

Adviesnota

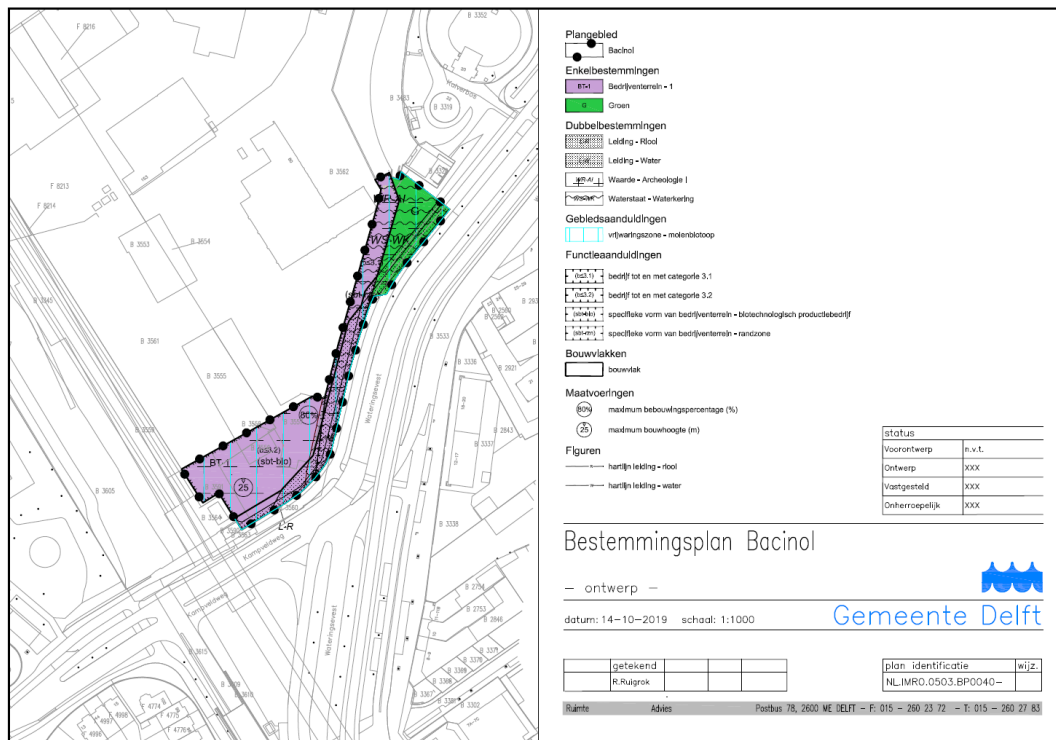
Aan De heer Maarten Koopman, gemeente Delft
Van
Telefoon 06 51 62 44 37
Opsteller ir. Mark Wijnands
Controleur dr.ir. Herke Stuit
Kenmerk Adviesnota Bouwtrillingen Delft Bacinol, versie 2.docx
Projectnummer RM006790
Onderwerp
Datum 15 oktober 2019

Vraag

U heeft onderstaande vragen over de trillingshinder tengevolge van de mogelijk toekomstige bouwactiviteiten op het terrein (en de gebruiksfase). Deze mogelijke bouwactiviteiten zullen zeer dicht bij de spoorconstructie plaatsvinden.

Uw vragen zijn: Wat is het maximaal toelaatbare niveau van de trillingen tijdens de bouw, zodanig dat de constructieve integriteit van de infrastructuur en de veilige loop van het treinverkeer geen gevaar lopen? Idem voor de gebruiksfase? Welke handreikingen voor de toekomstige aannemer(s) zijn hierbij te formuleren?

Situatie



Ten zuidwesten van het plangebied bevinden zich een deel van de spoortunnel en een deel van de verdiepte bak die van tunneldiepte geleidelijk aan naar maaiveld loopt.

Breedte spoorwegzone

In bijlage 1 hebben we de wettelijke teksten over de spoorwegzone bijeen gebracht. (De spoorwegzone is de zone rondom een spoorweg waarbinnen slechts gebouwd mag worden met een vergunning van de Minister, af te geven door ProRail.)

