

Rapport

Lid NLingenieurs
ISO-9001:2000 gecertificeerd

Betreft: Trillingniveaus vanwege Zeeuwse lijn te Goes
**Onbemande trillingmetingen Peutz april 2011
in woningen aan goederentreinen**

Rapportnummer: VL 849-12-RA-001

Datum: 8 december 2011

Ref.: MV/PB/EH/VL 849-12-RA-001

1. Inleiding

In verband met intensivering van het goederenvervoer over de Zeeuwse lijn sinds 2001 worden in Goes trillingreducerende maatregelen overwogen. Momenteel liggen twee hoofdopties voor, te weten een betonnen monolithische spoorbak en/of een permanente rijsnelheidsbeperking voor goederentreinen tot 40 à 60 km/h.

Ten behoeve van beide opties, alsmede ten behoeve van de bepaling van de nulsituatie (zonder maatregelen), zijn in april 2011 aanvullende onbemande langdurige trillingmetingen in combinatie met rijsnelheidsmetingen aan goederentreinen verricht, zowel door TNO als door Peutz.

In voorliggend document worden de trillingmetingen zoals door Peutz verricht c.q. de resultaten daarvan nader omschreven en geïnterpreteerd. Het betreft "directe" trillingmetingen van vloeren van woningen, "direct" in die zin dat "direct" de te toetsen grootte conform de richtlijnen wordt gemeten (daar waar de hinder wordt ondervonden).

Peutz bv
Paletsingel 2, Postbus 696
2700 AR **Zoetermeer**
Tel. (079) 347 03 47
Fax (079) 361 49 85
info@zoetermeer.peutz.nl

Lindenlaan 41, Molenhoek
Postbus 66, 6585 ZH **Mook**
Tel. (024) 357 07 07
Fax (024) 358 51 50
info@mook.peutz.nl

L. Springerlaan 37,
Postbus 7, 9700 AA **Groningen**
Tel. (050) 520 44 88
Fax (050) 526 31 78
info@groningen.peutz.nl

Montageweg 5,
6045 JA **Roermond**
Tel. (0475) 324 333
info@roermond.peutz.nl

www.peutz.nl

Peutz GmbH
Düsseldorf, Bonn, Berlin
info@peutz.de
www.peutz.de

Peutz SARL
Paris, Lyon
Info@peutz.fr
www.peutz.fr

Peutz bv
London
info@peutz.co.uk
www.peutz.co.uk

Daidalos Peutz bvba
Leuven
Info@daidalospeutz.be
www.daidalospeutz.be

Köhler Peutz Geveltechniek bv
Zoetermeer
Info@gevel.com
www.gevel.com

Opdrachten worden aanvaard en
uitgevoerd volgens De Nieuwe
Regeling 2005

BTW identificatienummer
NL004933837B01
KvK: 12028033

2. Metingen

2.1. Meetlocaties

De in overleg met de gemeente Goes en TNO gekozen woningen c.q. meetlocaties aan weerszijden van het voorziene spoorbak tracé zijn weergegeven in figuur 1 (adressen in blauw), de metingen zijn verricht op de eerste verdieping (slaapkamers):

adres	Willem Zelleweg 7	Patijnweg 92	Parallelweg 20
locatie adres t.o.v. spoorbak tracé	west (station)	midden	oost (Kloetinge)
locatie adres t.o.v. spoorbaan	zuid	noord	zuid
afstand van woning tot dichtstbijzijnde spoor	20 meter	40 meter	20 meter
locatie slaapkamer in woning	achter, west	voor, oost	achter, west

De gekozen woningen representeren in feite de "slechste" (clusters van) woningen met betrekking tot trillingen vanwege goederentreinen (bereik van "matige hinder" conform rapport met nummer VL 849-9-RA-001 d.d. 7 februari 2011 paragraaf 9, Vmax (hoogste) groter dan 0,7 mm/s conform rapport met nummer VL 849-10-RA-001 d.d. 7 februari 2011 figuur 12 en 13).

2.2. Meetrichtingen

Gemeten is in drie richtingen:

x	y	z
horizontaal	horizontaal	verticaal
oost-west	noord-zuid	
evenwijdig aan spoor	loodrecht op spoor	
channel 1 in VIEW2002	channel 2 in VIEW2002	channel 3 in VIEW2002

2.3. Meetapparatuur

De trillingmetingen zijn uitgevoerd m.b.v. de volgende instrumenten ("rode dozen", in drievoud):

- trillingsnelheid sensor, fabricaat Syscom, type MS2003
- motion recorder, fabricaat Syscom, type MR2002

Analyses zijn uitgevoerd met:

- evaluatiesoftware, fabricaat Ziegler Consultants, type VIEW2002

De montage van de sensor was op het drietal locaties door middel van zwaartekracht, met de bodemplaat van de sensor (orde grootte 10 x 10 cm) los op de ter plaatse harde vlakke vloerafwerking. In voorkomende gevallen (zachte vloerafwerking zoals tapijt) zijn "spikes" toegepast (vergelijk SBR deel B bijlage 4).

2.4. Gegevens meetperiode

Gemeten is van maandag 4 april 2011 tot (goede) vrijdag 22 april, i.e. week 14, 15 en 16. Tijdens de metingen gold de permanente rijsnelheidsbeperking voor goederentreinen door Goes van 80 km/h. De trillingmetingen zijn gecombineerd met:

- rijsnelheidsmetingen in km/h van goederentreinen per doorkomsttijd zoals verricht door TNO m.b.v. radar t.p.v. de oostzijde (Kloetinge, Parallelweg 4) van het spoorbak tracé
- realisatiegegevens van ProRail, i.e. de doorkomsttijden in Goes van goederentreinen per treinnummer, zoals samengesteld door de gemeente Goes
- quo vadis gegevens van ProRail, i.e. de doorkomsttijden in Heerle (tussen Bergen op Zoom en Roosendaal) van goederentreinen per treinnummer inclusief aantal assen en gemiddelde aslast, zoals samengesteld door de gemeente Goes

2.5. Beoordelingssystematiek

Als eengetalswaarde (per locatie, per meetrichting, per passage) wordt in eerste instantie de "Vmax" systematiek conform SBR deel B (augustus 2002) gehanteerd ("DIN4150/2" of "KBFT" systematiek in VIEW2002):

- te meten grootte is trillingsnelheid in mm/s
- frequentiebereik 1-80 Hz
- frequentieweging conform SBR deel B paragraaf 9.2 (kantelfrequentie 5,6 Hz)
- voortschrijdende effectieve waarde conform SBR deel B paragraaf 9.3 (tijdconstante 0,125 seconde c.q. fast, RMS)
- grootste effectieve waarde per interval van 30 seconden ("event" in VIEW2002, ook wel "takt")
- grootste effectieve waarde per passage (één of enkele takten)

2.6. Meetresultaten

Op basis van signaalvorm, signaalsterkte, en de doorkomsttijden van de rijsnelheidsmetingen, de realisatiegegevens en quo vadis gegevens zijn de goederentrein passages uit de meetresultaten over 3 weken geselecteerd. Dit betreft circa 180 geregistreerde passages per meetpositie (circa 60 per week, circa 10 per etmaal behoudens zondag).

Een substantieel aantal goederentrein passages beslaat 2 takten ($2 \times 30 = 60$ s).

