

Trillingsgevoeligheid Middelland

n.a.v. Verbod vrachtverkeer
's-Gravendijkwal

Van

Rodriaan Spruit
F. M. Freyre

Datum

5 maart 2015



Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Analyse Geografisch Informatie Systeem (GIS)	4
2.1	Funderingstype / Wegverharding	4
2.2	Afstand tot rijbaan	5
3	Metingen op locatie	6
3.1	Mathenesserlaan	8
3.2	Heemraadssingel	9
3.3	Claes de Vrieselaan	10
3.4	Combinatie	12
4	Bevindingen	13
5	Conclusie	14

1 Inleiding

Per 5-1-2015 geldt op de 's-Gravendijkwal en op delen van de Heemraadssingel en Claes de Vrieselaan een verbod op vrachtverkeer (zwaarder dan 3,5 ton). Het verbod is ingesteld om aan de Europese norm voor luchtkwaliteit (stikstofdioxide) te kunnen voldoen.

Bewoners van de buurt tussen de 's-Gravendijkwal en de Heemraadssingel hebben hun zorgen geuit om het vrachtverkeer waarvan men een toename in de wijk verwacht. Men vreest voor schade aan de panden.

Deze rapportage gaat in op de trillingsgevoeligheid van de wijk Middelland. Er is vanuit beschikbare gegevens een analyse van de wijk gemaakt op basis waarvan representatieve meetlocaties zijn bepaald. Op 10 februari 2015 zijn op deze representatieve locaties metingen aan panden en aan maaiveld uitgevoerd om een beeld te krijgen van de werkelijke trillingen aan de panden.

2 Analyse Geografisch Informatie Systeem (GIS)

In de databases van Gemeente Rotterdam zijn diverse gegevens vastgelegd. Het combineren van deze gegevens is gebruikt om de locaties voor de trillingsmetingen te bepalen.

Uit eerdere trillingsmetingen met verkeer als trillingsbron is gebleken dat de volgende factoren bijdragen aan de grootte van de gemeten trillingen aan een pand:

- funderingstype pand
- bouwkundige staat pand
- afstand tussen hart rijbaan en pand
- type wegverharding / vlakheid van de weg
- massa voertuig
- rijsnelheid

Van deze factoren zijn in het GIS vastgelegd:

- funderingstype pand
- afstand tussen hart rijbaan en pand
- type wegverharding

Door bovenstaande informatie te combineren zijn de volgende kaarten samengesteld:

- funderingstype en wegverharding
- afstand tot rijbaan

2.1 Funderingstype / Wegverharding

De funderingscategorieën die worden onderscheiden zijn:

- fundering op betonnen palen
- fundering op houten palen
- fundering op staal (funderingsstroken op ongeveer 1 m beneden maaiveld, zonder palen daaronder)

Fundering op staal komt in de wijk Middelland niet voor. Fundering op betonnen palen komt plaatselijk voor op locaties waar de oorspronkelijke bebouwing is gesloopt en nieuwbouw is gepleegd.

Gebouwen op betonnen palen zijn relatief ongevoelig voor omgevingstrillingen door de hoge stijfheid van de fundatie. Gebouwen op houten palen zijn gevoeliger voor omgevingstrillingen dan gebouwen op betonnen palen, vooral lage trillingen veroorzaakt door bijvoorbeeld zwaar verkeer worden goed aan gebouwen op dit type fundatie doorgegeven. Gebouwen op staal zijn het meest gevoelig voor trillingen.

De wegverhardingen die voor dit project zijn onderscheiden zijn:

- asfalt
- elementen (bijvoorbeeld straatstenen)

In het GIS zijn verschillende typen elementenverharding vastgelegd, deze zijn tot een groep samengevoegd.

Voor het berekenen van de eerste kaart (zie bijlage 1) is gebruik gemaakt van onderstaande determinatie (van weinig tot meer gevoelig voor trillingen):

- betonnen funderingspalen en asfalt: groen
- betonnen funderingspalen en straatstenen: geel (met arcering)
- houten funderingspalen en asfalt: geel
- houten funderingspalen en straatstenen: oranje

2.2 Afstand tot rijbaan

Voor het berekenen van de tweede kaart (zie bijlage 2) is gebruik gemaakt van onderstaande determinatie (van weinig tot meer gevoelig voor trillingen):

- 17-20 m afstand tussen hart (hoofd-)rijbaan en gevel: donker groen
- 13-16 m afstand tussen hart (hoofd-)rijbaan en gevel: licht groen
- 9-12 m afstand tussen hart (hoofd-)rijbaan en gevel: geel
- 5-8 m afstand tussen hart (hoofd-)rijbaan en gevel: oranje
- 1-4 m afstand tussen hart (hoofd-)rijbaan en gevel: rood