Voor het deelgebied ter hoogte van de tunnel zijn de regels duidelijk: de spoorwegzone reikt tot 30 meter vanaf de buitenste wand van de tunnel. Zie hiervoor in bijlage 1: *Besluit Hoofdspoorweginfrastructuur*, paragraaf 7, artikel 21, lid 1, letter d: de zone reikt tot 30 meter vanaf de buitenste tunnelwand.

Voor het deelgebied ter hoogte van de verdiepte bak zijn de regels volgens ons minder duidelijk, want in *Besluit Hoofdspoorweginfrastructuur*, paragraaf 7, artikel 21, lid 1 wordt een verdiepte bak niet expliciet genoemd.

Een verdiepte bak is enerzijds een constructie en anderzijds een verdiepte ligging.

Adviesnota

- In geval van interpretatie als constructie zou lid 1, letter d van toepassing verklaard kunnen worden. De zone is dan even breed als ter hoogte van de tunnel: tot 30 meter uit de buitenste tunnelwand.
- In geval van interpretatie als ingraving gelden lid 1, letter b en lid 2. Er moet dan onderscheid worden gemaakt naar de diepte.

Wij vermoeden dat ProRail de verdiepte bak als constructie zal interpreteren, met een zone tot 30 meter uit de buitenste wand. Een constructie als een verdiepte bak loopt bij bouwtrillingen immers een groter risico dan een ingegraven aardenbaan.

Nomen voor trillingen binnen en buiten spoorwegzone

Binnen de spoorwegzone

Binnen de spoorwegzone dient een initiatiefnemer bij ProRail een vergunning aan te vragen. Los van deze verplichting heeft de initiatiefnemer zich te houden aan de SBR A-richtlijn voor trillingsschade.

Buiten de spoorwegzone

Buiten de spoorwegzone heeft de initiatiefnemer zich te houden aan de SBR A-richtlijn voor trillingsschade. Deze richtlijn heeft niet de status van wet, maar wordt wel algemeen in Nederland aangehouden en zal bij een eventuele escalatie tot de Raad van State als uitgangspunt gehanteerd worden.

Bijlage 2 geeft informatie over deze richtlijn.

In § 1.1 vallen tunnels volgens het Bouwbesluit onder 'bouwwerken geen gebouw zijnde' en daardoor in categorie 1. Ook de verdiepte bak plaatsen wij in deze categorie.

In § 1.2 valt het heien van palen in de categorie 'herhalende kortdurende trillingen' en het intrillen van damwanden in de categorie 'continue trillingen'.

In § 1.4 wordt gesproken over een 'trillingsgevoelige fundering'. Hieronder valt een kunstwerk zonder palenfundering. Er is dan een risico van verdichting van de bodem als gevolg van bouwtrillingen, met als gevolg een verzakking van de bodem en het plaatselijk wegvallen van de gelijkmatige ondersteuning van de tunnel of verdiepte bak, en daardoor een beschadiging van de constructieve integriteit ervan. Gezien de slapheid van de bodem in het bouwgebied moeten de tunnel en de verdiepte bak op palen gefundeerd zijn.

Handreikingen voor aannemers

De enige bouwactiviteiten die schadelijk voor de constructie of de spoorwegveiligheid zouden kunnen zijn, zijn het heien van palen en het intrillen van damwanden. Onze inschatting is dat deze activiteiten op afstanden van tenminste 5 meter van de buitenste wand van de tunnel of de verdiepte bak geen schade zullen veroorzaken. Op basis van deze inschatting is de feitelijke gevarenszone dus slechts 5 meter breed, gerekend vanaf de buitenste wand van de constructie.

Adviesnota

Voor het gebied buiten deze gevarenzone hebben wij geen bouwinhoudelijke handreikingen.
(Dit staat uiteraard los van de eventuele eisen van ProRail op grond van de vergunningplichtigheid binnen de spoorwegzone.)