In figuur 2, 3 en 4 zijn de meetresultaten grafisch weergegeven, voor de maatgevende meetrichting:

- Willem Zelleweg 7 en Parallelweg 20 (slaapkamer achter): horizontaal evenwijdig aan spoor
- Patijnweg 92 (slaapkamer voor): verticaal

3. Interpretatie

3.1. Gemiddelde Vmax

Op basis van o.a. figuur 2, 3 en 4 is de kwadratisch gemiddelde Vmax voor goederentrein passages bepaald (maatgevende richting in vet weergegeven):

mm/s (KB,fast,RMS)	x	y	z
Willem Zelleweg 7	0,513	0,216	0,249
Patijnweg 92	0,131	0,119	0,279
Parallelweg 20	0,367	0,229	0,144

Deze waarden kunnen worden vergeleken met de in rapport met nummer VL 849-10-RA-001 d.d. 7 februari 2011 figuur 12 en 13 weergegeven waarden (op basis van circa een ½ dag per woning in oktober 2010 gemeten reizigerstreinen, met toeslag voor goederentreinen zoals gemeten in oktober/november 2010 in beide referentiepunten):

mm/s (KB,fast,RMS)	2010 woonkamer	2010 slaapkamer	2011 slaapkamer
Willem Zelleweg 7	0,462	0,582	0,513
Patijnweg 92	0,596	-	0,279
Parallelweg 20	0,343	0,363 (hal)	0,367

Voor Willem Zelleweg 7 en Parallelweg 20 komt een en ander goed overeen, mede gezien het feit dat om praktische redenen niet in dezelfde slaapkamer kon worden gemeten. Dit betekent dat de conclusies ten aanzien van het zogenaamde Vper, dat gebaseerd is op het kwadratisch gemiddelde Vmax, zoals herleid in 2010 (rapport met nummer VL 849-10-RA-001) ongewijzigd blijven. Die conclusie was overigens dat een criterium van 0,1 mm/s voor Vper conform SBR deel B ook in 2020 voor alle locaties (vrijwel) wordt gerespecteerd.

Voor Patijnweg 92 wordt nu een substantieel lagere waarde (circa 50% lager) vastgesteld dan voorheen. Weliswaar is op een andere verdieping gemeten, maar doorgaans is het verschil tussen verdiepingen niet zo groot. Voor Patijnweg 92 was destijds opgemerkt dat onduidelijk was waarom aldaar relatief sterke trillingen optraden (relatief grote afstand tot spoor, geen specifieke locale excitatie effecten zoals kruiswissel o.i.d.). De metingen van oktober/november 2006 van Peutz ter plaatse van Patijnweg 90 waren evenwel in lijn met die van 2010. Onduidelijk is of nu wisselende omstandigheden een rol spelen, wel is duidelijk dat een criterium van 0,1 mm/s voor Vper conform SBR deel B ook in 2020 (vrijwel) wordt gerespecteerd.

3.2. Spectra

Ter nadere illustratie zijn per woning gemiddelde tertsbandspectra bepaald van de tijdgemiddelde trillingsnelheid over de goederentrein passages (1 of 2 takten) in de maatgevende richting. Op dat resultaat wordt de SBR deel B frequentieweging (KB) toegepast, en dan opgeschaald naar het kwadratisch gemiddelde Vmax conform de vorige paragraaf. Het resultaat is in figuur 5, 6 en 7 weergegeven (zwarte lijnen). In die figuren is ter vergelijking tevens opgenomen:

- rode lijnen: op identieke wijze bepaalde spectra voor beide referentiepunten in 2010 (figuur 1: adressen in rood), zoals weergegeven in rapport met nummer VL 849-10-RA-001 figuur 2 en 3
- blauwe en gele lijnen: spectra voor woningen zoals herleid in de analyse 2010, zoals weergegeven in rapport met nummer VL 849-10-RA-001 figuur 6 (Willem Zelleweg 7), 8 (Patijnweg 92) en 10 (Parallelweg 20)

De dominante excitatie treedt op in het 8 Hz octaaf, met voor Willem Zelleweg 7 ook een belangrijke 25 Hz component (31,5 Hz octaaf). Het beeld is ongewijzigd ten opzichte van 2010 (de geconstateerde discrepantie voor Patijnweg 92 manifesteert zich over vrijwel het gehele spectrum). Een eventuele spoorbak dient met name deze excitatie te reduceren.

3.3. Top15 Vmax

Ter herleiding van het representatieve (min of meer hoogste) Vmax per meetpositie is per meetpositie de top 15 van passages qua Vmax per passage in figuur 8 samengevat. Bij die analyse zijn ook de resultaten van de trillingmetingen van TNO in dezelfde meetperiode april 2011 betrokken. De TNO metingen betreffen het fundament van een drietal woningen (figuur 1: adressen in rood). Het betreft het tweetal referentiepunten uit 2010, aangevuld met Parallelweg 4. In figuur 8 is weergegeven:

- treinnummer conform realisatiegegevens en quo vadis gegevens
- vervoerder conform treinnummer
- doorkomsttijd Goes conform realisatiegegevens
- richting conform tijdsverschil Goes (realisatiegegevens) – Heerle (quo vadis gegevens)
- aantal assen conform quo vadis gegevens
- gemiddelde aslast conform quo vadis gegevens
- rijnsnelheid conform TNO metingen
- rang (1 tot 15) en trillingsnelheid Vmax in mm/s (KB, fast, RMS) per passage in maatgevende richting in zes posities

De matrix in figuur 8 is in verticale richting gesorteerd op heftigheid qua trillingen per passage (samengesteld uit de rangen voor de zes posities) en in horizontale richting van west (station) naar oost (Kloetinge):

- vd5zf: van dusseldorpstraat 5, z-richting, fundament (TNO)
- wz7xv: willem zelleweg 7, x-richting, vloer (Peutz)
- pt92zv: patijnweg 92, z-richting, vloer (Peutz)
- pr4zf, parallelweg 4, z-richting, fundament (TNO)
- pr20xv, parallelweg 20, x-richting, vloer (Peutz)
- kw5zf: koningin wilhelminastraat 5, z-richting, fundament (TNO)

Op basis van de top 15 goederentrein passages per positie wordt conform SBR deel B het representatieve Vmax per positie bepaald (Vstat), dat vergeleken wordt met de analyse 2010 (rapport met nummer VL 849-10-RA-001 figuur 12 en 13 twee na laatste kolom getiteld "Vmax hoogste"):

mm/s (KB,fast,RMS)	2010	2011
Van Dusseldorpstraat 5	fundament: 0,39	fundament: 0,35
Willem Zelleweg 7	woon- / slaapkamer: 0,84 / 1,05	slaapkamer: 1,11
Patijnweg 92	woonkamer: 1,19	slaapkamer: 0,73
Parallelweg 4	-	fundament: 1,20
Parallelweg 20	woonkamer / hal: 0,68/0,72	slaapkamer: 0,86
Koningin Wilhelminastraat 5	fundament: 0,60	fundament: 0,56

Behoudens Patijnweg 92 komt een en ander goed overeen, mede gezien het feit dat om praktische redenen niet in dezelfde slaapkamer kon worden gemeten. Voor Patijnweg 92

geldt weer dat om onduidelijke redenen de situatie meevalt ten opzichte van 2010 (en 2006). Ter plaatse van Parallelweg 4 (nieuwe positie) zijn relatief sterke trillingen gemeten (hoogste waarde in bovenstaande lijst, ondanks dat het een meetpositie op het fundament betreft i.e. zonder resonanties in gebouwresponsie). Verwacht mag worden dat aldaar in woningen een Vmax optreedt van (ten minste) die orde grootte.

Het nu vastgestelde representatieve Vmax in het drietal (relatief ongunstige) woningen bedraagt van west naar oost respectievelijk 1,11, 0,73 en 0,86 mm/s (en 1,20 mm/s ter plaatse van het fundament van Parallelweg 4). Een criterium van 0,4 mm/s 's nachts voor Vmax conform SBR deel B wordt met een factor 2 à 3 overschreden. De in het verleden aangegeven reductiedoelstelling van een factor 3 wordt daarmee onderschreven. Een criterium van 0,8 mm/s overdag en 's avonds wordt vrijwel gerespecteerd.

Verder zijn illustratief de gemiddelden van de gehele populatie goederentreinen vs. die van de top 15 populatie:

	alle	top 15
aantal	circa 180	38
gemiddeld aantal assen	67	91
gemiddelde gemiddelde aslast (kN)	137	171
gemiddelde rijsnelheid (km/h)	58	61
dag/avond/nacht	45% / 15% / 40%	12% / 32% / 56%

In de top 15 populatie is er een tendens naar langere zwaardere treinen (aantal assen en gemiddelde aslast). Er is niet zozeer een trend naar hogere rijsnelheid. De meer hinderlijke treinen rijden vooral 's avonds en 's nachts.

