de zuidzijde van de sporenbundel.



Figuur 76: Opstelling sensoren



Figuur 77: Meetresultaten



Figuur 78: Trillingspectra meting

VII.7.1 Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 47. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 47: Resultaten huidige situatie

	32_1, stijf punt			31_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
Vper, dag	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.04
Vper, avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.03
Vper, nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02
Vmax, Bts	0.06	0.09	0.13	0.19	0.13	0.42
R	3	3	3	3	3	3

Op deze locatie zijn 542 reizigerstreinen gemeten.

VI.7.2 Resultaten berekening referentiesituatie 2015

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen tussen de bestaande situatie en de referentiesituatie 2015 is een berekening gemaakt voor de trillingen in de referentiesituatie op basis van het rekenmodel uit Bijlage VI. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 48.

Tabel 48: Resultaten referentiesituatie 2015

	32_1, stijf punt			31_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V _{per} , dag	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.04
V _{per} , avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.03
V _{per} , nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02
V _{max} , Bts	0.05	0.08	0.11	0.16	0.11	0.36
R	3	3	3	3	3	3

De trillingsterkte is toegenomen t.o.v. de referentiesituatie uit 2015, vooral door de toename van de rijsnelheid.

VII.7.3 Resultaten berekening plansituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen tussen de bestaande situatie en de plansituatie is een berekening gemaakt voor de trillingen in de plansituatie op basis van het rekenmodel uit Bijlage VI. De trillingen in de plansituatie zijn weergegeven in Tabel 49.

Tabel 49: Resultaten plansituatie

	32_1, stijf punt			31_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V _{per} , dag	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	0.05
V _{per} , avond	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	0.04
V _{per} , nacht	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.02
V _{max} , Bts	0.07	0.10	0.14	0.22	0.14	0.44
R	3	3	3	3	3	3

De Q-waarde bedraagt 1.2. De trillingsterkte neemt toe doordat de sporen dichterbij deze woning komen te liggen.

VII.7.4 Conclusies

De trillingsterkte V_{max} neemt in de plansituatie licht toe ten opzichte van de referentiesituatie 2015 en huidige situatie, maar de toename blijft lager dan de toegestane toename. De gemiddelde trillingsterkte V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde A3. Voor deze locatie hoeven geen maatregelen te worden afgewogen op doelmatigheid.

Uit de metingen en berekeningen blijkt verder dat de trillingsnelheid aanzienlijk lager is dan de grenswaarde voor trillingschade uit de SBR A-richtlijn, de kans op schade ten gevolge van treinverkeer is dus verwaarloosbaar.

VII.8 Toppegaiweg 4, Didam

Deze meetlocatie heeft de functie *Wonen*, een kaart van deze locatie is weergegeven in Figuur 79.



Figuur 79: Locatie gebouw

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de Bts. Er zijn 2 meetpunten geplaatst gedurende de gehele meetperiode:

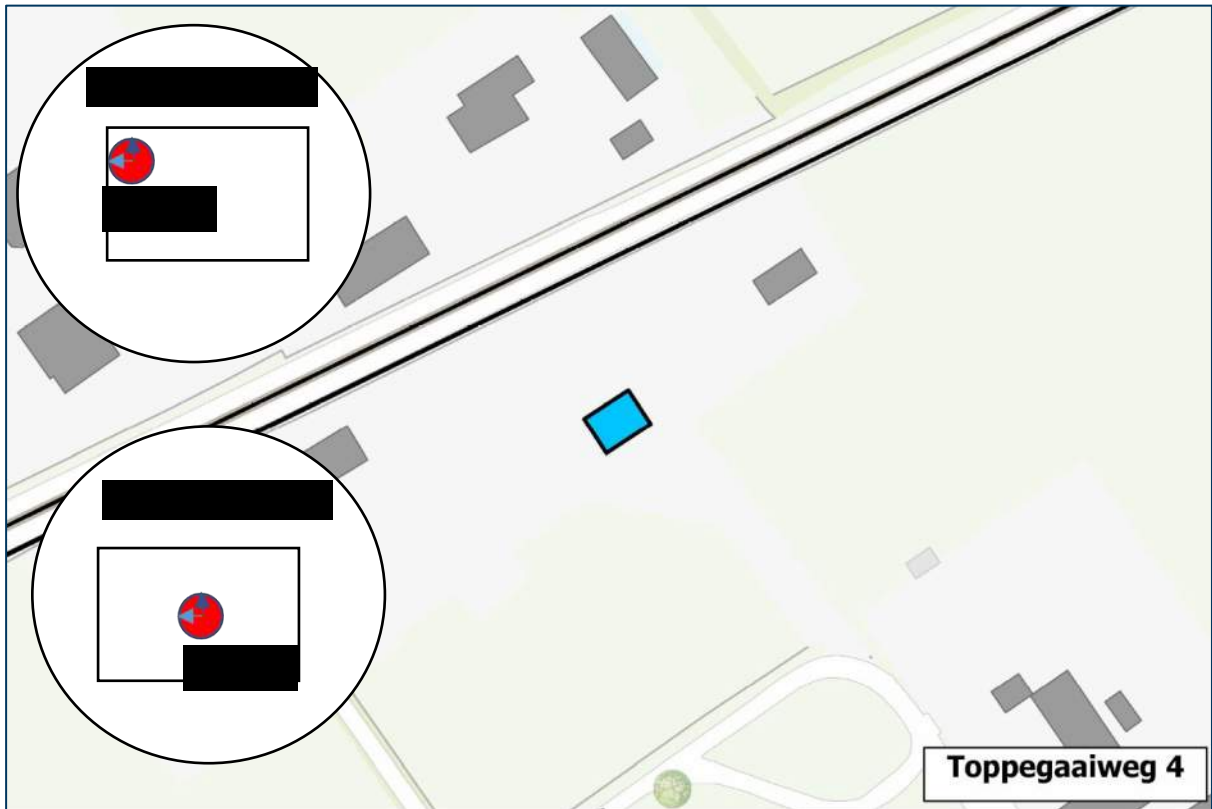
- Een driedimensionale trillingsensor (27_1) op een stijf punt op de begane grond (fundering).
- Een driedimensionale trillingsensor (32_1) in het midden van de vloer op de 1^e verdieping.

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel 50.

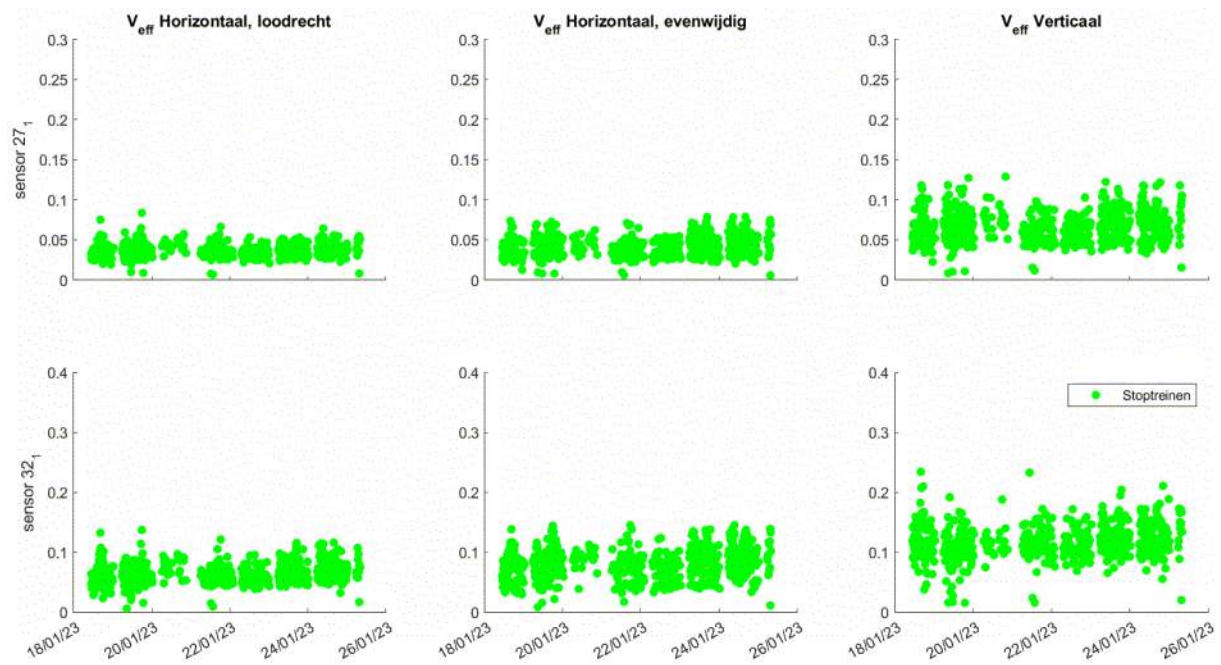
Tabel 50: Gegevens meting

1	Uitvoerende organisatie	<i>Movares Nederland B.V.</i>
	Verantwoordelijke persoon	<i>ir. K. Gasparotto, kareen.gasparotto@movares.nl</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>André Fredriksz, andre.fredriksz@movares.nl</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>18 januari 2023 tot 25 januari 2023</i>
4	Type trillingbron	<i>Treinen</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Tweelaags gebouw, opgebouwd uit metselwerk</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie Figuur 80</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage III</i>
8	Meetposities	<i>Zie Figuur 80</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons, 32_1 en 27_1</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>2 D-meetcomputers (D03 en D35) met 1 aangesloten kanaal</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>Meetcomputer</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur 81</i>
11	Motivatie classificatie gebouw	<i>Op basis van gegevens BAG</i>
12	Overige relevante omstandigheden	<i>-</i>

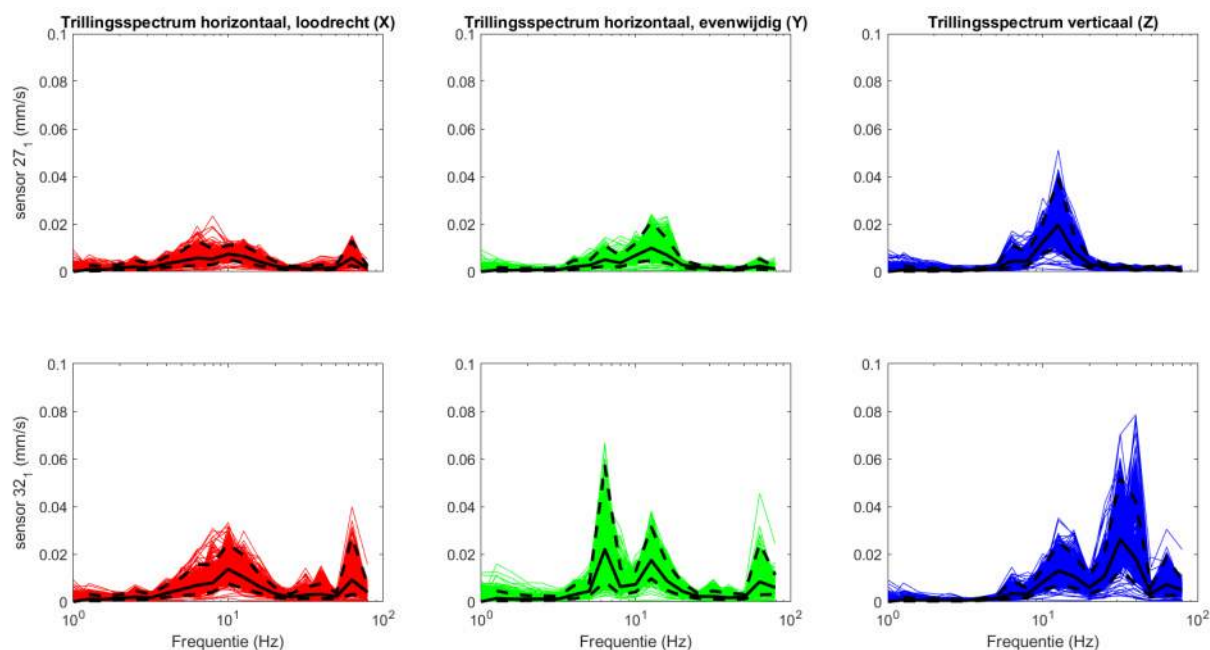
Een overzicht van de gebruikte sensorposities en de sporenlay-out is weergegeven in Figuur 80, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur 81 en Figuur 82. Er komt een extra spoor bij, aan de zuidzijde van de sporenbundel.



Figuur 80: Opstelling sensoren



Figuur 81: Meetresultaten



Figuur 82: Trillingspectra meting

VII.8.1 Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 51. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 51: Resultaten huidige situatie

	27_1, stijf punt			32_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
Vper, dag	<0.01	<0.01	0.01	0.01	0.01	0.03
Vper, avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.02
Vper, nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01
Vmax, Bts	0.09	0.10	0.16	0.15	0.19	0.28
R	2	2	2	2	2	2

Op deze locatie zijn 601 reizigerstreinen gemeten.

VII.8.2 Resultaten berekening referentiesituatie 2015

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen tussen de bestaande situatie en de referentiesituatie 2015 is een berekening gemaakt voor de trillingen in de referentiesituatie op basis van het rekenmodel uit Bijlage VI. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 52.

Tabel 52: Resultaten referentiesituatie 2015

	27_1, stijf punt			32_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V _{per} , dag	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.02
V _{per} , avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
V _{per} , nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
V _{max} , Bts	0.07	0.08	0.13	0.13	0.16	0.23
R	2	2	2	2	2	2

De trillingsterkte is toegenomen t.o.v. de referentiesituatie uit 2015, vooral door de toename van de treinsnelheid.

VII.8.3 Resultaten berekening plansituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen tussen de bestaande situatie en de plansituatie is een berekening gemaakt voor de trillingen in de plansituatie op basis van het rekenmodel uit Bijlage VI. De trillingen in de plansituatie zijn weergegeven in Tabel 53.

Tabel 53: Resultaten plansituatie

	27_1, stijf punt			32_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V _{per} , dag	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04
V _{per} , avond	<0.01	<0.01	0.01	0.01	0.01	0.03
V _{per} , nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.02
V _{max} , Bts	0.10	0.10	0.16	0.17	0.21	0.32
R	2	2	2	2	2	2

De Q-waarde bedraagt 1.4. De trillingsterkte neemt toe door het dichterbij komen van de sporen en de toename van de rijsnelheid.

VII.8.4 Conclusies

De trillingsterkte V_{max} neemt in de plansituatie toe ten opzichte van de referentiesituatie 2015 en de huidige situatie. De gemiddelde trillingsterkte V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde A3. Voor deze locatie moeten maatregelen worden afgewogen op doelmatigheid om de toename van de trillingsterkte te beperken tot 1.3 of de trillingsterkte onder de streefwaarde A1 te brengen.

Uit de metingen en berekeningen blijkt verder dat de trillingsnelheid aanzienlijk lager is dan de grenswaarde voor trillingschade uit de SBR A-richtlijn, de kans op schade ten gevolge van treinverkeer is dus verwaarloosbaar.

VII.9 Beekseweg 39 - Wehl

Deze meetlocatie heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 83.



Figuur 83: Gevel

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de Bts. Er zijn 2 meetpunten geplaatst gedurende de gehele meetperiode:

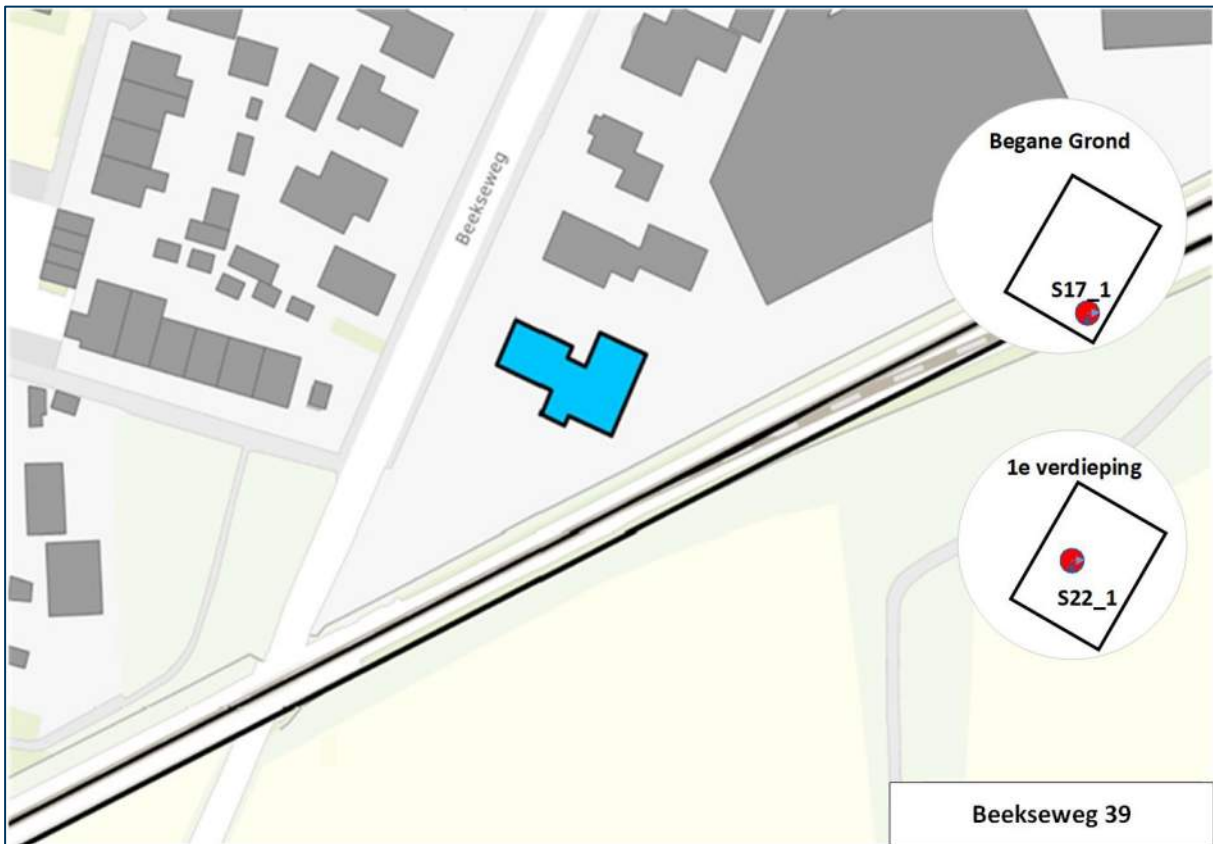
- Een driedimensionale trillingsensor (17_1) op een stijf punt op de begane grond (fundering).
- Een driedimensionale trillingsensor (22_1) in het midden van de vloer op de 1^e verdieping.

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel 54.

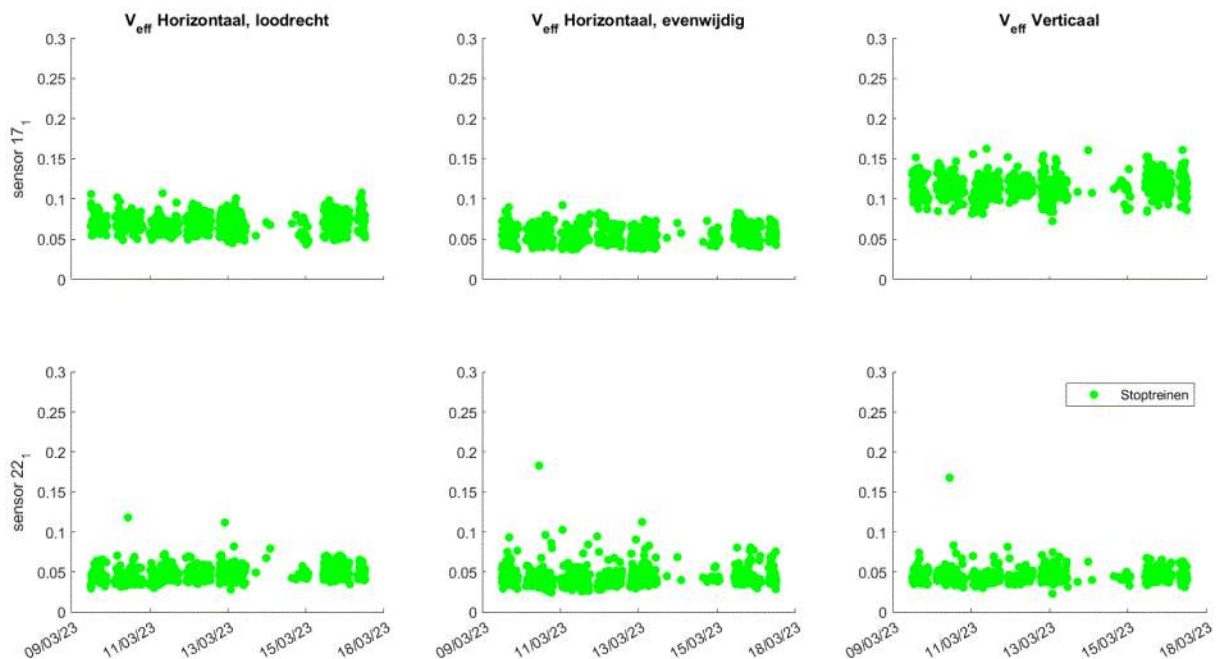
Tabel 54 Gegevens meting

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V.
	Verantwoordelijke persoon	<i>ir. K. Gasparotto, kareen.gasparotto@movares.nl</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>André Fredriksz, andre.fredriksz@movares.nl</i>
3	Tijdperiode meting	<i>09 maart 2023 tot 17 maart 2023</i>
4	Type trillingbron	<i>Treinen</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Tweelaags gebouw, opgebouwd uit metselwerk</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie Figuur 84</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage III</i>
8	Meetposities	<i>Zie Figuur 84</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons, 17_1 en 22_1</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>2 D-meetcomputers (D34 en D37) met 1 aangesloten kanaal</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>Meetcomputer</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur 86</i>
11	Motivatief classificatie gebouw	<i>Op basis van gegevens BAG</i>
12	Overige relevante omstandigheden	-

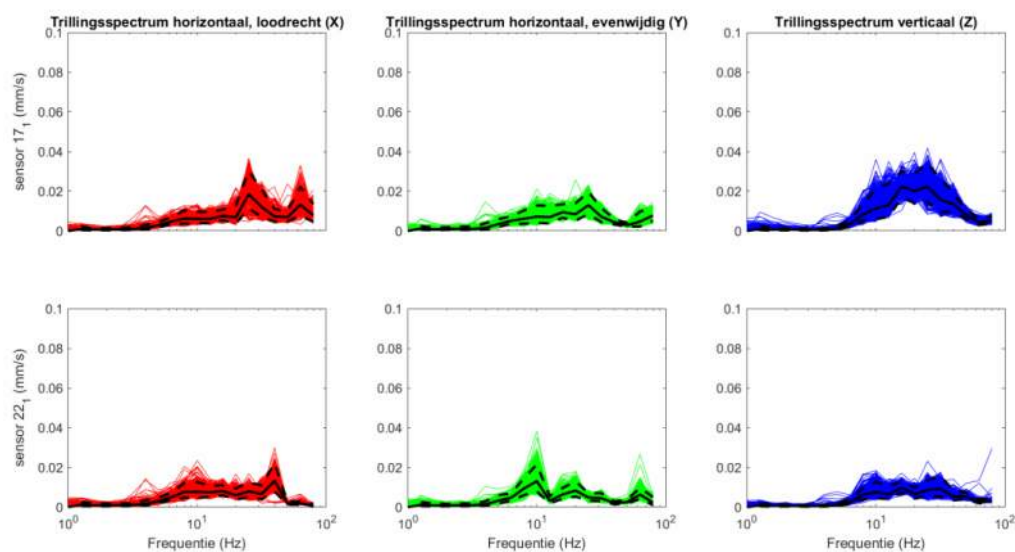
Een overzicht van de gebruikte sensorposities en de sporenlay-out is weergegeven in Figuur 84, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur 85 en Figuur 86. Het spoor wordt hier verdubbeld, het bestaande wissel verdwijnt.