Voor het gebied binnen deze gevarenzone kan het zijn dat de aannemer voor het inbrengen van heipalen of damwanden trillingsarme methoden dient te gebruiken, zodanig dat in elk geval aan de SBR A-richtlijn voldaan wordt.

Trillingen in de gebruiksfase

Voor trillingen in de gebruiksfase, bijvoorbeeld veroorzaakt door industrie nabij het spoor, geldt hetzelfde als voor trillingen in de bouwphase. In het algemeen gaat het hierbij om continue trillingen.

Bijlage 1: wettelijke teksten over breedte spoorwegzone

Spoorwegwet, artikel 19

1. Ter bescherming van de fysieke integriteit van de hoofdspoorwegen en in het belang van een veilig en ongestoord gebruik daarvan, is het binnen de bij of krachtens algemene maatregel van bestuur vast te stellen begrenzings verboden zonder vergunning van Onze Minister gebruik te maken van de hoofdspoorwegen en de daarnaast gelegen gronden door:
- aan, op, in, onder, boven of naast de hoofdspoorweg, bouwwerken of andere opstellen op te richten of werken, inrichtingen, kabels, leidingen of beplantingen aan te brengen, te doen aanbrengen of te hebben, dan wel daarmee verband houdende werkzaamheden uit te voeren of te doen uitvoeren;

Besluit Hoofdspoorweginfrastructuur, paragraaf 7, artikel 21

1. De begrenzing van de hoofdspoorweg en de daarnaast gelegen gronden wordt aan weerszijden gevormd door een lijn liggend op een afstand van:
- elf meter bij een hoofdspoorweg op maaiveldniveau, gemeten vanaf het hart van het buitenste spoor, zijnde een denkbeeldige lijn in de lengterichting van het spoor midden tussen beide spoorstaven;
 - zes meter bij een hoofdspoorweg in ingraving, gemeten uit de bovenzijde van de ingraving;
 - zes meter bij een hoofdspoorweg in ophoging, gemeten uit de teen van het talud; n.v.t.
 - dertig meter bij een hoofdspoorweg in een tunnel, gemeten vanaf de buitenste wand van de tunnel;
 - dertig meter bij een hoofdspoorweg op een brug of op een viaduct, gemeten vanaf de buitenste rand van de constructie;
 - veertien meter bij een hoofdspoorweg gemeten vanaf het hart van het buitenste spoor, indien het betreft het hebben of opslaan van licht ontvlambare stoffen, bedoeld in [artikel 19, eerste lid, onderdeel d, van de wet](#).
2. Indien bij een hoofdspoorweg in ingraving of in ophoging de afstand tussen het hart van het buitenste spoor en de bovenkant van de ingraving of teen van het talud minder bedraagt dan vijf meter, wordt de begrenzing vastgesteld overeenkomstig het eerste lid, onderdeel a.
3. Bij besluit van Onze Minister kan, gehoord de beheerder, met het oog op de bescherming van de fysieke integriteit van de hoofdspoorwegen en in het belang van een veilig en ongestoord gebruik daarvan, een begrenzing worden vastgesteld die afwijkt van het eerste of tweede lid.
4. In afwijking van het eerste lid, onderdeel a, wordt de begrenzing van een deel van de hoofdspoorwegen die uitsluitend bestemd zijn voor het verrichten van goederenvervoer ten behoeve van de lokale ontsluiting van haven- en industriegebieden, gevormd door een lijn liggend op een afstand van drie meter op maaiveldniveau, gemeten vanaf het hart van het buitenste spoor. Wanneer op grond van [artikel 2, eerste lid](#), of [124, eerste lid, van de wet](#) een

Adviesnota

spoorweg wordt aangewezen als hoofdspoorweg, wordt daarbij bepaald of de hoofdspoorweg onder het bereik van dit lid valt.

Adviesnota

Bijlage 2: De SBR A-richtlijn

De SBR A-richtlijn (2017)¹ beschrijft hoe specifieke grenswaarden kunnen worden vastgesteld om trillingssnelheden in gebouwen te toetsen op schade.

