

STATIONSGBIED DRIEBERGEN-ZEIST
PLANSTUDIEFASE 2B
L2.4.3-2 RAPPORTAGE TRILLINGEN

PRORAIL, AFDELING PROJECTEN, CLUSTER KERNNET
DE HEER IR. R.G. JANSEN

26 oktober 2011
075546469:F - Definitief
D01011.000421.0100



Inhoud

Samenvatting	3
1 Inleiding	4
1.1 Aanleiding	4
1.2 Synthesevariant Stationslaan	4
1.3 Proces	5
1.4 Doel en positie voorliggende rapportage	6
1.5 Leeswijzer	6
2 Informatie	7
2.1 Bindende documenten	7
2.2 Informatieve documenten	7
3 Kader	8
3.1 Afbakening	8
3.2 Relatie andere werkpakketten	8
4 Theorie trillingen	9
4.1 Beschrijving trillingsmechanisme	9
4.2 Trillingen in de omgeving	9
4.3 Trillingen in gebouwen	10
4.4 Prognoseberekening	12
5 Beoordelingskader van trillingen in gebouwen	13
5.1 Richtlijnen	13
5.2 SBR-richtlijn Trillingen deel A, Schade aan gebouwen	13
5.3 SBR-richtlijn Trillingen deel B, Hinder voor personen in gebouwen	13
5.4 Standpunt ProRail betreffende SBR-richtlijn trillingen deel B	16
5.5 SBR-richtlijn Trillingen deel C, Storing aan apparatuur	16
6 Trillingspredictie	17
6.1 Toelichting	17
6.2 Uitgangspunten	18
6.2.1 Toekomstige situatie stationsomgeving Driebergen-Zeist	18
6.2.2 Type bebouwing	18
6.2.3 Bodemopbouw	18
6.2.4 Dienstregeling	18
6.2.5 Treintypen	19
6.2.6 Locatie keuze	19
6.2.7 Veldonderzoek	20
6.3 Meetresultaten trillingenonderzoek	21
6.3.1 Algemeen	21
6.3.2 Bronbelasting	22
6.3.3 Materiaaldempingsconstante	23

7	Trillingspredictie en beoordeling	24
7.1	Predictie toekomstige situatie	24
7.1.1	Predictie op basis van de metingen	24
7.1.2	Inschatting materiaaldempingsconstante	25
7.2	Toetsing van de ingeschatte trillingen	25
7.3	Bebouwing binnen de hindergrens	26
7.4	Schade aan gebouwen	28
7.5	Storing aan apparatuur	28
8	Trillingsbeperkende maatregelen	30
9	Trillingen wegverkeer	32
10	Conclusies en aanbevelingen	33
10.1	Conclusies	33
10.2	Aanbevelingen	34
Bijlage 1	Trillingenonderzoek	36
Bijlage 2	Funderingen omgeving	37
Bijlage 3	Fotoverslag veldinventarisatie bebouwing	38
Bijlage 4	Hindercontour	58
Colofon		59

Samenvatting

Bij station Driebergen-Zeist vindt een uitbreiding van de sporen plaats van drie naar vier sporen en wordt een nieuw station aangelegd. Tevens wordt er een tunnelbak gemaakt voor het wegverkeer van de Hoofdstraat. Hierdoor verandert de situatie en kan het zijn dat er ook een verandering komt in de trillingsintensiteit die wordt veroorzaakt door treinen. Om te zien of er mogelijk trillingshinder optreedt, is er een trillingenonderzoek uitgevoerd en is op basis hiervan een inschatting gemaakt van de trillingen veroorzaakt door het treinverkeer in de toekomstige situatie.

Het trillingenonderzoek is aan de zuidzijde langs het spoor te Driebergen-Rijssenburg uitgevoerd, ter plaatse van km 46.65 en km 46.9.

Hinder door een verandering in de trillingsintensiteit kan rond station Driebergen-Zeist door verschillende oorzaken ontstaan:

- Verleggen van bestaande sporen en aanleggen van een nieuw spoor.
- Verandering in de ligging van de wissels.
- Verandering van de dienstregeling.
- Aanleg van een kunstwerk.

Op basis van de SBR-rechtlijn Trillingen deel B, is er een inschatting gemaakt van de locaties met bebouwing die door de aanpassingen rond en aan station Driebergen-Zeist mogelijk last kunnen ondervinden van de verkeerstrillingen veroorzaakt door treinen. Het betreffen de volgende locaties:

- Km 44.9 – km 45.1 Bebouwing bestaande uit schuren aan de noordzijde van het spoor.
- Km 46.1 – km 46.5 Bebouwing bestaande uit kantoren en enkele woonhuizen aan beide zijden van het spoor.

HOOFDSTUK 1 Inleiding

1.1

AANLEIDING

In 2020 gaat er op het baanvak, waaraan station Driebergen-Zeist is gelegen, volgens een andere dienstregeling gereden worden. Om de toekomstbestendigheid van deze dienstregeling te garanderen, moet in beide richtingen een inhaalvoorziening worden gerealiseerd. Deze inhaalvoorziening maakt het mogelijk om de flexibiliteit op het baanvak te vergroten en verstoringen in de dienstregeling eenvoudiger op te vangen.

De aanpassing van station Driebergen-Zeist wordt gecombineerd met de plannen die de regionale partijen hebben rond dit station. Zij willen de regionale wegenstructuur verbeteren, een nieuw busstation aanleggen en het gebied verder ontwikkelen. Ook moeten de twee naastgelegen overwegen, conform het standpunt van de minister ten aanzien van de HSL-oost, opgeheven worden.

Dit biedt kansen voor de betrokken partijen (Bestuur Regio Utrecht, gemeente Utrechtse Heuvelrug, gemeente Zeist, ProRail en provincie Utrecht) om samen alle plannen in een integraal project uit te voeren.

1.2

SYNTHESEVARIANT STATIONS�AAN

Vanaf 2007 zijn er diverse varianten voor de ontwikkeling van het stationsgebied Driebergen-Zeist onderzocht. Na het bestuursoverleg van 18 mei 2010 is door de betrokken partijen de voorkeur uitgesproken voor Synthesevariant Stationslaan. Deze variant is uitgewerkt door ARCADIS Nederland BV (hierna te noemen ARCADIS) en vastgelegd in de rapportage 'stationsgebied Driebergen-Zeist; ontwerprapportage Baseline 1' van 24 augustus 2010 met kenmerk 074988522:A. Baseline 1 is in de stuurgroep van 22 september 2010 vastgesteld.

SYNTHESEVARIANT STATIONS�AAN

In de Synthesevariant Stationslaan wordt het busstation aan de noordzijde van het spoor ontwikkeld. De fietsenstallingen worden onder het spoor ontworpen. De overige voorzieningen van de vervoersknoop worden aan de zuidzijde van het spoor ontwikkeld.

In de Synthesevariant Stationslaan komen de wensen van de betrokken partijen bij elkaar. Deze wensen zijn in hoofdlijnen als volgt:

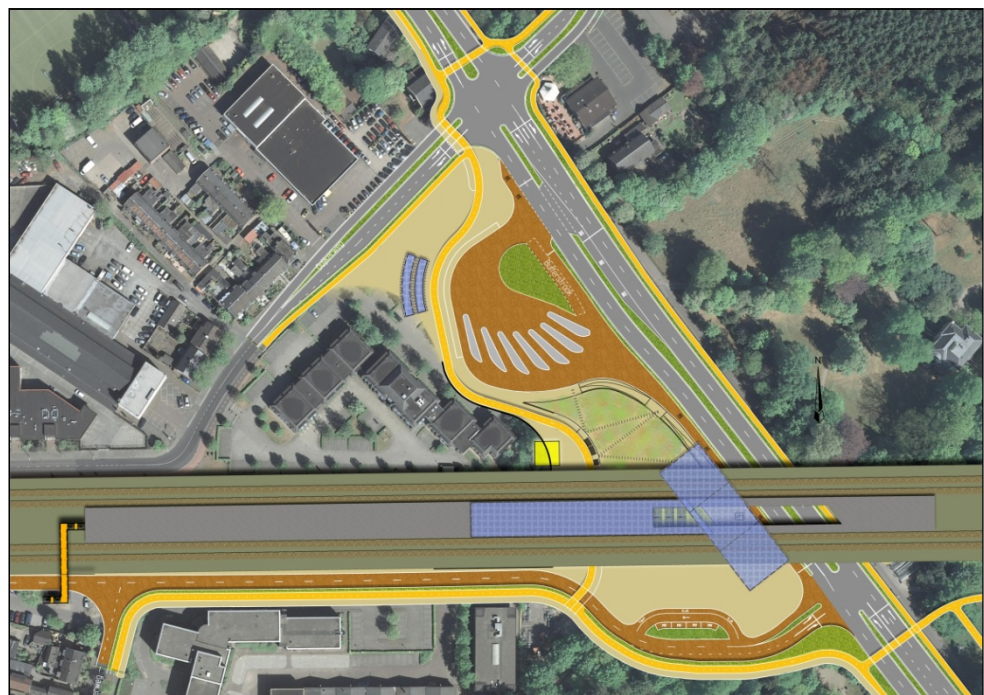
- Het aanleggen van twee doorgaande en twee perronsporen en enkele overloopwissels.
- Het aanleggen van één eilandperron met perronvoorzieningen.

- Het creëren van een ruimte-reservering voor een keervoorziening aan de oostzijde van het perron.
- Het aanleggen van een ongelijkvloerse kruising tussen de Hoofdstraat (2x2) en de nieuwe sporen.
- Het laten aansluiten van de Hoofdstraat op de verbreding van de A12.
- Het aanleggen van nieuwe fiets- en voetpaden.
- Het aansluiten van de Odijkerweg via de Stationsweg op de Hoofdstraat.
- Het aanpassen van de kruising Odijkerweg-Driebergseweg-Breullaan-Hoofdstraat.
- Het ontwikkelen van een busstation op maaiveld.
- Het ontwikkelen van de vereiste stationsvoorzieningen.
- Het ontwikkelen van een voorplein met ruimte voor taxi, mindervaliden parkeren en Kiss+Ride.
- Het ontwikkelen van een nieuw parkeerterrein ter vervanging van deparkeerplaatsen die elders in het plangebied door de realisatie van het project vervallen en ter uitbreiding van de huidige Park+Ride functie.
- Het realiseren van extra inpassingsmaatregelen.
- Het aansluiten op de kenmerken van het gebied.
- Het aansluiten op de gebiedsontwikkeling.

Een schets van Synthesevariant Stationslaan is weergegeven in afbeelding 1.

Afbeelding 1

Schets Synthesevariant
Stationslaan



1.3

PROCES

De Baseline 1 rapportage dient als basis voor de planstudie Driebergen-Zeist. In de uitwerking van de planstudie zijn twee momenten voorzien waarop wederom in een baseline de aspecten kwaliteit, geld, tijd en risico's worden vastgelegd. Baseline 2 is gepland op 4 mei 2011 en geeft een tussenstand na uitwerking van de meest ruimtebepalende elementen van spoor en wegen weer.

Baseline 3 is gepland op 26 juli 2011 en geeft de eindstand van deze planstudiefase weer. Alle ontwerponderdelen zijn dan afgerond en de bijbehorende onderzoeken zijn dan uitgevoerd. Op basis van Baseline 3 wordt de projectnota geschreven en het bestemmingsplan voorbereid. De projectnota dient ter ondersteuning van de besluitvorming over het definitief wel of niet aanleggen van het project, het Projectbesluit. Het Projectbesluit is beslist moment drie in het MIRT-spielregelkader.

1.4

DOEL EN POSITIE VOORLIGGENDE RAPPORTAGE

Door het passerende treinverkeer worden er trillingen in de bodem geïntroduceerd, die in woningen en andere gebouwen dicht langs de spoorlijn waarneembaar kunnen zijn. Personen in de bebouwing kunnen hinder van de trillingen ervaren.

Door de uitbreiding van de bestaande spoorlijn, ter plaatse van station Driebergen-Zeist, worden de bestaande afstandsverhoudingen gewijzigd. Er wordt een tunnelbak en een stationshal onder de sporen aangelegd, waardoor de huidige situatie verandert. Daarnaast vindt er een verandering in de toekomstige dienstregeling plaats, ook dit is van invloed op de hinderbeoordeling.

Op basis van het uitgevoerde trillingenonderzoek is een inschatting van de trillingen in de toekomstige situatie bepaald. Met behulp van deze inschatting is er vervolgens getoetst of er gebouwen zijn in de omgeving van station Driebergen-Zeist die in de toekomstige situatie mogelijk niet meer voldoen met betrekking tot trillingen veroorzaakt door railverkeer. Het voorliggende rapport betreft de bovengenoemde trillingspredictie.

Voor het beoordelen van trillingen en de eventuele hinder die hierdoor kan optreden, is geen wetgeving beschikbaar. Als uitgangspunt zullen daarom de 'SBR-richtlijnen Trillingen' in deze rapportage worden gehanteerd. Voor een nadere toelichting van de richtlijnen wordt verwezen naar hoofdstuk 5.

1.5

LEESWIJZER

In deze rapportage wordt een eerste inschatting gemaakt van de trillingen die worden veroorzaakt door een aanpassing van het treinverkeer en van de sporen en de nieuwe kunstwerken in de omgeving van station Driebergen-Zeist. Hiervoor is in deze rapportage de volgende opzet gehanteerd:

- In hoofdstuk 2 worden de informatiebronnen beschreven.
- In hoofdstuk 3 is de afbakening van het projectkader weergegeven.
- In hoofdstuk 4 wordt de theoretische achtergrond beschreven.
- In hoofdstuk 5 wordt het beoordelingskader nader toegelicht.
- In hoofdstuk 6 worden de trillingspredictie toegelicht.
- Hoofdstuk 7 bestaat uit een toetsing van de trillingsintensiteiten.
- In hoofdstuk 8 worden de eventuele trillingsbeperkende maatregelen toegelicht.
- Hoofdstuk 9 gaat kort in op de trillingen van het wegverkeer.
- In hoofdstuk 10 zijn de conclusies en aanbevelingen beschreven.

HOOFDSTUK 2 Informatie

In dit hoofdstuk is de informatie die gebruikt is voor deze rapportage weergegeven. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen bindende en informatieve documenten.

2.1 BINDENDE DOCUMENTEN

Het overzicht van bindende documenten is weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1

Overzicht van bindende documenten.

Titel	Kenmerk	Datum	Auteur
SBR-richtlijn trillingen deel A Schade aan gebouwen	-	Oktober 2003	SBR
SBR-richtlijn trillingen deel B Hinder voor personen in gebouwen	-	Oktober 2003	SBR
SBR-richtlijn trillingen deel C Storing aan apparatuur	-	Oktober 2003	SBR
Trillingsonderzoek railverkeer Baanvak 35 te Driebergen	1009-0130-002	14 april 2011	Fugro Ingenieursbureau B.V.

2.2 INFORMATIEVE DOCUMENTEN

Het overzicht van informatieve documenten is weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2

Overzicht van informatieve documenten.

Titel	Kenmerk	Datum	Auteur
COB-rapport: Betrouwbare Trillingsmaatregel, ontwikkeling Standaard Rekenmethode voor Trillingen (SRM-T)	TNO-034-DTM- 2009-01104	15 september 2009	TNO-Bouw
DC-COB-commissie BET, Deelaspect stroom 2, afweging	9082926-0030, versie 1.0	19 december 2008	ARCADIS Nederland BV
Planstudie te Driebergen-Zeist	R066207-RH_7	11 januari 2011	MOS Grondmechanica BV
SAAL Flevolijn, Trillingen Weesp - Lelystad	D01021.000043	20 januari 2011	ARCADIS Nederland BV
Driebergen-Zeist; planstudie 2B Grens ten behoeve van onderzoeken BASELINE 1	D01011.0421.0100, AR_B1_1002, versie 0.1	24 augustus 2010	ARCADIS Nederland BV
Planstudie SAAL cluster C Trillingen onderzoek Diemen	GEO-WO- 090015714-versie 0.1	29 juni 2009	Movares Nederland
OTB Vrije spoorkruising Amersfoort West	TCE596- 1/azah/190 versie definitief 2.1	25 februari 2010	TCE Witteveen + Bos en DB international, Haskoning Obermeyer Rail consult, Verebus enigeering

HOOFDSTUK 3 Kader

3.1

AFBAKENING

In de trillingspredictie in deze voorliggende rapportage worden uitsluitend trillingen als gevolg van het treinverkeer beschouwd. Daarbij worden de volgende wijzigingen, die invloed hebben op de trillingen in de omgeving van station Driebergen-Zeist, beschouwd:

- Verbreding van de spoorbaan en verdubbeling van het aantal sporen te Driebergen-Zeist.
- Aanpassingen aan de stationssituatie.
- Verandering van de situatie van de kruising van het spoor met de Hoofdstraat.
- Aanpassing van de dienstregeling op het spoor Utrecht-Arnhem.

In deze rapportage zijn de volgende punten buiten beschouwing gelaten:

- Trillingen veroorzaakt door bouwwerkzaamheden.

In deze rapportage wordt kort ingegaan op de verkeerstrillingen veroorzaakt door wegverkeer (bussen, auto's en vrachtwagens) en door bussen op het toekomstige busstation.

Voor de toetsing van de trillingen zijn de volgende richtlijnen gehanteerd:

- SBR-richtlijn Trillingen deel A, Schade aan gebouwen.
- SBR-richtlijn Trillingen deel B, Hinder voor personen in gebouwen.
- SBR-richtlijn Trillingen deel C, Storing aan apparatuur.

3.2

RELATIE ANDERE WERKPAKKETTEN

Voor het maken van een inschatting met betrekking tot trillingshinder is inzicht in het ontwerp van belang. Hierbij zijn de volgende punten bepalend:

- Ligging van de sporen in de toekomstige situatie ten opzichte van de huidige situatie.
- Huidige en toekomstige spoorgebruik (intensiteit, trein type, dag/nacht).
- Locatie tunnelbak en stationshal.
- Ontwerp van de spoorconstructie: spoor in ballast of ingelijmd spoor.
- Grondopbouw.

De gehanteerde uitgangspunten worden in hoofdstuk 6 beschreven.

HOOFDSTUK

4 Theorie trillingen

4.1

BESCHRIJVING TRILLINGSMECHANISME

Verkeer is een bron die trillingen veroorzaakt. Wanneer deze trillingen in de ondergrond worden geïntroduceerd gaan de trillingen zich in de vorm van golven voortplanten. Deze voortplanting is er de oorzaak van dat op enige afstand verkeerspassages voelbaar zijn. Daar waar de golven het maaiveld, een laagovergang of een bouwwerk bereiken, vindt reflectie en omzetting van trillingsgolven plaats, zodat een interferentiepatroon van bodembewegingen ontstaat.

Er zijn verschillende factoren die van invloed zijn op de intensiteit van een trilling in de grond. Voor de intensiteit van door treinverkeer opgewekte trillingen in omliggende gebouwen zijn vooral de volgende factoren van belang:

- Eigenschappen van de te onderscheiden grondlagen.
- Snelheid en gewicht van de passerende treinen.
- Kwaliteit van de treinwielen (in verband met vlakke wielen).
- Kwaliteit van de spoorligging; dat wil zeggen een spoor dat volkomen recht ligt in zowel verticale als horizontale richting wekt minder trillingen op dan een spoor dat niet volledig recht ligt.
- Wijze van funderen van de omliggende bebouwing.
- Afmetingen, aantal verdiepingen en constructiewijze van de gebouwen.

Gezien de complexiteit van dit interferentiepatroon kan de bodembeweging slechts in benaderende zin beschreven worden, waardoor modelmatige prognoses slechts een indicatieve waarde hebben.

4.2

TRILLINGEN IN DE OMGEVING

Voor de predictie van de trillingsintensiteit in de woningen en kantoren langs de spoorbaan wordt gebruik gemaakt van de rekenmethoden uit de 'SBR-richtlijnen Trillingen', de 'CUR-publicatie 166 'Damwandconstructies'' en op basis van opgedane ervaringen bij vergelijkbare projecten.

Er wordt onderscheid gemaakt in verschillende typen golven:

- Compressiegolven (P-golven), in gelijke richting als de voortplantingsrichting van de drukgolven (overwegend horizontaal).
- Schuifgolven (S-golven), die zich in alle richtingen voortplanten haaks op de voortplantingsrichting.
- Rayleighgolven (R-golven), die zich primair over het maaiveld voortplanten.

De compressie- (P) en de schuifgolven (S) verspreiden zich bolvormig vanuit de bron (de trein), terwijl de Raleigh-golven (R) zich cirkelvormig over het maaiveld voortplanten. Als gevolg van de ruimtelijke spreiding is sprake van een geometrische verzwakking van de trillingsamplitude, ook wel geometrische demping genoemd.

Daarnaast is nog sprake van een demping als gevolg van energieverliezen in het bodemmateriaal, materiaaldemping genoemd. De geometrische en de materiaaldemping van een trilling kan, ten aanzien van de (maatgevende) oppervlaktegolven (R), op een afstand x van de bron bepaald worden met de volgende vergelijking van Barkan:

$$v(x) = v_0 \sqrt{\frac{x_0}{x}} \cdot e^{-\alpha(x-x_0)}$$

Waarin:

- $v(x)$ trillingssnelheid op afstand x van de bron [mm/s].
- v_0 bronsterkte van de trillingsintensiteit op een referentie-afstand x_0 van de bron [mm/s].
- x_0 Referentie-afstand tot de bron [m].
- x Afstand tot de bron [m].
- α Karakteristieke dempingsconstante ten gevolge van materiaaldemping [m^{-1}].

Om de verwachte trillingsniveaus in de bodem te kunnen voorspellen dient de bron (v_0) en de dempingskarakteristiek van de ondergrond (α) bekend te zijn.

4.3

TRILLINGEN IN GEBOUWEN

Trillingsgolven in de bodem worden overgedragen op gebouwen die op of in deze bodem zijn gefundeerd. Door deze trillingsgolven krijgen gebouwen een bepaalde verplaatsing opgelegd. Het verplaatsingspatroon in de bodem is in de tijd wisselend, de golven planten zich voort en stoten daarbij een gebouw met een bepaalde frequentie aan. De mate waarin een bouwwerk de opgelegde verplaatsing volgt, hangt af van de stijfheid van het gebouw en de afmetingen van het gebouw ten opzichte van de golflengte van de trilling.

Grote en stijve gebouwen volgen deze verplaatsing maar in zeer beperkte mate. Daarentegen volgen kleine gebouwen of gebouwen die een beperkte samenhang vertonen, de opgelegde verplaatsing grotendeels, waarbij er in deze gebouwen naast een opgelegde verplaatsing ook vervormingen voordoen.