Figuur 84: Opstelling sensoren



Figuur 85: Meetresultaten



Figuur 86: Trillingspectra meting

VII.9.1 Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 55. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 55: Resultaten huidige situatie

	17_1, stijf punt			22_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
Vper, dag	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	<0.01	<0.01
Vper, avond	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01
Vper, nacht	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vmax, Bts	0.17	0.13	0.27	0.11	0.10	0.11
R	2	2	2	2	2	2

Op deze locatie zijn 601 reizigerstreinen gemeten.

VII.9.2 Resultaten berekening referentiesituatie 2015

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen tussen de bestaande situatie en de referentiesituatie 2015 is een berekening gemaakt voor de trillingen in de referentiesituatie op basis van het rekenmodel uit Bijlage VI. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 56.

Tabel 56: Resultaten referentiesituatie 2015

	17_1, stijf punt			22_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V _{per} , dag	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , avond	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , nacht	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{max} , Bts	0.16	0.12	0.23	0.11	0.10	0.10
R	2	2	2	2	2	2

De trillingsterkte is licht toegenomen t.o.v. de referentiesituatie uit 2015. In dit gebied is er een beperkte toename van de treinsnelheid, omdat treinen moeten afremmen voor de boog ten oosten van station Wehl.

VII.9.3 Resultaten berekening plansituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen tussen de bestaande situatie en de plansituatie is een berekening gemaakt voor de trillingen in de plansituatie op basis van het rekenmodel uit Bijlage VI. De trillingen in de plansituatie zijn weergegeven in Tabel 57.

Tabel 57: Resultaten plansituatie

	17_1, stijf punt			22_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V _{per} , dag	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , avond	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , nacht	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{max} , Bts	0.16	0.12	0.25	0.11	0.10	0.11
R	3	3	3	3	3	3

De Q-waarde bedraagt 1.1. De trillingsterkte neemt licht toe door de toename van de rijnsnelheid. Het verwijderen van het wissel zorgt ervoor dat de toename beperkt blijft. Het verwijderen van het wissel zorgt ervoor dat de trillingen afnemen ten opzichte van de huidige situatie.

VII.9.4 Conclusies

De trillingsterkte V_{max} neemt in de plansituatie licht toe ten opzichte van de referentiesituatie 2015, maar de toename is beperkt. De trillingsterkte V_{max} is in de plansituatie niet hoger dan de streefwaarde A1. De gemiddelde trillingsterkte V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde A3. Voor deze locatie hoeven geen maatregelen te worden afgewogen op doelmatigheid.

Uit de metingen en berekeningen blijkt verder dat de trillingsnelheid aanzienlijk lager is dan de grenswaarde voor trillingschade uit de SBR A-richtlijn, de kans op schade ten gevolge van treinverkeer is dus verwaarloosbaar.

VII.10 Hof van Cambridge 42 - Doetinchem

Deze meetlocatie heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 87.



Figuur 87: Gevel

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de Bts. Er zijn 2 meetpunten geplaatst gedurende de gehele meetperiode:

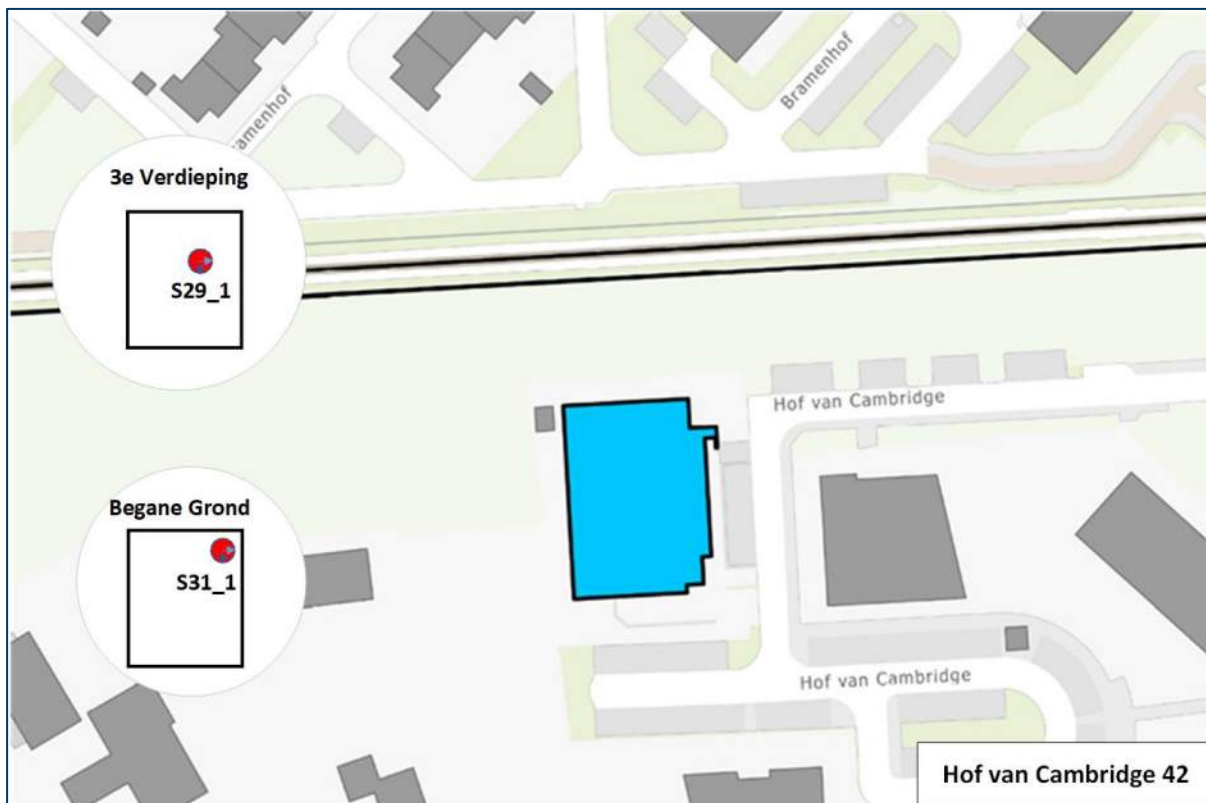
- Een driedimensionale trillingsensor (31_1) op een stijf punt op de begane grond (fundering).
- Een driedimensionale trillingsensor (29_1) in het midden van de vloer op de 3^e verdieping.

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel 58.

Tabel 58 Gegevens meting

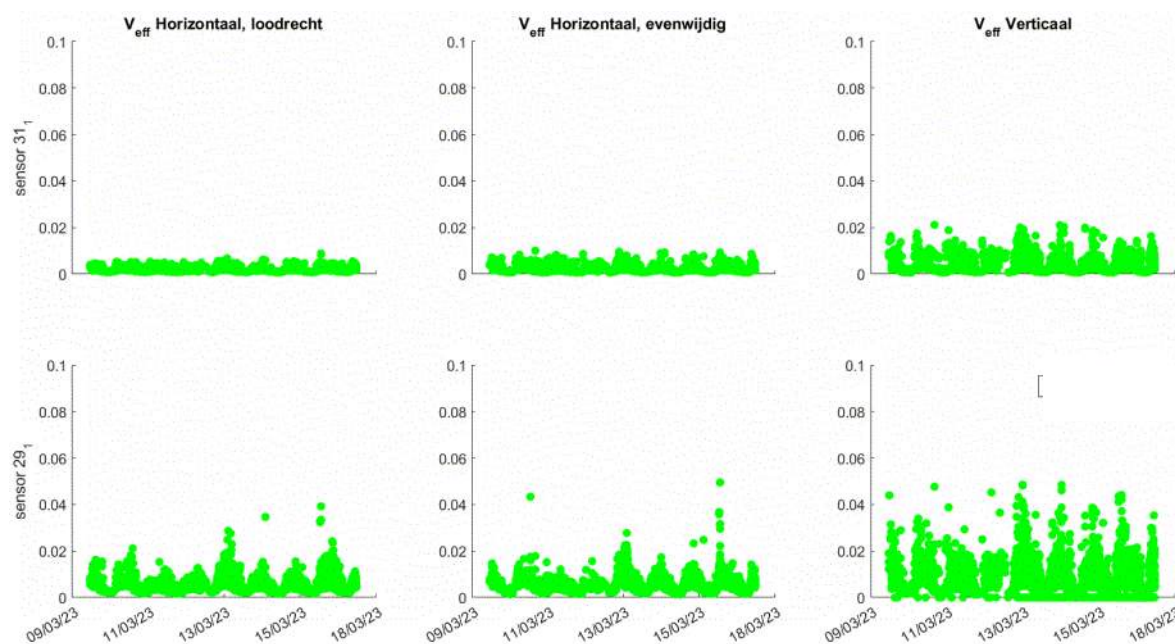
1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V.
	Verantwoordelijke persoon	<i>ir. K. Gasparotto, kareen.gasparotto@movares.nl</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>André Fredriksz, andre.fredriksz@movares.nl</i>
3	Tijdspanne meting	<i>9 maart 2023 tot 17 maart 2023</i>
4	Type trillingbron	<i>Treinen</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Vierlaags gebouw, opgebouwd uit metselwerk</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie Figuur 88</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage III</i>
8	Meetposities	<i>Zie Figuur 88</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons, 31_1 en 29_1</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>2 D-meetcomputer (D09 en D03) met 1 aangesloten kanaal</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>Meetcomputer</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur 89</i>
11	Motivatie classificatie gebouw	<i>Op basis van gegevens BAG</i>
12	Overige relevante omstandigheden	-

Een overzicht van de gebruikte sensorposities en de sporenlay-out is weergegeven in Figuur 88, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur 89. In de plansituatie komt er aan de zuidzijde een spoor bij.



Figuur 88: Opstelling sensoren

Er is een week gemeten in het gebouw. Op de vloer zijn diverse trillingen gemeten waaronder ook van treinen. Het hoogste trillingniveau ($V_{\text{eff,max}}$) door treinen is lager dan 0.05, waardoor er geen V_{max} kan worden vastgesteld volgens document LA.131001aM04.42. Ook in de toekomst, na de spoorverdubbeling, is V_{max} lager dan de streefwaarde A1, en wordt dus voldaan aan het beoordelingskader voor trillinghinder en -schade. De hier gemeten trillingen zijn vooral afkomstig van trillingen in het gebouw (lopen, gebruik van lift, etc.), zie Figuur 89.



Figuur 89: Meetresultaten

VII.11 Hof van Edinburgh 59 - Doetinchem

Deze meetlocatie heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 90.



Figuur 90: Gevel

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de Bts. Er zijn 2 meetpunten geplaatst gedurende de gehele meetperiode:

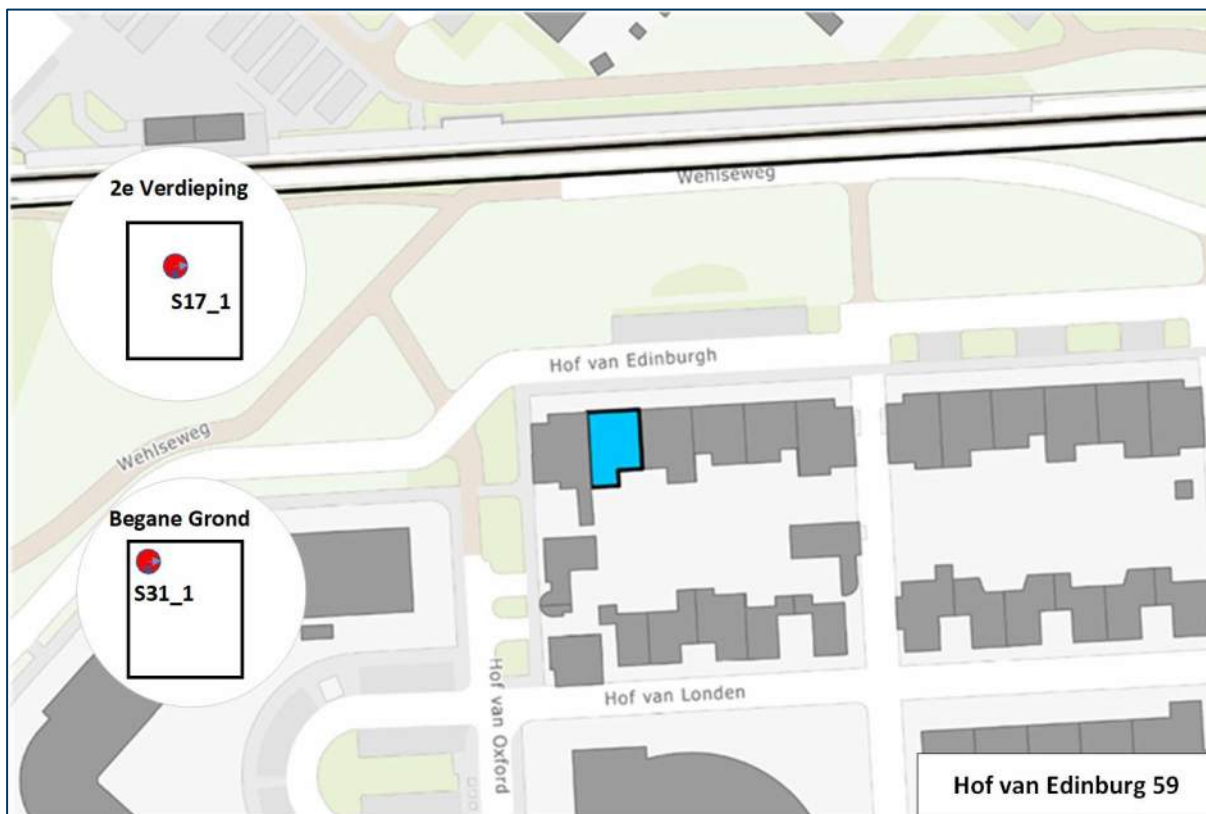
- Een driedimensionale trillingsensor (31_1) op een stijf punt op de begane grond (fundering).
- Een driedimensionale trillingsensor (17_1) in het midden van de vloer op de 2^e verdieping.

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel 59.

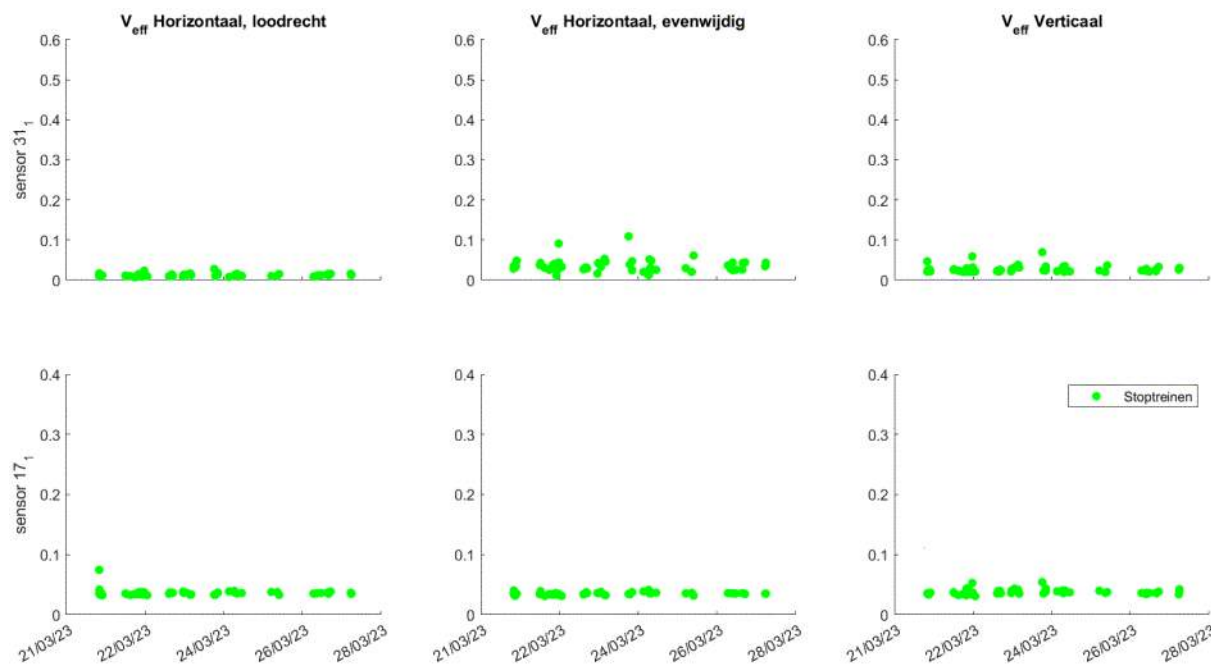
Tabel 59 Gegevens meting

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V.
	Verantwoordelijke persoon	<i>ir. K. Gasparotto, kareen.gasparotto@movares.nl</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>André Fredriksz, andre.fredriksz@movares.nl</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>21 maart 2023 tot 29 maart 2023</i>
4	Type trillingbron	<i>Treinen en lokaal vrachtverkeer</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Drielaags gebouw, opgebouwd uit metselwerk</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie Figuur 91</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage III</i>
8	Meetposities	<i>Zie Figuur 91</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons, 31_1 en 17_1</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>2 D-meetcomputers (D34 en D37) met 1 aangesloten kanaal</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	Meetcomputer
10	Overzicht meetwaarden	Zie Figuur 92
11	Motivatie classificatie gebouw	<i>Op basis van gegevens BAG</i>
12	Overige relevante omstandigheden	-

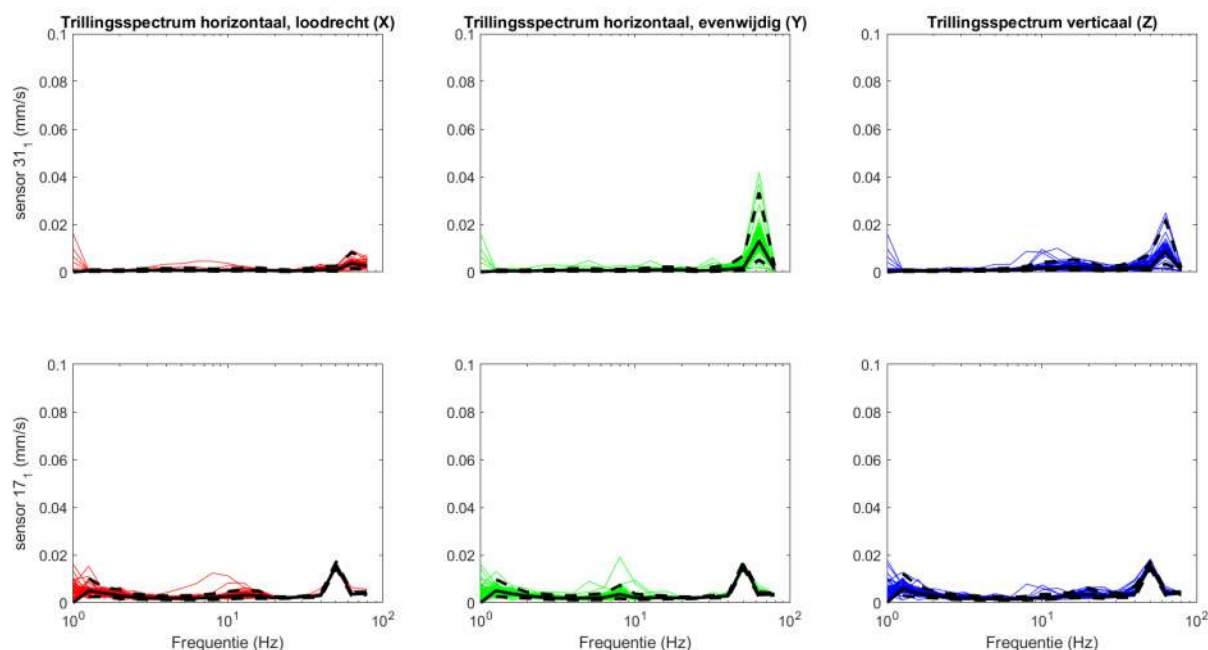
Een overzicht van de gebruikte sensorposities en de sporenlay-out is weergegeven in Figuur 91, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur 92 en Figuur 93. In de plansituatie komt er aan de zuidzijde een spoor bij.



Figuur 91: Opstelling sensoren



Figuur 92: Meetresultaten



Figuur 93: Trillingspectra meting

VII.11.1 Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 60. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 60: Resultaten huidige situatie

	27_1, stijf punt			32_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
Vper, dag	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vper, avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vper, nacht	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vmax, Bts	0.02	0.07	0.05	0.07	0.07	0.07
R	8	8	8	8	8	8

Op deze locatie zijn 59 reizigerstreinen gemeten.

VII.11.2 Resultaten berekening referentiesituatie 2015

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen tussen de bestaande situatie en de referentiesituatie 2015 is een berekening gemaakt voor de trillingen in de referentiesituatie op basis van het rekenmodel uit Bijlage VI. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 61.

Tabel 61: Resultaten referentiesituatie 2015

	27_1, stijf punt			32_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
Vper, dag	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

	27_1, stijf punt			32_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V _{per} , avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{max} , Bts	0.02	0.07	0.05	0.07	0.07	0.07
R	8	8	8	8	8	8

De trillingsterkte is niet veranderd t.o.v. de referentiesituatie uit 2015.

VII.11.3 Resultaten berekening plansituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen tussen de bestaande situatie en de plansituatie is een berekening gemaakt voor de trillingen in de plansituatie op basis van het rekenmodel uit Bijlage VI. De trillingen in de plansituatie zijn weergegeven in Tabel 53.

Tabel 62: Resultaten plansituatie

	27_1, stijf punt			32_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V _{per} , dag	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{max} , Bts	0.04	0.11	0.09	0.12	0.12	0.13
R	7	7	7	7	7	7

De Q-waarde bedraagt 1.7. De trillingsterkte neemt toe door het dichterbij komen van de sporen en de toename van de rijsnelheid.

VII.11.4 Conclusies

De trillingsterkte V_{max} neemt in de plansituatie toe ten opzichte van de referentiesituatie 2015 en de huidige situatie, maar blijft lager dan de streefwaarde A1. De gemiddelde trillingsterkte V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde A3. Voor deze locatie hoeven geen maatregelen te worden afgewogen op doelmatigheid.

