

RAPPORT

RegioExpres: Deelrapport Geluid

Laagfrequent geluid

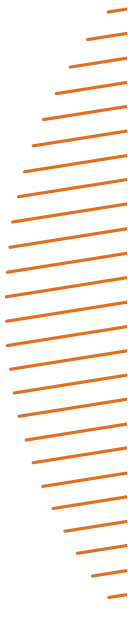
Versie: 1.0

Status: Vrijgegeven

Datum: 27-11-2023

Kenmerk: X27-SM-HS-RAP-
23009225





Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding en doel rapport	1
1.2	Voorgenomen activiteiten	1
1.3	Leeswijzer	3
2	Beoordelingskader	4
2.1	Wettelijk kader	4
2.2	NSG-richtlijn	4
2.3	Vercammen-curve	4
3	Uitgangspunten en werkwijze	5
3.1	Afbakening onderzoek	5
3.2	Wijzigingen ten gevolge van het plan	5
3.3	Halterende treinen	5
3.4	Gevelwering	6
3.5	Werkwijze	6
4	Rekenresultaten	8
4.1	Toetsing aan beoordelingskader	8
4.2	Woningniveau	8
5	Mitigerende maatregelen	9
5.1	Bronmaatregelen	9
5.2	Afscherpende maatregelen	9
5.3	Gevelmaatregelen	9
6	Beoordeling	10
	Bijlage 1 Rekenmodel huidige situatie	12
	Bijlage 2 Rekenmodel plansituatie	13
	Bijlage 3 Maximaal binnenniveau	14
	Colofon	16

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel rapport

Voorliggend document beschrijft de resultaten van het deelonderzoek laagfrequent geluid, dat is uitgevoerd in het kader van het project RegioExpres. In dit deelrapport is het effect op het laagfrequent geluid ter hoogte van station Doetinchem De Huet nader beschreven.

Deze rapportage is opgesteld als achtergrondrapport bij het milieueffectrapport en het Provinciaal Inpassingsplan. Naast deze rapportage zijn er ten behoeve van het project RegioExpres nog twee geluidrapportages opgesteld. Deze rapportages behandelen de milieueffecten en maatregelen ten behoeve van het doorgaand spoor én de wettelijke toetsing van de kruisende en nabij het project gelegen wegen. Alle drie de rapportages tezamen vormen de achtergrondrapportages behorende bij het aspect geluid voor het milieueffectrapport en het Provinciaal Inpassingsplan.

1.2 Voorgenomen activiteiten

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 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 kwartierdienst 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.

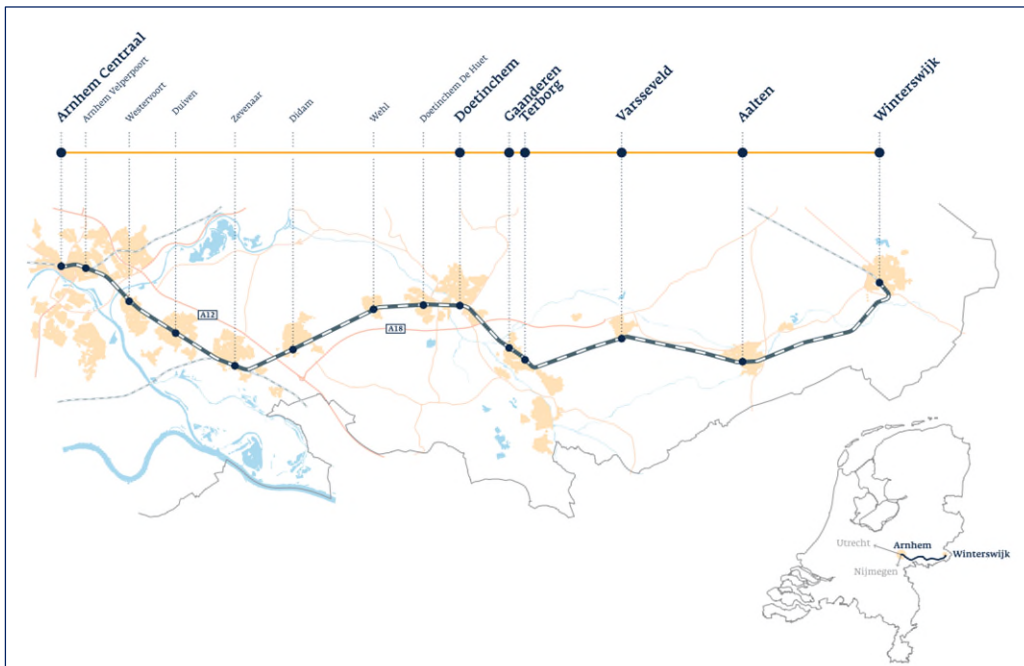
Om dit mogelijk te maken zijn diverse infrastructurele maatregelen nodig. De meest vooraanstaande aanpassingen zijn:

- 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 de tijdelijke bouwwegen en -terreinen noodzakelijk, deze worden nadien weer opgeheven.

