

Memo

Aan Gemeente Utrecht, t.a.v. dhr. B. Noppers
Van ir. P.M. Boon
Telefoon 06 10 03 94 54
Kenmerk D79-PBO-KA-1800146
Projectnummer RM006194
Onderwerp Expert opinion Noordelijke Randweg Utrecht op trillingshinder
Datum 30 juli 2018

Inleiding

De gemeente Utrecht wil de Noordelijke Randweg Utrecht (NRU) vernieuwen. De NRU is de route aan de noordkant van de stad (bij Overvecht) en is belangrijk voor de bereikbaarheid van de stad. De route loopt van het Gandhiplein (bij crematorium Daelwijck), over de Karl Marxdreef en de Albert Schweitzerdreef via het Robert Kochplein tot aan de Einthovendreef (tot het spoor bij de A27). Doel van deze aanpassing is om de doorstroming en capaciteit op de NRU te verhogen, om sluiperverkeer over lokale wegen te verminderen. Hiervoor dient het bestemmingsplan gewijzigd te worden.

De weg loopt langs de noordkant van Utrecht, en in sommige gevallen op relatief korte afstand tot bebouwing. Trillingshinder als gevolg van wegverkeer kan daarom niet op voorhand worden uitgesloten. Daarom is een expert opinion uitgevoerd om vast te stellen of trillingshinder in de bebouwing is te verwachten, en zo ja, onder welke randvoorwaarden. Doel van dit onderzoek is om vast te stellen of er aanleiding is voor nader onderzoek (hetzij meet- dan wel rekentechnisch) vanwege te verwachten trillingshinder door wegverkeer over de NRU. En, indien dit onderzoek wel nodig kan zijn, op welke locaties en welk type onderzoek dan dient te moeten worden uitgevoerd.

Situatiebeschrijving en uitgangspunten

Een plattegrond van het plangebied is weergegeven in Figuur 1. De ligging van de huidige weg (op de ondergrond), de nieuwe weg (zwarte belijning) en de bebouwing is hierop weergegeven. De meeste bebouwing bevindt zich aan de zuidzijde van de NRU.

Voor de wegconstructie is uitgegaan van een standaard wegconstructie voor 100 km/h met zwaar wegverkeer, bestaande uit een toplaag van ca. 0.05 m, tussen- en onderlaag van ca. 0.20 m, een fundering van meng- of betongranulaat van ca. 0.25 m en een zandbed van ca. 0.50 m. Rond het plangebied liggen ook diverse ontsluitingswegen die vooral door lokaal verkeer worden gebruikt. Voor intensief gebruikte wegen geldt dat deze doorgaans zijn uitgevoerd als asfaltconstructie.

De in de berekeningen gebruikte snelheden van het (voor trillingen maatgevende) zware vrachtverkeer zijn weergegeven in bijlage B van dit memo. De snelheden zijn afkomstig uit het geluidsmodel, waar gerekend wordt met realistische snelheden (bijvoorbeeld afnemende snelheden bij de op- en afritten). Hierdoor is op sommige locaties de snelheid voor zwaar vrachtverkeer hoger dan de wettelijke maximumsnelheid van 80 km/h. In de praktijk komen snelheden van meer dan 90 km/h vrijwel niet voor bij zwaar vrachtverkeer, zodat de rekenresultaten voor weggedeelten met een snelheid van meer dan 90 km/h (Zuilense Ring en aansluiting A27) als conservatief zijn aan te merken. De trillingen nemen namelijk toe met de snelheid. Overigens geldt voor die weggedeelten dat er geen veranderingen plaatsvinden in het kader van dit project.