3.4. Lagere rijsnelheid

Als optie ter reductie van trillingen in woningen vanwege goederentrein passages wordt een lagere rijsnelheid onderzocht, met name 's nachts.

Als ervaringsgegeven kan er van worden uitgegaan, zoals o.a. aanbevolen door de FTA (Federal Transit Administration) als onderdeel van het USA DoT (Department of Transportation), dat variaties in kinetische energie ($1/2 \cdot \text{massa} \cdot \text{rijsnelheid}^2$) de trillingenergie ($\text{trillingsnelheid}^2$) bepalen.

De trillingsnelheid is dan evenredig aan de rijsnelheid.

Een snelheidsreductie van 80 naar 40 km/h zou dan een reductiefactor 2 opleveren.

De gewenste substantiële reductie met een factor 2 à 3 is dan naar verwachting slechts mogelijk met een substantieel lagere rijsnelheid van 40 km/h of minder. In die zin worden de gemeten goederentrein passages in de snelheidsklasse van 30 tot 50 km/h nader onderzocht.

In figuur 9 zijn de goederentrein passages in de snelheidsklasse van 30 tot 50 km/h samengevat, volgens dezelfde systematiek als figuur 8. Meetwaarden boven 0,4 mm/s zijn in vet weergegeven. Ter plaatse van de woning Willem Zelleweg 7 (kolom wz7xv) genereert ook het merendeel van de langzame goederentrein passages trillingen boven 0,4 mm/s. Ter plaatse van de woning Parallelweg 20 (kolom pr20xv) geldt dit ook voor de zwaardere treinen (gemiddelde aslast orde grootte 200 kN, richting oost, bovenste drie rijen in figuur 9). Die drie treinen genereren ook ter plaatse van het fundament van Parallelweg 4 (kolom pr4zf) de sterkste trillingen tot orde grootte 0,8 mm/s. Ter plaatse van de woning Patijnweg 92 (kolom pt92zv) is slechts één langzame goederentrein passage boven 0,4 mm/s gemeten.

In feite is het aandeel zware treinen (gemiddelde aslast orde grootte 200 kN, richting oost, bovenste drie rijen in figuur 9) in deze deelpopulatie van langzame goederentrein passages te laag om een adequate vergelijkende analyse (gemiddelden, spectra, top 15, etc.) met de andere snelheidsklassen uit te voeren, die dan ook achterwege blijft.

Globaal gezien zijn de gegeneraliseerde meetwaarden voor de langzame treinen circa een factor 1,2 à 1,3 lager dan voor de gehele populatie (indicatieve gemiddelden en top 15 analyse). Een dergelijke factor is relatief laag (substantieel lager dan gememoreerde factor 2 o.b.v. ervaringsgegevens bij rijsnelheidshalvering), te meer gezien het lage aandeel zware langzame treinen. Er zijn in feite geen aanwijzingen dat met een permanente rijsnelheidsbeperking tot 40 km/h ('s nachts) de trillingen in woningen beperkt blijven tot 0,4 mm/s (met name woningclusters Willem Zelleweg 7, Parallelweg 4 en Parallelweg 20, op circa 20 meter van het dichtstbijzijnde zuidelijke spoor, waar doorgaans de zwaardere treinen richting oost rijden).

Met Captrain België was afgesproken om in de derde meetweek (18-24 april) een rijsnelheid van 40 km/h aan te houden. De rijsnelheid van Captrain België was in die week echter 52 à 56 km/h met slechts 2 passages. Die afspraak heeft aldus niet geleid tot verhoogd inzicht in trillingen vanwege langzame (< 50 km/h) goederentrein passages.

Wellicht is het zinvol de data van oktober/november 2010 nog te scannen op langzame goederen treinen en te checken op zware treinen. Het venster voor quo vadis gegevens in combinatie met rijksnelheidsmetingen is echter vrij kort (1 week).

3.5. Trend rijksnelheid

Ter verdere indicatie van de gegeneraliseerde invloed van de rijksnelheid op de trillingsnelheid is in figuur 10 datareductie door middel van middeling in klassen toegepast:

- middeling binnen rijksnelheidsklassen <35, 40±5, 50±5, 60±5, 70±5 en 80±5 km/h
- middeling van 3 woningvloeren en 3 meetrichtingen (9 kanalen Peutz), evenzo middeling van 3 fundamentlocaties en 3 meetrichtingen (9 kanalen TNO)

De helling van de lijnen in figuur 10 is circa een factor 1,3 à 1,4 per rijksnelheidsverdubbeling. Uitgaande van een representatieve maximale trillingsnelheid in de ongunstiger woningen van orde grootte 1 mm/s (top 15 analyse: paragraaf 3.3) resteert dan 0,7 à 0,8 mm/s bij rijksnelheidshalvering, i.e. nog steeds hoger dan het criterium van 0,4 mm/s.

De gegeneraliseerde verhouding woning/fundament is overigens circa een factor 1,7.

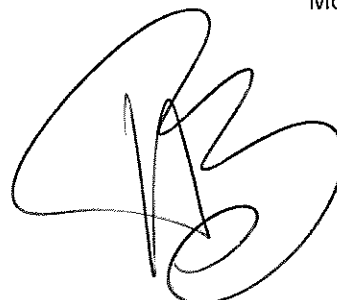
4. Conclusie

Op basis van langdurige (3 weken) onbemande trillingmetingen in een drietal (ongunstige) woningen aan de Zeeuwse lijn te Goes wordt geconcludeerd:

- de etmaalperiode gemiddelde trillingsnelheid V_{per} geëxtrapoleerd naar de trein intensiteiten voor 2020 voldoet (vrijwel) aan een criterium van 0,1 mm/s (gemiddelde analyse, paragraaf 3.1)
- de maatgevende stoofrequenties (c.q. door maatregelen zoals de spoorbak te reduceren componenten) liggen in het bereik van het 8 Hz octaaf (spectrale analyse: paragraaf 3.2)
- de representatieve maximale trillingsnelheid V_{max} bedraagt orde grootte 1 mm/s (top 15 analyse: paragraaf 3.3)
- de ongunstigste woningen zijn gelegen aan de zuidkant in verband met de kortere afstand tot het dichtstbijzijnde spoor van circa 20 m en relatief meer zware goederentrein passages op het zuidelijke spoor richting oosten c.q. afvoer van de haven van Vlissingen (top 15 analyse: paragraaf 3.3)
- de reductiedoelstelling (zoals voor de spoorbak) bedraagt een factor 2 à 3 ter realisatie van een criterium van 0,4 mm/s voor de representatieve maximale trillingsnelheid V_{max} (top 15 analyse: paragraaf 3.3)
- de invloed van rijsnelheidshalvering is relatief beperkt, globaal circa een factor 1,3, daarmee wordt een criterium van 0,4 mm/s voor de representatieve maximale trillingsnelheid V_{max} niet systematisch gerespecteerd (rijsnelheid analyses: paragraaf 3.4 en 3.5)

Bovenstaande conclusies wijken niet af van eerdere zoals 2006/2007 en 2010/2011. Aanvullend is wel het kennelijk (te) beperkte effect van rijsnelheidsreductie. In feite resteert dan de spoorbak als trillingreducerende maatregel, voor zover daarover omtrent het potentiële rendement duidelijkheid en overeenstemming (tussen de diverse daarbij betrokken deskundigen) wordt verkregen.

