



**Aan** : Projectteam  
**Datum** : 13 maart 2020  
**Betreft** : Resultaat aanvullende trillingsmeting  
Bosdreef

**Bezoekadres:** de Rotterdam  
Wilhelminakade 178, Rotterdam  
**Postadres:** Postbus 6633  
3002 AP Rotterdam  
**Internet:** rotterdam.nl/ingenieursbureau  
**Van:** Ing. D. Zandbergen  
**E-mail:** d.zandbergen@rotterdam.nl

**Ons kenmerk:** 2017-041-005 V1.0

1

**Inleiding**

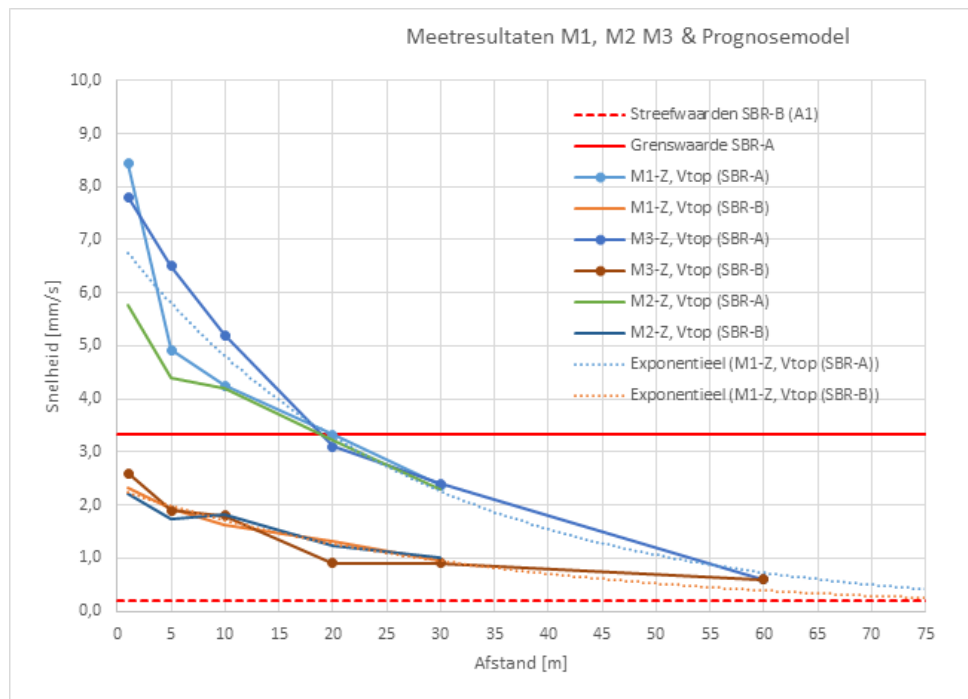
De resultaten van trillingsmeting uit 2017 voor bepaling vrij te waren afstanden inzake trillingshinder binnen het bestemmingsplan Boezembocht-Veilingterrein van Nieuw Kralingen (zoals gerapporteerd in rapport 2017-041-003 V2.1 dd. 9-3-2020) zijn door de de bedrijven Lion Metals B.V. & Forest Metals B.V. ter discussie gesteld.

De opmerking werd gemaakt dat er een kans bestaat dat de gemeten trillingen niet representatief zijn voor de normaal voorkomende situatie. Om deze onzekerheid uit te sluiten is besloten in overleg en met participatie van de metaalbedrijven een aanvullende meting uit te voeren. Het meetplan hiervoor is vastgelegd in rapport 2017-041-004 V1.0 dd. 3-3-2020. De meting is uitgevoerd op 5 maart 2020. Voorliggende notitie geeft de resultaten van deze aanvullende meting.

2

**Meetresultaten**

Meting 3 (M3) betreft de aanvullende meting van 5 maart 2020. Meting 1 (M1) en meting 2 (M2) betreffen de metingen uit 2017.



In afwijking op de meting uit 2017 is een extra opnemer op 60 m geplaatst (destijds niet nodig binnen de toen bekende uitgangspunten van het bestemmingsplan). De meetwaarden op die afstand komen overeen met het prognosemodel.