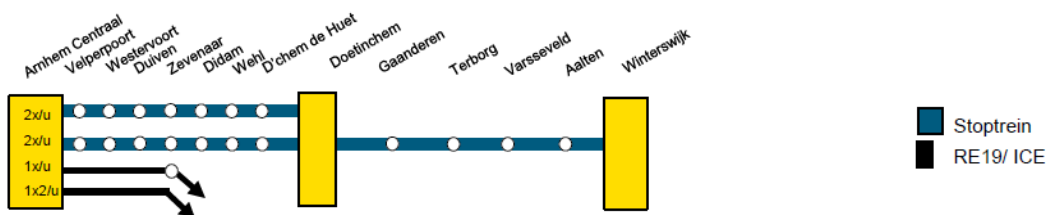
Als gevolg van deze infrastructurele maatregelen zal ook de betrouwbaarheid en robuustheid van de dienstregeling hoger worden, wat ook leidt tot de verbeterde kwartierdienst. Samen met de verbetering in capaciteit en snelheid ontstaat een aantrekkelijk alternatief voor de (dagelijkse) files op de A12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

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

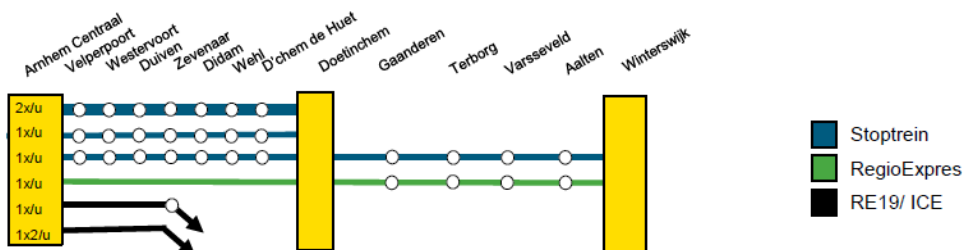
- Figuur 1-1 toont het traject Arnhem-Winterswijk;
- Figuur 1-2 toont de huidige dienstregeling op het traject Arnhem-Doetinchem-Winterswijk;
- Figuur 1-3 toont de dienstregeling na introductie van de RegioExpres (1 keer per uur);
- Figuur 1-4 toont een overzicht van de te nemen spoor gerelateerde maatregelen 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

Hoofdstuk 2 beschrijft het beoordelingskader voor laagfrequent geluid. In hoofdstuk 3 zijn de uitgangspunten en werkwijze opgenomen. Hoofdstuk 4 toont de rekenresultaten. In hoofdstuk 5 zijn de mitigerende maatregelen beschreven. Tot slot bevat Hoofdstuk 6 de beoordeling van het effect van het project op het laagfrequent geluid.

De bijlagen bevatten aanvullende informatie.

2 Beoordelingskader

2.1 Wettelijk kader

Er bestaat geen specifieke wet- en regelgeving voor laagfrequent geluid in Nederland. Dat maakt het moeilijk om maatregelen op te leggen of af te dwingen, ook als de bron bekend is. Voor geluid in het algemeen is in 1979 de Wet geluidhinder (Wgh) opgesteld. Deze wet is gericht op het geluidsniveau over het gehele spectrum en niet specifiek op het laagfrequent geluid.

Voor het beoordelen van laagfrequent geluid bestaan slechts 2 richtlijnen: de richtlijn Laagfrequent geluid van de Nederlandse Stichting Geluidhinder (NSG) en de Vercammen-curve. De rechterlijke macht gebruikt deze richtlijnen soms om een uitspraak te doen over (hinder door) bronnen van laagfrequent geluid.

2.2 NSG-richtlijn

De luidheid neemt bij laagfrequent geluid sneller toe met het geluidsniveau dan bij gewoon geluid en hinder kan al ontstaan bij kleine overschrijdingen van de gehoordrempel. Daarom is in de NSG-richtlijn 'hoorbaarheid' als beoordelingsmaatstaf gekozen: zodra laagfrequent geluid hoorbaar is, kan hinder ontstaan.

Uit een inventariserend onderzoek blijkt dat klachten over laagfrequent geluid voornamelijk afkomstig zijn van oudere mensen. Bij personen jonger dan 40 jaar zijn klachten zeldzaam. Daarom is voor de NSG-richtlijn de 90%-gehoordrempel van een doorsnee groep 50 tot 60-jarigen als referentiecurve voor hoorbaarheid gebruikt. De referentiewaarden per tertsband binnen de woning zijn weergegeven in Tabel 2-1. Van de doorsnee groep 50 tot 60-jarigen hoort 90% een geluid met een niveau beneden de referentiewaarden niet; 10% is wel in staat een geluid (net) beneden deze curve te horen.

Tabel 2-1 NSG-Richtlijn referentiewaarden (binnen) ter indicatie van hoorbaarheid LF-geluid

Frequentie (Hz)	20	25	31.5	40	50	63	80	100
Referentiewaarde (dB)	74	62	55	46	39	33	27	22

De NSG-curve is bruikbaar om te toetsen of laagfrequent hoorbaar is. Als laagfrequent geluid hoorbaar is, betekent dit echter niet automatisch dat dit hinderlijk is.

2.3 Vercammen-curve

De Vercammen-curve kan gebruikt worden om te beoordelen of laagfrequent geluid tot hinder leidt. Deze curve is gebaseerd op 3 tot 10 % gehinderde door laagfrequent geluid. Uit jurisprudentie (zie uitspraak RvS 200509380/1 d.d. 13 december 2006) blijkt dat dit een geaccepteerde methode is om de hinder vanwege laagfrequent geluid te beoordelen. In Tabel 2-2 zijn de referentiewaarden per tertsband binnen in de woning weergegeven.