3 Metingen op locatie

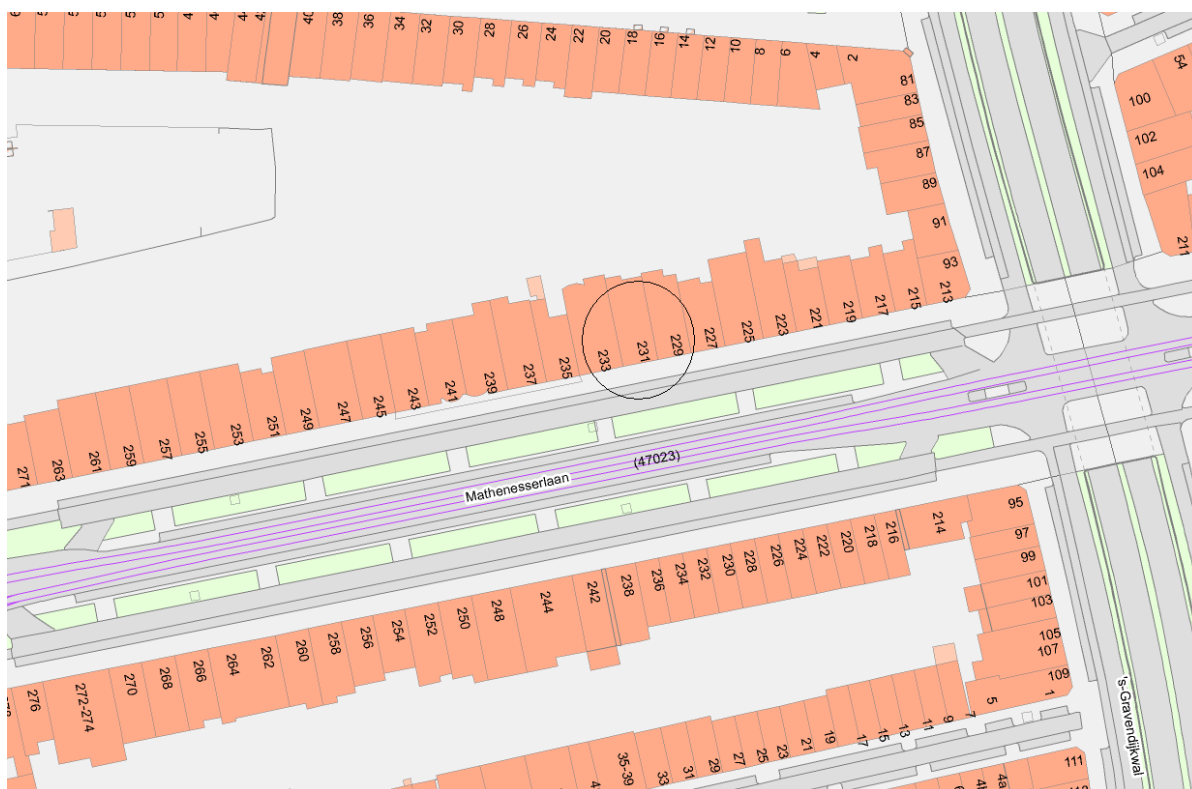
Op 10 februari 2015 zijn trillingsmetingen uitgevoerd op drie verschillende locaties. Deze metingen zijn bedoeld als ijkking van de kaarten die op basis van de GIS informatie zijn berekend. Deze dag is zo gekozen zodat het samenvalt met de verkeersmetingen die in dit gebied zijn uitgevoerd.

Op basis van de toegestane rijsnelheid (50 km/u en 30 km/u), de breedte van de weg, funderingstype bebouwing en het type wegverharding is voor drie meetlocaties gekozen.



Meetapparatuur aan de gevel bevestigd en op de stoep geplaatst (Mathenesserlaan)