Doordat de golven in de bodem gebouwen met een bepaalde frequentie aanstoten, is het mogelijk dat gebouwen of bepaalde onderdelen van gebouwen in hun eigen frequentie worden aangestoten, wat kan leiden tot een sterk vergrote respons (resonantie). De mate van de vergrote respons hangt af van de demping.

Lage gebouwen zijn over het algemeen vrij sterk gedempt, wat resulteert in een beperkte opslingering. Onderdelen van gebouwen zijn vaak minder sterk gedempt. De demping wordt veroorzaakt door materiaaldemping en geometrische demping. In het laatste geval stroomt de trillingsenergie via opleggingen of gedeeltelijke inklemmingen weg naar andere

gebouwdelen. Daarnaast hangt de demping van gebouwonderdelen sterk af van de aanwezige inventaris.

In 'CUR-publicatie 166 'Damwandconstructies'' (verder te noemen CUR 166) wordt een methode weergegeven voor de predictie van trillingen in gebouwen en onderdelen van gebouwen. In deze methode wordt een aantal reductiefactoren geïntroduceerd om demping van verschillende onderdelen te modelleren.

Ten eerste wordt de demping, als gevolg van de overdracht van de bodem naar de fundatie, bepaald welke afhankelijk is van:

- Type fundering (fundering op palen of op staal).
- Stijfheid en afmetingen van het gebouw, zowel verticaal als horizontaal.

Vervolgens wordt de demping, als gevolg van overdracht naar een onderdeel van het gebouw, bepaald, welke afhankelijk is van toegepast materiaal in de onderdelen.

De rekenmethode voor de bepaling van de trillingen in gebouwen, zoals gepresenteerd in CUR 166, wordt in deze rapportage gebruikt om een predictie te geven van de trillingen in de woningen en kantoren.

In deze rapportage is het niet mogelijk de bovengenoemde factoren te bepalen door middel van metingen. Hierdoor is het nodig een aanname te doen voor de overdrachtscoëfficiënt voor de trilling als deze van de grond overgaat naar het gebouw. Gezien de onzekerheid in de trillingsgevoeligheid van de specifiek aanwezige gebouwtypen (fundering, constructie, afmeting, aantal verdiepingen, stijfheid, et cetera) langs het tracé en het verkennende karakter van deze rapportage, wordt in dit kader vereenvoudigend uitgegaan van de overdrachtsconstanten voor karakteristieke gebouwen of gebouwonderdelen.

Uit de CUR 166 is af te leiden dat er twee factoren een rol spelen, de eerste is de trillingsoverdracht van de bodem naar gebouwen. Een conservatieve aanname voor deze factor is een waarde van 0,7. Naast de overdracht van de bodem naar de fundatie wordt de trilling vervolgens van de fundatie overgedragen naar andere onderdelen van een gebouw. Hiervoor kan op basis van de CUR 166 een waarde worden aangenomen van een factor 1,4. In totaal zullen deze overdrachtscoëfficiënten samen een factor vormen van $0,7 * 1,4 = 1,0$. Omdat dit een relatief ongunstige aanname is, is in de trillingspredictie uit gegaan van de factor 1,0.

4.4

PROGNOSEBEREKENING

De prognoseberekening bestaat op basis van de bovengenoemde aspecten uit een zogenoemde overdrachtsberekening. Deze berekening is opgebouwd uit een serie schakelingen van overdrachtsverhoudingen in de grond (demping), grondfundering, fundering-gebouw en gebouw-gebouwonderdelen. Vereenvoudigd kan deze functie als volgt worden weergegeven:

$$v_{prognose} = v_0 \times H_{dempingbodem} \times H_{overdrachtbodem-gebouw}$$

Waarin:

v_0	Initiële bronbelasting (trillingsintensiteit) in de grond op 5 m afstand vanuit de trillingsbron gemeten.
$H_{demping bodem}$	Demping in de grond, conform paragraaf 4.2.
$H_{overdracht bodem-gebouw}$	Overdrachtsfactoren bodem-gebouw(onderdelen), conform paragraaf 4.3 bestaande uit een aantal deelfactoren.

Een uitgebreide toelichting van de gevolgde methodiek is terug te vinden in CUR 166.

HOOFDSTUK 5

Beoordelingskader van trillingen in gebouwen

5.1

RICHTLIJNEN

Voor de beoordeling van trillingen wordt gebruik gemaakt van SBR-richtlijn deel A, B en C:

- In de SBR-richtlijn deel A, Schade aan gebouwen, worden criteria/grenswaarden van maximaal toelaatbare trillingen weergegeven om schade aan gebouwen te voorkomen.
- SBR-richtlijn deel B, Hinder voor personen, definieert grenswaarden voor trillingen voor hinder voor personen.
- SBR-richtlijn deel C, Storing aan apparatuur, hierin worden grenswaarden voor maximaal toelaatbare trillingen weergegeven, waarbij storingen aan apparatuur kunnen worden voorkomen.

5.2

SBR-RICHTLIJN TRILLINGEN DEEL A, SCHADE AAN GEBOUWEN

In de 'SBR-richtlijn deel A, Schade aan gebouwen', worden afhankelijk van het type gebouw, de bouwkundige staat, het type trillingsbron en het type trillingsmeting grenswaarden voor trillingsniveaus genoemd, om schade aan de bebouwing ten gevolge van trillingen te voorkomen. Gezien de mogelijke trillingsniveaus ten gevolge van de verkeerstrillingen door spoorverkeer en de geconstateerde afstanden, wordt schade, aan in goede staat verkerende gebouwen of onderdelen van gebouwen, niet verwacht.

In deze rapportage wordt daarom niet dieper op 'SBR-richtlijn deel A' ingegaan. Afhankelijk van de uitkomsten van een onderzoek van de verkeerstrillingen veroorzaakt door treinverkeer zal hier in een vervolgfase nader op in worden gegaan.

5.3

SBR-RICHTLIJN TRILLINGEN DEEL B, HINDER VOOR PERSONEN IN GEBOUWEN

In voorliggende rapportage wordt alleen de eventuele trillingshinder beschouwd als gevolg van het treinverkeer, daarom wordt gebruik gemaakt van de streefwaarden, zoals beschreven in 'SBR-richtlijn deel B, Hinder voor personen', samen met het door ProRail gehanteerde 'stand still'-principe (bijlage 5: Aanvullende informatie ter beoordeling hinder weg- en railverkeer).

De beoordeling wordt uitgevoerd voor de volgende gebouwfuncties:

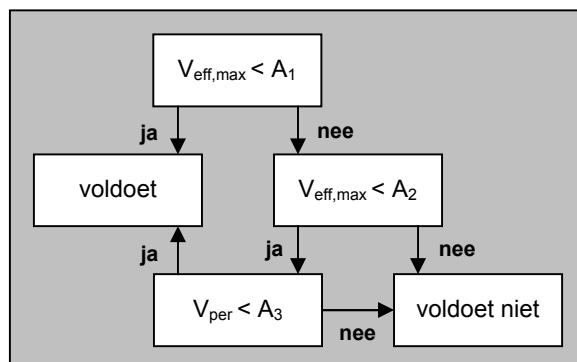
- Wonen en gezondheidszorg.
- Onderwijs en kantoor.

De 'SBR-richtlijn deel B (Hinder voor personen in gebouwen)' geeft drie verschillende streefwaarden A1, A2 en A3 voor trillingen (snelheden of versnellingen) op.

Tijdens werkzaamheden moet worden voldaan aan streefwaarde A1 of een combinatie van A2 en A3, waarbij A1 de onderste streefwaarde, A2 de bovenste streefwaarde en A3 de gemiddelde streefwaarde over een bepaalde periode is. Het volgende stroomschema (Figuur 1) geeft een overzicht van de beoordelingsprocedure van de trillingssterkte op basis van streefwaarden.

Figuur 1

Schematisatie SBR-richtlijn Trillingen deel B, Hinder voor personen in gebouwen



A₁ en A₂ wordt op basis van trillingssterkte v_{max} beoordeeld en A₃ op basis van v_{per} . Hierbij is v_{max} de maximale trillingssterkte in de beoordelingsperiode. v_{per} is de gemiddelde trillingssterkte over de beoordelingsperiode en als zodanig een functie van de effectieve waarde van de trilling, de tijdsduur dat een trillingsbron in bedrijf is en de totale tijdsduur van de beoordelingsperiode.

De effectieve waarde van de trillingen in een beschouwde meetperiode v_{eff} wordt volgens CUR 166 benaderd met:

$$v_{eff,max} = 0,42 \times v_{max}$$

De trillingssterkte over de beoordelingsperiode v_{per} wordt berekend volgens:

$$v_{per} = v_{per,meet} \sqrt{\frac{T_b}{T_0}}$$

Waarin:

v_{per} Berekening van de kwadratisch gemiddelde effectieve waarde van de maxima over de meetperiode.

T_b Aantal treinpassages maal een duur van 30 seconden.

T_0 De duur van de beoordelingsperiode.

In Tabel 3 en 4 staan de te hanteren streefwaarden in verband met herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd, zoals railverkeer, voor een aanpassing van een bestaande situatie (Tabel 4) en de aanleg van een nieuwe (Tabel 3) situatie voor de gebouwfuncties wonen/gezondheidszorg en onderwijs/kantoor, weergegeven.

Er wordt bij de streefwaarden onderscheid gemaakt tussen de dag/avond periode (7:00 tot 23:00 uur) en de nachtperiode (23:00 tot 7:00 uur). De streefwaarden in een nieuwe situatie zijn twee keer zo streng als in een bestaande situatie.

Tabel 3

Streefwaarden voor
verkeerstillingen bij de
aanleg van een nieuwe
situatie.

Gebruiksfunctie	Dag en avond			Nacht		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Gezondheidszorg en wonen	0,10	0,40	0,05	0,10	0,20	0,05
Onderwijs en kantoor	0,15	0,60	0,07	0,15	0,60	0,07

Tabel 4

Streefwaarden voor
verkeerstillingen bij
aanpassing van een
bestaande situatie.

Gebruiksfunctie	Dag en avond			Nacht		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Gezondheidszorg en wonen	0,20	0,80	0,10	0,20	0,40	0,10
Onderwijs en kantoor	0,30	1,20	0,15	0,30	1,20	0,15

Een andere manier van beoordelen gaat ervan uit dat mensen die nu in een huis langs het spoor wonen niet meer hinder mogen ondervinden in de toekomstige situatie dan in de huidige situatie. De 'SBR-richtlijn deel B' biedt hiervoor een hinderkwalificatie aan in bijlage 5 van deze richtlijn. ProRail gebruikt deze hinderkwalificatie als basis voor het 'stand still'-principe dat zij hanteren.

Het 'stand still'-principe werkt als volgt: de trillingen die hinder veroorzaken voor personen in de gebouwen langs het spoor zijn ingedeeld in vijf categorieën. Wanneer deze gebouwen, zowel in de oude als in de toekomstige situatie in de gelijke categorie blijven, is er geen sprake van (extra) hinder voor personen. Wanneer de trillingen voor de personen in de gebouwen in de nieuwe situatie, in een andere categorie vallen dan in de oude, is er wel sprake van trillingshinder.

In Tabel 5 zijn de categorieën van de hinderkwalificatie weergegeven.

Tabel 5

Hinderkwalificatie
behorend bij het 'stand still
principe'.

$V_{eff,max}$	Hinderkwalificatie	
< 0,1	geen hinder	gezondheidszorg en wonen nieuwe situatie
0,1 – 0,2	weinig hinder	gezondheidszorg en wonen aanpassing bestaande situatie
0,2 – 0,8	matige hinder	
0,8 – 3,2	hinder	
> 3,2	ernstige hinder	

De bovengrenswaarde voor de kwalificatie 'geen hinder' komt overeen met de streefwaarde A1 voor wonen en gezondheidszorg voor een nieuwe situatie, terwijl de bovengrens van de kwalificatie 'weinig hinder' overeenkomt met de streefwaarde A1 voor wonen en gezondheidszorg voor bestaande situaties. Voor de gebouwfunctie 'onderwijs en kantoor' liggen de grenswaarden 50% hoger dan voor de gebouwfuncties 'wonen' en 'gezondheidszorg'. Dit betekent dat voor deze gebouwfuncties de grenswaarden bij toepassing van het 'stand still principe' voor de categorieën 'geen hinder' en 'weinig hinder' 1,5 keer de in Tabel 5 vermelde waarden kunnen worden aangehouden.

5.4

STANDPUNT PRORAIL BETREFFENDE SBR-RICHTLIJN TRILLINGEN DEEL B

Het standpunt van ProRail betreffende trillingen is gebaseerd op de 'SBR-richtlijn Trillingen'. Het beleid is op te delen in twee delen betreffende hinder voor personen in gebouwen:

- Beoordeling van de trillingen uitgaande van een nieuwe situatie.
- Beoordeling van de trillingen uitgaande van een bestaande situatie.

ProRail heeft zich ten doel gesteld de richtlijnen die opgesteld zijn door de SBR voor trillingen te volgen. Dit houdt in dat voor de aanleg van een nieuw stuk spoorlijn de richtlijn wordt gehanteerd voor een nieuwe situatie.

Op trajecten waar al lange tijd bebouwing dicht langs het spoor staat, mag ervan uit worden gegaan, dat er bij de bewoners of gebruikers enige gewenning is opgetreden met betrekking tot de trillingen die door de passage van treinen worden veroorzaakt. Wanneer in deze situatie een aanpassing aan de bestaande situatie plaats vindt, wordt er beoordeeld volgens de richtlijnen voor trillingen voor een bestaande situatie. In deze beoordeling is het gewenningsaspect van de omwonende opgenomen.

Voor het project stationsgebied Driebergen-Zeist wordt uitgegaan van de beoordeling van een bestaande situatie, voor zowel de delen waar de dienstregeling verandert, als ook op de stukken waar de sporen worden verdubbeld. Er liggen namelijk al sporen.

Aanvullend op de bovengenoemde beoordeling van de trillingen die hinder kunnen veroorzaken, wordt het eerder beschreven 'stand still'-principe toegepast. ProRail heeft zich tot doel gesteld, dat de hinder die personen in de gebouwen door trillingen ondervinden niet mag verergeren.

5.5

SBR-RICHTLIJN TRILLINGEN DEEL C, STORING AAN APPARATUUR

Nabij de spoorlijn staan zowel bedrijfspanden als woonhuizen. In deze bebouwing kan trillingsgevoelige apparatuur aanwezig zijn. Door verkeerstrillingen kan trillingsgevoelige apparatuur worden verstoord. Daarom worden de trillingen eveneens op basis van 'SBR-richtlijn deel C, Storing aan apparatuur' beoordeeld. Bij de gemeenten Zeist en Utrechtse Heuvelrug is navraag gedaan of er bij hun trillingsgevoelige apparatuur bekend is in de bebouwing rond de station Driebergen Zeist. Hieruit bleek dat er geen trillingsgevoelige apparatuur bij de gemeenten bekend zijn in dit gebied. Op basis hiervan wordt in het kader van deze rapportage ervan uitgegaan dat de trillingsgevoelige apparatuur langs het spoor zal bestaan uit computersystemen. Specifieke trillingsgevoelige apparatuur, zoals optische instrumenten, microscopen, et cetera worden buiten beschouwing gelaten in deze rapportage.

Richtlijn deel C kijkt qua karakter af van de twee andere richtlijnen. Dit omdat voor storingen aan apparatuur geen echte 'harde' grenswaarden in de richtlijn deel C gedefinieerd zijn. Er zijn geen grenswaarden gedefinieerd, omdat het per apparaat verschilt welke trillingen toelaatbaar zijn. In het kader van dit rapport worden computersystemen in kantoorgebouwen nader beoordeeld. Daarmee is van de volgende grenswaarden uitgegaan die op de SBR-richtlijn is gebaseerd: $v_{max, deel C} = 0,2 \text{ mm/s}$.

HOOFDSTUK

6 Trillingspredictie

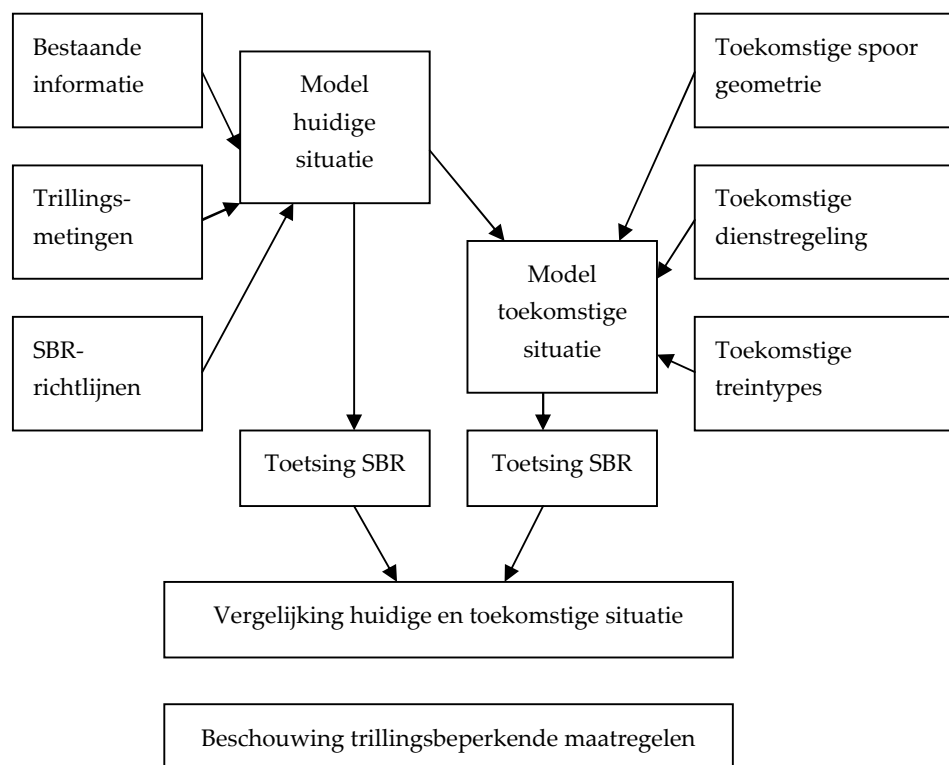
6.1

TOELICHTING

Een trillingspredictie bestaat uit verschillende onderdelen. Als eerste is het van belang de uitgangspunten in de huidige en toekomstige situatie te verzamelen. Zo wordt er inzicht in de dienstregeling, de ligging van de sporen en de type treinen verkregen. Daarna kunnen modellen van de huidige en toekomstige situatie worden gemaakt, die vervolgens worden getoetst aan de 'SBR-richtlijnen Trillingen' en met elkaar worden vergeleken. Uiteindelijk wordt bepaald of en waar er eventuele trillingsbeperkende maatregelen benodigd zijn. Een samenvatting van het bovengenoemde is weergegeven in Figuur 2.

Figuur 2

Schematisatie
trillingsprognose



6.2 **UITGANGSPUNTEN**

6.2.1 **TOEKOMSTIGE SITUATIE STATIONSOMGEVING DRIEBERGEN-ZEIST**

Op het spoortraject voor en na station Driebergen-Zeist ligt in de huidige situatie een dubbel spoor. Ter plaatse van station Driebergen-Zeist liggen drie sporen. In de toekomstige situatie zal de tweesporigheid voor en na station Driebergen-Zeist blijven, ter plaatse van het station wordt echter een viersporige situatie aangelegd. Naast de aanleg van een extra spoor wordt er ter plaatse van het huidige station Driebergen-Zeist een nieuw station aangelegd. De stationshal, behorend bij dit station, komt onder de sporen te liggen samen met de fietsenstallingen. In aanvulling op de veranderingen aan het spoor en aan het station wordt tevens een onderdoorgang gemaakt voor het verkeer van de Hoofdstraat. Bij het station en de onderdoorgang komen de sporen over een lengte van ongeveer 100 m op een betonconstructie (onderdoorgang stationshal en fietsenstalling) te liggen.

6.2.2 **TYPE BEBOUWING**

Langs het spoor nabij station Driebergen-Zeist zijn verschillende gebouwen aanwezig. Deze bebouwing is conform de 'SBR-richtlijn Trillingen deel A' in te delen in de drie categorieën:

- Categorie 1: In goede staat verkerende draagconstructies van beton of staal.
- Categorie 2: In goede staat verkerende draagconstructies die bestaan uit metselwerk.
- Categorie 3: Monumentale en in slechte staat verkerende gebouwen (uit metselwerk).

Rond station Driebergen-Zeist zijn alle drie de categorieën aanwezig. In Bijlage 2 is een inventarisatie van de bebouwing aan deze rapportage toegevoegd.

6.2.3 **BODEMOPBOUW**

De bodemopbouw, die als uitgangspunt voor de beschouwingen in deze rapportage is aangehouden, is gebaseerd op informatie die is verkregen uit de rapportage 'Planstudie Driebergen-Zeist' van MOS. Op basis van deze rapportage is de grondopbouw geschematiseerd in Tabel 6.

Tabel 6

Globale grondopbouw
rond station Driebergen-
Zeist.

Diepte b.k. laag [m NAP]	Grondsoort
+ 4	Los gepakt zand
+ 1	Zeer los gepakt zand, soms sterk siltig
- 1	Los tot matig gepakt zand
- 25	Verkende diepte

6.2.4 **DIENSTREGELING**

De beoordeling van de trillingsintensiteit hangt mede af van het aantal herhalingen van de trillingen. Daarom is het voor de beoordeling van de huidige en de toekomstige situatie van belang de dienstregeling te kennen. In de huidige situatie rijden over het spoor te station Driebergen-Zeist 24 treinen per uur. In de toekomstige situatie is het mogelijk 26 treinen per uur te laten rijden. Op station Driebergen-Zeist stopt ongeveer de helft van het aantal

treinen in de huidige en toekomstige situatie. In de huidige situatie halteert de andere helft van de treinen, namelijk de intercity's niet. Van deze treinen rijdt ongeveer de helft (dus ongeveer een kwart van alle treinen) rond de maximum snelheid van 130 km/uur, de andere intercity's rijden stapvoets door het station.

In de toekomstige situatie, wanneer er vier sporen liggen ter plaatse van station Driebergen-Zeist, zullen alle intercity's met een snelheid van 130 km/uur door het station kunnen rijden.

In de huidige situatie wordt het spoor nabij station Driebergen-Zeist naast personenvervoer ook gebruikt door goederentreinen. In de toekomstige situatie zullen alle goederentreinen via de Betuweroute gaan rijden. In de trillingspredictie voor de toekomstige situatie zijn zowel het sneller rijden van de intercity's als het niet meer rijden van de goederentreinen beide verwerkt.