Tabel 2-2 Vercammen 3-10% referentiewaarden (binnen) ter indicatie van hinder LF-geluid

Frequentie (Hz)	20	25	31.5	40	50	63	80	100
Referentiewaarde (dB)	71	65	60	55	50	46	42	39

Uit voorgaande tabellen blijkt dat het verschil tussen de NSG-curve en de Vercammen-curve groter wordt naarmate de frequentie hoger is. Dit betekent dat hoorbaar laagfrequent geluid bij de hogere frequenties minder snel als hinderlijk wordt ervaren dan bij de lagere frequenties.

3 Uitgangspunten en werkwijze

3.1 Afbakening onderzoek

De locatie van halteren heeft mogelijk effect op het laagfrequent geluid. In de huidige situatie en de plansituatie wordt op vrijwel elk station tussen station Doetinchem en Arnhem Centraal op dezelfde plek gehalteerd. Enkel op station Doetinchem De Huet halteert de trein in de plansituatie op een andere locatie dan in de huidige situatie. Doordat op de andere stations tussen station Doetinchem en Arnhem Centraal de trein op dezelfde plek halteert in zowel de huidige als de plansituatie, heeft het project op deze stations geen effect op het laagfrequent geluid. In dit onderzoek is daarom enkel laagfrequent geluid in de omgeving van station Doetinchem De Huet beschouwd.

3.2 Wijzigingen ten gevolge van het plan

Ter hoogte van station Doetinchem De Huet ligt momenteel één spoor en één perron. De treinen halteren op dit station zo dicht mogelijk bij de perronopgang (ongeveer km 39.09). In het geval de trein richting Zevenaar rijdt staat de kop ter hoogte van de perronopgang en als de trein richting station Doetinchem rijdt staat de staart van de trein ter hoogte van de perronopgang.

In de plansituatie wordt ter hoogte van station Doetinchem De Huet het spoor verdubbeld en wordt een tweede perron gerealiseerd. Het extra spoor wordt aan de zuidzijde (4.5 meter van het bestaande spoor) gerealiseerd. De haltering vindt in de plansituatie op de gelijke locatie plaats als in de huidige situatie, ter hoogte van de perronopgangen (ongeveer km 39.09). Dit is net zoals in de huidige situatie onafhankelijke van de rijrichting. Wat wel afhankelijk is van de rijrichting is het spoor waarop wordt gehalteerd. Over het algemeen halteren in de plansituatie de treinen richting Zevenaar op het noordelijk spoor en de treinen richting station Doetinchem op het zuidelijk spoor. Dat betekent dat deze laatste 4.5 meter dicht bij de woningen aan het Hof van Edinburgh halteren.

Daarnaast wordt in de toekomstige situatie de stationsomgeving aangepast, wat leidt tot onder andere meer verharding aan de zuidwestzijde van het station.

3.3 Halterende treinen

In de huidige situatie en de plansituatie rijden tussen Zevenaar en Doetinchem enkel dieseltreinen (type GTW 2.6 DMU en type GTW 2.8 DMU). De treinen bestaan zowel in de huidige als in de plansituatie uit maximaal drie treinstellen.

Eén treinstel van het type GTW 2.6 DMU is weergegeven in Figuur 3-1. Het treinstel heeft een lengte van 41 meter. De maatgevende laagfrequente bron bij het halteren voor dit treintype is de dieselmotor. Bij een treinstel van het type GTW 2.6 bevindt de motor zich halverwege het treinstel. Deze locatie is onafhankelijk van de rijrichting of de samenstelling van de trein.



Figuur 3-1 Schematische weergave van GTW 2.6 DMU (enkel treinstel)

Eén treinstel van het type GTW 2.8 DMU is weergegeven in zie Figuur 3-2. Het treinstel heeft een lengte van 56 meter. De maatgevende laagfrequente bron bij het halteren voor dit treintype is eveneens de dieselmotor.



Figuur 3-2 Schematische weergave van GTW 2.8 DMU (enkel treinstel)

Bij een treinstel van het type GTW 2.8 bevindt de motor zich op ongeveer 1/3 van het treinstel. De locatie waar deze bron zich bevindt ten opzichte van de rijrichting is willekeurig (afhankelijk van hoe de trein is opgebouwd). De ene keer bevindt de dieselmotor zich aan de voorkant en de andere keer aan de achterkant.

De bronsterkte voor een stationaire dieselmotor is gelijk voor beide treintypen, zie Tabel 3-1. Deze bronsterkte is afkomstig uit het document "Actualisering bronnendatabase" met het kenmerk DeltaRail/07/80023/009 d.d. oktober 2008.

Tabel 3-1 Bronsterkte dieselmotor stationair GTW 2.6 DMU en GTW 2.8 DMU

Frequentie (Hz)	20	25	31.5	40	50	63	80	100
Referentiewaarde (dB)	74	62	55	46	39	33	27	22

3.4 Gevelwering

Zowel de NSG-richtlijn als de Vercammen-curve gaan uit van binnenniveaus om de hoorbaarheid en hinder van laagfrequent geluid te beoordelen. Om het binnenniveau te bepalen is rekening gehouden met het geluid dat de gevel 'tegenhoudt'. Kentallen voor de isolatiewaarden voor laagfrequent geluid voor de gemiddelde Nederlandse woning zijn niet voorhanden. Daarom is in dit onderzoek gerekend met de isolatiewaarden waar 80 tot 90% van de Deense woningen aan voldoet. De isolatiewaarden waarmee is gerekend, zijn opgenomen in Tabel 3-2. Gevels van Deense woningen zijn over het algemeen wat lichter uitgevoerd dan gevels van Nederlandse woningen. Nederlandse woningen hebben daarom waarschijnlijk (iets) hogere isolatiewaarden dan de waarden in Tabel 3-2.