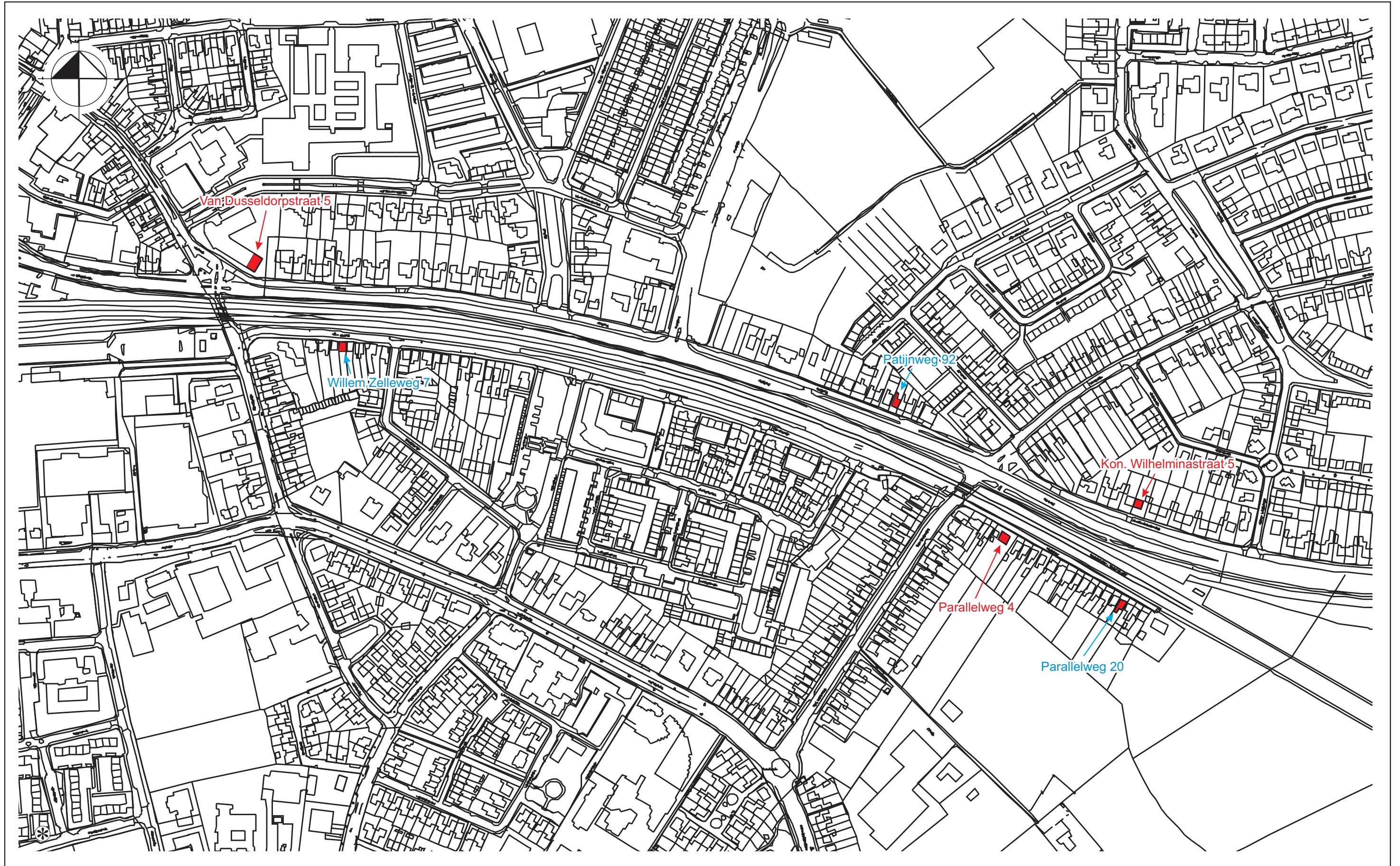
Mook,



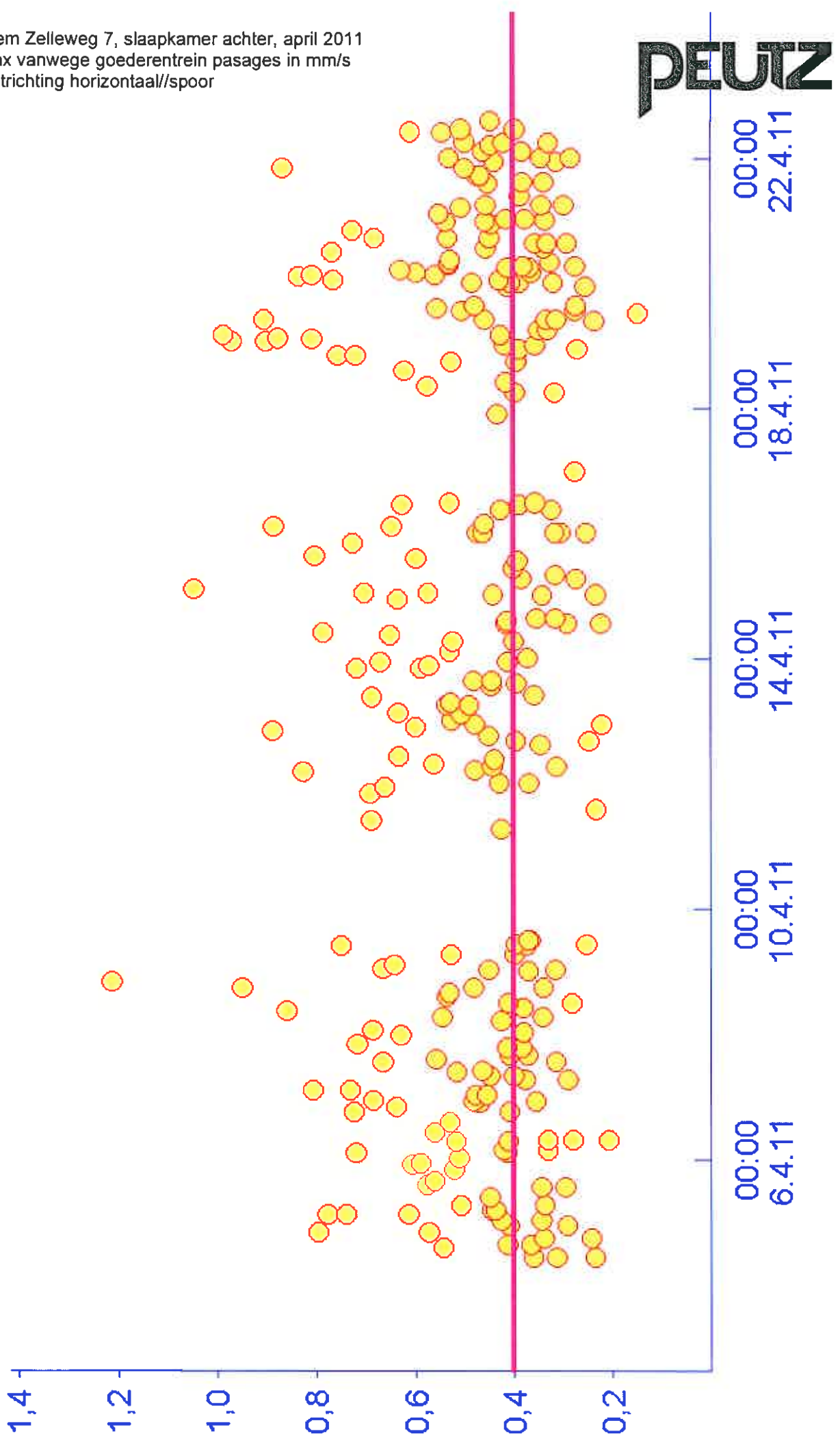
Dit rapport bestaat uit:

10 pagina's.