6.2.5

TREINTYPEN

De trillingsintensiteit is onder andere afhankelijk van het treintype. Een lange zwaardere trein veroorzaakt, bij een normale spoorligging, meer trillingen dan een kortere lichte trein. In de toekomstige situatie zal op het spoortraject Utrecht-Arnhem, waaraan station Driebergen-Zeist is gelegen, geen wezenlijke wijziging optreden in het treinmaterieel. Op het traject rijden in de huidige situatie zowel goederentreinen als 'heavy rail' personentreinen. In de toekomstige situatie zullen enkel treinen rijden die nu ook al op het traject rijden of er zullen lichtere treinen gaan rijden die minder trillingen veroorzaken. Daarnaast zal dit spoortraject niet meer worden gebruikt voor goederentreinen. Deze zullen allen over de Betuweroute worden geleid.

6.2.6

LOCATIE KEUZE

In het kader van het opstellen van dit rapport is op basis van de volgende punten, een keuze gemaakt voor de locaties voor het uitvoeren van de trillingsmetingen:

- Geen bebouwing aanwezig binnen 30 m uit het spoor, maar wel nabij bebouwd gebied.
- Ruimte langs het spoor om meetopstelling te plaatsen.
- Betreedbaarheid van het terrein.
- Sporenlay-out.
- Geen wegverkeer binnen meetbereik

Voorafgaande aan het trillingsonderzoek is door ProRail op advies van ARCADIS besloten in deze fase van het onderzoek niet aan de bebouwing te meten. Op basis van het onderzoek kan worden besloten in een tweede fase wel aan bebouwing te meten. Daarom is er voor gekozen op een locatie te meten waar de bebouwing meer dan 30 m van het spoor is gelegen. Daarnaast werden twee metingen tegelijk uitgevoerd. De metingen werden zo ver uit elkaar uitgevoerd dat het twee losstaande metingen zijn. Oneffenheden in het spoor van de ene meetlocatie zijn niet meetbaar op de andere meetlocatie. Hiervoor was steeds een breed terrein nodig, zodat de meting overzien kon worden. Dit mede om het risico op vandalisme of stelen van de meetapparatuur te minimaliseren.

De betreedbaarheid van een terrein is belangrijk, omdat de meetopnemers langs het spoor moeten worden geplaatst. Vaak is de spoorbaan of het omliggende gebied sterk begroeid door struiken of bomen. Wanneer de begroeiing te sterk is, is het plaatsen van de meetopnemers niet mogelijk.

Met behulp van Google Earth is het terrein verkend en zijn twee locaties voor de metingen bepaald. Uiteindelijk is er in het veld besloten de meetlocaties te optimaliseren naar de omgeving en de afmetingen van de meetapparatuur. Op basis hiervan is uiteindelijk op de volgende locaties gemeten:

- Driebergen-Rijsenburg km 46.7 zuidzijde.
- Driebergen-Rijsenburg km 46.8 zuidzijde.

6.2.7

VELDONDERZOEK

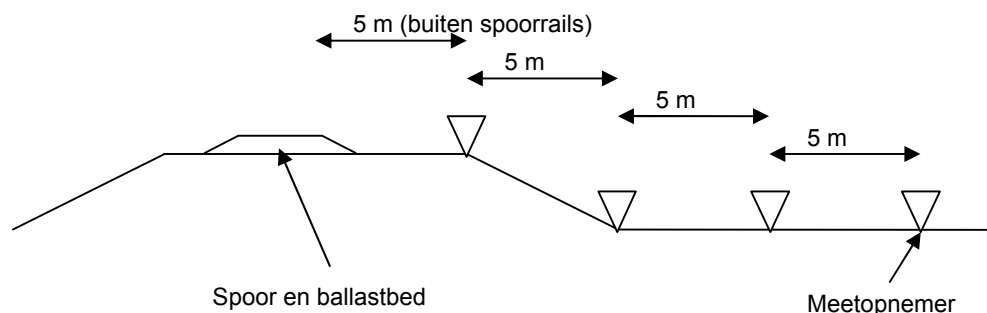
De trillingsmetingen in het veld en de primaire dataverwerking van de onderzoeksgegevens zijn uitgevoerd door Fugro Ingenieursbureau B.V. De veldmetingen zijn uitgevoerd op 24 maart 2011. De uitgewerkte onderzoeksresultaten zijn in bijlage 1 van deze rapportage weergegeven. Om de trillingen die de treinen in de grond veroorzaken, te kunnen meten, is gebruik gemaakt van versnellingsopnemers. Met de versnellingsopnemers wordt de versnelling en de frequentie van de trilling continu en gedurende 30 seconde hoogfrequent gemeten en opgeslagen. Op basis van deze beide parameters kan de trillingssnelheid worden bepaald. Gekozen is om metingen uit te voeren met versnellingsopnemers, omdat dit een compleet beeld van de trillingen geeft.

De opstelling bestond uit twee meetraaien van vijf meetopnemers. Een raai stond langs een gedeelte van de spoorbaan dat geheel vrij is van kunstwerken, wissels en dergelijke. De andere meetraai is bij een wissel geplaatst. Op deze manier kan een inschatting worden gemaakt in hoeverre een wissel invloed heeft op de intensiteit van de trillingen. Hoe verder het meetsysteem zich van het spoor bevindt des te lager zal de gemeten trillingsintensiteit zijn. Op deze manier kan uit de meetresultaten de demping van de trillingssnelheid worden bepaald. Wanneer de demping van de trillingssnelheid bekend is, kan een inschatting worden gemaakt van de optredende trillingen in de omliggende bebouwing. De eerste meetopnemer werd op ongeveer 5 m van het spoor geplaatst, zie Figuur 3.

De tweede meetopnemer is op een afstand van circa 10 m van het spoor neergezet, de derde op circa 15 m, de vierde op circa 20 m en de vijfde op circa 25 m, zie Figuur 3. Op deze manier worden de trillingen veroorzaakt door de trein op verschillende afstanden van het spoor gemeten.

Figuur 3

Schematisatie
meetopstelling.



6.3

MEETRESULTATEN TRILLINGENONDERZOEK

6.3.1

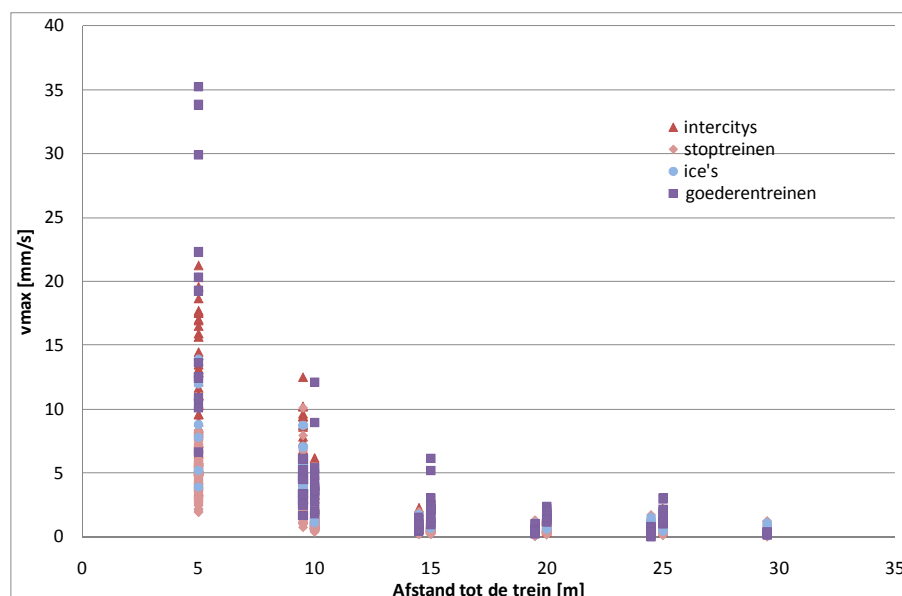
ALGEMEEN

Zoals eerder is beschreven in dit rapport zijn er bij dit trillingsonderzoek in twee raaien metingen op het maaiveld uitgevoerd. Hiermee worden de uitgangspunten (trillingsbron) en het effect van de bodemopbouw op de geometrische demping vastgesteld. Op basis van de meetresultaten is een voorspelling gemaakt van de trillingsintensiteiten in de omgeving van het station Driebergen-Zeist.

Iedere meetraai bestond uit vijf meetopnemers. Per meetopnemer is er in drie richtingen gemeten, (X, Y en Z). Op basis van deze resultaten is er per meetopnemer een gemiddelde waarde bepaald voor de trillingssnelheid en een maximale trillingssnelheid. De maximale trillingssnelheid is gebaseerd op een 95% verwachtingswaarde (conform SBR-richtlijn trillingen deel B, Hinder voor personen in gebouwen) die is bepaald op basis van de gemiddelde trillingssnelheid. Dit houdt in dat er per passerende trein een kans van 95% is dat de aangehouden hindergrens niet wordt overschreden. Vervolgens zijn de meetgegevens opgenomen in de rapportage die is terug te vinden in bijlage 1. In Figuur 4 en 5 zijn de meetgegevens samengevat in twee grafieken.

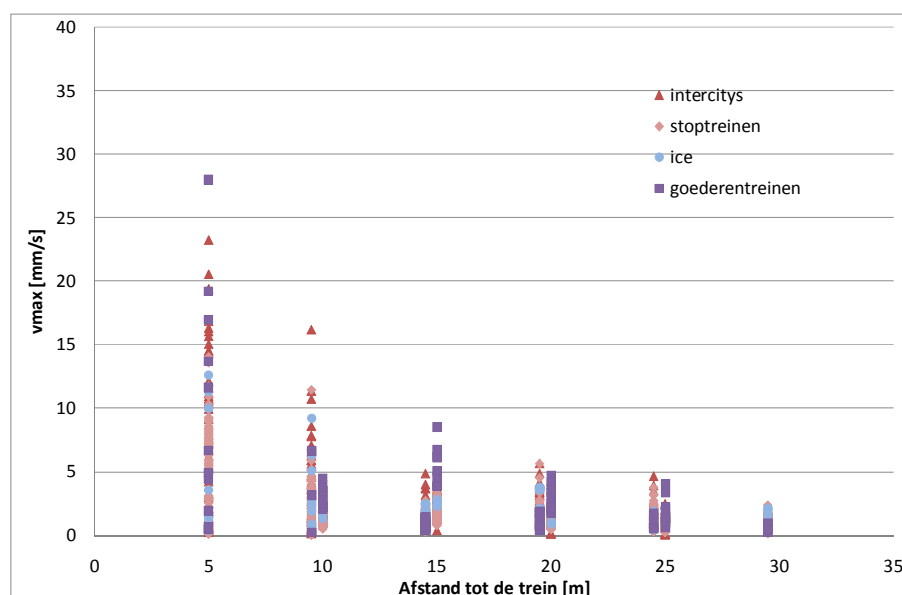
Figuur 4

Gemeten trillingsintensiteit
ter plaatse van de vrije
baan.



Figuur 5

Gemeten trillingsintensiteit
ter plaatse van de wissel.



Uit de meetdata blijkt duidelijk de dempende werking van de grond. Ook is te zien dat de trillingen van een trein rijdend door een wissel minder sterk uitdempenen dan de trillingen veroorzaakt door een trein rijdend op een vrije baan.

Op basis van de meetgegevens zijn met behulp van de eerder genoemde vergelijking van Barkan de dempingsconstanten bepaald van de trillingen in de grond.

Om het type bebouwing en fundering in rekening te brengen zijn overdrachtsfuncties tussen grond-fundering en fundering-gebouw op basis van de methodiek in CUR 166 aangehouden.

6.3.2

BRONBELASTING

De initiële trillingsbron (een passerende trein) is bepaald met het uitgevoerde trillingsonderzoek zie bijlage 1. Met behulp van een statistische bewerking zijn de 95% verwachtingswaarden bepaald conform SBR-richtlijn Trillingen deel B. Op basis van deze waarde is conform de SBR-richtlijn Trillingen deel B de $v_{eff,max}$ bepaald voor elke meetopnemer. Hierin wordt de $v_{eff,max}$ gezien als de representatieve bronwaarde van de trillingsnelheid op een bepaalde afstand van het spoor. De representatieve waarde van de $v_{eff,max}$ die is terug gerekend naar een afstand van 5 m van het spoor is in onderstaande Tabel 7 opgenomen.

Tabel 7

Representatieve
bronwaarden van de
trillingsnelheid.

Locatie	$v_{eff,max}$ [-]
Km 46.7 Wissel	14,23
Km 46.8 Vrije baan	12,41

Uit de resultaten die in Tabel 7 zijn gepresenteerd, blijkt duidelijk dat het rijden van een trein door een wissel de trillingsintensiteit vergroot.

6.3.3

MATERIAALDEMPINGSCONSTANTE

Door het verspreiden van de trillingen (zie hoofdstuk 4) in de ondergrond en door de reflectie van de golven op de verschillende grondlagen ontstaat een demping van trilling. Deze demping wordt gerepresenteerd in de materiaaldempingsconstante.

De materiaaldempingsconstanten van de grond zijn, op basis van het uitgevoerde trillingsonderzoek, per locatie bepaald. De dempingsconstante heeft een grootte tussen de 0,00 en de 0,13. Uit ervaring blijkt dat dit laatste een relatief grote waarde is voor de demping van verkeerstrillingen in de grond. Mogelijk kan deze demping worden veroorzaakt door de vorm van de spoorbaan. Naast de baan is een greppel gelegen, die de een extra dempende werking kan opleveren. Er is een representatieve dempingconstante bepaald voor alle passerende treinen in de huidige situatie. Deze representatieve dempingsconstanten zijn weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8

Dempingsconstanten op basis van het uitgevoerde trillingsonderzoek.

locatie	Demping [-]
Km 46.75 Wissel	0,04
Km 46.95 Vrije baan	0,07

Uit de berekenende dempingsconstanten blijkt, dat de trillingen die veroorzaakt worden door het doorrijden van een wissel minder sterk door de ondergrond worden gedempt dan de trillingen die veroorzaakt worden door een trein op een vrije baan.

HOOFDSTUK 7

Trillingspredictie en beoordeling

7.1 PREDICTIE TOEKOMSTIGE SITUATIE

7.1.1 PREDICTIE OP BASIS VAN DE METINGEN

Vrije baan en wissels

Op basis van de in hoofdstuk 4 genoemde uitgangspunten zijn, in combinatie met de verkregen meetwaarden, de afstanden geschat van het spoor tot aan de grens waar trillingshinder in bebouwing kan optreden. Voor deze oriënterende beoordeling van de trillingen is hierbij uitgegaan van de in hoofdstuk 3 vermelde streefwaarden respectievelijk grenswaarden. De berekeningen van de mogelijke trillingsniveaus zijn uitgevoerd voor de huidige situatie en voor de toekomstige situatie met de volgende combinatie van wijzigingsonderdelen:

- Toekomstige situatie met spooraanpassingen rondom station Driebergen-Zeist.
De sporen komen lokaal tot circa 14 m dicht bij de bebouwing te liggen.
- De dienstregeling wordt aangepast:
 - Er zullen geen goederentreinen meer rijden.
 - De intercity's kunnen allemaal met 140 km/uur door het station rijden.

De bovengenoemde wijzigingen zullen het volgende effect hebben op de trillingsintensiteit en de demping van de trilling in de toekomstige situatie, zie Tabel 9.

Tabel 9

Inschatting toekomstige representatieve bronwaarden van de trillingssnelheid.

Locatie	$V_{eff,max}$ [·]
Wissel	16,06
Vrije baan	10,83

Hierin is $V_{eff,max}$ de grootste voortschrijdende effectieve waarde van de gewogen momentane trillingsgrootte over een bepaalde meetduur, zie ook paragraaf 5.3. Wat wil zeggen, dat het in deze situatie de 95% overschrijdingskans betreft van de trillingsintensiteit in de toekomstige situatie gebaseerd op de uitgevoerde metingen.

Kunstwerk

In de bestaande spoorbaan nabij het station Driebergen Zeist bevinden zich geen grote kunstwerken (viaducten of vergelijkbare constructies). Er is daarom voor het geplande station te Driebergen-Zeist geen vergelijkbare trillingsmeting op locatie te doen. De overdracht van de trilling via het kunstwerk naar de ondergrond is niet op een betrouwbare wijze in beeld te brengen. Evenmin was een in grondopbouw vergelijkbare situatie te

vinden. Daardoor was het niet mogelijk aan een kunstwerk metingen te doen, waarmee het effect van het spoor op het te bouwen kunstwerk is te simuleren.

Ter plaatse van station Driebergen-Zeist wordt in de toekomstige situatie een groot kunstwerk aangelegd, namelijk de stationshal met fietsenstallingen en een onderdoorgang voor autoverkeer. Het spoor op deze constructie bestaat uit ingelijmde spoorstaven. Deze constructie is stijver dan een vrije baan. Door stijfheidsverschillen in de baan worden de trillingen tijdelijk versterkt. Daardoor zal het oprijden van een kunstwerk meer trillingen opleveren dan het rijden op een kunstwerk zelf. Op basis van eerdere ervaringen zijn de volgende bandbreedtes bepaald:

- Oprijden kunstwerk: 1 tot 1,5 keer v_0 (SAAL, traject Weesp-Lelystad).
- Rijden op kunstwerk: 0,5 tot 1,5 keer v_0 (spoortunnel Best).

Op basis van deze gegevens zijn de volgende waarden aangehouden voor de $v_{eff,max}$ ter plaatse van het kunstwerk, zie Tabel 10.

Tabel 10

Inschatting toekomstige representatieve bronwaarden van de trillingssnelheid voor kunstwerken.

Locatie	$v_{eff,max}$ (minimaal) [-]	$v_{eff,max}$ (maximaal) [-]
Rijden op kunstwerk	5,41	16,22
Oprijden kunstwerk	10,81	16,22

7.1.2

INSCHATTING MATERIAALDEMPINGSCONSTANTE

In de toekomstige situatie zullen er over het spoor nabij Driebergen-Zeist geen goederentreinen meer rijden. Op basis van de verkregen meetgegevens is een nieuwe dempingsconstante bepaald voor de toekomstige situatie. Deze dempingsconstanten zijn weergegeven in Tabel 11. Opgemerkt wordt dat voor het oprijden van het kunstwerk een vergelijkbare dempingsconstante zal worden aangehouden als bij het wissel. Voor het rijden op het kunstwerk is de dempingsconstante aangehouden van een vrije baan.

Tabel 11

Inschatting van de demping van de trillingen in de toekomstige situatie.

locatie	Demping [-]
Wissel	0,06
Vrije baan	0,07
Rijden op kunstwerk	0,07
Oprijden kunstwerk	0,06

7.2

TOETSING VAN DE INGESCHATTE TRILLINGEN

Voor de toetsing aan de streefwaarden (A1, A2 en A3) is uitgegaan van het toetsingskader dat de SBR-richtlijn Trillingen deel B geeft voor wijzigingen van een bestaande situatie. Voor dit toetsingskader is gekozen, omdat de bestaande spoorbaan wordt uitgebreid en de dienstregeling en het treintype worden aangepast.

Op basis van de bovengenoemde inschatting van de randvoorwaarden is op basis van de SBR-richtlijn Trillingen deel B de grens opgezocht waar bij toetsing aan de SBR-richtlijn Trillingen deel B geen trillingshinder meer zal optreden die door het railverkeer wordt

veroorzaakt. Hierna zal deze grens hindergrens worden genoemd. Met behulp van de vergelijking van Barkan zijn de afstanden bepaald waar de hindergrens op basis van de uitgevoerde metingen wordt verwacht. Hierbij is getoetst op de drie verschillende streefwaarden A1, A2 en A3. Hierbij is gebleken dat de streefwaarde A3 steeds maatgevend is voor de situatie te Driebergen Zeist.

Ter vergelijking van de huidige en toekomstige situatie zijn tevens de afstanden tot het spoor voor de huidige hinderbeleving (hindergrens) weergegeven. In Tabel 12 is de hindergrens weergegeven voor de situatie wonen en gezondheidszorg. In bijlage 3 is deze hindergrens voor de toekomstige situatie weergegeven op tekening doormiddel van contourlijnen.

Tabel 12

Beoordeling conform toetsingskader 'aanpassen van een bestaande situatie' ten behoeve van wonen en gezondheidszorg.

Locatie	Huidige afstand tot spoor	Toekomstige afstand tot spoor
Vrije baan	42	41
Wissel	64	49
Rijden op kunstwerk	-	46
Oprijden kunstwerk	-	51

In Tabel 13 is de situatie weergegeven voor onderwijs en kantoren.

Tabel 13

Beoordeling conform toetsingskader 'aanpassen van een bestaande situatie' ten behoeve van onderwijs en kantoren.

Locatie	Huidige afstand tot spoor	Toekomstige afstand tot spoor
Vrije baan	37	36
Wissel	56	43
Rijden op kunstwerk	-	41
Oprijden kunstwerk	-	45

7.3

BEBOUWING BINNEN DE HINDERGRENS

Vervolgens is op basis van een vergelijking van de bestaande en de toekomstige situatie (op tekening) bepaald, welke panden nu binnen de geschatte hindergrens vallen of opgeschoven zijn binnen de bepaalde hindergrens. In Tabel 14 is voor alle bebouwde locaties een inschatting van de hindercontouren gemaakt in de toekomstige situatie. Tevens is er getoetst of de situatie verbeterd, een verschuiving van de contour dichter naar het spoor toe of mogelijk verslechterd.

Tabel 14

Locaties die in de toekomstige situatie binnen de hinder contour vallen

Locatie [kilometrerings]	Bebouwing	Veranderingen	Afstand huidige hindercontour* [m]	Verplaatsing* sporen* [m]	Afstand toekomstige hindercontour # [m]	Totale afstand hindercontour* [m]	Toetsing
44.9–45.1 noordzijde	Schuren en woonhuizen	aanleg wissel wijziging dienstregeling	37	0	43	43	6 m verschuiving hindercontour
45.7–45.9	Schuren en volkstuinten	wijziging dienstregeling	37	0	36	36	lichte verbetering
46.05–46.2 noordzijde	Bedrijfspanen	aanleg wissel verlegging sporen wijziging dienstregeling	37	-2	43	41	4 m verschuiving hindercontour
46.1–46.2 zuidzijde	Bedrijfspanen Onderstation ProRail, onbemand	aanleg wissels spoor verdubbeling wijziging dienstregeling	37	10	43	53	16 m verschuiving hindercontour
46.25–46.45 noordzijde	Bedrijfspanen	verlegging sporen wijziging dienstregeling	37	-1	36	35	lichte verbetering
46.3 zuidzijde	Woonhuis	spoorverdubbeling aanleg perron wijziging dienstregeling	42	10	41	51	9 m verschuiving hindercontour tot aan rand woonhuis
46.3–46.45 zuidzijde	Bedrijfspanen	spoorverdubbeling aanleg perron wijziging dienstregeling	37	10	36	46	9 m verschuiving hindercontour
46.45–46.5 Noordzijde	Bedrijfspanen	verlegging sporen aanleg kunstwerk wijziging dienstregeling	37	-1	45	44	7 m verschuiving hindercontour
46.45–46.5 zuidzijde	Bedrijfspanen	spoorverdubbeling aanleg kunstwerk wijziging dienstregeling	37	14	45	59	22 m verschuiving hindercontour
47.35–47.6, zuidzijde	Woonhuizen	wijziging dienstregeling	42	0	41	41	lichte verbetering

* Afstand vanuit het huidige spoor gemeten.

