

Achtergrondrapport Wonen, werken en landbouw



HOOGHEEMRAADSCHAP
DE STICHTSE
RIJNLANDEN

Colofon

Rapportgegevens	
Rapporttitel	Achtergrondrapport Wonen, werken en landbouw
Ondertitel	Dijkversterking Wijk bij Duurstede
DMS nummer:	012539-RAP-21460
Versie:	1.0
Datum:	22 september 2022

Vrijgave:

Verantwoordelijkheid	Functie	Naam
Opgesteld door:	Adviseur omgeving	Robert van den Dijssel
	Junior specialist planproducten	Jicke Dröge
Gecontroleerd door:	Adviseur planvorming	Esther Kruik
Vrijgegeven door:	Coördinator planproces	Pauline van Veen
Autorisator Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden	Omgevingsmanager	Margreet van Zee
Vrijgever Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden	Projectmanager	Freek Visser

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden

Poldermolen 2
3994 DD Houten

030 634 57 00 T
sterkelekdijk@hdsr.nl E
hdsr.nl/sterkelekdijk W



Documenthistorie:

Versie	Datum	Toelichting
0.1	25 mei 2022	Concept
0.2	7 juni 2022	Interne toets
0.3	7 juli 2022	Effectbeoordeling gereed voor review projectteam
0.4	2 augustus 2022	Review projectteam
0.5	5 augustus 2022	Verwerking review projectteam
Reviewversie	10 augustus 2022	Versie voor interne review projectteam Wijk bij Duurstede - Amerongen en HDSR
Reviewversie	18 augustus 2022	Versie voor review Rijkswaterstaat, provincie Utrecht, Gemeente Wijk bij Duurstede, Gemeente Utrechtse Heuvelrug en Natuurorganisaties
Definitief	22 september 2022	Versie voor programmteam Sterke Lekdijk en ambtelijke werkgroep

Inhoud

1 Inleiding 7

- 1.1 Aanleiding en context 7
- 1.2 Doelstelling 7
- 1.3 Leeswijzer 7

2 Wettelijk en beleidsmatig kader 9

- 2.1 Nationaal 9
- 2.2 Provinciaal- en regionaal 10
- 2.3 Gemeentelijk 13

3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 15

- 3.1 Huidige situatie 15
- 3.2 Autonome ontwikkeling 17

4 Onderzoeken en uitgangspunten 19

- 4.1 Eerder uitgevoerde onderzoeken 19
- 4.2 Uitgangspunten 19
- 4.3 Leemte in kennis 20

5 Beoordelingskader 21

- 5.1 Inleiding 21
- 5.2 Wijze van effectbeoordeling 21
- 5.3 Normering 24

Literatuur 27

Bijlage 1. Geluidkaart wegverkeer Lekdijk/Rijndijk 29

Bijlage 2. Berekeningen geluidhinder 31

Bijlage 3. Berekeningen trillinghinder 39

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en context

In het programma Sterke Lekdijk werkt Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden (HDSR) aan het versterken van de Lekdijk tussen Amerongen en Schoonhoven. De Lekdijk strekt zich uit langs de noordelijke oever van de Lek en Nederrijn van Amerongen tot Schoonhoven over een lengte van 55 kilometer. De dijk is bijna 1000 jaar oud en beschermt een groot deel van Midden- en West-Nederland tegen hoge waterstanden op de Lek en Nederrijn. HDSR heeft de taak om de dijk aan de nieuwe norm van de Waterwet te laten voldoen.

Het programma Sterke Lekdijk is onderdeel van het Hoogwaterbeschermingsprogramma en is verdeeld in zes deelprojecten van oost naar west:

- Wijk bij Duurstede – Amerongen
- Irenesluis – Culumborgse Veer
- Culemborgse Veer – Beatrixsluis
- Jaarsveld – Vreeswijk
- Salmsteke
- Salmsteke – Schoonhoven

Het deelproject Wijk bij Duurstede – Amerongen ligt tussen de rand van de kern Amerongen en de Prinses Irenesluizen bij Wijk bij Duurstede. Het deelproject bestrijkt daarmee elf kilometer aan primaire kering.

Het dijktraject tussen Wijk bij Duurstede en Amerongen voldoet niet aan de in 2017 aangescherpte veiligheidsnormen voor hoogte, piping, macrostabiliteit, microstabiliteit en de grasbekleding binnenwaarts en buitenwaarts. Versterking is daarom noodzakelijk. Op 1 juli 2020 heeft het bestuur van HDSR het voorkeursalternatief vastgesteld

1.2 Doelstelling

Na het vaststellen van het voorkeursalternatief is het dijkontwerp uitgewerkt. Dit wordt vastgelegd in een Projectplan Waterwet en doorloopt daarmee een openbare besluitvormingsprocedure. Daarbij is ook een Milieueffectrapport (MER) opgesteld waarin de milieueffecten van het dijkontwerp in kaart zijn gebracht. Het beoordelingskader voor het MER is eerder vastgelegd in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau Sterke Lekdijk. Omgevingsaspecten krijgen daarmee een volwaardige rol in de totstandkoming van het dijkontwerp.

Dit achtergrondrapport wonen, werken en landbouw is onderdeel van het MER en heeft als doel het beschrijven van de randvoorwaarden, uitgangspunten en het beoordelingskader voor de effectbeoordeling. De effectbeoordeling zelf is opgenomen in het MER. De achtergrondrapporten per thema zijn als bijlage opgenomen bij het MER.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt het wettelijk kader beschreven, in hoofdstuk 3 de huidige situatie en autonome ontwikkelingen. Hoofdstuk 4 beschrijft voorgaande onderzoeken en de uitgangspunten van de onderzoeken die voor deze beoordeling zijn gedaan. In hoofdstuk 5 Beoordelingskader, wordt beschreven op welke manier de effecten beoordeeld worden.

In de bijlagen worden de resultaten van onderzoeken die gebruikt zijn voor de effectbeoordeling getoond. In de bijlagen staat de toelichting van het rapport. In bijlage 1 staat de geluidkaart van de bestaande situatie, en in bijlage 2 zijn de berekeningen van geluidshinder toegevoegd en de kaarten met hinder contouren. De berekeningen van de trillinghinder staan in bijlage 3.

2 Wettelijk en beleidsmatig kader

Dit hoofdstuk gaat in op de wet- en regelgeving en het beleidskader voor de aspecten wonen, werken en landbouw en de relevantie daarvan voor het dijkversterkingsproject Wijk bij Duurstede – Amerongen. Hiervoor is een selectie van de belangrijkste gemaakt van vastgestelde plannen, en om van kracht zijnde wet- en regelgeving die kaders en/of voorwaarden kunnen stellen aan het dijkversterkingsproject. In de onderstaande paragrafen wordt nader ingegaan op achtereenvolgens het nationaal, provinciaal en gemeentelijk beleid.

Het wettelijke kader voor trillingshinder tijdens de uitvoering zit verankerd in het Bouwbesluit 2012 voor bouw en sloopactiviteiten van bouwwerken. Het toebrengen van materiele schade aan iemands eigendommen is privaatrechtelijk geregeld. Hierbij mag van een overheid en professionele aannemer verwacht worden dat zij schade voorkomt. De richtlijn 'meet en beoordelingsrichtlijnen voor trillingen' van Stichting Bouw Research geeft hier handvatten voor in de Deel A van deze richtlijn.

2.1 Nationaal

Structuurvisie Nationale Omgevingsvisie

De structuurvisie Nationale Omgevingsvisie, van het ministerie van Binnenlandse zaken is op 11 september 2020 vastgesteld.

In de structuurvisie geeft het Rijk een langetermijnvisie op de toekomstige ontwikkeling van de leefomgeving in Nederland. Hieronder valt ook het woon-, werk- en leefmilieu. Een belangrijke doelstelling is de toekomstbestendige ontwikkeling van het landelijk gebied waarin voldoende ruimte is voor wonen, werken en landbouw.

Wet geluidhinder

In artikel 1 van de Wet geluidhinder staan de geluidsgevoelige gebouwen en terreinen genoemd. Geluidsgevoelige gebouwen zijn woningen, onderwijsgebouwen, ziekenhuizen en verpleeghuizen, verzorgingstehuizen, psychiatrische inrichtingen en kinderdagverblijven. Geluidsgevoelige terreinen zijn woonwagendplaatsen en bestemde ligplaatsen voor woonschepen.

Bouwbesluit

Een bouwwerk is gedefinieerd als 'elke constructie van enige omvang van hout, steen, metaal of ander materiaal, die op 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'.

Geluidsnormen

Voor bouwwerken gelden de normen voor geluid zoals opgenomen in artikel 8.3 (lid 1 tot en met 4) van het Bouwbesluit:

1. Bedrijfsmatige bouw- of sloopwerkzaamheden worden op werkdagen en op zaterdag tussen 7.00 uur en 19.00 uur uitgevoerd.
2. Bij het uitvoeren van de werkzaamheden als bedoeld in het eerste lid worden de in tabel aangegeven dagwaarden en de daarbij behorende maximale blootstellingsduur niet overschreden.
3. Het bevoegd gezag kan ontheffing verlenen van het eerste en tweede lid. Onverkort het gestelde in de ontheffing, wordt bij het uitvoeren van bouw- of sloopwerkzaamheden gebruik gemaakt van de best beschikbare stille technieken.
4. Indien het bevoegd gezag met betrekking tot het uitvoeren van bouw- of sloopwerkzaamheden beleidsregels als bedoeld in titel 4.3 van de Algemene wet bestuursrecht heeft vastgesteld, is in afwijking van het derde lid geen ontheffing vereist indien het uitvoeren van de werkzaamheden voldoet aan die beleidsregels en het bevoegd gezag

ten minste twee werkdagen voor de feitelijke aanvang van die werkzaamheden in kennis is gesteld van de aanvang van de werkzaamheden.

Trilling normen

Voor bouwwerken gelden de normen voor trillingen (artikel 8.4 lid 1 en 2).

1. Trillingen veroorzaakt door het uitvoeren van bouw- of sloopwerkzaamheden bedragen in geluidsgevoelige ruimten als bedoeld in artikel 1 van de Wet geluidhinder en in verblijfsruimten als bedoeld in artikel 1.1, onderdeel d, van het Besluit geluidhinder niet meer dan de trilling sterkte, genoemd in tabel 4 van de Meet- en beoordelingsrichtlijn deel B Hinder voor personen in gebouwen.
2. Het bevoegd gezag kan ontheffing verlenen van de trilling sterkte, bedoeld in het eerste lid.

Zondagswet

De Zondagswet regelt de openbare rust op zondag en het uitoefenen van godsdienstoefening. Het is vanwege artikel 2 van de Zondagswet verboden om in de nabijheid van kerken en andere gebouwen voor openbare eredienst zonder strikte noodzaak gerucht te verwekken waardoor de godsdienstoefening wordt gehinderd.

Verder stelt de Zondagswet dat het verboden is om zonder strikte noodzaak of genoegzame reden gerucht te verwekken:

- Dat op meer dan 200 meter afstand van het punt van verwekking te horen is (artikel 3, lid 1). Ontheffing kan verleend worden voor de tijd na 13 uur (artikel 3, lid 3);
- De openbare rust te verstoren door arbeid of beroep (artikel 6).

2.2 Provinciaal- en regionaal

Omgevingsvisie provincie Utrecht

In de omgevingsvisie provincie Utrecht (2021) gaat de provincie in op de vraag hoe de provincie er in 2050 uit wil zien. Hierin is ook aandacht voor landbouw.

Een deel van de agrarische gronden in Kolland en Oud-Kolland is aangewezen als landbouwstabiliseringsgebied. Dit zijn de donkeroranje vlakken in figuur 2.1. Landbouwstabiliseringsgronden houden in dat uitbreiding of vestiging van niet-grondgebonden veehouderij hier niet mogelijk is

Omgevingsverordening

In de interim Omgevingsverordening Utrecht (2021) heeft de Provincie regels (incl. toelichting) vastgesteld op het gebied die betrekking hebben op wonen en werken en landbouw.

Wat betreft landbouw komt de inhoud overeen met de omgevingsvisie van de provincie. Voor wonen en werken is in de interim omgevingsverordening aangegeven dat uitbreiding van woningbouw en bedrijventerreinen onder voorwaarden mogelijk zijn.

Provinciale Milieu Verordening

Het projectgebied vanaf Amerongen tot en met de kern van Wijk bij Duurstede is in de Provinciale Milieu Verordening van de provincie Utrecht aangewezen als aandachtsgebied stiltegebied (Figuur 2.2).

Bij besluiten op basis van andere regelgeving waaronder de Algemene Plaatselijke Verordening dient rekening gehouden te worden met de richtwaarden voor stiltegebieden uit artikel 25 de Provinciale Milieu Verordening.

De richtwaarde voor het maximaal toelaatbare equivalente geluidsniveau vanwege een geluidsbron (die buiten een stiltegebied is gesitueerd, en geen onderdeel uitmaakt van een inrichting) geldt een geluidsniveau van 35 dB(A) LAeq, 24h op 50 meter, in een stiltegebied gerekend vanaf de grens van het stiltegebied (artikel 25, lid 2).

Dijkwerkzaamheden en infrastructurele werken zijn vrijgesteld van de verboden in de verordening (artikel 29, lid 1). Er is geen ontheffing of rechtstreekse beoordeling nodig voor geluidhinder tijdens de uitvoering in het kader van de verordening.

Keur en legger

Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden legt regels op om schade aan dijken en oevers te voorkomen, om ervoor te zorgen dat sloten worden onderhouden en om watertekort, wateroverlast en vervuiling te voorkomen. Deze regels staan in de Keur van het hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden. De leggers zijn kaarten waarop de wateren en waterkeringen, waarvoor die regels gelden, zijn opgenomen.

Op de legger primaire waterkeringen staan beschermingszones op en rond de dijk. In deze beschermingszones gelden regels, die in de Keur zijn opgenomen. Op en rond de dijk mogen geen werkzaamheden worden uitgevoerd zonder vergunning van het waterschap.

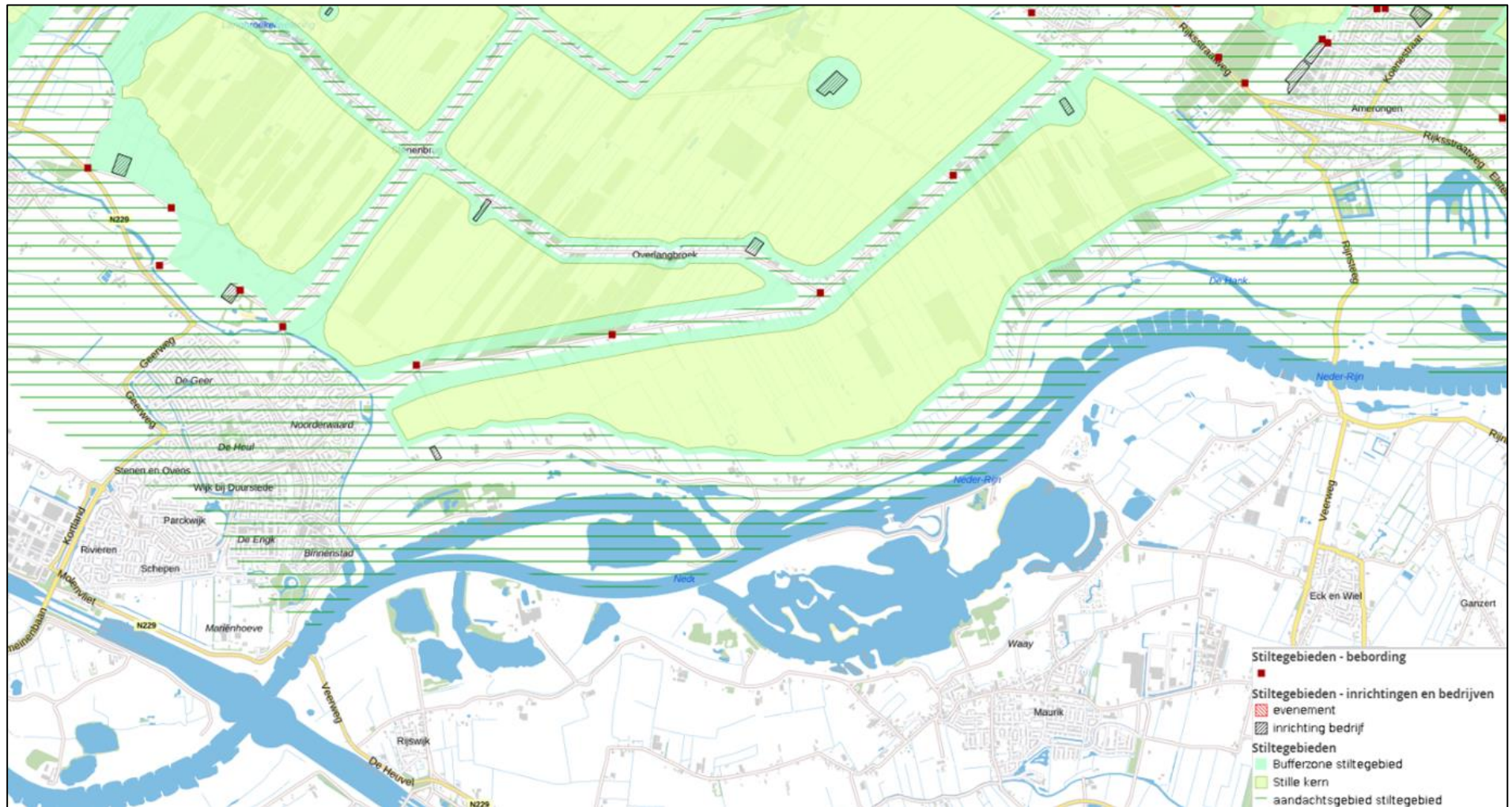
Met de dijkversterking verandert de ligging en de vorm van de dijk. De legger voor waterkeringen zal daarop worden aangepast. Hierbij zullen ook de horizontale pipingmaatregelen in de uiterwaard als onderdeel van de waterstaatswerkzone in de legger worden opgenomen. Met de nieuwe legger zullen ook delen van de uiterwaard worden beschermd, waar geen maatregelen worden genomen, maar die wel van belang zijn voor de veiligheid van de dijk. Het gaat om gebieden waar een kleilaag aanwezig

is, die moet worden behouden. Deze gebieden zijn op de Projectplankaart aangeduid met 'voorland beschermen, opnemen in legger'.

Voor de leggeraanpassing wordt een aparte formele procedure doorlopen. Sloten die worden gedempt en gecompenseerd in het kader van de dijkversterking worden te zijner tijd opgenomen in de nieuwe legger wateren



Figuur 2-1 Landbouwstabiliseringgronden



Figuur 2-2 Provinciale Milieu Verordening Utrecht

2.3 Gemeentelijk

Bestemmingsplannen, Wijk bij Duurstede

Het plangebied bestaat uit de bestemmingsplannen Buitengebied 2015 van de gemeente Wijk bij Duurstede (2016) en Binnenstad (2010).

Hierin staat voor alle gronden bepaald voor welk doel deze ingezet mogen worden. Hierin is o.a. maar niet uitsluitend een onderscheid tussen gronden met een woonbestemming, agrarische bestemming, natuur bestemming of commerciële bestemming.

Bestemmingsplannen, Utrechtse Heuvelrug

Bestemmingsplan Overberg, Maarn, Maarsbergen, Amerongen van de Gemeente Utrechtse Heuvelrug (2019) en het bestemmingsplan Leersum Buitengebied 2005/2009 van de Gemeente Utrechtse Heuvelrug (2010).

Hierin staat voor alle gronden bepaald voor welk doel deze ingezet mogen worden. Hierin is een onderscheid tussen gronden met een woonbestemming, agrarische bestemming, natuur bestemming of commerciële bestemming.

Algemene Plaatselijke Verordening

Bouwactiviteiten, die niet het creëren van een bouwwerk betreffen (zoals grond- en asfaltwerkzaamheden), vallen niet onder het Bouwbesluit. Gemeenten kunnen in de Algemene Plaatselijke Verordening aanvullende regels voor geluidhinder.

Gemeente Wijk bij Duurstede

De gemeente Wijk bij Duurstede heeft geen bepaling over geluidsnormen bij bouwactiviteiten opgenomen in hun Algemene Plaatselijke Verordening. In artikel 4.9 (lid 1 tot en met 4) is wel een vangnetbepaling opgenomen voor algemene geluidhinder:

1. Het is verboden buiten een inrichting op een zodanige wijze toestellen of geluidsapparaten in werking te hebben of handelingen te verrichten dat voor een omwonende of voor de omgeving geluidhinder wordt veroorzaakt.
2. Het college kan ontheffing verlenen van het verbod.
3. Het verbod is niet van toepassing op situaties waarin wordt voorzien door de Wet geluidhinder, de Zondagswet, de Wet openbare manifestaties, het Vuurwerkbesluit, het Activiteitenbesluit Milieubeheer, het Bouwbesluit 2020 of de Provinciale milieuverordening Utrecht 2013.
4. Op de aanvraag om een ontheffing is paragraaf 4.1.3.3 van de Algemene wet bestuursrecht (positieve fictieve beschikking bij niet tijdig beslissen) niet van toepassing.

Het toetskader om te bepalen wanneer er sprake is van hinder volgt uit het landelijke circulaire Bouwlawaaai 2012. Hiervoor geldt de hindertabel van het Bouwbesluit.

Gemeente Utrechtse Heuvelrug

De gemeente Utrechtse Heuvelrug heeft in hun Algemene Plaatselijke Verordening bepalingen opgenomen ter regeling van geluidhinder, en hieraan normen gesteld. Er geldt volgens artikel 4.6 Overige geluidhinder:

1. Het is verboden - buiten een inrichting in de zin van de Wet Milieubeheer of het Activiteitenbesluit milieubeheer - om in de openbare ruimte en de private buitenruimte, toestellen, technische installaties of muziekinstallaties in werking te hebben, waardoor voor de omgeving geluidshinder wordt veroorzaakt;
2. Van geluidshinder, zoals bedoeld in lid 1, is sprake als het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau L_{Ar,LT}, hoger is dan 45 dB(A) tussen 07.00 uur en 19.00 uur, 40 dB(A) tussen 19.00 uur en 23.00 uur en 35 dB(A) tussen 23.00 uur en 07.00 uur op de gevel van geluidsgevoelige gebouwen van derden en op de grens van

geluidsgevoelige terreinen. De geluidsniveaus worden gemeten en beoordeeld conform de Handleiding meten en rekenen Industrielawaai, 1999;

3. Het college kan van het verbod ontheffing verlenen en kan daarbij geluidsvoorschriften stellen die afwijken van de in lid 2 genoemde geluidsniveaus en/of van de in lid 2 genoemde beoordelingspunten;
4. Het verbod is niet van toepassing tussen 08:00 uur en zonsondergang op het gebruik van openbare sport- en speelvoorzieningen en

terreinen voor zover het betreft de uitoefening van sport- en speelactiviteiten;

5. Het verbod is niet van toepassing op situaties waarin wordt voorzien door de Wet geluidhinder, de Zondagswet, de Wet openbare manifestaties, het Vuurwerkbesluit, het Activiteitenbesluit milieubeheer, het Bouwbesluit 2012 of de Provinciale Milieuverordening Utrecht.

3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

3.1 Huidige situatie

Het dijktracé Wijk bij Duurstede – Amerongen begint bij de Irene sluisen in Wijk bij Duurstede, en loopt door tot aan de grens van de bebouwde kom Amerongen. Het gebied is in een aantal deelgebieden opgedeeld. Deze zijn op de figuren 2.2 – 2.5 te zien.

Voor het aspect geluid- en trillinghinder tijdens de aanlegfase wordt de omgeving van het projectgebied van de dijkversterking Amerongen- Wijk bij Duurstede gekenmerkt door 3 verschillende gebieden:

1. Het landelijk gebied tussen Wijk bij Duurstede en Amerongen met aangrenzend Natura2000 (Lekdijk/Rijndijk);
2. Bewoond gebied langs de zuidzijde van Wijk bij Duurstede (haven en Binnenstad);
3. Buitengebied langs sportfaciliteiten en buurt De Horden Rivieren (Lekdijk-Oost).

Bewoning

Langs het dijktraject staan op regelmatige afstand boerderijen en woningen. Deze staan, op uitzondering van Lekdijk 5, 8 en 9, binnendijs op geruime afstand de dijk (>60m).

Bij het stuwencolplex van Amerongen staat een cluster met bebouwing op de dijk. Tussen Wijk bij Duurstede en Amerongen staan een aantal woningen dichter tegen de dijk aan.

In de Lunenburgerwaard is er ook buitendijs sprake van een cluster van 11 percelen met een woonbestemming. Aan de Havenweg in Wijk bij Duurstede is binnendijs aaneengesloten bebouwing aanwezig. Langs de Lekdijk Oost staat een enkele woning ter hoogte van de 't Wijkse Veer en een cluster woningen bij de Irenesluis.

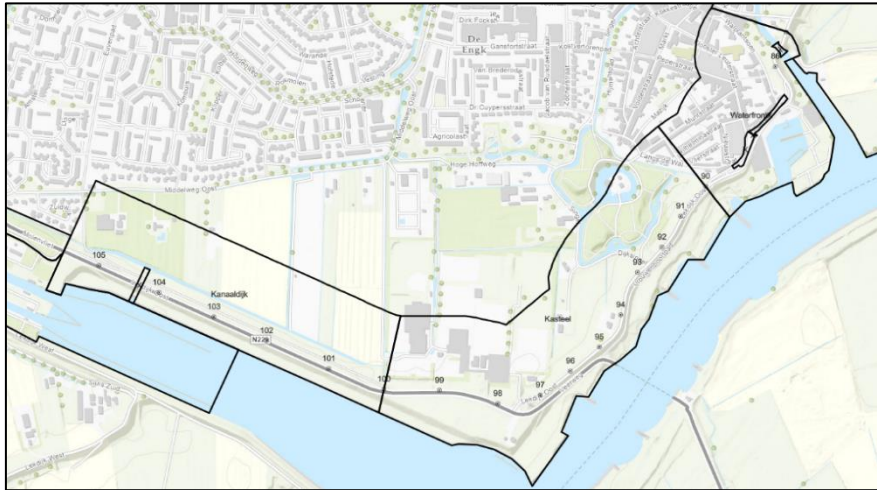
Agrarische gronden

Vanaf Amerongen richting Wijk bij Duurstede overheerst grasland het beeld binnen- en buitendijs.

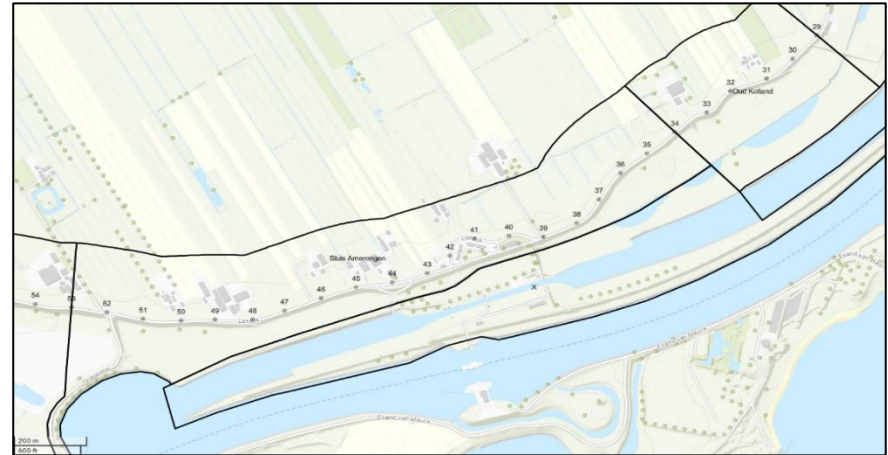
Binnendijs heeft dit grasland een agrarische bestemming en bevinden zich meerdere vee- en paarden houderijen. Het grasland wisselt zich regelmatig af met akkerbouwland waarop o.a. tarwe en mais verbouwd worden.

Bij de Lunenburgerwaard-west zijn agrarische gronden binnendijs in gebruik voor de fruitteelt. Ook aan de Kanaaldijk in Wijk bij Duurstede is er sprake van fruitteelt.

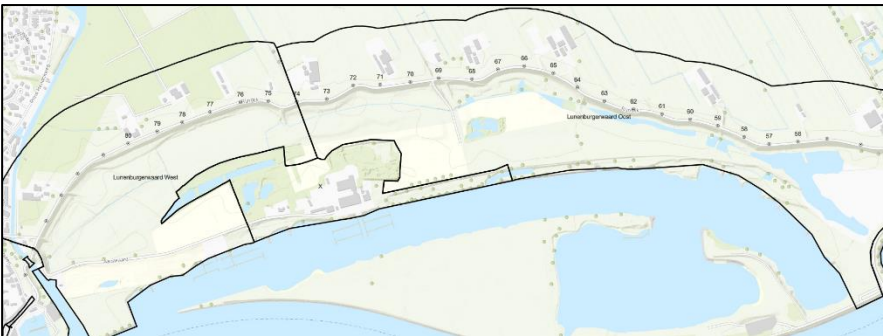
Buitendijs zijn alle gronden met uitzondering van drie landbouwpercelen in de Lunenburgerwaard bestemd als Natuur. Een deel van de natuurpercelen wordt beheerd als grasland. De landbouwpercelen buitendijs worden voor zowel grasland als akkerland gebruikt.