Uit de metingen en berekeningen blijkt verder dat de trillingsnelheid aanzienlijk lager is dan de grenswaarde voor trillingschade uit de SBR A-richtlijn, de kans op schade ten gevolge van treinverkeer is dus verwaarloosbaar.

VII.12 Hof van Edinburgh 15 - Doetinchem

Deze meetlocatie heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 94.



Figuur 94: Gevel

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de Bts. Er zijn 2 meetpunten geplaatst gedurende de gehele meetperiode:

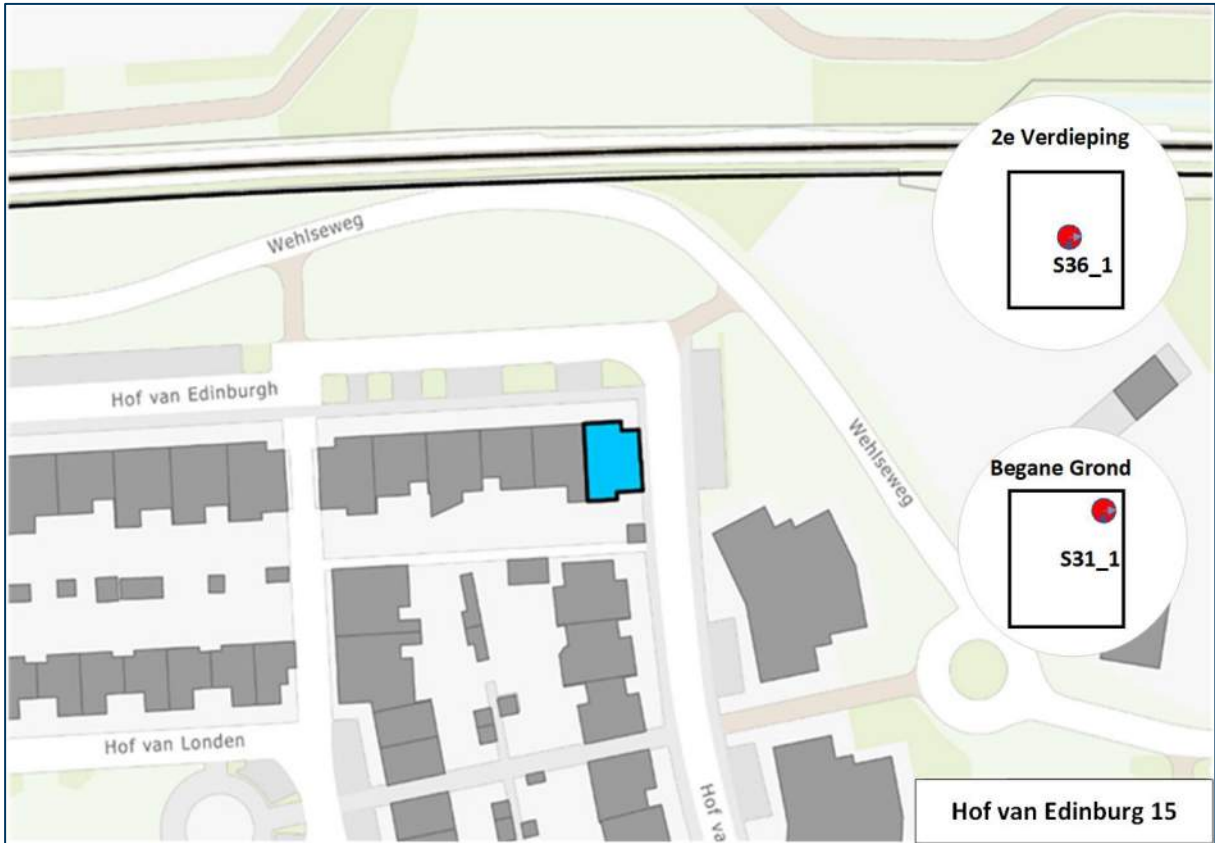
- Een driedimensionale trillingsensor (31_1) op een stijf punt op de begane grond (fundering).
- Een driedimensionale trillingsensor (36_1) in het midden van de vloer op de 2^e verdieping.

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel 63.

Tabel 63 Gegevens meting

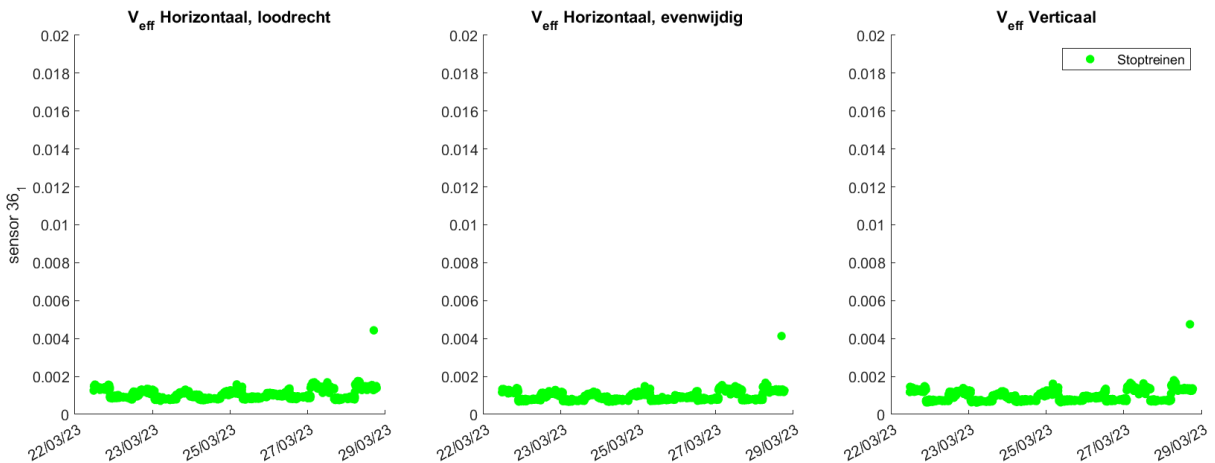
1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V.
	Verantwoordelijke persoon	<i>ir. K. Gasparotto, kareen.gasparotto@movares.nl</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>André Fredriksz, andre.fredriksz@movares.nl</i>
3	Tijdsperiode meting	<i>21 maart 2023 tot 30 maart 2023</i>
4	Type trillingbron	<i>Treinen en lokaal vrachtverkeer</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Drielaags gebouw, opgebouwd uit metselwerk</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie Figuur 95</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage III</i>
8	Meetposities	<i>Zie Figuur 95</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-gefoons, 31_1 en 36_1</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>2 D-meetcomputers (D09 en D03) met 1 aangesloten kanaal</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>Meetcomputer</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur 96</i>
11	Motivatie classificatie gebouw	<i>Op basis van gegevens BAG</i>
12	Overige relevante omstandigheden	-

Een overzicht van de gebruikte sensorposities en de sporenlay-out is weergegeven in Figuur 95, de resultaten van de metingen zijn weergegeven in Figuur 96 en Figuur 97. In de plansituatie komt er aan de zuidzijde een spoor bij.

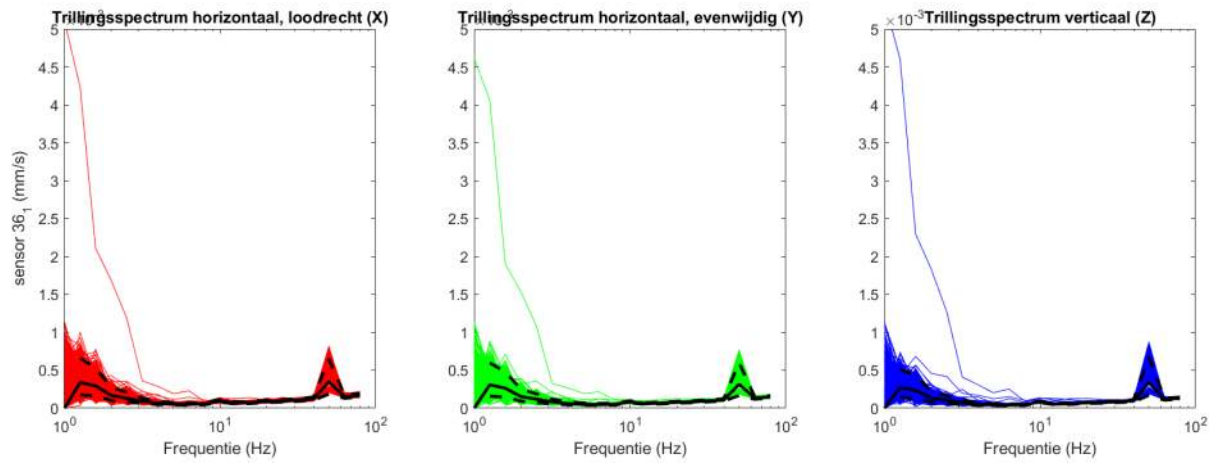


Figuur 95: Opstelling sensoren

Er is een week gemeten in het gebouw. Het hoogste trillingniveau ($V_{\text{eff,max}}$) door treinen is lager dan 0.05 (zie Figuur 96 (alleen voor maatgevende meetpunt op verdieping, meetpunt op fundering heeft geen bruikbare resultaten door lage trillingniveaus)), waardoor er geen V_{max} kan worden vastgesteld volgens document LA.131001aM04.42. Ook in de toekomst, na de spoorverdubbeling, is V_{max} lager dan de streefwaarde A1, en wordt dus voldaan aan het beoordelingskader voor trillinghinder en -schade.



Figuur 96: Meetresultaten



Figuur 97: Trillingspectra

VII.13 Uijenbroeklaan 61 Doetinchem

Deze meetlocatie heeft de functie *Wonen*, een foto van dit gebouw is weergegeven in Figuur 98.



Figuur 98: Gevel

In dit gebouw is een meting uitgevoerd conform de Bts. Er zijn 2 meetpunten geplaatst gedurende de gehele meetperiode:

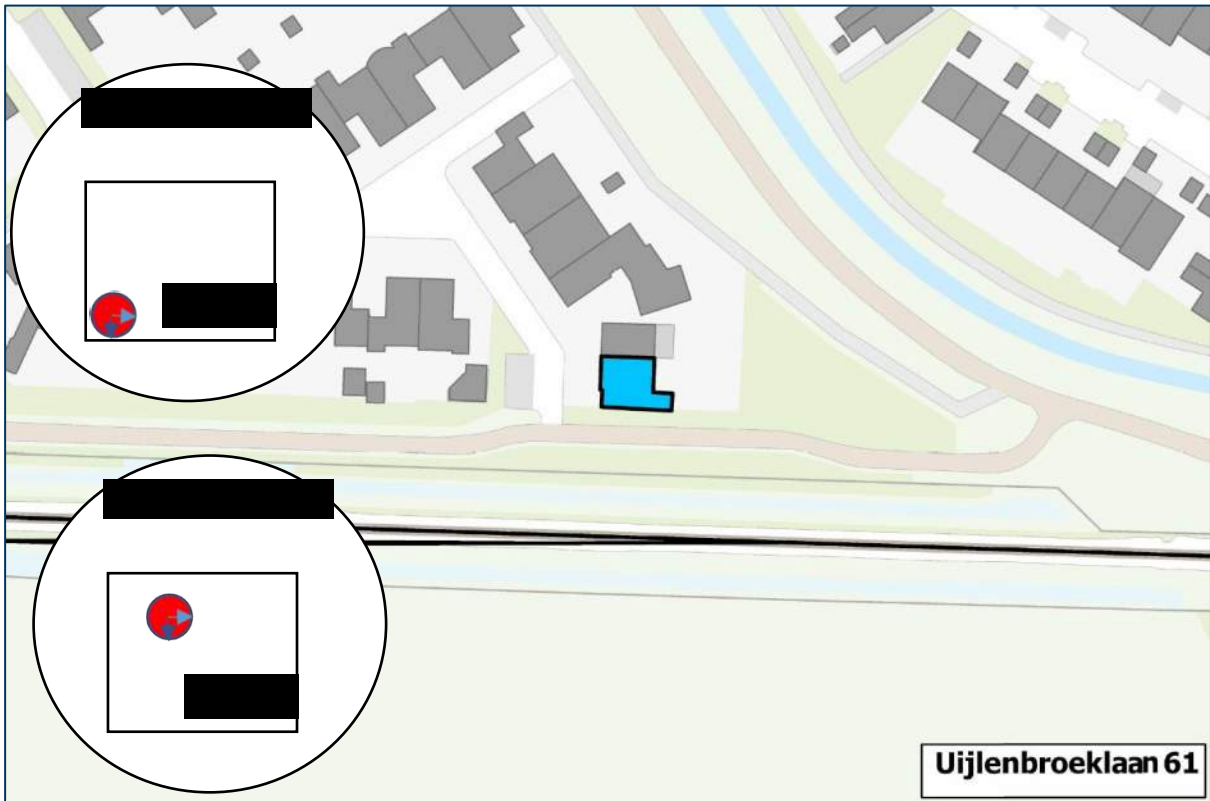
- Een driedimensionale trillingsensor (31_1) op een stijf punt op de begane grond (fundering).
- Een driedimensionale trillingsensor (22_1) in het midden van de vloer op de 1^e verdieping.

De gegevens van de metingen zijn opgenomen in Tabel 64.

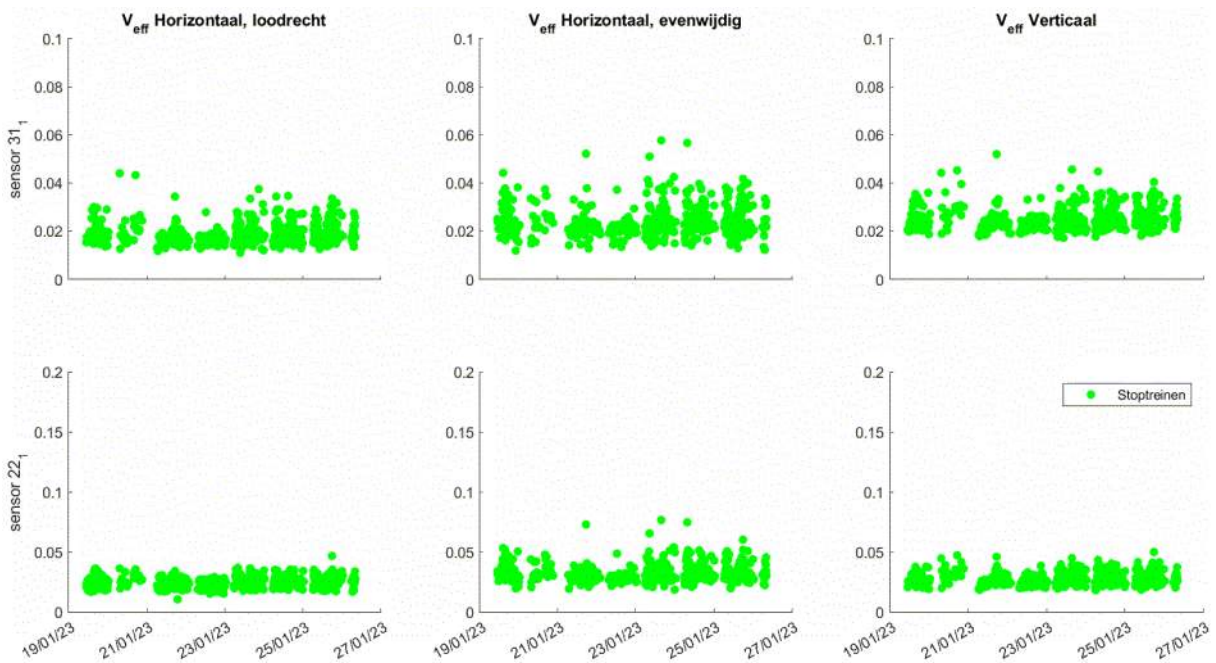
Tabel 64: Gegevens meting

1	Uitvoerende organisatie	Movares Nederland B.V.
	Verantwoordelijke persoon	<i>ir. K. Gasparotto, kareen.gasparotto@movares.nl</i>
2	Meting uitgevoerd door	<i>André Fredriksz, andre.fredriksz@movares.nl</i>
3	Tijdperiode meting	<i>19 januari 2023 tot 25 januari 2023</i>
4	Type trillingbron	<i>Treinen</i>
5	Gebouwomschrijving	<i>Tweelaags gebouw, opgebouwd uit metselwerk</i>
6	Locatie metingen	<i>Zie Figuur 99</i>
7	Geotechnische gegevens	<i>Zie Bijlage III</i>
8	Meetposities	<i>Zie Figuur 99</i>
9	Gebruikte meetopnemers	<i>Twee 3D-geofoons, 31_1 en 22_1</i>
	Gebruikte registratieapparatuur	<i>2 D-meetcomputers (D37 en D07) met 1 aangesloten kanaal</i>
	Gebruikte verwerkingsapparatuur	<i>Meetcomputer</i>
10	Overzicht meetwaarden	<i>Zie Figuur 100</i>
11	Motivatie classificatie gebouw	<i>Op basis van gegevens BAG</i>
12	Overige relevante omstandigheden	-

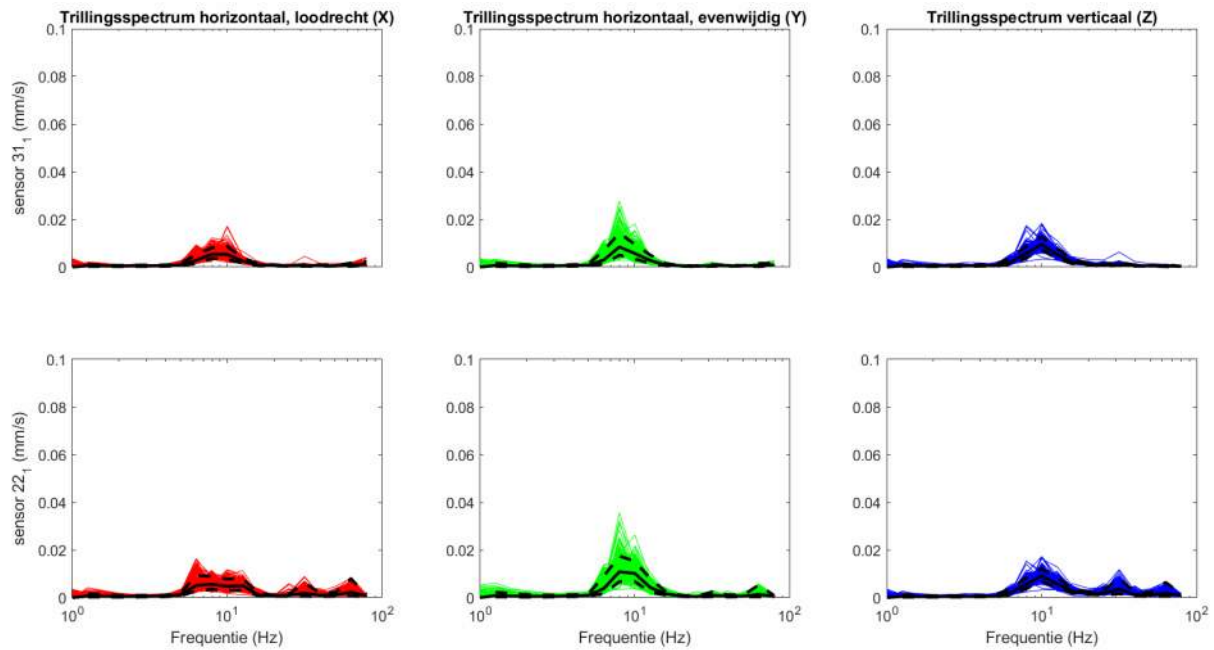
Een overzicht van de gebruikte sensorposities en de sporenlay-out is weergegeven in Figuur 99, de meetresultaten zijn weergegeven in Figuur 100 en Figuur 101. Voor deze woning komt een wissel in het spoor, ten westen daarvan wordt het spoor aan de zuidzijde verdubbeld.



Figuur 99: Opstelling sensoren



Figuur 100: Meetresultaten



Figuur 101: Trillingspectra meting

VII.13.1 Resultaten meting

De meetresultaten zijn samengevat weergegeven in Tabel 65. H1 is horizontaal, loodrecht op het spoor, H2 is horizontaal, parallel aan het spoor en V is verticaal.

Tabel 65: Resultaten huidige situatie

	31_1, stijf punt			22_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
Vper, dag	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vper, avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vper, nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vmax, Bts	0.05	0.06	0.06	0.06	0.08	0.07
R	4	4	4	4	4	4

Op deze locatie zijn 545 reizigerstreinen gemeten.

VII.13.2 Resultaten berekening referentiesituatie 2015

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen tussen de bestaande situatie en de referentiesituatie 2015 is een berekening gemaakt voor de trillingen in de referentiesituatie op basis van het rekenmodel uit Bijlage VI. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 66.

Tabel 66: Resultaten referentiesituatie 2015

	31_1, stijf punt			21_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V _{per} , dag	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{max} , Bts	0.05	0.06	0.06	0.06	0.08	0.07
R	4	4	4	4	4	4

De trillingsterkte is niet veranderd ten opzichte van de referentiesituatie 2015.

VII.13.3 Resultaten berekening plansituatie

Aan de hand van de metingen en de wijzigingen tussen de bestaande situatie en de plansituatie is een berekening gemaakt voor de trillingen in de plansituatie op basis van het rekenmodel uit Bijlage VI. De trillingen in de plansituatie zijn weergegeven in Tabel 67.

Tabel 67: Resultaten plansituatie

	32_1, stijf punt			22_1, midden vloer		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V _{per} , dag	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , avond	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{per} , nacht	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V _{max} , Bts	0.05	0.06	0.07	0.07	0.09	0.08
R	7	7	7	7	7	7

De Q-waarde bedraagt 1.1. De trillingsterkte neemt licht toe, vooral doordat de RegioExpres sneller gaat rijden dan de stoptreinen in de referentiesituatie 2015 en doordat er een wissel wordt geplaatst.

VII.13.4 Conclusies

De trillingsterkte V_{max} neemt in de plansituatie licht toe ten opzichte van de referentie en huidige situatie, maar de toename is beperkt. Bovendien blijft de trillingsterkte lager dan de streefwaarde A1. De gemiddelde trillingsterkte V_{per} is in de plansituatie lager dan de grenswaarde. Voor deze locatie hoeven geen maatregelen te worden afgewogen op doelmatigheid.

Uit de metingen en berekeningen blijkt verder dat de trillingsnelheid aanzienlijk lager is dan de grenswaarde voor trillingschade uit de SBR A-richtlijn, de kans op schade ten gevolge van treinverkeer is dus verwaarloosbaar.

Bijlage VIII. Resultaten modelberekeningen

Deze bijlage bevat de resultaten van de modelberekeningen. De berekeningen zijn uitgevoerd met VibraDyna (zie Bijlage I), waarbij gebruikt is gemaakt van maaiveldmetingen (Bijlage V) om het model te verfijnen en woningmetingen (Bijlage VI en Bijlage VII) om de resultaten uit de modelberekeningen te kalibreren met in woningen gemeten resultaten.