### **3 Conclusie**

Geconcludeerd wordt dat de meetresultaten uit de recent uitgevoerde meting (M3) overeenkomen met de eerdere meting uit 2017 (M1 en M2). Er is daarmee geen noodzaak de prognoseberekening en het daaruit volgende advies zoals omschreven in rapport 2017-041-003 V2.1 dd. 9-3-2020 aan te passen.

## 4 Meetplan

### 4.1 Meetapparatuur

Voor de maaiveld metingen is instrumentatie van Profound B.V. gebruikt. Met deze meetapparatuur is de optredende snelheid in mm/s over het frequentiespectrum van 0 tot 100 Hz vastgelegd, met een meetfrequentie van 1Hz (1 meting per seconde) en een meetbereik van 0-20 mm/s. De gebruikte sensor (geophone) meet trillingen in 3 verschillende richtingen; de x- & y-richting voor druk- en schuifspanningsgolf en de z-richting voor de druk-, schuifspannings- en Rayleigh-golf.

### 4.2 Uitvoering

Lion Metals B.V. heeft op 5 maart 2020 een serie vrachten (vrachtwagen transport) geregeld. Deze vrachten leveren hun lading aan de kraan op het terrein van Lion Metals B.V. Die kraan verwerkt vervolgens de lading. Op aangeven van Lion Metals B.V. zullen de werkzaamheden de meeste trillingen veroorzaken.

De meting wordt uitgevoerd op met één meetraai op locatie van meting 2 (zie figuur 5), bestaande uit 5 geophones. De 5 geophones zijn op de meetraai (rode lijn) verspreid met een afstand van 1 meter, 5 meter, 10 meter, 20 meter en 30 meter, metend vanaf de erfafscheiding. Meting 1 wordt niet aanvullend bemeten daar deze meting destijds gericht was op verkeestrillingen.

In aanvulling op de meting van 2017 is dat er een extra opnemer op het terrein van Lion Metals B.V. wordt geplaatst. Deze dient op locatie zo dicht mogelijk op de bron (kraan) te worden geplaatst.



Figuur 1; Aanduiding meetraai en meetlocaties

#### 4.2.1 Overig

Alle bewegingen van vrachtwagens en kranen zullen worden genoteerd. Dit helpt om de gemeten trillingen te koppelen aan de veroorzakende bron. In aanvulling daarop zal een camera worden opgesteld waarvan het beeldmateriaal bij interpretatie gebruikt kan worden.



### Stadsontwikkeling Ingenieursbureau

**Aan** : Dorsman I.J. (Irma)  
Haghighat S. (Shahrokh)

**Datum** : 9 maart 2020

**Betreft** : Trillingsprognose Bosdreef

**Bezoekadres:** de Rotterdam  
Wilhelminakade 178, Rotterdam  
**Postadres:** Postbus 6633  
3002 AP Rotterdam  
**Internet:** rotterdam.nl/ingenieursbureau  
**Van:** Ing. D. Zandbergen  
**E-mail:** d.zandbergen@rotterdam.nl

**Ons kenmerk:** 2017-041-003 V2.1

## 1 Inleiding

De Gemeente Rotterdam gaat de Bosdreef aan het Noordwesten van de Kralingse Plas verleggen in het verlengde van Rolf Hartkoornweg, in de buurt van het emplacement van Stoom Stichting Nederland. De huidige situatie is in Figuur 1 te zien en het ontwerp van de verlegging is in Figuur 2 te zien.



Figuur 1; Huidige situatie



Figuur 2; Ontwerp nieuwe situatie

Zoals in Figuur 2 te zien is worden er tussen de Bosdreef en Emplacement N.S. Noord verscheidene kavels gepland. De weergegeven kavelindeling betreft een indicatief voorgestelde indeling. Nabij het *Emplacement N.S. Noord* is thans *Lion Metals B.V & Forest Metals B.V.* gehuisvest, bedrijven die metaalrecycling exploiteren. Hierdoor is er zwaarverkeer ten behoeve van de aan- en afvoer (Figuur 3).

Tevens worden er bij de bedrijven met zware kranen gewerkt voor oa. de verwerking van de eerder genoemde metalen (Figuur 4).



*Figuur 3; Zwaarverkeer gebruikt door Lion Metals B.V & Forest Metals B.V.*



*Figuur 4; Kraan op terrein van Lion Metals B.V.*

De verkeersbewegingen en de exploitatie van de kraan kunnen trillingshinder naar de directe omgeving toedragen en dus mogelijk overlast aan de voorgestelde kavels ten zuiden van Lion Metals B.V. & Forest Metals B.V.