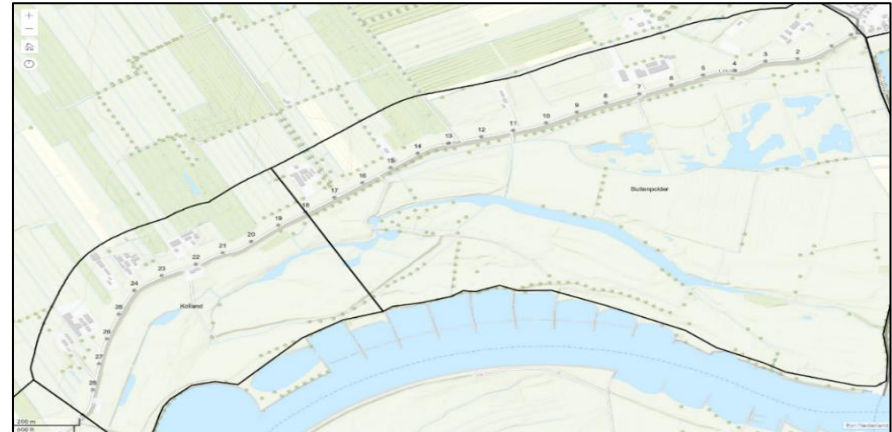
Figuur 3-1 - Deelgebieden Kanaaldijk, Kasteel en Waterfront in Wijk bij Duurstede



Figuur 3-2 Deelgebied Sluis Amerongen



Figuur 3-3 Deelgebieden Lunenburgerwaard West en Oost bij Wijk bij Duurstede



Figuur 3-4 Deelgebieden Kolland en Oud Kolland tussen Amerongen en Sluis Amerongen

Bedrijven

Naast agrarische bedrijven bevinden zich ook een aantal andere bedrijven in het projectgebied. Ten oosten van het Amerongse stuwcomplex bevindt zich binnendijs een pand met een enkelbestemming bedrijf. Bij de Lunenburgerwaard-west bevinden zich binnendijs ook twee bedrijven en buitendijs bij de jachthaven is er ook sprake van bedrijvigheid (Figuur 3.5) Aan de Havenweg in Wijk bij Duurstede ligt er tot slot buitendijs een scheepswerf.

Grondwater

Voor de beschrijving van de huidige grondwater situatie ten behoeve van de aspecten waterover- /onderlast woningen en bedrijfsgebouwen en agrarische natschade wordt verwezen naar het achtergrondrapport MER Watersysteem.

Geluid- en trillingshinder tijdens de aanlegfase

De huidige achtergrondwaarde in het gebied vanwege het wegverkeer op de Lekdijk en het scheepvaartverkeer op de Neder-Rijn geeft aan welke geluidsbelasting (mate van hinder) er nu heerst.

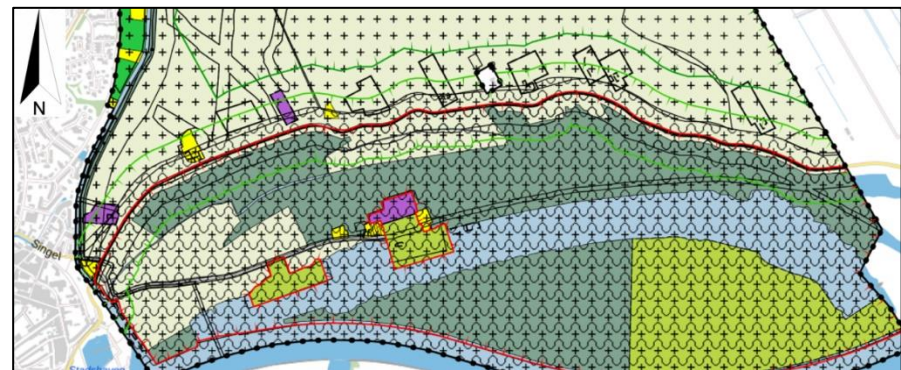
Deze waarde kan gebruikt worden om af te kaderen welke geluidhinder van de aanlegwerkzaamheden relevant is om te toetsen. Dit zal net name relevant zijn voor de verstoring van flora en fauna in natuurgebieden. Voor de leefomgeving van mensen gelden het wettelijke kader en normen zoals beschreven waaraan getoetst wordt. De kaart geluidsbelasting Verkeer op de Lekdijk staat in bijlage 1.

3.2 Autonome ontwikkeling

De autonomen ontwikkelingen zijn de ontwikkelingen in het plangebied die ook zouden plaatsvinden als de dijkversterking Wijk bij Duurstede – Amerongen niet plaats zou vinden. Voor de beoordeling in het MER wordt er van de theoretische situatie uitgegaan dat deze vergunde plannen al zijn uitgevoerd.

Herinrichting Lunenburgerwaard

In het MER wordt de Herinrichting Lunenburgerwaard meegenomen als autonome ontwikkeling. Hierbij wordt de Lunenburgerwaard, in opdracht van de Provincie Utrecht, natuurvriendelijker ingericht. In het kader van Wonen werken en landbouw blijft de impact beperkt doordat de meeste ontwikkelingen plaatsvinden op natuur bestemde gronden. Enkel de aanleg van een wandelroute heeft invloed op het aspect wonen, werken, landbouw. De realisatie is voorzien in 2022.



Figuur 3-5 Bestemmingsplan Lunenburgerwaard (paars: bedrijven, geel: woningen, donkergroen: natuur en lichtgroen: agrarisch landgebruik)

Er zijn geen autonome ontwikkeling bekend in het gebied die de beoordeling van de (tijdelijke) effecten van geluid of trillingshinder tijdens de realisatie beïnvloeden. Kleinschalige bouwprojecten die gelijktijdig in uitvoering zijn zullen hooguit lokaal een rol spelen en dusdanig beperkt van invloed zijn dat die in deze beoordeling niet worden meegenomen.



Figuur 3-6 Herinrichtingsplan Lunenburgerwaard (Bron: Provincie Utrecht)

4 Onderzoeken en uitgangspunten

4.1 Eerder uitgevoerde onderzoeken

Voor de beoordeling op wonen, werken en landbouw zijn in de verkenning de functies op en rondom de dijk in kaart gebracht. Hierbij is gebruik gemaakt van de vigerende bestemmingsplannen en de Basisregistratie Gewaspercelen.

De basisregistratie is een door de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland beheerde database waarin alle agrariërs elk jaar dienen aan te geven welk gewas er op elk perceel verbouwd wordt (peildatum 15 mei 2022).

In de verkenningsfase zijn er geen berekeningen naar geluid- en trillinghinder tijdens de uitvoeringsfase uitgevoerd. Alleen een kwalitatieve beoordeling van hinder in de aanlegfase op de varianten op basis van een expert judgement. Deze is opgenomen in de Nota Voorkeursalternatief Dijkversterking Wijk bij Duurstede - Amerongen, Effectbeoordeling, Omgeving, Wonen en Werken [1].

4.2 Uitgangspunten

In de beoordeling is rekening gehouden met het permanente ruimtebeslag van het dijkontwerp en het voor de tijdelijke effectbepaling met het tijdelijke ruimtebeslag voor de werkstroken. Werkzaamheden zullen tijdens de uitvoering niet buiten deze werkstroken plaatsvinden. Wel is het mogelijk dat tijdens de uitvoering minder ruimtebeslag benodigd is om de dijk te versterken en hiermee tijdelijke effecten verminderen.

Bij de effectbeoordeling zijn een aantal uitgangspunten gehanteerd:

- Er is geen rekening gehouden met cumulatie van geluid vanuit het wegverkeer en scheepvaartverkeer;
- In de geluidsberekening worden piekgeluiden als een strafcorrectie van 5 dB(A) verrekend volgens de rekenrichtlijn. Kortstondige hoge toon, impuls of irritante geluiden kunnen op zichzelf leiden tot geluidhinder zonder een overschrijding op de daggemiddelde geluidsbelasting. Gezien het uitgangspunt dat wij alleen werken tijdens de dagperiode (tussen 7 uur en 19 uur) zullen piekgeluiden minder relevant en verstorend zijn (bv. nachtrust);
- Verstoring van natuurgebieden en flora/fauna soorten valt onder de werking van de Wet natuurbescherming. Een deel van de buitendijkse aanpassing voor de waterveiligheidsopgave wordt gecombineerd met het versterken van natuurwaarden in de uiterwaarden en Lunenburgerwaard. De verstoring van natuur door geluidhinder wordt niet in dit achtergrond document beschreven en afgewogen, maar in het achtergrondrapport Natuur en bij het hoofdstuk Natuur in het Milieueffectrapport;
- Bij de realisatie van een damwand is de productie afhankelijk van de diepte van de damwand, installeerbaarheid en bereikbaarheid. Dit kan per locatie behoorlijk verschillen. Bij deze beoordeling is de een vuistregel gehanteerd dat er ongeveer 30 meter per dag kan worden aangebracht bij het in de grond trillen van een damwand. Dat betekent dat een woning ongeveer 4 dagen overlast ondervindt voor een grens van 80 dB;
- De beoordeling vindt plaats zonder rekening te houden met overdrachtsmaatregelen (bijvoorbeeld tijdelijke geluidsdoeken/schermen) of maatregelen bij ontvanger (bijvoorbeeld tijdelijke huisvesting). Deze kunnen ingezet worden als uit de totale beoordeling blijkt dat de gekozen oplossingsrichting van het dijkontwerp zorgt voor een effectscore met ernstige of zeer ernstige geluid- of trillinghinder.

4.3 Leemte in kennis

De geluidsberekeningen zijn uitgevoerd volgens Methode I uit de handreiking Industrielawaai waarbij afscherming door obstakels en gebouwen niet is meegenomen. Deze methode geeft dus een indicatief beeld van de geluidsuitstraling vanuit een worst case benadering (polder benadering) waarmee de haalbaarheid kan worden getoetst. Echter daar waar veel bebouwing aanwezig is zal de geluidsbelasting minder realistisch zijn (hogere waarden).

Voor het vervolg wordt geadviseerd om de geluidhinder tijdens de uitvoering ter plaatse van het bebouwde gebied rondom de Beermuur en bij maatwerkoplossingen nader te beschouwen zodra bekend is welke werkmethode en machines worden ingezet. Deze beschouwing dient met een nauwkeuriger rekenmethode (methode II uit de handreiking Industrielawaai) te worden uitgevoerd zodat een realistischer beeld van de geluidhinder rond de binnenstad bij de Beermuur of een specifiek gebouw bij een maatwerkoplossing wordt verkregen.

5 Beoordelingskader

5.1 Inleiding

5.1.1 Ruimtebeslag op tuinen, bedrijfspercelen en agrarische percelen

Om de dijk Wijk bij Duurstede – Amerongen te versterken is mogelijk meer ruimte nodig dan de huidige dijk beslaat. Dit leidt tot (tijdelijk) ruimtebeslag op omliggende gronden. Wanneer dit woningen/woonpercelen of (agrarische) bedrijfspercelen zijn wordt dat in dit aspect beoordeeld.

5.1.2 Waterover-/ onderlast woningen en bedrijfsgebouwen & Vernatting en verdroging agrarische percelen

Door een veranderend profiel of door plaatsing van een constructie kan de grondwaterstand en -stroming veranderen. Dit kan leiden tot meer of minder wateroverlast op (agrarische) bedrijfspercelen en -gebouwen en woningen en woonpercelen.

5.1.3 Geluid- en trillinghinder tijdens de aanlegfase

Geluidhinder tijdens de aanlegwerkzaamheden wordt beoordeeld op het effect bij de ontvanger. Geluidhinder kan de leefbaarheid van de omgeving waar mensen in wonen en verblijven ernstig aantasten en is al jaren de nummer 1 van klachten bij bouwprojecten. Hinder door geluid kan leiden tot gezondheidsproblemen, concentratieverlies, (nacht)rust/slaap verstoring en overlast in de dag dagelijkse dingen (bron: Bewuste Bouwers).

De hinderbeleving die ontvangers hierbij hebben speelt een belangrijke rol. Door goede communicatie komen geluiden van bouwactiviteiten niet onverwachts en zullen ontvangers dit minder snel als hinder ervaren. Voor de feitelijke beoordeling van hinder wordt er vooral gekeken naar de normen en richtlijnen en niet de hinderbeleving.

Het doel van de beoordeling is het effect op geluidhinder in de totale afweging mee te laten wegen. Hierbij gaan wij uit van de worse case-uitvoeringstechniek van de af te wegen oplossingsrichtingen en leggen we dus vooral de focus op wat we aanbrengen (bijvoorbeeld damwand, Soseal of mixed in place). Hoe de oplossingsrichting wordt aangebracht is onderdeel van de verder uitwerking van het detail ontwerp (bijvoorbeeld drukken, trillen of heien).

De waterveiligheidsopgave is maatgevend voor de geluid- en trillinghinder tijdens de aanlegfase. De werkzaamheden voor de koppelkansen en beheerstrook zijn qua werkzaamheden ondergeschikt aan de realisatie van een damwand. De verwachting is dat de koppelkansen en beheerstrook zoveel minder hinder veroorzaken dan de realisatie van een damwand dat het effect verwaarloosbaar is. De effecten van de koppelkansen en beheerstrook zijn in deze beoordeling daarom niet beschouwd.

Het gebruik van de dijk door verkeer verandert niet door de dijkversterking. De ligging van de dijk ten opzichte van woningen blijft gelijk. De geluidbelasting van woningen door het verkeer op de dijk verandert daardoor niet ten opzichte van de huidige situatie en is daarom ook niet meegenomen in deze beoordeling.

5.2 Wijze van effectbeoordeling

5.2.1 Ruimtebeslag op tuinen, bedrijfspercelen en agrarische percelen

Dit aspect gaat in op het ruimtebeslag dat de dijkversterking heeft op tuinen, bedrijfspercelen en agrarische percelen. Hiervoor is een kwalitatieve beoordeling gemaakt van het ruimtebeslag van het dijkontwerp op gronden met de vigerende bestemmingen wonen, bedrijf en agrarische percelen.

Ruimtebeslag wordt als een negatief effect gezien. Een ruimtebeslag dat leidt tot beperking van de functie van een volledig perceel is negatiever beoordeeld. Voor dit aspect zijn positieve effecten niet aan de orde.

Voor de effectbeoordeling van het ruimtebeslag op tuinen, bedrijfspercelen en agrarische percelen, wordt een kwalitatieve beoordeling van het ruimtebeslag uitgevoerd. Dit is in tegenstelling tot een kwantitatieve beoordeling die in de verkenningsfase is uitgevoerd. Dit heeft te maken met het feit dat de meeste effecten het gevolg zijn van de beheer- (5,5 meter) en werkstroken (20 meter) die aan de teen van de dijk lopen. Doordat deze stroken parallel aan de dijk lopen en bijna overal gelijk zijn zou een kwantitatieve beoordeling leiden tot een beoordeling die vooral afhankelijk is van de lengte van het deelgebied of maatwerklocatie. In de kwalitatieve beoordeling wordt daarom gekeken naar het ruimtebeslag wat wordt gelegd op percelen met een woon, bedrijf of agrarische bestemming en wordt beoordeeld of het woongenot of de functie van het perceel (tijdelijk) onder druk staat door het voorziene ontwerp.

5.2.2 Waterover-/ onderlast woningen en bedrijfsgebouwen

Voor het criterium waterover- /onderlast woningen en bedrijfsgebouwen is in de verkenningsfase een oriënterend (grondwater)modelonderzoek uitgevoerd [2].

Voor de planuitwerkingsfase is een oriënterend onderzoek verder verdiept door gebruik te maken van 2D- en 3D grondwatermodellen waarin meer gedetailleerde gegevens zijn verwerkt, waaronder de gegevens die aanvullend zijn verkregen via veldonderzoek. De uitkomsten van dit model worden over het bestemmingsplan gelegd om het effect op water over- onderlast en agrarische natschade te bepalen. Meer detail over het gebruikte (grondwater)model is te lezen in het achtergrondrapport 3D-grondwatermodellering.

Om grondwateroverlast te voorkomen mag de grondwaterstand niet (te vaak) ondiep zijn ter plaatse van bebouwing. De regelgeving van het hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlijnen bevat geen specifieke norm voor de grondwaterstanden die ter plaatse van bebouwing gewenst zijn [3]. De verhoging (vernatting) van de GHG wordt als criterium gehanteerd, voor zover de huidige GHG ondieper is dan 90 cm-mv [4].

5.2.3 Vernatting en verdroging agrarische percelen

Voor het beoordelingscriterium vernatting en verdroging agrarische percelen is in de verkenningsfase een oriënterend (grondwater)modelonderzoek uitgevoerd [2].

De natschade agrarische percelen wordt berekend volgens de Waternood-systematiek [5]. Met die systematiek kan het effect worden berekend van veranderingen in hydrologische condities op gewasopbrengsten. Er wordt onderscheid gemaakt in nat- en droogteschade. Natschade ontstaat door te natte omstandigheden; droogteschade door te droge omstandigheden. Zowel nat- als droogteschade wordt uitgedrukt in een percentage van de (theoretisch) maximale opbrengst (=100%). Vooral bij ondiepe grondwaterstanden neemt de (nat)schade relatief sterk toe bij een relatief kleine verhoging van de grondwaterstand. De droogteschade is minder gevoelig voor de grondwaterstand.

In de zone langs de dijk waar mogelijk effecten van de dijkversterkingsmaatregelen aan de orde zijn, komen overwegend ondiepe grondwaterstanden voor [2], waardoor alleen de mogelijke effecten van de maatregelen op de natschade zullen worden bekeken (en niet de effecten op de droogteschade).

5.2.4 Geluid- en trillinghinder tijdens de aanlegfase

De geluid- en trillinghinder voor de leefomgeving van mensen is beoordeeld in relatie tot geluidsgevoelige objecten (zoals woningen, ziekenhuizen, zorginstellingen). Dit zijn plaatsen waar mensen veel verblijven, gevoelige apparatuur kan staan en schade of hinder optreedt. Voor natuur is gekeken naar verstoring van aanwezige faunasoorten (o.a. reptielen en vogels) in de Natura 2000 en Natuur Netwerk Nederland gebieden (zie het achtergrondrapport natuur).

Maatgevende activiteiten voor geluid- en trillinghinder bij de af te wegen oplossingsrichtingen zijn:

1. Verticale barrière aanbrengen (bv. damwanden);
2. Afgraven en verdichten grondwerk;
3. Transportbewegingen;
4. Asfalteren.

Tabel 5-1 Toetsingstabel geluidshinder

Dagwaarde	≤ 60 dB(A)	> 60 dB(A)	> 65 dB(A)	> 70 dB(A)	> 75 dB(A)	> 80 dB(A)
maximale blootstellingsduur	onbeperkt	50 dagen	30 dagen	15 dagen	5 dagen	0 dagen

Geluidhinder

Als beoordelingskader wordt de toets tabel van de Circulaire bouwlawaai 2010 en het Bouwbesluit 2012 gebruikt. Daar waar er geen overschrijding is van de toets tabel is er geen sprake van feitelijke hinder in de aanlegfase (hinderbeleving is wat anders).

De mate van overschrijding van de toets tabel qua duur en/of aantal geluidsgevoelige gebouwen/terreinen bepaalt in welke mate er sprake is van hinder. Als er sprake is van meer dan 80 dB(A) op gevels van meerdere geluidsgevoelige gebouwen/terreinen (5 of meer) dan is er sprake van onacceptabel hinder. Er zullen dan aanvullende overdracht of ontvanger maatregelen nodig zijn (zie paragraaf mitigerende maatregelen).

Uit de berekeningssoftware volgens methode I van de handreiking Industrielawaai zijn afstanden van de geluidsbelasting contouren voor de oplossingsrichtingen bepaald (tabel bijlage 2.1) [6]. Deze contouren zijn vervolgens in GIS gezet (kaarten bijlage 2.2), om zodoende het gebied van de oplossingsrichting te beoordelen op het aantal gehinderde geluidsgevoelige objecten (bijlage 2.3 en 2.4. Dit is vervolgens in het hoofdrapport MER beoordeeld.

Als beoordelingskader voor geluidhinder wordt de toets tabel van de Circulaire bouwlawaai 2010 en het Bouwbesluit 2012 gebruikt.

Trillinghinder

Als beoordelingskader zijn de SBR-A en SBR-B richtlijnen van de SBR 'meet en beoordelingsrichtlijnen trillingen' gehanteerd. Op basis van deze richtlijnen is een berekening [7] uitgevoerd per oplossingsrichting wat heeft geleid tot een contour die de invloedssfeer van de richtlijnen aangeeft. Daar waar er gebouwen buiten de invloedssfeer van de berekende trilling afstanden voor beide richtlijnen liggen:

1. Is er geen sprake van een verhoogd risico op schade (<1%) en/of
2. Is er geen sprake van trillinghinder bij personen.

5.3 Normering

5.3.1 Ruimtebeslag op tuinen, bedrijfsperven en agrarische percelen

Tabel 5-2 Scoretabel ruimtebeslag op tuinen, bedrijfsperven en agrarische percelen

Effectscore	Toelichting
+++	N.v.t.
++	N.v.t.
+	N.v.t.
0	Er is door de ontwerpvariant geen sprake van ruimtebeslag op percelen met een bestemming: Wonen, bedrijf of agrarisch.
-	Er is door de ontwerpvariant sprake van ruimtebeslag op percelen met een bestemming: Wonen, bedrijf of agrarisch. Maar hierdoor komt het gebruik van de resterende percelen niet onder druk te staan.
--	Er is door de ontwerpvariant sprake van ruimtebeslag op percelen met een bestemming: Wonen, bedrijf of agrarisch. Maar hierdoor komt het gebruik van de resterende percelen onder druk te staan en wordt het woongenot of (agrarische)bedrijfsvoering aangetast.
---	Er is door de ontwerpvariant sprake van ruimtebeslag op een volledig perceel met een bestemming: Wonen, bedrijf of agrarisch. Maar hierdoor komt het gebruik van de resterende percelen onder druk te staan en wordt het woongenot of (agrarische)bedrijfsvoering aangetast.

5.3.2 Waterover- /onderlast woningen en bedrijfsgebouwen

Tabel 5-3 Scoretabel waterover-/onderlast woningen en bedrijfsgebouwen

Effectscore	Toelichting
+++	dGHG > 25 cm (droger)
++	10 cm < dGHG <= 25 cm
+	5 cm < dGHG <= 10 cm
0	-5 cm < dGHG <= 5 cm
-	-10 cm < dGHG <= -5 cm
--	-25 cm < dGHG <= -10 cm
---	dGHG <= -25 cm (natter)

5.3.3 Vernatting en verdroging agrarische percelen

Tabel 5-4 Scoretabel natschade agrarische percelen

Effectscore	Toelichting
+++	< -5% (=minder natschade)
++	-5,0% - -2,5%
+	-2,5% - -0,5%
0	-0,5% – 0,5%
-	0,5% - 2,5%

5.3.1 Geluidhinder

In de directe invloedssfeer van het dijktracé liggen ongeveer 200 gebouwen/woningen (1^e lijn bebouwing). Als meer dan 10% hinder ervaart (overschrijding van toets tabel) is er sprake van ernstige hinder.

Tabel 5-5 Scoretabel geluidshinder

Effectscore	Toelichting
+++	Niet van toepassing
++	Niet van toepassing
+	Niet van toepassing
0	Minimale geluidhinder: geen overschrijding van toets tabel
-	Geluidhinder: qua duur niet meer dan het dubbele qua duur in de toets tabel en minder dan 20 geluidsgevoelige gebouwen (zoals woningen, ziekenhuizen, zorginstellingen).
--	Ernstige hinder: >80 Db(a) op 5 op minder geluidsgevoelige gebouwen/terreinen OF Overschrijding van toets tabel met meer dan de dubbele duur of meer dan 20 geluidsgevoelige gebouwen/terreinen
---	Zeer ernstige hinder, >80 Dba op meer dan 5 geluidsgevoelige gebouwen

5.3.2 Trillinghinder

Tabel 5-6 Scoretabel trillinghinder

Effectscore	Toelichting
+++	Niet van toepassing
++	Niet van toepassing
+	Niet van toepassing
0	Minimale trillinghinder: buiten invloedssfeer SBR-B
-	Trillinghinder: 20 of minder gebouwen binnen SBR-B invloedssfeer (ontheffing bouwbesluit nodig).
--	Ernstige trillinghinder: meer dan 20 gebouwen binnen SBR-B invloedssfeer (ontheffing bouwbesluit nodig) OF tot 5 categorie 2 gebouwen binnen de invloedssfeer van SBR-A (verhoogd risico op schade > 1%)
---	Zeer ernstige trillinghinder: 5 of meer of monumentale gebouwen binnen invloedssfeer SBR-A (verhoogd risico op schade >1%)

Literatuur

- [1] Sweco, Arcadis, Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, „Nota voorkeursalternatief,” 2020. [Online]. Available: <https://ggc.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=ae5e270ea7624a92b8214358ea4a28b2>. [Geopend juli 2022].

- [2] SWECO, „Oriënterende vergelijking van de hydrologische en ecologische effecten van mogelijke maatregelen voor dijkversterking (tracé Wijk bij Duurstede – Amerongen). Rapport 360562.,” 2019.

- [3] Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden (HDSR), „HDSR.NL,” 10 3 2022. [Online]. Available: <https://www.hdsr.nl/regelen/vergunning-subsidies/regelgeving/>.

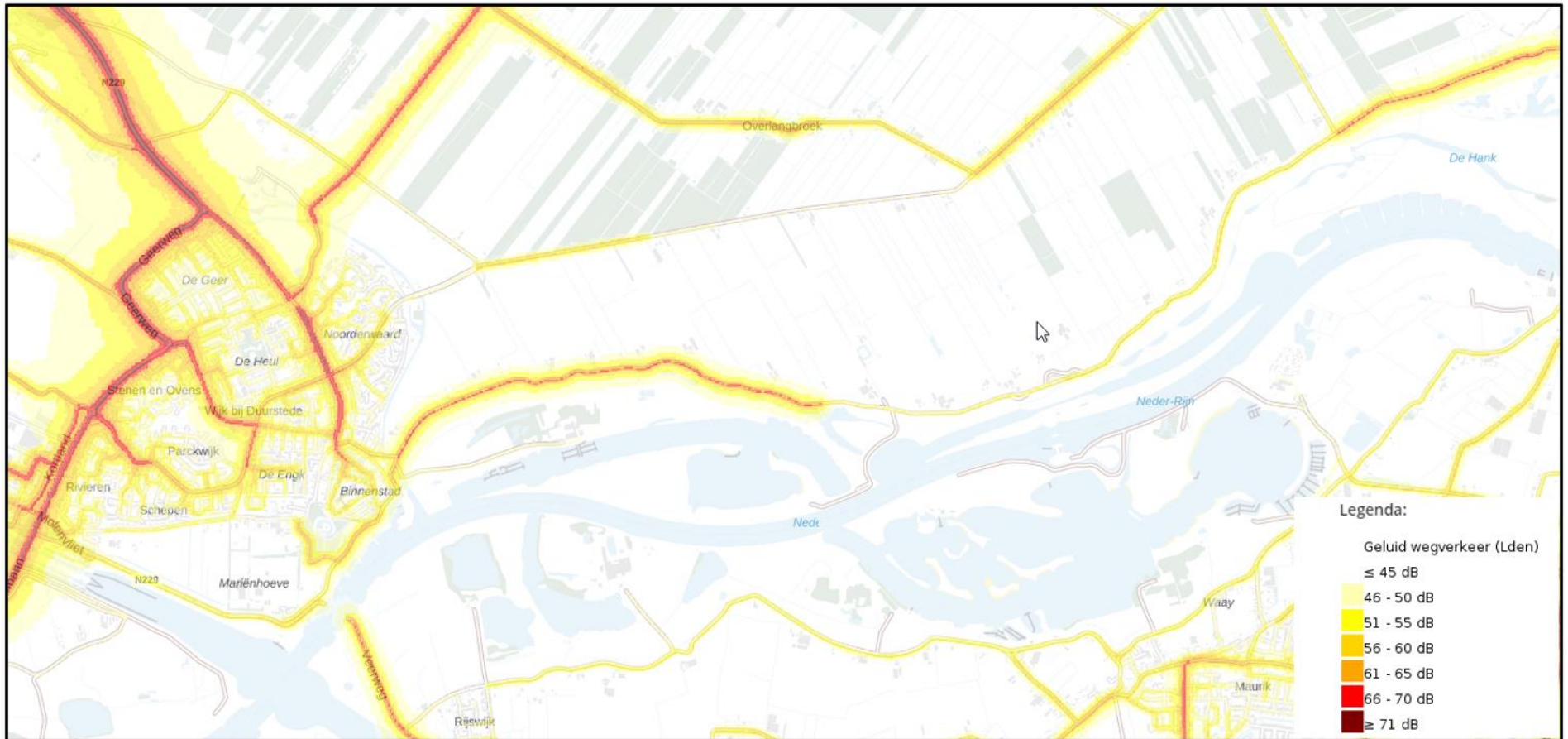
- [4] Waternet, „Richtlijnen ter voorkoming van grondwateroverlast in nieuw bebouwd gebied.,” 2003.