Afstand gemeten vanuit het toekomstige spoor.

Op basis van Tabel 14 kan worden gesteld dat er op het traject km 46.05 tot en met km 46.5 (met uitzondering van km 46.25 tot en met 46.45 noordzijde) in de toekomstige situatie een aanzienlijke kans is op trillingshinder voor personen in de bebouwing. In bijlage 3 zijn foto's van deze bebouwing weergegeven. Het betreft de bebouwing op foto's 3.1, 3.3, 3.4, (3.7,) 3.5, 3.6, 3.8 en 3.13.

Op het traject km 44.9 tot en met 45.1 zijn schuren en woonhuizen gelegen. Aangenomen wordt dat enige toename in trillingsintensiteit geen hinder op zal leveren in de schuren. Op basis van een visuele inspectie en de bestemmingsplannen kan gesteld worden dat de schuren geen woon-, gezondheidszorg-, onderwijs- of kantoorfunctie hebben. Echter door de aanleg van een wissel kan in het woonhuis ter plaatse van km 45.03 (bijlage 3, foto 5.1) hinder optreden, doordat de hindercontour verder van de sporen af komt te liggen.

De bebouwing die is gelegen langs de trajecten km 45.7 – km 45.9, km 46.25 tot en met 46.45 noordzijde en km 47.35 tot en met km 47.6 ligt nog wel binnen de bepaalde hindercontour. Doordat hier de sporen niet of nauwelijks worden verplaatst zal de trillingsintensiteit in deze bebouwing gelijk blijven of afnemen. Daarmee wordt voldaan aan het 'stand still' principe.

In hoeverre er daadwerkelijk trillingshinder in de bebouwing wordt ervaren is afhankelijk van de demping of opslinging van de fundering en de vloeren van de bebouwing. Alleen een trillingsmeting aan de bebouwing kan hier uiteindelijk uitsluitsel over geven.

7.4

SCHADE AAN GEBOUWEN

Wanneer een gebouw wordt blootgesteld aan trillingen zal naar inschatting op basis van de SBR-richtlijn deel A bij een $v_{eff,max}$ van 1,5 schade kunnen optreden. Deze waarde komt overeen met een afstand van circa 20 m uit de spoorstaven. De huidige bebouwing staat ongeveer 20 m of verder uit het toekomstige spoor. Daarom is dan ook de verwachting dat de kans op schade aan bebouwing, door de verandering in dienstregeling op het gehele traject rondom station Driebergen-Zeist, nihil is.

7.5

STORING AAN APPARATUUR

De waarde voor $v_{eff,max}$ die gerelateerd kan worden met storing aan apparatuur is circa 0,2. Deze waarde ligt naar gemiddeld genomen zo'n 6 m buiten de contourlijn voor hinder voor personen in woongebouwen, zie bijlage 2. Voor de bebouwing buiten het gebied km 46.05 tot en met 46.5 worden geen problemen verwacht met betrekking tot storing aan apparatuur.

In de volgende bebouwing kan door verschuiving van de contourlijn, apparatuurstoring ondervinden:

- Km 46.05 – km 46.2, noordzijde.
- Km 46.45 – 46.5, noordzijde.
- Km 46.1 – km 46.5, zuidzijde.

Echter in hoeverre storing aan apparatuur kan optreden hangt van meerdere factoren af.

- Trillingsgevoeligheid van de apparatuur
- Fundering van het gebouw
- Constructie van de vloeren

Uit de inventarisatie van het gebruik van de bebouwing blijkt niet dat in de bebouwing bijzondere trillingsgevoelige apparatuur aanwezig is.

Voor het onderstation van ProRail ligt het ook niet in de lijn der verwachting dat hier storing aan apparatuur zal optreden aangezien de onderstations hierop worden gedimensioneerd, zie ook de verwijzingen in OVS 00112 Rail gebonden gebouwen versie 001, 1-10-2006. Het uitvoeren van een trillingsmeting wordt op basis van dit uitgangspunt niet noodzakelijk geacht. Mochten er echter toch bijzondere redenen zijn waardoor storing aan apparatuur in het onderstation in de toekomstige situatie te verwachten is, dan kan een trillingsmeting aan de bebouwing in huidige de en de toekomstige situatie hierover uitsluitel geven.

HOOFDSTUK

8 Trillingsbeperkende maatregelen

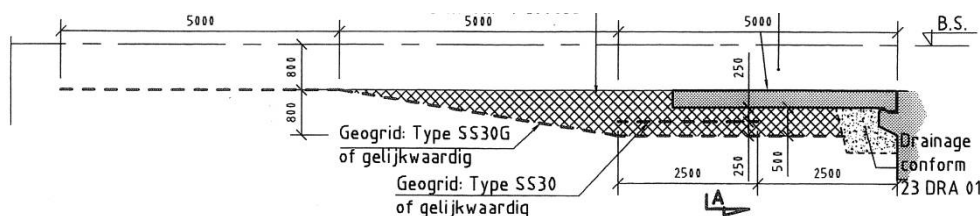
Uit het trillingenonderzoek blijkt dat in de toekomstige situatie op een aantal locaties mogelijk niet wordt voldaan aan de 'SBR richtlijn Trillingen'. Of dit daadwerkelijk het geval is, zal uit vervolg onderzoek moeten blijken. Mocht er daadwerkelijk niet voldaan worden, dan zijn er verschillende mogelijkheden deze trillingen te dempen. Hieronder wordt een opsomming gegeven van de mogelijkheden.

Verkeerstrillingen in de grond kunnen worden gedempt door het aanbrengen van een of meerdere 'trillingsdempende schermen' tussen de bebouwing en de (spoor)weg. Een trillingsdempend scherm is niet overal gelijk van opzet, aangezien een dergelijk scherm het beste werkt wanneer het een zo groot mogelijk verschil in dichtheid heeft met de ondergrond. Aangezien het een dure en ruimte rovende constructie betreft wordt aanbevolen eerst naar andere mogelijke oplossingen te zoeken zoals hieronder worden vermeld. Wanneer uit controle metingen blijkt dat er toch hinder optreedt, kan deze maatregel als nog worden toegepast.

In het onderhavige geval, waar één van de trillingshinder gevoelige onderdelen het oprijden van het kunstwerk betreft, wordt aangeraden om ter plaatse van de aansluiting van de kunstwerken op de aardebaan trillingsbeperkende maatregelen te treffen. De verhoging in de trillingsintensiteit wordt bij het oprijden van de kunstwerken veroorzaakt door een verschil in stijfheid. Het kunstwerk is namelijk een relatief stijf object, terwijl de aardebaan dat niet is. Wanneer op de overgang van de baan naar het kunstwerk de stijfheid gelijkmatig wordt verhoogd, zullen de trillingen, die door het oprijden van het kunstwerk worden veroorzaakt, gereduceerd worden. Het stijver maken van de baan kan gebeuren door ballastmatten onder de ballast aan te brengen in combinatie met een gewapende grondachtige constructie in de aardebaan er onder. In Figuur 6 is de situatie weergegeven met daarin de verstijving van de bovenkant van de baan met een geogrid.

Figuur 6

Toepassing ballastmatten ter verstijving van de baan ter plaatse van de overgang naar een kunstwerk



Naast het op- en afrijden van het kunstwerk is er een kans op hinder ter plaatse van het kunstwerk. Afhankelijk van de uiteindelijke constructie zal het kunstwerk trillingendempend of trillingenversterkend werken en kan het nodig zijn aan het kunstwerk trillingsbeperkende maatregelen te treffen. Aangezien het kunstwerk ook als station gebruikt wordt, zal het gebouw zo gedimensioneerd moeten worden dat bij het doorrijden van treinen geen ernstige trillingshinder optreedt. Zonodig moeten daarbij

trillingsbeperkende maatregelen in de constructie van het kunstwerk worden genomen. Of en welke trillingsbeperkende maatregelen aan de constructie benodigd zijn, zal bij een definitief ontwerp afgestemd moeten worden met de constructeur.

Op de locaties waar wissels worden aangelegd en deze eventueel hinder veroorzaken kunnen een combinatie van railpads, onderleg platen of ballastmatten worden toegepast om de trillingen zo veel mogelijk te beperken.

Opgemerkt wordt dat de toepassing van een trillingsdempende maatregel op de locatie afgestemd zal moeten worden, zodat de demping van de trillingen zo optimaal mogelijk is. Dit is noodzakelijk aangezien in sommige situaties de maatregelen ook averechts kunnen werken, zoals soms het geval is met ballastmatten.

In hoeverre er daadwerkelijk trillingsbeperkende maatregelen benodigd zijn, zal uit extra trillingsmetingen op locatie en aan de bebouwing nader moeten worden bepaald. Wanneer er geen verder onderzoek wordt uitgevoerd zullen er zeker maatregelen aan de baan getroffen moeten worden.

HOOFDSTUK

9

Trillingen wegverkeer

De verkeerstrillingen veroorzaakt door wegverkeer kunnen bijdragen aan de hinderbeleving. Het afremmen en optrekken van bussen bij het busstation en het rijden van verkeer in samenhang met het rijden van de treinen kan een versterkend effect hebben op elkaar.

Personenauto's veroorzaken nagenoeg geen trillingen, maar zwaarder vrachtvervoer en wachtende bussen kunnen dit wel. De meeste trillingshinder door zwaar wegverkeer wordt veroorzaakt door oneffenheden in het wegdek, die samenhangen met het verhardingstype (asfalt versus klinkerverharding), optredende zettingsverschillen van de verharding en de aanwezigheid van verkeersdrempels. Bij het wegontwerp wordt aandacht besteed aan deze aspecten en is het risico op extra trillingshinder beheersbaar. Hierbij moet worden gedacht aan goede wegfunderingen, die aan de gestelde eisen voor restzettingsverschillen en vlakheidseisen voldoen, en aan een goede overgang van aardenbaan op kunstwerk.

In het vigerende ontwerp voor het project stationsgebied Driebergen Zeist zijn twee verkeersdrempels opgenomen. Omdat deze trillingshinder kunnen opleveren zijn deze twee locaties nader beschouwd.

- Een drempel komt in de Odijkerweg aan de noordzijde van het toekomstige busstation te liggen. Deze weg zal doodlopend worden, waardoor deze verkeerssluw wordt. Door de beperkte intensiteit zal er nagenoeg geen trillingshinder optreden.
- De andere drempel ligt aan de zuidzijde van het station in de Stationsweg. Deze drempel is opgenomen in de tunnelbakconstructie. Wanneer de drempel overreden wordt door zwaar wegverkeer zal naast de grond ook de bakconstructie in trilling moeten worden gebracht om trillingshinder in de omgeving te veroorzaken. De bak bestaat uit een zware betonnen constructie. Gezien het relatief geringe gewicht van een wegvoertuig, de grote stijfheid en het grote gewicht van de betonnen constructie, zal deze betonconstructie maar in geringe mate in trilling worden gebracht. Daardoor heeft deze een goede dempende werking op de verkeerstrillingen. De bijdrage aan de trillingshinder in de omgeving is als verwaarloosbaar ingeschat.

Samenvattend betekent dit dat wordt ingeschat dat de geplande verkeersdrempels bij een deugdelijk ontwerp en uitvoering geen invloed op de hinderbeleving in de omgeving zal hebben. Het is daarom niet noodzakelijk verder trillingenonderzoek naar wegverkeer uit te voeren.

HOOFDSTUK 10 Conclusies en aanbevelingen

10.1

CONCLUSIES

Het voorliggende rapport heeft een oriënterend karakter en geeft inzicht in de omgevingshinder ten gevolge van verkeerstrillingen langs het spoor rondom station Driebergen-Zeist.

Op basis van de verkennende inventarisatie van de bebouwing langs het spoortracé en de trillingspredicties in dit rapport kan het volgende worden geconstateerd. De mogelijke hindertoename is een gevolg van de gewijzigde spoorligging en het bijbehorende nieuwe kunstwerk. In de toekomstige situatie wordt trillingshinder op de volgende locaties ingeschat (zie Tabel 15).

Tabel 15

Locaties waar in de toekomstige situatie trillingshinder voor personen in gebouwen kan optreden.

Locatie [kilometrerings]	Bebouwing	Veranderingen	Toetsing
45.05 noordzijde	Woonhuis	aanleg wissels wijziging dienstregeling	6 m verschuiving hindercontour
46.05–46.2 noordzijde	Bedrijfspanen	aanleg wissel verlegging sporen wijziging dienstregeling	4 m verschuiving hindercontour
46.1–46.2 zuidzijde	Bedrijfspan Onderstation ProRail, onbemand	aanleg wissels spoor verdubbeling wijziging dienstregeling	16 m verschuiving hindercontour
46.3 zuidzijde	Woonhuis	spoorverdubbeling aanleg perron wijziging dienstregeling	9 m verschuiving hindercontour tot aan rand woonhuis
46.3–46.45 zuidzijde	Bedrijfspanen	spoorverdubbeling aanleg perron wijziging dienstregeling	9 m verschuiving hindercontour
46.45–46.5 noordzijde	Bedrijfspanen	verlegging sporen aanleg kunstwerk wijziging dienstregeling	7 m verschuiving hindercontour
46.45–46.5 zuidzijde	Bedrijfspanen	spoorverdubbeling aanleg kunstwerk wijziging dienstregeling	22 m verschuiving hindercontour

Door wijzigingen in de dienstregeling (minder goederenverkeer) wordt de trillingsintensiteit lager dan in de huidige situatie. Desondanks kan in de toekomstige situatie de trillingshinder voor personen in de huidige bebouwing ongunstiger uitpakken. Dit wordt veroorzaakt door het verplaatsen van de wissels, de uitbreiding van het aantal sporen en de aanleg van een kunstwerk.

In hoeverre er daadwerkelijk trillingshinder wordt ervaren is afhankelijk van de demping of opslinging van de fundering en de vloeren van de bebouwing. In de berekeningen is op basis van de CUR 166 een conservatieve aanname gedaan. Een trillingsmeting aan de bebouwing kan hierover meer uitsluitsel geven.

Op basis van de uitgevoerde trillingspredictie is de kans op schade door de verandering van de dienstregeling of de verbreding van de spoorbaan ingeschat als klein. Bij een bureau-inventarisatie van de bebouwing zijn geen panden met een verhoogd risico op schade (monumentale panden of bouwvallen) dicht langs het spoor aangetroffen.

Storing aan apparatuur is op basis van deze studie theoretisch gezien niet uit te sluiten bij de in Tabel 15 genoemde bebouwing. In hoeverre storing aan apparatuur op zal treden, is echter sterk afhankelijk van de aanwezige apparatuur, de fundering van het gebouw en de constructie van de vloeren in het gebouw. Op basis van de inventarisatie van het gebruik van de bebouwing wordt niet verwacht dat in de bebouwing bijzondere trillingsgevoelige apparatuur aanwezig is. Indien er door gebruikers aangegeven wordt dat er bijzondere trillingsgevoelige apparatuur aanwezig is, kan een trillingsmeting aan het gebouw in de toekomstige en de huidige situatie kan hierover uitsluitsel geven.

10.2

AANBEVELINGEN

Meten van trillingen aan gebouwen

De berekeningen laten zien dat er op enkele locaties langs het spoor in de bestaande bebouwing hinder ondervonden kan worden door personen en door storing aan apparatuur ten gevolge van verkeerstrillingen door spoorverkeer.

Het bepalen van de trillingsintensiteit is complex. In dit onderzoek zijn er uitsluitend trillingsmetingen uitgevoerd op het maaiveld. Voor de overdracht van de trillingen naar de gebouwen is een conservatieve aanname gedaan. Om deze onzekerheid weg te nemen kan er nader onderzoek gedaan worden op de acht onderstaande als mogelijk kritiek aangewezen locaties:

- Km 45.0 noordzijde:
 - Tiendweg 1F (gemeente Zeist).
- Km 46.05 – km 46.5 noordzijde:
 - Kwekerijweg nummer 6 en 8 (gemeente Zeist).
 - Kwekerijweg 2a, 2b en 2c (gemeente Zeist).
 - Princenhofpark 1-27 bouwdeel C (gemeente Utrechtse Heuvelrug).
- Km 46.1 – km 46.5 zuidzijde:
 - Odijkerweg 82 en onderstation ProRail (gemeente Zeist).
 - Odijkerweg 92 (gemeente Zeist).
 - Stationsweg 3 (gemeente Utrechtse Heuvelrug).
 - Stationsweg 11, 13 en 15 (gemeente Utrechtse Heuvelrug).

Deze locaties bestaan naast het onderstation van ProRail uit kantoorpanden en woonhuizen in het bezit van derden.

Met een proef kunnen de trillingen op verschillende afstanden op maaiveld (bodem) en in de gebouwen worden gemeten. Op basis van deze metingen kan de overdrachtscoëfficiënt van de grond naar de bebouwing en kan de overdrachtcoëfficiënt van de fundering naar de vloeren in de bebouwing voor de specifieke randvoorwaarden ter plaatse worden bepaald. Daarmee kan de trillingspredictie verbeterd worden en kan meer zekerheid worden gegeven over de daadwerkelijke trillingen in de bebouwing, zowel in de huidige als in de toekomstige situatie. De thans conservatief geprognosticeerde trillingsniveaus kunnen op basis van deze metingen waarschijnlijk in gunstige zin worden bijgesteld.

Trillingen van wegverkeer

De verkeerstrillingen veroorzaakt door wegverkeer kunnen bijdragen aan de hinderbeleving. Personenauto's veroorzaken nagenoeg geen trillingen, maar zwaarder vrachtvervoer en wachtende bussen kunnen dit wel. Door een ontwerp en uitvoering conform de richtlijnen kan trillingshinder van wegverkeer voldoende voorkomen worden.

Potentieel kunnen de verkeersdrempels trillingshinder veroorzaken.

- Op de Odijkerweg is de intensiteit zeer laag en zal er nagenoeg geen trillingshinder optreden.
- Op de Stationsweg is de drempel opgenomen in de tunnelbakconstructie. Deze bak heeft een dermate grote massa, dat de bijdrage van verkeer op de drempel aan de trillingshinder in de omgeving te verwaarlozen zal zijn.

Dit betekent dat de geplande verkeersdrempels bij een deugdelijk ontwerp en uitvoering geen invloed op de hinderbeleving in de omgeving hebben.

BIJLAGE 1 Trillingenonderzoek

RAPPORT
betreffende

**TRILLINGSONDERZOEK
RAILVERKEER
BAANVAK 35
TE DRIEBERGEN**

Opdrachtnummer: 1009-0130-002

Opdrachtgever : Arcadis Nederland BV
Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Datum trillingsmetingen : 24 maart 2011

Projectleider : ir A.J. Snethlage
Senior Adviseur Geotechniek

Geverifieerd door : ir M.J. Profitlich
Hoofd Regio Noordwest

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	14 april 2011	concept versie	
2			
3			

FILE: 1009-0130-002.R01V01.doc Op deze rapportage zijn de algemene leveringsvoorwaarden van de V.O.T.B. van toepassing die een aansprakelijkheidsbeperking bevatten.

INHOUDSOPGAVE

	<u>Blz.</u>
1. INLEIDING	1
2. PROJECTOMSCHRIJVING	2
2.1 Projectlocatie	2
2.2 Meetuitvoering	3
2.3 Meetpuntlocaties	5
2.4 Treinpassages (materieel)	6
2.5 Fourier transformaties	9
2.6 Bepaling grootheden	11
2.7 Statistische bewerking meetresultaten	11
3. MEETRESULTATEN	12
3.1 Meetraai A, wissel	12
3.2 Meetraai B, vrije baan	13
3.3 FFT analyses	15
4. ANALYSES	16
4.1 Meetraai A	16
4.2 Meetraai B	29

BIJLAGEN

	<u>Nr.</u>
- Situatie tekening Driebergen km 46.6 t/m km 47.3 (baanvak 35)	1009-0130-002-01
- Grafische weergave versnellingen meetraai "wissel"	1009-0130-002-02 t/m 04
- Grafische weergave versnellingen meetraai "vrije baan"	1009-0130-002-05 t/m 07
- Grafische weergave FFT meetraai "vrije baan"	1009-0130-002-08 t/m 21
- Grafische weergave FFT meetraai "wissel"	1009-0130-002-22 t/m 35

1. INLEIDING

Op 10 maart 2011 ontving Fugro Ingenieursbureau B.V. te Leidschendam van Arcadis Nederland BV, Divisie Mobiliteit, te Amersfoort, de opdracht voor het uitvoeren van een trillingsonderzoek langs het spoor (baanvak 35) in Driebergen.

In het kader van verdubbeling van het spoor rondom station Driebergen-Zeist en de aanleg van nieuw station de spoorlijn Utrecht - Arnhem voert Arcadis in opdracht van ProRail een trillingsonderzoek uit. Een onderdeel is het inzichtelijk maken van huidig optredende trillingsintensiteiten en de afname met toenemende afstand in amplitudes ervan.

De trillingsmetingen zijn op 24 maart 2011 aan de zuidzijde van baanvak 35 gelegen tussen km 46.7 en km 47.3 te Driebergen uitgevoerd. De metingen zijn uitgevoerd nabij een profiel met een wissel en nabij een profiel met een vrije baan.

In dit rapport zijn de meetresultaten en analyses ervan opgenomen.

De trillingsmetingen zijn direct naast de spoorbaan uitgevoerd in een tweetal raaien, waarbij per raai in vijf meetpunten de intensiteiten zijn gemeten. Het beoordelen en toetsen van de meetresultaten conform de richtlijnen van de Stichting Bouw Research (SBR), richtlijn A "*Schade aan gebouwen*" en richtlijn B "*Hinder voor personen*" behoort niet tot de opdracht.

