

Quick Scan trillingen Schieveste

datum 1 mei 2020
vestiging Arnhem
uw kenmerk 620.100.35
ons kenmerk B.2020.0122.00.N001
2e lezer/secr. VB|BDI

project KuiperCompagnons/Schieveste
betreft Quick Scan spoortrillingen
versie 002 (definitief)
auteur ing. R.G. (Reinoud) Fennema
contactpersoon ing. R.G. (Reinoud) Fennema
e-mail/telefoon rfe@dgm.nl/088 346 76 33

Schieveste - Quick Scan trillingen

1. Inleiding

In opdracht van KuiperCompagnons heeft DGMR Bouw B.V. een verkennend onderzoek, ofwel 'Quick Scan' spoortrillingen uitgevoerd voor de ontwikkeling 'Schieveste' in Schiedam.

Het project Schieveste bestaat uit de nieuwbouw van 3.000 tot 3.500 woningen en ongeveer 67.000 m² aan voorzieningen op de kavel ten noorden van Station Schiedam en ten zuiden van de rijksweg A20. Van het wegverkeer zijn geen relevante trillingen te verwachten, maar vanwege de kleine afstand van de kavel tot het spoor is er wel rekening te houden met het risico van trillingshinder door spoortrillingen. Om dit risico in beeld te brengen is, in het kader van het vaststellen van het bestemmingsplan, een Quick Scan trillingen (QS) uitgevoerd. Deze QS wordt ook als instrument genoemd in de Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen¹.

2. Situatie

2.1 Kavel

De kavel 'Schieveste' meet van oost naar west ongeveer 650 meter en van noord naar zuid varieert de breedte tussen 100 en 150 meter. De kleinst mogelijke afstand van voorgenomen bebouwing tot aan het spoor bedraagt ongeveer 11 m, maar dit zal ter plaatse van de stationsoverkapping meer zijn. Figuur 1 toont een bovenaanzicht van het projectgebied.

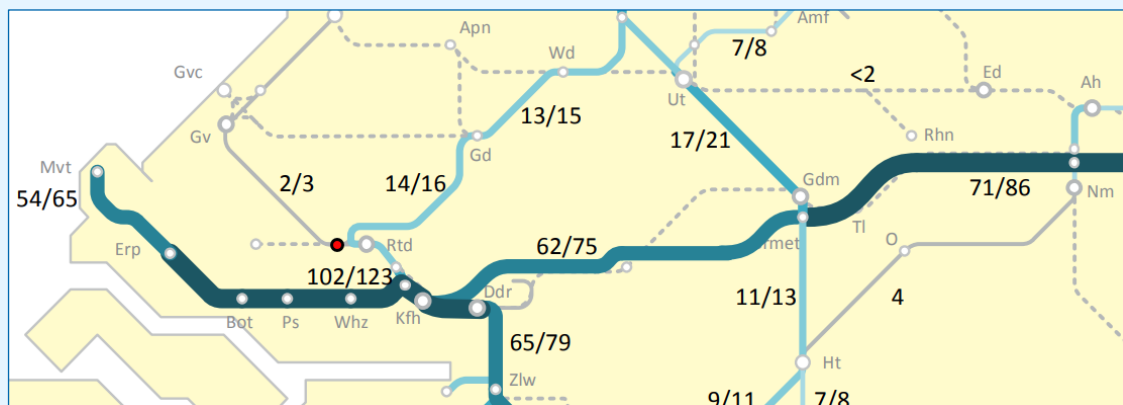


figuur 1: locatie Schieveste

2.2 Spoor

Het treinstation Schiedam telt vier sporen. De twee zuidelijke sporen 1 en 2 (zie figuur 1) vormen de verbinding tussen Rotterdam en Hoek van Holland (Hoekse Lijn), de twee noordelijke sporen 3 en 5 tussen Rotterdam en Delft/Den Haag.

Treinverkeer op de sporen 1 en 2 is met de ingebruikname van de Hoekse Lijn nog maar sporadisch aan de orde. Maatgevend qua spoortrillingen zijn de treinbewegingen op de twee noordelijke sporen 3 en 5. Hierop rijdt sprintermaterieel (type SGM), intercity's (TRAXX loc + ICR rijtuigen) en soms een goederentrein. Volgens het ProRail jaarrapport 'Ontwikkeling spoorgoederenverkeer 2018', zie figuur 2, rijden er twee tot drie goederentreinen per dag over beide rijrichtingen gezamenlijk.