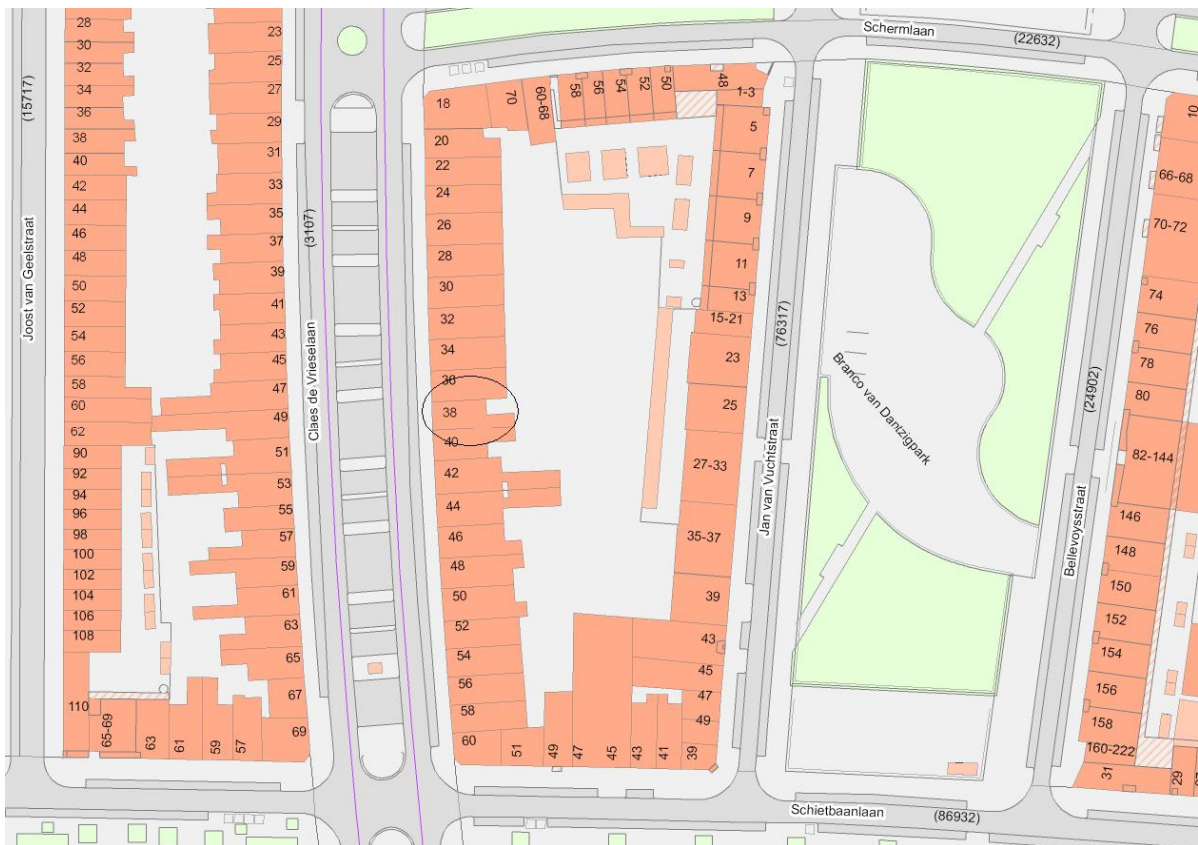
Elke voertuigpassage zwaarder dan 3,5 ton is gefotografeerd. Uit het tijdstip van de foto kon zo het voertuigtype worden gekoppeld aan de opgetreden trillingen.



Meetlocatie Mathenesserlaan



Meetlocatie Heemraadssingel



Meetlocatie Claes de Vrieselaan

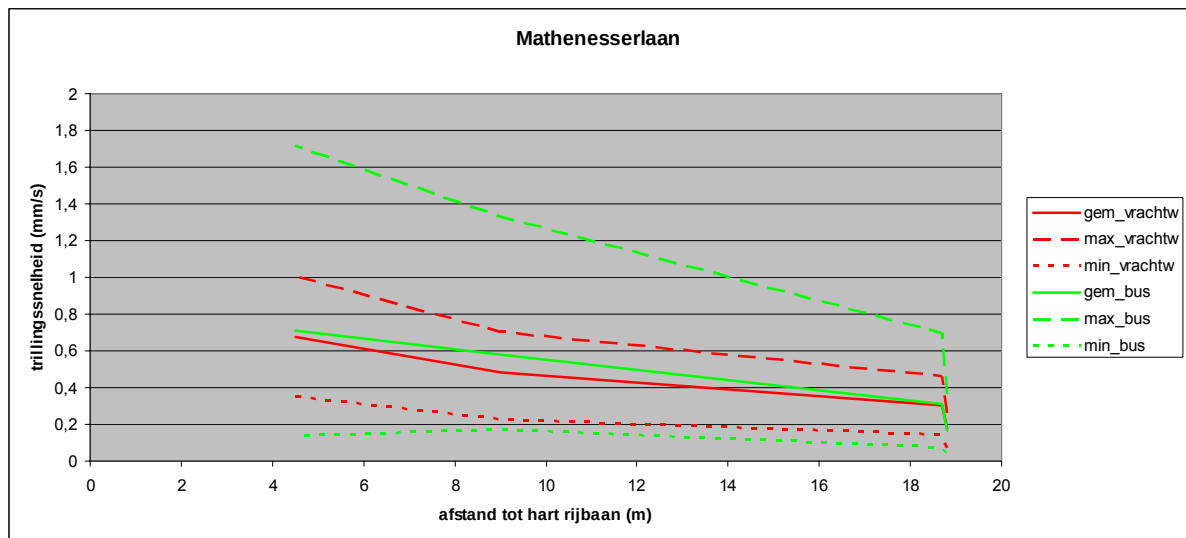
3.1 Mathenesserlaan

Op de Mathenesserlaan is gemeten aan pand 231 en in een lijn loodrecht daarop op de stoep, direct naast de gevel, op de rand van de groenstrook aan de zijde van de ventweg, aan de rand van het parkeervak langs de hoofdrijbaan, met afstanden tot het hart van de dichtstbijzijnde rijbaan van respectievelijk 18,8 m, 18,7 m, 9 m en 4,5 m.