Voor alle woningen waarin de trillingsterkte V_{max} in de plansituatie hoger is dan de streefwaarde A1, zijn de resultaten voor de referentiesituatie 2015 en de plansituatie hieronder weergegeven in Tabel 68, meetlocaties zijn blauw gearceerd.

Tabel 68: Resultaten modelberekeningen

Straat + huisnummer	Postcode	Woonplaats	Trillingsterkte V_{max}			Gemiddelde trillingsterkte V_{per}	
			Ref	Plan	Q	Ref	Plan
Poelwijkerlaan 12	6901JX	Zevenaar	0.1	0.2	1.5	0.00	0.01
Poelwijkerlaan 10	6901JX	Zevenaar	0.1	0.2	1.7	0.00	0.00
Ringbaan-Zuid 1	6905DB	Zevenaar	0.1	0.2	2.3	0.00	0.00
Hengelder 2	6901PA	Zevenaar	0.2	0.2	1.1	0.01	0.01
Hengelder 2A	6901PA	Zevenaar	0.2	0.2	1.1	0.01	0.01
Stationsplein 4	6901BE	Zevenaar	0.1	0.2	2.1	0.00	0.00
Stationsplein 8	6901BE	Zevenaar	0.1	0.2	3.0	0.00	0.00
Stationsplein 9	6901BE	Zevenaar	0.1	0.2	2.4	0.00	0.01
Dijksestraat 12a	6942GC	Didam	0.1	0.2	3.3	0.00	0.00
Dijksestraat 8	6942GC	Didam	0.1	0.2	3.3	0.00	0.00
Dijksestraat 6	6942GC	Didam	0.1	0.2	3.7	0.00	0.00
Dijksestraat 7	6942GA	Didam	0.1	0.2	3.5	0.00	0.00
Dijksestraat 4	6942GC	Didam	0.1	0.2	4.0	0.00	0.00
Turnstraat 1c	6942DX	Didam	0.1	0.2	2.5	0.00	0.00
Pittelderstraat 5	6942GJ	Didam	0.1	0.2	3.5	0.00	0.00
Pittelderstraat 4	6942GJ	Didam	0.1	0.2	4.4	0.00	0.00
Dijksestraat 2	6942GC	Didam	0.1	0.2	2.7	0.00	0.01
Pittelderstraat 1	6942GJ	Didam	0.1	0.2	4.6	0.00	0.00

Straat + huisnummer	Postcode	Woonplaats	Trillingsterkte V_{max}			Gemiddelde trillingsterkte V_{per}	
			Ref	Plan	Q	Ref	Plan
Bergvredestraat 3	6942GK	Didam	0.1	0.2	3.2	0.00	0.00
Pittelderstraat 1A	6942GJ	Didam	0.1	0.2	4.6	0.00	0.00
Pittelderstraat 2	6942GJ	Didam	0.1	0.2	4.7	0.00	0.00
Pittelderstraat 3	6942GJ	Didam	0.1	0.2	4.9	0.00	0.00
Pittelderstraat 3A	6942GJ	Didam	0.1	0.2	4.8	0.00	0.00
Judostraat 15A	6942DZ	Didam	0.1	0.2	2.7	0.00	0.01
Bergvredestraat 1a	6942GK	Didam	0.1	0.2	4.3	0.00	0.00
Eekhegstraat 8	6942GB	Didam	0.1	0.2	4.5	0.00	0.00
Judostraat 21	6942DZ	Didam	0.1	0.2	3.0	0.00	0.00
Judostraat 19	6942DZ	Didam	0.1	0.2	3.4	0.00	0.00
Judostraat 17	6942DZ	Didam	0.1	0.2	3.7	0.00	0.00
Spoorstraat 38	6942EE	Didam	0.1	0.3	2.5	0.00	0.01
Pittelderstraat 5a		Didam	0.2	0.5	2.8	0.00	0.04
Judostraat 15	6942DZ	Didam	0.1	0.2	3.8	0.00	0.00
Bergvredestraat 1	6942GK	Didam	0.1	0.3	5.5	0.00	0.00
Spoorstraat 36	6942EE	Didam	0.1	0.2	4.4	0.00	0.00
Spoorstraat 33	6942EB	Didam	0.1	0.2	4.7	0.00	0.00
Stationslaan 2	6942EG	Didam	0.2	0.4	2.3	0.01	0.03
Spoorstraat 34	6942EE	Didam	0.1	0.2	3.9	0.00	0.00
Spoorstraat 32	6942EE	Didam	0.1	0.2	3.5	0.00	0.00
Pittelderstraat 6	6942GJ	Didam	0.1	0.4	3.4	0.00	0.01
Spoorstraat 31a	6942EB	Didam	0.1	0.2	3.0	0.00	0.00
Willibrordusweg 2	6942EN	Didam	0.1	0.2	4.4	0.00	0.00
Stationslaan 3	6942EG	Didam	0.1	0.2	4.7	0.00	0.00
Stationslaan 5	6942EG	Didam	0.1	0.3	5.2	0.00	0.00
Pittelderstraat 8	6942GJ	Didam	0.1	0.4	4.0	0.00	0.01
Willibrordusweg 1	6942EK	Didam	0.1	0.2	3.2	0.00	0.00

Straat + huisnummer	Postcode	Woonplaats	Trillingsterkte V_{max}			Gemiddelde trillingsterkte V_{per}	
			Ref	Plan	Q	Ref	Plan
Willibrordusweg 2A	6942EN	Didam	0.1	0.2	3.6	0.00	0.00
Pittelderstraat 10	6942GJ	Didam	0.1	0.3	5.9	0.00	0.00
Stationslaan 7	6942EG	Didam	0.1	0.3	6.2	0.00	0.00
Willibrordusweg 4	6942EN	Didam	0.1	0.2	3.3	0.00	0.00
Pittelderstraat 20	6942GJ	Didam	0.1	0.3	5.6	0.00	0.00
Stationslaan 5a		Didam	0.1	0.2	4.8	0.00	0.00
Stationslaan 9	6942EG	Didam	0.1	0.3	6.4	0.00	0.00
Bentemmerstraat 5	6942EZ	Didam	0.1	0.2	4.2	0.00	0.00
Parallelweg 5	6942EJ	Didam	0.1	0.3	6.7	0.00	0.00
Pittelderstraat 22	6942GJ	Didam	0.2	0.5	2.6	0.00	0.01
Parallelweg 9	6942EJ	Didam	0.1	0.4	4.0	0.00	0.00
Bentemmerstraat 3	6942EZ	Didam	0.1	0.3	3.4	0.00	0.00
Bentemmerstraat 1	6942EZ	Didam	0.1	0.3	2.6	0.00	0.01
Parallelweg 7	6942EJ	Didam	0.1	0.3	5.0	0.00	0.00
Parallelweg 17	6942EJ	Didam	0.1	0.4	3.2	0.00	0.01
Parallelweg 19A	6942EJ	Didam	0.2	0.5	3.0	0.00	0.01
Parallelweg 19	6942EJ	Didam	0.1	0.4	7.4	0.00	0.00
Parallelweg 21	6942EJ	Didam	0.2	0.5	2.7	0.03	0.05
Parallelweg 23	6942EJ	Didam	0.2	0.5	2.8	0.00	0.01
Parallelweg 25	6942EJ	Didam	0.2	0.5	2.7	0.00	0.01
Parallelweg 25a	6942EJ	Didam	0.2	0.5	2.7	0.00	0.01
Parallelweg 25b	6942EJ	Didam	0.1	0.4	3.6	0.00	0.00
Parallelweg 27	6942EJ	Didam	0.2	0.4	2.7	0.00	0.01
Parallelweg 27a	6942EJ	Didam	0.1	0.4	2.8	0.00	0.01
Parallelweg 27b	6942EJ	Didam	0.1	0.4	2.7	0.00	0.01
Parallelweg 27c	6942EJ	Didam	0.1	0.4	2.7	0.00	0.01
Oude Beekseweg 48	6942JA	Didam	0.2	0.3	1.6	0.01	0.02

Straat + huisnummer	Postcode	Woonplaats	Trillingsterkte V_{max}			Gemiddelde trillingsterkte V_{per}	
			Ref	Plan	Q	Ref	Plan
Oude Beekseweg 48A	6942JA	Didam	0.2	0.3	1.7	0.01	0.02
Oude Beekseweg 50	6942JA	Didam	0.2	0.3	1.6	0.01	0.02
Oude Beekseweg 50A	6942JA	Didam	0.1	0.2	1.6	0.01	0.02
Oude Beekseweg 52	6942JA	Didam	0.1	0.2	1.6	0.01	0.01
Wilhelminastraat 102	6942ET	Didam	0.1	0.2	5.0	0.00	0.00
Parallelweg 29	6942EJ	Didam	0.1	0.3	3.0	0.00	0.00
Wilhelminastraat 116a	6942ET	Didam	0.1	0.2	4.9	0.00	0.00
Wilhelminastraat 116	6942ET	Didam	0.1	0.2	4.9	0.00	0.00
Wilhelminastraat 100	6942ET	Didam	0.1	0.2	4.2	0.00	0.00
Wilhelminastraat 104	6942ET	Didam	0.1	0.3	5.6	0.00	0.00
Oude Beekseweg 54	6942JA	Didam	0.1	0.2	1.5	0.01	0.02
Wilhelminastraat 96	6942ET	Didam	0.1	0.2	3.0	0.00	0.00
Wilhelminastraat 110	6942ET	Didam	0.1	0.3	5.7	0.00	0.00
Wilhelminastraat 118	6942ET	Didam	0.1	0.2	1.9	0.00	0.02
Wilhelminastraat 106	6942ET	Didam	0.1	0.3	5.6	0.00	0.00
Wilhelminastraat 108	6942ET	Didam	0.1	0.3	5.6	0.00	0.00
Wilhelminastraat 114	6942ET	Didam	0.1	0.2	4.4	0.00	0.00
Wilhelminastraat 112	6942ET	Didam	0.1	0.2	4.4	0.00	0.00
Wilhelminastraat 79	6942ES	Didam	0.1	0.2	3.5	0.00	0.00
Wilhelminastraat 105	6942ES	Didam	0.1	0.2	3.4	0.00	0.00
Wilhelminastraat 83	6942ES	Didam	0.1	0.2	3.4	0.00	0.00
Wilhelminastraat 85	6942ES	Didam	0.1	0.2	3.6	0.00	0.00
Wilhelminastraat 107	6942ES	Didam	0.1	0.2	3.3	0.00	0.00
Wilhelminastraat 103	6942ES	Didam	0.1	0.2	3.2	0.00	0.00
Wilhelminastraat 103	6942ES	Didam	0.1	0.2	3.2	0.00	0.00
Wilhelminastraat 103	6942ES	Didam	0.1	0.2	3.1	0.00	0.00
Wilhelminastraat 103	6942ES	Didam	0.1	0.2	3.1	0.00	0.00

Straat + huisnummer	Postcode	Woonplaats	Trillingsterkte V_{max}			Gemiddelde trillingsterkte V_{per}	
			Ref	Plan	Q	Ref	Plan
Wilhelminastraat 103	6942ES	Didam	0.1	0.2	3.1	0.00	0.00
Wilhelminastraat 103	6942ES	Didam	0.1	0.2	3.1	0.00	0.00
Wilhelminastraat 103	6942ES	Didam	0.1	0.2	3.1	0.00	0.00
Wilhelminastraat 103	6942ES	Didam	0.1	0.2	3.1	0.00	0.00
Wilhelminastraat 103	6942ES	Didam	0.1	0.2	3.0	0.00	0.00
Wilhelminastraat 103	6942ES	Didam	0.1	0.2	3.1	0.00	0.00
Wilhelminastraat 103	6942ES	Didam	0.1	0.2	3.0	0.00	0.00
Wilhelminastraat 103	6942ES	Didam	0.1	0.2	3.0	0.00	0.00
Wilhelminastraat 87	6942ES	Didam	0.1	0.2	3.7	0.00	0.00
Wilhelminastraat 89	6942ES	Didam	0.1	0.2	3.9	0.00	0.00
Wilhelminastraat 109	6942ES	Didam	0.1	0.2	2.4	0.00	0.00
Oude Beekseweg 45	6942JA	Didam	0.1	0.3	1.7	0.02	0.04
Wilhelminastraat 111	6942ES	Didam	0.1	0.2	2.0	0.00	0.00
Bascule 2	6942LT	Didam	0.1	0.2	1.8	0.00	0.01
Bascule 19	6942LT	Didam	0.1	0.2	1.7	0.00	0.01
Bascule 17	6942LT	Didam	0.1	0.2	1.7	0.00	0.01
Eg 10	6942LV	Didam	0.1	0.2	1.7	0.01	0.02
Eg 3	6942LV	Didam	0.1	0.2	1.6	0.01	0.02
Hoefijzer 23	6942LW	Didam	0.2	0.3	1.4	0.02	0.03
Hoefijzer 21	6942LW	Didam	0.2	0.2	1.4	0.02	0.03
Hoefijzer 19	6942LW	Didam	0.2	0.2	1.4	0.02	0.03
Hoefijzer 17	6942LW	Didam	0.2	0.2	1.4	0.02	0.03
Hoefijzer 15	6942LW	Didam	0.2	0.2	1.4	0.02	0.03
Hoefijzer 13	6942LW	Didam	0.2	0.2	1.4	0.02	0.02
Hoefijzer 11	6942LW	Didam	0.1	0.2	1.4	0.02	0.02
Hoefijzer 9	6942LW	Didam	0.1	0.2	1.4	0.01	0.02
Hoefijzer 7	6942LW	Didam	0.1	0.2	1.4	0.02	0.02

Straat + huisnummer	Postcode	Woonplaats	Trillingsterkte V_{max}			Gemiddelde trillingsterkte V_{per}	
			Ref	Plan	Q	Ref	Plan
Hoefijzer 5	6942LW	Didam	0.1	0.2	1.4	0.01	0.02
Hoefijzer 3	6942LW	Didam	0.1	0.2	1.4	0.01	0.02
Hoefijzer 1	6942LW	Didam	0.1	0.2	1.4	0.01	0.02
Hoefijzer 25	6942LW	Didam	0.2	0.2	1.3	0.01	0.02
Zandweg 14	6942JE	Didam	0.2	0.3	1.3	0.01	0.02
Hoefijzer 24	6942LX	Didam	0.1	0.2	1.3	0.01	0.01
Hoefijzer 27	6942LW	Didam	0.1	0.2	1.3	0.01	0.01
Zandweg 12	6942JE	Didam	0.2	0.2	1.3	0.01	0.02
Zandweg 11	6942JE	Didam	0.2	0.3	1.2	0.02	0.03
Hoefijzer 29	6942LW	Didam	0.1	0.2	1.3	0.00	0.01
Zandweg 10	6942JE	Didam	0.2	0.2	1.2	0.00	0.01
Lange Klauwenhof 2	6942HZ	Didam	0.1	0.2	4.0	0.00	0.00
Hoefijzer 31	6942LW	Didam	0.1	0.2	1.4	0.00	0.00
Zandweg 8	6942JE	Didam	0.1	0.2	1.4	0.00	0.00
Zandweg 9	6942JE	Didam	0.1	0.2	1.9	0.00	0.00
Lange Klauwenhof 10	6942HZ	Didam	0.1	0.3	5.4	0.00	0.00
Lange Klauwenhof 7	6942HZ	Didam	0.1	0.2	3.4	0.00	0.00
Lange Klauwenhof 8	6942HZ	Didam	0.1	0.2	4.8	0.00	0.00
Prinses Beatrixstraat 80	6942JK	Didam	0.1	0.2	1.8	0.00	0.00
Prinses Beatrixstraat 82	6942JK	Didam	0.1	0.2	1.7	0.00	0.00
Prinses Beatrixstraat 78	6942JK	Didam	0.1	0.2	3.5	0.00	0.00
Lange Klauwenhof 12	6942HZ	Didam	0.3	0.3	1.3	0.00	0.00
Lange Klauwenhof 12A	6942HZ	Didam	0.2	0.3	1.3	0.00	0.00
Prinses Beatrixstraat 43B	6942JJ	Didam	0.1	0.2	4.0	0.00	0.00
Prinses Beatrixstraat 57	6942JJ	Didam	0.3	0.3	1.2	0.00	0.01
Prinses Beatrixstraat 61	6942JJ	Didam	0.4	0.4	1.1	0.01	0.01
Prinses Beatrixstraat 55	6942JJ	Didam	0.2	0.3	1.2	0.00	0.00

Straat + huisnummer	Postcode	Woonplaats	Trillingsterkte V_{max}			Gemiddelde trillingsterkte V_{per}	
			Ref	Plan	Q	Ref	Plan
Prinses Beatrixstraat 59	6942JJ	Didam	0.3	0.4	1.1	0.00	0.01
Prinses Beatrixstraat 43A	6942JJ	Didam	0.1	0.2	3.4	0.00	0.00
Prinses Beatrixstraat 45	6942JJ	Didam	0.1	0.2	4.2	0.00	0.00
Prinses Beatrixstraat 47	6942JJ	Didam	0.1	0.2	4.0	0.00	0.00
Lange Klauwenhof 9	6942HZ	Didam	0.1	0.3	5.6	0.00	0.00
Prinses Beatrixstraat 63	6942JJ	Didam	0.3	0.4	1.1	0.01	0.01
Lange Klauwenhof 11	6942HZ	Didam	0.2	0.3	1.5	0.00	0.00
Prinses Beatrixstraat 69	6942JK	Didam	0.4	0.4	1.1	0.00	0.01
Lange Klauwenhof 14	6942HZ	Didam	0.4	0.5	1.2	0.01	0.01
Prinses Beatrixstraat 65	6942JK	Didam	0.1	0.2	4.9	0.00	0.00
Prinses Beatrixstraat 67	6942JK	Didam	0.1	0.3	5.0	0.00	0.00
Lange Klauwenhof 13	6942HZ	Didam	0.4	0.4	1.2	0.04	0.05
Prinses Beatrixstraat 67a	6942JK	Didam	0.1	0.2	4.1	0.00	0.00
Prinses Beatrixstraat 77	6942JK	Didam	0.3	0.3	1.3	0.00	0.00
Prinses Beatrixstraat 73	6942JK	Didam	0.2	0.3	1.7	0.00	0.00
Prinses Beatrixstraat 75	6942JK	Didam	0.2	0.3	1.5	0.00	0.00
Oldegoorweg 7a	6942PC	Didam	0.1	0.2	4.1	0.00	0.00
Oldegoorweg 7	6942PC	Didam	0.1	0.2	4.6	0.00	0.00
Prinses Beatrixstraat 77A	6942JK	Didam	0.1	0.3	5.3	0.00	0.00
Prinses Beatrixstraat 79	6942JK	Didam	0.4	0.4	1.1	0.00	0.01
Oldegoorweg 16	6942PC	Didam	0.1	0.2	3.4	0.00	0.00
Prinses Beatrixstraat 81	6942JK	Didam	0.5	0.5	1.0	0.01	0.01
Heeghstraat 78a	6942PG	Didam	0.3	0.4	1.2	0.00	0.00
Geulecampweg 1	6942PB	Didam	0.3	0.4	1.3	0.00	0.00
Heeghstraat 80	6942PG	Didam	0.4	0.4	1.1	0.00	0.01
Heeghstraat 78b	6942PG	Didam	0.2	0.3	1.7	0.00	0.00
Heeghstraat 78	6942PG	Didam	0.3	0.4	1.2	0.00	0.00

Straat + huisnummer	Postcode	Woonplaats	Trillingsterkte V_{max}			Gemiddelde trillingsterkte V_{per}	
			Ref	Plan	Q	Ref	Plan
Oldegoorweg 18	6942PD	Didam	0.4	0.4	1.1	0.00	0.01
Geulecampweg 5	6942PB	Didam	0.1	0.2	4.9	0.00	0.00
Gravenpark 1	6942PR	Didam	0.1	0.2	4.4	0.00	0.00
Gravenpark 3	6942PR	Didam	0.1	0.2	4.4	0.00	0.00
Frieslandweg 3	6942PT	Didam	0.1	0.2	4.5	0.00	0.00
van Rouwenoortweg 56a	6942PK	Didam	0.2	0.3	1.5	0.00	0.00
Frieslandweg 1	6942PT	Didam	0.2	0.3	1.3	0.00	0.00
Frieslandweg 1a	6942PT	Didam	0.2	0.3	1.4	0.00	0.00
van Rouwenoortweg 56	6942PK	Didam	0.1	0.2	3.7	0.00	0.00
van Rouwenoortweg 43	6942PK	Didam	0.2	0.3	1.6	0.00	0.00
van Rouwenoortweg 43a	6942PK	Didam	0.2	0.3	1.6	0.00	0.00
Toppegaiweg 1	6942PS	Didam	0.1	0.2	3.9	0.00	0.00
Holthuizerstraat 22	6942PM	Didam	0.1	0.2	4.6	0.00	0.00
Parkweg 2	6942PP	Didam	0.3	0.4	1.2	0.01	0.01
Holthuizerstraat 23	6942PM	Didam	0.1	0.2	3.1	0.00	0.00
Toppegaiweg 2	6942PS	Didam	0.2	0.3	1.3	0.00	0.01
Toppegaiweg 2a	6942PS	Didam	0.2	0.3	1.3	0.00	0.01
Parkweg 1	6942PP	Didam	0.2	0.2	1.6	0.00	0.00
Toppegaiweg 4	6942PS	Didam	0.2	0.3	1.4	0.02	0.04
Toppegaiweg 5	6942PS	Didam	0.1	0.2	1.7	0.00	0.00
Parkweg 4	6942PP	Didam	0.2	0.2	1.4	0.00	0.00
Parkweg 3	6942PP	Didam	0.1	0.2	3.9	0.00	0.00
Parkweg 6	6942PP	Didam	0.2	0.3	1.3	0.01	0.01
Parkweg 5	6942PP	Didam	0.1	0.2	3.2	0.00	0.00
Parkweg 16	6942PP	Didam	0.1	0.2	3.5	0.00	0.00
Schopperdensedeweg 2	7031XG	Wehl	0.1	0.2	1.4	0.00	0.00
Beekseweg 39A	7031AV	Wehl	0.1	0.2	1.5	0.00	0.00