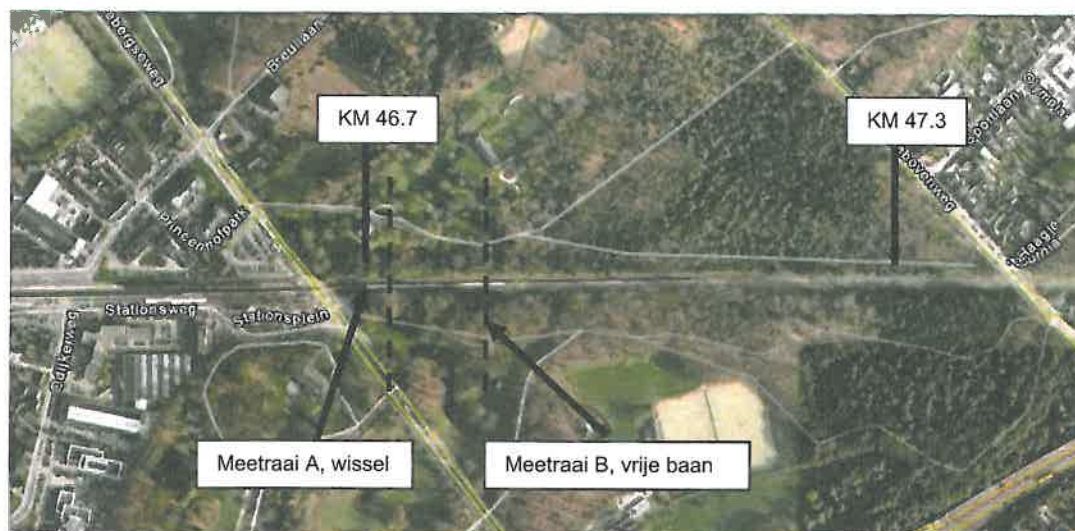
Van enkele representatieve meetsignalen zijn nader geanalyseerd, waarbij van de signalen een frequentie spectrum bepaald is (FFT analyse).

In bijlage "*Verklarende woordenlijst*" is ter verduidelijking een verklarende woordenlijst voor de belangrijkste trillingstechnische vaktermen opgenomen.

2. PROJECTOMSCHRIJVING

2.1 Projectlocatie

In figuur 2.1 (a t/m c) is een luchtfoto van de meetlocatie in Driebergen weergegeven, met (schematisch) de meetraaien.



Figuur 2.1a: Meetlocatie Driebergen, baanvak 35 km 46.7 tot km 47.5 (bron: GoogleEarth)



Figuur 2.2b: Meetraai "wissel" (bron: GoogleEarth)



Figuur 2.3c: Meetraai "vrije baan" (bron: GoogleEarth)

Baanvak 35 ligt op maaiveldligging, waarbij aan de zuidzijde een (deels droge) greppel aanwezig is. Direct naast het spoorbaanlichaam is een hek geplaatst. Vanaf de greppel is het achterland begroeid met struiken en eikenbomen.

2.2 Meetuitvoering

In de twee verschillende meetraaien is gemeten met versnellingsopnemers. Per meetraai is in vijf meetpunten op maaiveld gemeten.

Meetuitvoering meetraai A, Wissel, rek versnellingsopnemers

In meetraai A zijn de trillingsmetingen semi-continue uitgevoerd met rek versnellingsopnemers type AS-28-3, aangesloten op een versterker GSV-1A8 USB. Per meetpunt wordt in drie orthogonaal op elkaar staande richtingen gemeten (verticaal, horizontaal evenwijdig en horizontaal haaks op de baan). In figuur 2.2 is een opnemer op maaiveld weergegeven. Het meetsysteem voldoet aan de specificaties van de SBR richtlijnen.



Figuur 2.2: Meetraai A, Opnemer rek versnellingsstelsel



Figuur 2.3: Meetraai B, Opnemer piëzo versnellingsstelsel

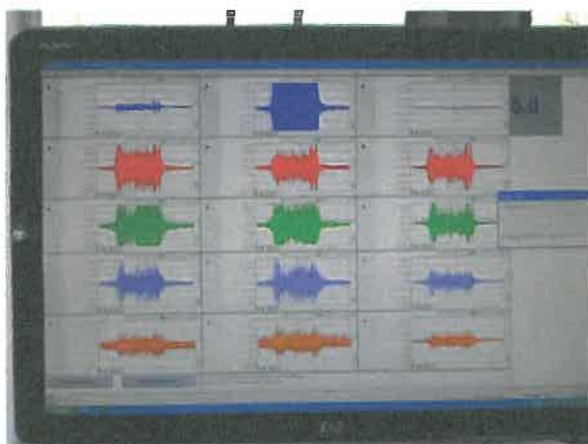
Meetuitvoering meetraai B, Vrije Baan, piëzo versnellingenopnemers

In meetraai B zijn de trillingsmetingen semi-continue uitgevoerd met piëzo-electrische versnellingsopnemers van PCB PiëzotroniLelystad Inc., type PCB 338B35, aangesloten op een PCB PiëzotroniLelystad versterker model 481. Per meetpunt wordt in drie orthogonaal op elkaar staande richtingen gemeten (verticaal, horizontaal evenwijdig aan de baan en horizontaal haaks op de baan). In figuren 2.3 en 2.4 zijn een opnemer op maaiveld en de meetopstelling van het piëzo versnellingen meetsysteem weergegeven. Het meetsysteem voldoet aan de specificaties van de SBR richtlijnen.

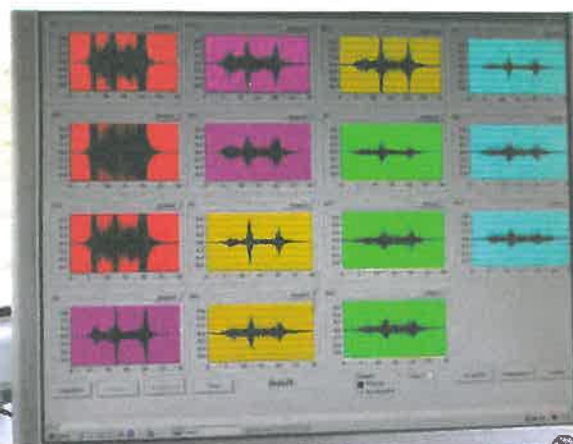


Figuur 2.4: Meetraai B,
Opstelling piëzo versnellingen
meetsysteem (foto elders genomen)

Bij de versnellingen systemen worden de trillingen doorgegeven via een versterker naar een PC, waarop de signalen zichtbaar worden gemaakt en opgeslagen kunnen worden. Het gemeten signaal wordt op scherm "bevroren" waarna deze opgeslagen wordt (d.i. semi continue). Met de systemen wordt in 5 meetpunten (met meting in drie richtingen) simultaan inzicht verkregen in de grootte van de trillingsintensiteiten. In figuren 2.5 en 2.6 is het beeldscherm met een gemeten signaal weergegeven.



Figuur 2.5: Meetraai A, rek meetsysteem
Beeldscherm met meetsignalen (per
kleur een meetpunt)



Figuur 2.6: Meetraai B, piëzo meetsysteem
Beeldscherm met meetsignalen (per
kleur een meetpunt)

De (semi-continue) bemande trillingsmetingen zijn uitgevoerd door een meettechnicus, die zorg heeft gedragen voor de opbouw van de meetlocaties en correcte werking van het meetsysteem. De meettechnicus slaat de relevante trillingssignalen op en maakt daarnaast notitie van de op dat moment uitgevoerde werkzaamheden. De meting is uitgevoerd conform richtlijn SBR A 'Schade aan gebouwen', waarin de meetsystematiek is verwoord.

Doordat zowel de trillingsintensiteit als de uitgevoerde activiteit (passage trein) bekend zijn, is de directe relatie tussen beide te bepalen. Van de opgeslagen relevante opnamen zijn de maximale trillingsintensiteit in versnelling, trillingssnelheid en dominante frequentie bepaald. De metingen zijn deels begeleid door een geotechnisch adviseur.

2.3 Meetpuntlocaties

De trillingsmetingen zijn op maaiveld in een raai haaks op de baan uitgevoerd. In figuren 2.7 en 2.8 zijn de meetopstelling bij meetraai A en een meetpunt 1 van meetraai B weergegeven. In tabel 2.1 en op tekening in bijlage 1009-0130-000-01 zijn de meetpuntlocaties opgenomen.



Figuur 2.7: Meetraai A, Wissel



Figuur 2.8: Meetraai B, vrije baan

Tabel 2.1: Meetpuntlocaties, Driebergen baanvak 35, 24 maart 2011

Meetpunt	Meetrichting	Locatie meetpunt	Afstand tot spoor [m]
Meetraai A, Wissel			
MP A1	1V, 1H1, 1H2	Maaiveld, (binnen) naast hek	5
MP A2	2V, 2H1, 2H2	Maaiveld, talud greppel	10
MP A3	3V, 3H1, 3H2	Maaiveld, achterland	15
MP A4	4V, 4H1, 4H2	Maaiveld, achterland	20
MP A5	5V, 5H1, 5H2	Maaiveld, achterland	25
Meetraai B, Vrije Baan			
MP B1	1V, 1H1, 1H2	Maaiveld, (binnen) naast hek	5
MP B2	2V, 2H1, 2H2	Maaiveld, talud greppel	10
MP B3	3V, 3H1, 3H2	Maaiveld, achterland	15
MP B4	4V, 4H1, 4H2	Maaiveld, achterland	20
MP B5	5V, 5H1, 5H2	Maaiveld, achterland	25

De afstanden zijn met een meetband uitgezet vanuit het hart van het dichtbij liggende spoor

In alle gevallen is de H1-richting gemeten haaks op het spoor.

2.4 Treinpassages (materieel)

De trillingsmetingen zijn uitgevoerd bij passages van verschillende treintypen rijdende in verschillende richtingen. Bij de analyses is onderscheid gemaakt in intercity's, stoptreinen en goederen. In figuren 2.9 t/m 2.14 zijn enkele type treinen weergegeven. In tabel 2.2 zijn de aantallen en de rijrichtingen opgenomen.



Figuur 2.9: ICE



Figuur 2.10: 1780 loc+wagons



Figuur 2.11: VIRM



Figuur 2.12: DDAR



Figuur 2.13: PLAN V



Figuur 2.14: SLT



Figuur 2.15a: Goederen (11:21 uur)



Figuur 2.15b: Goederen (11:21 uur)



Figuur 2.16a: Papier captrain (12:20 uur)



Figuur 2.16b: Papier captrain (12:20 uur)



Figuur 2.17a: Goederen (13:18 uur)



Figuur 2.17b: Goederen (13:18 uur)



Figuur 2.18a: Volle kolentrein richting Arnhem (10:28 uur)



Figuur 2.18b: Volle kolentrein richting Arnhem (10:28 uur)



Figuur 2.19a: Lege kolentrein richting Utrecht! (16:45 uur)



Figuur 2.19b: Lege kolentrein richting Utrecht! (16:45 uur)

Tabel 2.2: Treinpassages, Driebergen km 46.7, 24 maart 2011, tussen 08:45 uur en 17:10 uur

type	Utrecht ¹⁾	Arnhem ¹⁾
goederen	1 / 1	4 / 4
ICE	4 / 4	2 / 2
VIRM (IC)	11 / 11	17 / 17
VIRM (stop)	16 / 18	15 / 14
PLAN V	4 / 5	7 / 6
SLT	12 / 11	10 / 11
DDAR	4 / 4	3 / 2

1) piezo systeem / reksysteem

In totaal zijn van rond 110 treinen signalen opgeslagen. Van de passerende goederen trein richting Utrecht zijn meerdere signalen opgeslagen. Deze heeft op een afstand van circa 150 m voor een rood sein gestaan, waardoor zowel een optrekkend deel als een passerend signaal opgeslagen konden worden.

De analyses zijn per meetpunt en per meetrichting uitgevoerd. Omdat bij de metingen op enkele kanalen een storing is opgetreden zijn de analyse resultaten hiervan niet meegenomen in de analyses. Derhalve komen de "aantallen" zoals deze vermeld zijn in de tabellen bij de analyses niet altijd overeen met het totaal aantal gepasseerde treinen (type).

2.5 Fourier transformaties

Van een aantal gemeten signalen is een frequentie-analyse gemaakt (Fast Fourier Transformatie (FFT)). Bij een FFT analyse wordt de bijdrage van iedere frequentie op het signaal bepaald.

Een fourieranalyse wordt in vrijwel alle domeinen van de techniek toegepast (mechanica, elektronica, digitale signaalbewerking). Ze worden gebruikt voor de oplossing van golfvergelijkingen (trillingen, geluid en licht) en voor potentiaalproblemen. Een fourieranalyse is een wiskundige techniek om functies van reële veranderlijken (signalen) uit te drukken als een lineaire combinatie van functies. De techniek is genoemd naar de Franse natuurkundige J.B.J. Fourier. Een bekende toepassing is de fourierreeks. De te analyseren functie moet periodiek en begrensd zijn.

Bij een fourierreeks is het gebruikelijk het signaal (als functie van de tijd) te schrijven als som van sinus- en cosinusgolven. De stelling van Fourier geeft aan dat elke periodieke functie (mits deze stuksgewijs continue is) uitgedrukt kan worden als een superpositie van harmonische functies met cirkelfrequenties. Bij niet-periodieke signalen wordt gebruik gemaakt van fouriertransformaties.

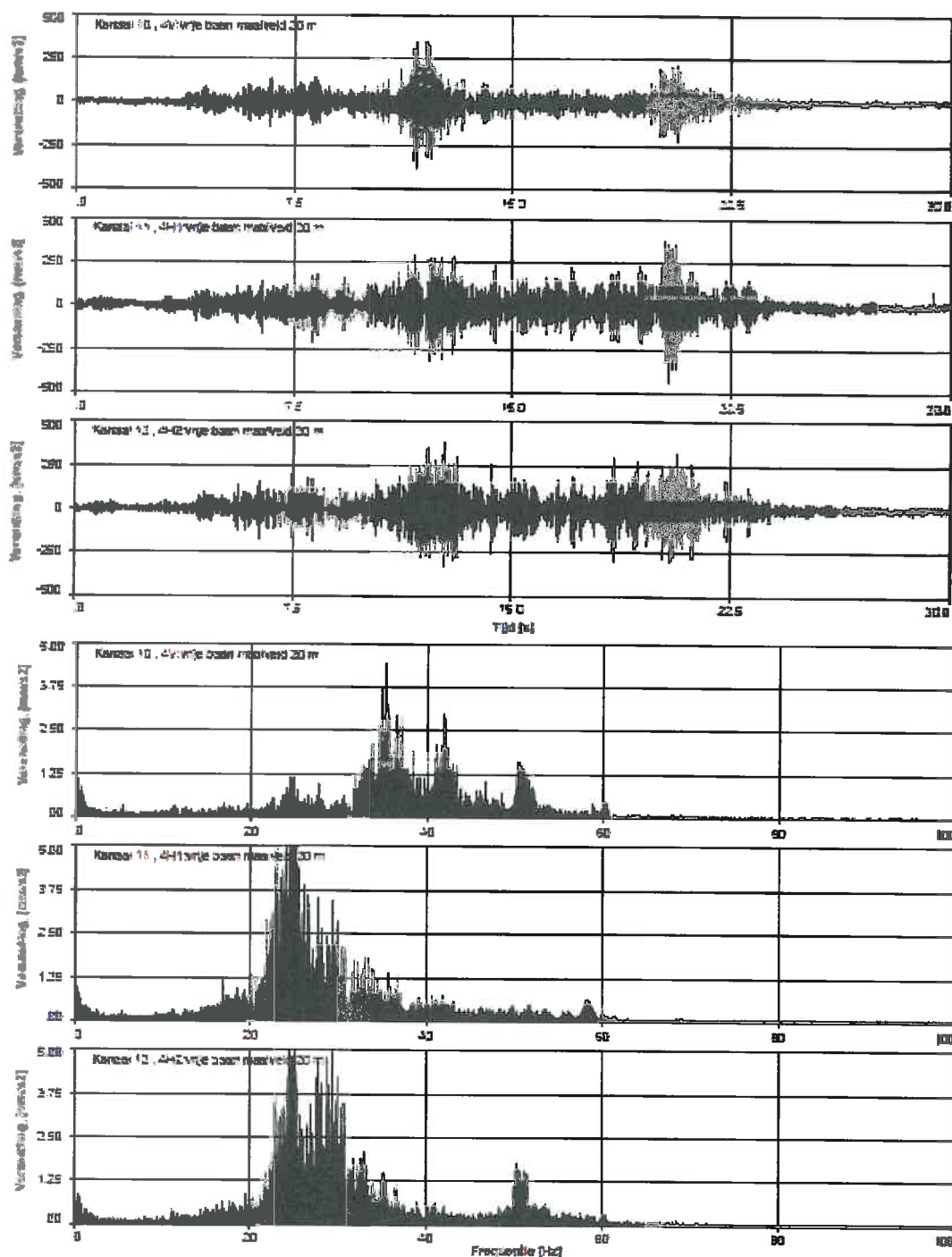
In de wiskunde is de fouriertransformatie een lineaire operator die functies op andere functies afbeeldt. Bij de transformatie wordt een functie ontbonden in het continue spectrum van de frequenties waaruit de functie is opgebouwd. In de mathematische fysica wordt de getransformeerde functie van het signaal als "*frequentiedomein*" van het signaal gezien.

Bij de transformatie wordt gebruik gemaakt van het algoritme Fast Fourier Transform (FFT). Het FFT algoritme rekent een discrete Fourier transformatie (DFFT) van een signaal (array) uit, waarbij het signaal wordt opgesplitst in sinusvormige signalen elk met een eigen amplitude en frequentie. Het resultaat van een FFT analyse levert het frequentiespectrum. In het frequentiespectrum is iedere bijdrage van een bepaalde discrete frequentie opgenomen.

De FFT is uitermate geschikt voor continu harmonische signalen, wat inhoudt dat het signaal zich meerdere keren herhaalt binnen het meetbereik. Omdat de passages van de treinen circa 15 sec tot 20 sec duren is de meetduur op 30 sec gezet, wat leidt tot een frequentiespectrum verdeeld in stappen van 0,033 Hz.

Uit de metingen is gebleken dat een aantal signalen zich goed lenen voor de spectrumanalyse. Als voorbeeld is van meetpunt 4 van de vrije baan het versnellingssignaal en de bijbehorende FFT opgenomen (figuur 2.20).

Op de assen zijn in de bovenste drie figuren versnellingen tegen de tijd en in de onderste drie figuren de amplitude van de frequentiebijdrage tegen de frequentie uitgezet.



Figuur 2.20: Voorbeeld continue versnellingssignaal met bijbehorend resultaat FFT analyse (frequentiespectrum), goederen trein papireit → Ah 12:20 uur

2.6 Bepaling grootheden

De optredende versnellingen zijn gemeten. Uit de gemeten trillingsversnelling en frequentie is de trillingssnelheid berekend volgens onderstaande formule:

$$v = \frac{a}{2 \cdot \pi \cdot f}$$

waarin:

a	trillingsversnelling, gemeten amplitude	[mm/s ²];
f	frequentie	[Hz] ;
T	trillingstijd, gemeten tijd tussen opeenvolgende piekwaarden	[s];
v	trillingssnelheid	[mm/s].

Hierbij is als uitgangspunt gehanteerd, dat de trillingen te benaderen zijn als harmonische trillingen volgens: $a(t) = \hat{a} \cdot \sin(\omega \cdot t)$ en $v(t) = \hat{a} \cdot \int \sin(\omega \cdot t) dt$. Gezien het gemeten trillingsbeeld is dit een realistisch uitgangspunt.

2.7 Statistische bewerking meetresultaten

In een eventueel later te hanteren postdictiemodel wordt gewerkt met 50% en 99% waarden. Om een vergelijking tussen de meetresultaten en het postdictiemodel te kunnen maken, dienen de 50% en 99% waarden uit de verzameling van meetresultaten bepaald te worden.

Bij een normaal verdeelde stochast, waarvan verwachtingswaarde en variatiecoëfficiënt bekend zijn, is de 99% bovengrenswaarde uit de proefverzameling te bepalen. Hierbij neemt de onzekerheid omtrent het gemiddelde af naarmate het aantal "mee te beschouwen" waarden toeneemt. Bij een oneindig aantal waarnemingen is het gemiddelde exact. Volgens NEN 6740 is de karakteristieke bovengrenswaarde te bepalen volgens:

$$\mu_{99\%} = \mu_{50\%} + \sigma \cdot t \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{n}}$$

waarin:

$\mu_{99\%,kar}$	karakteristieke 99% snelheidswaarde van de verzameling	[mm/s];
$\mu_{50\%,kar}$	karakteristieke 50% snelheidswaarde van de verzameling	[mm/s];
$\mu_{50\%,50\%}$	snelheidswaarde van de verzameling	[mm/s];
σ	standaard deviatie van de verzameling	[-];
t	toetsingsfactor bij betrouwbaarheid van 99% (Student t)	[-]
n	aantal waarden in de verzameling	[-].

3. MEETRESULTATEN

In onderliggende tabellen en figuren is een samenvatting gegeven van de gemeten maximale trillingen. Er is geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende treintypen. In bijlagen is de grafische weergave van de trillingsregistratie (ruwe signalen) opgenomen. In de tabellen wordt naar deze bijlagen verwezen. De niet gepresenteerde meetresultaten zijn niet maatgevend gesteld.

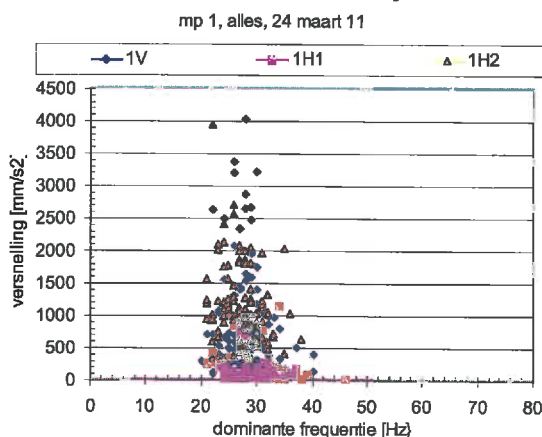
In de tabellen is, per meetrichting, het maatgevende meetresultaat opgenomen. Er is geen onderscheid aangebracht in type trein en rijrichting. Dit is wel gedaan in het volgende hoofdstuk. In de bijbehorende figuren zijn de meetresultaten grafisch weergegeven.