Het Ingenieursbureau Gemeente Rotterdam is gevraagd om de huidige trillingsbelasting van de bedrijven te inventariseren en middels het maken van een prognose in de toekomstige situatie het trillingsniveau te toetsen aan de richtlijnen van Stichting Bouw Research (SBR). De richtlijnen betreffen SBR-B, de beoordelingsrichtlijn voor hinder, en richtlijn SBR-A, de beoordelingsrichtlijn voor schade. De waargenomen trillingen zullen worden afgezet tegenover de grenswaarden van deze richtlijnen.





Hiermee wordt het onderzoeksvraagstuk als volgt:

*Kwantificeer door het uitvoeren van metingen en het maken van een prognose of schade (SBR-A, beoordelingsrichtlijn voor schade) en/of hinder (SBR-B, beoordelingsrichtlijn voor hinder) op de voorgestelde indicatieve verkaveling bestaat en indien (een van) beide zich voordoet wat de mogelijke maatregelen, en het effect hiervan, kunnen zijn.*

Een onderscheid naar het eigen aandeel trillingen van beide bedrijven wordt binnen dit onderzoek niet gemaakt omdat de vrijkomende trillingen van de werkzaamheden aan de ontvangende partij (lees vanaf de Boezembocht richting de indicatieve verkaveling) worden gemeten en bij de ontvangende partij worden beoordeeld en getoetst. De vrijkomende trillingen van beide bedrijven worden daarmee als gezamenlijk trillingsbron gezien die invloed hebben op de nieuwe (indicatieve) verkaveling.



## 2 Meetplan

### 2.1 Uitgangspunten

Het huidige bestemmingsverkeer op Emplacement N.S. Noord bestaat uit personenauto's en zwaarverkeer. Het grootste gedeelte van het bestemmingsverkeer is het zwaarverkeer ten behoeve van *Lion Metals B.V.* De maximale toegestane snelheid bedraagt formeel 50 km/u. Praktisch ligt deze snelheid lager vanwege de verkeerstechnische situatie op Emplacement N.S. Noord. De verkeersdruk is het grootst gedurende de werktijden van beide staal bedrijven.

Slechts gedurende werktijden (07:00-19:00) wordt de zware kraan door *Lion Metals B.V.* gebruikt. De grootste hoeveelheid trillingen naar de omgeving worden hierom gedurende de werktijden van *Lion Metals B.V.* geproduceerd.

### 2.2 Meetapparatuur

Voor de maaiveld metingen is instrumentatie van Profound B.V. (onderdeel van IFCO funderingsexpertise B.V.) gebruikt. Met deze meetapparatuur is de optredende snelheid in mm/s over het frequentiespectrum van 0 tot 100 Hz vastgelegd, met een meetfrequentie van 1Hz (1 meting per seconde) en een meetbereik van 20 mm/s. De gebruikte sensor (geophone) meet trillingen in 3 verschillende richtingen; de x- & y-richting voor druk- en schuifspanningsgolf en de z-richting voor de druk-, schuifspannings- en Rayleigh-golf.

### 2.3 Uitvoering

Gedurende 2 volle werkdagen zijn er metingen uitgevoerd met één raai bestaande uit 5 geophones op 2 verschillende locaties (iedere locatie gedurende 1 volle werkdag). De 5 geophones zijn op de raai verspreid met een afstand van 1 meter, 5 meter, 10 meter, 20 meter en 30 meter.

Middels deze meetraaien wordt de dempingskarakteristieke verkregen van de lokale ondergrond in combinatie de (samengestelde) trillingsbronnen. De daadwerkelijk positionering van de meetraaien is niet relevant daar de resultaten uitsluitend gebruikt worden voor het opstellen van het prognosemodel.

#### Meting 1

Op 31 mei 2017 is de meetraai direct ten oosten van *Lion Metals B.V.* (aan de noordkant van Emplacement N.S. Noord) geplaatst, in achtneming van de wegbreedte van Emplacement N.S. Noord.

#### Meting 2

Op 1 juni 2017 is de meetraai opgesteld op het braakliggende terrein ten zuidwesten van *Lion Metals B.V.* (aan de zuidkant van Emplacement N.S. Noord), waar tevens een deel van de voorgestelde kavels gesitueerd zijn.