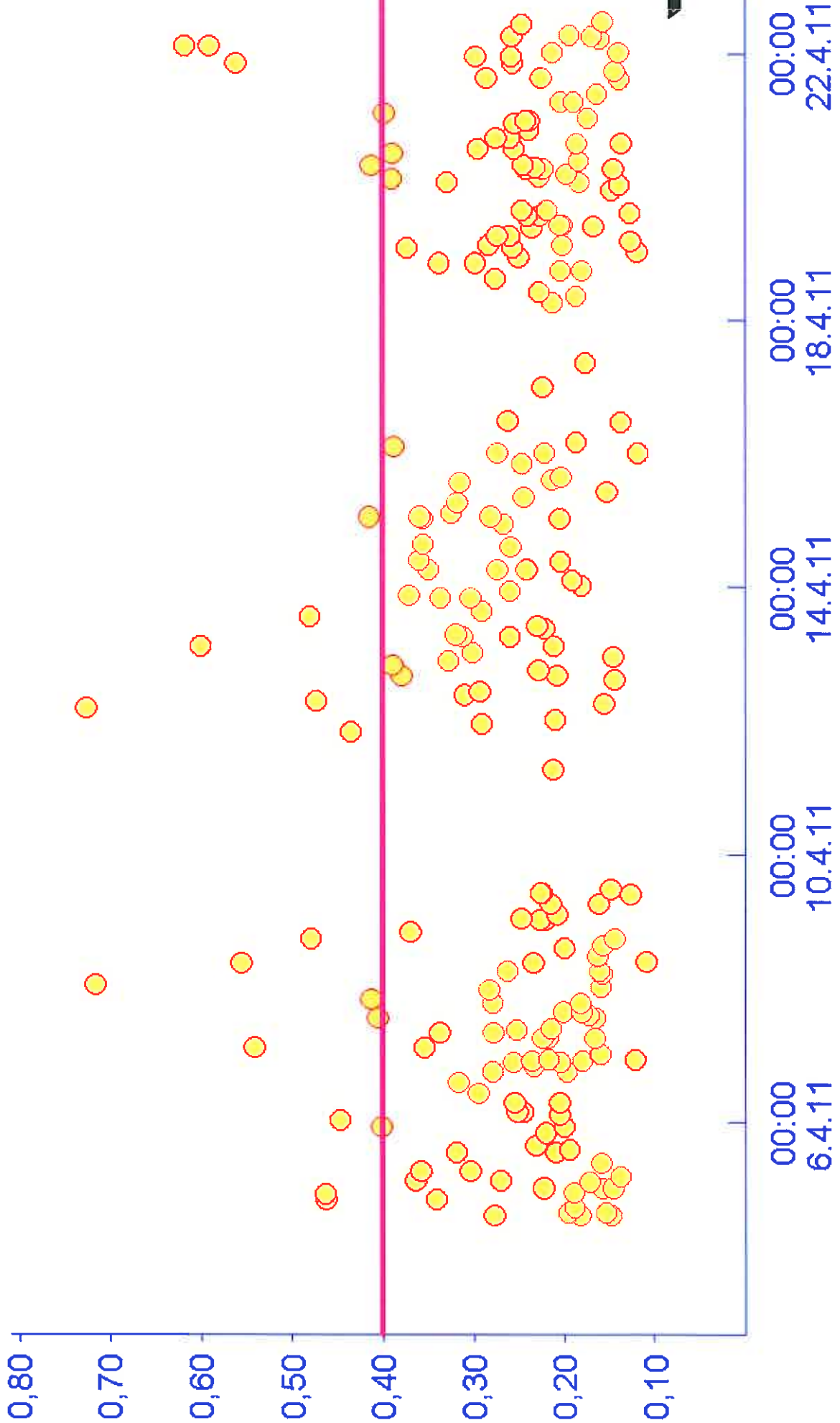
10 figuren



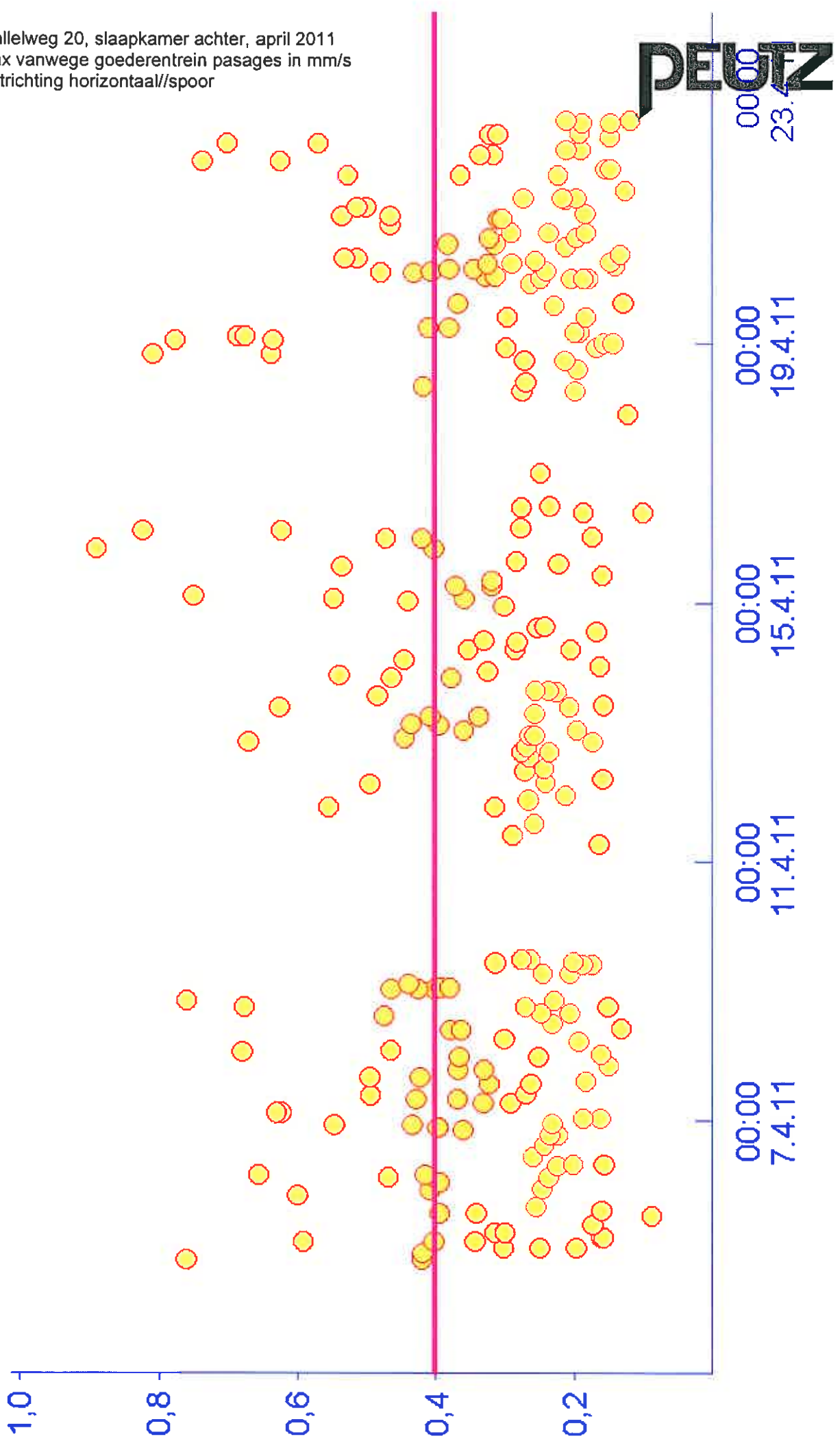
KBFTi-Values according to DIN 4150/2 for Channel 1