- [5] WUR, 10 3 2022. [Online]. Available: <https://waterwijzerlandbouw.wur.nl/>.

- [6] Heijmans, „Berekeningssoftware geluid: Viktor omgevingshinder geluid app v1.12.0”.

- [7] Heijmans, „Berekeningssoftware trillingen: Viktor Damwandinstallatie app v0.4.0”.

Bijlage 1. Geluidkaart wegverkeer Lekdijk/Rijndijk



Geluidkaart wegverkeer Lekdijk/Rijndijk, tussen Wijk bij Duurstede en Amerongen (Bron: Atlas leefomgeving)

Bijlage 2. Berekeningen geluidhinder

Overzichtstabel hinderafstanden en duur

Aanlegactiviteit	Bron [Lwa,lr]	Productie [x/dag]	Geluid contour Afstand/ duur	42dBa		47dBa		60dBa		65dBa		70dBa		75dBa		80dBa	
				[m]	[dag]	[m]	[dag]	[m]	[dag]	[m]	[dag]	[m]	[dag]	[m]	[dag]	[m]	[dag]
1 damwand trillen	125	30 m/dag		4000	267	2400	160	300	20	168	11	136	9	86	6	50	4
2 ontgraven*	107	10 m/dag		260	52	160	32	95	19	31	6	20	4	11	2	7	1
3 transporten**	103	20 vr/dag		177		108		34		23		13		7		4	
4 asfalteren weg	110	100m/dag		345	7	215	5	62	2	40	1	26	1	17	1	10	1

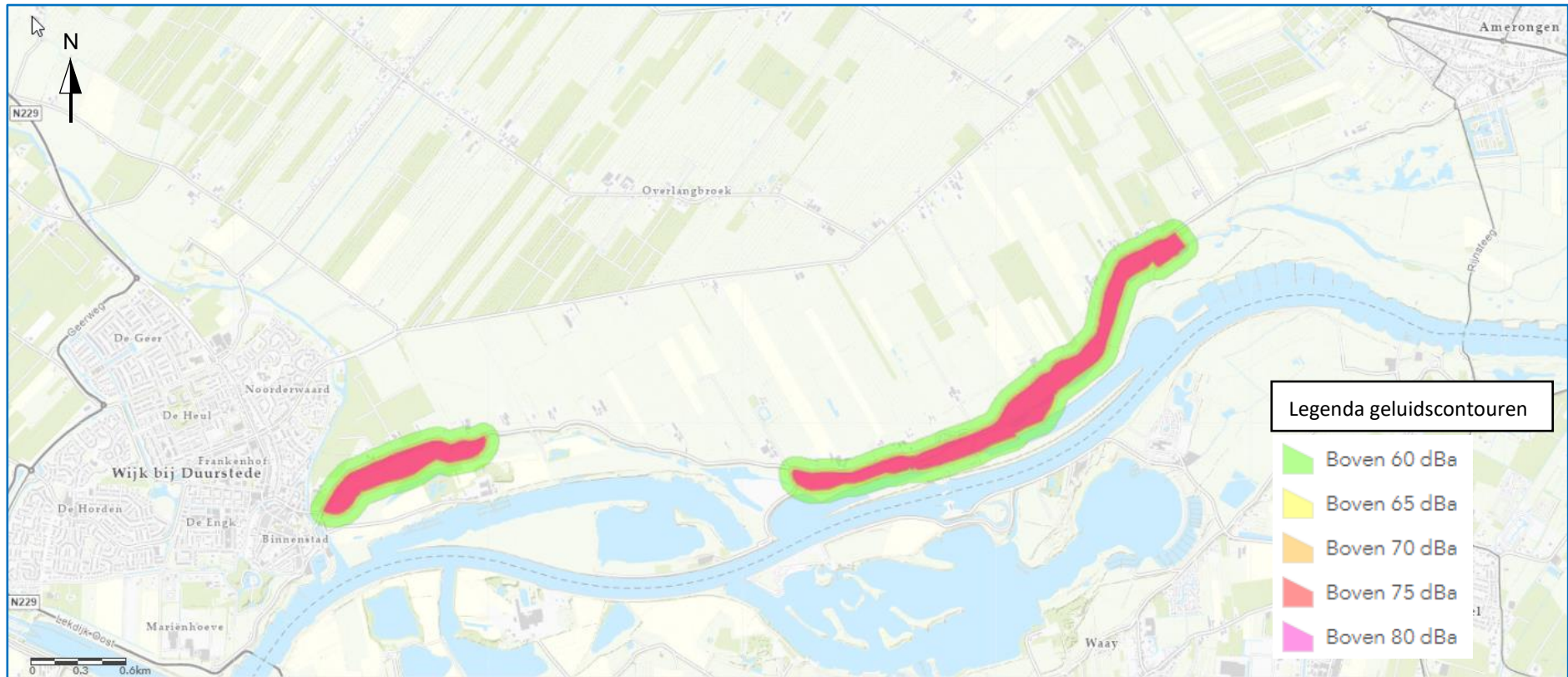
* bij kleinkassingen

** transporten over dijk en naar loslocatie Gravenbol

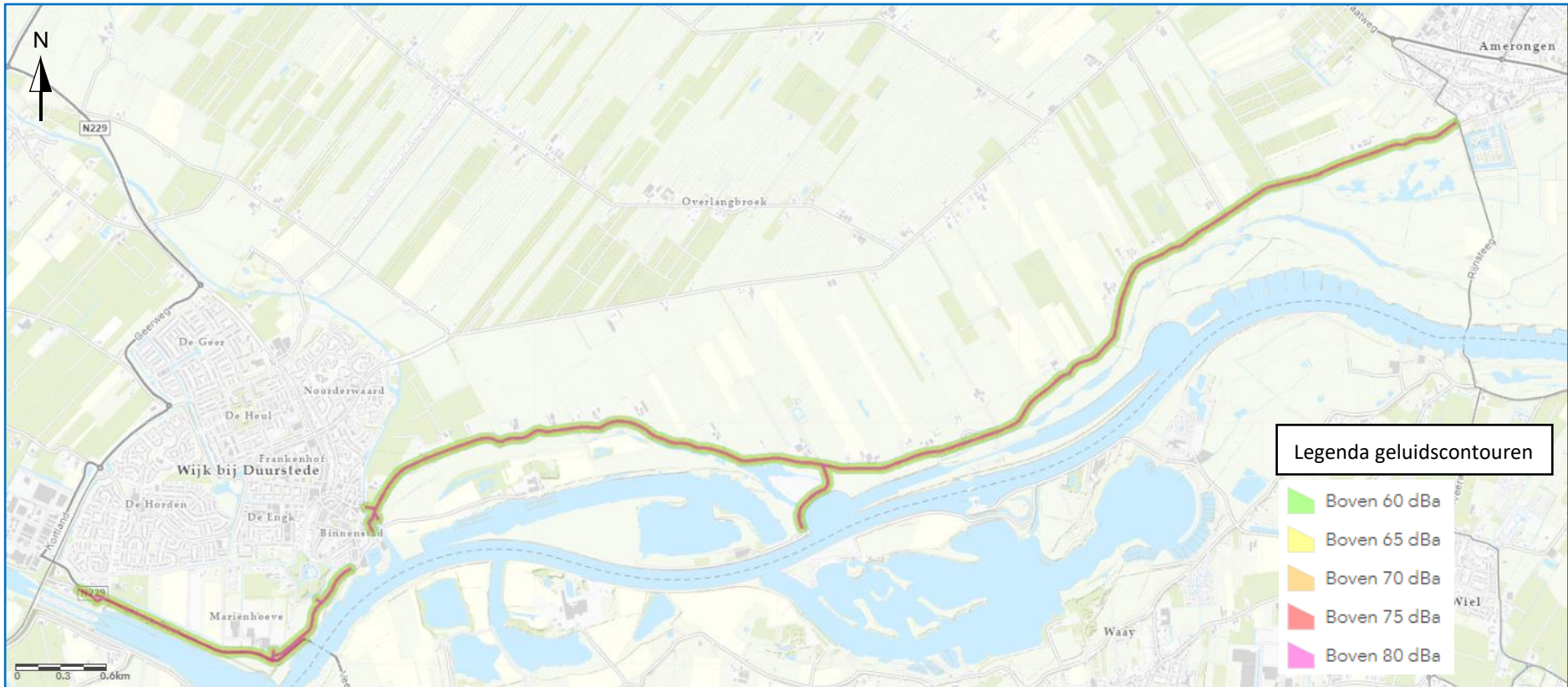
Rode markering = overschrijding van duur uit toetstabel



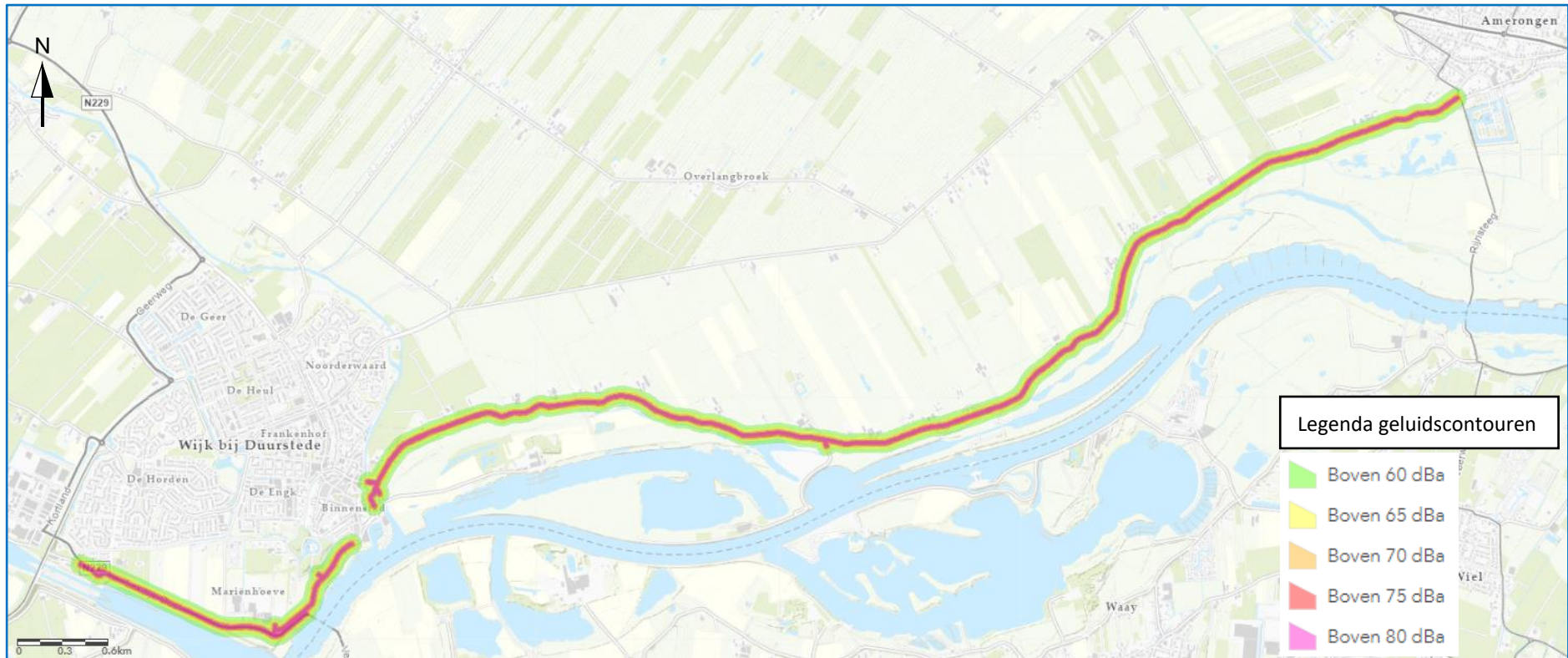
Geluidscontouren damwand intrillen



Geluidscontouren ontgraven klei-inkassing



Geluidscontouren transport bewegingen



Geluidscontouren asfalteren

Gehinderde gevoelige gebouwen (BAG bouwfuncties/gebruiksdoelen: wonen, zorg en onderwijs)

Aanlegactiviteit	Bron [Lwa,lr]	Productie [x/dag]	Geluid contour Gevoelige gebouwen	60dBa		65dBa		70dBa		75dBa		80dBa	
				Woon	overig	woon	overig	woon	overig	woon	overig	woon	overig
1 damwand trillen	125	30 m/dag		1.154	9	379	5	299	4	125	1	43	0
2 ontgraven*	107	10 m/dag		32	0	2	0	2	0	2	0	2	0
3 transporten**	103	20 vr/dag		23	0	12	0	3	0	1	0	0	0
4 asfalteren weg	110	100m/dag		99	1	43	0	15	0	8	0	3	0

* bij kleinkassingen

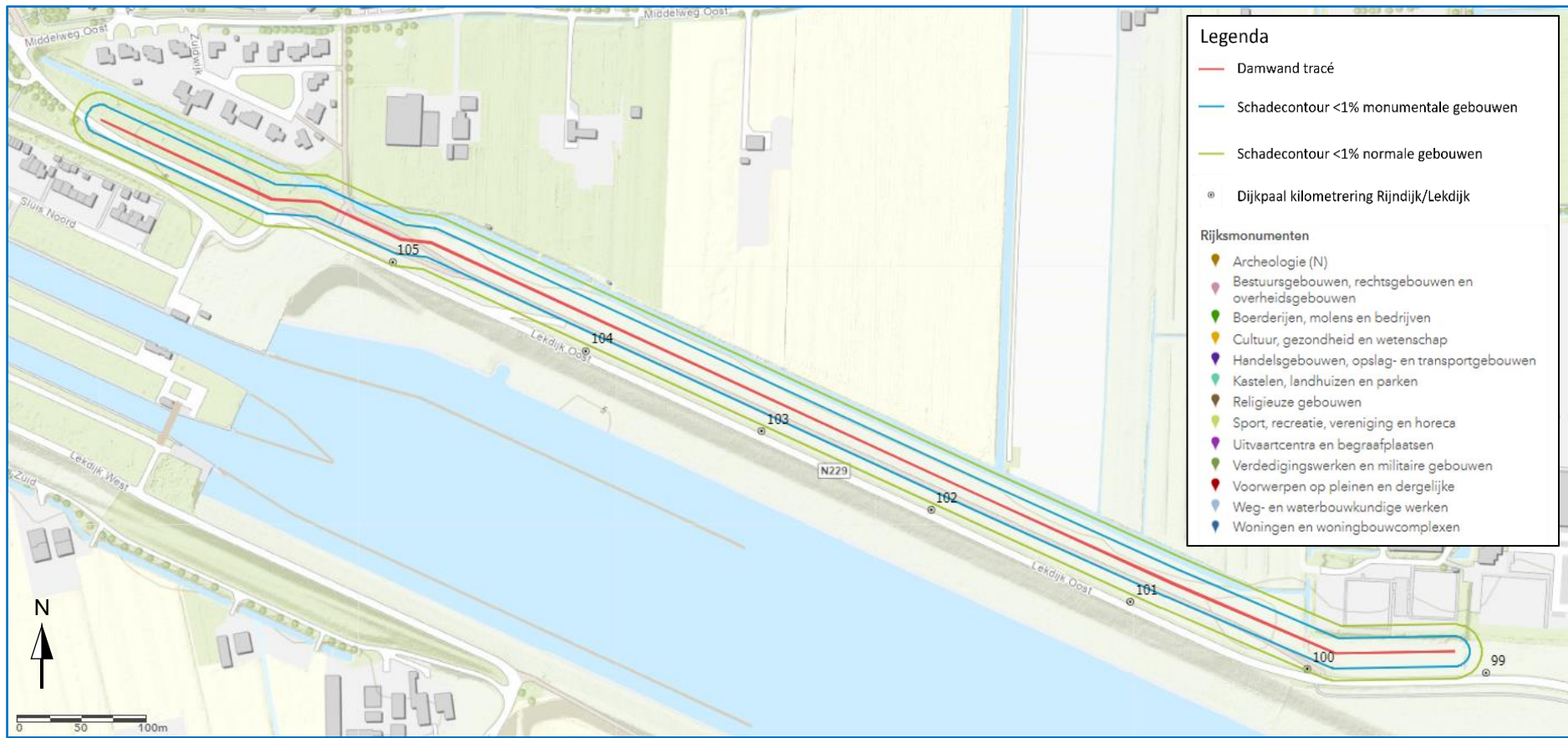
** transporten over dijk en naar loslocatie Gravenbol

Bijlage 2.1. Data BAG exporten

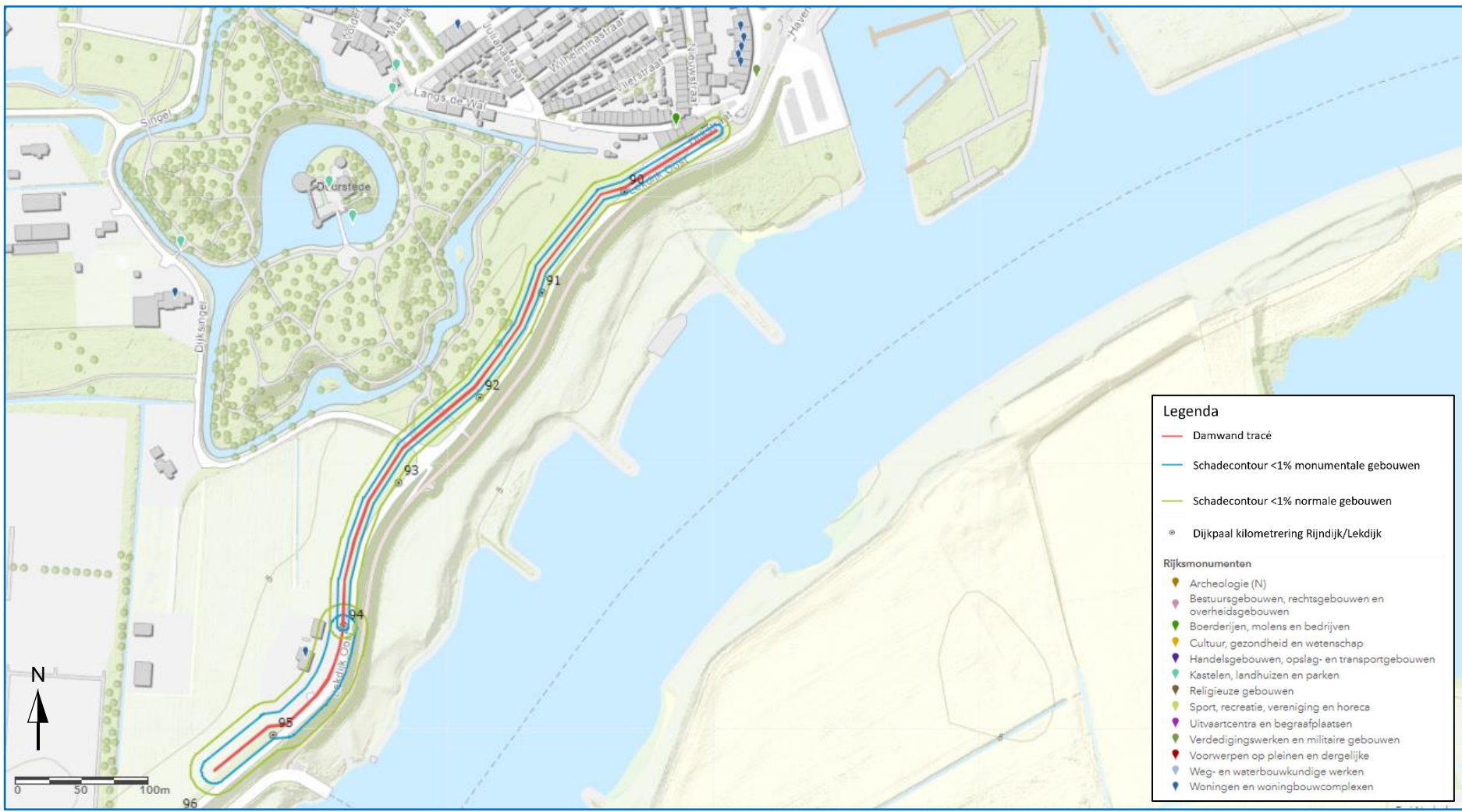
Niet bijgevoegd, op verzoek in te zien

Bijlage 3. Berekeningen trillinghinder

Bijlage 3.1. Overzichtskaarten trillingcontouren



Overzichtskaart 1 westelijke deel tracé Lekdijk-Oost (Wijk bij Duurstede)



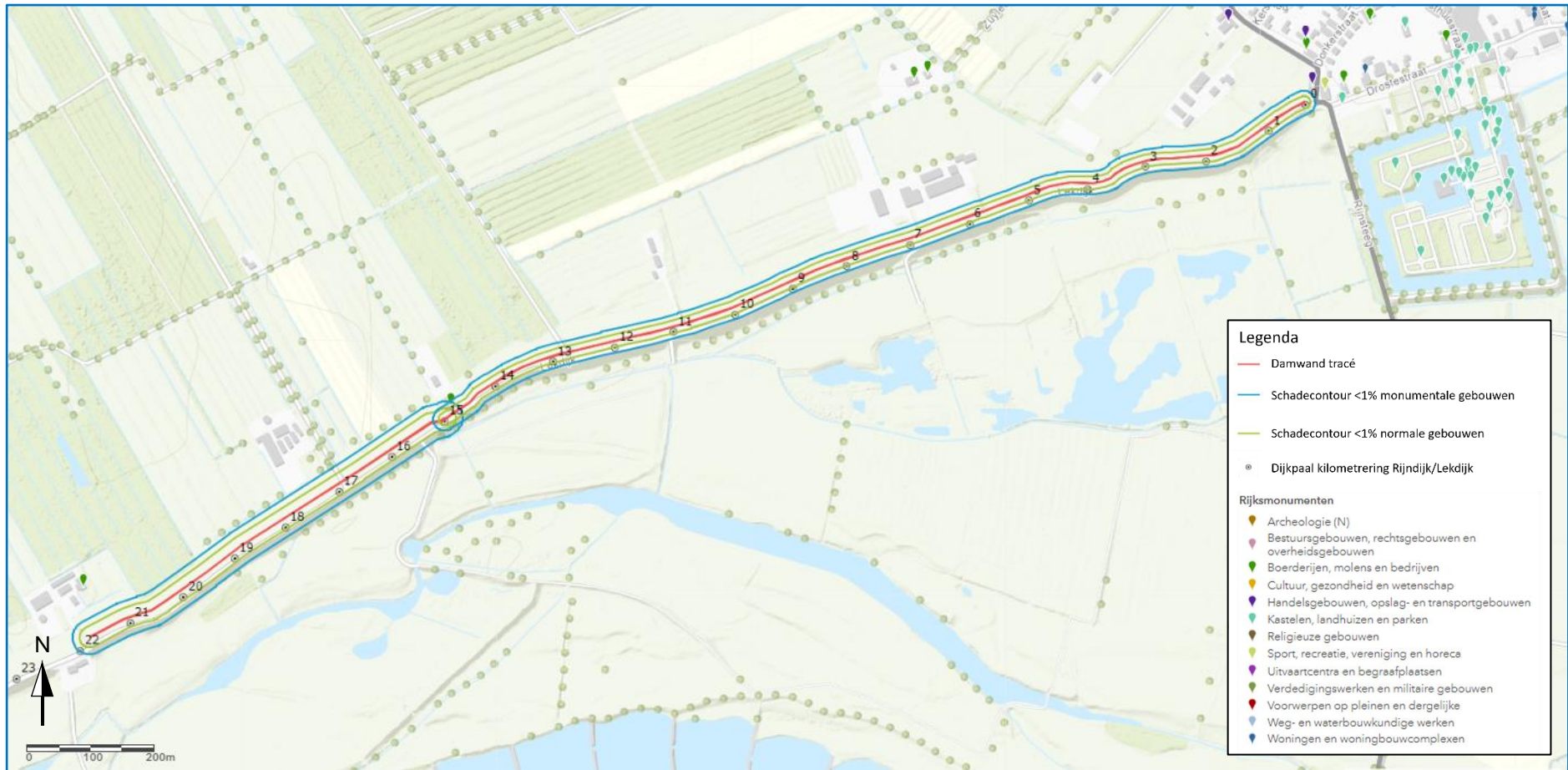
Overzichtskaart 2 westelijke deel tracé Binnenstad (Wijk bij Duurstede)



Overzichtskaart 3 oostelijk tracé Binnenstad (Wijk bij Duurstede)

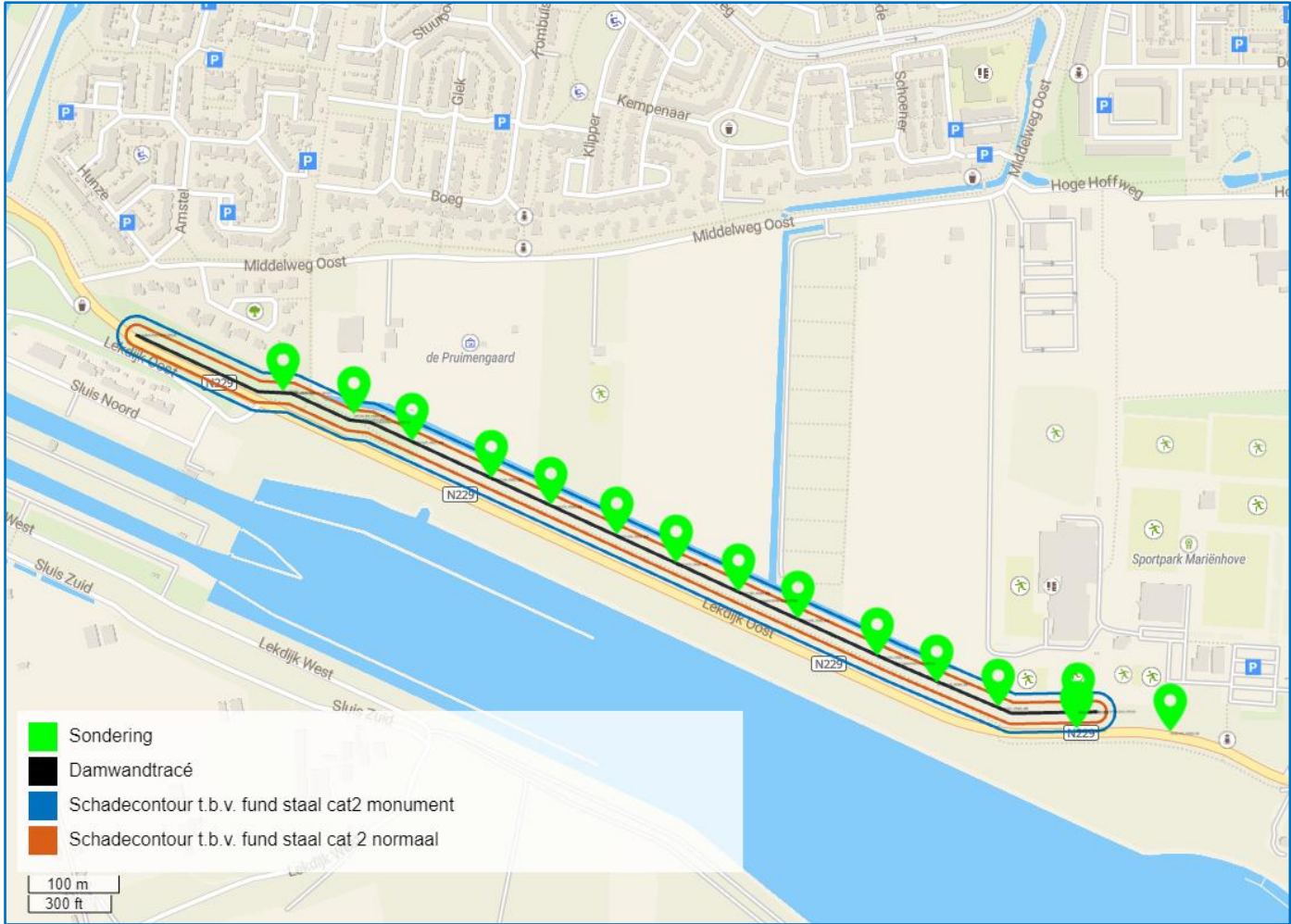


Overzichtskaart 4 oostelijk tracé Rijndijk (Wijk bij Duurstede)