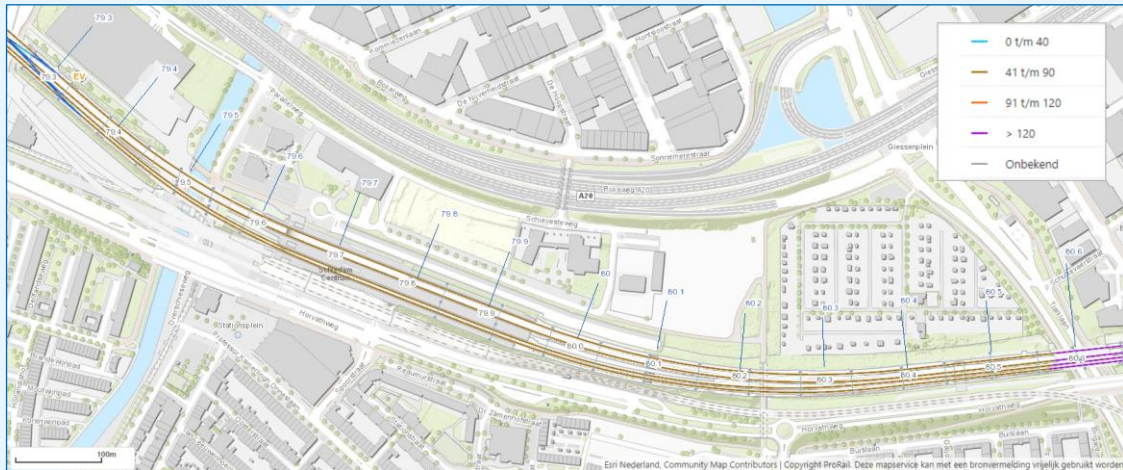


figuur 2: aantal goederentreinen per dag (Bron: ProRail jaarrapport ontwikkeling spoorgoederenverkeer 2018)

De treinsporen zijn uitgevoerd als voegloos spoor op betonnen dwarsliggers in ballast. Ter hoogte van de kavel ligt het spoor op een verhoogd baanlichaam dat van oost naar west in hoogte toeneemt. Aan de oostgrens van de kavel is het baanlichaam ongeveer 3 m hoog en aan de westkant, ter plaatse van de brug over de Schie, ongeveer 5 m. Een baanlichaam heeft een verwacht gunstig effect op spoortrillingen.

Station Schiedam is overdekt. De overkapping en perrons vormen één constructief geheel, maar de sporen maken hier geen onderdeel van uit. Deze liggen in ballast op een aarden lichaam dat slechts zijdelings wordt ondersteund door de constructie van de perrons. Verticaal worden krachten en dus trillingen gewoon afgedragen aan de ondersteunende bodem.

Op de sporen onder de stationsoverkapping geldt een toegestane rijdsnelheid van maximaal 90 km/u, zie figuur 3. Alleen goederentreinen, intercity's niet stoppend op station Schiedam en materieel buiten de dienstregeling zal dit soort snelheden kunnen rijden.