Figuur 5; Aanduiding meetraai en meetlocaties

## 2.4 Trillingsbronnen

De trillingsbronnen die zijn bemeaten betreffen passerend vrachtverkeer met als doelbestemming de metaalbedrijven. Dit inzake aan- en afvoer van schroot/metaal. De verschillende type vrachtwagens rijden over niet-vlakke klinkerbestrating. Naast de trillingen van het verkeer wordt de exploitatie van zwaar materieel (kranen, knipp-pers) op het terrein van de metaalbedrijven ook ondervangen in deze meting.

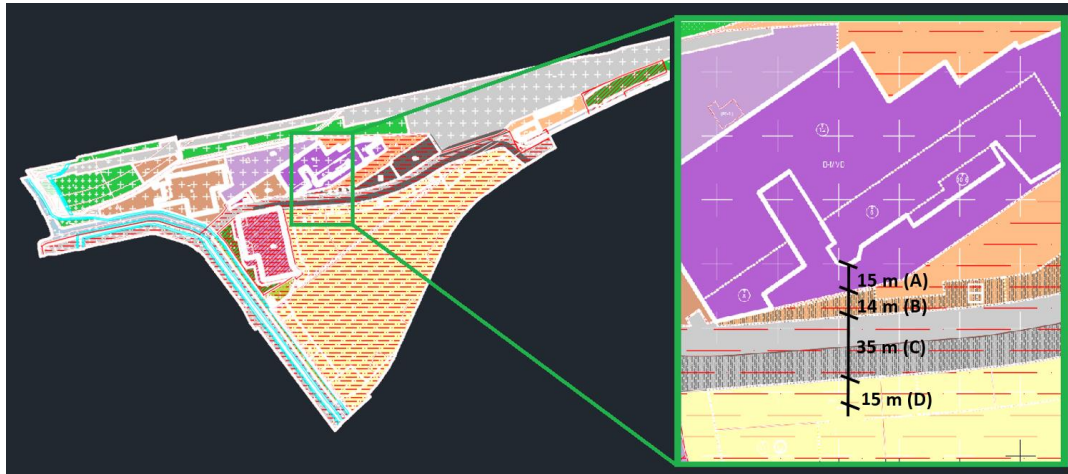
## 2.5 Grenswaarden

De resultaten van de voorgestelde metingen zijn getoetst aan de SBR-A (Schade) en de SBR-B (Hinder) beoordelingsrichtlijnen. Voor de SBR-A wordt een toegestane trillingsnelheid van 3,33 mm/s voor het frequentiegebied van 1-10 Hz gevonden. Uitgangspunt betreft hierbij *herhaald kortdurende trillingen* (type trilling) en *in goede staat verkerende panden* (categorie 2).

SBR-B beoordeelt trillinghinder conform toetsing op streefwaarden op basis van SBR-B. Voor dit project is een streefwaarde van 0,2 mm/s gehanteerd (functie wonen). Opgemerkt dient te worden dat met voorliggende meetopzet er geen officiële beoordeling voor hinder uitgevoerd kan worden maar de resultaten slechts een indicatie gebruikt kunnen worden. Een formele toetsing voor de SBR-B kan alleen worden uitgevoerd met behulp van een SBR-B meting in het toekomstige pand.



### 3 Nieuwe situatie



Figuur 6; Bestemmingsplan nieuwe situatie en aanduiding maatgevende afstand

Tussen de metaalbedrijven en de beoogde nieuwbouw is een geluidswand en kantoorbebouwing voorzien. Tevens komt er een bredere gefundeerde asfaltweg terug in het nieuwe plan.

Toelichting op weergegeven maatgevende afstanden:

- A) Betreft de afstand van het punt van de bebouwing van het metaal bedrijf (Forrest metals BV) waar de kraan binnen geëxploiteerd wordt naar de nieuwe industrie
- B) Betreft de afstand van de nieuwe industrie, rekeninghoudend met bebouwing (industrie of geluidscherm).
- C) Betreft de afstand over de nieuwe weg.
- D) Betreft de afstand van de weg naar de bebouwing.