Tabel 3-2 Isolatiewaarde laagfrequent

Frequentie (Hz)	20	25	31.5	40	50	63	80	100
Referentiewaarde (dB)	3.6	4.6	6.7	7.6	10.3	14.2	17.5	18.4

3.5 Werkwijze

Ter bepaling van het effect op laagfrequent geluid is in dit onderzoek de geluidbelasting in de huidige en de plansituatie vergeleken met de referentiewaarden uit de NSG-richtlijn en de Vercammen-curve. Dit is gedaan voor de worst case situatie, zijnde de situatie waarbij de meeste woningen hinder ondervinden. Daartoe zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Haltering op het zuidelijke spoor is vergeleken met de haltering op het noordelijke spoor;
- De halterende trein bestaat uit het maximale aantal treinstellen (3 stuks);
- De halterende trein is opgebouwd uit het type GTW 2.8 DMU, die de grootste lengte heeft.

Ten behoeve van het onderzoek zijn twee modellen (huidige situatie en plansituatie) opgesteld met behulp van het rekenprogramma Geomilieu versie 2022.41. De modellen zijn opgesteld overeenkomstig de regels uit de Handleiding meten en rekenen Industrielawaai HMRI 1999.

De beide modellen bevatten als bronnen de dieselmotoren van de halterende treinstellen. In de modellen is rekening gehouden met het maximaal aantal van drie treinstellen per halterende trein. Per treinstel zijn in het rekenmodel twee bronnen opgenomen op 1/3 en 2/3 van het treinstel. Dit vanwege het feit dat de locatie van de dieselmotor variabel is (afhankelijk van de opbouw van de trein). Dit komt neer op 6 puntbronnen per model.

In het model voor de huidige situatie is rekening gehouden met bodemgebieden die zijn gebaseerd op de huidige situatie. Tevens is in deze situatie rekening gehouden met slechts één spoor. Alle zes de bronnen zijn gelegen op dit spoor. In bijlage 1 is een overzicht van het model voor de huidige situatie weergegeven.

In het model voor de plansituatie is rekening gehouden met bodemgebieden die zijn gebaseerd op de plansituatie (meer hard bodemgebied). Tevens is in de plansituatie rekening gehouden met twee sporen. Alle zes de bronnen zijn in de plansituatie gemodelleerd op het zuidelijke spoor. Dit om het grootst mogelijke effect te berekenen. In bijlage 2 is een overzicht van het model voor de plansituatie weergegeven.

Ten noorden van het station worden geen effecten verwacht, omdat de treinen in de huidige en de plansituatie op dezelfde plek op het noordelijke spoor halteren. Ten zuiden en nabij van het station worden wel effecten verwacht. Daarom zijn enkel op woningen ten zuiden van het spoor, die zijn gelegen nabij het station, waarneempunten gelegd. De locaties van de waarneempunten zijn opgenomen in de weergaven in bijlage 1 en 2.

De items in de rekenmodellen zijn opgebouwd uit de brondata die is opgenomen in Tabel 3-3.