Gedurende een meettijd van 2 uur kwamen 5 vrachtwagens (oost-west) en 18 stadsbussen (oost-west) op de hoofdrijbaan voorbij. Gemiddeld waren de trillingen aan de gevel 61% van de trillingen die op de stoep direct voor de gevel werden gemeten. Deze overdrachtsfunctie komt goed overeen met metingen uit het verleden.

In de grafiek zijn weergegeven:

- Maximale trillingssnelheid buspassage (max_bus)
- Gemiddelde trillingssnelheid buspassage (gem_bus)
- Minimale trillingssnelheid buspassage (min_bus)
- Maximale trillingssnelheid vrachtwagenpassage (max_vrachtw)
- Gemiddelde trillingssnelheid vrachtwagenpassage (gem_vrachtw)
- Minimale trillingssnelheid vrachtwagenpassage (min_vrachtw)



Typering meetsituatie

- funderingstype pand: houten palen
- bouwkundige staat pand: metselwerk, goede kwaliteit (SBR beoordelingsrichtlijn A: categorie 2)
- afstand tussen hart rijbaan en pand: 18,8 meter
- type wegverharding: asfalt
- massa voertuig: zwaarder dan 3,5 ton
- toegestane rijnsnelheid: 50 km/u (hoofdrijbaan)

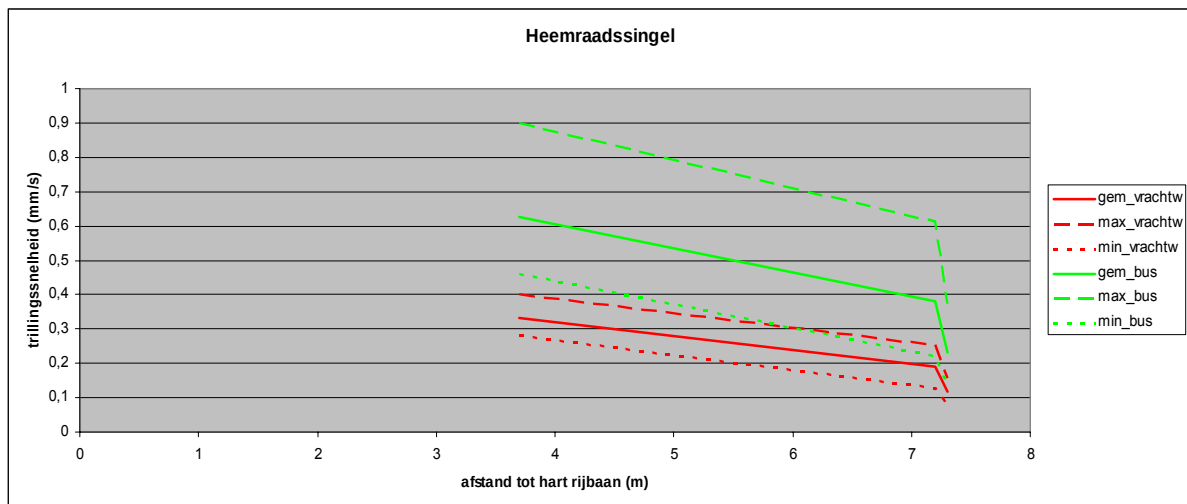
3.2 Heemraadssingel

Op de Heemraadssingel is gemeten aan pand 174 en op de rand van het trottoir, loodrecht voor pand 174. Om een vergelijkbaar punt als bij de Mathenesserlaan direct naast de gevel aan de grafiek toe te voegen, is op 0,1 m uit de gevel (afstand tot het hart van de rijbaan 7,2 m) een punt berekend waarbij de trillingen aan de gevel zijn gedeeld door 0,61. Daarmee is de overdrachtsfunctie die op de Mathenesserlaan bij pand 231 is vastgesteld toegepast op de meetlocatie Heemraadssingel. Er passeerden 3 vrachtauto's en 6 bussen gedurende een meetperiode van 2 uur.

In de metingen aan de Heemraadssingel is opvallend dat de stadsbussen aanzienlijk meer effect op de omgeving sorteren dan de vrachtwagens.

In de grafiek zijn weergegeven:

- Maximale trillingssnelheid buspassage (max_bus)
- Gemiddelde trillingssnelheid buspassage (gem_bus)
- Minimale trillingssnelheid buspassage (min_bus)
- Maximale trillingssnelheid vrachtwagenpassage (max_vrachtw)
- Gemiddelde trillingssnelheid vrachtwagenpassage (gem_vrachtw)
- Minimale trillingssnelheid vrachtwagenpassage (min_vrachtw)



Typering meetsituatie

- funderingstype pand: houten palen
- bouwkundige staat pand: metselwerk, goede kwaliteit (SBR beoordelingsrichtlijn A: categorie 2)
- afstand tussen hart rijbaan en pand: 7,2 meter
- type wegverharding: straatstenen
- massa voertuig: zwaarder dan 3,5 ton
- toegestane rijksnelheid: 30 km/u