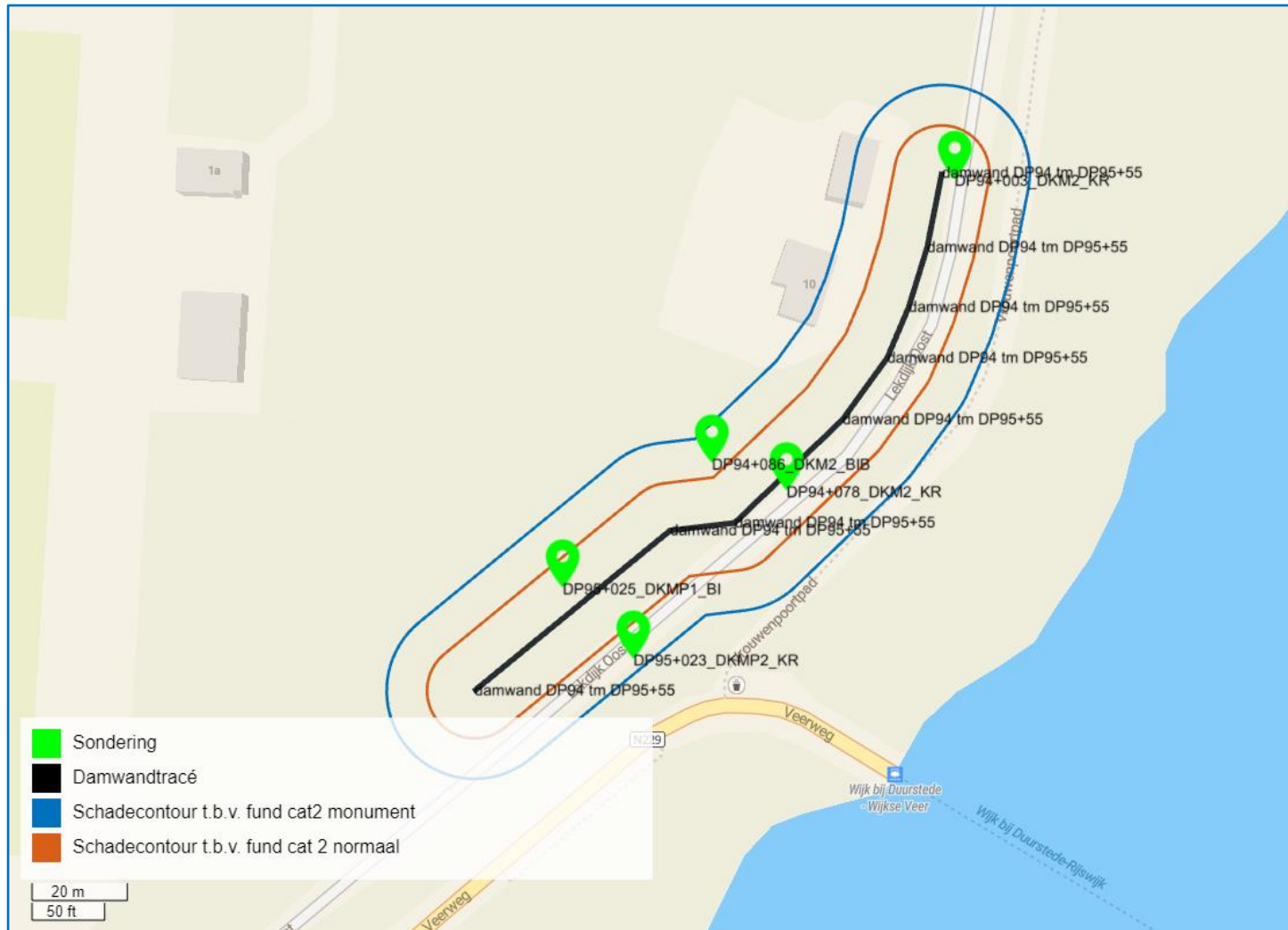


Overzichtskaat 5 oostelijk tracé Rijn dijk (Amerongen)

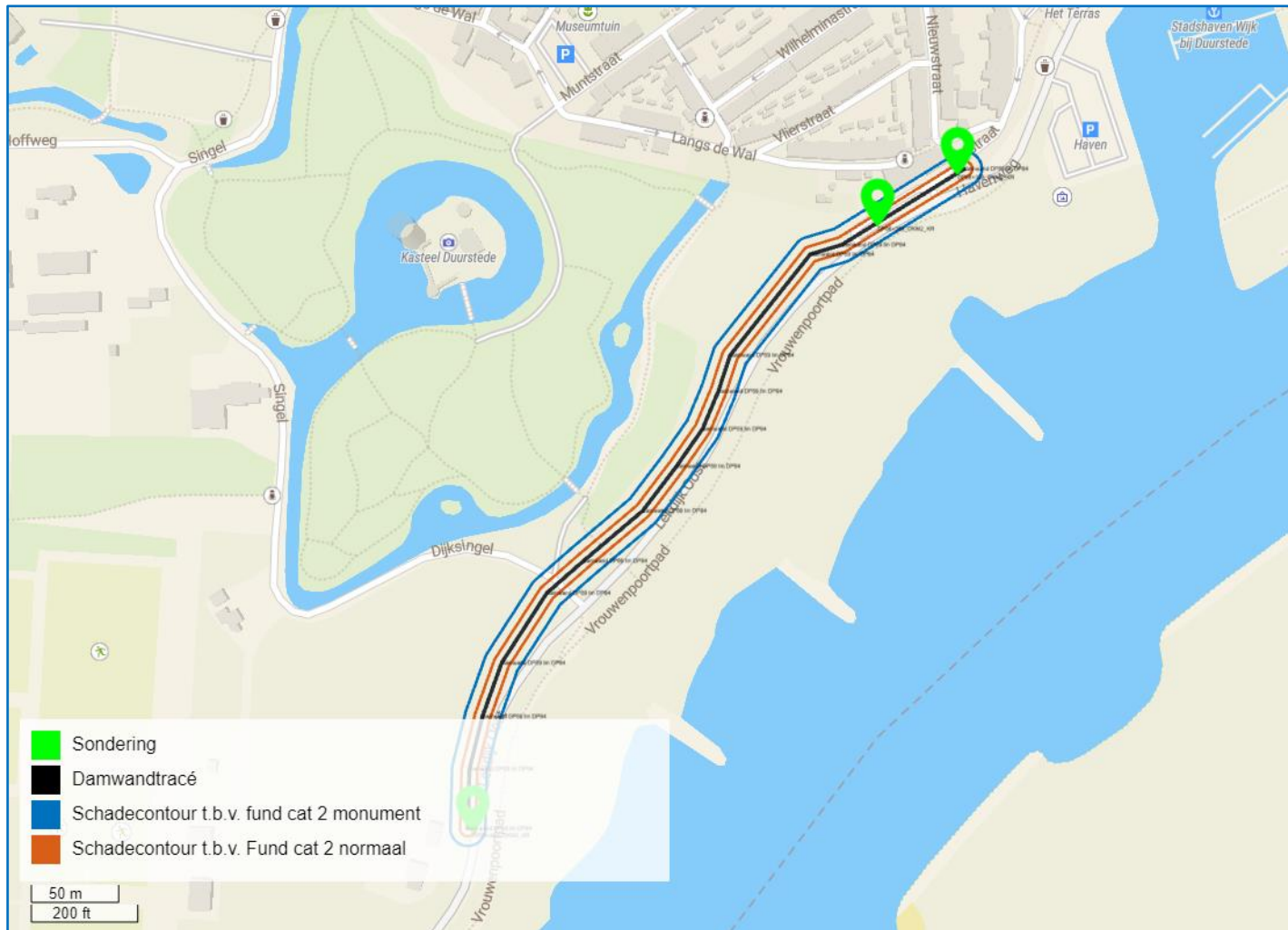
Bijlage 3.2. Hindercontouren SBR-A per locatie (Viktor export)



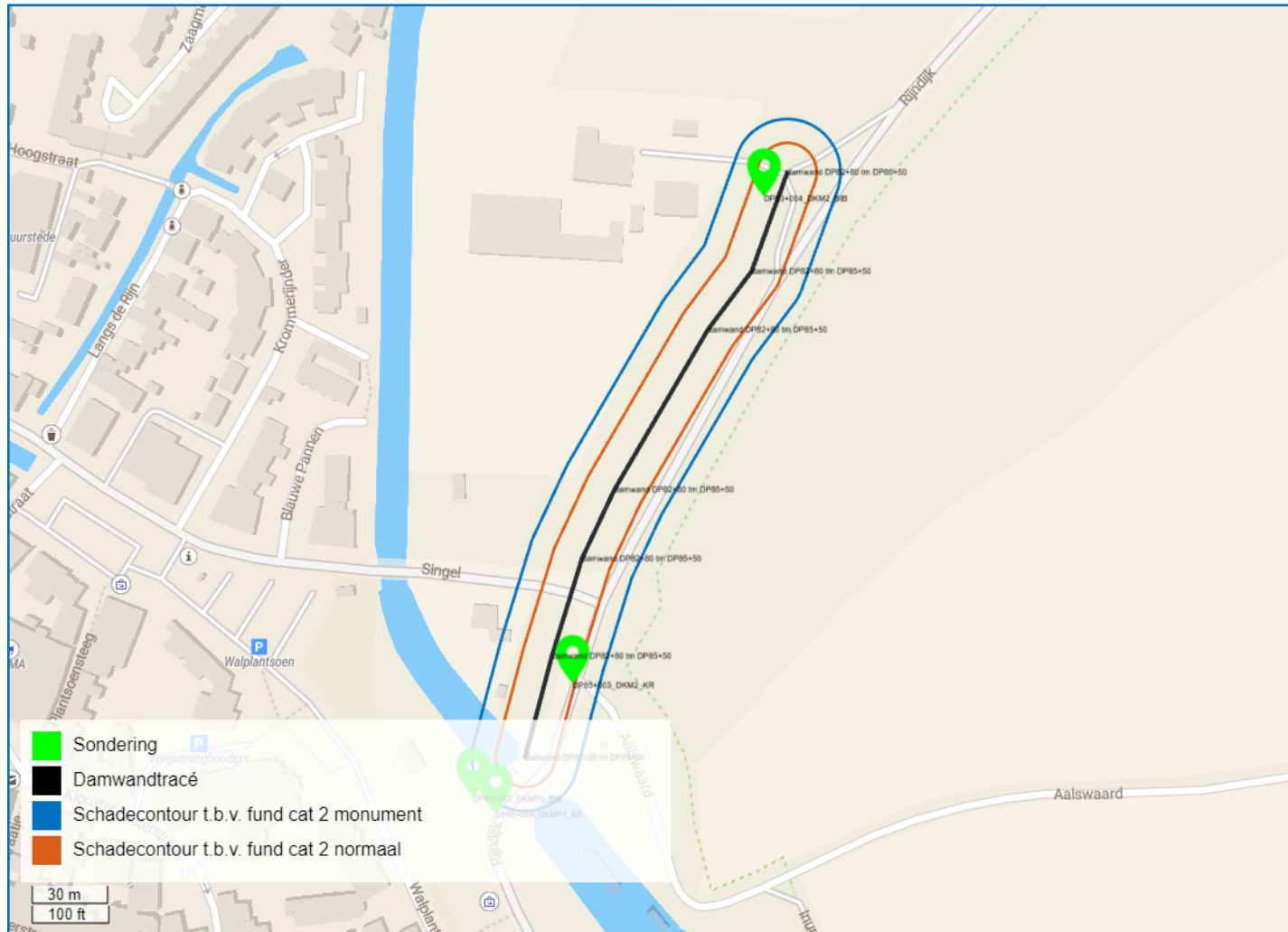
Locatie damwand DP99+25 tm DP105



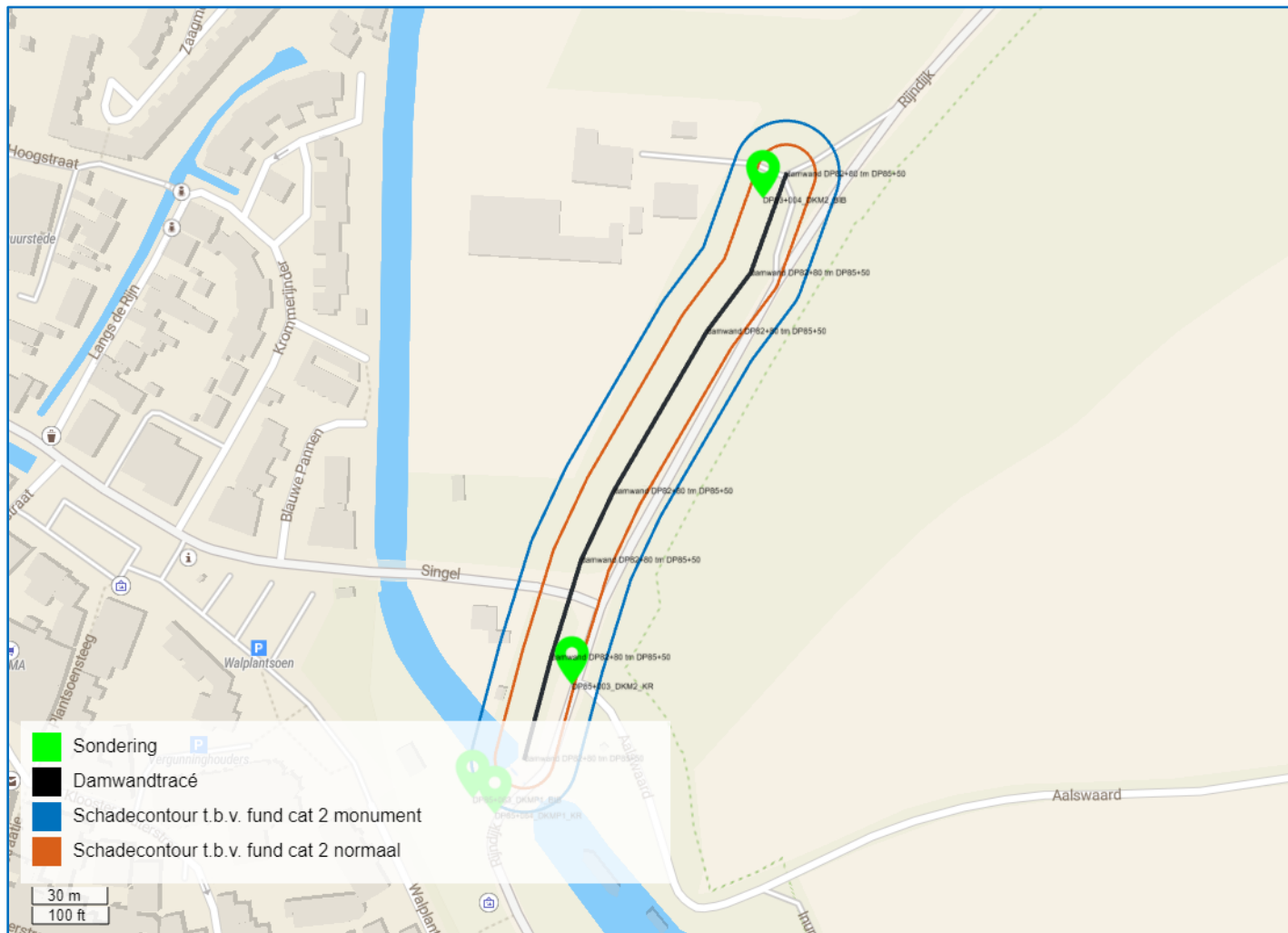
Locatie damwand DP94 tm DP95+55



Locatie damwand DP89 tm DP94



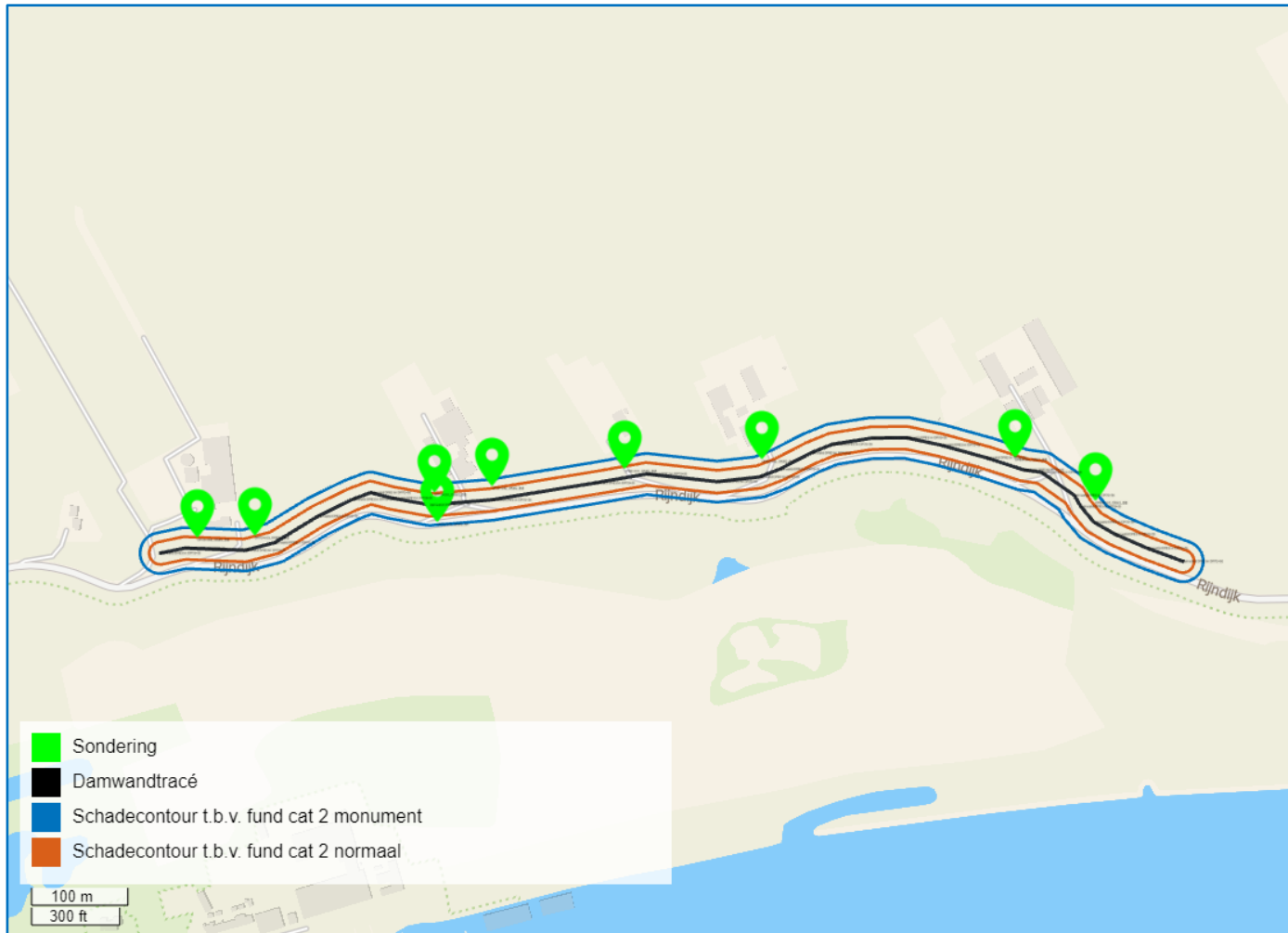
Locatie damwand DP85+75 tm DP86+50



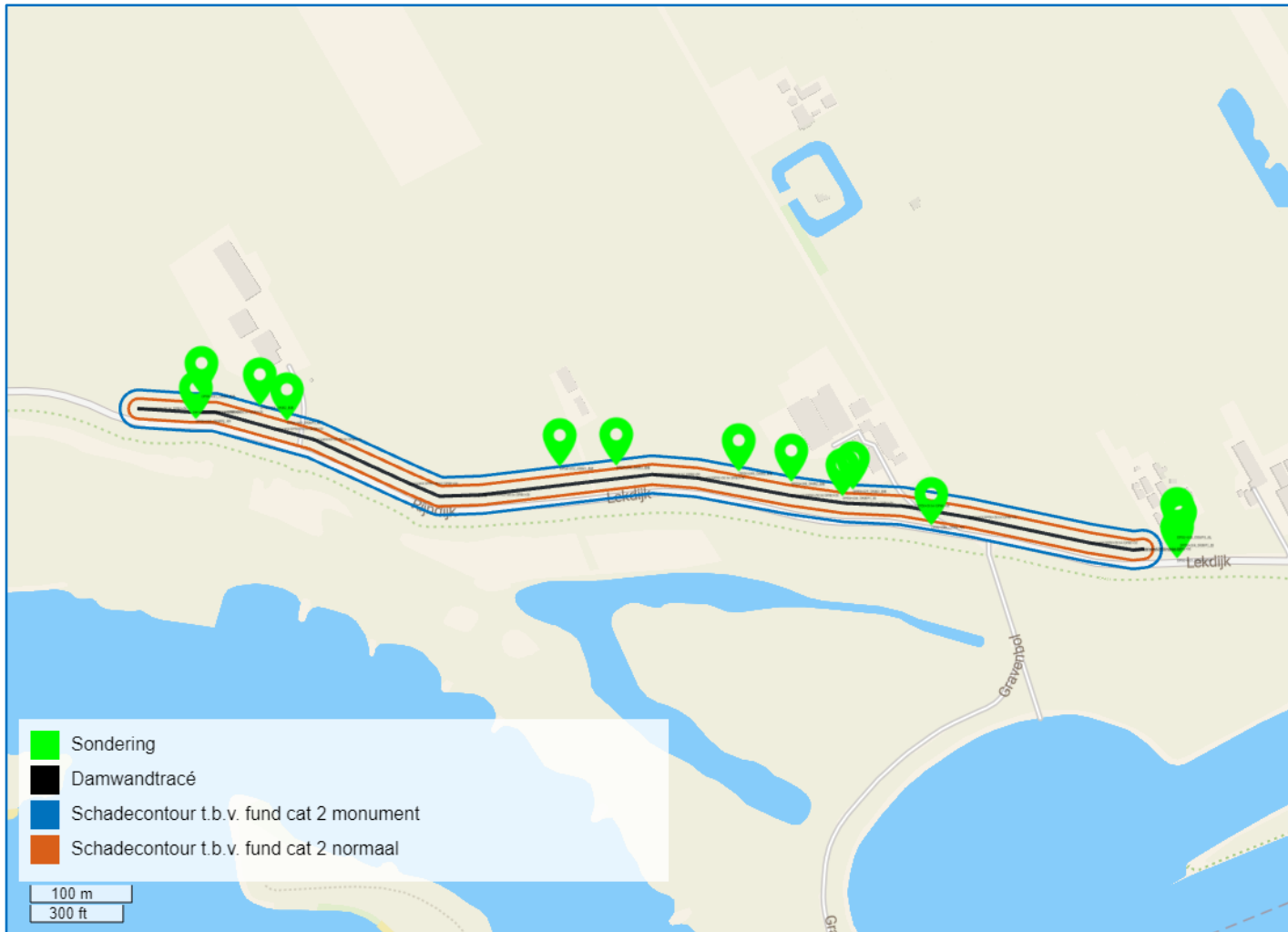
Locatie damwand DP82+80 tm DP85+50



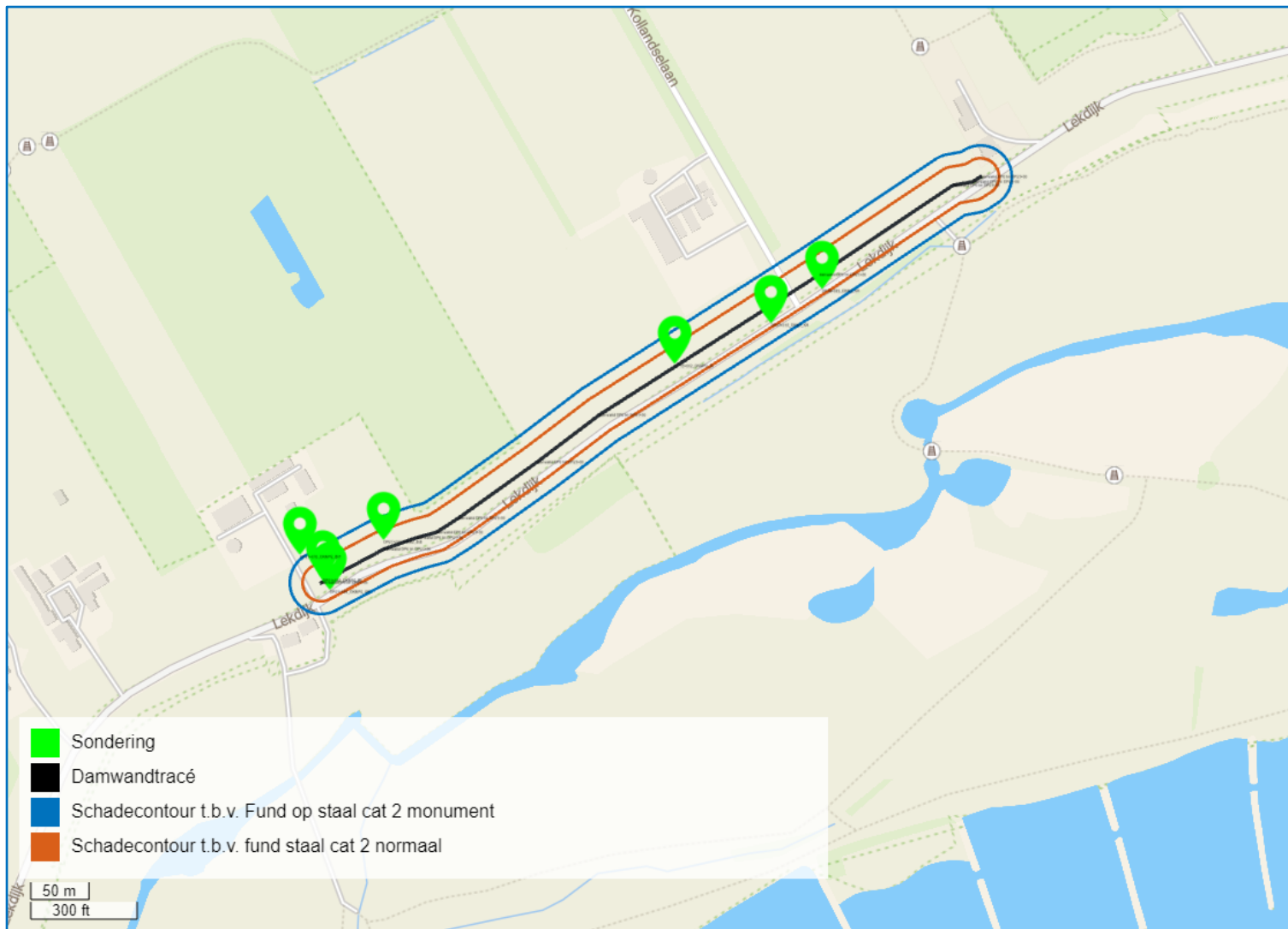
Locatie damwand DP79+50 tm DP80+10 (maatwerk)



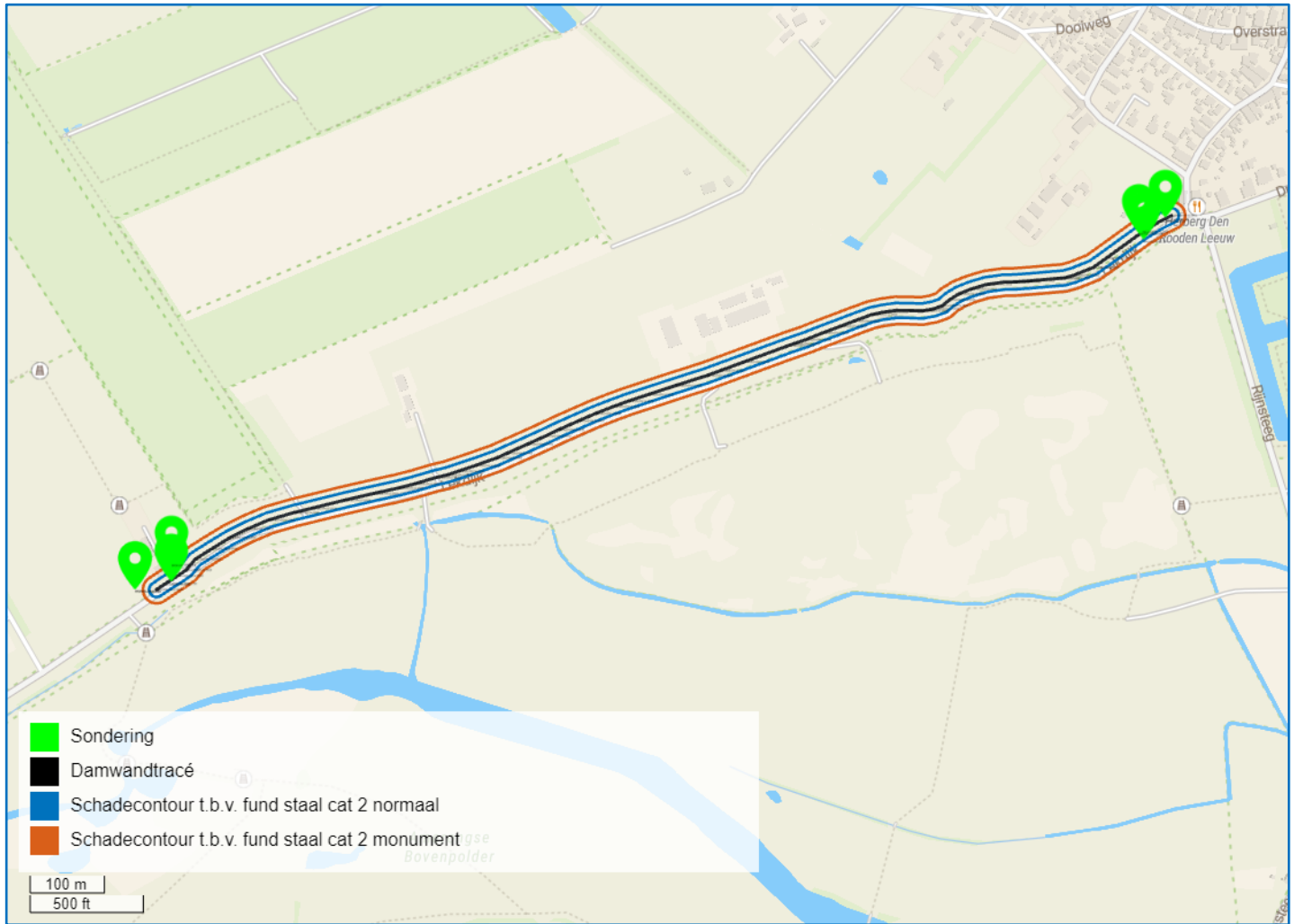
Locatie damwand DP63 tm DP73+80



Locatie damwand DP50+50 tm DP60+50



Locatie damwand DP15 tm DP21+80



Locatie damwand DP0 tm DP15

Bijlage 3.3. **Berekeningenrapporten trillingshinder SBR-A damwanden per locatie**

Damwandinstallatie

Project Sterke Lekdijk deeltrace WAM t.p.v. Wijk bij
Duurstede

Auteur	Robert van den Dijssel
Verificator	J. Schellekens
Kenmerk	G.012539.2.4200.40.4050
Datum	09-08-2022
Versie	1.0
Status	definitief

1 Schade door intrillen damwand

1.1 Inleiding

Voor bouwprojecten waarbij damwanden nabij kritische objecten trillend ingebracht moeten worden, is het van belang om vooraf een realistische inschatting van de te verwachten trillingen te maken. In dit hoofdstuk is het empirische trillingsprognosemodel conform SBR(A), de Praktijkrichtlijn (en CUR166, CUR) uitgewerkt. Met dit model kan een inschatting van de kans op schade worden gemaakt.