Straat + huisnummer	Postcode	Woonplaats	Trillingsterkte V_{max}			Gemiddelde trillingsterkte V_{per}	
			Ref	Plan	Q	Ref	Plan
Schopperdensedeweg 4	7031XG	Wehl	0.1	0.2	3.5	0.00	0.00
Schopperdensedeweg 10	7031XG	Wehl	0.2	0.2	1.3	0.00	0.00
Schopperdensedeweg 8	7031XG	Wehl	0.1	0.2	3.4	0.00	0.00
Prins Mauritsstraat 91	7031XW	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.00
Schopperdensedeweg 7	7031XG	Wehl	0.1	0.2	1.4	0.00	0.00
Schopperdensedeweg 5	7031XG	Wehl	0.1	0.2	3.2	0.00	0.00
Prins Mauritsstraat 50	7031XZ	Wehl	0.1	0.2	3.2	0.00	0.00
Prins Pieterstraat 16	7031XJ	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.00
Prins Pieterstraat 18	7031XJ	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Beekseweg 50	7031AX	Wehl	0.3	0.3	1.1	0.01	0.01
Prins Pieterstraat 14	7031XJ	Wehl	0.1	0.2	1.7	0.00	0.00
Prins Pieterstraat 20	7031XJ	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.00
Prins Pieterstraat 23	7031XJ	Wehl	0.1	0.2	1.3	0.00	0.00
Prins Pieterstraat 21	7031XJ	Wehl	0.1	0.2	1.4	0.00	0.00
Prins Pieterstraat 19	7031XJ	Wehl	0.1	0.2	3.4	0.00	0.00
Leemkuilseweg 36	7031XN	Wehl	0.2	0.2	1.3	0.00	0.00
Leemkuilseweg 34	7031XN	Wehl	0.1	0.2	1.4	0.00	0.00
Leemkuilseweg 32	7031XN	Wehl	0.1	0.2	1.5	0.00	0.00
Leemkuilseweg 41	7031XL	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.00
Leemkuilseweg 39	7031XL	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.00
Leemkuilseweg 37	7031XL	Wehl	0.2	0.2	1.3	0.00	0.00
Leemkuilseweg 35	7031XL	Wehl	0.2	0.2	1.3	0.00	0.00
Leemkuilseweg 33	7031XL	Wehl	0.1	0.2	1.4	0.00	0.00
Beekseweg 39	7031AV	Wehl	0.2	0.3	1.1	0.02	0.03
Leemkuilseweg 31	7031XL	Wehl	0.1	0.2	1.3	0.00	0.00
Veenweg 107	7031GJ	Wehl	0.1	0.2	3.7	0.00	0.00
Beekseweg 48	7031AX	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.00

Straat + huisnummer	Postcode	Woonplaats	Trillingsterkte V_{max}			Gemiddelde trillingsterkte V_{per}	
			Ref	Plan	Q	Ref	Plan
Leemkuilseweg 38X		Wehl	0.1	0.2	3.3	0.00	0.00
Leemkuilseweg 38X		Wehl	0.1	0.2	3.2	0.00	0.00
Leemkuilseweg 38X		Wehl	0.1	0.2	3.2	0.00	0.00
Beekseweg 37	7031AV	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.00
Leemkuilseweg 38X		Wehl	0.1	0.2	3.1	0.00	0.00
Beekseweg 46	7031AX	Wehl	0.1	0.2	1.4	0.00	0.00
Leemkuilseweg 38	7031XN	Wehl	0.1	0.2	3.0	0.00	0.00
Beekseweg 35	7031AV	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.00
Beekseweg 44	7031AX	Wehl	0.1	0.2	3.6	0.00	0.00
Beekseweg 42	7031AX	Wehl	0.1	0.2	3.4	0.00	0.00
Beekseweg 33	7031AV	Wehl	0.1	0.2	1.6	0.00	0.00
Raphaëlstraat 5	7031BA	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Veenweg 2	7031GJ	Wehl	0.1	0.2	1.4	0.00	0.00
Beekseweg 40	7031AX	Wehl	0.1	0.2	3.2	0.00	0.00
Raphaëlstraat 3	7031BA	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.01
Raphaëlstraat 3B	7031BA	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.00
Raphaëlstraat 3A	7031BA	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.01
Ripperbansveen 21	7031LV	Wehl	0.1	0.2	3.2	0.00	0.00
Ripperbansveen 19	7031LV	Wehl	0.1	0.2	3.2	0.00	0.00
Beekseweg 38	7031AX	Wehl	0.1	0.2	3.1	0.00	0.00
Beekseweg 31	7031AV	Wehl	0.1	0.2	3.5	0.00	0.00
Veenweg 6	7031GJ	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.01
Veenmos 8	7031LW	Wehl	0.1	0.2	3.0	0.00	0.00
Ripperbansveen 17	7031LV	Wehl	0.1	0.2	1.7	0.00	0.00
Raphaëlstraat 1E	7031BA	Wehl	0.2	0.3	1.2	0.00	0.01
Raphaëlstraat 7	7031BA	Wehl	0.1	0.2	1.5	0.00	0.00
Veenweg 4	7031GJ	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.01

Straat + huisnummer	Postcode	Woonplaats	Trillingsterkte V_{max}			Gemiddelde trillingsterkte V_{per}	
			Ref	Plan	Q	Ref	Plan
Ripperbansveen 15	7031LV	Wehl	0.1	0.2	1.7	0.00	0.00
Raphaëlstraat 9	7031BA	Wehl	0.1	0.2	3.4	0.00	0.00
Veenmos 6	7031LW	Wehl	0.1	0.2	3.3	0.00	0.00
Ripperbansveen 13	7031LV	Wehl	0.1	0.2	1.3	0.00	0.00
Raphaëlstraat 1D	7031BA	Wehl	0.2	0.3	1.2	0.00	0.01
Kleine Veenbes 8	7031LX	Wehl	0.1	0.2	3.2	0.00	0.00
Veenmos 5	7031LW	Wehl	0.1	0.2	3.3	0.00	0.00
Veenmos 7	7031LW	Wehl	0.1	0.2	3.3	0.00	0.00
Veenmos 4	7031LW	Wehl	0.1	0.2	1.6	0.00	0.00
Ripperbansveen 11	7031LV	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.00
Kleine Veenbes 6	7031LX	Wehl	0.1	0.2	1.7	0.00	0.00
Veenmos 2	7031LW	Wehl	0.2	0.2	1.3	0.00	0.00
Ripperbansveen 9	7031LV	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.00
Veenmos 3	7031LW	Wehl	0.1	0.2	1.4	0.00	0.00
Beste Vaderskamp 3	7031LA	Wehl	0.1	0.2	3.2	0.00	0.00
Kleine Veenbes 2	7031LX	Wehl	0.2	0.2	1.3	0.00	0.00
Kleine Veenbes 4	7031LX	Wehl	0.2	0.2	1.3	0.00	0.00
Veenmos 1	7031LW	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.00
Raphaëlstraat 6	7031BA	Wehl	0.1	0.2	1.4	0.00	0.00
Ripperbansveen 1	7031LV	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Ripperbansveen 5	7031LV	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Ripperbansveen 7	7031LV	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Ripperbansveen 3	7031LV	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Doetinchemseweg 5B	7031EP	Wehl	0.1	0.2	3.3	0.00	0.00
Beste Vaderskamp 5	7031LA	Wehl	0.1	0.2	1.8	0.00	0.00
Doetinchemseweg 5	7031EP	Wehl	0.1	0.2	1.4	0.00	0.00
Doetinchemseweg 5A	7031EP	Wehl	0.1	0.2	1.4	0.00	0.00

Straat + huisnummer	Postcode	Woonplaats	Trillingsterkte V_{max}			Gemiddelde trillingsterkte V_{per}	
			Ref	Plan	Q	Ref	Plan
Raphaëlstraat 1C	7031BA	Wehl	0.2	0.3	1.2	0.00	0.01
Motketel 5	7031LB	Wehl	0.1	0.2	1.3	0.00	0.00
Beste Vaderskamp 7	7031LA	Wehl	0.1	0.2	1.4	0.00	0.00
Motketel 6	7031LB	Wehl	0.1	0.2	1.3	0.00	0.00
Motketel 12	7031LB	Wehl	0.1	0.2	1.3	0.00	0.00
Raphaëlstraat 1	7031BA	Wehl	0.2	0.3	1.1	0.01	0.01
Beste Vaderskamp 8	7031LA	Wehl	0.1	0.2	1.4	0.00	0.00
Motketel 10	7031LB	Wehl	0.1	0.2	1.4	0.00	0.00
Beste Vaderskamp 9	7031LA	Wehl	0.1	0.2	1.3	0.00	0.00
Motketel 7	7031LB	Wehl	0.1	0.2	1.2	0.00	0.00
Motketel 8	7031LB	Wehl	0.1	0.2	1.2	0.00	0.00
Beste Vaderskamp 11	7031LA	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.00
Beste Vaderskamp 10	7031LA	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.00
Motketel 9	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.00
Beste Vaderskamp 13	7031LA	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.00
Raphaëlstraat 4	7031BA	Wehl	0.2	0.2	1.3	0.00	0.00
Motketel 67	7031LB	Wehl	0.1	0.2	1.1	0.00	0.00
Beste Vaderskamp 15	7031LA	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.00
Motketel 65	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.00
Beste Vaderskamp 12	7031LA	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.00
Beste Vaderskamp 17	7031LA	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.00
Motketel 11	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.00
Motketel 63	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.00
Motketel 69	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.00
Doetinchemseweg 2	7031ER	Wehl	0.2	0.3	1.1	0.01	0.01
Motketel 39	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.00
Motketel 13	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.00

Straat + huisnummer	Postcode	Woonplaats	Trillingsterkte V_{max}			Gemiddelde trillingsterkte V_{per}	
			Ref	Plan	Q	Ref	Plan
Beste Vaderskamp 14	7031LA	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Stationsstraat 31	7031BM	Wehl	0.3	0.3	1.1	0.02	0.02
Motketel 61	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.00
Doetinchemseweg 1	7031EP	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.00
Lambertusstraat 17	7031BB	Wehl	0.2	0.2	1.3	0.00	0.00
Motketel 71	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.00
Motketel 37	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.00
Motketel 15	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.00
Motketel 41	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.00
Raphaëlstraat 2	7031BA	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.00
Motketel 59	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.00
Doetinchemseweg 3	7031EP	Wehl	0.2	0.3	1.1	0.01	0.01
Motketel 35	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.00
Motketel 17	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.01
Lambertusstraat 4	7031BB	Wehl	0.1	0.2	3.3	0.00	0.00
Motketel 57	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.00
Motketel 73	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.00
Beste Vaderskamp 27	7031LA	Wehl	0.2	0.3	1.1	0.01	0.01
Motketel 43	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.01
Beste Vaderskamp 25	7031LA	Wehl	0.2	0.3	1.1	0.01	0.01
Beste Vaderskamp 23	7031LA	Wehl	0.2	0.3	1.1	0.01	0.01
Beste Vaderskamp 21	7031LA	Wehl	0.2	0.3	1.1	0.01	0.01
Isidorusstraat 22	7031BG	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.00
Beste Vaderskamp 19	7031LA	Wehl	0.2	0.3	1.1	0.01	0.01
Motketel 19	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.01	0.01
Motketel 55	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.01	0.01
Motketel 33	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.01	0.01

Straat + huisnummer	Postcode	Woonplaats	Trillingsterkte V_{max}			Gemiddelde trillingsterkte V_{per}	
			Ref	Plan	Q	Ref	Plan
Motketel 45	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.01	0.01
Lambertusstraat 15	7031BB	Wehl	0.1	0.2	3.3	0.00	0.00
Motketel 21	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.01	0.01
Motketel 53	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.01	0.01
Motketel 31	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.01	0.01
Stationsstraat 32	7031BR	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Motketel 23	7031LB	Wehl	0.3	0.3	1.0	0.01	0.01
Motketel 51	7031LB	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.01	0.01
Lambertusstraat 13	7031BB	Wehl	0.1	0.2	3.1	0.00	0.00
Motketel 47	7031LB	Wehl	0.3	0.2	0.9	0.01	0.01
Motketel 25	7031LB	Wehl	0.3	0.3	1.0	0.01	0.01
Motketel 29	7031LB	Wehl	0.3	0.3	1.0	0.01	0.01
Motketel 49	7031LB	Wehl	0.3	0.3	0.9	0.01	0.01
Bleeksestraat 6	7031EL	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.01	0.01
Stationsstraat 30A	7031BR	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.00
Stationsstraat 30B	7031BR	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.00
Motketel 27	7031LB	Wehl	0.3	0.3	1.0	0.01	0.01
Isidorusstraat 23	7031BG	Wehl	0.1	0.2	1.3	0.00	0.00
Isidorusstraat 20	7031BG	Wehl	0.1	0.2	3.3	0.00	0.00
Stationsstraat 30	7031BR	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.00
Bleeksestraat 4A	7031EL	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.01	0.01
Bleeksestraat 4	7031EL	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.01	0.01
Stationsstraat 28	7031BR	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Stationsstraat 28	7031BR	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Stationsstraat 28	7031BR	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Stationsstraat 28	7031BR	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Stationsstraat 28	7031BR	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01

Straat + huisnummer	Postcode	Woonplaats	Trillingsterkte V_{max}			Gemiddelde trillingsterkte V_{per}	
			Ref	Plan	Q	Ref	Plan
Stationsstraat 28	7031BR	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Stationsstraat 28	7031BR	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Stationsstraat 28	7031BR	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Stationsstraat 28	7031BR	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Stationsstraat 28	7031BR	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Stationsstraat 28	7031BR	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Stationsstraat 28	7031BR	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Stationsstraat 28	7031BR	Wehl	0.2	0.3	1.1	0.01	0.01
Stationsstraat 28	7031BR	Wehl	0.2	0.3	1.1	0.01	0.01
Stationsstraat 28	7031BR	Wehl	0.2	0.3	1.1	0.01	0.01
Isidorusstraat 21	7031BG	Wehl	0.1	0.2	3.4	0.00	0.00
Stationsstraat 26	7031BR	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Stationsstraat 26	7031BR	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Stationsstraat 27C	7031BN	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Stationsstraat 26	7031BR	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Stationsstraat 27B	7031BN	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Stationsstraat 27A	7031BN	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.01
Stationsstraat 28	7031BR	Wehl	0.1	0.2	1.3	0.00	0.00
Stationsstraat 26A	7031BR	Wehl	0.1	0.2	1.4	0.00	0.00
Stationsstraat 26	7031BR	Wehl	0.2	0.2	1.2	0.00	0.00
Nijverheidsweg 2	7031BV	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.01	0.01
Nijverheidsweg 4	7031BV	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.01	0.01
Nijverheidsweg 4A	7031BV	Wehl	0.3	0.2	1.0	0.01	0.01
Nijverheidsweg 6	7031BV	Wehl	0.3	0.2	1.0	0.01	0.01
Nijverheidsweg 10	7031BV	Wehl	0.3	0.2	0.9	0.01	0.01
Stationsstraat 27	7031BN	Wehl	0.1	0.2	1.3	0.00	0.00
Diepenbroekstraat 2	7031BT	Wehl	0.1	0.2	1.2	0.00	0.00

Straat + huisnummer	Postcode	Woonplaats	Trillingsterkte V_{max}			Gemiddelde trillingsterkte V_{per}	
			Ref	Plan	Q	Ref	Plan
Nijverheidsweg 12B	7031BV	Wehl	0.2	0.2	0.9	0.01	0.01
Diepenbroekstraat 4	7031BT	Wehl	0.2	0.2	1.1	0.00	0.00
Stationsstraat 24	7031BR	Wehl	0.1	0.2	3.4	0.00	0.00
Nijverheidsweg 1A	7031BW	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.00
Nijverheidsweg 1	7031BW	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.00
Nijverheidsweg 12	7031BV	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.00
Nijverheidsweg 3A	7031BW	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.00
Nijverheidsweg 3	7031BW	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.00
Diepenbroekstraat 3	7031BT	Wehl	0.1	0.2	1.4	0.00	0.00
Diepenbroekstraat 1	7031BT	Wehl	0.1	0.2	3.2	0.00	0.00
Diepenbroekstraat 5	7031BT	Wehl	0.1	0.2	3.2	0.00	0.00
Diepenbroekstraat 7	7031BT	Wehl	0.1	0.2	3.2	0.00	0.00
Diepenbroekstraat 9	7031BT	Wehl	0.1	0.2	3.1	0.00	0.00
Nijverheidsweg 14A	7031BV	Wehl	0.1	0.2	1.1	0.00	0.00
Diepenbroekstraat 11	7031BT	Wehl	0.1	0.2	3.0	0.00	0.00
Winnipegstraat 2	7007AE	Doetinchem	0.2	0.2	0.9	0.04	0.04
Winnipegstraat 2X		Doetinchem	0.2	0.2	0.9	0.05	0.05
Groenestraat 23B	7031EH	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.00
Groenestraat 23	7031EH	Wehl	0.2	0.2	1.0	0.00	0.00
Jan Willinkstraat 2	7006NA	Doetinchem	0.2	0.2	1.0	0.02	0.04
Jan Willinkstraat 2A	7006NA	Doetinchem	0.2	0.2	1.0	0.02	0.03

Bijlage IX. Maatregelenonderzoek

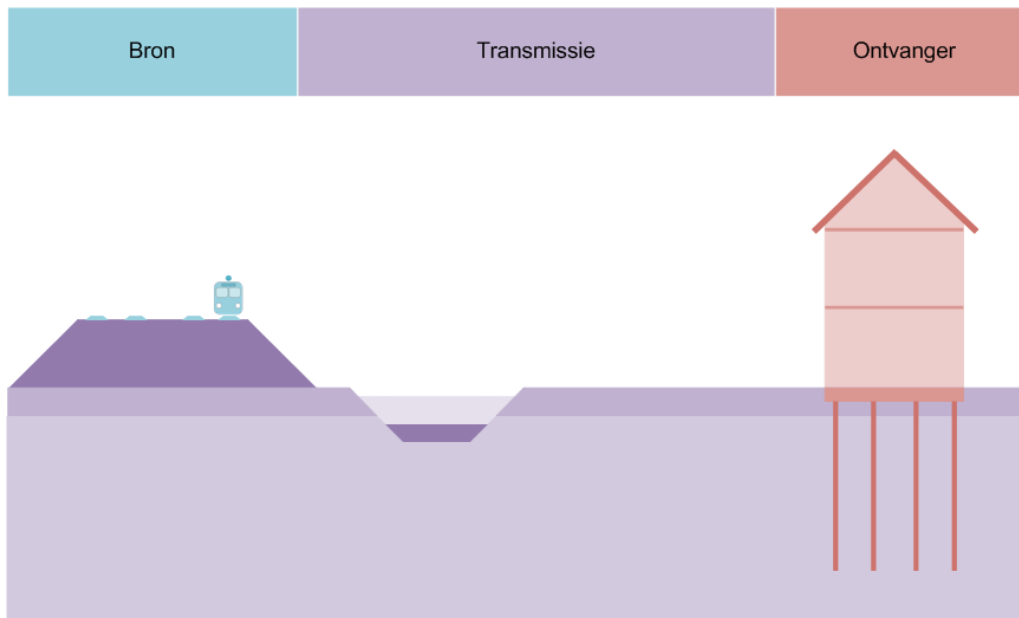
Deze bijlage bevat de resultaten van het uitgevoerde maatregelenonderzoek voor clusters waar op basis van het trillingonderzoek een kans is op overschrijdingen. In deze bijlage gaan we eerst in op de mogelijk te nemen maatregelen, daarna op de gevolgde methodiek en tenslotte gaan we per cluster in op het uitgevoerde maatregelenonderzoek.

IX.1 Mogelijke maatregelen

Trillingen ten gevolge van treinverkeer kunnen op drie posities worden gereduceerd:

1. Bij de bron (treinen¹⁸ of spoorconstructie);
2. Tussen de bron en de ontvanger (in de bodem);
3. Bij de ontvanger (gebouw).

Deze drie posities zijn schematisch weergegeven in Figuur 102.



Figuur 102: Schematisch overzicht spoorstelsel

Er zijn twee mogelijke principes om de trillinghinder te reduceren:

- Het verhogen van de impedantie van de aangestoten constructie (de mate waarin een constructie in beweging kan worden gebracht). Dit kan bijvoorbeeld door het verhogen van de stijfheid van de constructie of het vergroten van de massa.
- Het ontkoppelen van de bron en de ontvanger door het toepassen van verende of reflecterende tussenlagen. Dit type maatregel wordt het meest toegepast.

In de praktijk is het reduceren van trillingen van treinverkeer zeer moeilijk. De effectiviteit van een maatregel hangt af van een groot aantal factoren. Maatregelen die op de ene locatie effectief zijn, kunnen op een andere locatie de trillingsterkte niet of veel minder reduceren. Het uitvoeren van een maatregelenonderzoek vindt daarom altijd locatiespecifiek plaats.

¹⁸ ProRail noch het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I&W) kan spoorwegondernemingen dwingen om ander materieel te rijden of bepaalde vervoerders snelheidsbeperkingen op te leggen. Hoewel deze maatregelen dus effectief kunnen zijn, zijn dit momenteel juridisch gezien geen maatregelen die kunnen worden ingezet.

In het voorliggende onderzoek is door middel van bronnenonderzoek, expertinterviews en brainstormsessies een breed scala aan mogelijke trillingmaatregelen bepaald. De verschillende types maatregelen worden in de onderstaande subparagrafen nader toegelicht.

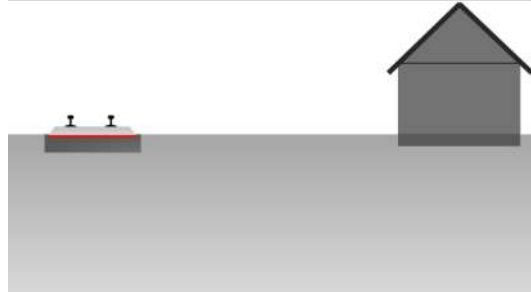
IX.1.1 Mogelijke maatregelen aan de bron

De meest effectieve aanpak is het reduceren van de trillingen bij de bron: de trein of het spoorstelsel. Mogelijke maatregelen zijn:

Railpads, een verende constructie tussen spoorstaaf en dwarsligger, vaak in de vorm van een rubberen plaat.



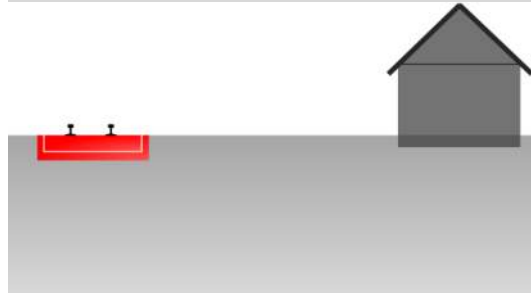
Under sleeper pads, een verende constructie tussen dwarsligger en ballast of betonplaat, vaak in de vorm van een rubberen plaat.



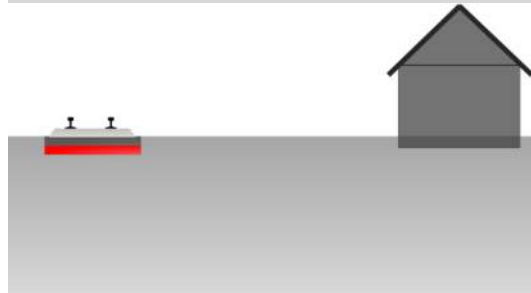
Ballastmatten, een verende constructie onder de ballast, vaak in de vorm van een rubberen mat. Om deze maatregel bij een aardebaansituatie toe te passen, dient de ballastmat aan de zijkant te worden opgesloten en is een goede afwatering van belang.