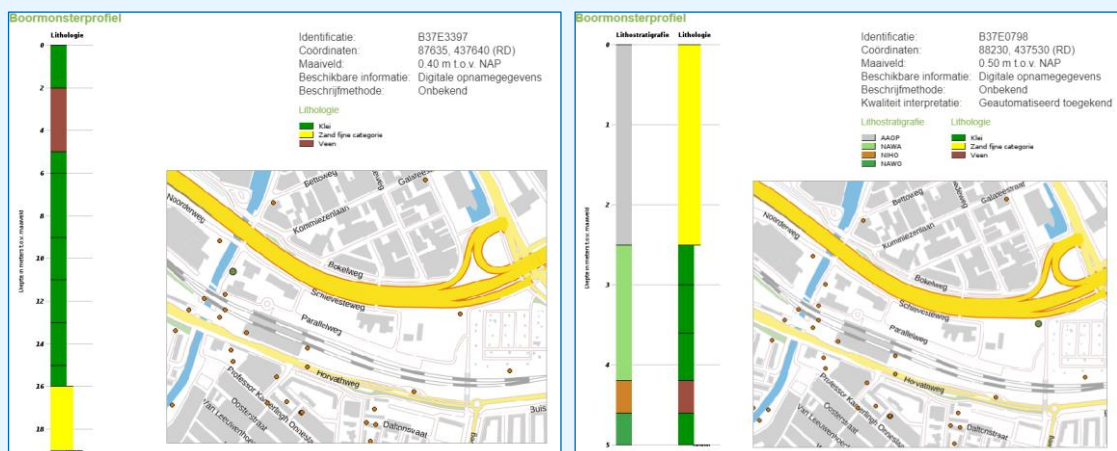


figuur 3: toegestane rijnsnelheid sporen Schiedam (Bron: RailMaps)

2.3 Bodemgesteldheid

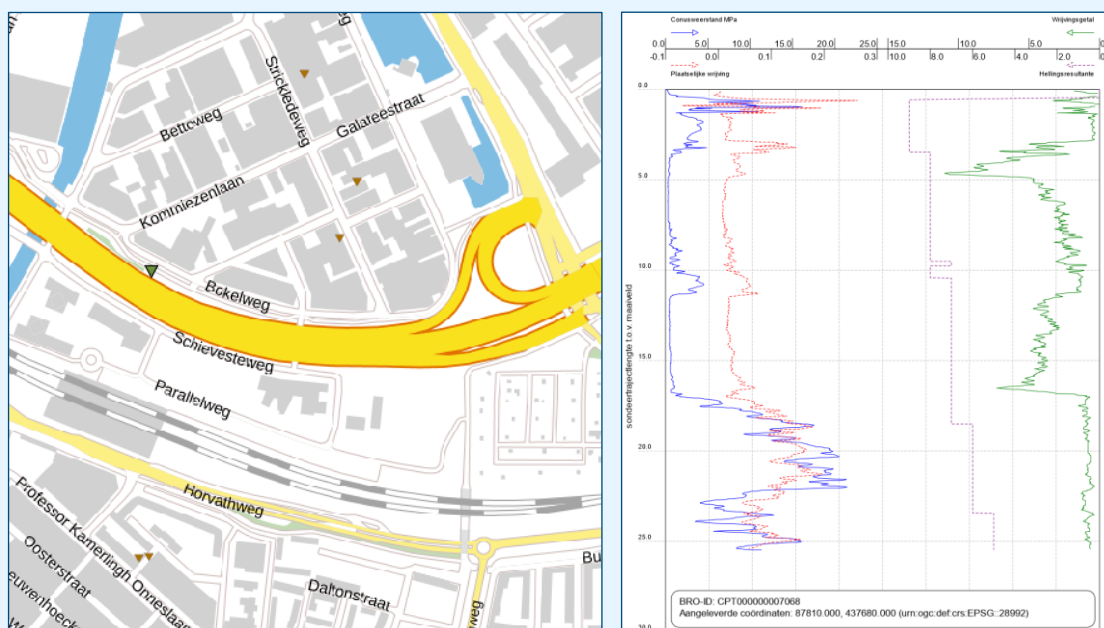
De bodemgesteldheid heeft grote invloed op de overdracht van trillingen. Afgezien van de te realiseren bebouwing bepalen met name de aslast en onderhoudstoestand van het spormaterieel, in combinatie met de rijnsnelheid en de stijfheid van de bodem, of spoortrillingen tot problemen in gebouwen kunnen leiden of niet.

Van de bouwlocatie zijn nog geen sonderingsgegevens bekend. In het Dinoloket zijn wel bodemgegevens beschikbaar als boormonsterprofielen en sonderingen van nabijgelegen locaties. Figuur 4 toont twee boormonsterprofielen langs de westrand en de oostrand van de kavel. Deze figuur laat zien dat er zich tot op een diepte van ongeveer 16 m onder maaiveld overwegend kleiafzettingen (zeeklei) bevinden met op een variërende diepte en dikte van 2 tot 5 m onder maaiveld een doorsnijding met veenafzetting. Op 16 m diepte bevindt zich de eerste enkele meters dikke zandlaag, maar daaronder worden tot op grote diepte weer veen- en kleilagen aangetroffen.



figuur 4: boormonsterprofielen kavel west (links) en oost (rechts). Groene stip = locatie van de boring.