De rekenwaarden voor de trillingssnelheid en de rekenwaarden voor de grenswaarden ter beoordeling van schade, worden volgens SBR A-richtlijn (2017) vastgesteld op basis van vier beoordelingscriteria: gebouwclassificatie, type trillingsbron, type meting en trillingsgevoelige fundering.

1.1 Type bouwwerk

Gebouwclassificatie omvat het type bouwwerk, de bouwkundige staat, en of het pand wel of niet een monumentale status heeft. Deze classificatie vindt plaats op basis van het bouwjaar en gebouwkenmerken, volgend uit de bij de woning behorende BAG-gegevens.

Er worden drie verschillende typen bouwwerken onderscheiden:

- *Categorie 1:*
In goede staat verkerende onderdelen van een draagconstructie indien deze bestaan uit gewapend beton of hout; onderdelen van een bouwwerk die geen deel uitmaken van de draagconstructie, indien deze bestaan uit gewapend beton of hout en draagconstructies van bouwwerken die geen gebouw zijn en bestaan uit metselwerk zoals pijlers van viaducten, kademuren en dergelijke.
- *Categorie 2:*
In goede staat verkerende onderdelen van de draagconstructie van een gebouw, indien deze bestaan uit metselwerk; in goede staat verkerende onderdelen van een gebouw die niet tot de draagconstructie behoren, zoals bijvoorbeeld scheidingsconstructies, welke bestaan uit niet-gewapend beton, metselwerk of uit brosse steenachtige materialen.
- *Gevoelige gebouwen:*
Voor gebouwen met een monumentale status of gebouwen in slechte bouwkundige staat moet een extra partiële veiligheidsfactor worden toegepast.

1.2 Type trillingen

De SBR-A onderscheidt drie verschillende typen trillingsbronnen. Elk type trillingsbron geeft een bepaalde veiligheidsfactor. De karakteristieke grenswaarden moeten door deze veiligheidsfactor worden gedeeld om tot de rekenwaarden van de grenswaarden te komen.

- *Incidentele kortdurende trillingen:*
Bronnen die incidenteel voorkomende kortdurende trillingen veroorzaken ten gevolge van een stootvormige excitatie. Het aantal malen dat het trillingsverschijnsel voorkomt is zo gering dat er geen rekening behoeft te worden gehouden met vermoeiingseffecten

¹ SBR Trillingsrichtlijn A: Schade aan bouwwerken: 2017, SBRCURnet, Delft, november 2017

Adviesnota

van constructiematerialen. Voorbeelden van dit type trillingen zijn explosies en botsingen. De veiligheidsfactor voor dit type trilling is 1.0.

- *Herhalende kortdurende trillingen:*
Bronnen die herhaalde kortdurende belastingen veroorzaken bij een stootvormige excitatie. Hieronder worden bronnen verstaan die zodanig vaak voorkomen dat met vermoeiingseffecten in materialen rekening moet worden gehouden.
Heiwerkzaamheden, treinen en verkeer vallen bijvoorbeeld binnen deze categorie. De veiligheidsfactor voor dit type trilling is 1.5.
- *Continue trillingen:*
Bronnen die continue trillingen veroorzaken. Hieronder worden verstaan alle bronnen die niet onder de voorgaande twee categorieën kunnen worden ingedeeld. Resonanties en/of vermoeiingseffecten in de onderdelen van een gebouw kunnen optreden.
Voorbeelden van dit type trillingen zijn machines met roterende onderdelen, vibratoren of verdichtingswerk d.m.v. trilwalsen. De veiligheidsfactor voor dit type trilling is 2.5.

1.3 Type meting

Voor het type meting (indicatief, beperkt of uitgebreid) is een veiligheidsfactor van toepassing die wordt toegepast op de gemeten trillingssnelheid. De trillingssnelheid wordt vermenigvuldigd met deze veiligheidsfactor om tot de rekenwaarde van de trillingssnelheid te komen.