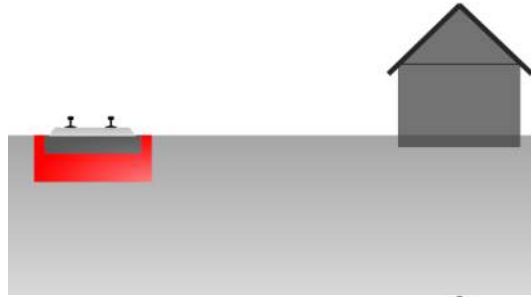
Floating slab track, een verende oplegging van het gehele spoorstelsel. Het effect hangt sterk af van de gekozen constructie (eigenfrequentie en demping).



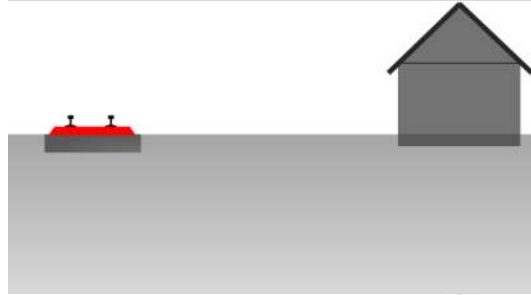
Slab track, een betonplaat onder de ballast. Deze maatregel heeft vaak alleen effect bij lage frequenties en een slappe bodem door de minimalisatie van zettingsverschillen in het spoor. De maatregel kan worden gecombineerd met een slappe ballastmat om meer effect te bereiken.



Aanpassen van de bodem onder het spoor, bijvoorbeeld door het toepassen van grondverbetering of het realiseren van een zettingsvrije plaat (onderheide betonnen plaat).



Aanpassing dwarsliggers, door de stijfheid of massa van de dwarsliggers aan te passen (grotere dwarsliggers, ander materiaal, holle dwarsliggers, wide sleepers, frame sleepers, laddertrack, etc.) kunnen de trillingen worden gereduceerd.



Aanpassing spoorligging, bijvoorbeeld door het verplaatsen van wissels en andere oneffenheden in het spoor, zoals de aansluiting tussen aardebaan en kunstwerk. Deze oneffenheden hebben vooral op korte afstand (minder dan 50 meter) tot het spoor een grote invloed op de trillingsterkte.



Aanpassing aan voertuigen, bijvoorbeeld door het reduceren van de treinsnelheid, beter toezicht op de kwaliteit van het materieel of het aanpassen van de afveerconstructie van treinwagons.¹⁹



IX.1.2 Mogelijke maatregelen aan de transmissie of overdracht

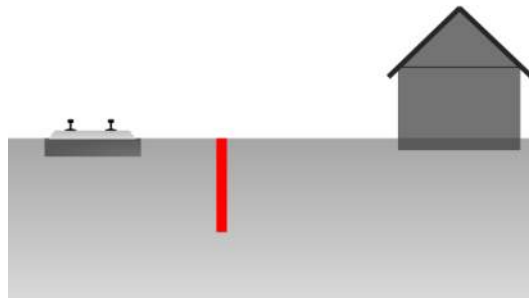
Bij maatregelen aan de transmissie (of de overdracht) kan een afname van de trillingen worden bereikt door de trillingen te absorberen of te reflecteren. Absorptie van trillingen is praktisch vrijwel niet uitvoerbaar, reflectie van trillingen kan worden bereikt door het introduceren van een fysieke barrière tussen de bron en de ontvanger. Een dergelijke barrière kan worden gerealiseerd met een zeer licht materiaal zoals EPS²⁰ (of zelfs geen materiaal, zoals bij een sloot), of juist een zeer zwaar en stijf materiaal (zoals beton). Belangrijk is dat er een impedantiesprong wordt gecreëerd. Het ontwerpen van maatregelen aan de transmissie dient daarom altijd locatiespecifiek te worden uitgevoerd, zodat de lokale bodemkarakteristieken worden meegenomen.

Mogelijke transmissiemaatregelen zijn onder meer:

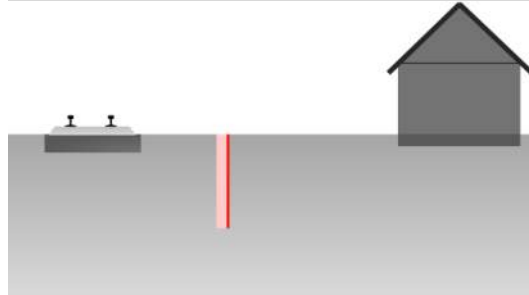
¹⁹ ProRail noch het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I&W) kan spoorwegondernemingen dwingen om ander materieel te rijden of bepaalde vervoerders snelheidsbeperkingen op te leggen. Hoewel deze maatregelen dus effectief kunnen zijn, zijn dit momenteel juridisch gezien geen maatregelen die kunnen worden ingezet.

²⁰ EPS is een kunststof bestaande uit geëxpandeerd polystyreen, in de volksmond bekend als piepschuim.

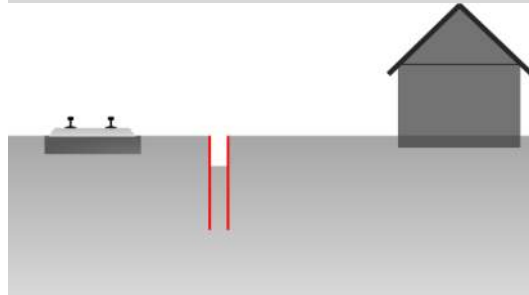
Trillingreducerende ondergrondse constructie (TROC), bijvoorbeeld van beton, jetgrout, een damwand, prefab L-wand, Mix-In-Place of EPS. Een dergelijke constructie kan de trillingen absorberen (bij een zware constructie) of reflecteren, waardoor er een barrière ontstaat tussen bron en ontvanger.



Beklede trillingreducerende ondergrondse constructie (beklede TROC), waarbij de barrière wordt voorzien van een extra laag slap materiaal, bijvoorbeeld rubber, om een extra impedantiesprong te creëren. Deze maatregel heeft doorgaans meer effect dan een niet-beklede barrière.



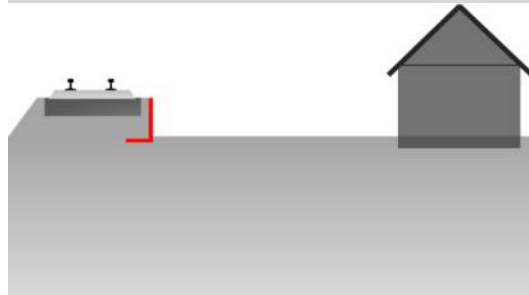
Toepassen van een sleuf en damwand(en), bij deze constructie wordt een smalle sloot of EPS-constructie gerealiseerd naast een of tussen twee damwanden. De verschillende materialen zorgen voor impedantiesprongen, waardoor reflectie van de trillinggolven optreedt.



Sloot, hierbij wordt een fysieke onderbreking gecreëerd in het pad van de trillingen tussen bron en ontvanger.



Aanpassen talud, bijvoorbeeld door het realiseren van een betonnen L-wand of het toepassen van geogrids. Treinen op een verhoogd talud geven doorgaans minder trillingen dan treinen die op maaiveld rijden.



Voor al deze maatregelen geldt dat het effect afhankelijk is van de bodemopbouw ter plekke, maar ook van het type trein bijvoorbeeld. Het effect van een maatregel wordt daarom altijd frequentieafhankelijk doorgerekend, om rekening te houden met deze mogelijke verschillen in effect.

IX.1.3 Mogelijke maatregelen aan de ontvanger

De laatste categorie maatregelen zijn maatregelen aan de ontvanger, aan de gebouwen. Nadeel van deze categorie is dat de meeste opties grote impact hebben op de gebruikers van de gebouwen en vrijwel niet uitvoerbaar zijn voor bestaande gebouwen. De volgende maatregelen zijn mogelijk:

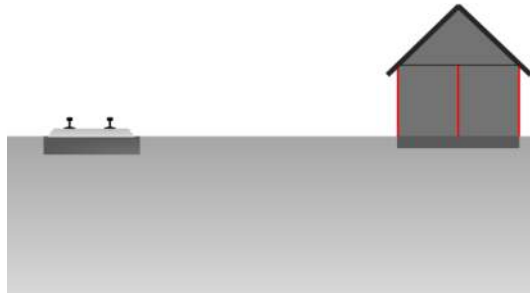
Amoveren, de gebouwen worden opgekocht en de bewoners of gebruikers verhuizen.



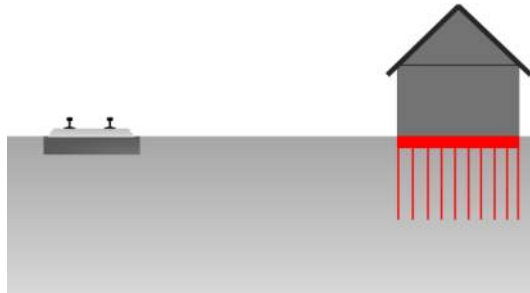
Verstijven van vloeren, hierbij worden (veelal houten) vloeren vervangen of verstevigd door stalen of betonnen elementen. Bij betonnen vloeren kan de massa van de vloer worden vergroot. Bij houten vloeren kan een dragende dekvloer worden toegepast of kunnen de vloerbalken worden verstevigd door middel van stalen profielen.



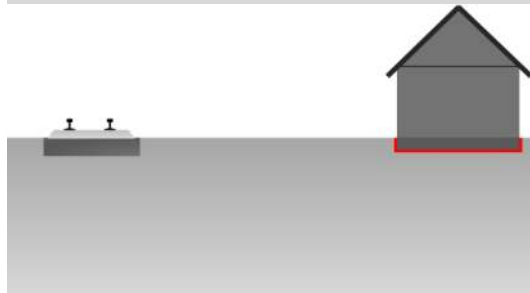
Verstijven van muren, hierbij worden buitenmuren verstevigd, of niet-constructieve binnenwanden vervangen door constructieve binnenwanden. Een andere mogelijkheid is het toevoegen van steunberen aan de buitenzijde van de woning, waardoor de woning breder wordt en een andere eigenfrequentie en demping kent.



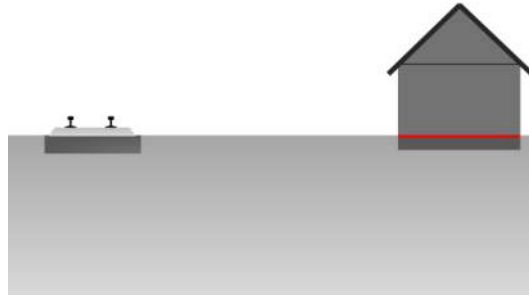
Onderheien, verzwaren van de fundering van de woning, waardoor de bedding in de ondergrond toeneemt. Dit kan bereikt worden door de woning te onderheien of grout- of gelinfectie toe te passen onder de woning.



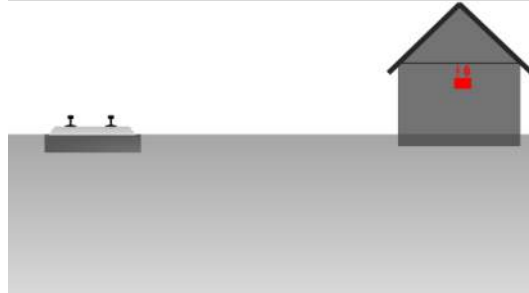
Inpakken van de fundering, vooral bij gebouwen die op staal zijn gefundeerd. Hierbij wordt de fundering ingepakt in een dempend materiaal, bijvoorbeeld rubber of EPS.



Afgeveerde vloer, het toepassen van een afgeveerde vloer in een woning, deze maatregel is vooral effectief tegen hoogfrequente trillingen (vanaf 5 Hz), en is vooral toepasbaar op betonnen vloeren.



Tuned mass damper, een afgeregeld massa-veersysteem dat trillingen kan uitdempem toepassen in een woning. Zo'n tuned mass damper (TMD) wordt aangepast op de eigenfrequentie van de vloeren, maar werkt doorgaans alleen bij een scherpe piek in het trillingspectrum, omdat omliggende frequenties vaak worden opgeslingerd.



IX.1.4 Selectie van maatregelen

Om niet onnodig onderzoek te doen naar kansloze maatregelen, is een eerste preselectie gemaakt van maatregelen voor dit project. Hierbij is op basis van expert judgment en ervaring in eerdere projecten voor alle mogelijke maatregelen gekeken naar de inpasbaarheid, uitvoerbaarheid, onderhoudbaarheid, robuustheid en effectiviteit tegen trillingen. Op basis daarvan is een kwalificatie gegeven of de maatregel mogelijk doelmatig kan zijn, en dus interessant kan zijn voor nader onderzoek. Deze preselectie is weergegeven in Tabel 46. Hierbij geldt dat een aantal maatregelen buiten de scope van het project valt (m.n. maatregelen aan de voertuigen, rijnsnelheid (omdat de verhoging van de rijnsnelheid samenhangt met de uitvoerbaarheid van het project) of het verwijderen van overwegen), en dat met name maatregelen aan gebouwen buiten beschouwing worden gelaten vanwege de hoge kosten, vaak beperkte effectiviteit, impact op de woonbaarheid en de langdurige overlast voor bewoners. Deze maatregelen, die dus op voorhand niet doelmatig zijn, zijn niet nader onderzocht.

Tabel 69: Preselectie maatregelen

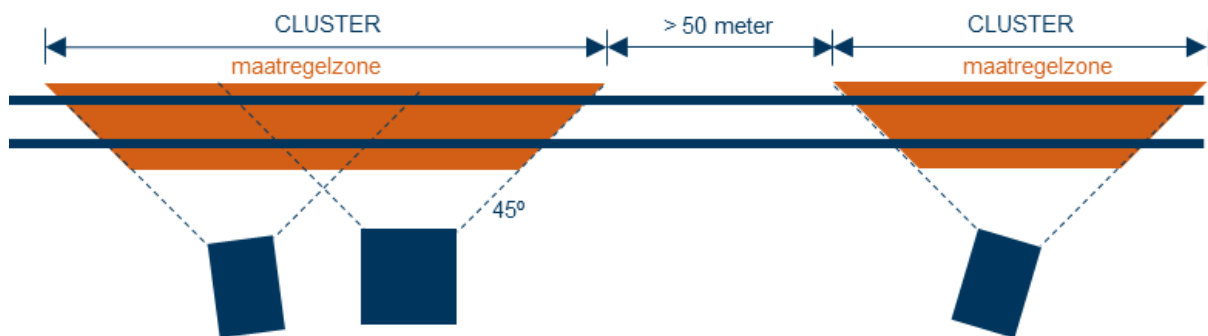
Type maatregel	Inpasbaar	Uitvoerbaar	Onderhoudbaar	Robuust	Effectiviteit	Mogelijk doelmatig
Bronmaatregelen						
Railpads	+	++	0	-	-	Nee, niet effectief
Under sleeper pads	+	++	+	-	> 30 Hz	Ja
Ballastmatten	0	-	0	0	> 15 Hz	Ja
Floating slab track	0	--	-	++	++	Ja
Slab track (betonplaat)	0	-	+	+	< 10 Hz	Ja
Slab track met ballastmat	0	-	+	++	++	Ja
Zettingsvrije plaat	0	--	+	+	< 10 Hz	Ja
Laddertrack	0	--	+	+	0	Ja
Wide sleeper track	0	--	0	+	0	Ja
Frequenter spooronderhoud	0	-	-	-	> 8 Hz	Nee, valt buiten scope project
Verwijderen wissels	locatiespecifiek	--	+	+	+	Nee, geen rol bij dit project
Verwijderen overweg	locatiespecifiek	--	+	+	+	Nee, valt buiten scope project
Reductie rijnsnelheid	0	--	0	+	++	Nee, valt buiten scope project
Andere treintypes	0	--	0	--	++	Nee, valt buiten scope project
Transmissie maatregelen						
TROC beton	locatiespecifiek	locatiespecifiek	0	+	+	Ja
TROC jet-grout	locatiespecifiek	locatiespecifiek	0	+	+	Ja
TROC damwand	locatiespecifiek	locatiespecifiek	0	+	+	Ja
TROC prefab L-wand	locatiespecifiek	locatiespecifiek	0	+	+	Ja
TROC damwanden met EPS	locatiespecifiek	locatiespecifiek	0	+	+	Ja
TROC damwanden met sleuf	locatiespecifiek	locatiespecifiek	0	+	+	Ja
TROC beklede betonwand	locatiespecifiek	locatiespecifiek	0	+	++	Ja
TROC beklede prefab L-wand	locatiespecifiek	locatiespecifiek	0	+	+	Ja
TROC mix-in-place wand	locatiespecifiek	locatiespecifiek	0	+	0	Ja
TROC EPS zonder damwand	locatiespecifiek	locatiespecifiek	0	+	+	Ja
Spoorsloot	locatiespecifiek	locatiespecifiek	0	0	+	Ja
Aanpassen spoortalud	locatiespecifiek	locatiespecifiek	0	0	0	Nee, niet effectief
Ontvangermaatregelen						
Amoveren	0	0	0	++	++	Nee, te duur
Verstijven vloeren	0	0	0	+	+	Nee, valt buiten scope project
Verstijven muren	-	-	0	+	0	Nee, niet effectief
Verzwaren fundering	0	-	0	+	+	Nee, te duur
Toevoegen steunberen	--	0	0	+	0	Nee, niet effectief
Inpakken fundering met rubber	0	-	0	+	+	Nee, te duur
Afschermen fundering met EPS	-	0	0	+	0	Nee, niet effectief
Afgeveerde vloer	0	0	0	+	+	Nee, valt buiten scope project
Tuned mass damper	--	-	0	-	-	Nee, niet effectief

IX.2 Gevolgde methodiek

Om vervolgens te komen tot een keuze voor een bepaalde trillingmaatregel worden de volgende vier stappen doorlopen:

1. Bepalen locaties met overschrijdingen en clusteren van gebouwen waar een kans op een overschrijding is. Een groep gebouwen waarvoor een aaneengesloten maatregel nodig is, wordt een cluster genoemd. Om de benodigde maatregel te bepalen, worden de volgende stappen ondernomen:
 - a. Eerst wordt bepaald welke sporen voor overschrijdingen van het beoordelingskader zorgen.
 - b. Vervolgens worden die sporen, onder een hoek van 45 graden ten opzichte van de randen van de woning, afgeschermd.
 - c. Dit wordt voor alle woningen in het studiegebied gedaan. Maatregelen die minder dan 50 meter uit elkaar liggen, worden (analoog als met geluidschermen) doorgetrokken. Op deze manier ontstaan clusters.

Dit proces is grafisch weergegeven in Figuur 103.



Figuur 103: Bepalen van clusters

2. Eerste selectie van maatregelen op basis van uitvoerbaarheid. Hierbij wordt gekeken of een maatregel inpasbaar is, voldoende effectief is en past binnen het 'beschikbare budget' voor maatregelen.
3. Gedetailleerd doorrekenen van maatregelen op effect en kosten, en afwegen tegen de baten. De baten zijn gedefinieerd als het aantal woningen waarvoor de maatregel voldoende effectief is bij beoordeling op de Bts, maal het richtbedrag van € 63.027,- per woning (prijspeil 2023). Voor kantoren wordt een bedrag van € 671,- per werkplek gehanteerd (prijspeil 2023). Resultaat van deze stap is een overzicht met effectieve maatregelen.
4. Uit de lijst met effectieve maatregelen wordt de meest kosteneffectieve maatregel geselecteerd (grootste reductie in aantal gehinderden tegen laagste prijs). Wanneer het saldo (baten minus kosten) positief is, is de maatregel kosteneffectief (mogelijk doelmatig) en wordt deze voorgesteld ter afweging in het PIP.

In de volgende paragrafen wordt per cluster met mogelijke overschrijdingen ingegaan op de mogelijke maatregelen.

IX.3 Onderzoek per cluster

In deze paragraaf behandelen we cluster voor cluster de maatregelafweging.

In totaal zijn er 7 clusters met overschrijdingen in het plangebied. Deze clusters zijn ingedeeld op basis van waar maatregelen nodig zijn: zodra een maatregel voor een object aansluit bij een maatregel voor een ander object, horen deze panden bij elkaar en is er sprake van een cluster. De maatregellocaties zijn zodanig bepaald dat een object met een overschrijding altijd over een hoek van 45 graden wordt afgeschermd. Een overzicht met de locaties met overschrijdingen (met clusternummer, correspondeert met de hiernavolgende tabellen) is weergegeven in Figuur 104.

Per cluster is de volgende informatie gegeven:

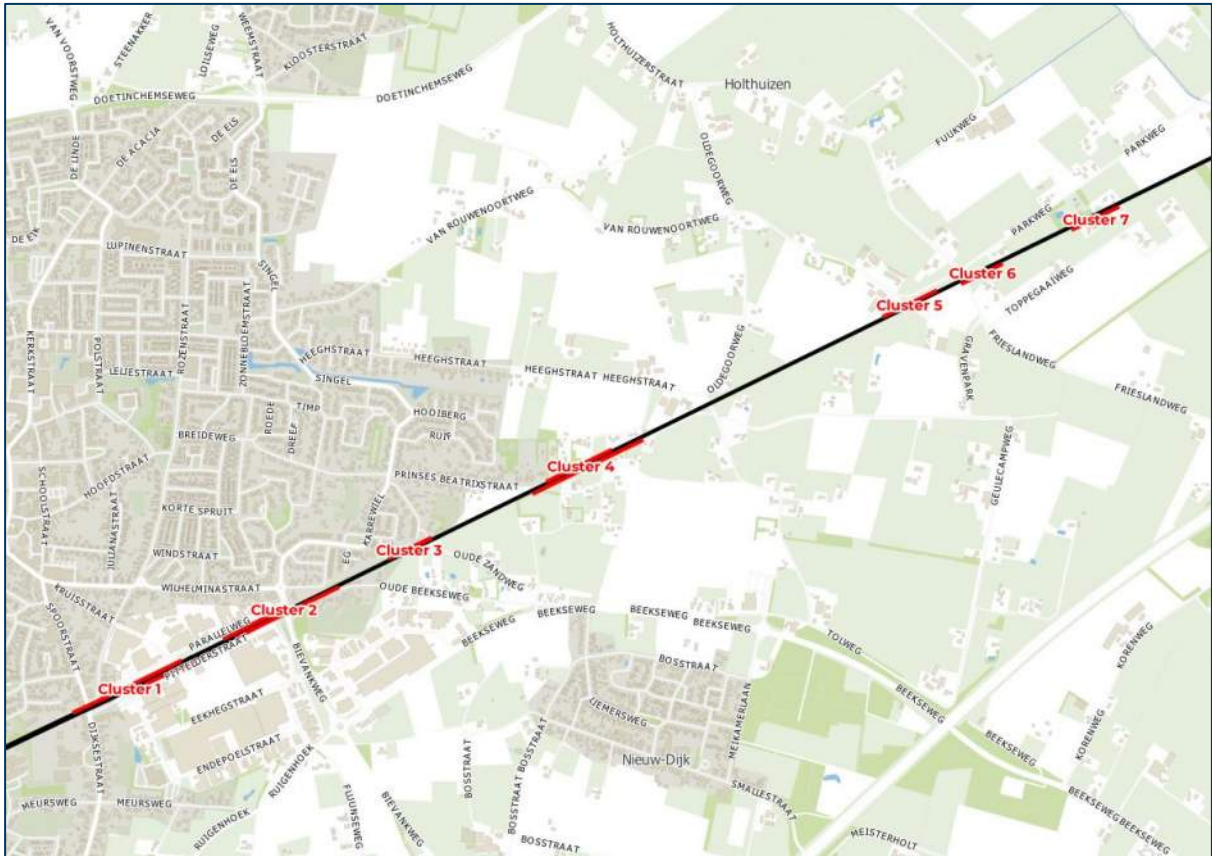
- Een kaart met een luchtfoto van het cluster, inclusief de panden met een overschrijding en de locaties van bron- en transmissie maatregelen.
- Een tabel met het aantal overschrijdingen, de hoogste waarden van Q , V_{max} en V_{per} in de plansituatie en de maximaal benodigde reductie om te voldoen aan de streefwaarden (V_{max} niet groter dan A1 of toename Q niet groter dan 1.3, en V_{per} niet groter dan A3).
- Het 'beschikbare budget' voor maatregelen per strekkende meter bron- of transmissie maatregel. Dit bedrag wordt later gebruikt om een preselectie te maken van realistische maatregelen die nader onderzocht moeten worden.