### 4 Prognose

#### 4.1.1 Fase 1) Modeleren van de huidige situatie

Op basis van de meetdata is een prognosemodel opgesteld door de meetwaarden over de afstand te inter- en extrapoleren naar tussengelegen en grotere afstanden. De resultaten worden aan de benoemde grenswaarde getoetst. Op die wijze wordt een afstand tov de bron verkregen waar het trillingsniveau niet meer boven de grenswaarde ligt.

#### 4.1.2 Fase 2) Modeleren van de toekomstige situatie

Het uit te voeren ontwerpscenario bevat een andere geometrie dan de huidige situatie. Deze bebouwing levert een obstakel in de ondergrond. Die reflecteren trillingen. Derhalve worden deze obstakels gemodelleerd daar deze voor een trillingsreductie bij de bebouwing zorgen.

Het reflecteren van trillingsenergie wordt de “overdrachtsfunctie” benoemd. De factor betreft op basis van de literatuur 0,9. Dat betekent dat 90% van de energie doorgegeven wordt aan bebouwing en 10% op basis van impedantie wordt gereflecteerd. Op basis van



ervaringsproeven binnen het Rotterdamse ligt deze overdracht lager, op 0,70. Als uitgangspunt wordt als gemiddelde 0,8 aangehouden.

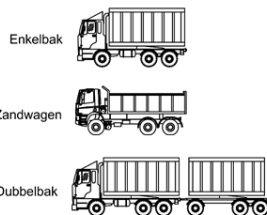
Het aandeel van de verkeerstrillingen wordt beschouwd vanaf de nieuwe weg naar de gevels van de nieuwe huizen (15 m, conform Figuur 6 afstand D). Het aandeel trillingen als gevolg van de exploitatie van de metaalbedrijven wordt beschouwd vanaf de kortste afstand van de metaalfabriek naar de gevels, die afstand is groter (79 m, conform Figuur 6 afstand A+B+C+D).

In beide gevallen wordt hetzelfde prognosemodel gebruikt, gemiddelde waarden van verkeer en exploitatie van de metaal fabrieken. Voor de invloed van de exploitatie van de metaalfabrieken naar de huizen toe zal dit de situatie overschatten daar deze formeel onterecht de trillingen van de vrachtwagenpassage bevat. Voor de situatie van de verkeertrillingen, beschouwd vanaf de weg naar de huizen, betreft dit tevens een overschatting van de situatie daar de nieuwe weg een asfaltweg is en de oude weg een klinkerbestrating met oneffenheden betreft. Deze veroorzaakt meer trillingen dan een gefundeerde asfalt weg. Doorgaans een factor 3 a 5.

## 5 Uitwerking fase 1

### 5.1 Ervaringen meting

Uit de verkeerstellingen (niet opgenomen in voorliggende rapportage) kwamen drie kenmerkende voertuigen naar voren die de grootste trillingen veroorzaakte. De *enkelbaks*, *dubbelbaks* en de met zand gevulde *zandwagen* (inzake naastgelegen gronddepot);



De zandwagen en de enkelbaks zijn het meest trillingsveroorzakend en noteerde de grootste trillingswaarden. Conform verwachting centreerde de meeste energie zich in de Z-richting. Vanuit de drie bemeten richtingen (zie paragraaf 2.2) is de Z-richting (Rayleigh-golf) daarmee (conform verwachting o.b.v. *expert judgement*) maatgevend boven de resultaten van de X-, en Y-richting.