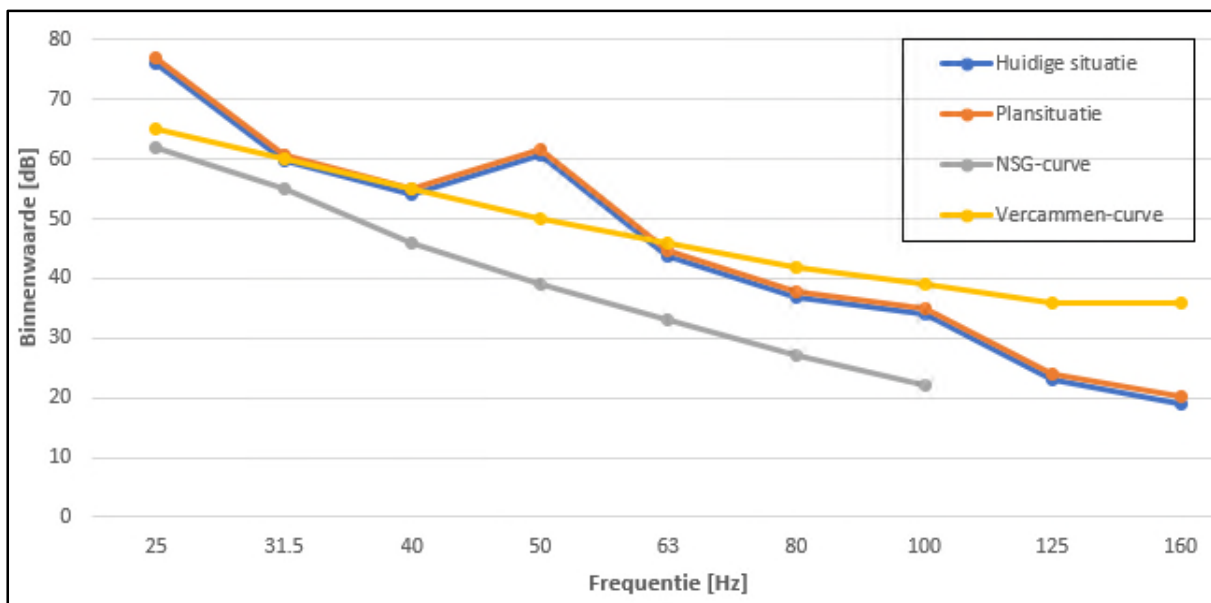
Tabel 3-3 Brondata omgevingsaspecten

Item	Eigenschappen	Brondata
Bebouwing	Ligging en hoogte	- Basisadministratie Adressen en Gebouwen (BAG) - Algemeen hoogte bestand Nederland (AHN) - Visuele inspectie ter plaatse
Bodemgebieden	Hard/zacht gebied	- Basisregistratie Grootschalige Topografie (BGT) - Ontwerp stationsomgeving (enkel plansituatie)
Hoogte omgeving	Hoogte	- GeoNext data uit Meerjarenprogramma geluid (MJPG) - Algemeen hoogte bestand Nederland (AHN)
Perron	Hoogte en ligging	- Geluidregister - Ontwerp stationsomgeving (enkel plansituatie)

4 Rekenresultaten

4.1 Toetsing aan beoordelingskader

Om te bepalen of het laagfrequent geluid hoorbaar is en hinder veroorzaakt, zijn voor de huidige en de plansituatie per geluidbron (dieselmotor van een treinstel) de geluidbelastingen op de gevels van de nabij het station gelegen woningen berekend. Op basis van deze geluidbelastingen is de maximaal optredende binnenwaarde per tertsband bepaald. In Figuur 4-1 zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven. In deze figuur zijn ook de NSG en de Vercammen-curve opgenomen. Opgemerkt wordt dat de waarden niet allemaal binnen dezelfde woning optreden. Ze zijn voornamelijk bedoeld om te bepalen of er per situatie sprake is van hoorbaarheid of hinder door laagfrequent geluid. De wijze hoe de maximaal optredende binnenwaarde is bepaald, is uitgewerkt in bijlage 3.



Figuur 4-1 Maximaal binnenniveau in de huidige en plansituatie ten opzichte van de beoordelingscurves

Uit Figuur 4-1 blijkt dat voor alle weergegeven frequenties het maximaal berekende binnenniveau per tertsband in zowel de huidige als de plansituatie hoger is dan de NSG-curve. Dit betekent dat het laagfrequent geluid in zowel de huidige als de plansituatie hoorbaar is voor minimaal 90% van de doorsnee groep 50 tot 60-jarigen. Tevens blijkt uit de figuur dat tussen 25 Hz en 63 Hz het maximaal berekende binnenniveau per tertsband in zowel de huidige als de plansituatie hoger is dan de Vercammen-curve. Dit betekent dat het laagfrequent geluid in zowel de huidige als de plansituatie mogelijk als hinderlijk wordt ervaren. Voor frequenties hoger dan 63 dB wordt de Vercammen-curve niet overschreden. De kans op hinder door laagfrequent geluid afkomstig van deze hogere tertsbanden is niet volledig uit te sluiten, maar het percentage dat hierdoor hinder ervaart is wel kleiner dan voor de lagere tertsbanden.

4.2 Woningniveau

Omdat blijkt dat er mogelijk sprake is van hinder door laagfrequent geluid, is nader gekeken binnen welke woningen mogelijk hinder wordt ervaren. Uit deze analyse blijkt dat voor alle woningen, waarop toetspunten zijn geplaatst, in zowel de huidige als de plansituatie op één of meerdere gevels en verdiepingen de referentiewaarde tussen 25 Hz en 63 Hz wordt overschreden.

Het geluidniveau in de deze tertsbanden neemt met maximaal 1.1 dB toe. Dit betekent dat in de plansituatie mogelijk meer personen hinder ervaren door laagfrequent geluid dan in de huidige situatie.

5 Mitigerende maatregelen

5.1 Bronmaatregelen

Voor het treffen van bronmaatregelen moeten afspraken worden gemaakt met de concessiehouders.

In technische zin kan een project worden gestart om te onderzoeken of maatregelen - bijvoorbeeld (verbeterde) resonantiedempers - kunnen worden getroffen aan de treinen. Of dergelijke maatregelen de volledige hinder wegnemen is op voorhand niet te zeggen. Tevens kan een dergelijke maatregel niet in het Provinciaal Inpassingsplan worden vastgelegd. In het PIP kan er daarom geen zekerheid worden geboden over bronmaatregelen.

Het onderzoek is gebaseerd op het huidig materieel. Bij het afgeven van een nieuwe concessie kan een andere vervoerder gebruik gaan maken van ander materieel. De emissie van laagfrequent geluid kan bij ander materieel anders zijn. Bij het opstellen van een programma van eisen voor de nieuwe concessie kan sturing worden gegeven aan een lagere emissie van laagfrequent geluid met eisen, wensen en puntentelling.

5.2 Afscherpende maatregelen

Om te voldoen aan de referentiewaarden uit de Vercammencurve dient een reductie van 12.1 dB te worden behaald bij een frequentie van 25 Hz. Wetende dat de bron op een hoogte van 3 meter is gesitueerd, de omliggende bebouwing minimaal 3 bouwlagen heeft én laagfrequent geluid moeilijk te reduceren is, is een zeer hoog en lang scherm nodig om op alle woningen te voldoen aan de referentiewaarden uit de Vercammen-curve. Een dergelijke maatregel is niet realistisch.