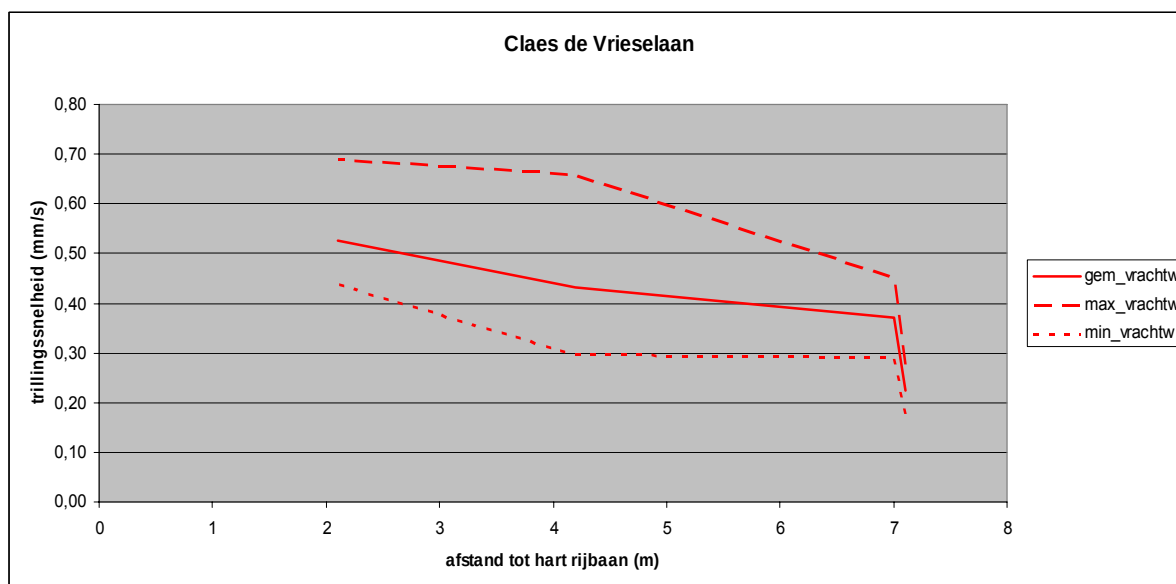
3.3 Claes de Vrieselaan

Op de Claes de Vrieselaan is gemeten aan pand 38 en op de rand van het trottoir, loodrecht voor pand 38. Op dezelfde wijze als bij de Heemraadssingel is een punt in de grafiek toegevoegd op 0,1 m uit te gevel (afstand tot het hart van de rijbaan 7 m).

Omdat de Claes de Vrieselaan niet in een route voor de stadsbussen ligt, is hier alleen het effect van vrachtverkeer waargenomen. In de straat ligt een spoor voor de tram. Dit spoor is geen onderdeel van een vaste lijndienst en wordt momenteel alleen gebruikt in geval van een probleem op een van de routes in het aangrenzende gebied. Tijdens de metingen kwamen geen trams voorbij. Er passeerden 4 vrachtauto's (zuid-noord) gedurende de meetperiode van 2 uur.

In de grafiek zijn weergegeven:

- Maximale trillingssnelheid vrachtwagenpassage (max_vrachtw)
- Gemiddelde trillingssnelheid vrachtwagenpassage (gem_vrachtw)
- Minimale trillingssnelheid vrachtwagenpassage (min_vrachtw)