De bodem ten noorden van station Schiedam is dus te typeren als zeer slap. Het sonderingsdiagram in figuur 5 bevestigt dit met gemeten conusweerstand van rond 1 MPa tot op een diepte van 16 à 17 m. Van deze bodemopbouw mag worden verwacht dat deze overwegend gevoelig is voor trillingen met zeer lage frequentie, tot ongeveer 10 Hz.



figuur 5: sonderingsdiagram, ten noorden van kavel (A20)

3. Beoordeling trillingsrisico

3.1 Algemeen

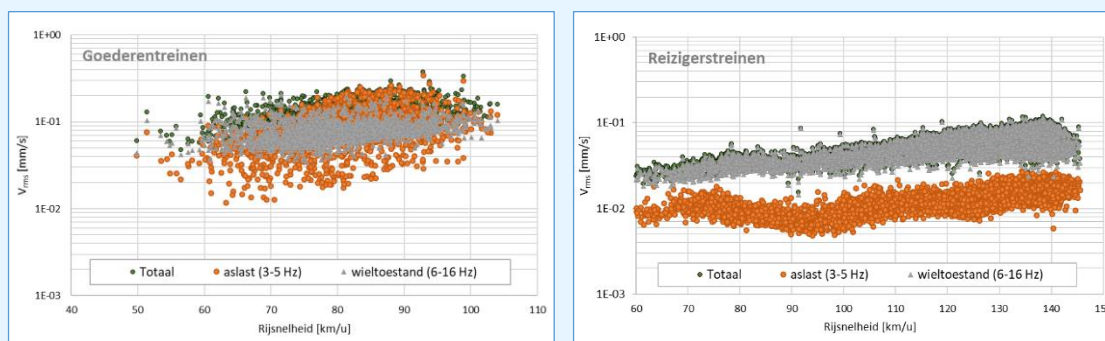
In de Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen wordt de Quick Scan trillingen als instrument aangewezen om te bepalen of nader trillingsonderzoek noodzakelijk is. In deze Quick Scan wordt op basis van de planinvulling, de bodemgesteldheid, het treinbeeld (type, snelheden, aantallen) en de spoorkenmerken een inschatting gemaakt van de trillingsrisico's. In hoofdstuk 2 is al nader ingegaan op deze omgeving specifieke factoren. Onderstaand wordt ingegaan op de trillingsrisico's voor dit project.

3.2 Project Schieveste

De bodemsamenstelling van de bouwlocatie Schieveste bestaat uit een zeer slap bodempakket en is met name gevoelig voor trillingsopwekking bij zeer lage frequenties tot ongeveer 10 Hz. Qua trillingsopwekking betekent dit dat met name de zware aslasten van lange goederentreinen een risico zouden kunnen vormen en voor wat betreft bebouwing zeer dicht op de spoorlijn ook trillingen als gevolg van een slechte onderhoudstoestand van treinwielen (vierkante wielen). Bij de toegestane rijnsnelheid van maximaal 90 km/u speelt dit zich af bij frequenties lager dan 10 Hz. Hogere dominante frequenties zijn alleen te verwachten bij bebouwing zeer dicht op de spoorbaan, praktisch tegen de voet van het baanlichaam aan. Op meer dan 30 m afstand zullen trillingen met een frequentie hoger dan 10 Hz al grotendeels door de bodem uitgefilterd zijn.

Trillingsopwekking treinen

In figuur 6 zijn de resultaten van een trillingsmeting in de bodem op 25 m afstand tot het spoor te zien, voor een locatie (onder Dordrecht) met eveneens slappe bodemsamenstelling en een hoog baanlichaam. De gemeten trillingssterkten zijn uitgesplitst naar rijsnelheid en onderverdeeld naar de twee belangrijkste opwekkingsmechanismen: de passeerfrequentie van de wielstellen (aslast) en de omloofrequentie van de wielen (wielkwaliteit). De omloofrequentie van de wielen bedroeg in het getoonde voorbeeld maximaal 9 Hz bij 90 km/u (goederentreinen) en 13 Hz bij 140 km/u (reizigerstreinen). Daarboven zijn geen relevante trillingsbijdragen gemeten op de meetafstand van 25 m. Voor bebouwing op meer dan 20 m afstand tot het spoor ligt, door de snelheidsbeperking tot 90 km/u, de maximale trilfrequentie waarmee rekening is te houden op ongeveer 10 Hz. Op kortere afstand kunnen ook hogere frequenties voorkomen, maar voor het risico op trillingshinder zullen frequenties tot 10 Hz bepalend zijn.