3.1 Meetraai A, wissel

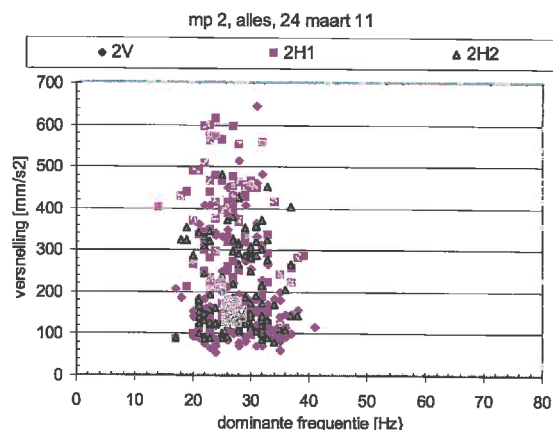
Tabel 3.1: Samenvatting meetresultaten Driebergen, Meetraai A, 24 maart 2011, alles

MP	Omschrijving	Tijd	Versnelling [mm/s ²]	frequentie [Hz]	snelheid [mm/s]	Bijlage
1V	VIRM → Ah, 14:32 uur	14:32	4033	28	23,27	4
1H1	DDAR → Ah 10:31 uur	10:31	1715	27	10,00	
1H2	Captrain papiertrein → Ah, 12:20 uur	12:19	3951	22	28,00	
2V	goed → Ah 11:21 uur	11:20	644	31	3,30	3
2H1	VIRM → Ah, 3x PLAN V → Ut, 14:02 uur	14:02	616	24	4,10	
2H2	Captrain papiertrein → Ah, 12:20 uur	12:19	481	25	3,12	
3V	Captrain papiertrein → Ah, 12:20 uur	12:19	726	23	5,06	2
3H1	goed → Ah 11:21 uur	11:20	928	17	8,51	
3H2	2x VIRM → Ut, 15:28 uur	15:29	903	34	4,17	
4V	Captrain papiertrein → Ah, 12:20 uur	12:19	314	23	2,19	2
4H1	VIRM → Ut, 14:31 uur	14:30	631	22	4,66	
4H2	Captrain papiertrein → Ah, 12:20 uur	12:19	553	21	4,19	
5V	2x VIRM → Ah, 16:31 uur	16:30	267	36	1,17	2
5H1	Captrain papiertrein → Ah, 12:20 uur	12:19	451	21	3,35	
5H2	Captrain papiertrein → Ah, 12:20 uur	12:19	461	18	4,04	

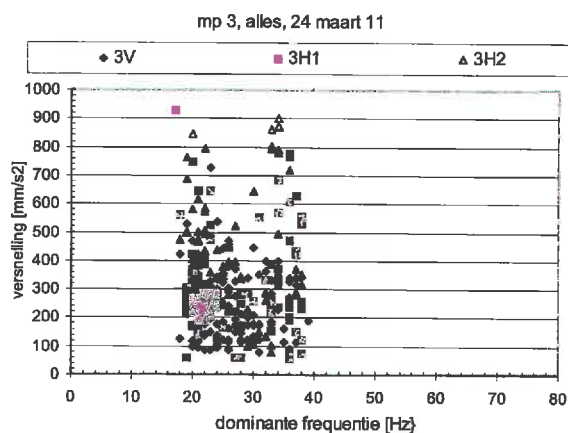
Opgemerkt wordt dat de waarden van meetput 1 in de X-meetrichting niet geheel goed zijn geregistreerd. Deze waarden wijken substantieel af van de Y- en Z-richting.



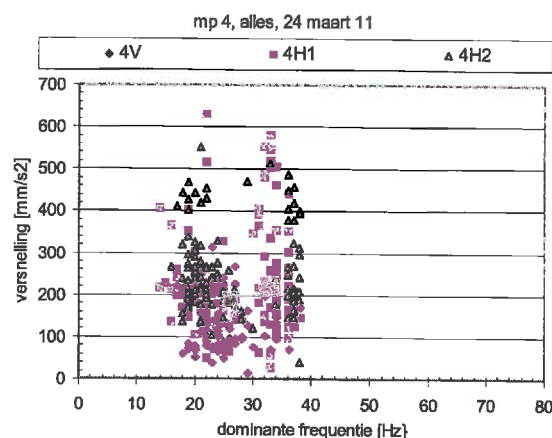
Figuur 3.1: Meetpunt 1, alles



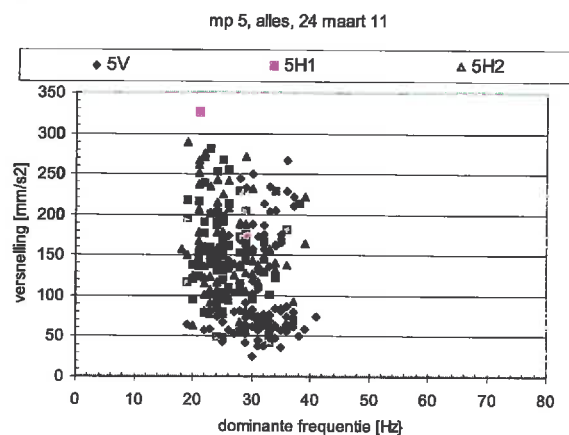
Figuur 3.2: Meetpunt 2, alles



Figuur 3.3: Meetpunt 3, alles



Figuur 3.4: Meetpunt 4, alles

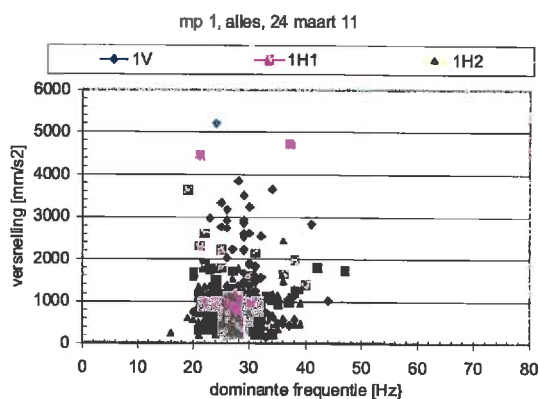


Figuur 3.5: Meetpunt 5, alles

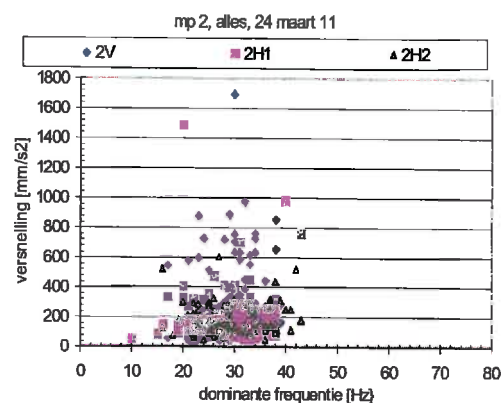
3.2 Meetraai B, vrije baan

Tabel 3.2: Samenvatting meetresultaten Driebergen, Meetraai B, 24 maart 2011, alles

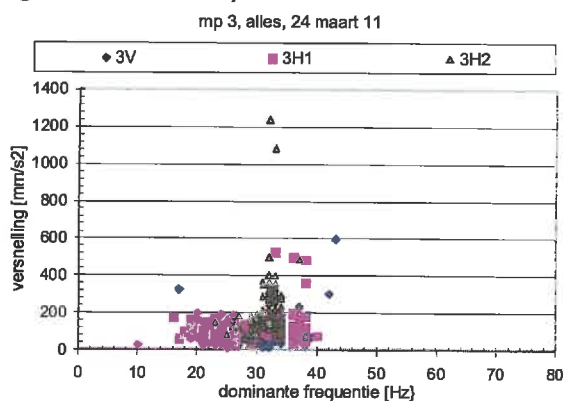
MP	Omschrijving	Tijd	Versnelling [mm/s ²]	frequentie [Hz]	snelheid [mm/s]	Bijl
1V	Captrain papiertrein -> Ah, 12:20 uur	12:19	5226	24	35,24	5
1H1	Captrain papiertrein -> Ah, 12:20 uur	12:19	4734	37	20,34	5
1H2	Captrain papiertrein -> Ah, 12:20 uur	12:19	2435	36	10,85	5
2V	Captrain papiertrein -> Ah, 12:20 uur	12:19	1696	30	8,92	5
2H1	kalktrein -> Ah, 09:54 uur	9:54	1492	20	12,13	6
2H2	kalktrein -> Ah, 09:54 uur	9:54	603	27	3,53	6
3V	Captrain papiertrein -> Ah, 12:20 uur	12:19	598	43	2,19	5
3H1	Captrain kolentrein -> Ah 10:28 uur	10:27	523	33	2,50	
3H2	Captrain kolentrein -> Ah 10:28 uur	10:27	1238	32	6,11	
4V	Captrain papiertrein -> Ah, 12:20 uur	12:19	361	40	1,44	5
4H1	Captrain papiertrein -> Ah, 12:20 uur	12:19	391	28	2,24	5
4H2	goed -> Ah 11:21 uur	11:21	399	27	2,35	
5V	Captrain papiertrein -> Ah, 12:20 uur	12:19	368	48	1,23	
5H1	kalktrein -> Ah, 09:54 uur	9:54	393	21	3,00	6
5H2	VIRM -> Ah 11:17 uur	11:17	320	31	1,62	7



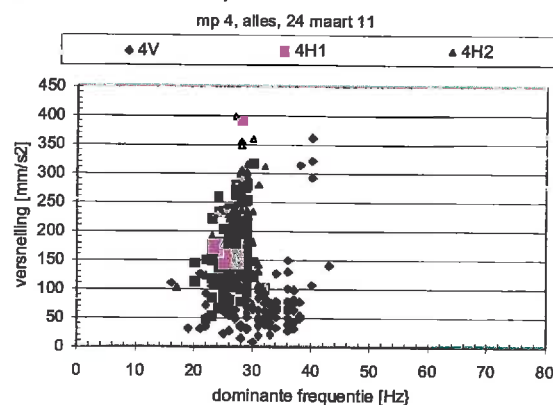
Figuur 3.6: Meetpunt 1



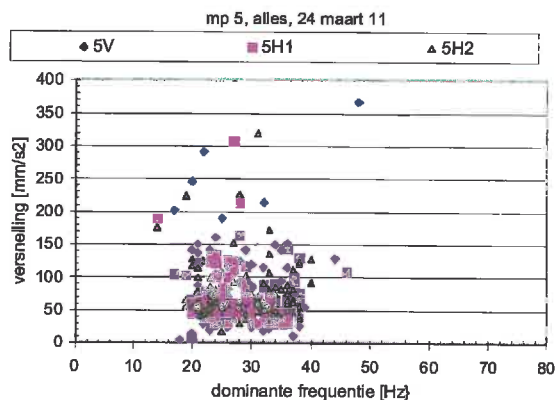
Figuur 3.7: Meetpunt 2



Figuur 3.8: Meetpunt 3



Figuur 3.9: Meetpunt 4



Figuur 3.10: Meetpunt 5

3.3 FFT analyses

Per treintype en rijrichting is van enkele representatieve files is een FFT analyse gemaakt. In bijlagen is een grafische weergave van de FFT analyses, per meetpunt, opgenomen. In tabel 3.3 is een overzicht gegeven van welk signaal (type en tijd) een FFT analyse is uitgevoerd.

Tabel 3.3: Overzicht files FFT analyses

Type trein		richting	Tijd	File	
				Meetraai A	Meetraai B
Goederen	Kolentrein Captrain papiertrein	Utrecht	16:45	Scan-173	Goed u.002
		Arnhem	12:20	Scan-117	Goed a.004
Intercity	ICE	Utrecht	12:49	Scan-124	Iceut.002
		Arnhem	13:06	Scan-128	Iceah.003
	VIRM	Utrecht	14:31	Scan-143	Icut.007
		Arnhem	15:30	Scan-154	Icah.010
stoptrein	VIRM	Utrecht	13:11	Scan-129	Sttrut.013
		Arnhem	12:15	Scan-116	Sttrah.012
	DDAR	Utrecht	14:35	Scan-080	Sttrut.017
		Arnhem	13:26	Scan-097	Sttrah.016
	SLT	Utrecht	16:34	Scan-170	Sttrut.024
		Arnhem	15:27	Scan-152	Sttrah.025
	PLAN V	Utrecht	16:17	Scan-165	Sttrut.023
		Arnhem	16:16	Scan-164	Sttrah.028

Een uitgebreide analyse van alle signalen is niet uitgevoerd, waarbij iedere FFT onder andere statistisch verwerkt is.

Opgemerkt wordt dat de grootte van de amplitude in een FFT analyse een verscaling van alle frequenties is. Indien alle frequentie evenveel aan het signaal bijdragen is de amplitude overal gelijk.

De bijdrage van hogere frequenties op het signaal, zeker in het meetpunt direct naast het spoor, is substantieel aanwezig is. Naarmate de afstand tot het spoor groter wordt verschuift het spectrum van de hogere frequenties 40 Hz tot 80Hz naar 20Hz tot 30Hz, uitschieters naar 30 Hz tot 40 Hz.

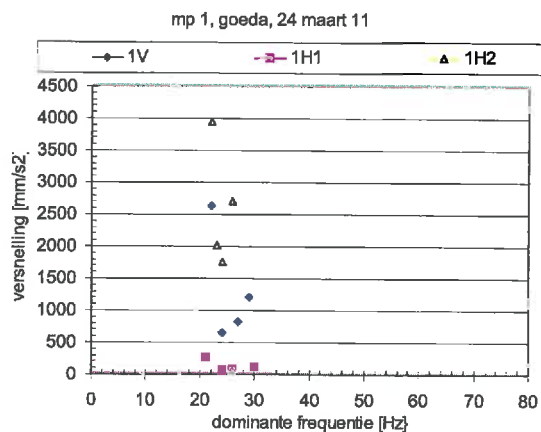
4. ANALYSES

4.1 Meetraai A

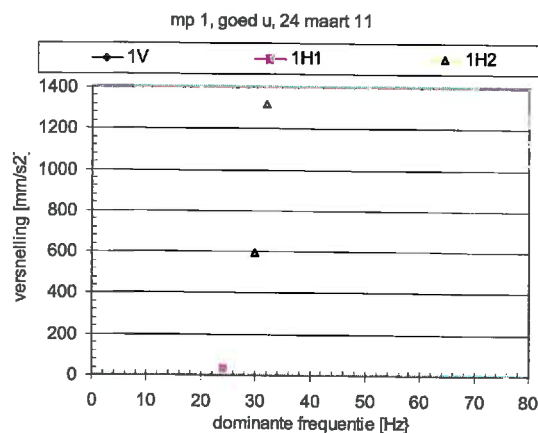
In onderstaande tabellen zijn per meetrichting, per treintype, per rijrichting de analyses van de meetgegevens opgenomen. In bijbehorende figuren zijn de meetwaarden grafisch opgenomen. In tabel a is een samenvatting van de maxima opgenomen, in tabel b is het gemiddelde en een statistische bewerking opgenomen.

Tabel 4.1a: Meetraai A, wissel, MP 1, samenvatting maxima

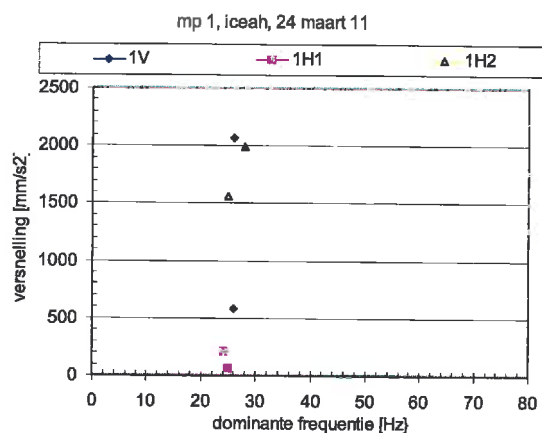
	Type	tijd	Versnelling [mm/s ²]	Freq. [Hz]	Snelheid [mm/s]	file
1V	-	-	-	-	-	-
1H1	kolen optrekkend -> Ut 16:45 uur	16:44	32	24	0,22	goed u.003
1H2	kolen optrekkend -> Ut 16:45 uur	16:44	1322	32	6,64	goed u.003
1V	Captrain papier -> Ah, 12:20 uur	12:19	2637	22	19,19	goeda.004
1H1	Captrain papier -> Ah, 12:20 uur	12:19	253	21	1,93	goeda.004
1H2	Captrain papier -> Ah, 12:20 uur	12:19	3951	22	28,00	goeda.004
1V	ICE -> Ah, 13:06 uur	13:06	2069	26	12,60	iceah.003
1H1	ICE -> Ah, 13:06 uur	13:06	206	24	1,34	iceah.003
1H2	ICE -> Ah, 13:06 uur	13:06	1992	28	11,30	iceah.003
1V	ICE -> Ut, 12:49 uur	12:48	1741	30	9,20	iceut.002
1H1	ICE -> Ut, 12:49 uur	12:48	174	32	0,87	iceut.002
1H2	ICE -> Ut, 12:49 uur	12:48	1233	31	6,30	iceut.002
1V	VIRM -> Ah, 14:32 uur	14:32	4033	28	23,27	icah.008
1H1	VIRM -> Ah, 14:32 uur	14:32	419	22	3,01	icah.008
1H2	VIRM -> Ah, 3x PLAN V -> Ut, 14:02 uur	14:02	2567	26	15,69	icah.007
1V	2x VIRM -> Ut, 15:28 uur	15:29	2872	28	16,21	icut.008
1H1	2x VIRM -> Ut, 15:28 uur	15:29	280	31	1,46	icut.008
1H2	VIRM -> Ut, 14:31 uur	14:30	1297	26	7,80	icut.007
1V	VIRM -> Ah, 15:48 uur	15:47	2486	29	13,56	sttrah.026
1H1	DDAR -> Ah 10:31 uur	10:31	1715	27	10,00	sttrah.005
1H2	ICE -> Ut, VIRM -> Ah, 11:00 uur	11:00	1808	29	10,05	sttrah.034
1V	VIRM -> Ut, 15:42 uur	15:41	964	33	4,64	sttrut.020
1H1	VIRM -> Ut, 15:42 uur	15:41	104	29	0,57	sttrut.020
1H2	DDAR -> Ut, VIRM -> Ah, 09:19 uur	9:19	1784	25	11,42	sttrut.002



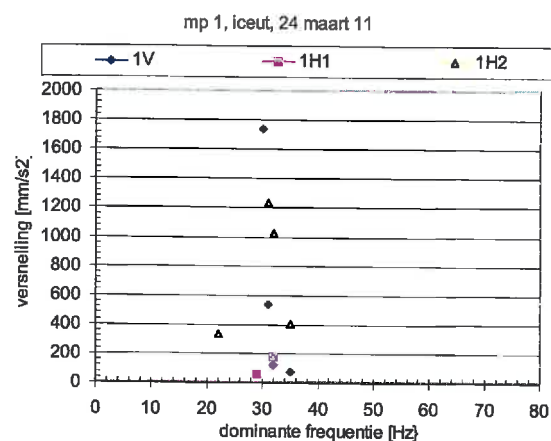
Figuur 4.1a: Wissel, MP1
Goederen richting Arnhem



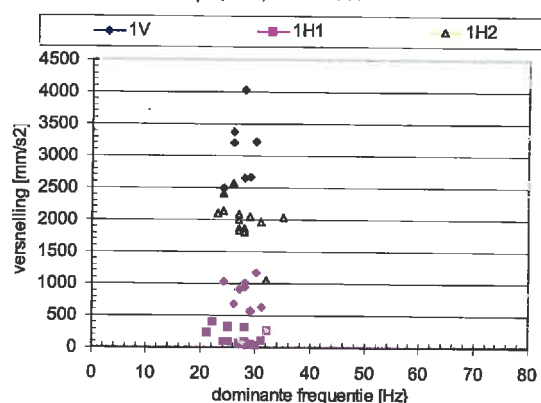
Figuur 4.1b: Wissel, MP1
Goederen richting Utrecht



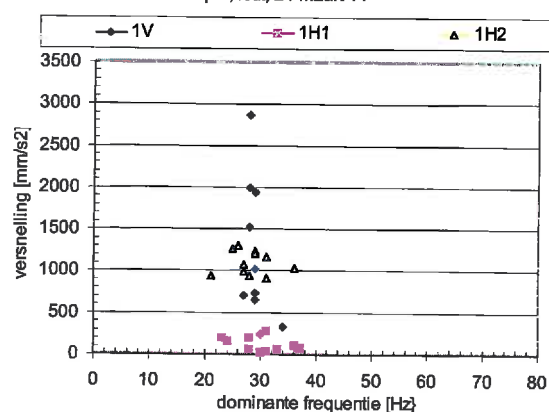
Figuur 4.2a: Wissel, MP1
Intercity ICE richting Arnhem
mp 1, iceah, 24 maart 11



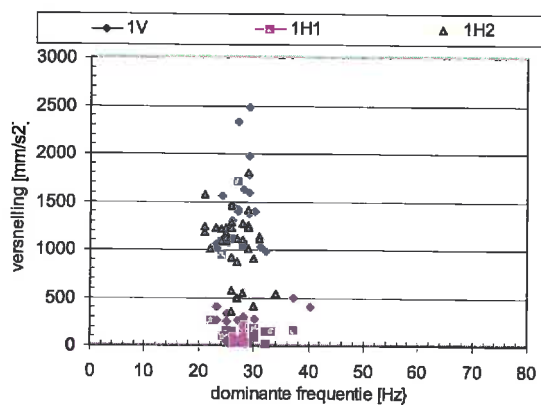
Figuur 4.2b: Wissel, MP1
Intercity richting Utrecht
mp 1, iceut, 24 maart 11



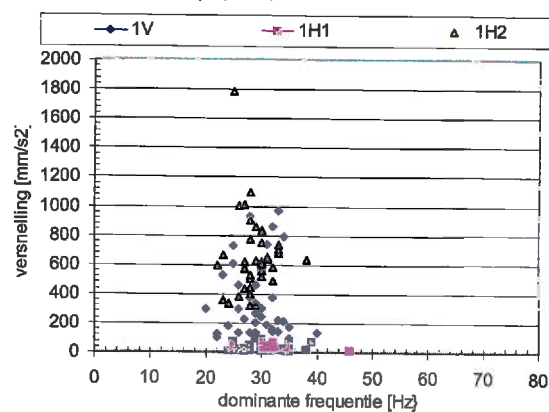
Figuur 4.3a: Wissel, MP1
Intercity richting Arnhem
mp 1, icah, 24 maart 11



Figuur 4.3b: Wissel, MP1
Intercity richting Utrecht
mp 1, icut, 24 maart 11



Figuur 4.4a: Wissel, MP1
Stoptreinen richting Arnhem
mp 1, sttrah, 24 maart 11



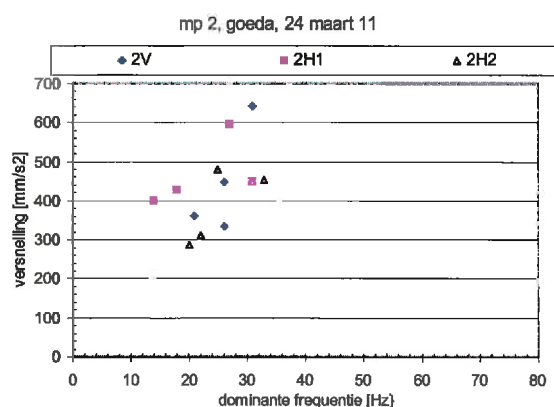
Figuur 4.4b: Wissel, MP1
Stoptreinen richting Utrecht
mp 1, sttrut, 24 maart 11