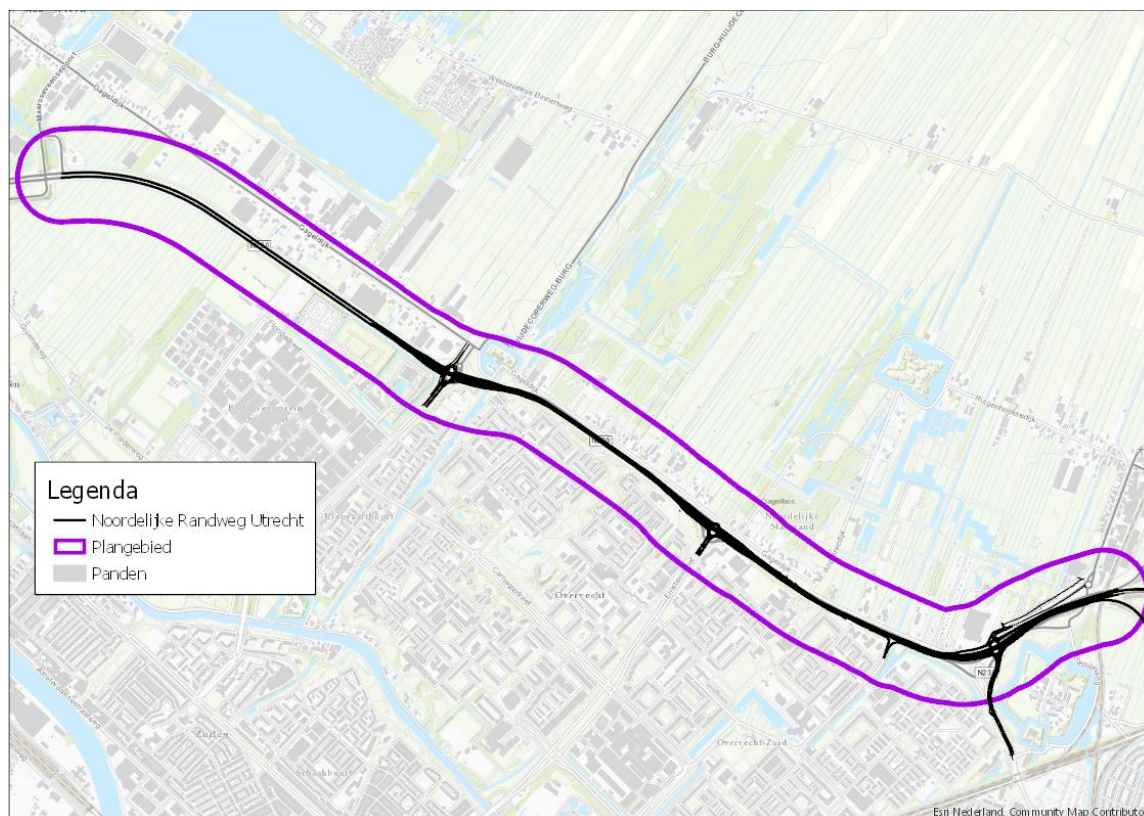
Memo

Kenmerk D79-PBO-KA-1800146

De intensiteit van het zware vrachtverkeer op de NRU verschilt over de dag, avond en nacht en concentreert zich vooral op de hoofdweg. De intensiteiten van het zware vrachtverkeer overdag (maatgevend) zijn weergegeven in bijlage B.

De bodem bestaat uit een ca. 2.0 tot 2.5 meter dikke veen- en kleilaag, met daaronder een matig fijn tot grof zandpakket, zie hiervoor een aantal representatieve sonderingen in de bijlage A van dit memo¹.

De gebouweigenschappen van de al gerealiseerde panden zijn ingeschat op basis van openbaar toegankelijke data (BAG en AHN). De bestemmingsplannen rond de NRU zijn vrijwel geheel ingevuld, er zijn ook geen recente bestemmingsplannen van kracht geworden die trillingsgevoelige nieuwbouw mogelijk maken.



Figuur 1 Plangebied met ontwerp van de Noordelijke Randweg Utrecht

Beoordelingskader

Tot op heden zijn richtlijnen voor trillingshinder nog niet vastgelegd in wetgeving, zoals dat bijvoorbeeld voor geluidhinder wel het geval is. Bij het beoordelen van trillingen in het kader van ruimtelijke procedures wordt in Nederland doorgaans de SBR-richtlijn gebruikt, zeker als het gaat om uitbreidingsprojecten van wegen. Deze richtlijn bestaat uit drie delen:

- Deel A: schade aan gebouwen
- Deel B: hinder voor personen in gebouwen

¹ Een uitvoering bodemonderzoek is te vinden in het rapport *Verkennd milieuhygienisch en geotechnisch bodemonderzoek Noordelijke Randweg Utrecht (NRU)*, projectnummer 412266, definitief revisie 02, 23 januari 2017

Memo

Kenmerk D79-PBO-KA-1800146

- Deel C: verstoring van apparatuur

De deel A (schade aan gebouwen) is niet relevant, omdat wegverkeer op deze afstanden niet leidt tot schade aan bebouwing, verstoring van gevoelige apparatuur (deel C) is niet nader onderzocht. Hinder voor personen in gebouwen is echter niet op voorhand uit te sluiten (deel B). Dit memo gaat dan ook specifiek in (het voorkomen van) trillingshinder.

In de SBR B-richtlijn worden twee grootheden getoetst aan streefwaarden, de zogenaamde maximaal optredende trillingssterkte (V_{max} , wordt veroorzaakt door het voertuig met de hoogste trillingen) en de trillingsintensiteit (V_{per} , een maat voor het tijdsgemiddelde van de trillingen). Beide moeten voldoen aan de streefwaarden uit de SBR B-richtlijn. De SBR B-richtlijn kent streefwaarden voor de trillingen in gebouwen, gericht op het zoveel mogelijk voorkomen van hinder voor personen in gebouwen. Deze streefwaarden zijn afhankelijk van een aantal factoren:

- De situatie (bestaand, gewijzigd of nieuw). Deels gaat het om een wijziging van bestaande infrastructuur, deels om een nieuwe weg. In deze expert opinion is conservatief getoetst aan de (strengere) streefwaarden voor een *nieuwe situatie*².
- De gebruiksfunctie. Langs de weg ligt bebouwing met diverse bestemmingen (o.m. gebouwen met functie *wonen*, *kantoor* en *industrie*. Gebouwen met een functie *industrie* zijn bestemmingen die doorgaans niet worden meegenomen in trillingsonderzoeken, omdat dit niet om trillingsgevoelige bestemmingen gaat.
- De omstandigheden waaronder trillingen voorkomen. De maatgevende trillingsbron is het wegverkeer. Dit zijn *herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd*.
- De beoordelingsperiode. Bij metingen of berekeningen aan wegverkeer worden gewoonlijk de streefwaarden voor de nacht gehanteerd, omdat deze strenger zijn dan die van de dag. Deze keuze is gerechtvaardigd omdat het wegverkeer 's nachts doorgaans vergelijkbare trillingen geeft als het wegverkeer overdag, en de bebouwing zowel overdag, 's avonds als 's nachts wordt gebruikt.