figuur 6: voorbeeld trillingsopwekking goederentreinen (links) en reizigerstreinen (rechts) - slappe bodem

Figuur 6 laat zien dat goederentreinen meer trillingen opwekken dan reizigerstreinen en dat verwacht mag worden dat bij een rijsnelheid vanaf ongeveer 70 km/u de hoge aslast van de passerende wielstellen de belangrijkste trillingsbron vormen. Bij snelheden tot 70 km/u is de wielkwaliteit het dominante opwekkingsmechanisme, maar ligt de trillingsopwekking sowieso een stuk lager. Bij snelheden lager dan 60 km/u nemen de trillingssterkten steeds verder af. Lange en zware goederentreinen vormen voor dit project met name een risico bij rijsnelheden van 70 tot 90 km/u, maar als de wielkwaliteit (onderhoudstoestand) van de wielen slecht is ook bij rijsnelheden vanaf ongeveer 40 à 50 km/u.

De reikwijdte van trillingen veroorzaakt door de hoge aslast en het sterk repeterende karakter van de voorbijrijdende wielstellen, is groter dan van de meer random aanstoting door één of meer slechte wielen in de treincombinatie (bewegende puntbronnen). Als de rijsnelheid van goederentreinen in de praktijk niet hoger ligt dan 60 à 70 km/u dan zal de wieltoestand het dominerende opwekkingsmechanisme zijn en is de invloed op bebouwing op meer dan 30 m afstand tot het spoor naar verwachting gering. Dit onder de voorwaarde dat hier appartementencomplexen van vijf of meer verdiepingen gebouwd worden in een conventionele bouwwijze in beton. Mogelijk dat met dezelfde invulling ook op 20 m nog kan worden voldaan aan de SBR-B, maar dit vergt nader onderzoek.

Bij reizigerstreinen ligt de aslast een stuk lager en is het over het hele snelheidsbereik de wielkwaliteit die de trillingsopwekking bepaald. In het getoonde geval blijft de trillingsopwekking bij alle rijsnelheden wel lager dan bij goederentreinen en zeker in het geval de rijsnelheid zoals hier beperkt is tot maximaal 90 km/u. Reizigerstreinen vormen voor dit project dan ook geen risico wanneer de bebouwingsafstand (appartementencomplex) tot het spoor meer is dan 20 m.

Aandachtspunten bebouwing

Zware goederentreinen, waarvan er volgens ProRail maximaal twee tot drie per dag passeren, kunnen voelbare trillingen opwekken in bebouwing dicht langs het spoor. Dit wordt grotendeels veroorzaakt doordat aanstootfrequenties overeenstemmen met de gevoeligheid (eigenfrequenties) van de bodem en in veel gevallen ook nog met de laagste eigenfrequenties van daarin aanwezige bouwwerken op hun fundering.

Voor relatief zware appartementencomplexen (vijf of meer verdiepingen) met lange paalfundering op minimaal 30 m afstand van het spoor, worden geen trillingsproblemen verwacht. Er kan dan worden voldaan aan de trillingsrichtlijn SBR-B. Het is wel van belang dat woningvloeren zodanig stijf worden uitgevoerd dat de laagste eigenfrequentie onder gebruikscondities boven 10 Hz ligt. Voor woningen/appartementen is dit meestal geen probleem. Draagconstructies in staal en lichte bouwconstructies (hout) kunnen ook bijdragen aan hogere trillingssterkten. Voor deze gevallen is nader onderzoek gewenst.