1.2 Formules

Bepaling trillingssnelheid

De optredende trillingssnelheid op enige afstand van de damwand is berekend met [CUR166, Praktijkrichtlijn]:

$$v(x) = q_{ex} \cdot v_{0,cor} \cdot \sqrt{\frac{x_0}{x}} e^{-\alpha(x-x_0)}$$

Waarbij:

v	Trillingssnelheid	[mm/s]
x	Afstand tot trillingsbron gemeten over maaiveld	[m]
$v_{0,cor}$	Gecorrigeerde bronsterkte van de trillingsintensiteit van het trilblok	[mm/s]
x_0	Referentie afstand tot het trilblok	[m]
x	Afstand van het trilblok	[m]
q_{ex}	Overdrachtsfactor trillingen grond naar draagconstructie	[-]
α	Karakteristieke dempingsconstante ten gevolge van materiaaldemping	[m ⁻¹]

Referentie afstand x_0 is standaard gelijk aan 5 meter [CUR166]. Indicatief ligt dempingsconstante α tussen 0,00 en 0,03 m⁻¹ [Praktijkrichtlijn].

$$v_{0,cor} = v_0 + c_{vel}(F - 350)$$

Waarin:

v_0	Referentie trillingssnelheid op 5 meter afstand	[mm/s]
c_{vel}	Correctiefactor voor invloed slagkracht van het trilblok [CUR166]	[mm/s/kN]
F	Slagkracht van het trilblok	[kN]

De waarden van v_0 en c_{vel} zijn afhankelijk van de grondslag. Hiervoor is in [CUR166] 7 verschillende bodemprofielen gemaakt. De aangescherpte waarden uit [Geotechniek 2014] zijn aangehouden, zoals geadviseerd in [praktijkrichtlijn].

Bepaling toelaatbare trillingssnelheid

Conform SBR(A) is de trilling capaciteit met de volgende formule bepaald:

$$V_r = V_{kar} / (\gamma_s \cdot \gamma_t)$$

Waarbij:

V_{kar}	karakteristieke grenswaarde	[mm/s]
γ_s	Veiligheidsfactor bouwkundige staat	[-]
γ_t	Veiligheidsfactor type trilling	[-]

Alle factoren zijn bepaald conform SBR A. Aansluitend dient v_r te worden gereduceerd afhankelijk van het type meting met veiligheidsfactor γ_v .

Bepaling V_{kar}

Voor funderingen op palen is V_{kar} afhankelijk van de trilfrequentie van het trilblok, de categorie van het bouwwerk, en of het de begane grond of een bovenverdieping betreft. De waardes staan in SBR-A.

Voor funderingen op staal is V_{kar} afhankelijk van de laagdikte H onder het bouwwerk. Hierbij geldt de volgende formule:

$$C_D = 1 + \frac{8-H}{7}, \text{ met } 1,0 \leq C_D \leq 2,0$$

$$V_{kar} = 10 \cdot C_D$$

1.3 Uitgangspunten

In de trilschadeprognose zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Bodemprofiel: Tiel
- Betrouwbaarheid: 99%
- Dempingsfactor: 0.025
- Frequentie trilblok: 38 Hz
- Slagkracht: 1350 kN
- Type trilling: continu

Uitgangspunten voor belendingen staan in Tabel 1.

Tabel 1: Uitgangspunten belendingen

Nr	Naam object	Categorie	Type fundering	Etage	Leiding Materiaal	Bouwkundige staat	q_{ex}	Dikte zettingsgevoelige laag [m]
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
1	fund staal cat 2 monument	2	Staal	B.G.	-	Monument /gevoelig	0.7	2
2	fund staal cat 2 normaal	2	Staal	B.G.	-	Normaal	0.7	2

1.4 Resultaten

De trillingsnelheden dienen bij de belendingen lager te zijn dan de toelaatbare trillingsnelheid. Tabel 3 bevat de grenswaardes van de belendingen uit Tabel 1.

Tabel 2: Karakteristieke waarde en rekenwaarde van grenswaardes belendingen

Nr	Naam object	V_{kar}	Y_s	Y_t	V_r
[-]	[-]	[mm/s]	[-]	[-]	[mm/s]
1	fund staal cat 2 monument	18.6	1.7	2.0	5.5
2	fund staal cat 2 normaal	18.6	1.0	2.0	9.3

Tabel 3: Rekenwaarde grenswaardes belendingen afhankelijk van type meting

Nr [-]	Naam object [-]	Type meting [-]	V_r [mm/s]	γ_v [-]	V_r / γ_v [mm/s]
1	fund staal cat 2 monument	Uitgebreid	5.5	1.0	5.5
2	fund staal cat 2 normaal	Uitgebreid	9.3	1.0	9.3

Gegeven de grenswaarde in Tabel 3 is een minimaal benodigde afstand van het trilblok tot de belending bepaald. Indien het trilblok zich buiten deze afstand bevindt is de kans op schade acceptabel klein geacht. Zie Tabel 4.

Tabel 4: Resultaten trillingspredictie

Nr [-]	Naam object [-]	Afstand benodigd voor overschrijdingskans <1% [m]
1	fund staal cat 2 monument	18.5
2	fund staal cat 2 normaal	10.0

Appendix 1 Trilshade figuren

Naam object: fund staal cat 2 monument

Belending type: gebouw

Gebouw categorie: 2

Bouwkundige staat: monument

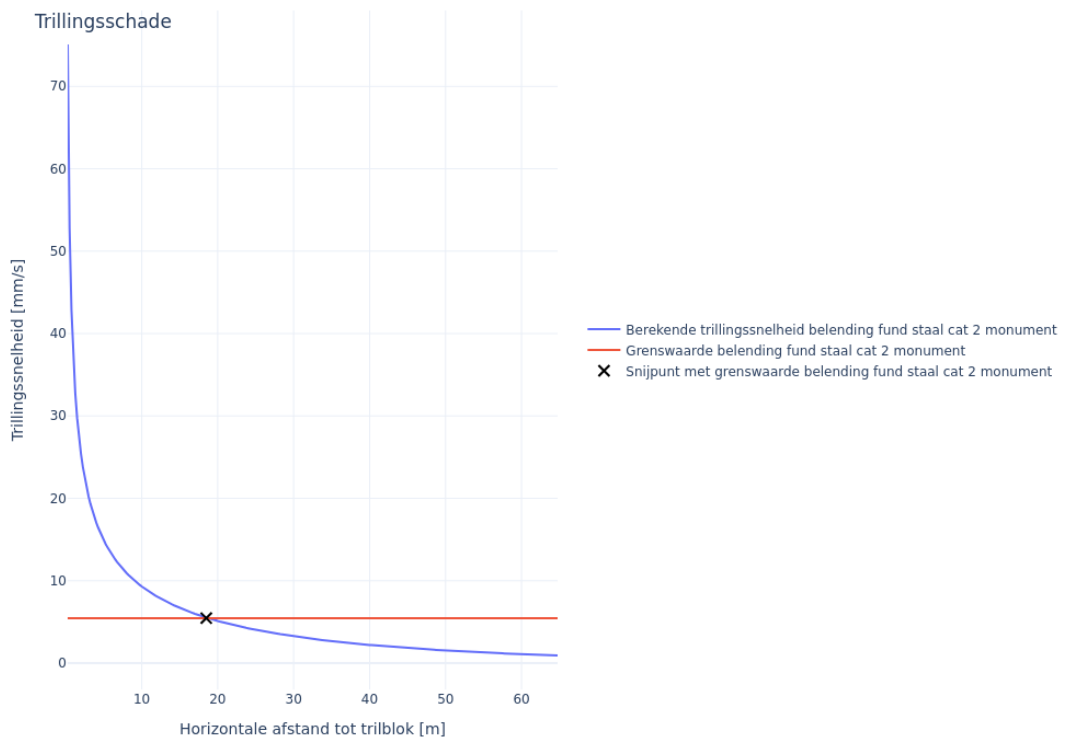
Betrouwbaarheid: 99%

γ_s : 1.7

γ_t : 2.0

γ_v : 1.0

Afstand waarbij voldoet: 18.5 m



Naam object: fund staal cat 2 normaal

Belending type: gebouw

Gebouw categorie: 2

Bouwkundige staat: normal

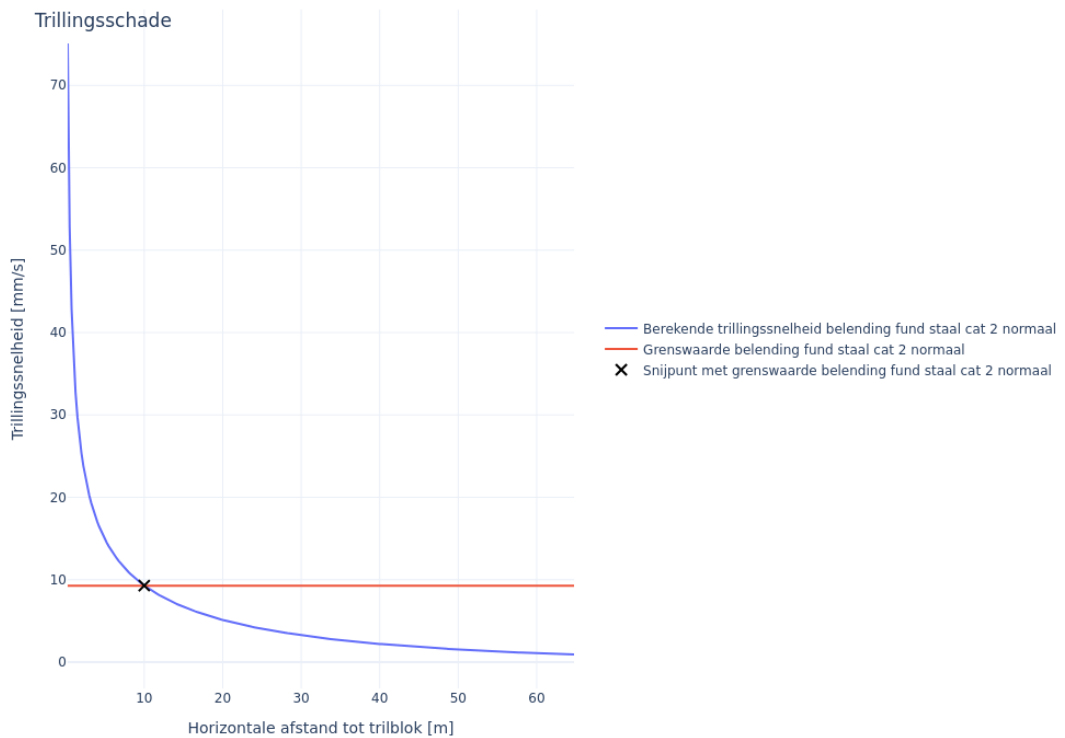
Betrouwbaarheid: 99%

γ_s : 1.0

γ_t : 2.0

γ_v : 1.0

Afstand waarbij voldoet: 10.0 m



Datum 09-08-2022
Kenmerk G.012539.2.4200.40.4050
Pagina 7 van 7

Damwandinstallatie

Project Sterke Lekdijk deeltrace WAM t.p.v. Wijk bij
Duurstede

Auteur	Robert van den Dijssel
Verificator	J. Schellekens
Kenmerk	G.012539.2.4200.40.4050
Datum	09-08-2022
Versie	1.0
Status	definitief

1 Schade door intrillen damwand

1.1 Inleiding

Voor bouwprojecten waarbij damwanden nabij kritische objecten trillend ingebracht moeten worden, is het van belang om vooraf een realistische inschatting van de te verwachten trillingen te maken. In dit hoofdstuk is het empirische trillingsprognosemodel conform SBR(A), de Praktijkrichtlijn (en CUR166, CUR) uitgewerkt. Met dit model kan een inschatting van de kans op schade worden gemaakt.

1.2 Formules

Bepaling trillingssnelheid

De optredende trillingssnelheid op enige afstand van de damwand is berekend met [CUR166, Praktijkrichtlijn]:

$$v(x) = q_{ex} \cdot v_{0,cor} \cdot \sqrt{\frac{x_0}{x}} e^{-\alpha(x-x_0)}$$

Waarbij:

v	Trillingssnelheid	[mm/s]
x	Afstand tot trillingsbron gemeten over maaiveld	[m]
$v_{0,cor}$	Gecorrigeerde bronsterkte van de trillingsintensiteit van het trilblok	[mm/s]
x_0	Referentie afstand tot het trilblok	[m]
x	Afstand van het trilblok	[m]
q_{ex}	Overdrachtsfactor trillingen grond naar draagconstructie	[-]
α	Karakteristieke dempingsconstante ten gevolge van materiaaldemping	[m ⁻¹]

Referentie afstand x_0 is standaard gelijk aan 5 meter [CUR166]. Indicatief ligt dempingsconstante α tussen 0,00 en 0,03 m⁻¹ [Praktijkrichtlijn].

$$v_{0,cor} = v_0 + c_{vel}(F - 350)$$

Waarin:

v_0	Referentie trillingssnelheid op 5 meter afstand	[mm/s]
c_{vel}	Correctiefactor voor invloed slagkracht van het trilblok [CUR166]	[mm/s/kN]
F	Slagkracht van het trilblok	[kN]

De waarden van v_0 en c_{vel} zijn afhankelijk van de grondslag. Hiervoor is in [CUR166] 7 verschillende bodemprofielen gemaakt. De aangescherpte waarden uit [Geotechniek 2014] zijn aangehouden, zoals geadviseerd in [praktijkrichtlijn].

Bepaling toelaatbare trillingssnelheid

Conform SBR(A) is de trilling capaciteit met de volgende formule bepaald:

$$V_r = V_{kar} / (\gamma_s \cdot \gamma_t)$$

Waarbij:

V_{kar}	karakteristieke grenswaarde	[mm/s]
γ_s	Veiligheidsfactor bouwkundige staat	[-]
γ_t	Veiligheidsfactor type trilling	[-]

Alle factoren zijn bepaald conform SBR A. Aansluitend dient v_r te worden gereduceerd afhankelijk van het type meting met veiligheidsfactor γ_v .

Bepaling V_{kar}

Voor funderingen op palen is V_{kar} afhankelijk van de trilfrequentie van het trilblok, de categorie van het bouwwerk, en of het de begane grond of een bovenverdieping betreft. De waardes staan in SBR-A.

Voor funderingen op staal is V_{kar} afhankelijk van de laagdikte H onder het bouwwerk. Hierbij geldt de volgende formule:

$$C_D = 1 + \frac{8-H}{7}, \text{ met } 1,0 \leq C_D \leq 2,0$$

$$V_{kar} = 10 \cdot C_D$$

1.3 Uitgangspunten

In de trilschadeprognose zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Bodemprofiel: Tiel
- Betrouwbaarheid: 99%
- Dempingsfactor: 0.025
- Frequentie trilblok: 38 Hz
- Slagkracht: 1600 kN
- Type trilling: continu

Uitgangspunten voor belendingen staan in Tabel 1.

Tabel 1: Uitgangspunten belendingen

Nr	Naam object	Categorie	Type fundering	Etage	Leiding Materiaal	Bouwkundige staat	q_{ex}	Dikte zettingsgevoelige laag
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]
1	fund cat 2 monument	2	Staal	B.G.	-	Monument /gevoelig	0.7	2
2	fund cat 2 normaal	2	Staal	B.G.	-	Normaal	0.7	2

1.4 Resultaten

De trillingsnelheden dienen bij de belendingen lager te zijn dan de toelaatbare trillingsnelheid. Tabel 3 bevat de grenswaardes van de belendingen uit Tabel 1.

Tabel 2: Karakteristieke waarde en rekenwaarde van grenswaardes belendingen

Nr	Naam object	V_{kar}	Y_s	Y_t	V_r
[-]	[-]	[mm/s]	[-]	[-]	[mm/s]
1	fund cat 2 monument	18.6	1.7	2.0	5.5
2	fund cat 2 normaal	18.6	1.0	2.0	9.3

Tabel 3: Rekenwaarde grenswaardes belendingen afhankelijk van type meting

Nr [-]	Naam object [-]	Type meting [-]	V_r [mm/s]	γ_v [-]	V_r / γ_v [mm/s]
1	fund cat 2 monument	Uitgebreid	5.5	1.0	5.5
2	fund cat 2 normaal	Uitgebreid	9.3	1.0	9.3

Gegeven de grenswaarde in Tabel 3 is een minimaal benodigde afstand van het trilblok tot de belending bepaald. Indien het trilblok zich buiten deze afstand bevindt is de kans op schade acceptabel klein geacht. Zie Tabel 4.

Tabel 4: Resultaten trillingspredictie

Nr [-]	Naam object [-]	Afstand benodigd voor overschrijdingskans <1% [m]
1	fund cat 2 monument	21.25
2	fund cat 2 normaal	11.75

Appendix 1 Trilshade figuren

Naam object: fund cat 2 monument

Belending type: gebouw

Gebouw categorie: 2

Bouwkundige staat: monument

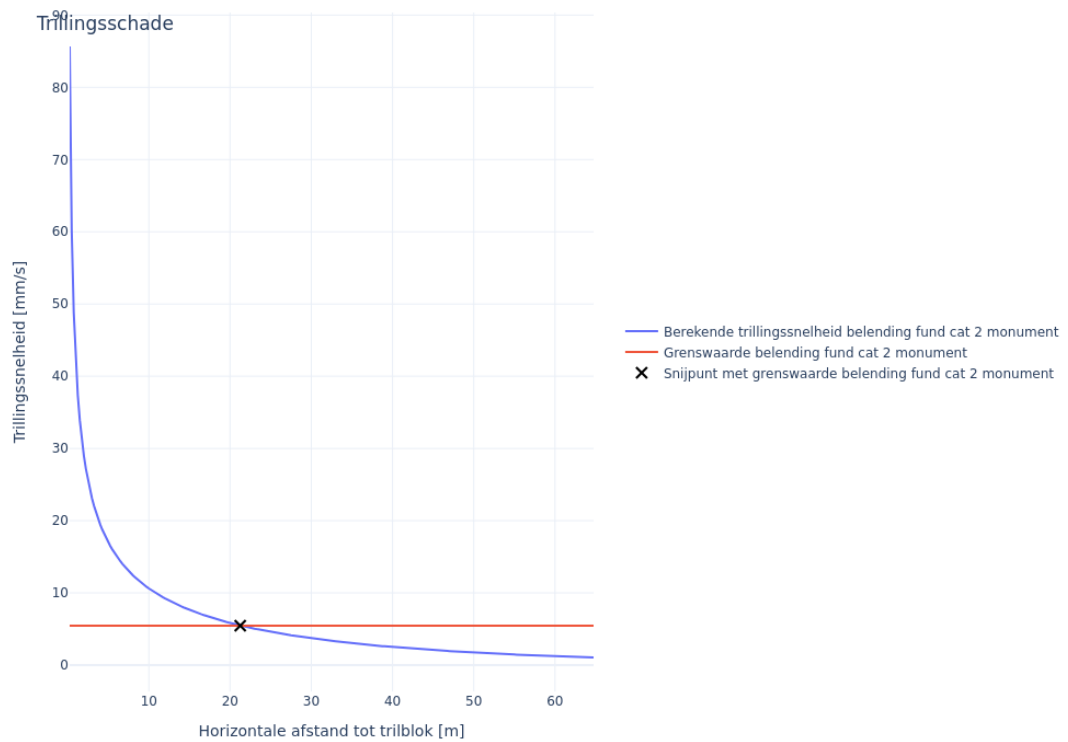
Betrouwbaarheid: 99%

γ_s : 1.7

γ_t : 2.0

γ_v : 1.0

Afstand waarbij voldoet: 21.25 m



Naam object: fund cat 2 normaal

Belending type: gebouw

Gebouw categorie: 2

Bouwkundige staat: normal

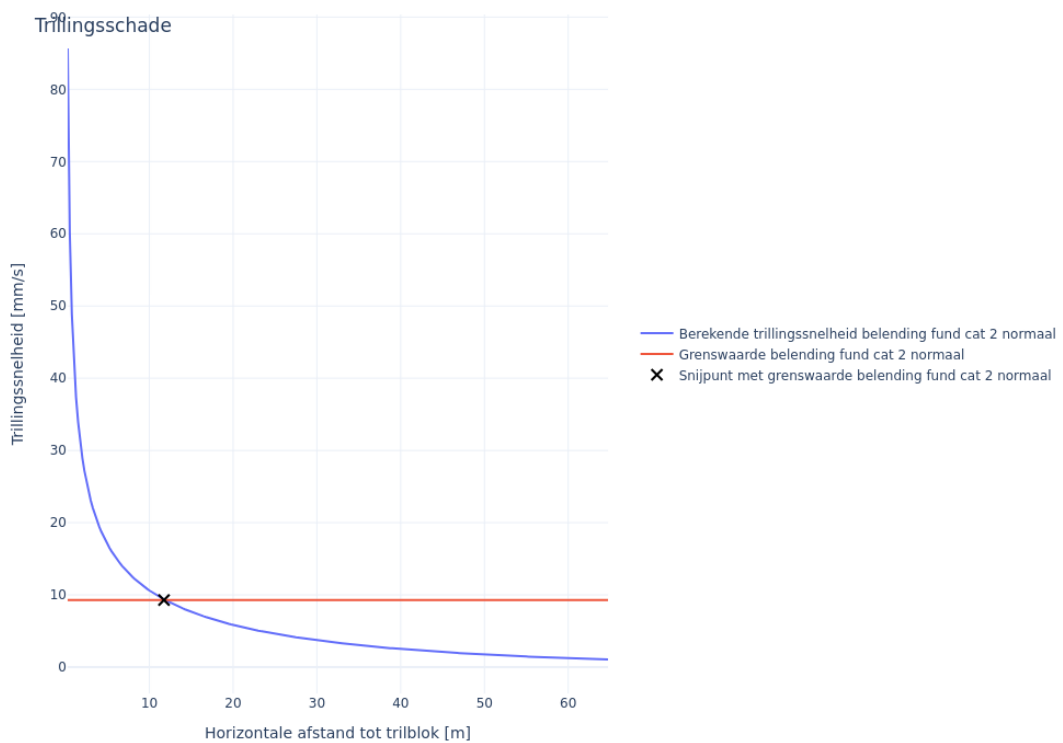
Betrouwbaarheid: 99%

γ_s : 1.0

γ_t : 2.0

γ_v : 1.0

Afstand waarbij voldoet: 11.75 m



Datum 09-08-2022
Kenmerk G.012539.2.4200.40.4050
Pagina 7 van 7

Damwandinstallatie

Project Sterke Lekdijk deeltrace WAM t.p.v. Wijk bij
Duurstede

Auteur	Robert van den Dijssel
Verificator	J. Schellekens
Kenmerk	G.012539.2.4200.40.4050
Datum	09-08-2022
Versie	1.0
Status	definitief

1 Schade door intrillen damwand

1.1 Inleiding

Voor bouwprojecten waarbij damwanden nabij kritische objecten trillend ingebracht moeten worden, is het van belang om vooraf een realistische inschatting van de te verwachten trillingen te maken. In dit hoofdstuk is het empirische trillingsprognosemodel conform SBR(A), de Praktijkrichtlijn (en CUR166, CUR) uitgewerkt. Met dit model kan een inschatting van de kans op schade worden gemaakt.

1.2 Formules

Bepaling trillingssnelheid

De optredende trillingssnelheid op enige afstand van de damwand is berekend met [CUR166, Praktijkrichtlijn]:

$$v(x) = q_{ex} \cdot v_{0,cor} \cdot \sqrt{\frac{x_0}{x}} e^{-\alpha(x-x_0)}$$

Waarbij:

v	Trillingssnelheid	[mm/s]
x	Afstand tot trillingsbron gemeten over maaiveld	[m]
$v_{0,cor}$	Gecorrigeerde bronsterkte van de trillingsintensiteit van het trilblok	[mm/s]
x_0	Referentie afstand tot het trilblok	[m]
x	Afstand van het trilblok	[m]
q_{ex}	Overdrachtsfactor trillingen grond naar draagconstructie	[-]
α	Karakteristieke dempingsconstante ten gevolge van materiaaldemping	[m ⁻¹]

Referentie afstand x_0 is standaard gelijk aan 5 meter [CUR166]. Indicatief ligt dempingsconstante α tussen 0,00 en 0,03 m⁻¹ [Praktijkrichtlijn].

$$v_{0,cor} = v_0 + c_{vel}(F - 350)$$

Waarin:

v_0	Referentie trillingssnelheid op 5 meter afstand	[mm/s]
c_{vel}	Correctiefactor voor invloed slagkracht van het trilblok [CUR166]	[mm/s/kN]
F	Slagkracht van het trilblok	[kN]

De waarden van v_0 en c_{vel} zijn afhankelijk van de grondslag. Hiervoor is in [CUR166] 7 verschillende bodemprofielen gemaakt. De aangescherpte waarden uit [Geotechniek 2014] zijn aangehouden, zoals geadviseerd in [praktijkrichtlijn].

Bepaling toelaatbare trillingssnelheid

Conform SBR(A) is de trilling capaciteit met de volgende formule bepaald:

$$V_r = V_{kar} / (\gamma_s \cdot \gamma_t)$$

Waarbij:

V_{kar}	karakteristieke grenswaarde	[mm/s]
γ_s	Veiligheidsfactor bouwkundige staat	[-]
γ_t	Veiligheidsfactor type trilling	[-]

Alle factoren zijn bepaald conform SBR A. Aansluitend dient v_r te worden gereduceerd afhankelijk van het type meting met veiligheidsfactor γ_v .

Bepaling V_{kar}

Voor funderingen op palen is V_{kar} afhankelijk van de trilfrequentie van het trilblok, de categorie van het bouwwerk, en of het de begane grond of een bovenverdieping betreft. De waardes staan in SBR-A.

Voor funderingen op staal is V_{kar} afhankelijk van de laagdikte H onder het bouwwerk. Hierbij geldt de volgende formule:

$$C_D = 1 + \frac{8-H}{7}, \text{ met } 1,0 \leq C_D \leq 2,0$$

$$V_{kar} = 10 \cdot C_D$$

1.3 Uitgangspunten

In de trilschadeprognose zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Bodemprofiel: Tiel
- Betrouwbaarheid: 99%
- Dempingsfactor: 0.025
- Frequentie trilblok: 38 Hz
- Slagkracht: 1350 kN
- Type trilling: continu

Uitgangspunten voor belendingen staan in Tabel 1.

Tabel 1: Uitgangspunten belendingen

Nr	Naam object	Categorie	Type fundering	Etage	Leiding Materiaal	Bouwkundige staat	q_{ex}	Dikte zettingsgevoelige laag
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]
1	fund cat 2 monument	2	Staal	B.G.	-	Monument /gevoelig	0.7	2
2	fund cat 2 normaal	2	Staal	B.G.	-	Normaal	0.7	2

1.4 Resultaten

De trillingsnelheden dienen bij de belendingen lager te zijn dan de toelaatbare trillingsnelheid. Tabel 3 bevat de grenswaardes van de belendingen uit Tabel 1.