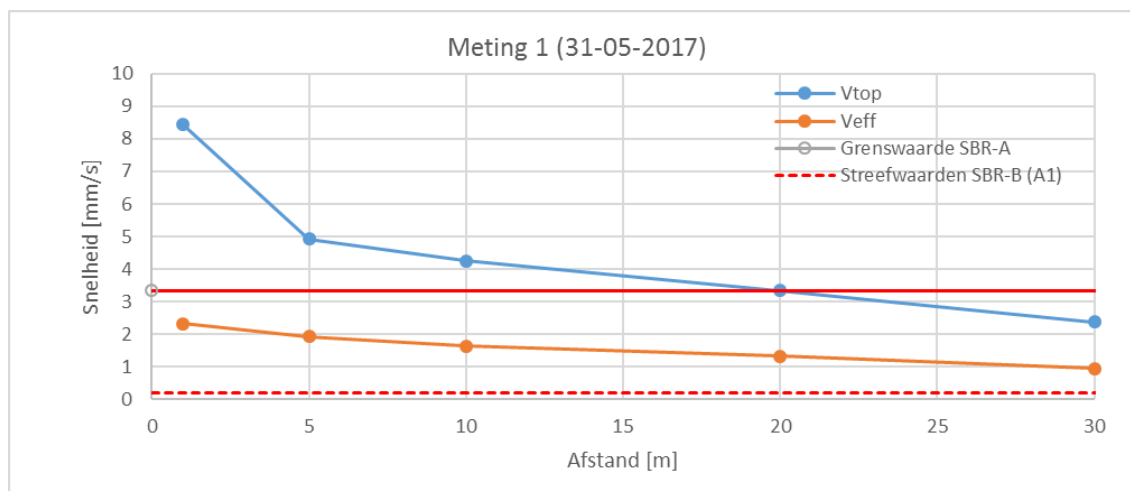
In de metingen zijn tevens zware kortstondige trillingen aanwezig, afkomstig van de werkzaamheden van de kraan, gevolg van de normale exploitatie van de meetaalbedrijven. Deze is tevens maatgevend in de Z-richting maar zijn minder sterk dan die van het zwaarverkeer.

Het vrachtverkeer is dominant aanwezig in de meetresultaten.

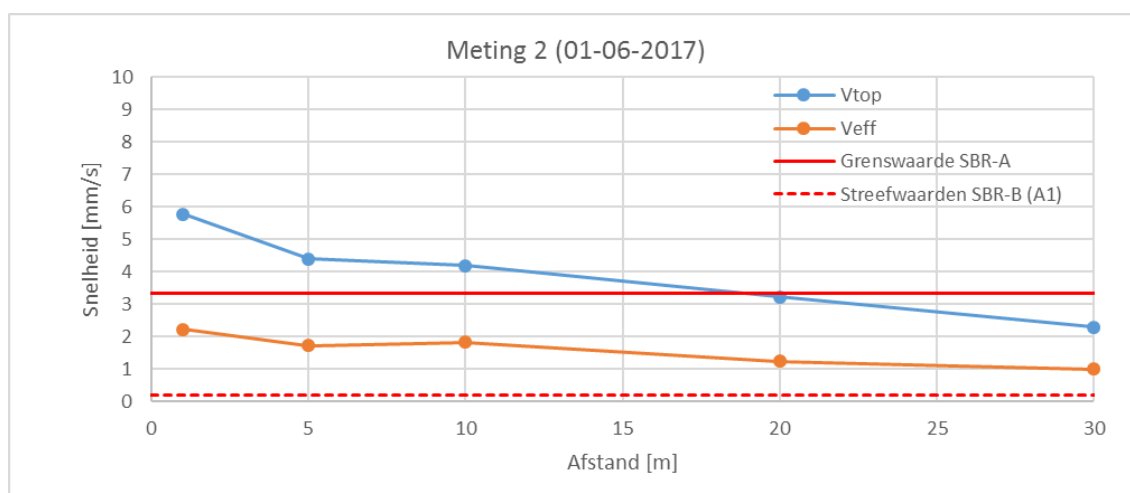


## 5.2 Meetresultaten

In Figuur 7 en Figuur 8 zijn per meting de meetresultaten opgenomen.



Figuur 7; Meetresultaten, prognose en toetsing meting 1 (31-05-2017)



Figuur 8; Meetresultaten, prognose en toetsing meting 2 (01-06-2017)

### Toelichting op legenda

De  $V_{top}$  (blauwe lijn) betreft de hoogst gemeten trillingen over de verschillende afstanden (bol-markeringen). Deze waarden wordt getoetst aan de grenswaarde van de SBR-A. De  $V_{eff}$  (oranje lijn) is het statistisch gemiddelde (op basis van voorschrift SBR-B) over de gehele meetperiode en wordt getoetst aan de streefwaarden van de SBR-B.