5.3 Gevelmaatregelen

Laagfrequent geluid laat zich moeilijk 'tegenhouden'. Er zijn geen gevelmaatregelen (maatregelen aan bestaande woningen) of projecten bekend, dan wel toegepast voor het aspect laagfrequent geluid.

Lichte gevelelementen zoals ramen en lichte dakconstructies zijn maatgevend voor de isolatie voor laagfrequent geluid. Om in lage frequenties hoge isolatie te halen moet men zeer zware constructies en geveldelen aanbrengen. Er kan bijvoorbeeld worden gedacht aan dubbele kozijnconstructies met glaspartijen op grote luchtspouw (tot 50 cm). Het treffen van dergelijke maatregelen in woningen heeft een grote impact op de bruikbaarheid van de woningen. De kosten voor dergelijke maatregelen kunnen niet worden begroot, aangezien dergelijke maatregelen nog niet zijn uitgevoerd. Duidelijk is wel dat de kosten per woning aanzienlijk zullen zijn.

6 Beoordeling

Ten gevolge van het project RegioExpres wordt het spoor ter hoogte van het station Doetinchem De Huet verdubbeld. Het extra spoor komt 4.5 meter dichterbij de woningen aan de zuidzijde te liggen. Dit betekent dat de treinen richting station Doetinchem 4.5 meter dichterbij deze woningen halteren. Tijdens het halteren is de dieselmotor de maatgevende bron. In deze rapportage is onderzocht of het dichterbij de woningen halteren effecten heeft op het laagfrequent geluid.

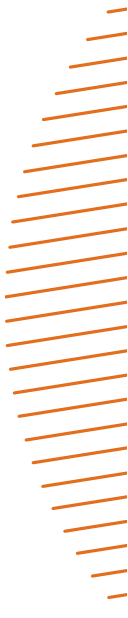
Uit het onderzoek blijkt dat ten gevolge van het project RegioExpres:

- Zowel in de huidige als de plansituatie laagfrequent mogelijk hoorbaar is;
- Zowel in de huidige als de plansituatie laagfrequent mogelijk als hinderlijk kan worden ervaren;
- Ten gevolge van het plan het geluid in de lagere tertsbanden (25 tot en met 63 Hz) toeneemt met maximaal 1.1 dB. Dit betekent dat in de plansituatie mogelijk meer personen hinder ervaren door laagfrequent geluid dan in de huidige situatie.

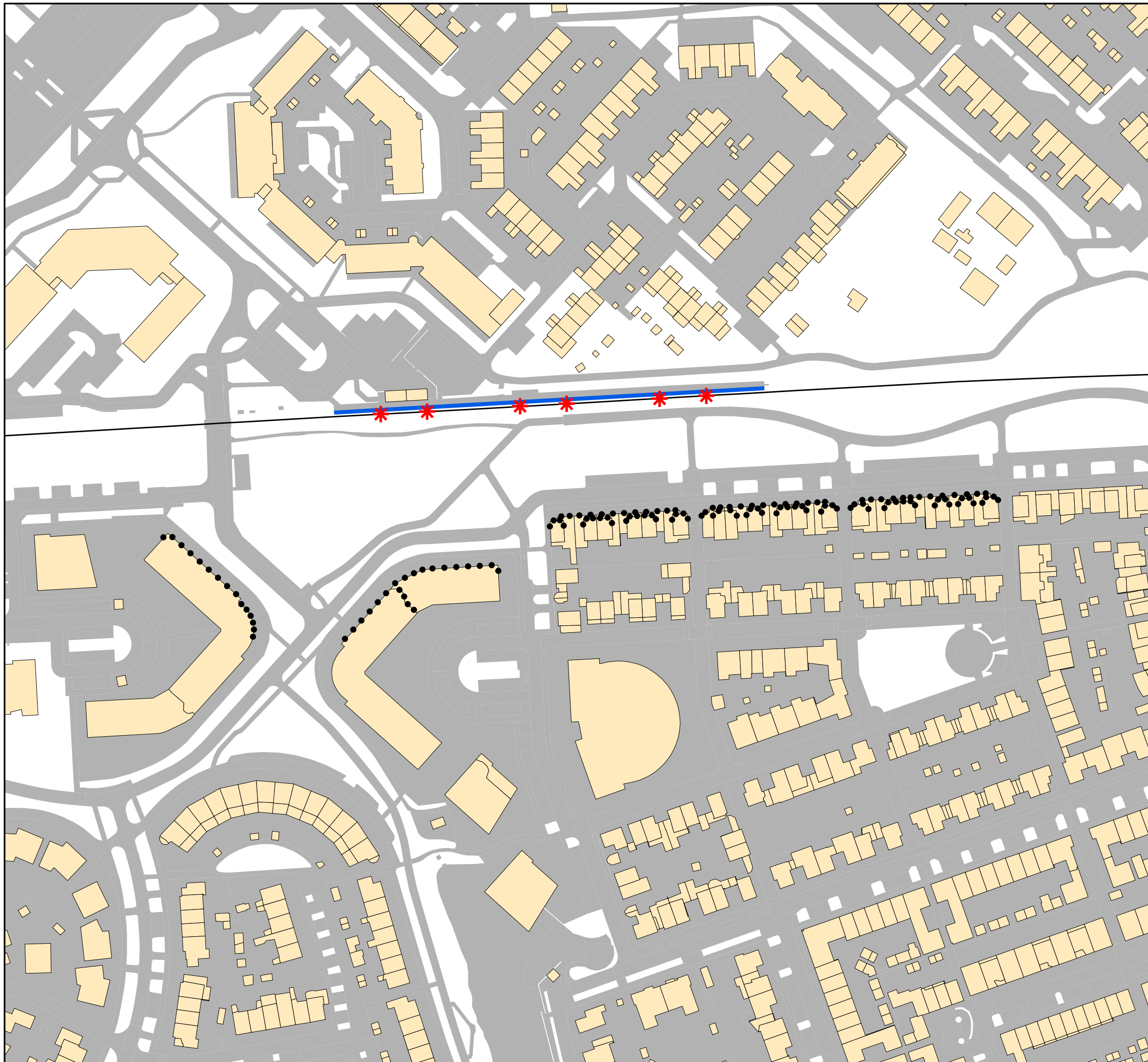
Daarbij wordt opgemerkt dat bovenstaande conclusies zijn gebaseerd op een worst case situatie (zie paragraaf 3.5). De toename van maximaal 1.1 dB treedt enkel op bij haltering op het zuidelijk spoor. Over het algemeen halteert slechts de helft van het aantal stoptreinen (richting Doetinchem) op het zuidelijk spoor. Bij haltering op het noordelijk spoor (over het algemeen de stoptrein richting Zevenaar) is er geen sprake van een toename. Daarnaast is de halterende trein buiten de spitsperiode minder lang dan het maximumaantal van 3 treinstellen, waar in deze berekeningen van is uitgegaan. Dat betekent dat het effect dat in dit onderzoek is berekend, voor de oostelijke woningen binnen het onderzoeksgebied buiten de spitsperiode lager is. Tevens treedt het laagfrequent geluid enkel kortstondig op (enkel tijdens een haltering). Er is dus geen sprake van continue hoorbaarheid van of hinder door laagfrequent geluid. Tot slot wordt opgemerkt dat slechts een klein percentage van de bewoners het laagfrequent geluid hoort of hier hinder door ervaart.