De van toepassing zijnde streefwaarden uit de SBR B-richtlijn staan in Tabel 1.

Tabel 1 Streefwaarden nieuwe situatie volgens SBR B-richtlijn

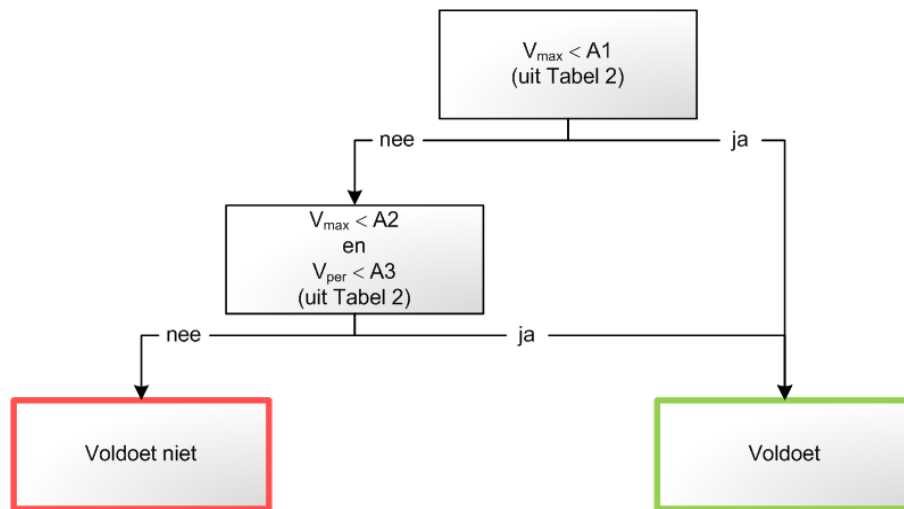
Gebouwfunctie	Dag en avond			Nacht		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Gezondheidszorg	0.1	0.4	0.05	0.1	0.2	0.05
Wonen	0.1	0.4	0.05	0.1	0.2	0.05
Kantoor	0.15	0.6	0.07	0.15	0.6	0.07
Bijeenkomsten	0.15	0.6	0.07	0.15	0.6	0.07
Kritische werkruimte	0.1	0.1	-.--	0.1	0.1	-.--

Om te beoordelen of een situatie voldoet, dient het schema in Figuur 2 te worden doorlopen. Een locatie voldoet aan het beoordelingskader wanneer de trillingssterkte V_{max} lager is dan A1. Een tweede mogelijkheid om te voldoen is als de trillingssterkte V_{max} lager is dan A2 en de trillingsintensiteit V_{per} lager is dan A3.

² Deze toetsing is conservatief, want bij een wijziging van een bestaande weg mag deze beoordeeld worden als een *gewijzigde situatie* conform de SBR B-richtlijn. Dat betekent dat de trillingen niet mogen toenemen ten opzichte van de huidige situatie, tenzij de trillingen lager zijn dan de streefwaarden voor een nieuwe situatie.

Memo

Kenmerk D79-PBO-KA-1800146



Figuur 2 Stroomschema beoordeling nieuwe situatie in SBR B-richtlijn

Onderzoeksmethodiek

Om de trillingen in de bebouwing te berekenen, is gebruik gemaakt van het rekenmodel VibraDyna van Movares, een rekenmodel dat al sinds 2010 bij tientallen projecten is toegepast om de trillingen in de bebouwing te berekenen, en in een groot aantal projecten is gevalideerd met behulp van metingen. Het rekenmodel bepaalt de trillingen conform de SBR B-richtlijn in alle gebouwen in een zone van 200 meter rond de weg. Op basis van gegevens van de trillingsbron (rijnsnelheid, type voertuig, wegconstructie), de bodem en het gebouw (bouwjaar, afmetingen en gebouwhoogte) maakt het model een berekening van de trillingen in elk individueel gebouw, gebaseerd op een groot aantal metingen aan vergelijkbare situaties. In uitzonderlijke gevallen (bijvoorbeeld gebouwen met grote vloeroverspanningen of relatief open constructies) zijn overigens hogere trillingen mogelijk dan het model aangeeft. Het model rekent namelijk, zoals gebruikelijk bij trillingsonderzoeken, met een 95 procent betrouwbaarheidsinterval, wat betekent dat de kans op hogere trillingen maximaal 5 procent is.