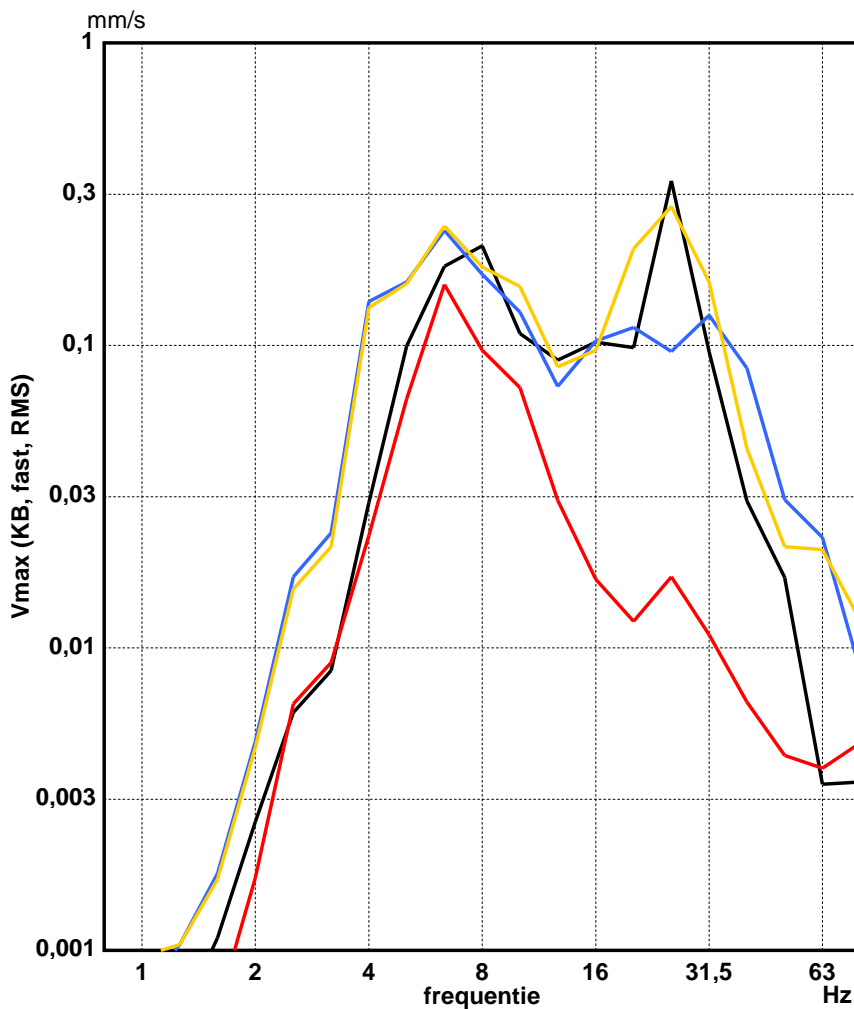
KBFTi-Values according to DIN 4150/2 for Channel 3



KBFTi-Values according to DIN 4150/2 for Channel 1



mm/s	—	OMSCHRIJVING		
0,513	—	slaapkamer achter, hor//spoor	meting	april 2011
0,216	—	van dusseldorpstraat 5	meting	oktober/november 2010
0,462	—	woonkamer voor	berekening	oktober/november 2010
0,582	—	slaapkamer voor	berekening	oktober/november 2010

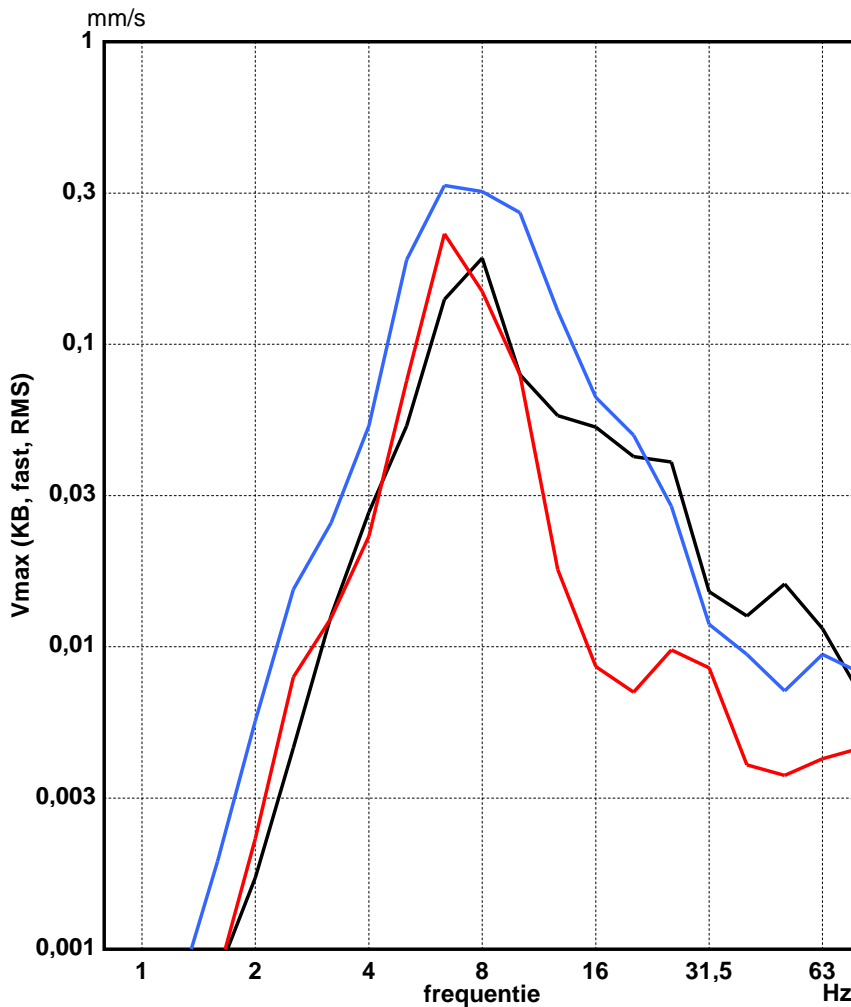


Lmax getalwaarden behorend bij grafiek:

—	0,01	0,10	0,30	0,17	0,36	0,02	mm/s
—	0,01	0,07	0,20	0,04	0,02	0,01	mm/s
—	0,02	0,22	0,32	0,17	0,18	0,04	mm/s
—	0,02	0,21	0,35	0,25	0,33	0,03	mm/s

Calculat. rel. 2.3.2 bestandsnaam: vl 849-5-ra R#:60, 15, 22, 23

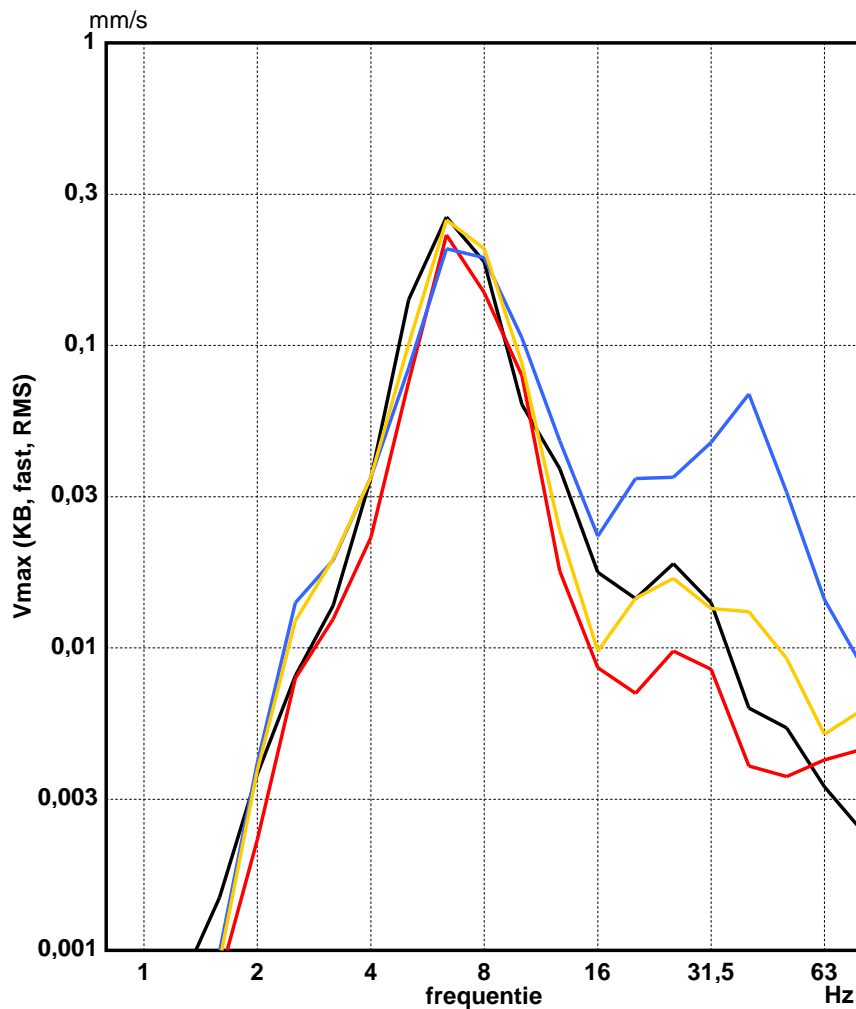
mm/s	—	OMSCHRIJVING		meting	april 2011
0,279	—	slaapkamer voor		meting	oktober/november 2010
0,299	—	koningin wilhelminastraat 5		berekening	oktober/november 2010
0,596	—	woonkamer voor			