Mitigerende maatregelen om te voldoen aan de Vercammen-curve zijn niet te verankeren in het Provinciaal Inpassingsplan (bronmaatregel) of zijn niet realistisch (scherm- en gevelmaatregelen).

Op basis van het bovenstaande wordt het effect van de RegioExpres op laagfrequent geluid als licht negatief beoordeeld.



Bijlage 1 Rekenmodel huidige situatie



- Toetspunt
- * Puntbron
- Baanvakken
- Perron
- Gebouw
- Bodemgebied



Postbus 2855
3500 GW Utrecht

Movares

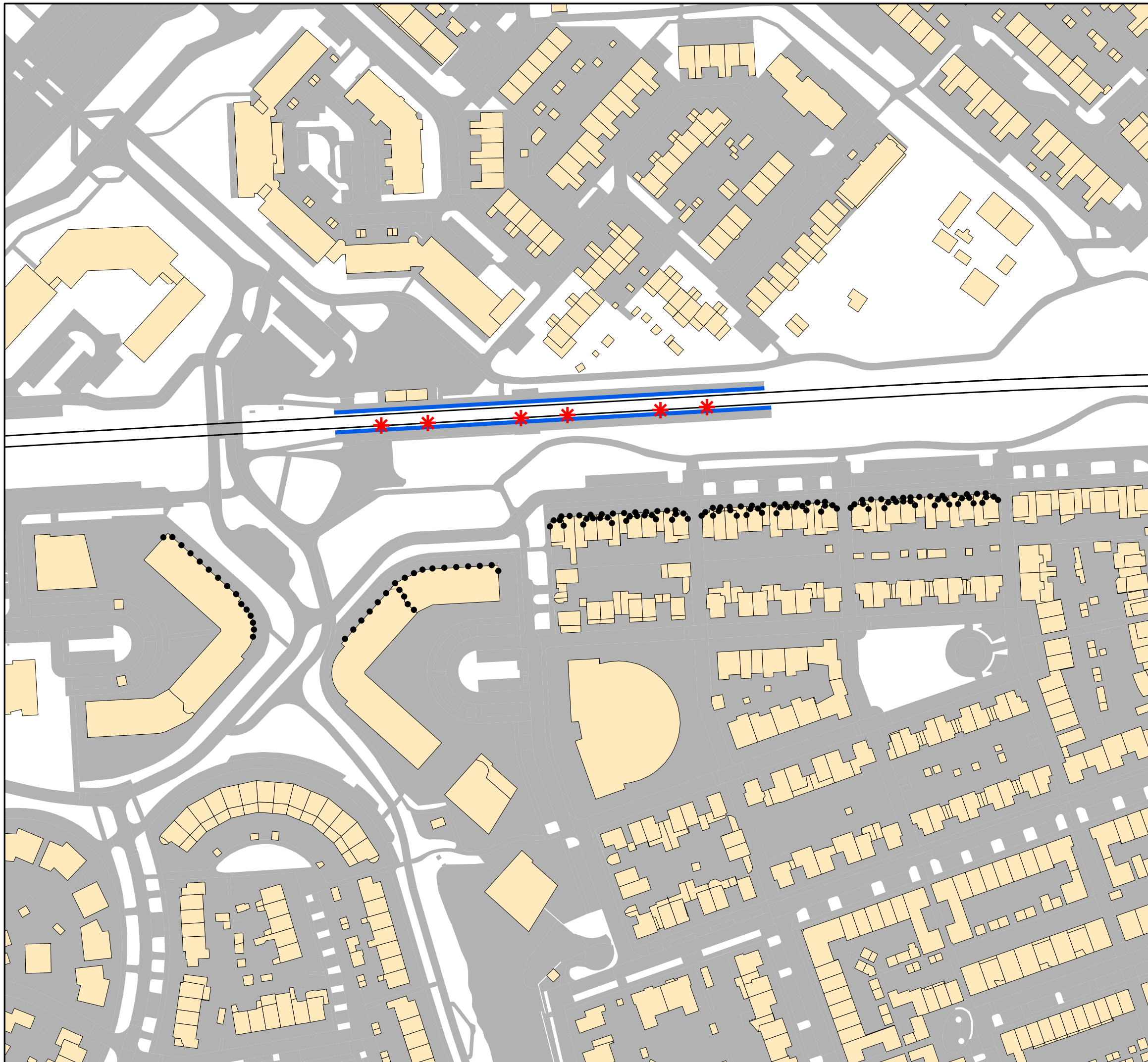
RegioExpres

Laagfrequent geluid
Huidige situatie

Auteur	R.F.C. Groothuis	Datum	08-11-2023
Schaal	1 : 1500	Formaat	A3 liggend


0 0.05 0.1
Km

Bijlage 2 Rekenmodel plansituatie



- Toetspunt
- * Puntbron
- Baanvakken
- Perron
- ▭ Gebouw
- ▭ Bodemgebied




Postbus 2855
3500 GW Utrecht

RegioExpres

Laagfrequent geluid
Plansituatie

Auteur	R.F.C. Groothuis	Datum	08-11-2023
Schaal	1 : 1500	Formaat	A3 liggend

0
0.05
0.1
Km

Bijlage 3 Maximaal binnenniveau

Hieronder zijn de stappen uiteengezet, die volgen na het berekenen van de geluidbelastingen op woningniveau. Deze stappen zijn doorlopen om te komen tot de maximaal berekende binnenwaarde per tertsbands, die gebruikt is voor de beoordeling. De resultaten van de stappen zijn zichtbaar in de tabellen B3-1 (huidige situatie) en B3-2 (plansituatie).

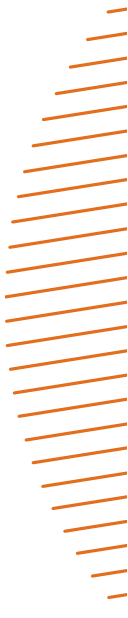
1. Per octaafband is de hoogste waarde bepaald, die in de huidige en plansituatie optreedt.
2. De octaafbanden zijn gesplitst in tertsbands. Waarbij op de laagste tertsbands een reductie van 1 dB ten opzichte van de waarde in de octaafband is toegepast en op de overige twee tertsbands een reductie van 10 dB is toegepast.