Tabel 4.1b: Meetraai A, wissel MP 1, samenvatting statische verwerking

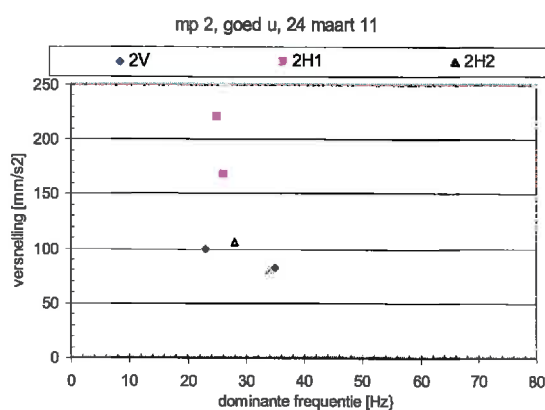
	Type	Aant.	Versnelling		
			50% [m/s ²]	95% [m/s ²]	99% [m/s ²]
1V					
1H1	kolen optrekkend → Ut 16:45 uur	1	32	-	-
1H2	kolen optrekkend → Ut 16:45 uur	2	959	2794	5336
1V	Captrain papier → Ah, 12:20 uur	4	1333	3474	5095
1H1	Captrain papier → Ah, 12:20 uur	4	130	333	487
1H2	Captrain papier → Ah, 12:20 uur	4	2608	4949	6723
1V	ICE → Ah, 13:06 uur	2	1325	5088	10302
1H1	ICE → Ah, 13:06 uur	2	135	495	993
1H2	ICE → Ah, 13:06 uur	2	1778	2858	4355
1V	ICE → Ut, 12:49 uur	4	619	2469	3871
1H1	ICE → Ut, 12:49 uur	2	116	407	811
1H2	ICE → Ut, 12:49 uur	4	752	1813	2618
1V	VIRM → Ah, 14:32 uur	17	1722	3962	5027
1H1	VIRM → Ah, 14:32 uur	16	186	412	520
1H2	VIRM → Ah, 3x PLAN V → Ut, 14:02 uur	16	1965	2545	2823
1V	2x VIRM → Ut, 15:28 uur	10	1205	2825	3676
1H1	2x VIRM → Ut, 15:28 uur	10	121	279	362
1H2	VIRM → Ut, 14:31 uur	11	1095	1360	1496
1V	VIRM → Ah, 15:48 uur	33	899	2151	2709
1H1	DDAR → Ah 10:31 uur	34	294	1032	1359
1H2	ICE → Ut, VIRM → Ah, 11:00 uur	34	1071	1633	1882
1V	VIRM → Ut, 15:42 uur	38	362	788	977
1H1	VIRM → Ut, 15:42 uur	38	39	85	105
1H2	DDAR → Ut, VIRM -Ah, 09:19 uur	38	658	1117	1320

Tabel 4.2a: Meetraai A, wissel, MP 2, samenvatting maxima

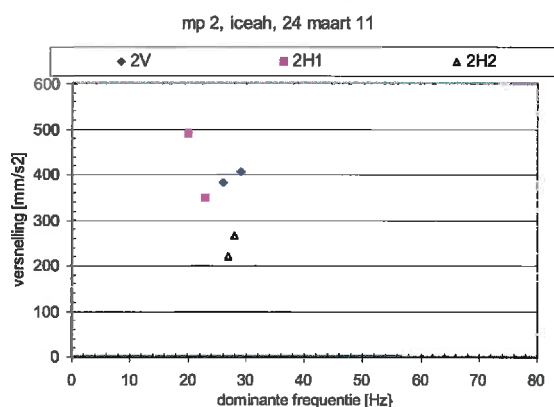
	Type	tijd	Versnelling [mm/s ²]	Freq. [Hz]	Snelheid [mm/s]	file
2V	kolen optrekkend → Ut 16:45 uur	16:44	100	23	0,70	goed u.003
2H1	kolen optrekkend → Ut 16:45 uur	16:44	221	25	1,41	goed u.003
2H2	kolen optrekkend → Ut 16:45 uur	16:44	106	28	0,61	goed u.003
2V	goed → Ah 11:21 uur	11:20	644	31	3,30	goeda.003
2H1	Captrain papier → Ah, 12:20 uur	12:19	597	27	3,52	goeda.004
2H2	Captrain papier → Ah, 12:20 uur	12:19	481	25	3,12	goeda.004
2V	ICE → Ah 11:11 uur	11:10	406	29	2,22	iceah.002
2H1	ICE → Ah, 13:06 uur	13:06	490	20	3,84	iceah.003
2H2	ICE → Ah, 13:06 uur	13:06	267	28	1,52	iceah.003
2V	ICE → Ut, 12:49 uur	12:48	162	21	1,23	iceut.002
2H1	ICE → Ut, 12:49 uur	12:48	399	26	2,48	iceut.002
2H2	ICE → Ut, VIRM → Ah, 11:00 uur	11:00	276	33	1,32	iceut.001
2V	2x VIRM → Ah, 09:32	9:31	515	28	2,97	icah.017
2H1	VIRM → Ah, 3x PLAN V → Ut, 14:02 uur	14:02	616	24	4,10	icah.007
2H2	2x VIRM → Ah, 09:32	9:31	405	37	1,76	icah.017
2V	VIRM → Ut, 14:31 uur	14:30	266	33	1,27	icut.007
2H1	VIRM → Ut, 12:27 uur	12:27	489	21	3,72	icut.004
2H2	VIRM → Ut, 14:31 uur	14:30	381	27	2,23	icut.007
2V	ICE → Ut, VIRM → Ah, 11:00 uur	11:00	406	23	2,77	sttrah.034
2H1	3x PLAN V → Ah, 12:57 uur	12:57	597	22	4,30	sttrah.014
2H2	ICE → Ut, VIRM → Ah, 11:00 uur	11:00	425	28	2,38	sttrah.034
2V	DDAR → Ut, VIRM -Ah, 09:19 uur	9:19	275	29	1,52	sttrut.002
2H1	DDAR → Ut, VIRM -Ah, 09:19 uur	9:19	427	29	2,38	sttrut.002
2H2	SLT → Ut 08:34 uur	8:58	373	32	1,84	sttrut.038



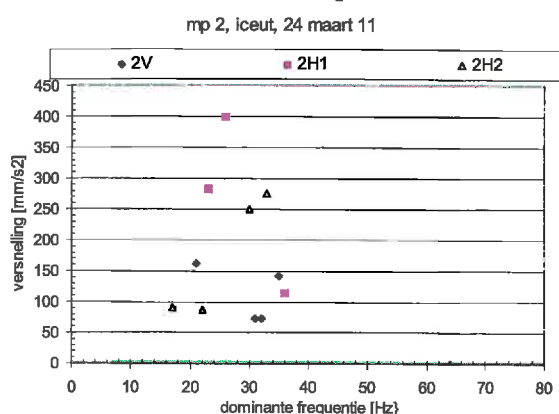
Figuur 4.5a: Wissel, MP2
Goederen richting Arnhem



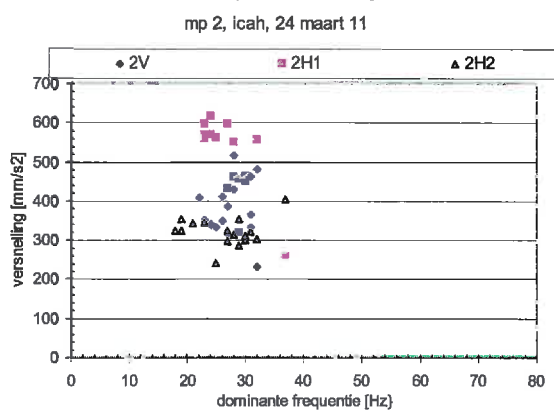
Figuur 4.5b: Wissel, MP2
Goederen richting Utrecht



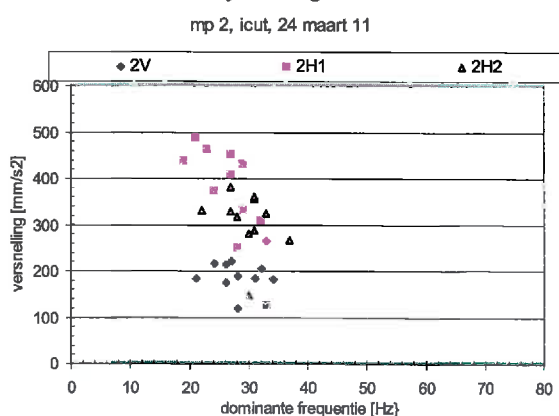
Figuur 4.6a: Wissel, MP2
Intercity ICE richting Arnhem



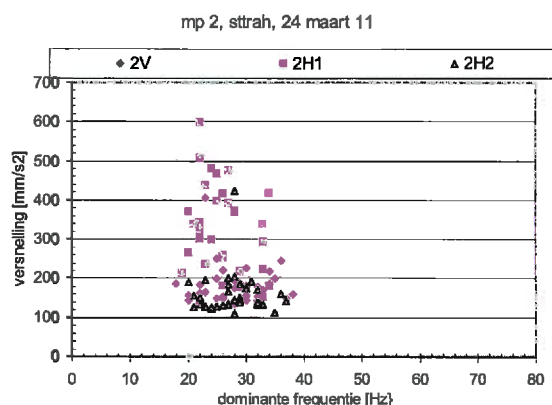
Figuur 4.6b: Wissel, MP2
Intercity richting Utrecht



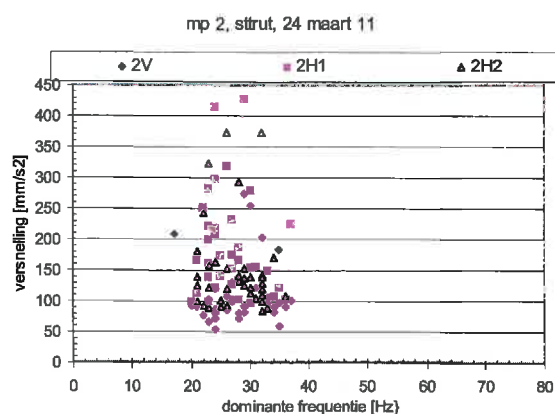
Figuur 4.7a: Wissel, MP2
Intercity richting Arnhem



Figuur 4.7b: Wissel, MP2
Intercity richting Utrecht



Figuur 4.8a: Wissel, MP2
Stoptreinen richting Arnhem



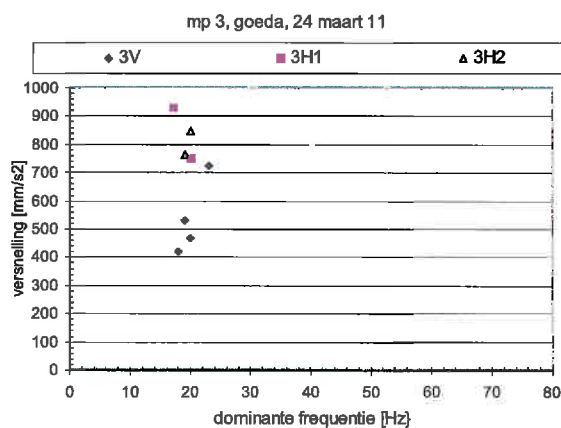
Figuur 4.8b: Wissel, MP2
Stoptreinen richting Utrecht

Tabel 4.2b: Meetraai A, wissel MP 2, samenvatting statische verwerking

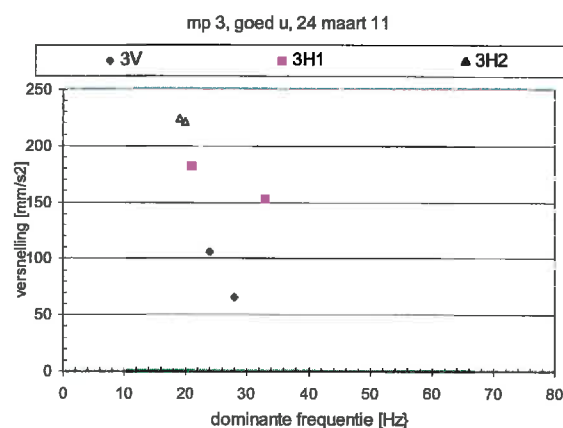
	Type	Aant.	Versnelling		
			50% [m/s ²]	95% [m/s ²]	99% [m/s ²]
2V	kolen optrekkend → Ut 16:45 uur	2	91	135	197
2H1	kolen optrekkend → Ut 16:45 uur	2	195	328	513
2H2	kolen optrekkend → Ut 16:45 uur	2	94	158	249
2V	goed → Ah 11:21 uur	4	448	780	1032
2H1	Captrain papier → Ah, 12:20 uur	4	470	677	834
2H2	Captrain papier → Ah, 12:20 uur	4	383	617	794
2V	ICE → Ah 11:11 uur	2	395	452	532
2H1	ICE → Ah, 13:06 uur	2	420	776	1270
2H2	ICE → Ah, 13:06 uur	2	244	357	514
2V	ICE → Ut, 12:49 uur	4	112	223	307
2H1	ICE → Ut, 12:49 uur	4	221	571	836
2H2	ICE → Ut, VIRM → Ah, 11:00 uur	4	176	417	600
2V	2x VIRM → Ah, 09:32	16	377	505	567
2H1	VIRM → Ah, 3x PLAN V → Ut, 14:02 uur	16	502	688	777
2H2	2x VIRM → Ah, 09:32	16	322	387	418
2V	VIRM → Ut, 14:31 uur	11	196	264	299
2H1	VIRM → Ut, 12:27 uur	11	371	576	681
2H2	VIRM → Ut, 14:31 uur	11	307	426	488
2V	ICE → Ut, VIRM → Ah, 11:00 uur	34	182	267	304
2H1	3x PLAN V → Ah, 12:57 uur	34	319	518	606
2H2	ICE → Ut, VIRM → Ah, 11:00 uur	34	159	251	292
2V	DDAR → Ut, VIRM → Ah, 09:19 uur	38	109	195	232
2H1	DDAR → Ut, VIRM → Ah, 09:19 uur	38	186	325	386
2H2	SLT → Ut 08:34 uur	38	150	276	332

Tabel 4.3a: Meetraai A, wissel, MP 3, samenvatting maxima

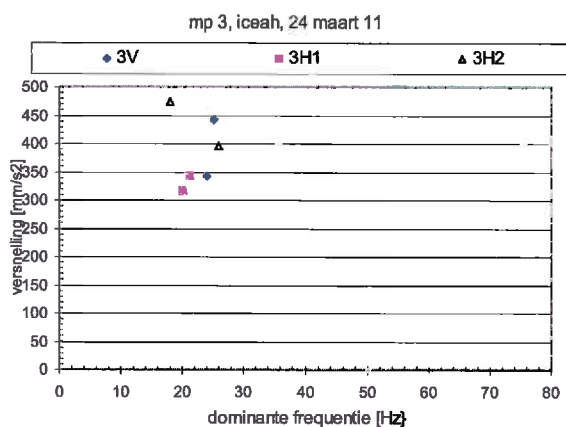
	Type	tijd	Versnelling [mm/s ²]	Freq. [Hz]	Snelheid [mm/s]	file
3V	kolen optrekkend -> Ut 16:45 uur	16:44	106	24	0,72	goed u.003
3H1	kolen optrekkend -> Ut 16:45 uur	16:44	182	21	1,37	goed u.003
3H2	kolen optrekkend -> Ut 16:45 uur	16:44	224	19	1,85	goed u.002
3V	Captrain papier -> Ah, 12:20 uur	12:19	726	23	5,06	goeda.004
3H1	goed -> Ah 11:21 uur	11:20	928	17	8,51	goeda.003
3H2	Captrain papier -> Ah, 12:20 uur	12:19	847	20	6,75	goeda.004
3V	ICE -> Ah 11:11 uur	11:10	444	25	2,78	iceah.002
3H1	ICE -> Ah 11:11 uur	11:10	343	21	2,64	iceah.002
3H2	ICE -> Ah, 13:06 uur	13:06	474	18	4,09	iceah.003
3V	ICE -> Ut, VIRM -> Ah, 11:00 uur	11:00	285	33	1,39	iceut.001
3H1	ICE -> Ut, 12:49 uur	12:48	470	36	2,09	iceut.002
3H2	ICE -> Ut, VIRM -> Ah, 11:00 uur	11:00	794	33	3,79	iceut.001
3V	2x VIRM -> Ah PLAN V -> Ut 10:05 uur	10:04	537	24	3,55	icah.015
3H1	2x VIRM -> Ah, 17:02 uur	17:01	553	31	2,83	icah.013
3H2	2x VIRM -> Ah, 16:31 uur	16:30	580	20	4,51	icah.012
3V	VIRM -> Ut, 09:30 uur	9:29	381	20	3,05	icut.010
3H1	VIRM -> Ut 11:46 uur	11:45	773	36	3,44	icut.002
3H2	2x VIRM -> Ut, 15:28 uur	15:29	903	34	4,17	icut.008
3V	ICE -> Ut, VIRM -> Ah, 11:00 uur	11:00	425	37	1,81	sttrah.034
3H1	3x PLAN V -> Ah, 12:57 uur	12:57	421	37	1,81	sttrah.014
3H2	3x PLAN V -> Ah, 12:57 uur	12:57	618	21	4,80	sttrah.014
3V	DDAR -> Ut, VIRM -> Ah, 09:19 uur	9:19	484	23	3,35	sttrut.002
3H1	SLT -> Ah, VIRM -> Ut, 10:58 uur	10:57	644	23	4,52	sttrut.033
3H2	2x VIRM -> Ut 17:01 uur	17:01	767	36	3,42	sttrut.037



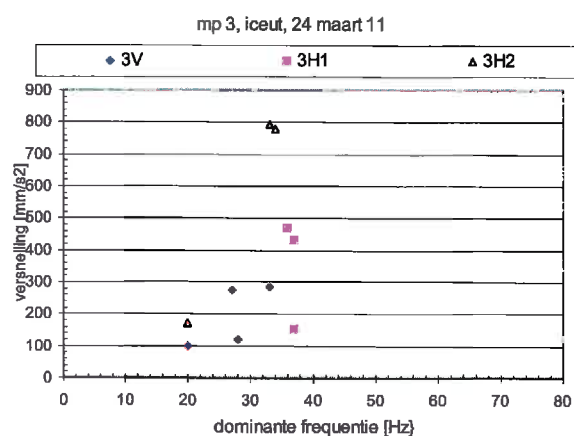
Figuur 4.9a: Wissel, MP3
Goederen richting Amhem



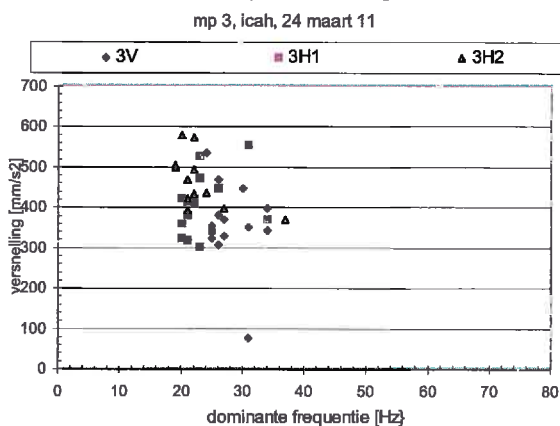
Figuur 4.9b: Wissel, MP3
Goederen richting Utrecht



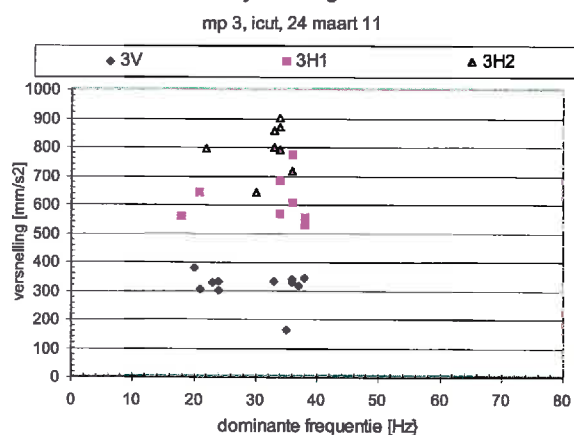
Figuur 4.10a: Wissel, MP3
Intercity ICE richting Arnhem



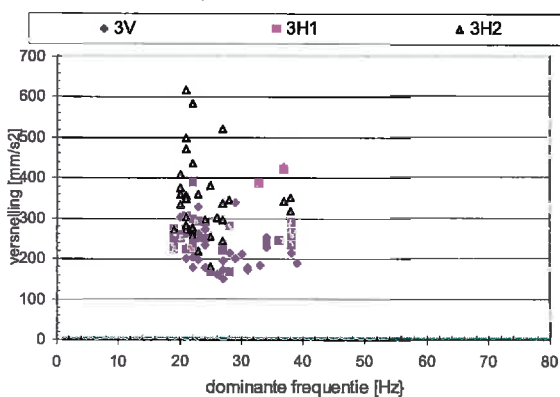
Figuur 4.10b: Wissel, MP3
Intercity richting Utrecht



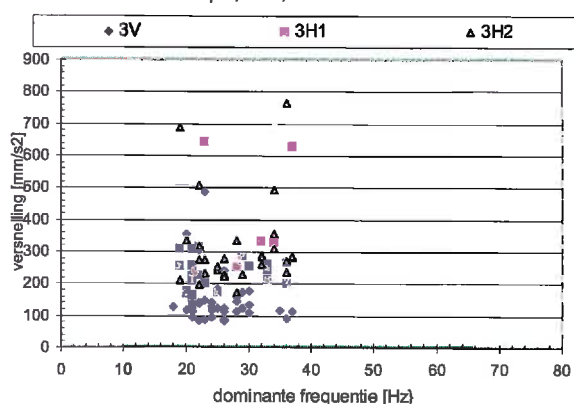
Figuur 4.11a: Wissel, MP3
Intercity richting Arnhem



Figuur 4.11b: Wissel, MP3
Intercity richting Utrecht



Figuur 4.12a: Wissel, MP3
Stoptreinen richting Arnhem



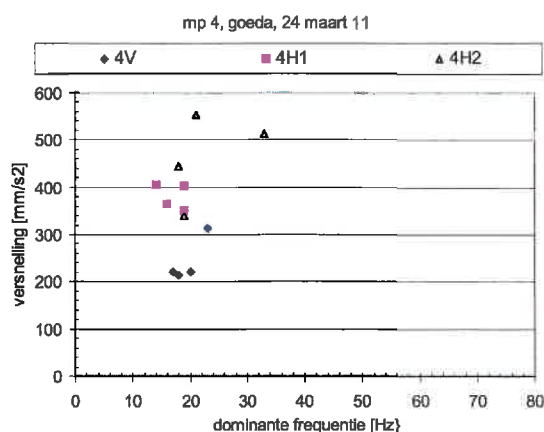
Figuur 4.12b: Wissel, MP3
Stoptreinen richting Utrecht