## 5.3 Conclusie

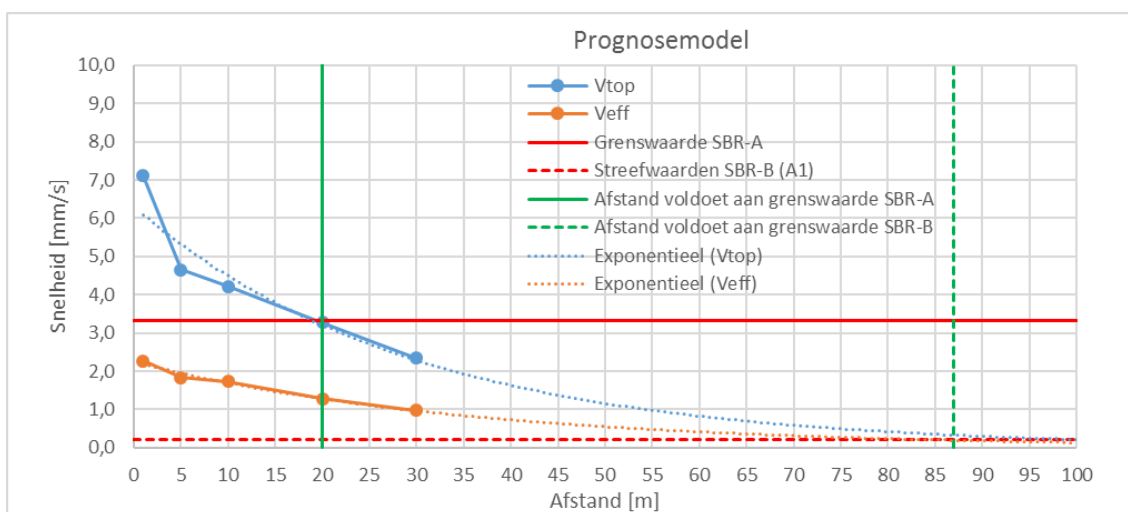
Beide metingen laten een vergelijkbaar beeld zien. Dit bevestigt een overeenkomend grondprofiel voor beide metingen en daarmee de directe omgeving. Er wordt op een afstand van ca. 20 m voldaan aan de grenswaarde voor SBR-A (bij verificatie met  $V_{top}$ ). Aan de streefwaarden van SBR-B (verificatie met  $V_{eff}$ ) wordt binnen de meting niet voldaan. De maatgevende trillingsbron is de vrachtwagen met enkele bak en de zandwagen.



## 6 Uitwerking

### 6.1 Geometrische demping huidige situatie (fase 1)

Het vervaardigde prognosemodel (exponentieel dempingsmodel) is zo goed mogelijk gefit op de meetwaarden en geëxtrapoleerd naar 100 m afstand. Beide metingen zijn hiervoor samengevoegd en gemiddeld. Op basis daarvan is 1 prognosemodel opgesteld voor de  $V_{top}$  en  $V_{eff}$ . Met het prognosemodel kan een indicatie van het trillingsniveau op een bepaalde afstand buiten de meting worden bepaald.

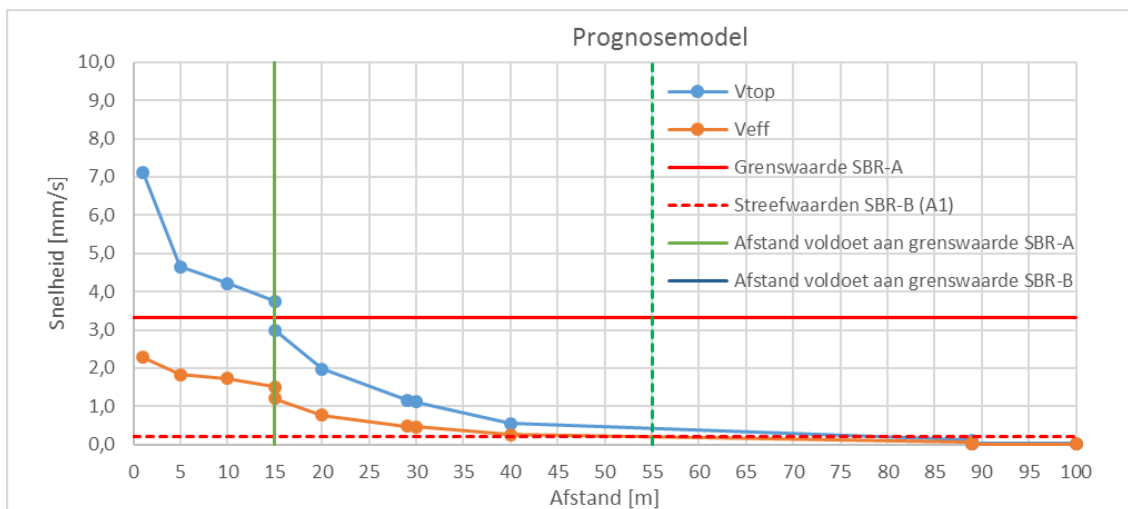


Figuur 9; Prognose resultaat

Op basis van het prognosemodel wordt in de huidige situatie voor de SBR-B (hinder) voldaan aan de streefwaarden op ca. 87,0 m. Voor de SBR-A (schade) wordt voldaan ca. 20,0 m.