3. Er is gecorrigeerd voor de A-weging (correctiewaarde A-weging is per tertsbands erbij opgeteld). De berekende waarden bevatten namelijk een zogenaamde A-weging. De referentiewaarden uit de NSG-richtlijn en de Vercammen-curve bevatten deze A-weging niet.
4. Van de geluidbelasting zonder A-weging zijn de isolatiewaarden voor Deense woningen afgetrokken.
5. De daaruit volgende binnenwaarden per tertsbands kunnen één op één vergeleken worden met de referentiewaarden uit de NSG-richtlijn en de Vercammen-curve.

Tabel B3-1 Maximaal binnenniveau in de huidige situatie

Frequentie (Hz)	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160
Li octaafband in dB(A)	-	37.1	-	-	41.8	-	-	34.3	-
Li tertsbands in dB(A)	36.1	27.1	27.1	40.8	31.8	31.8	33.3	24.3	24.3
Correctiewaarde A-weging	44.7	39.4	34.6	30.2	26.2	22.5	19.1	16.1	13.4
Li tertsbands in dB	80.8	66.5	61.7	71.0	58.0	54.3	52.4	40.4	37.7
Isolatiewaarden in dB	4.6	6.7	7.6	10.3	14.2	17.5	18.4	17.5	18.6
Binnenwaarde in dB	76.2	59.8	54.1	60.7	43.8	36.8	34.0	22.9	19.1

Tabel B3-2 Maximaal binnenniveau in de plansituatie

Frequentie (Hz)	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160
Li octaafband in dB(A)	-	38.0	-	-	42.7	-	-	35.3	-
Li tertsbands in dB(A)	37.0	28.0	28.0	41.7	32.7	32.7	34.3	25.3	25.3
Correctiewaarde A-weging	44.7	39.4	34.6	30.2	26.2	22.5	19.1	16.1	13.4
Li tertsbands in dB	81.7	67.4	62.6	71.9	58.9	55.2	53.4	41.4	38.7
Isolatiewaarden in dB	4.6	6.7	7.6	10.3	14.2	17.5	18.4	17.5	18.6
Binnenwaarde in dB	77.1	60.7	55.0	61.6	44.7	37.7	35.0	23.9	20.1



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	X27-SM-HS-RAP-23009225

© 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.

 **Movares** samen werkt het