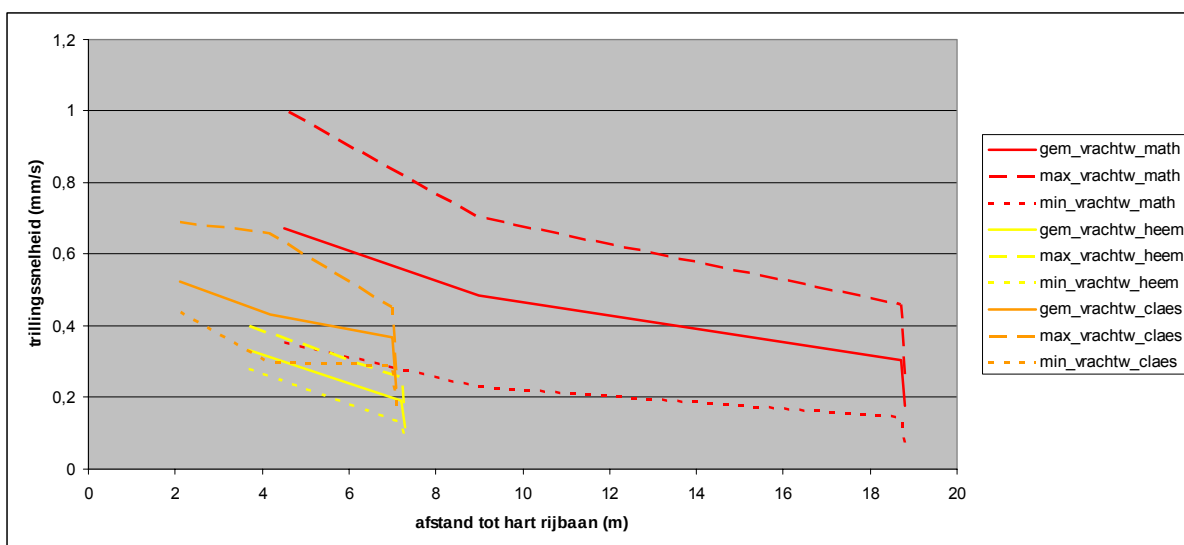
Typering meetsituatie

- funderingstype pand: houten palen
- bouwkundige staat pand: metselwerk, goede kwaliteit (SBR beoordelingsrichtlijn A: categorie 2)
- afstand tussen hart rijbaan en pand: 7 meter
- type wegverharding: asfalt
- massa voertuig: zwaarder dan 3,5 ton
- toegestane rijksnelheid: 50 km/u

3.4 Combinatie

Door de meetgegevens van de vrachtverkeer passages op de drie meetlocaties te combineren, wordt onderstaande grafiek verkregen. Hoewel de rijsnelheid niet is gemeten, is deze wel in relatieve zin waargenomen: op de Heemraadssingel werd het langzaamst gereden, op de Claes de Vrieselaan wat sneller en het snelst op de Mathenesserlaan.

De invloed van de visueel waargenomen rijsnelheid lijkt te worden bevestigd door deze grafiek. De spreiding per meetlocatie wordt ook deels door verschillen in de subjectief waargenomen rijsnelheid veroorzaakt.



4 Bevindingen

De afstand tussen rijbaan en gevel lijkt een goede onderscheidende factor te zijn, totdat naar de metingen wordt gekeken. De gemeten trillingswaarden in de straten met kleine afstand tussen rijbaan en gevel liggen structureel veel lager dan de waarden in de ruim opgezette Mathenesserlaan.

Op de brede Mathenesserlaan is subjectief waargenomen dat er relatief sneller wordt gereden, waardoor het gunstige effect van de grote afstand tot de rijbaan teniet wordt gedaan. Per saldo werden de hoogste trillingswaarden gemeten aan de Mathenesserlaan en de laagste bij de meetlocatie aan de Heemraadssingel, ondanks dat daar straatstenen verharding in combinatie met een verkeersdrempel aanwezig was.

Overigens werden zowel in de Mathenesserlaan en de Heemraadssingel de hoogste trillingen gemeten bij het passeren van de stadsbussen. Over het algemeen liggen de trillingen als gevolg van passerende vrachtwagens op 50 tot 100 % van de waarde die wordt veroorzaakt door de bussen. Voor de stadsbussen geldt dat er vanuit het project geen aanpassingen zijn gedaan en er geen sprake is van een nieuwe situatie.

In absolute zin is er zelfs bij de hoogste gemeten waarde nog een zeer ruime marge tot de landelijk geldende norm voor schade door trillingen. De grenswaarde voor categorie 2 gebouwen (metselwerk in goede staat) voor frequenties lager dan 10 Hz (typisch voor zwaar verkeer en ook bevestigd door de metingen) ligt namelijk op 5 mm/s.

Conform de SBR beoordelingsrichtlijn A moet de grenswaarde worden gecorrigeerd voor de aard van de trillingen (herhaald kortdurend) en de aard van de meting (indicatief). In dit geval moet de grenswaarde worden verlaagd (kritischer) met respectievelijk een factor 1,5 (voor herhaald kortdurend karakter) en een factor 1,6 (voor indicatieve meting).

$$\text{toetswaarde} = \frac{\text{grenswaarde}}{\text{correctiefactor} - \text{trilling} * \text{correctiefactor} - \text{meting}}$$
$$2,1 = \frac{5}{1,5 * 1,6}$$

De allerhoogste meetwaarden aan de gevel gemeten, veroorzaakt door vrachtwagens bedroegen:

- 0,26 mm/s (Mathenesserlaan)
- 0,16 mm/s (Heemraadssingel)
- 0,28 mm/s (Claes de Vrieselaan)

De allerhoogste meetwaarden aan de gevel gemeten, veroorzaakt door stadsbussen bedroegen:

- 0,36 mm/s (Mathenesserlaan)
- 0,37 mm/s (Heemraadssingel)
- In de Claes de Vrieselaan passeren geen stadsbussen.