Tabel 2: Karakteristieke waarde en rekenwaarde van grenswaardes belendingen

Nr	Naam object	V_{kar}	Y_s	Y_t	V_r
[-]	[-]	[mm/s]	[-]	[-]	[mm/s]
1	fund cat 2 monument	18.6	1.7	2.0	5.5
2	fund cat 2 normaal	18.6	1.0	2.0	9.3

Tabel 3: Rekenwaarde grenswaardes belendingen afhankelijk van type meting

Nr [-]	Naam object [-]	Type meting [-]	V_r [mm/s]	γ_v [-]	V_r / γ_v [mm/s]
1	fund cat 2 monument	Uitgebreid	5.5	1.0	5.5
2	fund cat 2 normaal	Uitgebreid	9.3	1.0	9.3

Gegeven de grenswaarde in Tabel 3 is een minimaal benodigde afstand van het trilblok tot de belending bepaald. Indien het trilblok zich buiten deze afstand bevindt is de kans op schade acceptabel klein geacht. Zie Tabel 4.

Tabel 4: Resultaten trillingspredictie

Nr [-]	Naam object [-]	Afstand benodigd voor overschrijdingskans <1% [m]
1	fund cat 2 monument	18.5
2	fund cat 2 normaal	10.0

Appendix 1 Triltschade figuren

Naam object: fund cat 2 monument

Belending type: gebouw

Gebouw categorie: 2

Bouwkundige staat: monument

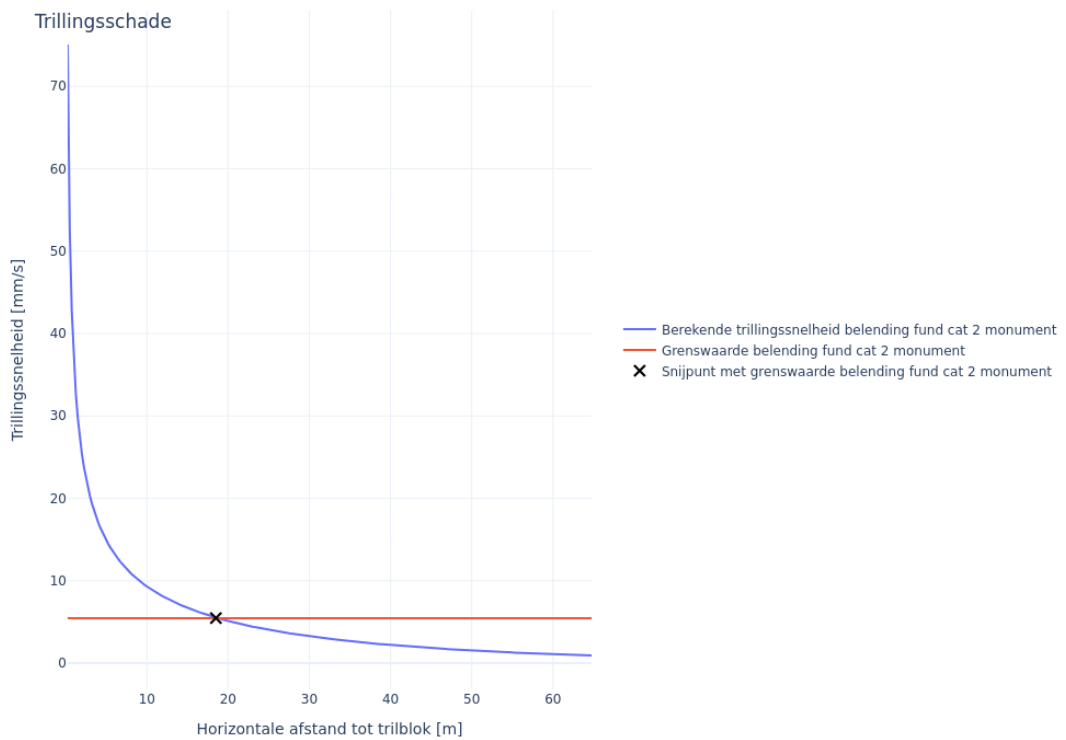
Betrouwbaarheid: 99%

γ_s : 1.7

γ_t : 2.0

γ_v : 1.0

Afstand waarbij voldoet: 18.5 m



Naam object: fund cat 2 normaal

Belending type: gebouw

Gebouw categorie: 2

Bouwkundige staat: normal

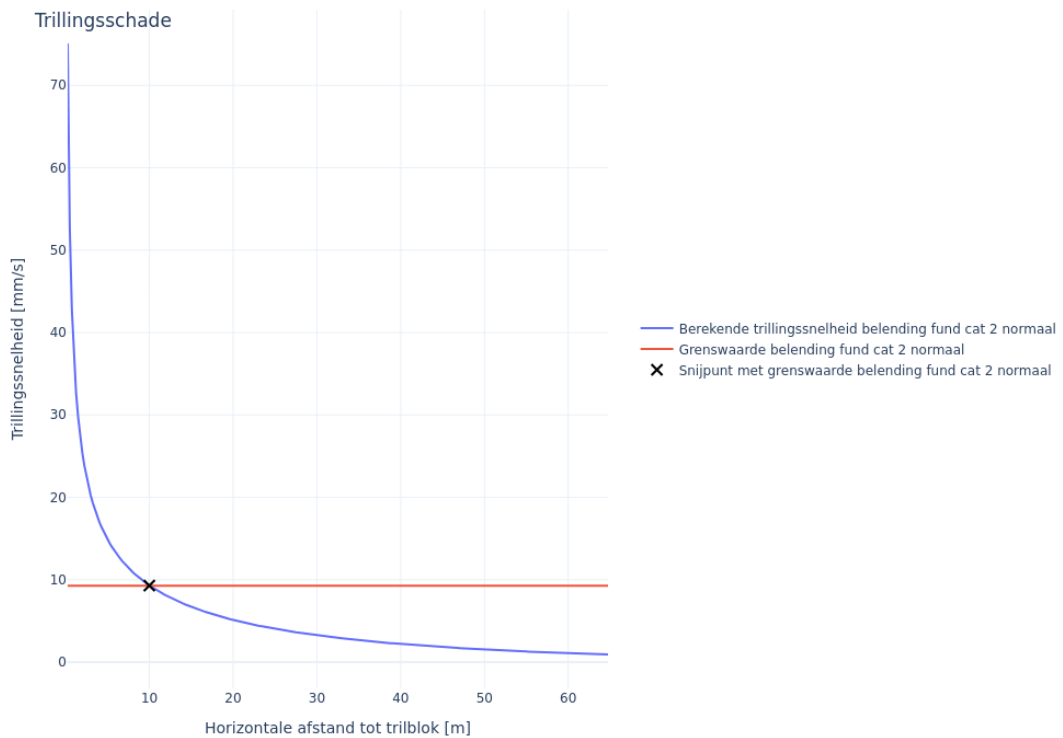
Betrouwbaarheid: 99%

γ_s : 1.0

γ_t : 2.0

γ_v : 1.0

Afstand waarbij voldoet: 10.0 m



Datum 09-08-2022
Kenmerk G.012539.2.4200.40.4050
Pagina 7 van 7

Damwandinstallatie

Project Sterke Lekdijk deeltrace WAM t.p.v. Wijk bij
Duurstede

Auteur	Robert van den Dijssel
Verificator	J. Schellekens
Kenmerk	G.012539.2.4200.40.4050
Datum	09-08-2022
Versie	1.0
Status	definitief

1 Schade door intrillen damwand

1.1 Inleiding

Voor bouwprojecten waarbij damwanden nabij kritische objecten trillend ingebracht moeten worden, is het van belang om vooraf een realistische inschatting van de te verwachten trillingen te maken. In dit hoofdstuk is het empirische trillingsprognosemodel conform SBR(A), de Praktijkrichtlijn (en CUR166, CUR) uitgewerkt. Met dit model kan een inschatting van de kans op schade worden gemaakt.

1.2 Formules

Bepaling trillingssnelheid

De optredende trillingssnelheid op enige afstand van de damwand is berekend met [CUR166, Praktijkrichtlijn]:

$$v(x) = q_{ex} \cdot v_{0,cor} \cdot \sqrt{\frac{x_0}{x}} e^{-\alpha(x-x_0)}$$

Waarbij:

v	Trillingssnelheid	[mm/s]
x	Afstand tot trillingsbron gemeten over maaiveld	[m]
$v_{0,cor}$	Gecorrigeerde bronsterkte van de trillingsintensiteit van het trilblok	[mm/s]
x_0	Referentie afstand tot het trilblok	[m]
x	Afstand van het trilblok	[m]
q_{ex}	Overdrachtsfactor trillingen grond naar draagconstructie	[-]
α	Karakteristieke dempingsconstante ten gevolge van materiaaldemping	[m ⁻¹]

Referentie afstand x_0 is standaard gelijk aan 5 meter [CUR166]. Indicatief ligt dempingsconstante α tussen 0,00 en 0,03 m⁻¹ [Praktijkrichtlijn].

$$v_{0,cor} = v_0 + c_{vel}(F - 350)$$

Waarin:

v_0	Referentie trillingssnelheid op 5 meter afstand	[mm/s]
c_{vel}	Correctiefactor voor invloed slagkracht van het trilblok [CUR166]	[mm/s/kN]
F	Slagkracht van het trilblok	[kN]

De waarden van v_0 en c_{vel} zijn afhankelijk van de grondslag. Hiervoor is in [CUR166] 7 verschillende bodemprofielen gemaakt. De aangescherpte waarden uit [Geotechniek 2014] zijn aangehouden, zoals geadviseerd in [praktijkrichtlijn].

Bepaling toelaatbare trillingssnelheid

Conform SBR(A) is de trilling capaciteit met de volgende formule bepaald:

$$V_r = V_{kar} / (\gamma_s \cdot \gamma_t)$$

Waarbij:

V_{kar}	karakteristieke grenswaarde	[mm/s]
γ_s	Veiligheidsfactor bouwkundige staat	[-]
γ_t	Veiligheidsfactor type trilling	[-]

Alle factoren zijn bepaald conform SBR A. Aansluitend dient v_r te worden gereduceerd afhankelijk van het type meting met veiligheidsfactor γ_v .

Bepaling V_{kar}

Voor funderingen op palen is V_{kar} afhankelijk van de trilfrequentie van het trilblok, de categorie van het bouwwerk, en of het de begane grond of een bovenverdieping betreft. De waardes staan in SBR-A.

Voor funderingen op staal is V_{kar} afhankelijk van de laagdikte H onder het bouwwerk. Hierbij geldt de volgende formule:

$$C_D = 1 + \frac{8-H}{7}, \text{ met } 1,0 \leq C_D \leq 2,0$$

$$V_{kar} = 10 \cdot C_D$$

1.3 Uitgangspunten

In de trilschadeprognose zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Bodemprofiel: Tiel
- Betrouwbaarheid: 95%
- Dempingsfactor: 0.025
- Frequentie trilblok: 38 Hz
- Slagkracht: 1350 kN
- Type trilling: continu

Uitgangspunten voor belendingen staan in Tabel 1.

Tabel 1: Uitgangspunten belendingen

Nr	Naam object	Categorie	Type fundering	Etage	Leiding Materiaal	Bouwkundige staat	q_{ex}	Dikte zettingsgevoelige laag
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]
1	fund cat 2 monument	2	Staal	B.G.	-	Monument /gevoelig	0.7	2
2	Fund cat 2 normaal	2	Staal	B.G.	-	Normaal	0.7	2

1.4 Resultaten

De trillingsnelheden dienen bij de belendingen lager te zijn dan de toelaatbare trillingsnelheid. Tabel 3 bevat de grenswaardes van de belendingen uit Tabel 1.

Tabel 2: Karakteristieke waarde en rekenwaarde van grenswaardes belendingen

Nr	Naam object	V_{kar}	Y_s	Y_t	V_r
[-]	[-]	[mm/s]	[-]	[-]	[mm/s]
1	fund cat 2 monument	18.6	1.7	2.0	5.5
2	Fund cat 2 normaal	18.6	1.0	2.0	9.3

Tabel 3: Rekenwaarde grenswaardes belendingen afhankelijk van type meting

Nr [-]	Naam object [-]	Type meting [-]	V_r [mm/s]	γ_v [-]	V_r / γ_v [mm/s]
1	fund cat 2 monument	Uitgebreid	5.5	1.0	5.5
2	Fund cat 2 normaal	Uitgebreid	9.3	1.0	9.3

Gegeven de grenswaarde in Tabel 3 is een minimaal benodigde afstand van het trilblok tot de belending bepaald. Indien het trilblok zich buiten deze afstand bevindt is de kans op schade acceptabel klein geacht. Zie Tabel 4.

Tabel 4: Resultaten trillingspredictie

Nr [-]	Naam object [-]	Afstand benodigd voor overschrijdingskans <5% [m]
1	fund cat 2 monument	10.0
2	Fund cat 2 normaal	4.5

Appendix 1 Triltschade figuren

Naam object: fund cat 2 monument

Belending type: gebouw

Gebouw categorie: 2

Bouwkundige staat: monument

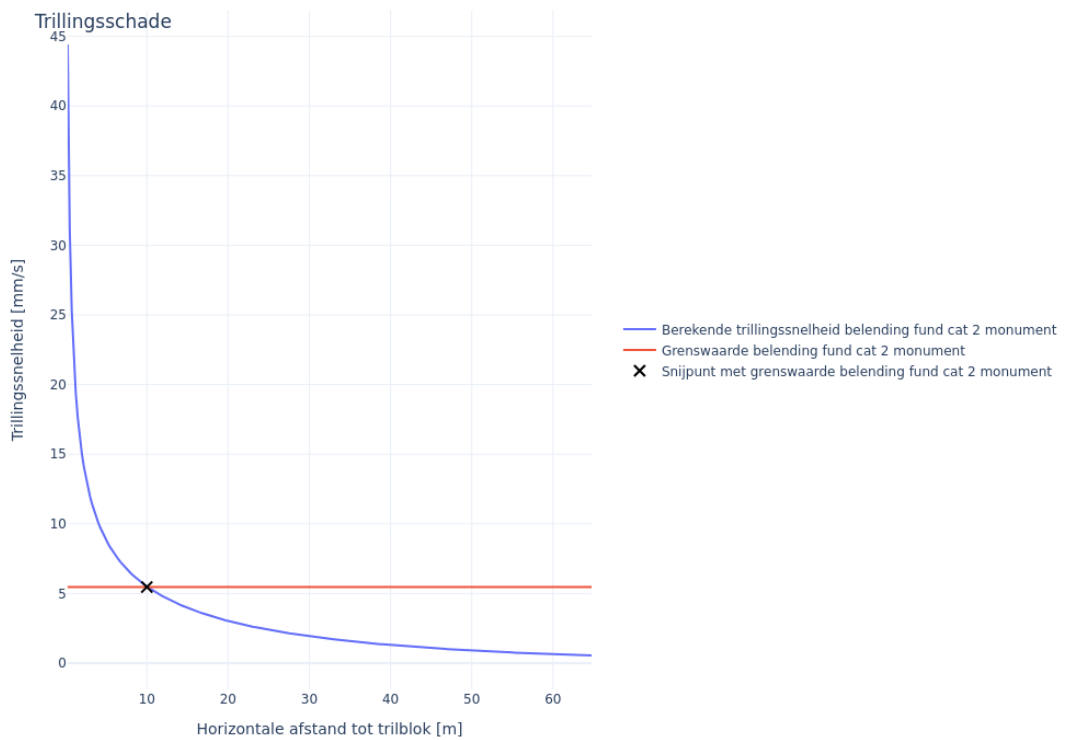
Betrouwbaarheid: 95%

γ_s : 1.7

γ_t : 2.0

γ_v : 1.0

Afstand waarbij voldoet: 10.0 m



Naam object: Fund cat 2 normaal

Belending type: gebouw

Gebouw categorie: 2

Bouwkundige staat: normal

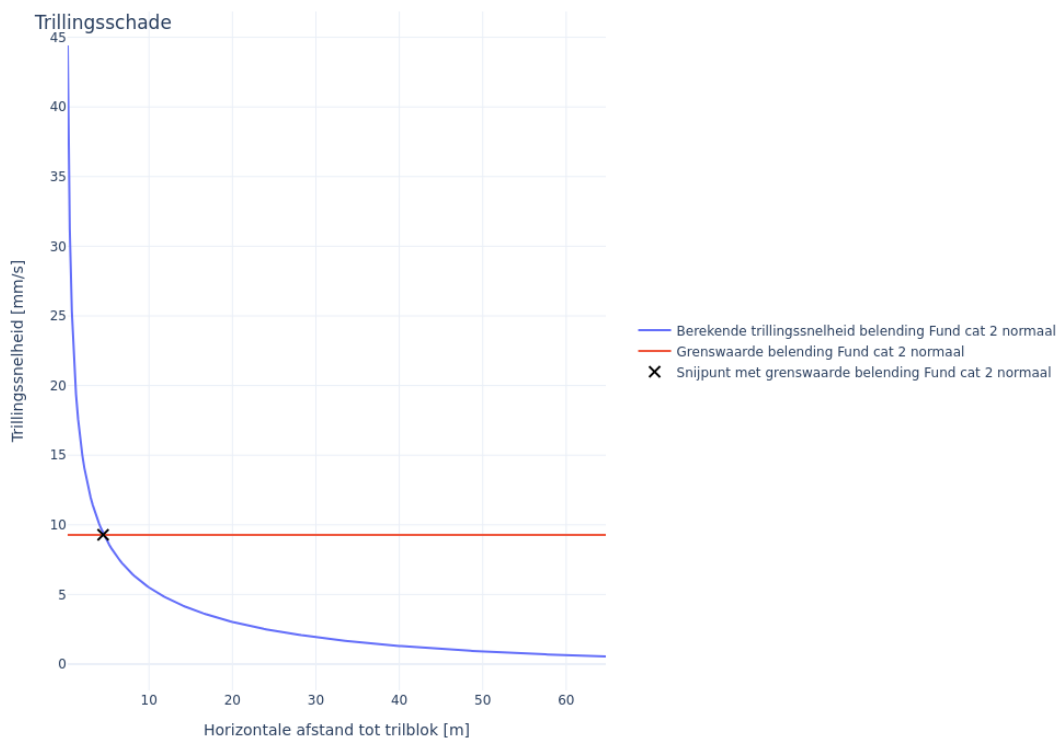
Betrouwbaarheid: 95%

γ_s : 1.0

γ_t : 2.0

γ_v : 1.0

Afstand waarbij voldoet: 4.5 m



Datum 09-08-2022
Kenmerk G.012539.2.4200.40.4050
Pagina 7 van 7

Damwandinstallatie

Project Sterke Lekdijk deeltrace WAM t.p.v. Wijk bij
Duurstede

Auteur	Robert van den Dijssel
Verificator	J. Schellekens
Kenmerk	G.012539.2.4200.40.4050
Datum	09-08-2022
Versie	0.1
Status	Concept

1 Schade door intrillen damwand

1.1 Inleiding

Voor bouwprojecten waarbij damwanden nabij kritische objecten trillend ingebracht moeten worden, is het van belang om vooraf een realistische inschatting van de te verwachten trillingen te maken. In dit hoofdstuk is het empirische trillingsprognosemodel conform SBR(A), de Praktijkrichtlijn (en CUR166, CUR) uitgewerkt. Met dit model kan een inschatting van de kans op schade worden gemaakt.

1.2 Formules

Bepaling trillingssnelheid

De optredende trillingssnelheid op enige afstand van de damwand is berekend met [CUR166, Praktijkrichtlijn]:

$$v(x) = q_{ex} \cdot v_{0,cor} \cdot \sqrt{\frac{x_0}{x}} e^{-\alpha(x-x_0)}$$

Waarbij:

v	Trillingssnelheid	[mm/s]
x	Afstand tot trillingsbron gemeten over maaiveld	[m]
$v_{0,cor}$	Gecorrigeerde bronsterkte van de trillingsintensiteit van het trilblok	[mm/s]
x_0	Referentie afstand tot het trilblok	[m]
x	Afstand van het trilblok	[m]
q_{ex}	Overdrachtsfactor trillingen grond naar draagconstructie	[-]
α	Karakteristieke dempingsconstante ten gevolge van materiaaldemping	[m ⁻¹]

Referentie afstand x_0 is standaard gelijk aan 5 meter [CUR166]. Indicatief ligt dempingsconstante α tussen 0,00 en 0,03 m⁻¹ [Praktijkrichtlijn].

$$v_{0,cor} = v_0 + c_{vel}(F - 350)$$

Waarin:

v_0	Referentie trillingssnelheid op 5 meter afstand	[mm/s]
c_{vel}	Correctiefactor voor invloed slagkracht van het trilblok [CUR166]	[mm/s/kN]
F	Slagkracht van het trilblok	[kN]

De waarden van v_0 en c_{vel} zijn afhankelijk van de grondslag. Hiervoor is in [CUR166] 7 verschillende bodemprofielen gemaakt. De aangescherpte waarden uit [Geotechniek 2014] zijn aangehouden, zoals geadviseerd in [praktijkrichtlijn].

Bepaling toelaatbare trillingssnelheid

Conform SBR(A) is de trilling capaciteit met de volgende formule bepaald:

$$V_r = V_{kar} / (\gamma_s \cdot \gamma_t)$$

Waarbij:

V_{kar}	karakteristieke grenswaarde	[mm/s]
γ_s	Veiligheidsfactor bouwkundige staat	[-]
γ_t	Veiligheidsfactor type trilling	[-]

Alle factoren zijn bepaald conform SBR A. Aansluitend dient v_r te worden gereduceerd afhankelijk van het type meting met veiligheidsfactor γ_v .

Bepaling V_{kar}

Voor funderingen op palen is V_{kar} afhankelijk van de trilfrequentie van het trilblok, de categorie van het bouwwerk, en of het de begane grond of een bovenverdieping betreft. De waardes staan in SBR-A.

Voor funderingen op staal is V_{kar} afhankelijk van de laagdikte H onder het bouwwerk. Hierbij geldt de volgende formule:

$$C_D = 1 + \frac{8-H}{7}, \text{ met } 1,0 \leq C_D \leq 2,0$$

$$V_{kar} = 10 \cdot C_D$$

1.3 Uitgangspunten

In de trilschadeprognose zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Bodemprofiel: Tiel
- Betrouwbaarheid: 99%
- Dempingsfactor: 0.025
- Frequentie trilblok: 38 Hz
- Slagkracht: 1350 kN
- Type trilling: continu

Uitgangspunten voor belendingen staan in Tabel 1.

Tabel 1: Uitgangspunten belendingen

Nr	Naam object	Categorie	Type fundering	Etage	Leiding Materiaal	Bouwkundige staat	q_{ex}	Dikte zettingsgevoelige laag
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]
1	fund cat2 monument	2	Staal	B.G.	-	Monument /gevoelig	0.7	2
2	fund cat 2 normaal	2	Staal	B.G.	-	Normaal	0.7	2

1.4 Resultaten

De trillingsnelheden dienen bij de belendingen lager te zijn dan de toelaatbare trillingsnelheid. Tabel 3 bevat de grenswaardes van de belendingen uit Tabel 1.

Tabel 2: Karakteristieke waarde en rekenwaarde van grenswaardes belendingen

Nr	Naam object	V_{kar}	Y_s	Y_t	V_r
[-]	[-]	[mm/s]	[-]	[-]	[mm/s]
1	fund cat2 monument	18.6	1.7	2.0	5.5
2	fund cat 2 normaal	18.6	1.0	2.0	9.3

Tabel 3: Rekenwaarde grenswaardes belendingen afhankelijk van type meting

Nr [-]	Naam object [-]	Type meting [-]	V_r [mm/s]	γ_v [-]	V_r/γ_v [mm/s]
1	fund cat2 monument	Uitgebreid	5.5	1.0	5.5
2	fund cat 2 normaal	Uitgebreid	9.3	1.0	9.3

Gegeven de grenswaarde in Tabel 3 is een minimaal benodigde afstand van het trilblok tot de belending bepaald. Indien het trilblok zich buiten deze afstand bevindt is de kans op schade acceptabel klein geacht. Zie Tabel 4.

Tabel 4: Resultaten trillingspredictie

Nr [-]	Naam object [-]	Afstand benodigd voor overschrijdingskans <1% [m]
1	fund cat2 monument	18.5
2	fund cat 2 normaal	10.0

Appendix 1 Trilshade figuren

Naam object: fund cat2 monument

Belending type: gebouw

Gebouw categorie: 2

Bouwkundige staat: monument

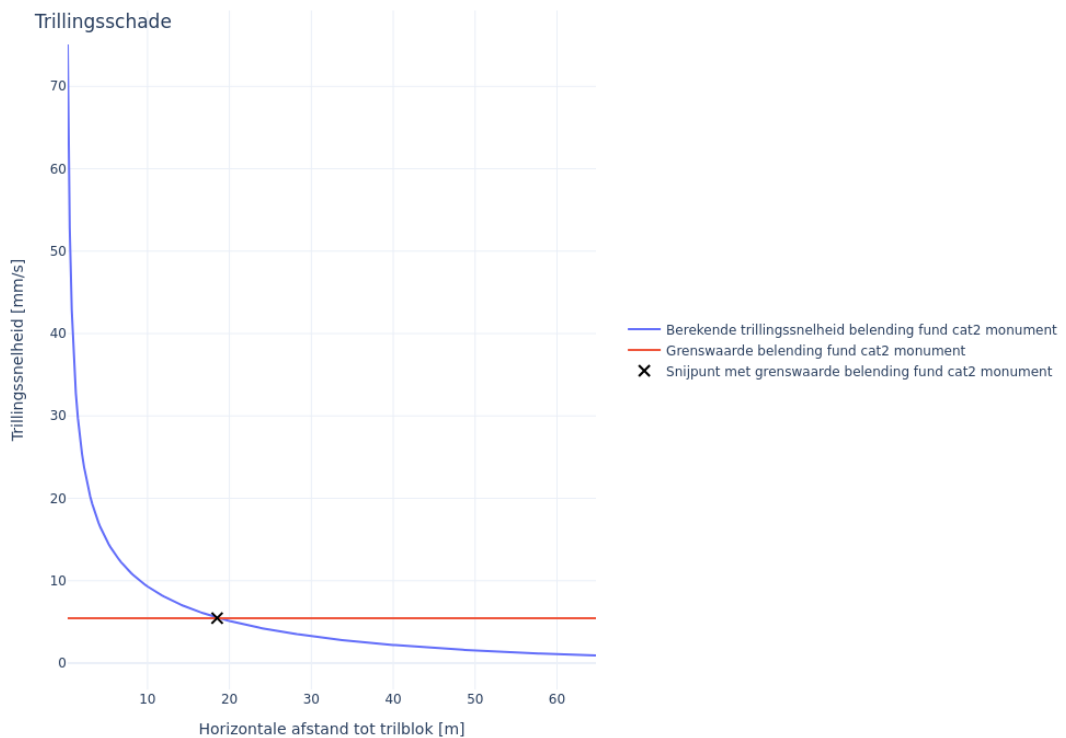
Betrouwbaarheid: 99%

γ_s : 1.7

γ_t : 2.0

γ_v : 1.0

Afstand waarbij voldoet: 18.5 m



Naam object: fund cat 2 normaal

Belending type: gebouw

Gebouw categorie: 2

Bouwkundige staat: normal

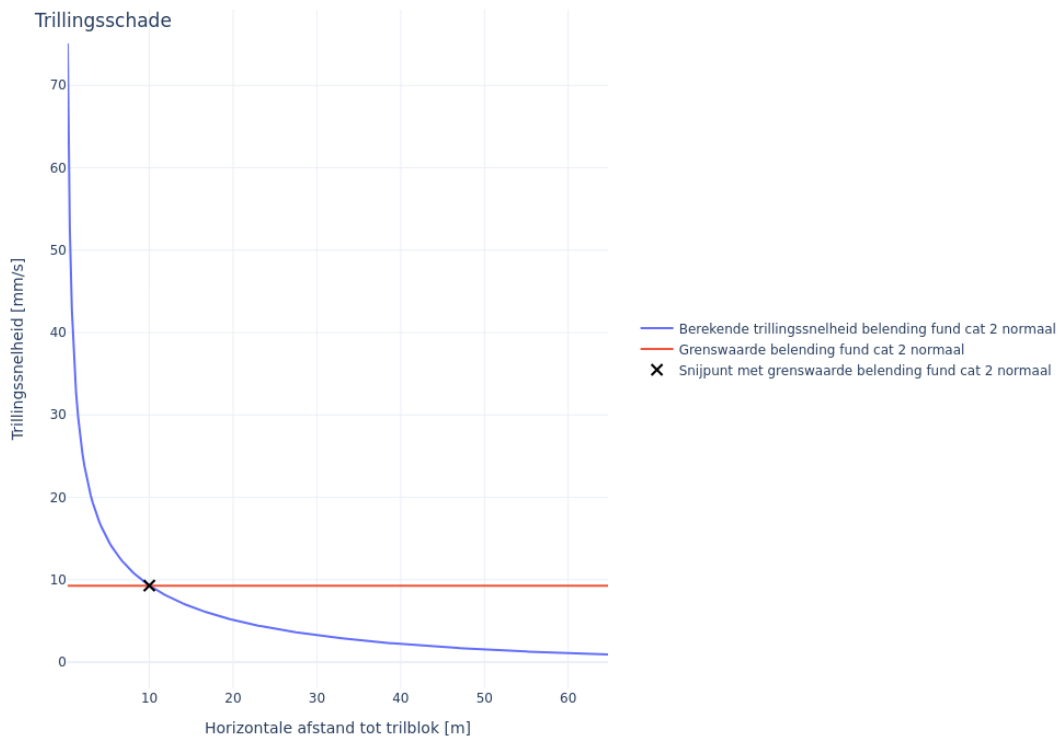
Betrouwbaarheid: 99%

γ_s : 1.0

γ_t : 2.0

γ_v : 1.0

Afstand waarbij voldoet: 10.0 m



Datum 09-08-2022
Kenmerk G.012539.2.4200.40.4050
Pagina 7 van 7

Damwandinstallatie

Project Sterke Lekdijk deeltrace WAM t.p.v. Wijk bij
Duurstede

Auteur	Robert van den Dijssel
Verificator	J. Schellekens
Kenmerk	G.012539.2.4200.40.4050
Datum	09-08-2022
Versie	1.0
Status	definitief

1 Schade door intrillen damwand

1.1 Inleiding

Voor bouwprojecten waarbij damwanden nabij kritische objecten trillend ingebracht moeten worden, is het van belang om vooraf een realistische inschatting van de te verwachten trillingen te maken. In dit hoofdstuk is het empirische trillingsprognosemodel conform SBR(A), de Praktijkrichtlijn (en CUR166, CUR) uitgewerkt. Met dit model kan een inschatting van de kans op schade worden gemaakt.