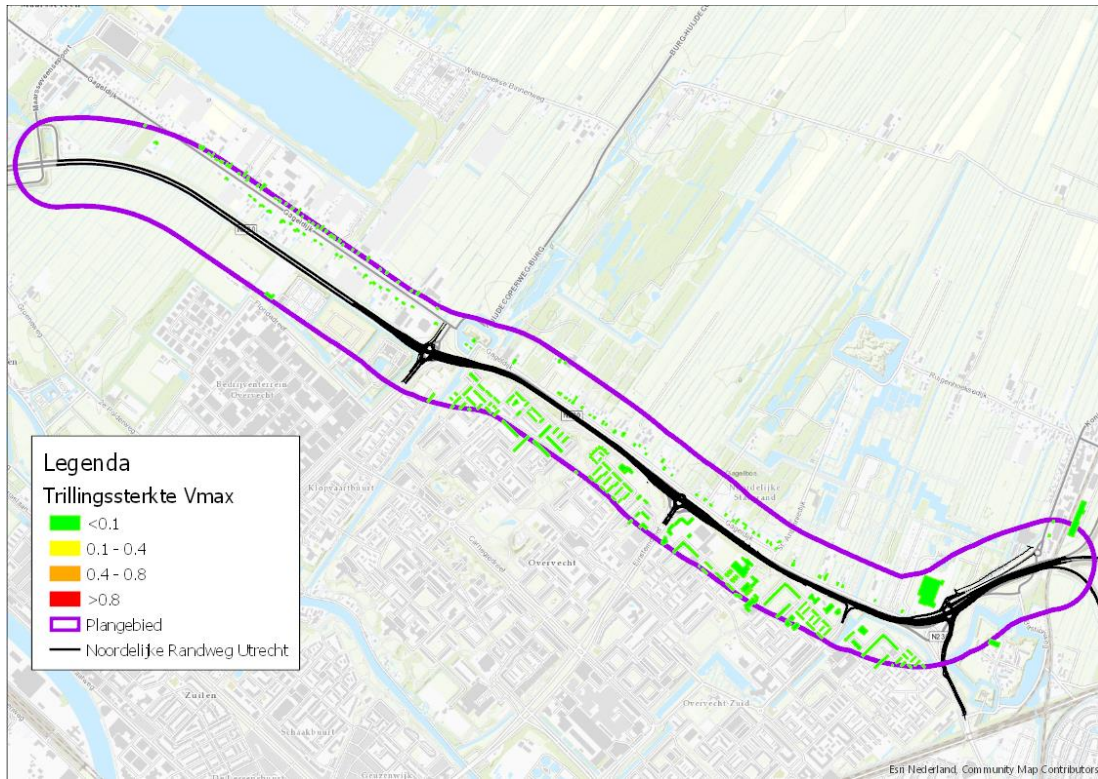
Resultaten

De trillingssterkte V_{max} is weergegeven in Figuur 3³, de trillingsintensiteit V_{per} in Figuur 4. Op basis van het beoordelingskader en de modelresultaten is per gebouw bepaald of wordt voldaan aan het beoordelingskader, de SBR B-richtlijn. Het resultaat van deze beoordeling is weergegeven in Figuur 5. Uit de rekenresultaten volgt dat de maximale trillingssterkte V_{max} in alle te beoordelen gebouwen onder de A1-streefwaarde van de richtlijn ligt. De maximaal optredende trillingssterkte (95 procent bovengrenswaarde) is 0.10 in oudere gebouwen dichtbij de weg, bij nieuwere gebouwen of gebouwen verder weg zijn de trillingen nog lager. De trillingen zijn daarmee als niet voelbaar te kwalificeren, en doorgaans ook lager dan de trillingen van verkeer op het onderliggend wegennet. De trillingsintensiteit V_{per} , die afhankelijk is van het aantal voertuigen, voldoet ook aan het beoordelingskader (als V_{max} voldoet aan de A1-streefwaarde is een beoordeling van V_{per} niet nodig, zie Figuur 2). Een eventuele toename van het aantal voertuigen heeft daarom geen invloed op de conclusies. Alle te beoordelen gebouwen voldoen daarmee ruim aan het beoordelingskader van de SBR B-richtlijn voor een nieuwe situatie.