Van de mogelijk doelmatige maatregelen is vervolgens de bandbreedte van de kosten bepaald. Deze kosten²¹ zijn per strekkende meter (inclusief BTW) bepaald, en zijn weergegeven als een bandbreedte omdat ze sterk afhankelijk zijn van bijvoorbeeld de hoeveelheid (een maatregel is goedkoper als er meer strekkende meters worden gerealiseerd) en de locatie (op sommige locaties zijn maatregelen vanwege inpassing duurder dan op andere locaties).

Op basis daarvan geven we aan of een maatregel mogelijk doelmatig is. Dat is het geval als de maatregel inpasbaar en effectief is, en de kosten mogelijk lager zijn dan het richtbedrag voor maatregelen.

- Vervolgens is per cluster nader gekeken naar de effectiviteit van de mogelijk doelmatige maatregelen. Hiervoor is het aantal overschrijdingen met en zonder de maatregel beschouwd door het effect van de maatregel gedetailleerd door te rekenen. De effectiviteit van de maatregelen is als volgt bepaald:
 1. Under sleeper pads (USP's) op basis van metingen aan FLIRT treinen in Oisterwijk. De hier toegepaste USP's zijn van het zachte type A (conform SPC00316).
 2. Overige maatregelen in de bodem op basis van modelberekeningen met eindige elementenmodellen, omdat het effect van de maatregelen sterk afhankelijk is van de lokale bodemopbouw.
- Tenslotte wordt een advies gegeven over de meest kosteneffectieve maatregel.

²¹ Op basis van de volgende uitgangspunten: prijspeil 2023, kosten voor projectmanagement en coördinatie (4.5%), eenmalige kosten (2%), uitvoeringskosten (8%), algemene bouwplaatskosten (2%), algemene kosten, risico en winst (13%), engineeringkosten (5%), onvoorzien kosten (5%) en PEAT (5%). Kosten voor archeologische begeleiding (m.n. bij trillingsschermen), niet gesprongen explosieven, grondverwerving, het verleggen van kabels en leidingen en eventuele aankoop van opstallen is hierin niet meegenomen, maar wordt later wel gedetailleerd. De variatie in de kosten heeft niet alleen te maken met onzekerheden in de raming (omdat er altijd variaties in prijzen zijn), maar bijvoorbeeld ook met of het spoor wel of niet vernieuwd wordt (bij maatregelen aan het spoor), en bij trillingsschermen met de afmetingen van de maatregel.



Figuur 104: Clusters met overschrijdingen

IX.3.1 Cluster 1 – Stationslaan in Didam

Dit cluster betreft woningen en een kantoor aan de Stationslaan en de Pittelderstraat in Didam. De gegevens van dit cluster zijn hieronder weergegeven.

Cluster	1
Clusternaam	Didam Stationslaan
Aantal overschrijdingen	4 woningen en 1 kantoor (o.b.v. BVO 15 werkplekken ingeschat)
V_{max} in plansituatie	0.4
V_{per} in plansituatie	0.02
Q	2.5
Benodigde reductie V_{max}	30% zodat $Q \leq 1.3$ of $V_{max} \leq A1$
Benodigde reductie V_{per}	0% zodat $V_{per} \leq A3$
Lengte en budget bronmaatregelen	780 m, € 336 per m enkel spoor (beide sporen samen is 780 m)
Lengte en budget bodemaatregelen	490 m, € 535 per m

Vervolgens is, op basis van bovenstaande gegevens voor de mogelijk doelmatige maatregelen uit Tabel 69 bepaald of de maatregel (1) inpasbaar is op deze locatie, (2) wat de effectiviteit is van de maatregel (in een bandbreedte, op basis van literatuur en expert judgment) en (3) wat de bandbreedte van de kosten voor de maatregel is. Tenslotte is per maatregel aangegeven of een maatregel mogelijk doelmatig is, en dus nader onderzocht moet worden. Een maatregel valt af als deze niet inpasbaar is (want dan is het onmogelijk om de maatregel te realiseren), op voorhand al niet effectief genoeg is (want dan helpt de maatregel onvoldoende om de trillingen te reduceren) of te kostbaar is (want dan is er niet genoeg budget om de maatregel te realiseren).

Maatregel	Inpasbaar?	Effectiviteit	Kosten	Doelmatig?
Under sleeper pads	Ja	-15% tot 65%	€ 129 tot € 1167 per m	Mogelijk
Ballastmatten	Ja	-20% tot 70%	€ 1575 tot € 2625 per m	Nee, te duur
Floating slab track	Ja	25% tot 90%	€ 13952 tot € 23254 per m	Nee, te duur
Slab track (betonplaat)	Ja	5% tot 60%	€ 1743 tot € 6529 per m	Nee, te duur
Slab track met ballastmat	Ja	20% tot 70%	€ 2345 tot € 3908 per m	Nee, te duur
Zettingsvrije plaat	Ja	10% tot 60%	€ 18983 tot € 31638 per m	Nee, te duur
Laddertrack	Ja	0% tot 15%	€ 3583 tot € 5971 per m	Nee, te duur en niet effectief
Wide sleeper track	Ja	0% tot 5%	€ 706 tot € 1176 per m	Nee, te duur en niet effectief
TROC beton	Ja	15% tot 50%	€ 11369 tot € 18948 per m	Nee, te duur
TROC jet-grout	Ja	10% tot 35%	€ 11472 tot € 19121 per m	Nee, te duur
TROC damwand	Ja	5% tot 20%	€ 6831 tot € 11386 per m	Nee, te duur en niet effectief
TROC prefab L-wand	Ja	15% tot 50%	€ 2396 tot € 7367 per m	Nee, te duur
TROC damwanden met EPS	Ja	10% tot 40%	€ 9667 tot € 16111 per m	Nee, te duur
TROC damwanden met sleuf	Ja	15% tot 45%	€ 12438 tot € 20729 per m	Nee, te duur
TROC beklede betonwand	Ja	25% tot 80%	€ 16078 tot € 26796 per m	Nee, te duur
TROC beklede prefab L-wand	Ja	15% tot 55%	€ 6193 tot € 10321 per m	Nee, te duur
TROC mix-in-place wand	Ja	0% tot 20%	€ 3876 tot € 6460 per m	Nee, te duur en niet effectief
TROC EPS zonder damwand	Ja	15% tot 65%	€ 368 tot € 613 per m	Mogelijk
Spoorstoot	Nee	15% tot 65%	€ 420 tot € 1533 per m	Nee, niet inpasbaar

De mogelijk doelmatige maatregelen zijn gedetailleerd doorgerekend voor deze locatie, om het exacte effect van de maatregel vast te stellen. Ook de kosten zijn specifieker bepaald voor deze locatie. Per maatregel is aangegeven wat de resterende benodigde reductie is om te voldoen aan de Bts. Als de maatregel voldoende effectief is (er is geen verdere reductie van de trillingen meer nodig na de maatregel) en past binnen het budget, dan is de maatregel doelmatig. Als de maatregel onvoldoende effectief is, of niet past binnen het budget, dan is de maatregel niet doelmatig.

Situatie	Geen	USP's	TROC EPS
Aantal panden met een overschrijding	4	16	2
Aantal werkplekken met een overschrijding	15	15	0
Benodigde reductie V_{max} na maatregel	30%	42%	17%
Benodigde reductie V_{per} na maatregel	0%	0%	0%
Budget voor maatregelen	€ 262,173	€ 262,173	€ 262,173
Lengte maatregel [m]	n.v.t.	780	490
Kosten maatregel	n.v.t.	€ 431,203	€ 266,805
Kosten verleggen kabels en leidingen	n.v.t.	€ 0	€ 411,400
Kosten voor grondverwerving	n.v.t.	€ 0	€ 0
Kosten voor reconstructie	n.v.t.	€ 0	> € 300.000
Totale kosten maatregel	n.v.t.	€ 431,203	> € 978,205
Maatregel voldoende effectief?	n.v.t.	Nee	Nee
Maatregel past binnen budget?	n.v.t.	Nee	Nee
Mogelijk doelmatig?	n.v.t.	Nee	Nee

Er zijn geen doelmatige maatregelen voor deze locatie. Een TROC van EPS heeft niet voldoen reductie op het hele cluster, bovendien zijn de kosten hoger dan het richtbedrag voor maatregelen. Met name de kosten voor het verleggen van kabels en leidingen en reconstructie van het terrein (i.v.m. kruising van de weg en aanleg onder perrons) zijn hoog.

Omdat het spoor hier niet wordt vernieuwd, kunnen onder sleeper pads de trillingen wat verergeren.

Er zijn geen doelmatige maatregelen voor deze locatie.

IX.3.2 Cluster 2 – Parallelweg - Oude Beekseweg in Didam

Dit cluster betreft woningen aan de Parallelweg, Wilhelminastraat, Pittelderstraat en de Oude Beekseweg in Didam. De gegevens van dit cluster zijn hieronder weergegeven.

Cluster	2
Clusternaam	Didam Parallelweg - Oude Beekseweg
Aantal overschrijdingen	15 woningen en 1 kantoor (o.b.v. BVO 32 werkplekken ingeschat)
V_{max} in plansituatie	0.5
V_{per} in plansituatie	0.03
Q	2.8
Benodigde reductie V_{max}	50% zodat $q \leq 1.3$ of $V_{max} \leq A1$
Benodigde reductie V_{per}	0% zodat $V_{per} \leq A3$
Lengte en budget bronmaatregelen	755 m, € 1281 per m enkel spoor (beide sporen samen is 755 m)
Lengte en budget bodemaatregelen	520 m, € 1859 per m

De woning Oude Beekseweg 45 wordt door het project opgekocht, hier worden geen maatregelen voor afgewogen. Vervolgens is, op basis van bovenstaande gegevens voor de mogelijk doelmatige maatregelen uit Tabel 69 bepaald of de maatregel (1) inpasbaar is op deze locatie, (2) wat de effectiviteit is van de maatregel (in een bandbreedte, op basis van literatuur en expert judgment) en (3) wat de bandbreedte van de kosten voor de maatregel is. Tenslotte is per maatregel aangegeven of een maatregel mogelijk doelmatig is, en dus nader onderzocht moet worden. Een maatregel valt af als deze niet inpasbaar is (want dan is het onmogelijk om de maatregel te realiseren), op voorhand al niet effectief genoeg is (want dan helpt de maatregel onvoldoende om de trillingen te reduceren) of te kostbaar is (want dan is er niet genoeg budget om de maatregel te realiseren).

Maatregel	Inpasbaar?	Effectiviteit	Kosten	Doelmatig?
Under sleeper pads	Ja	-15% tot 65%	€ 129 tot € 1167 per m	Mogelijk
Ballastmatten	Ja	-20% tot 70%	€ 1575 tot € 2625 per m	Nee, te duur
Floating slab track	Ja	25% tot 90%	€ 13952 tot € 23254 per m	Nee, te duur
Slab track (betonplaat)	Ja	5% tot 60%	€ 1743 tot € 6529 per m	Nee, te duur
Slab track met ballastmat	Ja	20% tot 70%	€ 2345 tot € 3908 per m	Nee, te duur
Zettingsvrije plaat	Ja	10% tot 60%	€ 18983 tot € 31638 per m	Nee, te duur
Laddertrack	Ja	0% tot 15%	€ 3583 tot € 5971 per m	Nee, te duur en niet effectief
Wide sleeper track	Ja	0% tot 5%	€ 706 tot € 1176 per m	Nee, niet effectief
TROC beton	Ja	15% tot 50%	€ 11369 tot € 18948 per m	Nee, te duur
TROC jet-grout	Ja	10% tot 35%	€ 11472 tot € 19121 per m	Nee, te duur en niet effectief
TROC damwand	Ja	5% tot 20%	€ 6831 tot € 11386 per m	Nee, te duur en niet effectief
TROC prefab L-wand	Ja	15% tot 50%	€ 2396 tot € 7367 per m	Nee, te duur
TROC damwanden met EPS	Ja	10% tot 40%	€ 9667 tot € 16111 per m	Nee, te duur en niet effectief
TROC damwanden met sleuf	Ja	15% tot 45%	€ 12438 tot € 20729 per m	Nee, te duur en niet effectief
TROC beklede betonwand	Ja	25% tot 80%	€ 16078 tot € 26796 per m	Nee, te duur
TROC beklede prefab L-wand	Ja	15% tot 55%	€ 6193 tot € 10321 per m	Nee, te duur
TROC mix-in-place wand	Ja	0% tot 20%	€ 3876 tot € 6460 per m	Nee, te duur en niet effectief
TROC EPS zonder damwand	Ja	15% tot 65%	€ 368 tot € 613 per m	Mogelijk
Spoorssloot	Deels	15% tot 65%	€ 420 tot € 1533 per m	Mogelijk

De mogelijk doelmatige maatregelen zijn gedetailleerd doorgerekend voor deze locatie, om het exacte effect van de maatregel vast te stellen. Ook de kosten zijn specifieker bepaald voor deze locatie. Per maatregel is aangegeven wat de resterende benodigde reductie is om te voldoen aan de Bts. Als de maatregel voldoende effectief is (er is geen verdere reductie van de trillingen meer nodig na de maatregel) en past binnen het budget, dan is de maatregel doelmatig. Als de maatregel onvoldoende effectief is, of niet past binnen het budget, dan is de maatregel niet doelmatig.

Situatie	Geen	USP's	TROC EPS	Spoorssloot
Aantal panden met een overschrijding	15	18	5	5
Aantal werkplekken met een overschrijding	32	32	0	0
Benodigde reductie V_{max} na maatregel	50%	50%	34%	7%
Benodigde reductie V_{per} na maatregel	0%	0%	0%	0%
Budget voor maatregelen	€ 966,877	€ 966,877	€ 966,877	€ 966,877
Lengte maatregel [m]	n.v.t.	755	520	520
Kosten maatregel	n.v.t.	€ 156,226	€ 283,140	€ 637,604
Kosten verleggen kabels en leidingen	n.v.t.	€ 0	€ 254,100	€ 254,100
Kosten voor grondverwerving	n.v.t.	€ 0	€ 0	€ 0
Kosten voor reconstructie	n.v.t.	€ 0	€ 0	€ 0
Totale kosten maatregel	n.v.t.	€ 156,226	€ 537,240	€ 891,704
Maatregel voldoende effectief?	n.v.t.	Nee	Deels	Deels
Maatregel past binnen budget?	n.v.t.	Ja	Ja	Nee
Mogelijk doelmatig?	n.v.t.	Nee	Ja	Nee

Een TROC van EPS (2 meter diep, 0.5 m breed) en een spoorsloot zorgen beide voor een afname van de trillingen. Er blijven echter panden met een overschrijding na het treffen van de maatregelen, bij de TROC van EPS betreft dit enkele panden dicht bij het spoor aan de Parallelweg en de Pittelderstraat. Bij de spoorsloot betreft het ook de panden aan de Oude Beekseweg, omdat de sloot hier niet inpasbaar is. Een spoorsloot is door de hoge kosten niet doelmatig, een TROC van EPS wel. Dat komt omdat de reconstructiekosten (kosten voor herinrichten van wegen) hier nihil zijn, omdat dit gedeelte van de omgeving al wordt aangepast vanwege de spoorverdubbeling.

Een spoorsloot is effectiever dan een TROC van EPS, maar is in grote delen van het gebied niet toepasbaar. Door de hoge kosten is deze maatregel bovendien niet doelmatig (NB, in bovenstaande tabel is uitgegaan van een sloot op alle locaties waar een bodemmaatregel nodig is, maar inpassingstechnisch kan dit niet overal).

Door het treffen van de doelmatige maatregel neemt het aantal overschrijdingen af van 15 woningen en 32 werkplekken naar 5 woningen en 0 werkplekken.

IX.3.3 Cluster 3 – Hoefijzer - Zandweg in Didam

Dit cluster betreft de woningen Hoefijzer 23 en Zandweg 14 in Didam. De gegevens van dit cluster zijn hieronder weergegeven.

Cluster	3
Clusternaam	Didam Hoefijzer-Zandweg
Aantal overschrijdingen	2
V_{max} in plansituatie	0.3
V_{per} in plansituatie	< 0.01
Q	1.4
Benodigde reductie V_{max}	4% zodat $Q \leq 1.3$ of $V_{max} \leq A1$
Benodigde reductie V_{per}	0% zodat $V_{per} \leq A3$
Lengte en budget bronmaatregelen	320 m, € 394 per m enkel spoor (beide sporen samen is 320 m)
Lengte en budget bodemaanregelen	135 m, € 934 per m

Vervolgens is, op basis van bovenstaande gegevens voor de mogelijk doelmatige maatregelen uit Tabel 69 bepaald of de maatregel (1) inpasbaar is op deze locatie, (2) wat de effectiviteit is van de maatregel (in een bandbreedte, op basis van literatuur en expert judgment) en (3) wat de bandbreedte van de kosten voor de maatregel is. Tenslotte is per maatregel aangegeven of een maatregel mogelijk doelmatig is, en dus nader onderzocht moet worden. Een maatregel valt af als deze niet inpasbaar is (want dan is het onmogelijk om de maatregel te realiseren), op voorhand al niet effectief genoeg is (want dan helpt de maatregel onvoldoende om de trillingen te reduceren) of te kostbaar is (want dan is er niet genoeg budget om de maatregel te realiseren).

Maatregel	Inpasbaar?	Effectiviteit	Kosten	Doelmatig?
Under sleeper pads	Ja	-15 tot 65%	€ 129 tot € 1167 per m	Mogelijk
Ballastmatten	Ja	-20 tot 70%	€ 1575 tot € 2625 per m	Nee, te duur
Floating slab track	Ja	25% tot 90%	€ 13952 tot € 23254 per m	Nee, te duur
Slab track (betonplaat)	Ja	5% tot 60%	€ 2743 tot € 6529 per m	Nee, te duur
Slab track met ballastmat	Ja	20% tot 70%	€ 3345 tot € 4908 per m	Nee, te duur
Zettingsvrije plaat	Ja	10% tot 60%	€ 18983 tot € 31638 per m	Nee, te duur
Laddertrack	Ja	0% tot 15%	€ 3583 tot € 5971 per m	Nee, te duur
Wide sleeper track	Ja	0% tot 5%	€ 706 tot € 1176 per m	Nee, te duur
TROC beton	Ja	15% tot 50%	€ 11369 tot € 18948 per m	Nee, te duur
TROC jet-grout	Ja	10% tot 35%	€ 11472 tot € 19121 per m	Nee, te duur
TROC damwand	Ja	5% tot 20%	€ 6831 tot € 11386 per m	Nee, te duur
TROC prefab L-wand	Ja	15% tot 50%	€ 2396 tot € 7367 per m	Nee, te duur
TROC damwanden met EPS	Ja	10% tot 40%	€ 9667 tot € 16111 per m	Nee, te duur
TROC damwanden met sleuf	Ja	15% tot 45%	€ 12438 tot € 20729 per m	Nee, te duur
TROC beklede betonwand	Ja	25% tot 80%	€ 16078 tot € 26796 per m	Nee, te duur
TROC beklede prefab L-wand	Ja	15% tot 55%	€ 6193 tot € 10321 per m	Nee, te duur
TROC mix-in-place wand	Ja	0% tot 20%	€ 3876 tot € 6460 per m	Nee, te duur
TROC EPS zonder damwand	Ja	10% tot 65%	€ 368 tot € 613 per m	Mogelijk
Spoorstoot	Ja	15% tot 65%	€ 420 tot € 1533 per m	Mogelijk

De mogelijk doelmatige maatregelen zijn gedetailleerd doorgerekend voor deze locatie, om het exacte effect van de maatregel vast te stellen. Ook de kosten zijn specifieker bepaald voor deze locatie. Per maatregel is aangegeven wat de resterende benodigde reductie is om te voldoen aan de Bts. Als de maatregel voldoende effectief is (er is geen verdere reductie van de trillingen meer nodig na de maatregel) en past binnen het budget, dan is de maatregel doelmatig. Als de maatregel onvoldoende effectief is, of niet past binnen het budget, dan is de maatregel niet doelmatig.

Situatie	Geen	USP's	TROC EPS	Spoorstoot
Aantal panden met een overschrijding	2	6	0	0
Benodigde reductie V_{max} na maatregel	4%	15%	0%	0%
Benodigde reductie V_{per} na maatregel	0%	0%	0%	0%
Budget voor maatregelen	€ 126,054	€ 126,054	€ 126,054	€ 126,054
Lengte maatregel [m]	n.v.t.	320	135	135
Kosten maatregel	n.v.t.	€ 216,224	€ 73,508	€ 141,480
Kosten verleggen kabels en leidingen	n.v.t.	€ 0	€ 0	€ 0
Kosten voor grondverwerving	n.v.t.	€ 0	€ 0	€ 0
Kosten voor reconstructie	n.v.t.	€ 0	> € 70.000	> € 70.000
Totale kosten maatregel	n.v.t.	€ 216,224	> € 143.508	> € 211,480
Maatregel voldoende effectief?	n.v.t.	Nee	Ja	Ja
Maatregel past binnen budget?	n.v.t.	Nee	Nee	Nee
Mogelijk doelmatig?	n.v.t.	Nee	Nee	Nee

Er zijn geen doelmatige maatregelen in dit cluster. Een spoorloot en een TROC van EPS zijn voldoende effectief, maar de kosten zijn hoger dan het richtbedrag voor maatregelen.

IX.3.4 Cluster 4 – Lange Klauwenhof - Prinses Beatrixstraat in Didam

Dit cluster betreft enkele woningen aan de Lange Klauwenhof en de Prinses Beatrixstraat in Didam. De gegevens van dit cluster zijn hieronder weergegeven.