5 Conclusie

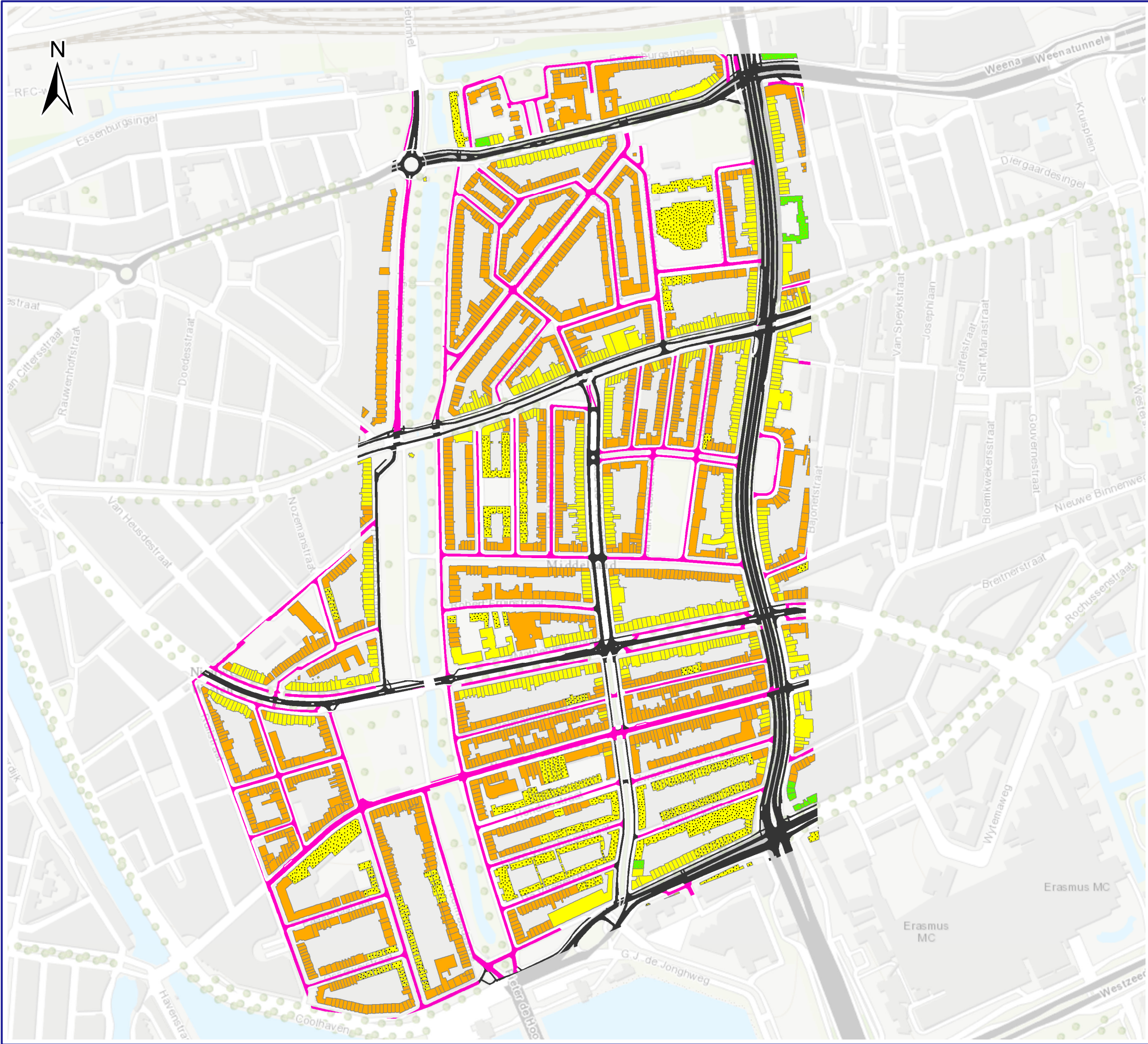
De uitgevoerde trillingsmetingen laten waarden zien die ruim beneden de SBR beoordelingsrichtlijn voor schade door trillingen vallen (2,1 mm/s).

In de smalle straten is subjectief waargenomen dat er relatief langzaam wordt gereden, waardoor de trillingsbelasting toch kleiner is dan in de ruim opgezette Mathenesserlaan. Ook op de Mathenesserlaan voldoen de waargenomen trillingsniveaus nog ruimschoots aan de landelijke grenswaarden voor schade door trillingen.

De trillingen die door de stadsbussen worden veroorzaakt liggen gemiddeld op gelijk of hoger niveau als de trillingen die door vrachtverkeer worden veroorzaakt. Op de Heemraadssingel is subjectief waargenomen dat door de stadsbussen aanzienlijk sneller gereden dan door de vrachtwagens, zodat het effect op de omgeving van de stadsbussen aldaar meer dan twee keer zo groot was als het effect van de vrachtwagens maar nog wel ruimschoots voldoet aan de landelijke grenswaarden voor schade door trillingen.

De GIS kaarten zijn gebruikt om meetlocaties te kiezen die representatief zijn voor de wijk Middelland. Gezien de ruime marge tot de grenswaarden voor schade (conform de SBR beoordelingsrichtlijn 2,1 mm/s) wordt binnen de wijk Middelland geen schade verwacht door passerend vrachtverkeer.