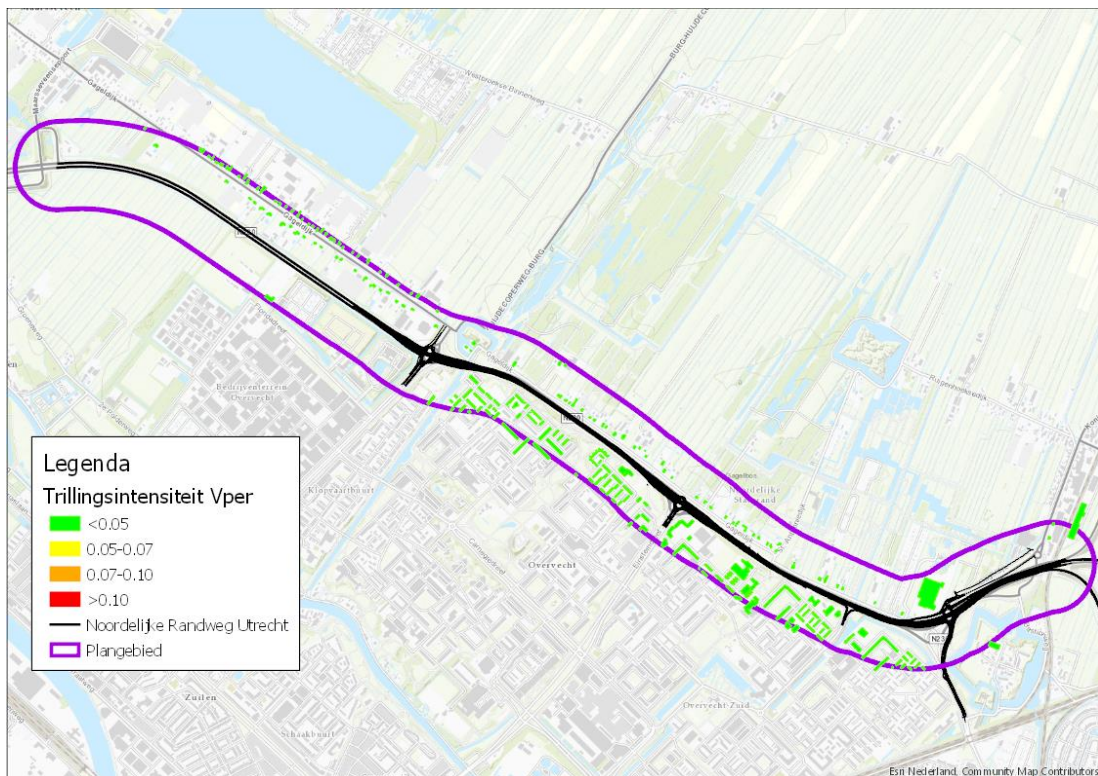
³ De getoonde waarden zijn 95% bovengrenswaarden. Dit betekent dat er in werkelijkheid een kans is van 5 procent op hogere trillingssterktes. Voor trillingsonderzoeken is dit een bruikbare betrouwbaarheid.

Memo

Kenmerk D79-PBO-KA-1800146



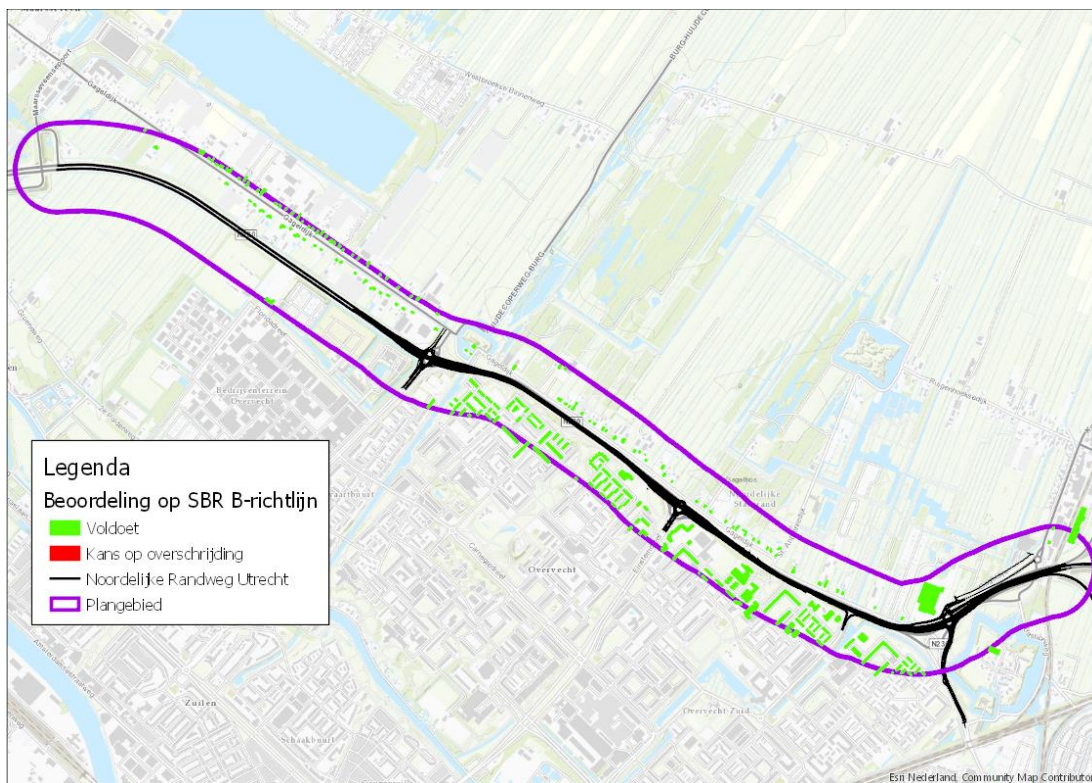
Figuur 3 Resultaten berekeningen V_{max} .



Figuur 4 Resultaten berekeningen V_{per} .