## 6.2 Geometrische demping nieuwe situatie (fase 2)



Op basis van het prognosemodel wordt in de nieuwe situatie, rekening houdend met demping van de aangepaste geometrie, voor de SBR-B (hinder) voldaan aan de streefwaarden op ca. 55,0 m. Voor de SBR-A (schade) wordt voldaan ca. 15,0 m.



## 7 Conclusie

### Ten behoeve de exploitatie van de metaal fabrieken

Indien er op de aangegeven kadastrale grens (79 m vanaf de metaalfabrieken, Figuur 6 afstand A+B+C+D) bebouwing wordt gesitueerd, wordt er aan het criterium van SBR-A en aan het indicatieve criterium van SBR-B (dit is incl. de positieve werking van de overdrachtsfunctie) voldaan.

### Ten behoeve van het vrachtverkeer

Indien er op de aangegeven kadastrale grens (15 m vanaf de nieuwe weg, Figuur 6 afstand D) bebouwing wordt gesitueerd, wordt er aan het criterium van SBR-A voldaan. Aan het indicatieve criterium van SBR-B (dit is incl. de positieve werking van de overdrachtsfunctie) wordt niet voldaan.

Echter de wegfundatie en verharding wijzigt in de nieuwe situatie. Dit zal een positieve uitwerking op het trillingsniveau hebben (valt lager uit). Dit is vooralsnog niet meegenomen in de prognose. Rekening houdend met een verschil van een factor 3 a 4 tussen trillingsniveaus van vrachtverkeer over een oneffen klinkerbestrating en een goed gefundeerde asfaltweg zou de geprognoseerde afstand van 55 m meer dan gehalveerd kunnen worden. De dan verkregen afstand past daarmee goed binnen het Rotterdamse uitgangspunt bebouwing op minimaal 15 m van wegen te plaatsen, zoals in de nieuwe situatie ook is opgenomen.

## 8 Aanbeveling

De gehanteerde of verkregen uitgangspunten betreffen allen verwachtingswaarde op basis van de werkelijk uitgevoerde meting. Op een kleine verhoging in de overdrachtsfunctie na (inzake bekende onzekerheid), zijn er geen veiligheidsfactoren verwerkt in deze analyse. Dit geeft een risico wanneer de verwachtingswaarde direct wordt vertaald naar de toekomstige situatie. Ondanks dat op de werkelijk locatie is gemeten, locatie specifieke parameters zijn gevonden en ervaringen zijn verwerkt, zit er een bepaalde marge op de verkregen resultaten waardoor overschrijdingen van de SBR-A en SBR-B in de daadwerkelijke toekomstige situatie alsnog kunnen optreden.

Vooralsnog wordt dan ook niet geadviseerd aanvullende trillingsdempende of beperkende maatregel op te nemen. Wel wordt geadviseerd na bouwen van de woningen en de weg een formele trillingsmetingen naar hinder (SBR-B) uit te voeren om de prognoses resultaten te valideren.

## 9 Opmerking

Door concretiserende planvorming zijn de uitgangspunten aan de geometrie aangepast in voorliggende versie van deze notitie ten opzichte van eerdere versies.

Specifiek de afstand en bebouwing die tussen de metaalbedrijven en de beoogde nieuwbouw is voorzien. Dit was in 2017 nog niet bekend. Verder betreft de afstand van de weg, die in het definitieve plan anders is gesitueerd, tot aan de kadastrale grens 15,0 m in plaats van 12,5 m. De afstand tussen de metaalbedrijven en de beoogde nieuwbouw





betreft ca. 87 m. Indien dit in 2017 bekend was in de meetopzet op grotere afstanden een meetpunt opgenomen in de meetraai.