Lmax getalwaarden behorend bij grafiek:

—	0,01	0,06	0,25	0,09	0,05	0,02	mm/s
—	0,01	0,08	0,29	0,02	0,01	0,01	mm/s
—	0,02	0,20	0,54	0,15	0,03	0,01	mm/s

mm/s	—	OMSCHRIJVING		meting	april 2011
0,367	—	slaapkamer achter, hor//spoor		meting	oktober/november 2010
0,299	—	koningin wilhelminastraat 5		berekening	oktober/november 2010
0,275	—	woonkamer voor		berekening	oktober/november 2010
0,272	—	hal voor			



Lmax getalwaarden behorend bij grafiek:

—	0,01	0,15	0,33	0,05	0,02	0,01	mm/s
—	0,01	0,08	0,29	0,02	0,01	0,01	mm/s
—	0,01	0,09	0,30	0,06	0,09	0,04	mm/s
—	0,01	0,11	0,34	0,03	0,03	0,01	mm/s

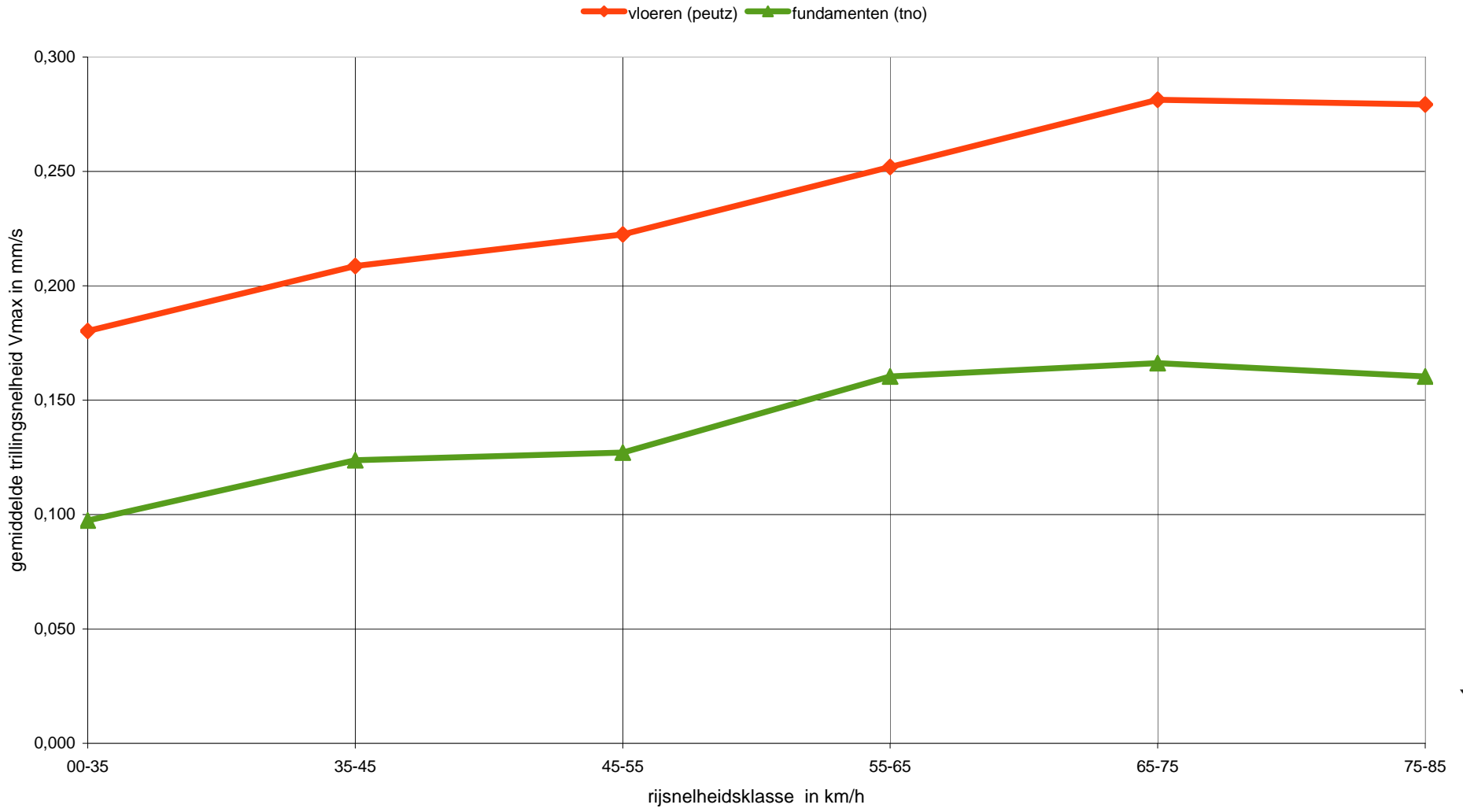
Calculat rel. 2.3.2 bestandsnaam: vl 849-5-ra R#:62, 17, 46, 47

Trein	Vervoerder	Goes	richting	Assen	Aslast	km/h	vd5zf	wz7xv	pt92zv	pr4zf	pr20xv	kw5zf						
61701	DB Schenker	16-04-2011 02:39:53	oost	140	199	71,7	7	0,24	8	0,88	9	0,82	2	0,82	1	0,64		
61704	DB Schenker	04-04-2011 20:21:15	oost	136	204	74,6	5	0,26		11	0,46	4	0,93	5	0,76	3	0,47	
51101	Captrain België	08-04-2011 17:57:24	oost	86	208	58,8	1	0,35	5	0,95	9	0,48	2	1,19	12	0,68		
48525	Captrain België	08-04-2011 01:40:28	oost	104	209	68,8					2	0,72	1	1,25	11	0,68	2	0,49
50940	HGK	12-04-2011 04:53:56	west	72	140	71,7	15	0,20	13	0,82	1	0,73	3	1,10			5	0,43
61701	DB Schenker	15-04-2011 02:45:56	oost	86	179	64,5	4	0,27	2	1,04				7	0,75	9	0,40	
61704	DB Schenker	21-04-2011 20:19:24	oost	108	195	58,8			10	0,87	5	0,56	5	0,92	8	0,74	10	0,39
61704	DB Schenker	08-04-2011 20:17:55	oost	91	199	77,4	10	0,21	1	1,21				6	0,76			
61701	DB Schenker	22-04-2011 02:52:00	oost	84	202	41,6					3	0,62	15	0,75	9	0,70	8	0,40
50940	HGK	13-04-2011 03:08:05	west	72	140		12	0,20			4	0,60					4	0,43
61701	DB Schenker	07-04-2011 02:51:29	oost	132	184	57,4	3	0,30	15	0,81	7	0,54	14	0,78	15	0,63		
48527	Captrain België	19-04-2011 01:44:28	oost	106	196	55,9			4	0,97					4	0,77		
61704	DB Schenker	15-04-2011 20:22:31				66,0	11	0,21						1	0,89	13	0,37	
61701	DB Schenker	19-04-2011 03:02:20	oost	100	203	47,3			9	0,87			8	0,84	10	0,69	14	0,37
61704	DB Schenker	12-04-2011 20:19:23	oost	100	194	77,4	9	0,22	7	0,89				13	0,67			
61704	DB Schenker	18-04-2011 20:25:29	oost	116	202	61,7								3	0,81	11	0,39	
61702	DB Schenker	08-04-2011 09:19:32	oost	56	208	78,9			11	0,86	6	0,56						
51103	Captrain België	15-04-2011 01:28:33	west	86	90	51,6	8	0,23			15	0,41	10	0,82				
61071	DB Schenker	13-04-2011 00:36:09	west	48	125		2	0,34										
50940	HGK	19-04-2011 04:22:02	west	82	137	38,7			3	0,98								
61701	DB Schenker	06-04-2011 02:46:43	oost	52	213	47,3	6	0,26										
50950	HGK	13-04-2011 21:15:48	oost	72	102	74,6											6	0,43
50104	ACTS	19-04-2011 10:02:53	west	16	131	71,7			6	0,90								
61704	DB Schenker	22-04-2011 20:23:23	oost	108	206	61,7							6	0,86				
61704	DB Schenker	07-04-2011 20:23:26	oost	72	180	78,9							7	0,86				
48525	Captrain België	15-04-2011 01:25:29	oost	84	199	74,6											7	0,42
349754	DB Schenker	13-04-2011 13:30:52	west	80	125						8	0,48						
61701	DB Schenker	20-04-2011 02:55:01	oost	92	191	57,4			12	0,83			12	0,81				
47735	DB Schenker	04-04-2011 22:42:22	oost	82	93	76,0					12	0,46	13	0,79				
347730	DB Schenker	12-04-2011 07:27:12	west	82	135	76,0					10	0,47						
361702	DB Schenker	23-04-2011 08:21:52	oost	48	202	58,8							11	0,82				
61704	DB Schenker	11-04-2011 20:19:37	oost	100	166	77,4	14	0,20			14	0,44						
61072	DB Schenker	18-04-2011 06:27:29	west	100	77	38,7											12	0,37
61701	DB Schenker	05-04-2011 02:56:40	oost	20	197	66,0	13	0,20										
61071	DB Schenker	06-04-2011 00:49:07	west	96	83	70,3					13	0,45						
50940	HGK	06-04-2011 03:53:51	west	80	136	61,7								14	0,66			
50552	LOCON Benelux	20-04-2011 03:28:04	oost	88	212	58,8			14	0,81								
50950	HGK	12-04-2011 21:46:20	oost	72	102	78,9											15	0,37