1.2 Formules

Bepaling trillingssnelheid

De optredende trillingssnelheid op enige afstand van de damwand is berekend met [CUR166, Praktijkrichtlijn]:

$$v(x) = q_{ex} \cdot v_{0,cor} \cdot \sqrt{\frac{x_0}{x}} e^{-\alpha(x-x_0)}$$

Waarbij:

v	Trillingssnelheid	[mm/s]
x	Afstand tot trillingsbron gemeten over maaiveld	[m]
$v_{0,cor}$	Gecorrigeerde bronsterkte van de trillingsintensiteit van het trilblok	[mm/s]
x_0	Referentie afstand tot het trilblok	[m]
x	Afstand van het trilblok	[m]
q_{ex}	Overdrachtsfactor trillingen grond naar draagconstructie	[-]
α	Karakteristieke dempingsconstante ten gevolge van materiaaldemping	[m ⁻¹]

Referentie afstand x_0 is standaard gelijk aan 5 meter [CUR166]. Indicatief ligt dempingsconstante α tussen 0,00 en 0,03 m⁻¹ [Praktijkrichtlijn].

$$v_{0,cor} = v_0 + c_{vel}(F - 350)$$

Waarin:

v_0	Referentie trillingssnelheid op 5 meter afstand	[mm/s]
c_{vel}	Correctiefactor voor invloed slagkracht van het trilblok [CUR166]	[mm/s/kN]
F	Slagkracht van het trilblok	[kN]

De waarden van v_0 en c_{vel} zijn afhankelijk van de grondslag. Hiervoor is in [CUR166] 7 verschillende bodemprofielen gemaakt. De aangescherpte waarden uit [Geotechniek 2014] zijn aangehouden, zoals geadviseerd in [praktijkrichtlijn].

Bepaling toelaatbare trillingssnelheid

Conform SBR(A) is de trilling capaciteit met de volgende formule bepaald:

$$V_r = V_{kar} / (\gamma_s \cdot \gamma_t)$$

Waarbij:

V_{kar}	karakteristieke grenswaarde	[mm/s]
γ_s	Veiligheidsfactor bouwkundige staat	[-]
γ_t	Veiligheidsfactor type trilling	[-]

Alle factoren zijn bepaald conform SBR A. Aansluitend dient v_r te worden gereduceerd afhankelijk van het type meting met veiligheidsfactor γ_v .

Bepaling V_{kar}

Voor funderingen op palen is V_{kar} afhankelijk van de trilfrequentie van het trilblok, de categorie van het bouwwerk, en of het de begane grond of een bovenverdieping betreft. De waardes staan in SBR-A.

Voor funderingen op staal is V_{kar} afhankelijk van de laagdikte H onder het bouwwerk. Hierbij geldt de volgende formule:

$$C_D = 1 + \frac{8-H}{7}, \text{ met } 1,0 \leq C_D \leq 2,0$$

$$V_{kar} = 10 \cdot C_D$$

1.3 Uitgangspunten

In de trilschadeprognose zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Bodemprofiel: Tiel
- Betrouwbaarheid: 99%
- Dempingsfactor: 0.025
- Frequentie trilblok: 38 Hz
- Slagkracht: 1600 kN
- Type trilling: continu

Uitgangspunten voor belendingen staan in Tabel 1.

Tabel 1: Uitgangspunten belendingen

Nr	Naam object	Categorie	Type fundering	Etage	Leiding Materiaal	Bouwkundige staat	q_{ex}	Dikte zettingsgevoelige laag [m]
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
1	fund staal cat2 monument	2	Staal	B.G.	-	Monument /gevoelig	0.7	2
2	fund staal cat 2 normaal	2	Staal	B.G.	-	Normaal	0.7	2

1.4 Resultaten

De trillingsnelheden dienen bij de belendingen lager te zijn dan de toelaatbare trillingsnelheid. Tabel 3 bevat de grenswaardes van de belendingen uit Tabel 1.

Tabel 2: Karakteristieke waarde en rekenwaarde van grenswaardes belendingen

Nr	Naam object	V_{kar}	Y_s	Y_t	V_r
[-]	[-]	[mm/s]	[-]	[-]	[mm/s]
1	fund staal cat2 monument	18.6	1.7	2.0	5.5
2	fund staal cat 2 normaal	18.6	1.0	2.0	9.3

Tabel 3: Rekenwaarde grenswaardes belendingen afhankelijk van type meting

Nr [-]	Naam object [-]	Type meting [-]	V_r [mm/s]	γ_v [-]	V_r / γ_v [mm/s]
1	fund staal cat2 monument	Uitgebreid	5.5	1.0	5.5
2	fund staal cat 2 normaal	Uitgebreid	9.3	1.0	9.3

Gegeven de grenswaarde in Tabel 3 is een minimaal benodigde afstand van het trilblok tot de belending bepaald. Indien het trilblok zich buiten deze afstand bevindt is de kans op schade acceptabel klein geacht. Zie Tabel 4.

Tabel 4: Resultaten trillingspredictie

Nr [-]	Naam object [-]	Afstand benodigd voor overschrijdingskans <1% [m]
1	fund staal cat2 monument	21.25
2	fund staal cat 2 normaal	11.75

Appendix 1 Trilshade figuren

Naam object: fund staal cat2 monument

Belending type: gebouw

Gebouw categorie: 2

Bouwkundige staat: monument

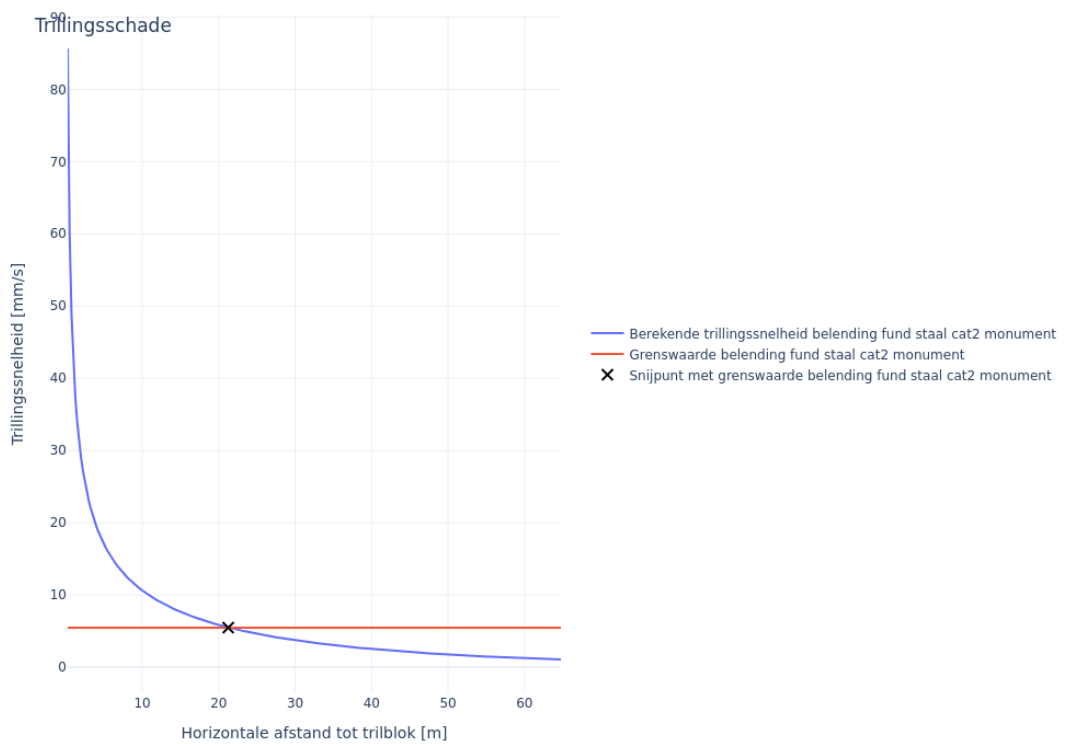
Betrouwbaarheid: 99%

γ_s : 1.7

γ_t : 2.0

γ_v : 1.0

Afstand waarbij voldoet: 21.25 m



Naam object: fund staal cat 2 normaal

Belending type: gebouw

Gebouw categorie: 2

Bouwkundige staat: normal

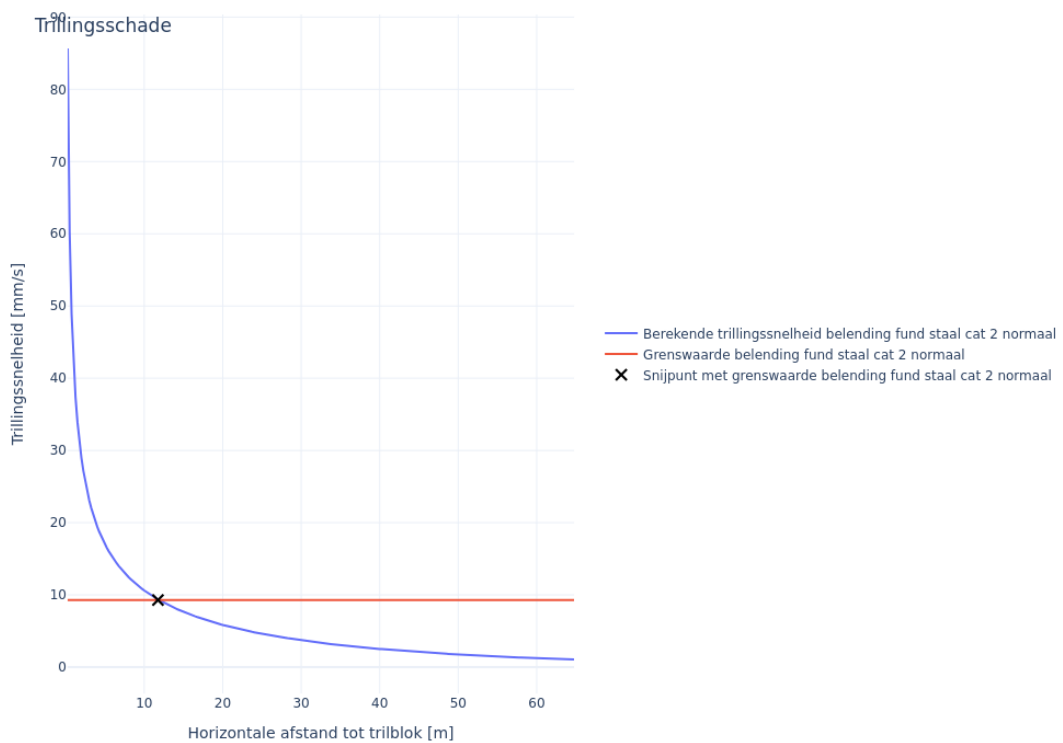
Betrouwbaarheid: 99%

γ_s : 1.0

γ_t : 2.0

γ_v : 1.0

Afstand waarbij voldoet: 11.75 m



Datum 09-08-2022
Kenmerk G.012539.2.4200.40.4050
Pagina 7 van 7

Damwandinstallatie

Project Sterke Lekdijk deeltrace WAM t.p.v. Wijk bij
Duurstede

Auteur	Robert van den Dijssel
Verificator	J. Schellekens
Kenmerk	G.012539.2.4200.40.4050
Datum	09-08-2022
Versie	1.0
Status	definitief

1 Schade door intrillen damwand

1.1 Inleiding

Voor bouwprojecten waarbij damwanden nabij kritische objecten trillend ingebracht moeten worden, is het van belang om vooraf een realistische inschatting van de te verwachten trillingen te maken. In dit hoofdstuk is het empirische trillingsprognosemodel conform SBR(A), de Praktijkrichtlijn (en CUR166, CUR) uitgewerkt. Met dit model kan een inschatting van de kans op schade worden gemaakt.

1.2 Formules

Bepaling trillingssnelheid

De optredende trillingssnelheid op enige afstand van de damwand is berekend met [CUR166, Praktijkrichtlijn]:

$$v(x) = q_{ex} \cdot v_{0,cor} \cdot \sqrt{\frac{x_0}{x}} e^{-\alpha(x-x_0)}$$

Waarbij:

v	Trillingssnelheid	[mm/s]
x	Afstand tot trillingsbron gemeten over maaiveld	[m]
$v_{0,cor}$	Gecorrigeerde bronsterkte van de trillingsintensiteit van het trilblok	[mm/s]
x_0	Referentie afstand tot het trilblok	[m]
x	Afstand van het trilblok	[m]
q_{ex}	Overdrachtsfactor trillingen grond naar draagconstructie	[-]
α	Karakteristieke dempingsconstante ten gevolge van materiaaldemping	[m ⁻¹]

Referentie afstand x_0 is standaard gelijk aan 5 meter [CUR166]. Indicatief ligt dempingsconstante α tussen 0,00 en 0,03 m⁻¹ [Praktijkrichtlijn].

$$v_{0,cor} = v_0 + c_{vel}(F - 350)$$

Waarin:

v_0	Referentie trillingssnelheid op 5 meter afstand	[mm/s]
c_{vel}	Correctiefactor voor invloed slagkracht van het trilblok [CUR166]	[mm/s/kN]
F	Slagkracht van het trilblok	[kN]

De waarden van v_0 en c_{vel} zijn afhankelijk van de grondslag. Hiervoor is in [CUR166] 7 verschillende bodemprofielen gemaakt. De aangescherpte waarden uit [Geotechniek 2014] zijn aangehouden, zoals geadviseerd in [praktijkrichtlijn].

Bepaling toelaatbare trillingssnelheid

Conform SBR(A) is de trilling capaciteit met de volgende formule bepaald:

$$V_r = V_{kar} / (\gamma_s \cdot \gamma_t)$$

Waarbij:

V_{kar}	karakteristieke grenswaarde	[mm/s]
γ_s	Veiligheidsfactor bouwkundige staat	[-]
γ_t	Veiligheidsfactor type trilling	[-]

Alle factoren zijn bepaald conform SBR A. Aansluitend dient v_r te worden gereduceerd afhankelijk van het type meting met veiligheidsfactor γ_v .

Bepaling V_{kar}

Voor funderingen op palen is V_{kar} afhankelijk van de trilfrequentie van het trilblok, de categorie van het bouwwerk, en of het de begane grond of een bovenverdieping betreft. De waardes staan in SBR-A.

Voor funderingen op staal is V_{kar} afhankelijk van de laagdikte H onder het bouwwerk. Hierbij geldt de volgende formule:

$$C_D = 1 + \frac{8-H}{7}, \text{ met } 1,0 \leq C_D \leq 2,0$$

$$V_{kar} = 10 \cdot C_D$$

1.3 Uitgangspunten

In de trilschadeprognose zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Bodemprofiel: Tiel
- Betrouwbaarheid: 99%
- Dempingsfactor: 0.025
- Frequentie trilblok: 38 Hz
- Slagkracht: 1350 kN
- Type trilling: continu

Uitgangspunten voor belendingen staan in Tabel 1.

Tabel 1: Uitgangspunten belendingen

Nr	Naam object	Categorie	Type fundering	Etage	Leiding Materiaal	Bouwkundige staat	q_{ex}	Dikte zettingsgevoelige laag [m]
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
1	fund staal cat 2 normaal	2	Staal	B.G.	-	Normaal	0.7	2
2	fund staal cat 2 monument	2	Staal	B.G.	-	Monument /gevoelig	0.7	2

1.4 Resultaten

De trillingsnelheden dienen bij de belendingen lager te zijn dan de toelaatbare trillingsnelheid. Tabel 3 bevat de grenswaardes van de belendingen uit Tabel 1.

Tabel 2: Karakteristieke waarde en rekenwaarde van grenswaardes belendingen

Nr	Naam object	V_{kar} [mm/s]	Y_s [-]	Y_t [-]	V_r [mm/s]
[-]	[-]				
1	fund staal cat 2 normaal	18.6	1.0	2.0	9.3
2	fund staal cat 2 monument	18.6	1.7	2.0	5.5

Tabel 3: Rekenwaarde grenswaardes belendingen afhankelijk van type meting

Nr [-]	Naam object [-]	Type meting [-]	V_r [mm/s]	γ_v [-]	V_r/γ_v [mm/s]
1	fund staal cat 2 normaal	Uitgebreid	9.3	1.0	9.3
2	fund staal cat 2 monument	Uitgebreid	5.5	1.0	5.5

Gegeven de grenswaarde in Tabel 3 is een minimaal benodigde afstand van het trilblok tot de belending bepaald. Indien het trilblok zich buiten deze afstand bevindt is de kans op schade acceptabel klein geacht. Zie Tabel 4.

Tabel 4: Resultaten trillingspredictie

Nr [-]	Naam object [-]	Afstand benodigd voor overschrijdingskans <1% [m]
1	fund staal cat 2 normaal	10.0
2	fund staal cat 2 monument	18.5

Appendix 1 Trilschade figuren

Naam object: fund staal cat 2 normaal

Belending type: gebouw

Gebouw categorie: 2

Bouwkundige staat: normal

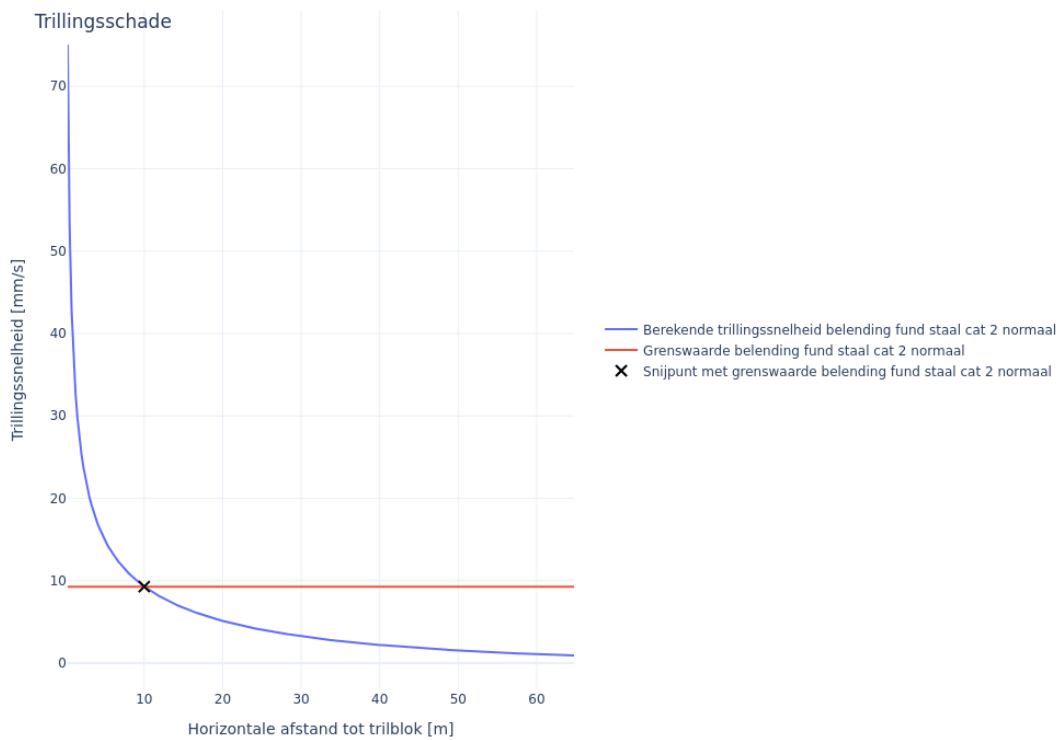
Betrouwbaarheid: 99%

γ_s : 1.0

γ_t : 2.0

γ_v : 1.0

Afstand waarbij voldoet: 10.0 m



Naam object: fund staal cat 2 monument

Belending type: gebouw

Gebouw categorie: 2

Bouwkundige staat: monument

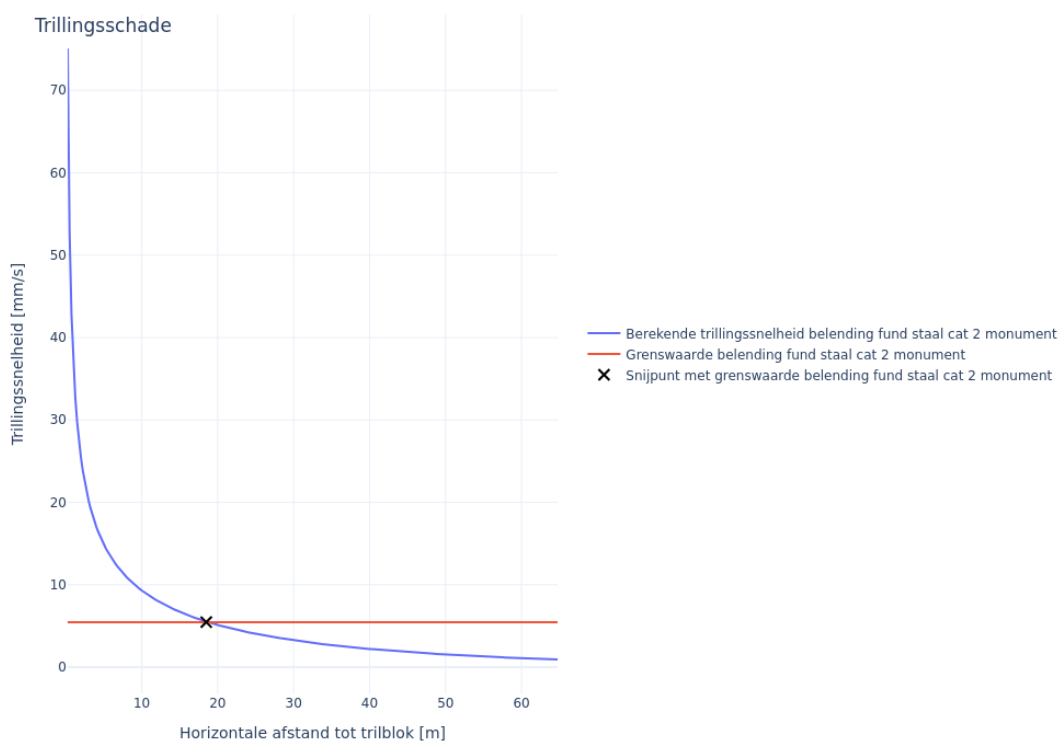
Betrouwbaarheid: 99%

γ_s : 1.7

γ_t : 2.0

γ_v : 1.0

Afstand waarbij voldoet: 18.5 m



Datum 09-08-2022
Kenmerk G.012539.2.4200.40.4050
Pagina 7 van 7

Damwandinstallatie

Project Sterke Lekdijk deeltrace WAM t.p.v. Wijk bij
Duurstede

Auteur	Robert van den Dijssel
Verificator	J. Schellekens
Kenmerk	G.012539.2.4200.40.4050
Datum	09-08-2022
Versie	1.0
Status	definitief

1 Schade door intrillen damwand

1.1 Inleiding

Voor bouwprojecten waarbij damwanden nabij kritische objecten trillend ingebracht moeten worden, is het van belang om vooraf een realistische inschatting van de te verwachten trillingen te maken. In dit hoofdstuk is het empirische trillingsprognosemodel conform SBR(A), de Praktijkrichtlijn (en CUR166, CUR) uitgewerkt. Met dit model kan een inschatting van de kans op schade worden gemaakt.

1.2 Formules

Bepaling trillingssnelheid

De optredende trillingssnelheid op enige afstand van de damwand is berekend met [CUR166, Praktijkrichtlijn]:

$$v(x) = q_{ex} \cdot v_{0,cor} \sqrt{\frac{x_0}{x}} e^{-\alpha(x-x_0)}$$

Waarbij:

v	Trillingssnelheid	[mm/s]
x	Afstand tot trillingsbron gemeten over maaiveld	[m]
$v_{0,cor}$	Gecorrigeerde bronsterkte van de trillingsintensiteit van het trilblok	[mm/s]
x_0	Referentie afstand tot het trilblok	[m]
x	Afstand van het trilblok	[m]
q_{ex}	Overdrachtsfactor trillingen grond naar draagconstructie	[-]
α	Karakteristieke dempingsconstante ten gevolge van materiaaldemping	[m ⁻¹]

Referentie afstand x_0 is standaard gelijk aan 5 meter [CUR166]. Indicatief ligt dempingsconstante α tussen 0,00 en 0,03 m⁻¹ [Praktijkrichtlijn].

$$v_{0,cor} = v_0 + c_{vel}(F - 350)$$

Waarin:

v_0	Referentie trillingssnelheid op 5 meter afstand	[mm/s]
c_{vel}	Correctiefactor voor invloed slagkracht van het trilblok [CUR166]	[mm/s/kN]
F	Slagkracht van het trilblok	[kN]

De waarden van v_0 en c_{vel} zijn afhankelijk van de grondslag. Hiervoor is in [CUR166] 7 verschillende bodemprofielen gemaakt. De aangescherpte waarden uit [Geotechniek 2014] zijn aangehouden, zoals geadviseerd in [praktijkrichtlijn].

Bepaling toelaatbare trillingssnelheid

Conform SBR(A) is de trilling capaciteit met de volgende formule bepaald:

$$V_r = V_{kar} / (\gamma_s \cdot \gamma_t)$$

Waarbij:

V_{kar}	karakteristieke grenswaarde	[mm/s]
γ_s	Veiligheidsfactor bouwkundige staat	[-]
γ_t	Veiligheidsfactor type trilling	[-]

Alle factoren zijn bepaald conform SBR A. Aansluitend dient v_r te worden gereduceerd afhankelijk van het type meting met veiligheidsfactor γ_v .

Bepaling V_{kar}

Voor funderingen op palen is V_{kar} afhankelijk van de trilfrequentie van het trilblok, de categorie van het bouwwerk, en of het de begane grond of een bovenverdieping betreft. De waardes staan in SBR-A.

Voor funderingen op staal is V_{kar} afhankelijk van de laagdikte H onder het bouwwerk. Hierbij geldt de volgende formule:

$$C_D = 1 + \frac{8-H}{7}, \text{ met } 1,0 \leq C_D \leq 2,0$$

$$V_{kar} = 10 \cdot C_D$$

1.3 Uitgangspunten

In de trilschadeprognose zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Bodemprofiel: Tiel
- Betrouwbaarheid: 99%
- Dempingsfactor: 0.025
- Frequentie trilblok: 38 Hz
- Slagkracht: 1350 kN
- Type trilling: continu

Uitgangspunten voor belendingen staan in Tabel 1.

Tabel 1: Uitgangspunten belendingen

Nr	Naam object	Categorie	Type fundering	Etage	Leiding Materiaal	Bouwkundige staat	q_{ex}	Dikte zettingsgevoelige laag [m]
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
1	Fund op staal cat 2 monument	2	Staal	B.G.	-	Monument /gevoelig	0.7	1
2	fund staal cat 2 normaal	2	Staal	B.G.	-	Normaal	0.7	1

1.4 Resultaten

De trillingsnelheden dienen bij de belendingen lager te zijn dan de toelaatbare trillingsnelheid. Tabel 3 bevat de grenswaardes van de belendingen uit Tabel 1.

Tabel 2: Karakteristieke waarde en rekenwaarde van grenswaardes belendingen

Nr	Naam object	V_{kar}	Y_s	Y_t	V_r
[-]	[-]	[mm/s]	[-]	[-]	[mm/s]
1	Fund op staal cat 2 monument	20.0	1.7	2.0	5.9
2	fund staal cat 2 normaal	20.0	1.0	2.0	10.0

Tabel 3: Rekenwaarde grenswaardes belendingen afhankelijk van type meting

Nr [-]	Naam object [-]	Type meting [-]	V_r [mm/s]	γ_v [-]	V_r/ γ_v [mm/s]
1	Fund op staal cat 2 monument	Indicatief	5.9	1.6	3.7
2	fund staal cat 2 normaal	Indicatief	10.0	1.6	6.2

Gegeven de grenswaarde in Tabel 3 is een minimaal benodigde afstand van het trilblok tot de belending bepaald. Indien het trilblok zich buiten deze afstand bevindt is de kans op schade acceptabel klein geacht. Zie Tabel 4.