Memo

Kenmerk D79-PBO-KA-1800146



Figuur 5 Beoordeling resultaten volgens SBR B-richtlijn

Betrouwbaarheid en onzekerheden

De berekeningen zijn gebaseerd op de meest recente inzichten en de uitgangspunten zoals opgenomen in dit memo. Desondanks zijn er een aantal parameters die kunnen leiden tot andere uitkomsten dan zoals boven beschreven:

1. Wijzigingen in met name de weglay-out of wegconstructie. Met name wanneer de weg dichter bij bebouwing komt te liggen, of drempels of putten in het rijvlak liggen, kunnen de trillingen aanzienlijk toenemen ten opzichte van de hier berekende waarden.
2. Ook de onderhoudsstatus van het wegdek heeft invloed op de trillingen, deze wegtoestand hangt samen met de onderhoudscyclus van het wegdek. Een wegdek in slechte staat zorgt voor een toename van de trillingen.
3. In de berekeningen is geen gebruik gemaakt van metingen in het projectgebied, de bodemeigenschappen en trillingen zijn daarom gebaseerd op modelberekeningen, gebaseerd op metingen op vergelijkbare locaties. Dit leidt echter wel tot een grotere onzekerheid in de resultaten.
4. De gebouweigenschappen van de panden zijn ingeschat op basis van openbaar toegankelijke data (BAG en AHN). De werkelijke trillingen kunnen daarom zowel hoger als lager uitvallen, afhankelijk van parameters zoals type constructie, vloeroverspanning, type vloeren, etc. In dit onderzoek is conservatief gerekend, zodat de kans op hogere trillingen dan waar in dit onderzoek mee is gerekend, klein is.

De resultaten van het onderzoek komen overeen met metingen die door Movares Nederland zijn uitgevoerd in vergelijkbare gebouwen in de omgeving van wegen.

Memo

Kenmerk D79-PBO-KA-1800146

Conclusies en aanbevelingen

Uit deze quickscan volgt dat de kans op een overschrijding van de SBR B-richtlijn in alle bebouwing rondom de NRU kleiner is dan 5 procent. De trillingen in trillingsgevoelige gebouwen zijn lager dan de onderste streefwaarde uit de SBR B-richtlijn, en voldoen ruim aan het beoordelingskader. Er is daarom geen nader onderzoek nodig naar trillingshinder in de gebruiksfase, tenzij het ontwerp van de weg (wegligging of wegconstructie) wijzigt. Ook een aanpassing van de intensiteiten van het wegverkeer leidt niet tot andere conclusies. Dit beeld komt overeen met metingen langs vergelijkbare wegen in Nederland. Een goed aangelegde asfaltweg met zwaar verkeer zorgt op afstanden van meer dan 5 meter (voor nieuwere gebouwen) tot 10 meter (voor oudere gebouwen) niet voor trillingen. Rond de aansluiting van kunstwerken, bij putten en drempels zijn de trillingen tot op grotere afstand voelbaar in gebouwen. Bij de NRU is de afstand tussen gevoelige bebouwing en de aansluiting van kunstwerken echter vrij groot, waardoor deze trillingen in de omliggende bebouwing niet voelbaar zijn.

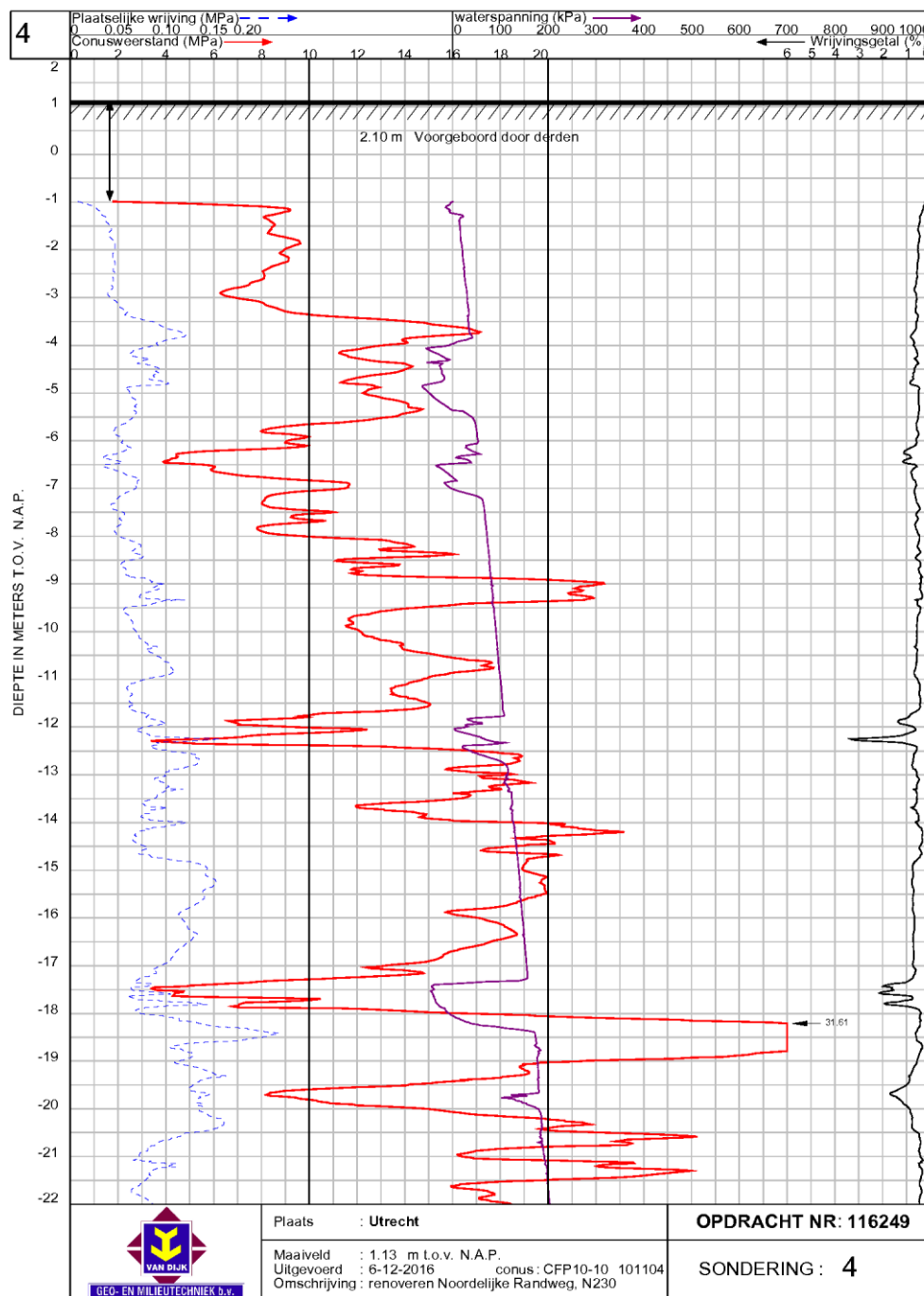
Wel adviseren wij om bij de verdere detaillering voor delen van de weg in de nabijheid van met name oudere woningen (binnen 50 meter van gevoelige gebouwen) rekening te houden met de trillingen. Concreet betekent dit het voorkomen van afwateringssystemen in het rijvlak (geen putten in het rijvlak nabij gevoelige gebouwen), het voorkomen van drempels nabij gevoelige gebouwen en het zorgen voor een goede aansluiting tussen kunstwerken en aardebaan op locaties waar kunstwerken zich binnen de 50 meter-zone van gevoelige gebouwen bevinden. Wanneer deze noties meegenomen worden in de verdere detaillering van het ontwerp, dan zal wegverkeer op de NRU niet voor trillingshinder in de omliggende bebouwing zorgen.