Trein	Vervoerder	Goes	richting	Assen	Aslast	km/h	vd5zf	wz7xv	pt92zv	pr4zf	pr20xv	kw5zf						
61701	DB Schenker	19-04-2011 03:02:20	oost	100	203	47,3		2	0,87	3	0,28	1	0,84	2	0,69	3	0,37	
61701	DB Schenker	06-04-2011 02:46:43	oost	52	213	47,3	1	0,26	4	0,72	13	0,21	3	0,50	3	0,47	10	0,21
61701	DB Schenker	22-04-2011 02:52:00	oost	84	202	41,6			13	0,46	1	0,62	2	0,75	1	0,70	1	0,40
361074	DB Schenker	07-04-2011 19:01:04	west	124	90	38,7	4	0,19		0,41	4	0,28	5	0,44	6	0,37	4	0,36
61071	DB Schenker	09-04-2011 00:32:16	west	120	117	34,4	3	0,19	15	0,45	7	0,23	7	0,43	4	0,46	5	0,32
361072	DB Schenker	07-04-2011 08:04:28	west	128	95	37,3	5	0,16		0,45	2	0,34	8	0,42	5	0,43	6	0,32
61072	DB Schenker	18-04-2011 06:27:29	west	100	77	38,7				0,40	11	0,21	6	0,43	8	0,28	2	0,37
61072	DB Schenker	09-04-2011 06:34:45	west	92	88	35,9	8	0,13	6	0,53	10	0,22		0,27	12	0,25	11	0,21
61074	DB Schenker	18-04-2011 17:59:13	west	100	79	37,3			7	0,53	14	0,21	14	0,29	9	0,27	9	0,22
61071	DB Schenker	05-04-2011 00:37:56	west	114	104	34,4	6	0,14		0,43	9	0,22		0,26	7	0,30		0,14
357672	BAM Rail	22-04-2011 10:19:34				47,3			5	0,54	5	0,25		0,26		0,15		0,12
61074	DB Schenker	08-04-2011 18:01:30	west	132	93	31,5	2	0,19	10	0,48		0,14		0,26		0,15		0,15
61072	DB Schenker	23-04-2011 06:28:07	west	66	94	37,3							4	0,46			8	0,24
348526	Captrain België	09-04-2011 09:55:16	west	84	80	38,7	11	0,12	3	0,75		0,13		0,20		0,19	15	0,16
57407	BAM Rail	17-04-2011 00:07:32	west	28	89	34,4		0,07		0,28	8	0,23	11	0,32	10	0,25		0,12
61072	DB Schenker	22-04-2011 06:32:39	west	32	83	38,7			8	0,50	15	0,19	12	0,30		0,19	13	0,17
50940	HGK	19-04-2011 04:22:02	west	82	137	38,7			1	0,98		0,13		0,21		0,20		0,12
61074	DB Schenker	22-04-2011 17:58:19	west	40	95	37,3							10	0,32			7	0,25
61071	DB Schenker	07-04-2011 00:43:07	west	112	78	37,3	10	0,13	11	0,48		0,16		0,27		0,19	14	0,16
48680	Rurtalbahn Benelux	20-04-2011 00:32:52	west	70	144	35,9			9	0,48				0,18	11	0,25		0,12
47796	DB Schenker	23-04-2011 09:30:09	west	100	92	37,3							9	0,36			12	0,19
53124	Eurailscout	19-04-2011 09:28:40	west	4	190	48,8				0,23	6	0,24		0,09				0,03
61071	DB Schenker	08-04-2011 00:32:30	west	48	89	37,3	7	0,14		0,38		0,16		0,26		0,16		0,12
50104	ACTS	05-04-2011 09:28:42				41,6	12	0,11		0,45		0,16	13	0,30		0,17		0,11
61072	DB Schenker	12-04-2011 06:31:59	west	90	70	33,0	9	0,13		0,44		0,16		0,21		0,16		0,13
61071	DB Schenker	16-04-2011 00:29:48	west	120	75	33,0	13	0,11	12	0,46		0,12		0,20		0,17		0,11
50550	LOCON Benelux	19-04-2011 10:07:51	west	88	78	45,9			14	0,46	12	0,21		0,25		0,18		0,11
349752	DB Schenker	12-04-2011 00:17:26	west	84	131	38,7		0,09		0,43				0,20	13	0,21		0,11
50104	ACTS	15-04-2011 10:26:41	west	16	133	40,2	14	0,11		0,40		0,15		0,15		0,16		0,14
61071	DB Schenker	20-04-2011 00:27:10	west	100	74	35,9				0,41		0,14	15	0,29	15	0,20		0,16
61071	DB Schenker	22-04-2011 00:34:50	west	76	75	34,4				0,34		0,14		0,23	14	0,21		0,14
50104	ACTS	08-04-2011 10:02:14	west	20	125	40,2	15	0,11		0,38		0,11		0,24		0,13		0,09
350940	HGK	05-04-2011 04:41:14	west	80	136	43,0		0,09		0,44		0,14		0,24		0,16		0,09
47730	DB Schenker	06-04-2011 07:30:03	west	85	130	37,3		0,09		0,33				0,17		0,20		0,10
61071	DB Schenker	14-04-2011 00:31:34	west	54	76	31,5		0,11		0,37		0,18		0,15		0,16		0,10
47732	DB Schenker	14-04-2011 13:32:57	west	84	132	37,3		0,09		0,42				0,15		0,17		0,10
61071	DB Schenker	15-04-2011 00:31:43	west	28	98	31,5		0,07		0,34				0,14				0,08
47730	DB Schenker	16-04-2011 09:19:48	west	82	136	40,2		0,09		0,43				0,20		0,19		0,12
61071	DB Schenker	19-04-2011 00:30:28	west	80	74	35,9				0,42		0,12		0,27		0,16		0,13
61072	DB Schenker	20-04-2011 06:36:56	west	72	84	31,5				0,38		0,15		0,13		0,15		0,08
61071	DB Schenker	21-04-2011 00:41:10	west	72	85	34,4				0,41		0,17		0,15		0,18		0,09
350104	ACTS	21-04-2011 09:31:51	west	16	134	34,4				0,39		0,16		0,15		0,13		0,10

april 2011



Figuur 10