Bijlage 1: Funderingstype / wegverharding



VERKLARING

Relatie fundering en verharding

- Houten palen en klinkers
- Houten palen en asfalt
- Betonpalen en klinkers
- Betonpalen en asfalt

Wegverharding

- Asfalt
- Klinker

SITUATIE

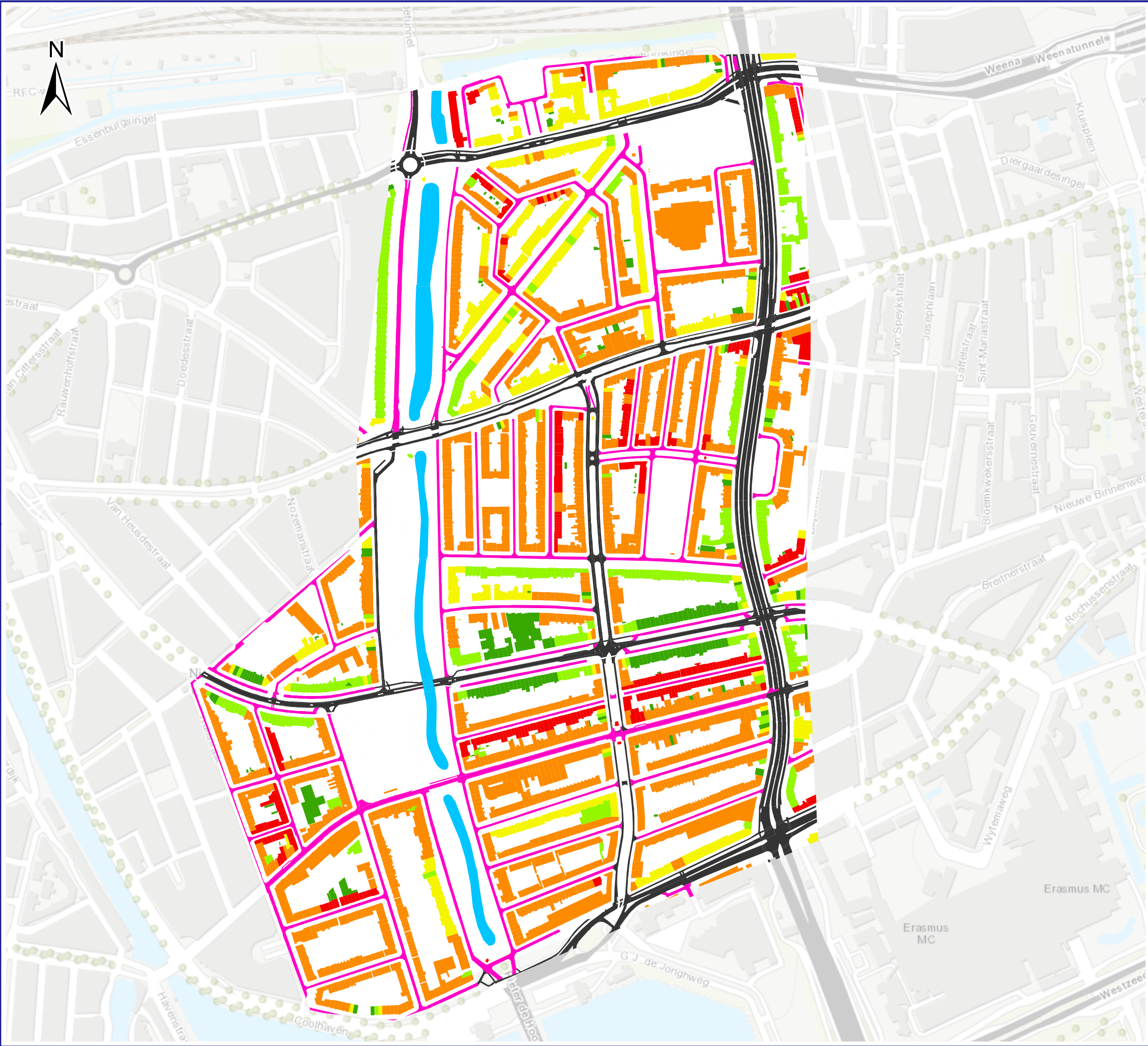


Gemeente Rotterdam

Trillingsgevoeligheid Middelland

Relatie tussen fundering en wegverharding		Formaat:	A3
		Schaal:	1:6.000
Adviseur / Tekenaar: ir. F. M. Freyre H.	Datum creatie: 2-03-2015	Projectnr.:	2015_012
Projectleider: ir. Rodriaan Spruit	Datum laatste wijziging: 2-03-2015	Revisie:	Definitief

Bijlage 2: Afstand tot rijbaan



VERKLARING

Afstand rijbaan tot panden

- 1 - 4 m
- 5 - 8 m
- 9 - 12 m
- 13 - 16 m
- 17 - 20 m

Wegverharding

- Asfalt
- Klinker

SITUATIE



Trillingsgevoeligheid Middelland

Afstand rijbaan tot panden		Formaat:	A3
		Schaal:	1:6.000
Adviseur / Tekenaar: ir. F. M. Freyre H.	Datum creatie: 2-03-2015	Projectnr.:	2015_012
Projectleider: ir. Rodriaan Spruit	Datum laatste wijziging: 2-03-2015	Revisie:	Definitief