Tabel 4: Resultaten trillingspredictie

Nr [-]	Naam object [-]	Afstand benodigd voor overschrijdingskans <1% [m]
1	Fund op staal cat 2 monument	27.0
2	fund staal cat 2 normaal	16.0

Appendix 1 Trilshade figuren

Naam object: Fund op staal cat 2 monument

Belending type: gebouw

Gebouw categorie: 2

Bouwkundige staat: monument

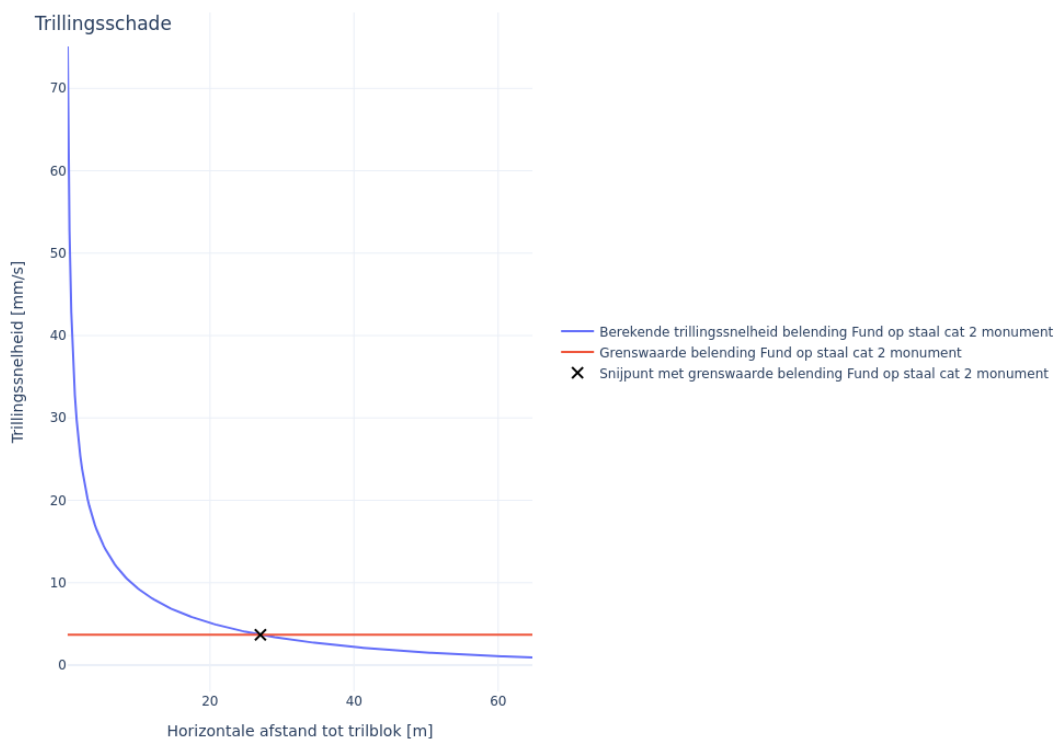
Betrouwbaarheid: 99%

γ_s : 1.7

γ_t : 2.0

γ_v : 1.6

Afstand waarbij voldoet: 27.0 m



Naam object: fund staal cat 2 normaal

Belending type: gebouw

Gebouw categorie: 2

Bouwkundige staat: normal

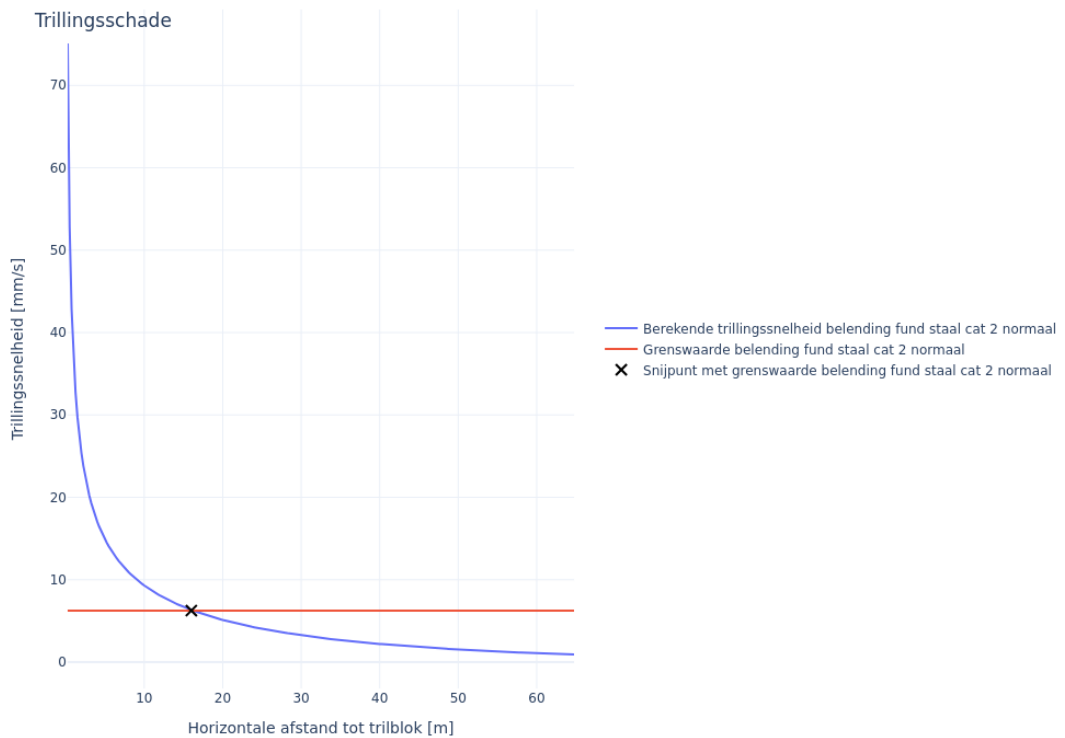
Betrouwbaarheid: 99%

γ_s : 1.0

γ_t : 2.0

γ_v : 1.6

Afstand waarbij voldoet: 16.0 m



Datum 09-08-2022
Kenmerk G.012539.2.4200.40.4050
Pagina 7 van 7

Damwandinstallatie

Project Sterke Lekdijk deeltrace WAM t.p.v. Wijk bij
Duurstede

Auteur	Robert van den Dijssel
Verificator	J. Schellekens
Kenmerk	G.012539.2.4200.40.4050
Datum	09-08-2022
Versie	1.0
Status	definitief

1 Schade door intrillen damwand

1.1 Inleiding

Voor bouwprojecten waarbij damwanden nabij kritische objecten trillend ingebracht moeten worden, is het van belang om vooraf een realistische inschatting van de te verwachten trillingen te maken. In dit hoofdstuk is het empirische trillingsprognosemodel conform SBR(A), de Praktijkrichtlijn (en CUR166, CUR) uitgewerkt. Met dit model kan een inschatting van de kans op schade worden gemaakt.

1.2 Formules

Bepaling trillingssnelheid

De optredende trillingssnelheid op enige afstand van de damwand is berekend met [CUR166, Praktijkrichtlijn]:

$$v(x) = q_{ex} \cdot v_{0,cor} \sqrt{\frac{x_0}{x}} e^{-\alpha(x-x_0)}$$

Waarbij:

v	Trillingssnelheid	[mm/s]
x	Afstand tot trillingsbron gemeten over maaiveld	[m]
$v_{0,cor}$	Gecorrigeerde bronsterkte van de trillingsintensiteit van het trilblok	[mm/s]
x_0	Referentie afstand tot het trilblok	[m]
x	Afstand van het trilblok	[m]
q_{ex}	Overdrachtsfactor trillingen grond naar draagconstructie	[-]
α	Karakteristieke dempingsconstante ten gevolge van materiaaldemping	[m ⁻¹]

Referentie afstand x_0 is standaard gelijk aan 5 meter [CUR166]. Indicatief ligt dempingsconstante α tussen 0,00 en 0,03 m⁻¹ [Praktijkrichtlijn].

$$v_{0,cor} = v_0 + c_{vel}(F - 350)$$

Waarin:

v_0	Referentie trillingssnelheid op 5 meter afstand	[mm/s]
c_{vel}	Correctiefactor voor invloed slagkracht van het trilblok [CUR166]	[mm/s/kN]
F	Slagkracht van het trilblok	[kN]

De waarden van v_0 en c_{vel} zijn afhankelijk van de grondslag. Hiervoor is in [CUR166] 7 verschillende bodemprofielen gemaakt. De aangescherpte waarden uit [Geotechniek 2014] zijn aangehouden, zoals geadviseerd in [praktijkrichtlijn].

Bepaling toelaatbare trillingssnelheid

Conform SBR(A) is de trilling capaciteit met de volgende formule bepaald:

$$V_r = V_{kar} / (\gamma_s \cdot \gamma_t)$$

Waarbij:

V_{kar}	karakteristieke grenswaarde	[mm/s]
γ_s	Veiligheidsfactor bouwkundige staat	[-]
γ_t	Veiligheidsfactor type trilling	[-]

Alle factoren zijn bepaald conform SBR A. Aansluitend dient v_r te worden gereduceerd afhankelijk van het type meting met veiligheidsfactor γ_v .

Bepaling V_{kar}

Voor funderingen op palen is V_{kar} afhankelijk van de trilfrequentie van het trilblok, de categorie van het bouwwerk, en of het de begane grond of een bovenverdieping betreft. De waardes staan in SBR-A.

Voor funderingen op staal is V_{kar} afhankelijk van de laagdikte H onder het bouwwerk. Hierbij geldt de volgende formule:

$$C_D = 1 + \frac{8-H}{7}, \text{ met } 1,0 \leq C_D \leq 2,0$$

$$V_{kar} = 10 \cdot C_D$$

1.3 Uitgangspunten

In de trilschadeprognose zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Bodemprofiel: Tiel
- Betrouwbaarheid: 99%
- Dempingsfactor: 0.025
- Frequentie trilblok: 38 Hz
- Slagkracht: 1350 kN
- Type trilling: continu

Uitgangspunten voor belendingen staan in Tabel 1.

Tabel 1: Uitgangspunten belendingen

Nr	Naam object	Categorie	Type fundering	Etage	Leiding Materiaal	Bouwkundige staat	q_{ex}	Dikte zettingsgevoelige laag
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]
1	fund cat 2 monument	2	Staal	B.G.	-	Monument /gevoelig	0.7	2
2	fund cat 2 normaal	2	Staal	B.G.	-	Normaal	0.7	2

1.4 Resultaten

De trillingsnelheden dienen bij de belendingen lager te zijn dan de toelaatbare trillingsnelheid. Tabel 3 bevat de grenswaardes van de belendingen uit Tabel 1.

Tabel 2: Karakteristieke waarde en rekenwaarde van grenswaardes belendingen

Nr	Naam object	V_{kar}	Y_s	Y_t	V_r
[-]	[-]	[mm/s]	[-]	[-]	[mm/s]
1	fund cat 2 monument	18.6	1.7	2.0	5.5
2	fund cat 2 normaal	18.6	1.0	2.0	9.3

Tabel 3: Rekenwaarde grenswaardes belendingen afhankelijk van type meting

Nr [-]	Naam object [-]	Type meting [-]	V_r [mm/s]	γ_v [-]	V_r/γ_v [mm/s]
1	fund cat 2 monument	Uitgebreid	5.5	1.0	5.5
2	fund cat 2 normaal	Uitgebreid	9.3	1.0	9.3

Gegeven de grenswaarde in Tabel 3 is een minimaal benodigde afstand van het trilblok tot de belending bepaald. Indien het trilblok zich buiten deze afstand bevindt is de kans op schade acceptabel klein geacht. Zie Tabel 4.

Tabel 4: Resultaten trillingspredictie

Nr [-]	Naam object [-]	Afstand benodigd voor overschrijdingskans <1% [m]
1	fund cat 2 monument	18.5
2	fund cat 2 normaal	10.0

Appendix 1 Trilschade figuren

Naam object: fund cat 2 monument

Belending type: gebouw

Gebouw categorie: 2

Bouwkundige staat: monument

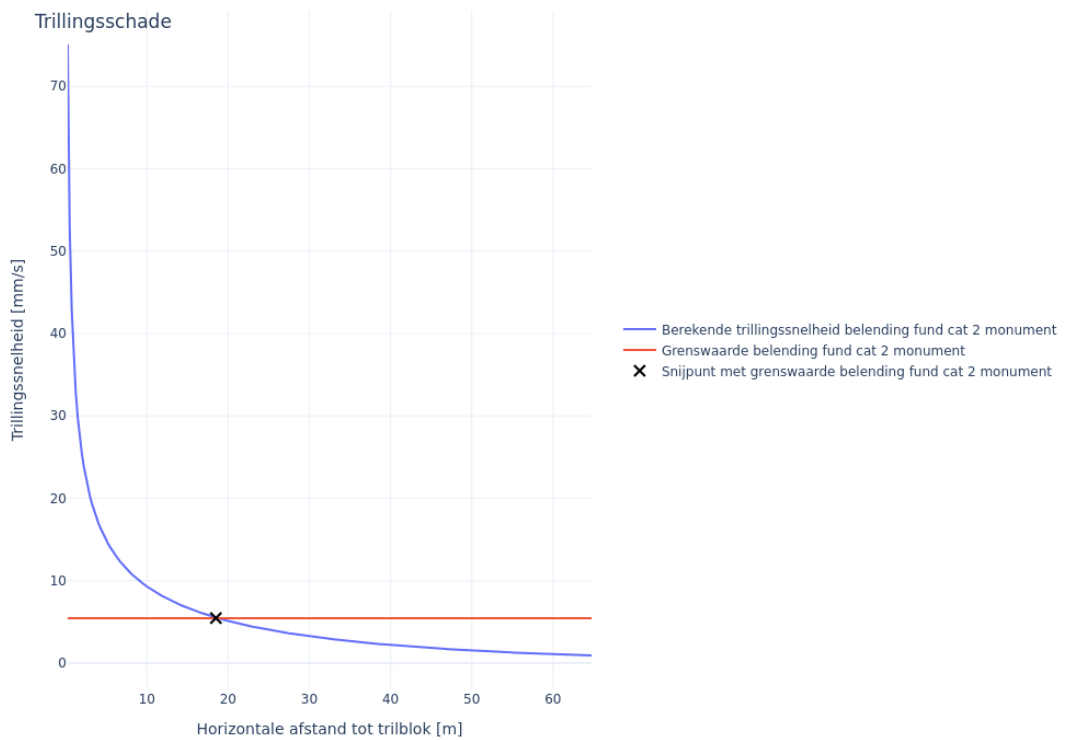
Betrouwbaarheid: 99%

γ_s : 1.7

γ_t : 2.0

γ_v : 1.0

Afstand waarbij voldoet: 18.5 m



Naam object: fund cat 2 normaal

Belending type: gebouw

Gebouw categorie: 2

Bouwkundige staat: normal

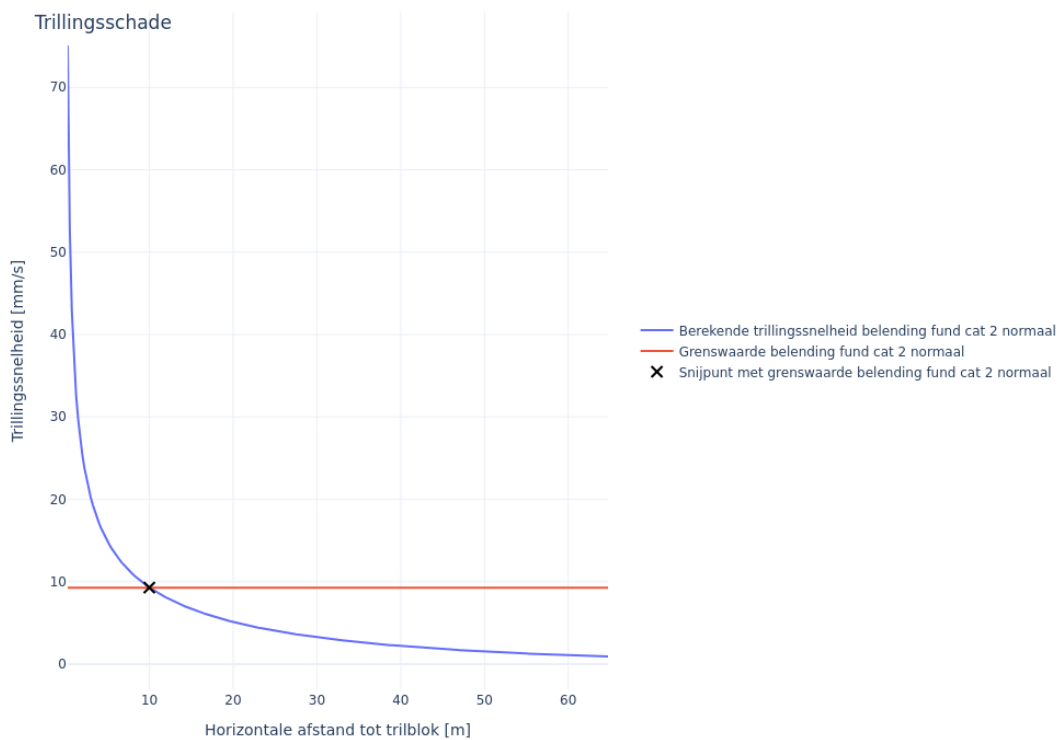
Betrouwbaarheid: 99%

γ_s : 1.0

γ_t : 2.0

γ_v : 1.0

Afstand waarbij voldoet: 10.0 m



Datum 09-08-2022
Kenmerk G.012539.2.4200.40.4050
Pagina 7 van 7

Damwandinstallatie

Project Sterke Lekdijk deeltrace WAM t.p.v. Wijk bij
Duurstede

Auteur	Robert van den Dijssel
Verificator	J. Schellekens
Kenmerk	G.012539.2.4200.40.4050
Datum	09-08-2022
Versie	1.0
Status	definitief

1 Schade door intrillen damwand

1.1 Inleiding

Voor bouwprojecten waarbij damwanden nabij kritische objecten trillend ingebracht moeten worden, is het van belang om vooraf een realistische inschatting van de te verwachten trillingen te maken. In dit hoofdstuk is het empirische trillingsprognosemodel conform SBR(A), de Praktijkrichtlijn (en CUR166, CUR) uitgewerkt. Met dit model kan een inschatting van de kans op schade worden gemaakt.

1.2 Formules

Bepaling trillingssnelheid

De optredende trillingssnelheid op enige afstand van de damwand is berekend met [CUR166, Praktijkrichtlijn]:

$$v(x) = q_{ex} \cdot v_{0,cor} \sqrt{\frac{x_0}{x}} e^{-\alpha(x-x_0)}$$

Waarbij:

v	Trillingssnelheid	[mm/s]
x	Afstand tot trillingsbron gemeten over maaiveld	[m]
$v_{0,cor}$	Gecorrigeerde bronsterkte van de trillingsintensiteit van het trilblok	[mm/s]
x_0	Referentie afstand tot het trilblok	[m]
x	Afstand van het trilblok	[m]
q_{ex}	Overdrachtsfactor trillingen grond naar draagconstructie	[-]
α	Karakteristieke dempingsconstante ten gevolge van materiaaldemping	[m ⁻¹]

Referentie afstand x_0 is standaard gelijk aan 5 meter [CUR166]. Indicatief ligt dempingsconstante α tussen 0,00 en 0,03 m⁻¹ [Praktijkrichtlijn].

$$v_{0,cor} = v_0 + c_{vel}(F - 350)$$

Waarin:

v_0	Referentie trillingssnelheid op 5 meter afstand	[mm/s]
c_{vel}	Correctiefactor voor invloed slagkracht van het trilblok [CUR166]	[mm/s/kN]
F	Slagkracht van het trilblok	[kN]

De waarden van v_0 en c_{vel} zijn afhankelijk van de grondslag. Hiervoor is in [CUR166] 7 verschillende bodemprofielen gemaakt. De aangescherpte waarden uit [Geotechniek 2014] zijn aangehouden, zoals geadviseerd in [praktijkrichtlijn].

Bepaling toelaatbare trillingssnelheid

Conform SBR(A) is de trilling capaciteit met de volgende formule bepaald:

$$V_r = V_{kar} / (\gamma_s \cdot \gamma_t)$$

Waarbij:

V_{kar}	karakteristieke grenswaarde	[mm/s]
γ_s	Veiligheidsfactor bouwkundige staat	[-]
γ_t	Veiligheidsfactor type trilling	[-]

Alle factoren zijn bepaald conform SBR A. Aansluitend dient v_r te worden gereduceerd afhankelijk van het type meting met veiligheidsfactor γ_v .

Bepaling V_{kar}

Voor funderingen op palen is V_{kar} afhankelijk van de trilfrequentie van het trilblok, de categorie van het bouwwerk, en of het de begane grond of een bovenverdieping betreft. De waardes staan in SBR-A.

Voor funderingen op staal is V_{kar} afhankelijk van de laagdikte H onder het bouwwerk. Hierbij geldt de volgende formule:

$$C_D = 1 + \frac{8-H}{7}, \text{ met } 1,0 \leq C_D \leq 2,0$$

$$V_{kar} = 10 \cdot C_D$$

1.3 Uitgangspunten

In de trilschadeprognose zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Bodemprofiel: Tiel
- Betrouwbaarheid: 99%
- Dempingsfactor: 0.025
- Frequentie trilblok: 38 Hz
- Slagkracht: 1600 kN
- Type trilling: continu

Uitgangspunten voor belendingen staan in Tabel 1.

Tabel 1: Uitgangspunten belendingen

Nr	Naam object	Categorie	Type fundering	Etage	Leiding Materiaal	Bouwkundige staat	q_{ex}	Dikte zettingsgevoelige laag
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]
1	fund cat 2 monument	2	Staal	B.G.	-	Monument /gevoelig	0.7	2
2	fund cat 2 normaal	2	Staal	B.G.	-	Normaal	0.7	2

1.4 Resultaten

De trillingsnelheden dienen bij de belendingen lager te zijn dan de toelaatbare trillingsnelheid. Tabel 3 bevat de grenswaardes van de belendingen uit Tabel 1.

Tabel 2: Karakteristieke waarde en rekenwaarde van grenswaardes belendingen

Nr	Naam object	V_{kar}	Y_s	Y_t	V_r
[-]	[-]	[mm/s]	[-]	[-]	[mm/s]
1	fund cat 2 monument	18.6	1.7	2.0	5.5
2	fund cat 2 normaal	18.6	1.0	2.0	9.3

Tabel 3: Rekenwaarde grenswaardes belendingen afhankelijk van type meting

Nr [-]	Naam object [-]	Type meting [-]	V_r [mm/s]	γ_v [-]	V_r / γ_v [mm/s]
1	fund cat 2 monument	Uitgebreid	5.5	1.0	5.5
2	fund cat 2 normaal	Uitgebreid	9.3	1.0	9.3

Gegeven de grenswaarde in Tabel 3 is een minimaal benodigde afstand van het trilblok tot de belending bepaald. Indien het trilblok zich buiten deze afstand bevindt is de kans op schade acceptabel klein geacht. Zie Tabel 4.

Tabel 4: Resultaten trillingspredictie

Nr [-]	Naam object [-]	Afstand benodigd voor overschrijdingskans <1% [m]
1	fund cat 2 monument	21.25
2	fund cat 2 normaal	11.75

Appendix 1 Triltschade figuren

Naam object: fund cat 2 monument

Belending type: gebouw

Gebouw categorie: 2

Bouwkundige staat: monument

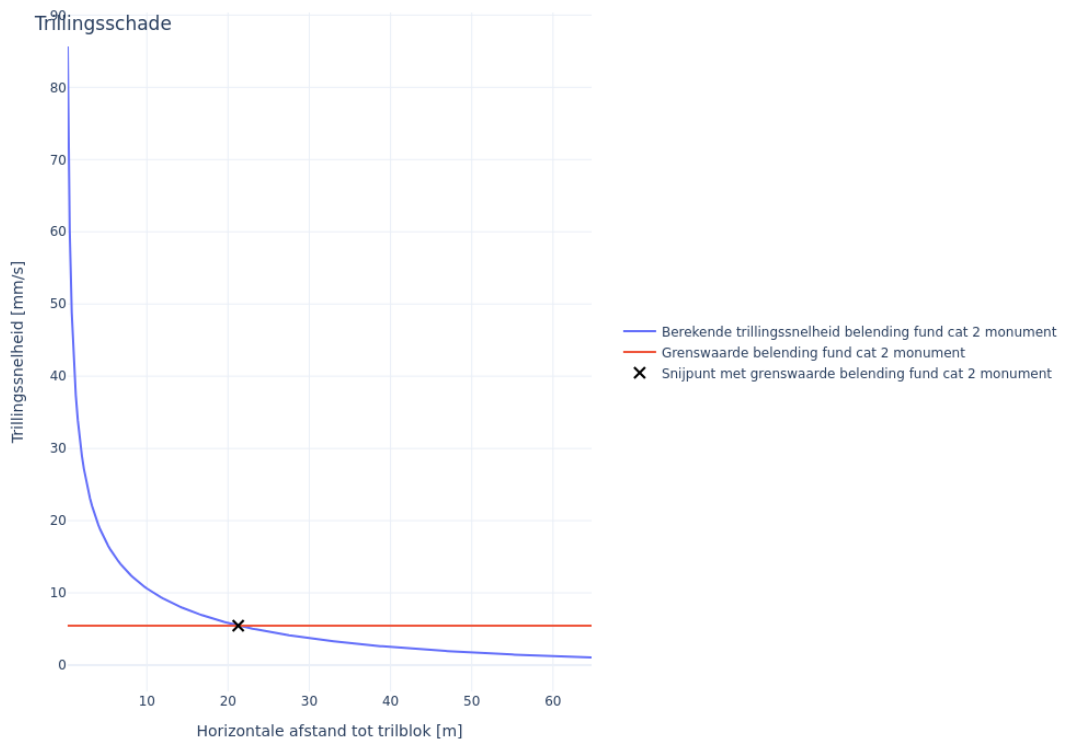
Betrouwbaarheid: 99%

γ_s : 1.7

γ_t : 2.0

γ_v : 1.0

Afstand waarbij voldoet: 21.25 m



Naam object: fund cat 2 normaal

Belending type: gebouw

Gebouw categorie: 2

Bouwkundige staat: normal

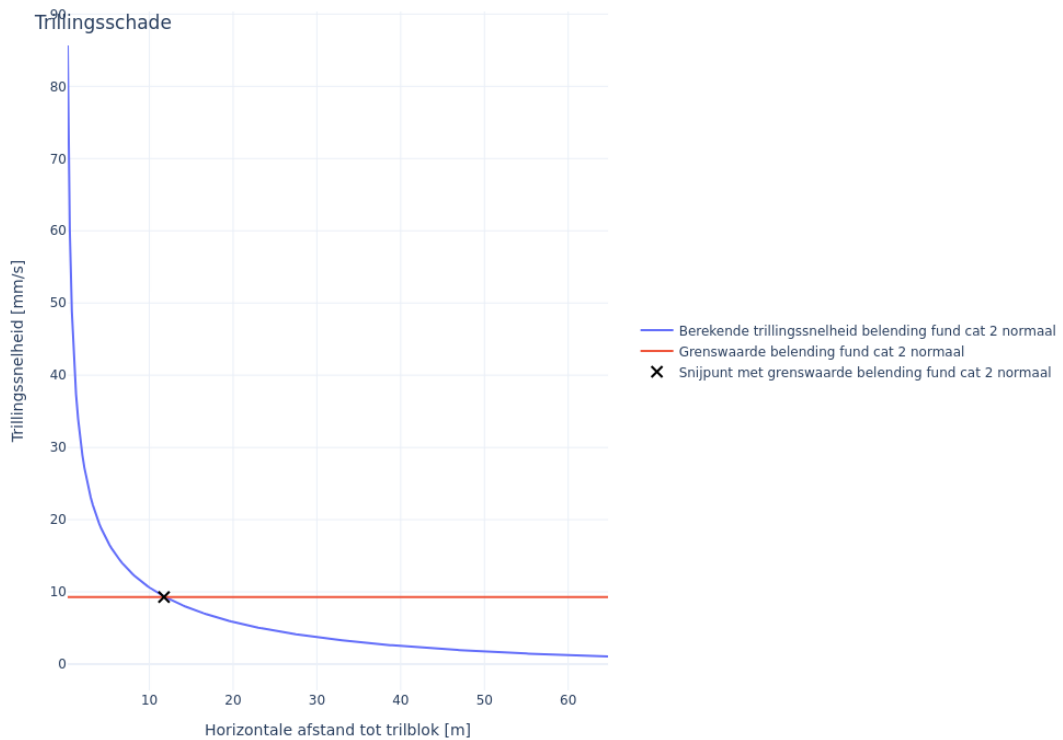
Betrouwbaarheid: 99%

γ_s : 1.0

γ_t : 2.0

γ_v : 1.0

Afstand waarbij voldoet: 11.75 m



Datum 09-08-2022
Kenmerk G.012539.2.4200.40.4050
Pagina 7 van 7