ir. P.M. Boon
Adviseur

Memo

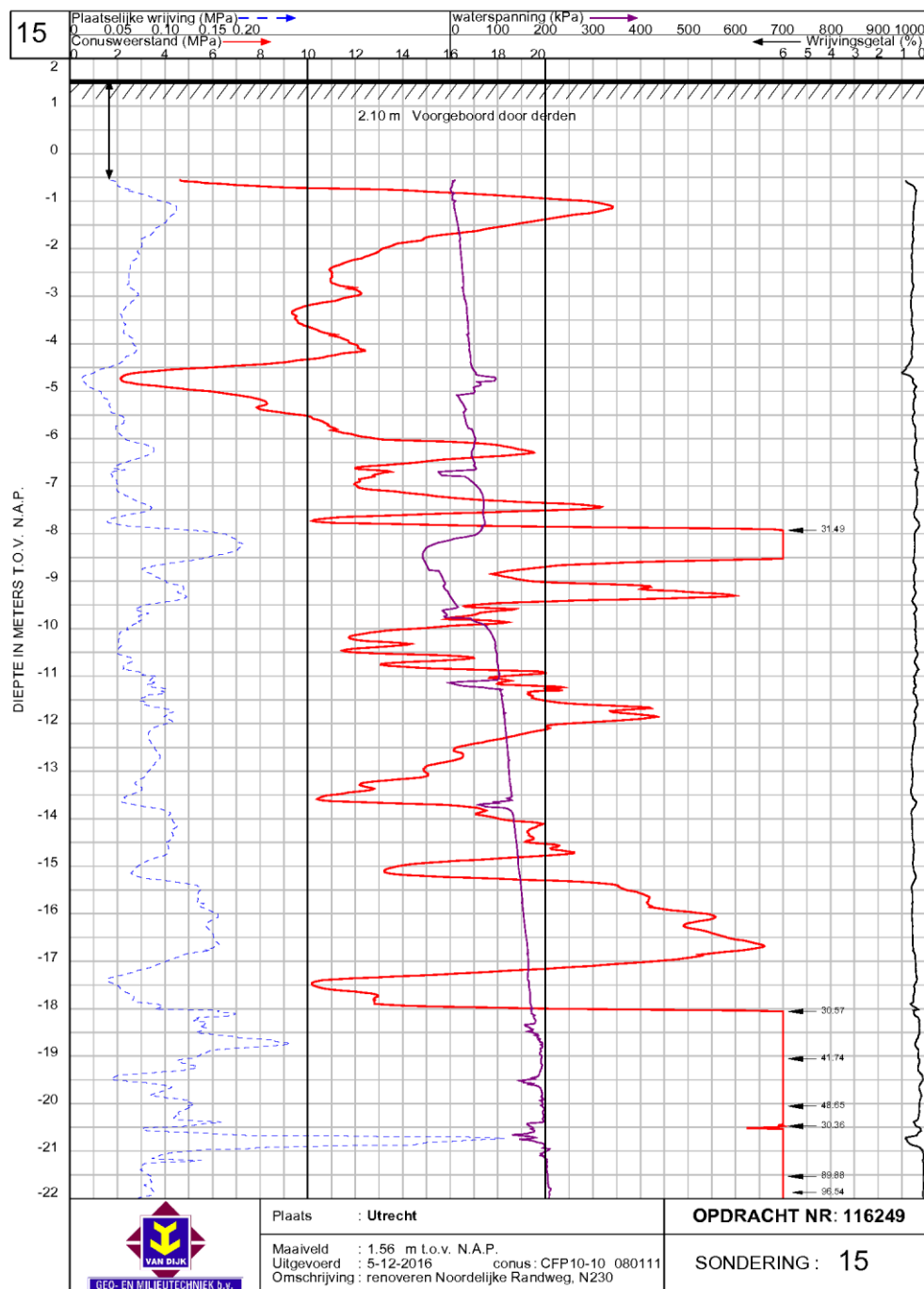
Kenmerk D79-PBO-KA-1800146

Bijlage A – Representatieve sonderingen



Memo

Kenmerk D79-PBO-KA-1800146



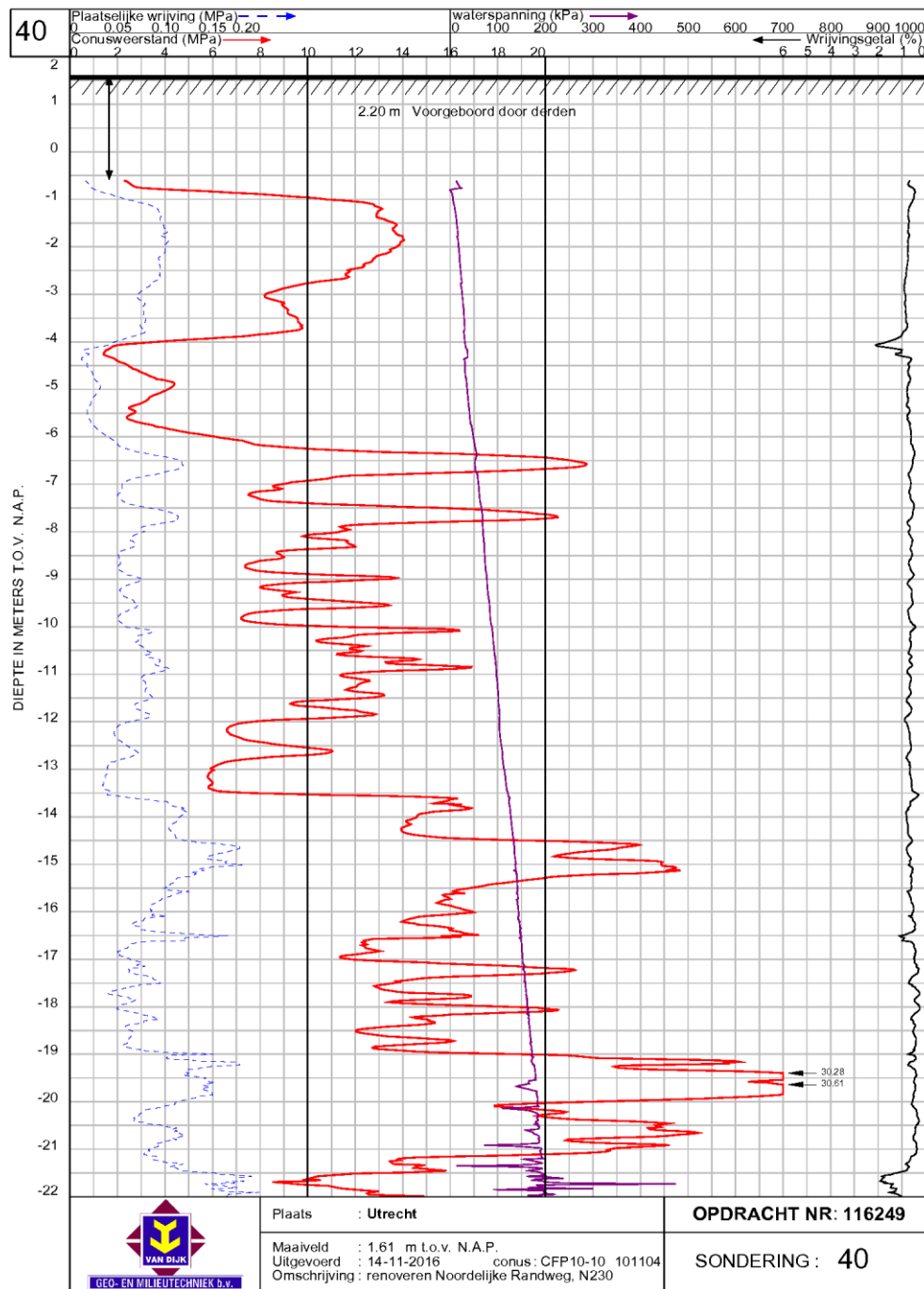
8-12-2016

uitgevoerd volgens NEN-EN-ISO 2276-1: 2012/C1: 2013, toepassingsklasse 3

1/2

Memo

Kenmerk D79-PBO-KA-1800146



8-12-2016

uitgevoerd volgens NEN-EN-ISO 2276-1: 2012/C1: 2013, toepassingsklasse 3

1/2

Memo

Bijlage B – Snelheidsprofiel en intensiteit van zwaar vrachtverkeer overdag op NRU