Cluster	4
Clusternaam	Didam Lange Klauwenhof – Prinses Beatrixstraat
Aantal overschrijdingen	8
V_{max} in plansituatie	0.3
V_{per} in plansituatie	< 0.01
Q	1.5
Benodigde reductie V_{max}	15% zodat $Q \leq 1.3$ of $V_{max} \leq A1$
Benodigde reductie V_{per}	0% zodat $V_{per} \leq A3$
Lengte en budget bronmaatregelen	740 m, € 681 per m enkel spoor (beide sporen samen is 740 m)
Lengte en budget bodemmaatregelen	560 m, € 900 per m

Vervolgens is, op basis van bovenstaande gegevens voor de mogelijk doelmatige maatregelen uit Tabel 69 bepaald of de maatregel (1) inpasbaar is op deze locatie, (2) wat de effectiviteit is van de maatregel (in een bandbreedte, op basis van literatuur en expert judgment) en (3) wat de bandbreedte van de kosten voor de maatregel is. Tenslotte is per maatregel aangegeven of een maatregel mogelijk doelmatig is, en dus nader onderzocht moet worden. Een maatregel valt af als deze niet inpasbaar is (want dan is het onmogelijk om de maatregel te realiseren), op voorhand al niet effectief genoeg is (want dan helpt de maatregel onvoldoende om de trillingen te reduceren) of te kostbaar is (want dan is er niet genoeg budget om de maatregel te realiseren).

Maatregel	Inpasbaar?	Effectiviteit	Kosten	Doelmatig?
Under sleeper pads	Ja	-15 tot 65%	€ 129 tot € 1167 per m	Mogelijk
Ballastmatten	Ja	-20 tot 70%	€ 1575 tot € 2625 per m	Nee, te duur
Floating slab track	Ja	25% tot 90%	€ 13952 tot € 23254 per m	Nee, te duur
Slab track (betonplaat)	Ja	5% tot 60%	€ 2743 tot € 6529 per m	Nee, te duur
Slab track met ballastmat	Ja	20% tot 70%	€ 3345 tot € 4908 per m	Nee, te duur
Zettingsvrije plaat	Ja	10% tot 60%	€ 18983 tot € 31638 per m	Nee, te duur
Laddertrack	Ja	0% tot 15%	€ 3583 tot € 5971 per m	Nee, te duur
Wide sleeper track	Ja	0% tot 5%	€ 706 tot € 1176 per m	Nee, te duur en niet effectief
TROC beton	Ja	15% tot 50%	€ 11369 tot € 18948 per m	Nee, te duur
TROC jet-grout	Ja	10% tot 35%	€ 11472 tot € 19121 per m	Nee, te duur
TROC damwand	Ja	5% tot 20%	€ 6831 tot € 11386 per m	Nee, te duur
TROC prefab L-wand	Ja	15% tot 50%	€ 2396 tot € 7367 per m	Nee, te duur
TROC damwanden met EPS	Ja	10% tot 40%	€ 9667 tot € 16111 per m	Nee, te duur
TROC damwanden met sleuf	Ja	15% tot 45%	€ 12438 tot € 20729 per m	Nee, te duur
TROC beklede betonwand	Ja	25% tot 80%	€ 16078 tot € 26796 per m	Nee, te duur
TROC beklede prefab L-wand	Ja	15% tot 55%	€ 6193 tot € 10321 per m	Nee, te duur
TROC mix-in-place wand	Ja	0% tot 20%	€ 3876 tot € 6460 per m	Nee, te duur
TROC EPS zonder damwand	Ja	10% tot 65%	€ 368 tot € 613 per m	Mogelijk
Spoorstoot	Deels	15% tot 65%	€ 420 tot € 1533 per m	Mogelijk

De mogelijk doelmatige maatregelen zijn gedetailleerd doorgerekend voor deze locatie, om het exacte effect van de maatregel vast te stellen. Ook de kosten zijn specifiek bepaald voor deze locatie. Per maatregel is aangegeven wat de resterende benodigde reductie is om te voldoen aan de Bts. Als de maatregel voldoende effectief is (er is geen verdere reductie van de trillingen meer nodig na de maatregel) en past binnen het budget, dan is de maatregel doelmatig. Als de maatregel onvoldoende effectief is, of niet past binnen het budget, dan is de maatregel niet doelmatig.

Situatie	Geen	USP's	TROC EPS	Spoorstoot
Aantal panden met een overschrijding	8	6	0	0
Benodigde reductie V_{max} na maatregel	15%	14%	0%	0%
Benodigde reductie V_{per} na maatregel	0%	0%	0%	0%
Budget voor maatregelen	€ 504,216	€ 504,216	€ 504,216	€ 504,216
Lengte maatregel [m]	n.v.t.	740	560	560
Kosten maatregel	n.v.t.	€ 386,390	€ 304,920	€ 586,880
Kosten verleggen kabels en leidingen	n.v.t.	€ 0	€ 96,800	€ 96,800
Kosten voor grondverwerving	n.v.t.	€ 0	€ 425,000	€ 425,000
Kosten voor reconstructie	n.v.t.	€ 0	> € 250,000	> € 250,000
Totale kosten maatregel	n.v.t.	€ 386,390	> € 1,076,720	> € 1,358,680
Maatregel voldoende effectief?	n.v.t.	Nee	Ja	Ja
Maatregel past binnen budget?	n.v.t.	Ja	Nee	Nee
Mogelijk doelmatig?	n.v.t.	Nee	Nee	Nee

Er zijn geen doelmatige maatregelen in dit cluster. Een TROC van EPS en een spoorloot zijn voldoende effectief, maar de kosten zijn hoger dan het richtbedrag voor maatregelen.

IX.3.5 Cluster 5 – van Rouwenootweg in Didam

Dit cluster betreft 1 bestaande en 1 nog te bouwen woning aan de van Rouwenootweg in Didam. De gegevens van dit cluster zijn hieronder weergegeven.

Cluster	5
Clusternaam	Didam Van Rouwenootweg
Aantal overschrijdingen	2
V_{max} in plansituatie	0.3
V_{per} in plansituatie	0.02
Q	1.6
Benodigde reductie V_{max}	4% zodat $Q \leq 1.3$ of $V_{max} \leq A1$
Benodigde reductie V_{per}	0% zodat $V_{per} \leq A3$
Lengte en budget bronmaatregelen	360 m, € 350 per m enkel spoor (beide sporen samen is 360 m)
Lengte en budget bodemmaatregelen	160 m, € 788 per m

Vervolgens is, op basis van bovenstaande gegevens voor de mogelijk doelmatige maatregelen uit Tabel 69 bepaald of de maatregel (1) inpasbaar is op deze locatie, (2) wat de effectiviteit is van de maatregel (in een bandbreedte, op basis van literatuur en expert judgment) en (3) wat de bandbreedte van de kosten voor de maatregel is. Tenslotte is per maatregel aangegeven of een maatregel mogelijk doelmatig is, en dus nader onderzocht moet worden. Een maatregel valt af als deze niet inpasbaar is (want dan is het onmogelijk om de maatregel te realiseren), op voorhand al niet effectief genoeg is (want dan helpt de maatregel onvoldoende om de trillingen te reduceren) of te kostbaar is (want dan is er niet genoeg budget om de maatregel te realiseren).

Maatregel	Inpasbaar?	Effectiviteit	Kosten	Doelmatig?
Under sleeper pads	Ja	-15 tot 65%	€ 129 tot € 1167 per m	Mogelijk
Ballastmatten	Ja	-20 tot 70%	€ 1575 tot € 2625 per m	Nee, te duur
Floating slab track	Ja	25% tot 90%	€ 13952 tot € 23254 per m	Nee, te duur
Slab track (betonplaat)	Ja	5% tot 60%	€ 2743 tot € 6529 per m	Nee, te duur
Slab track met ballastmat	Ja	20% tot 70%	€ 3345 tot € 4908 per m	Nee, te duur
Zettingsvrije plaat	Ja	10% tot 60%	€ 18983 tot € 31638 per m	Nee, te duur
Laddertrack	Ja	0% tot 15%	€ 3583 tot € 5971 per m	Nee, te duur
Wide sleeper track	Ja	0% tot 5%	€ 706 tot € 1176 per m	Nee, te duur
TROC beton	Ja	15% tot 50%	€ 11369 tot € 18948 per m	Nee, te duur
TROC jet-grout	Ja	10% tot 35%	€ 11472 tot € 19121 per m	Nee, te duur
TROC damwand	Ja	5% tot 20%	€ 6831 tot € 11386 per m	Nee, te duur
TROC prefab L-wand	Ja	15% tot 50%	€ 2396 tot € 7367 per m	Nee, te duur
TROC damwanden met EPS	Ja	10% tot 40%	€ 9667 tot € 16111 per m	Nee, te duur
TROC damwanden met sleuf	Ja	15% tot 45%	€ 12438 tot € 20729 per m	Nee, te duur
TROC beklede betonwand	Ja	25% tot 80%	€ 16078 tot € 26796 per m	Nee, te duur
TROC beklede prefab L-wand	Ja	15% tot 55%	€ 6193 tot € 10321 per m	Nee, te duur
TROC mix-in-place wand	Ja	0% tot 20%	€ 3876 tot € 6460 per m	Nee, te duur
TROC EPS zonder damwand	Ja	10% tot 65%	€ 368 tot € 613 per m	Mogelijk
Spoorstoot	Ja	15% tot 65%	€ 420 tot € 1533 per m	Mogelijk

De mogelijk doelmatige maatregelen zijn gedetailleerd doorgerekend voor deze locatie, om het exacte effect van de maatregel vast te stellen. Ook de kosten zijn specifiek bepaald voor deze locatie. Per maatregel is aangegeven wat de resterende benodigde reductie is om te voldoen aan de Bts. Als de maatregel voldoende effectief is (er is geen verdere reductie van de trillingen meer nodig na de maatregel) en past binnen het budget, dan is de maatregel doelmatig. Als de maatregel onvoldoende effectief is, of niet past binnen het budget, dan is de maatregel niet doelmatig.

Situatie	Geen	USP's	TROC EPS	Spoorstoot
Aantal panden met een overschrijding	2	0	0	0
Benodigde reductie V_{max} na maatregel	4%	0%	0%	0%
Benodigde reductie V_{per} na maatregel	0%	0%	0%	0%
Budget voor maatregelen	€ 126,054	€ 126,054	€ 126,054	€ 126,054
Lengte maatregel [m]	n.v.t.	360	160	160
Kosten maatregel	n.v.t.	€ 236,479	€ 87,120	€ 167,680
Kosten verleggen kabels en leidingen	n.v.t.	€ 0	€ 0	€ 0
Kosten voor grondverwerving	n.v.t.	€ 0	€ 87,500	€ 87,500
Kosten voor reconstructie	n.v.t.	€ 0	€ 0	€ 0
Totale kosten maatregel	n.v.t.	€ 236,479	€ 174,620	€ 255,180
Maatregel voldoende effectief?	n.v.t.	Ja	Ja	Ja
Maatregel past binnen budget?	n.v.t.	Nee	Nee	Nee
Mogelijk doelmatig?	n.v.t.	Nee	Nee	Nee

Er zijn geen doelmatige maatregelen in dit cluster. Under sleeper pads, een spoorloot en een TROC van EPS zijn voldoende effectief, maar de kosten zijn hoger dan het richtbedrag voor maatregelen.

IX.3.6 Cluster 6 – Frieslandweg in Didam

Dit cluster betreft twee woningen aan de Frieslandweg in Didam. De gegevens van dit cluster zijn hieronder weergegeven.

Cluster	6
Clusternaam	Didam Frieslandweg
Aantal overschrijdingen	2
V_{max} in plansituatie	0.3
V_{per} in plansituatie	0.02
Q	1.4
Benodigde reductie V_{max}	7% zodat $Q \leq 1.3$ of $V_{max} \leq A2$
Benodigde reductie V_{per}	0% zodat $V_{per} \leq A3$
Lengte en budget bronmaatregelen	280 m, € 450 per m enkel spoor (beide sporen samen is 280 m)
Lengte en budget bodemmaatregelen	120 m, € 1,050 per m

Vervolgens is, op basis van bovenstaande gegevens voor de mogelijk doelmatige maatregelen uit Tabel 69 bepaald of de maatregel (1) inpasbaar is op deze locatie, (2) wat de effectiviteit is van de maatregel (in een bandbreedte, op basis van literatuur en expert judgment) en (3) wat de bandbreedte van de kosten voor de maatregel is. Tenslotte is per maatregel aangegeven of een maatregel mogelijk doelmatig is, en dus nader onderzocht moet worden. Een maatregel valt af als deze niet inpasbaar is (want dan is het onmogelijk om de maatregel te realiseren), op voorhand al niet effectief genoeg is (want dan helpt de maatregel onvoldoende om de trillingen te reduceren) of te kostbaar is (want dan is er niet genoeg budget om de maatregel te realiseren).

Maatregel	Inpasbaar?	Effectiviteit	Kosten	Doelmatig?
Under sleeper pads	Ja	-15 tot 65%	€ 129 tot € 1167 per m	Mogelijk
Ballastmatten	Ja	-20 tot 70%	€ 1575 tot € 2625 per m	Nee, te duur
Floating slab track	Ja	25% tot 90%	€ 13952 tot € 23254 per m	Nee, te duur
Slab track (betonplaat)	Ja	5% tot 60%	€ 2743 tot € 6529 per m	Nee, te duur
Slab track met ballastmat	Ja	20% tot 70%	€ 3345 tot € 4908 per m	Nee, te duur
Zettingsvrije plaat	Ja	10% tot 60%	€ 18983 tot € 31638 per m	Nee, te duur
Laddertrack	Ja	0% tot 15%	€ 3583 tot € 5971 per m	Nee, te duur
Wide sleeper track	Ja	0% tot 5%	€ 706 tot € 1176 per m	Nee, te duur
TROC beton	Ja	15% tot 50%	€ 11369 tot € 18948 per m	Nee, te duur
TROC jet-grout	Ja	10% tot 35%	€ 11472 tot € 19121 per m	Nee, te duur
TROC damwand	Ja	5% tot 20%	€ 6831 tot € 11386 per m	Nee, te duur
TROC prefab L-wand	Ja	15% tot 50%	€ 2396 tot € 7367 per m	Nee, te duur
TROC damwanden met EPS	Ja	10% tot 40%	€ 9667 tot € 16111 per m	Nee, te duur
TROC damwanden met sleuf	Ja	15% tot 45%	€ 12438 tot € 20729 per m	Nee, te duur
TROC beklede betonwand	Ja	25% tot 80%	€ 16078 tot € 26796 per m	Nee, te duur
TROC beklede prefab L-wand	Ja	15% tot 55%	€ 6193 tot € 10321 per m	Nee, te duur
TROC mix-in-place wand	Ja	0% tot 20%	€ 3876 tot € 6460 per m	Nee, te duur
TROC EPS zonder damwand	Ja	10% tot 65%	€ 368 tot € 613 per m	Mogelijk
Spoorstoot	Ja	15% tot 65%	€ 420 tot € 1533 per m	Mogelijk

De mogelijk doelmatige maatregelen zijn gedetailleerd doorgerekend voor deze locatie, om het exacte effect van de maatregel vast te stellen. Ook de kosten zijn specifiek bepaald voor deze locatie. Per maatregel is aangegeven wat de resterende benodigde reductie is om te voldoen aan de Bts. Als de maatregel voldoende effectief is (er is geen verdere reductie van de trillingen meer nodig na de maatregel) en past binnen het budget, dan is de maatregel doelmatig. Als de maatregel onvoldoende effectief is, of niet past binnen het budget, dan is de maatregel niet doelmatig.

Situatie	Geen	USP's	TROC EPS	Spoorstoot
Aantal panden met een overschrijding	2	0	0	0
Benodigde reductie V_{max} na maatregel	7%	0%	0%	0%
Benodigde reductie V_{per} na maatregel	0%	0%	0%	0%
Budget voor maatregelen	€ 126,054	€ 126,054	€ 126,054	€ 126,054
Lengte maatregel [m]	n.v.t.	280	120	120
Kosten maatregel	n.v.t.	€ 204,307	€ 65,340	€ 125,760
Kosten verleggen kabels en leidingen	n.v.t.	€ 0	€ 0	€ 0
Kosten voor grondverwerving	n.v.t.	€ 0	€ 137,500	€ 137,500
Kosten voor reconstructie	n.v.t.	€ 0	> € 100,000	> € 100,000
Totale kosten maatregel	n.v.t.	€ 204,307	> € 302,840	> € 363,260
Maatregel voldoende effectief?	n.v.t.	Ja	Ja	Ja
Maatregel past binnen budget?	n.v.t.	Nee	Nee	Nee
Mogelijk doelmatig?	n.v.t.	Nee	Nee	Nee

Er zijn geen doelmatige maatregelen in dit cluster. Zowel USP's, een TROC van EPS als een spoorloot is voldoende effectief, maar de kosten zijn hoger dan het richtbedrag voor maatregelen.

IX.3.7 Cluster 7 – Toppegaiweg in Didam

Dit cluster betreft drie woningen aan de Toppegaiweg in Didam. De gegevens van dit cluster zijn hieronder weergegeven.

Cluster	7
Clusternaam	Didam Toppegaiweg
Aantal overschrijdingen	3
V_{max} in plansituatie	0.3
V_{per} in plansituatie	0.02
Q	1.4
Benodigde reductie V_{max}	6% zodat $Q \leq 1.3$ of $V_{max} \leq A2$
Benodigde reductie V_{per}	0% zodat $V_{per} \leq A3$
Lengte en budget bronmaatregelen	340 m, € 556 per m enkel spoor (beide sporen samen is 340 m)
Lengte en budget bodemmaatregelen	145 m, € 1.403 per m

Vervolgens is, op basis van bovenstaande gegevens voor de mogelijk doelmatige maatregelen uit Tabel 69 bepaald of de maatregel (1) inpasbaar is op deze locatie, (2) wat de effectiviteit is van de maatregel (in een bandbreedte, op basis van literatuur en expert judgment) en (3) wat de bandbreedte van de kosten voor de maatregel is. Tenslotte is per maatregel aangegeven of een maatregel mogelijk doelmatig is, en dus nader onderzocht moet worden. Een maatregel valt af als deze niet inpasbaar is (want dan is het onmogelijk om de maatregel te realiseren), op voorhand al niet effectief genoeg is (want dan helpt de maatregel onvoldoende om de trillingen te reduceren) of te kostbaar is (want dan is er niet genoeg budget om de maatregel te realiseren).

Maatregel	Inpasbaar?	Effectiviteit	Kosten	Doelmatig?
Under sleeper pads	Ja	-15 tot 65%	€ 129 tot € 1167 per m	Mogelijk
Ballastmatten	Ja	-20 tot 70%	€ 1575 tot € 2625 per m	Nee, te duur
Floating slab track	Ja	25% tot 90%	€ 13952 tot € 23254 per m	Nee, te duur
Slab track (betonplaat)	Ja	5% tot 60%	€ 2743 tot € 6529 per m	Nee, te duur
Slab track met ballastmat	Ja	20% tot 70%	€ 3345 tot € 4908 per m	Nee, te duur
Zettingsvrije plaat	Ja	10% tot 60%	€ 18983 tot € 31638 per m	Nee, te duur
Laddertrack	Ja	0% tot 15%	€ 3583 tot € 5971 per m	Nee, te duur
Wide sleeper track	Ja	0% tot 5%	€ 706 tot € 1176 per m	Nee, niet effectief
TROC beton	Nee	15% tot 50%	€ 11369 tot € 18948 per m	Nee, te duur en niet inpasbaar
TROC jet-grout	Nee	10% tot 35%	€ 11472 tot € 19121 per m	Nee, te duur en niet inpasbaar
TROC damwand	Nee	5% tot 20%	€ 6831 tot € 11386 per m	Nee, te duur en niet inpasbaar
TROC prefab L-wand	Ja	15% tot 50%	€ 2396 tot € 7367 per m	Nee, te duur
TROC damwanden met EPS	Nee	10% tot 40%	€ 9667 tot € 16111 per m	Nee, te duur en niet inpasbaar
TROC damwanden met sleuf	Nee	15% tot 45%	€ 12438 tot € 20729 per m	Nee, te duur en niet inpasbaar
TROC beklede betonwand	Nee	25% tot 80%	€ 16078 tot € 26796 per m	Nee, te duur en niet inpasbaar
TROC beklede prefab L-wand	Ja	15% tot 55%	€ 6193 tot € 10321 per m	Nee, te duur
TROC mix-in-place wand	Nee	0% tot 20%	€ 3876 tot € 6460 per m	Nee, te duur en niet inpasbaar
TROC EPS zonder damwand	Ja	10% tot 65%	€ 368 tot € 613 per m	Mogelijk
Spoorstoot	Nee	15% tot 65%	€ 420 tot € 1533 per m	Nee, niet inpasbaar

De mogelijk doelmatige maatregelen zijn gedetailleerd doorgerekend voor deze locatie, om het exacte effect van de maatregel vast te stellen. Ook de kosten zijn specifieker bepaald voor deze locatie. Per maatregel is aangegeven wat de resterende benodigde reductie is om te voldoen aan de Bts. Als de maatregel voldoende effectief is (er is geen verdere reductie van de trillingen meer nodig na de maatregel) en past binnen het budget, dan is de maatregel doelmatig. Als de maatregel onvoldoende effectief is, of niet past binnen het budget, dan is de maatregel niet doelmatig.

Situatie	Geen	USP's	TROC EPS
Aantal panden met een overschrijding	3	3	0
Benodigde reductie V_{max} na maatregel	6%	12%	0%
Benodigde reductie V_{per} na maatregel	0%	0%	0%
Budget voor maatregelen	€ 189,081	€ 189,081	€ 189,081
Lengte maatregel [m]	n.v.t.	340	145
Kosten maatregel	n.v.t.	€ 230,827	€ 78,953
Kosten verleggen kabels en leidingen	n.v.t.	€ 0	€ 0
Kosten voor grondverwerving	n.v.t.	€ 0	€ 181,250
Kosten voor reconstructie	n.v.t.	€ 0	> € 50,000
Totale kosten maatregel	n.v.t.	€ 230,827	> € 310,203
Maatregel voldoende effectief?	n.v.t.	Nee	Ja
Maatregel past binnen budget?	n.v.t.	Nee	Nee
Mogelijk doelmatig?	n.v.t.	Nee	Nee

Er zijn geen doelmatige maatregelen in dit cluster. Een TROC van EPS is voldoende effectief, maar de kosten zijn hoger dan het richtbedrag voor maatregelen.

Colofon

OPDRACHTGEVER	ProRail B.V. t.a.v. Postbus 2212 3500 GE Utrecht
UITGAVE	Movares Nederland B.V. Daalseplein 100 Postbus 2855 3500 GW Utrecht
PROJECTNUMMER	MN002205
KENMERK	A30-XX-HS-RAP-23009144

© 2023, Movares Nederland B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Movares Nederland B.V.