Tussen 20 en 30 m afstand tot het spoor zullen naar verwachting alleen hoogbouw en zwaardere appartementenbouw plaats kunnen vinden. Behalve al genoemde aanvullende eisen aan de vloerstijfheid, zal nader onderzoek moeten uitwijzen of nog aanvullende maatregelen nodig zijn. Binnen 20 m afstand van het spoor is naar verwachting alleen hoogbouw mogelijk, maar is eveneens nader onderzoek in de vorm van trillingsmetingen op de kavel en modelvorming nodig om dit zeker te stellen.

Voor het hele projectgebied geldt dat grote vloeroverspanningen, met laagste buig-eigenfrequenties veelal onder 5 Hz, tot voelbare trillingen leiden. Dit is vaak aan de orde in kantoorbouw met kanaalplaatvloeren die van gevel tot gevel of van gebouwkern tot gevel overspannen. Hoewel de SBR-B voor kantoren aanzienlijk hogere trillingssterkten toelaat dan voor woningen en niet gezegd is dat de streefwaarden zullen worden overschreden, hangt het van het ambitieniveau af in hoeverre hiermee in het ontwerp rekening is te houden.

4. Conclusies

Voor het project Schieveste in Schiedam is in het kader van het vaststellen van het bestemmingsplan een Quick Scan trillingen uitgevoerd, overeenkomstig de in 'Handreiking nieuwbouw en spoortrillingen' gegeven aanbeveling. In deze QS is een beoordeling van de trillingsrisico's voor het project gemaakt op basis van de projectinvulling, de bodemgesteldheid op de kavel en de spooruitvoering en spoorgebruik van de nabije sporen. Deze beoordeling richt zich op het risico van de meest nabije treinsporen. De metrosporen zijn in dit verband niet relevant.

Door de slappe bodemopbouw en lage rijsnelheden van treinen door station Schiedam is de invloed van reizigerstreinen voor dit project gering. Op meer dan 20 m afstand tot het spoor wekken reizigerstreinen naar verwachting geen voelbare trillingen op in bebouwing, mits deze bebouwing bestaat uit appartementenbouw van tenminste vijf verdiepingen en deze wordt uitgevoerd met een betonnen draagconstructie. Wel kunnen de maatgevende goederentreinen op deze afstand nog tot voelbare trillingen leiden.

Verwacht wordt dat trillingen van goederentreinen pas op meer dan 30 m afstand tot het spoor voldoen aan de SBR-B, eveneens onder de aanname van appartementenbouw van vijf of meer verdiepingen met een betonnen draagconstructie. Niet uitgesloten is dat op 20 m afstand van het spoor al (zonder ingrijpende maatregelen) kan worden voldaan, maar dit vergt nader onderzoek. Binnen 20 m afstand tot het spoor is naar verwachting alleen hoogbouw mogelijk en/of bebouwing van minimaal vijf bouwlagen zonder woon- of logiesfunctie.

Qua gebouwconstructie is het van belang dat vloeren niet gevoelig zijn voor de door treinen opgewekte dominante frequenties. Dit door voor de laagste buig-eigenfrequentie van vloeren (gebruikscondities) een ondergrens van 10 Hz aan te houden. Dit geldt zeker voor woongebouwen binnen 50 m afstand tot het spoor.

Voor grondgebonden woningen (tot drie bouwlagen) en lichtgewicht bouwconstructies in staal of hout is nader onderzoek nodig of deze kunnen voldoen aan de SBR-B, in elk geval binnen een afstand van 50 m tot het spoor.

Onderstaand wordt een overzicht gegeven van de verwachte trillingsrisico's als functie van de afstand tot het spoor en de daarbij geadviseerde invulling.

Samenvatting trillingsrisico's

- | | |
|--------------|---|
| 11 - 20 m | alleen hoogbouw, nader onderzoek door meting en modelvorming nodig; |
| 20 - 30 m | alleen kantoren en appartementenbouw ≥ 5 lagen, nader onderzoek door meting en mogelijk ook modelvorming nodig, aanvullende eisen aan vloerstijfheid; |
| 30 - 50 m | Hoogbouw en appartementenbouw (beton) geen probleem, nader onderzoek voor laagbouw en lichte bouwwijzen (hout/staalskelet), aanvullende eisen vloerstijfheid; |
| 50 - 100 m | nader onderzoek voor houtskeletbouw; |
| ≥ 100 m | nader onderzoek niet vereist. |

ing. G. (Gertjan) Verbaan
DGMR Bouw B.V.