- *Indicatieve meting:*
Bij een indicatieve meting wordt op één meetpunt in drie richtingen gemeten. Dit meetpunt wordt gemonteerd op een stijf punt aan de fundering. De gekozen horizontale richtingen worden zoveel mogelijk parallel gehouden aan de hoofdassen van het gebouw. De veiligheidsfactor is 1.6.
- *Beperkte meting:*
Bij een beperkte meting wordt op twee meetpunten gemeten. Hierbij is het eerste meetpunt op dezelfde wijze en locatie geplaatst als het meetpunt voor een indicatieve meting. Het tweede meetpunt bevindt zich bovenin op een stijf punt van de draagconstructie van het gebouw, en meet in twee horizontale richtingen parallel aan de hoofdassen van het gebouw. De veiligheidsfactor is 1.4. Bij een trillingsgevoelige fundering wordt er bij een beperkte meting een extra meetpunt op een stijf punt van de fundering toegevoegd.
- *Uitgebreide meting:*
Bij een uitgebreide meting dient een groter aantal meetpunten te worden gemeten, als aanvulling op de beperkte meting (een uitgebreide beschrijving is in de SBR trillingsrichtlijn deel A gegeven). De veiligheidsfactor is 1.0.

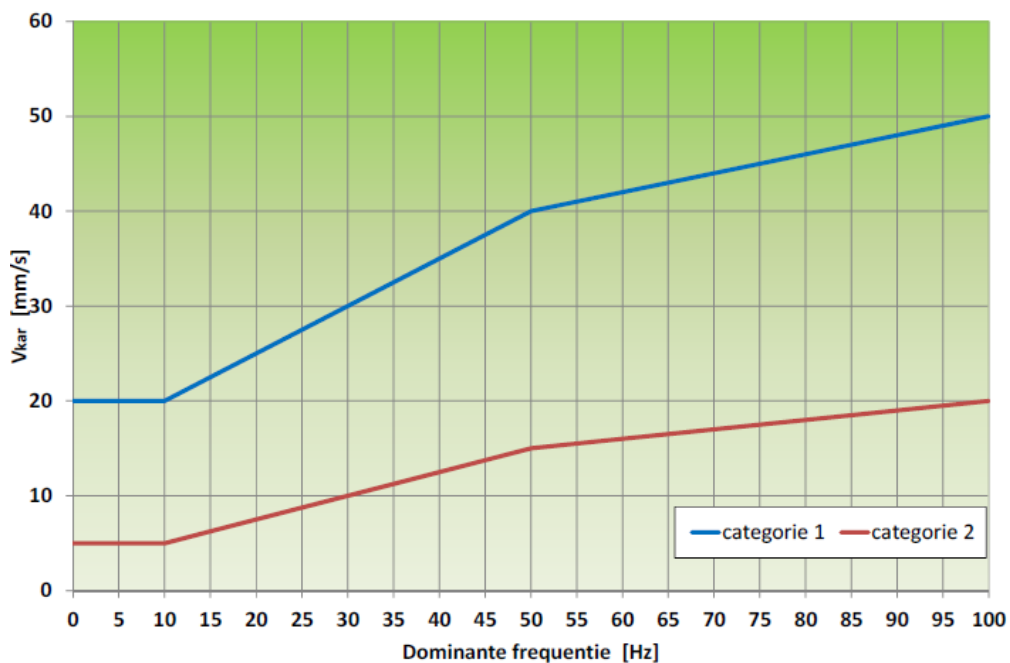
Adviesnota

1.4 Trillingsgevoelige fundering

Voor een trillingsgevoelige fundering is een aanvullende beoordeling nodig, waardoor de grenswaarden bij hogere frequenties lager kunnen uitvallen dan de grenswaarden voor de constructie.

1.5 Grenswaarden

De grenswaarden voor trillingssnelheden voor de verschillende typen gebouwen zijn weergegeven in Figuur 1. Deze grenswaarden zijn van toepassing op meetpunten op de begane grond, en zijn afhankelijk van de dominante frequentie van de gemeten trilling.



Figuur 1 Grenswaarden voor V_{kar} uit SBR A-richtlijn (Bron: SBR A richtlijn)