Tabel 4.3b: Meetraai A, wissel MP 3, samenvatting statische verwerking

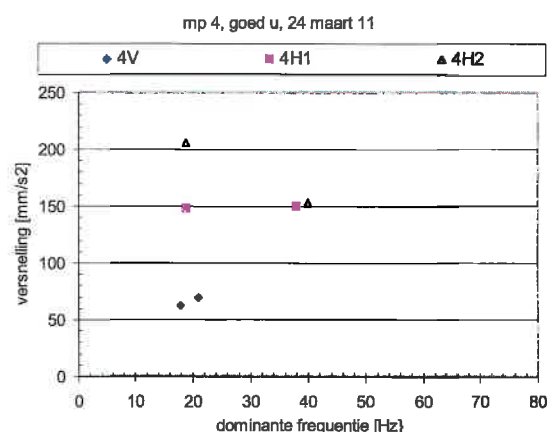
	Type	Aant.	Versnelling		
			50% [m/s ²]	95% [m/s ²]	99% [m/s ²]
3V	kolen optrekkend --> Ut 16:45 uur	2	86	187	327
3H1	kolen optrekkend --> Ut 16:45 uur	2	167	240	340
3H2	kolen optrekkend --> Ut 16:45 uur	2	223	230	239
3V	Captrain papier --> Ah, 12:20 uur	4	537	855	1096
3H1	goed --> Ah 11:21 uur	2	838	1296	1930
3H2	Captrain papier --> Ah, 12:20 uur	2	806	1017	1309
3V	ICE --> Ah 11:11 uur	2	393	650	1006
3H1	ICE --> Ah 11:11 uur	2	330	394	483
3H2	ICE --> Ah, 13:06 uur	2	435	630	899
3V	ICE --> Ut, VIRM --> Ah, 11:00 uur	4	195	429	606
3H1	ICE --> Ut, 12:49 uur	3	352	828	1270
3H2	ICE --> Ut, VIRM --> Ah, 11:00 uur	3	582	1545	2441
3V	2x VIRM --> Ah PLAN V --> Ut 10:05 uur	17	364	533	614
3H1	2x VIRM --> Ah, 17:02 uur	13	408	551	622
3H2	2x VIRM --> Ah, 16:31 uur	13	465	585	644
3V	VIRM --> Ut, 09:30 uur	11	316	419	472
3H1	VIRM --> Ut 11:46 uur	9	608	761	844
3H2	2x VIRM --> Ut, 15:28 uur	9	806	966	1053
3V	ICE --> Ut, VIRM --> Ah, 11:00 uur	30	227	330	376
3H1	3x PLAN V --> Ah, 12:57 uur	29	264	363	407
3H2	3x PLAN V --> Ah, 12:57 uur	33	348	520	597
3V	DDAR --> Ut, VIRM --Ah, 09:19 uur	38	154	296	359
3H1	SLT --> Ah, VIRM --> Ut, 10:58 uur	29	265	464	553
3H2	2x VIRM --> Ut 17:01 uur	29	315	550	655

Tabel 4.4a: Meetraai A, wissel, MP 4, samenvatting maxima

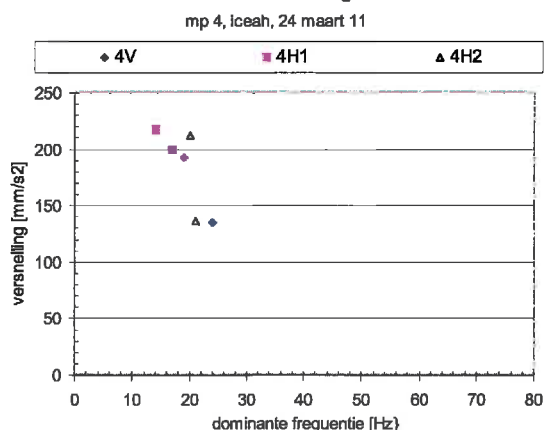
	Type	tijd	Versnelling [mm/s ²]	Freq. [Hz]	Snelheid [mm/s]	file
4V	kolen optrekkend --> Ut 16:45 uur	16:44	70	21	0,54	goed u.002
4H1	kolen optrekkend --> Ut 16:45 uur	16:44	150	38	0,62	goed u.002
4H2	kolen optrekkend --> Ut 16:45 uur	16:44	206	19	1,71	goed u.003
4V	Captrain papier --> Ah, 12:20 uur	12:19	314	23	2,19	goeda.004
4H1	Captrain kolen --> Ah 10:28 uur	10:27	406	14	4,70	goeda.002
4H2	Captrain papier --> Ah, 12:20 uur	12:19	553	21	4,19	goeda.004
4V	ICE --> Ah 11:11 uur	11:10	192	19	1,65	iceah.002
4H1	ICE --> Ah, 13:06 uur	13:06	218	14	2,52	iceah.003
4H2	ICE --> Ah, 13:06 uur	13:06	213	20	1,68	iceah.003
4V	ICE --> Ut, VIRM --> Ah, 11:00 uur	11:00	151	24	1,02	iceut.001
4H1	ICE --> Ut, 12:49 uur	12:48	357	34	1,65	iceut.002
4H2	ICE --> Ut, VIRM --> Ah, 11:00 uur	11:00	266	36	1,18	iceut.001
4V	VIRM --> Ah, 3x PLAN V --> Ut, 14:02 uur	14:02	226	27	1,34	icah.007
4H1	2x VIRM --> Ut, 10:01 uur	10:00	505	33	2,41	icah.014
4H2	2x VIRM --> Ut, 10:01 uur	10:00	408	36	1,82	icah.014
4V	2x VIRM --> Ut, 16:28 uur	16:27	243	23	1,66	icut.011
4H1	VIRM --> Ut, 14:31 uur	14:30	631	22	4,66	icut.007
4H2	VIRM --> Ut, 13:58 uur	13:58	458	37	1,97	icut.006
4V	VIRM, --> Ah, 08:52 uur	8:57	238	17	2,24	sttrah.001
4H1	3x PLAN V --> Ah, 15:11 uur	15:11	329	25	2,06	sttrah.023
4H2	3x PLAN V --> Ah, 12:57 uur	12:57	470	19	3,95	sttrah.014
4V	DDAR --> Ut, VIRM --Ah, 09:19 uur	9:19	268	22	1,89	sttrut.002
4H1	DDAR --> Ut, VIRM --Ah, 09:19 uur	9:19	554	32	2,73	sttrut.002
4H2	2x VIRM --> Ut 17:01 uur	17:01	487	36	2,17	sttrut.037



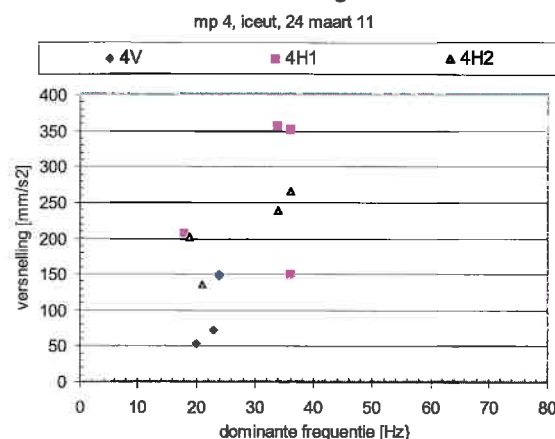
Figuur 4.13a: Wissel, MP4
Goederen richting Arnhem



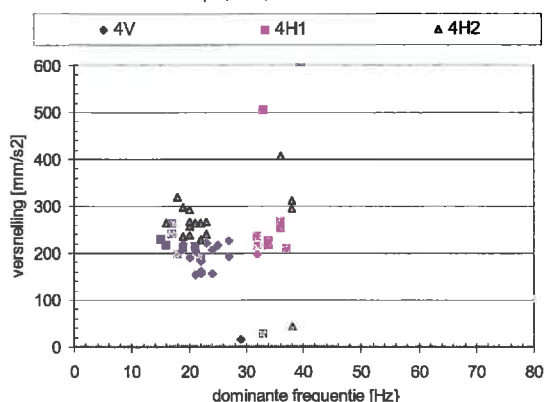
Figuur 4.13b: Wissel, MP4
Goederen richting Utrecht



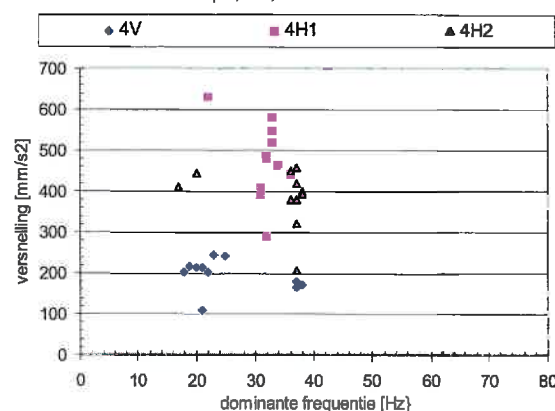
Figuur 4.14a: Wissel, MP4
Intercity ICE richting Arnhem



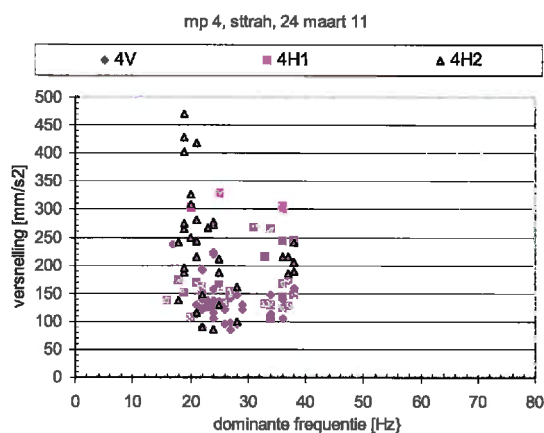
Figuur 4.14b: Wissel, MP4
Intercity richting Utrecht



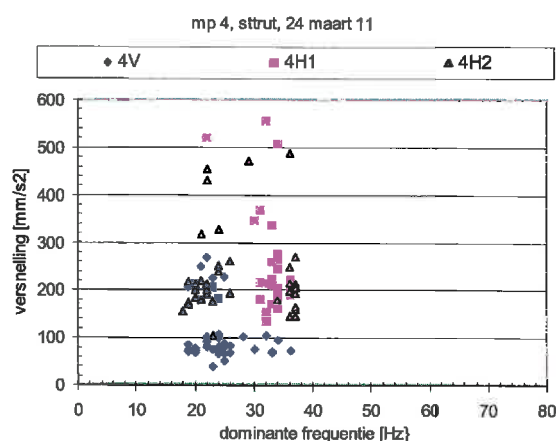
Figuur 4.15a: Wissel, MP4
Intercity richting Arnhem



Figuur 4.15b: Wissel, MP4
Intercity richting Utrecht



Figuur 4.16a: Wissel, MP4
Stoptreinen richting Arnhem



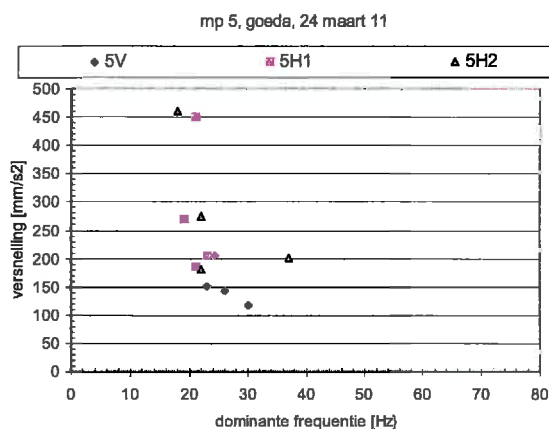
Figuur 4.16b: Wissel, MP4
Stoptreinen richting Utrecht

Tabel 4.4b: Meetraai A, wissel MP 4, samenvatting statische verwerking

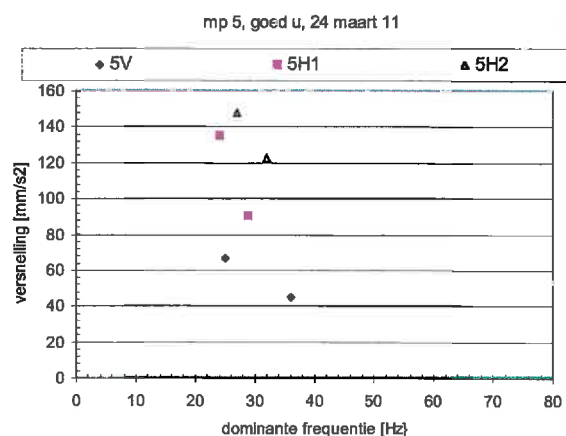
	Type	Aant.	Versnelling		
			50% [m/s ²]	95% [m/s ²]	99% [m/s ²]
4V	kolen optrekkend -> Ut 16:45 uur	2	66	83	106
4H1	kolen optrekkend -> Ut 16:45 uur	2	149	153	157
4H2	kolen optrekkend -> Ut 16:45 uur	2	180	313	497
4V	Captrain papier -> Ah, 12:20 uur	4	244	356	441
4H1	Captrain kolen -> Ah 10:28 uur	4	382	446	494
4H2	Captrain papier -> Ah, 12:20 uur	4	462	685	854
4V	ICE -> Ah 11:11 uur	2	164	308	508
4H1	ICE -> Ah, 13:06 uur	2	209	254	317
4H2	ICE -> Ah, 13:06 uur	2	175	366	632
4V	ICE -> Ut, VIRM -> Ah, 11:00 uur	4	106	227	318
4H1	ICE -> Ut, 12:49 uur	4	266	516	704
4H2	ICE -> Ut, VIRM -> Ah, 11:00 uur	4	210	345	447
4V	VIRM -> Ah, 3x PLAN V -> Ut, 14:02 uur	17	181	269	311
4H1	2x VIRM -> Ut, 10:01 uur	17	230	387	462
4H2	2x VIRM -> Ut, 10:01 uur	17	264	392	453
4V	2x VIRM -> Ut, 16:28 uur	11	197	268	305
4H1	VIRM -> Ut, 14:31 uur	11	477	653	744
4H2	VIRM -> Ut, 13:58 uur	11	388	522	590
4V	VIRM, -> Ah, 08:52 uur	34	138	203	232
4H1	3x PLAN V -> Ah, 15:11 uur	34	180	288	336
4H2	3x PLAN V -> Ah, 12:57 uur	34	234	397	470
4V	DDAR -> Ut, VIRM -> Ah, 09:19 uur	38	101	196	238
4H1	DDAR -> Ut, VIRM -> Ah, 09:19 uur	38	242	411	486
4H2	2x VIRM -> Ut 17:01 uur	38	231	387	456

Tabel 4.5a: Meetraai A, wissel, MP 5, samenvatting maxima

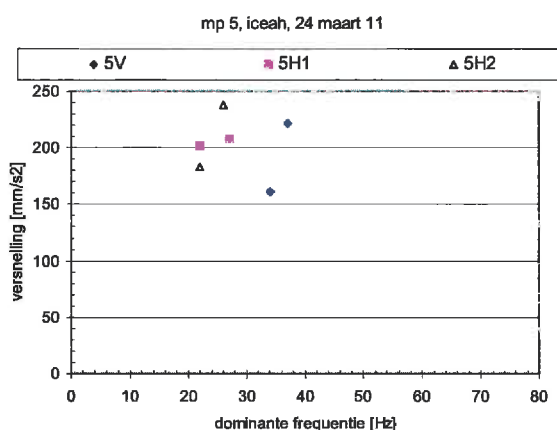
	Type	tijd	Versnelling [mm/s ²]	Freq. [Hz]	Snelheid [mm/s]	file
5V	kolen optrekkend -> Ut 16:45 uur	16:44	67	25	0,42	goed u.003
5H1	kolen optrekkend -> Ut 16:45 uur	16:44	135	24	0,90	goed u.003
5H2	kolen optrekkend -> Ut 16:45 uur	16:44	148	27	0,88	goed u.003
5V	Captrain papier -> Ah, 12:20 uur	12:19	204	24	1,35	goeda.004
5H1	Captrain papier -> Ah, 12:20 uur	12:19	451	21	3,35	goeda.004
5H2	Captrain papier -> Ah, 12:20 uur	12:19	461	18	4,04	goeda.004
5V	ICE -> Ah, 13:06 uur	13:06	222	37	0,94	iceah.003
5H1	ICE -> Ah, 13:06 uur	13:06	208	27	1,25	iceah.003
5H2	ICE -> Ah, 13:06 uur	13:06	238	26	1,48	iceah.003
5V	ICE -> Ut, 12:49 uur	12:48	162	29	0,89	iceut.002
5H1	ICE -> Ut, 12:49 uur	12:48	241	18	2,09	iceut.002
5H2	ICE -> Ut, VIRM -> Ah, 11:00 uur	11:00	265	22	1,88	iceut.001
5V	2x VIRM -> Ah, 16:31 uur	16:30	267	36	1,17	icah.012
5H1	VIRM -> Ah, 3x PLAN V -> Ut, 14:02 uur	14:02	370	24	2,42	icah.007
5H2	VIRM -> Ah, 3x PLAN V -> Ut, 14:02 uur	14:02	272	27	1,63	icah.007
5V	VIRM -> Ut, 09:30 uur	9:29	234	29	1,30	icut.010
5H1	VIRM -> Ut, 13:58 uur	13:58	281	23	1,98	icut.006
5H2	2x VIRM -> Ut, 16:28 uur	16:27	276	22	2,02	icut.011
5V	ICE -> Ut, VIRM -> Ah, 11:00 uur	11:00	163	32	0,82	sttrah.034
5H1	SLT -> Ah, 16:58 uur	16:56	214	26	1,30	sttrah.031
5H2	ICE -> Ut, VIRM -> Ah, 11:00 uur	11:00	244	24	1,60	sttrah.034
5V	2x VIRM -> Ut 17:01 uur	17:01	230	36	1,00	sttrut.037
5H1	SLT -> Ah, VIRM -> Ut, 10:58 uur	10:57	229	28	1,29	sttrut.033
5H2	SLT -> Ah, VIRM -> Ut, 10:58 uur	10:57	289	19	2,37	sttrut.033



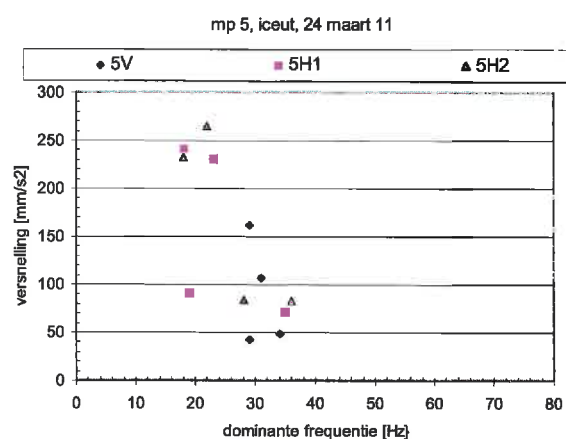
Figuur 4.17a: Wissel, MP5
Goederen richting Arnhem



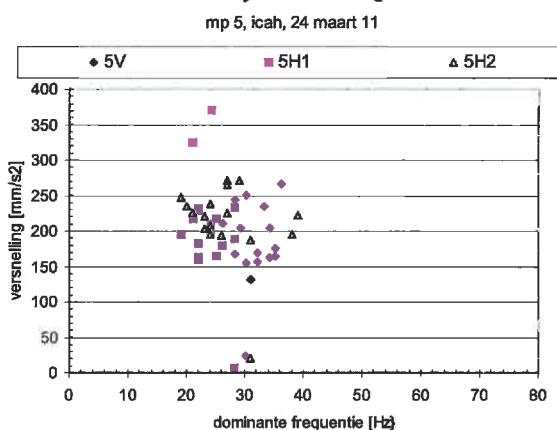
Figuur 4.17b: Wissel, MP5
Goederen richting Utrecht



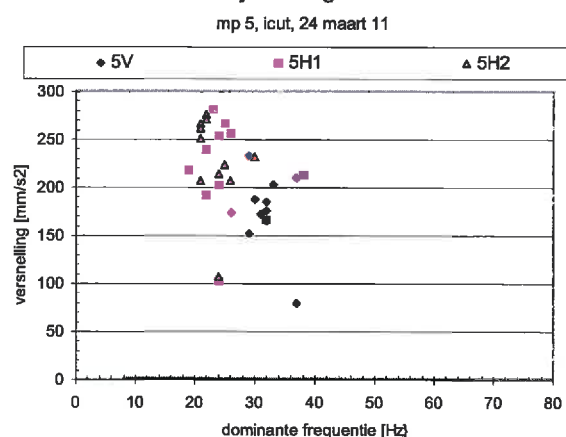
Figuur 4.18a: Wissel, MP5
Intercity ICE richting Arnhem



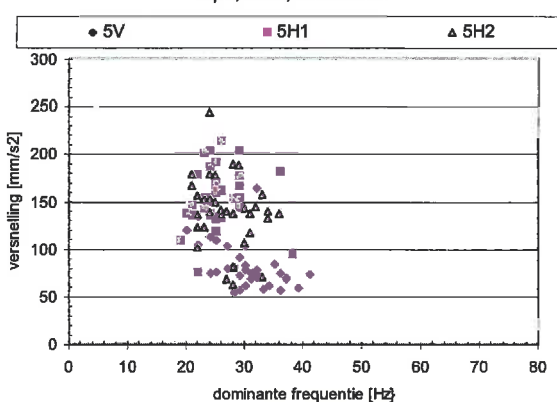
Figuur 4.18b: Wissel, MP5
Intercity richting Utrecht



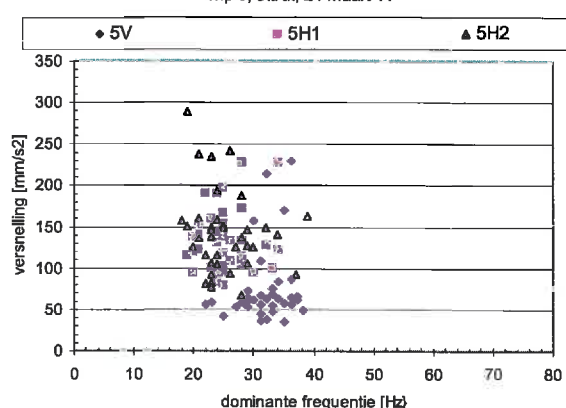
Figuur 4.19a: Wissel, MP5
Intercity richting Arnhem



Figuur 4.19b: Wissel, MP5
Intercity richting Utrecht



Figuur 4.20a: Wissel, MP5
Stoptreinen richting Arnhem



Figuur 4.20b: Wissel, MP5
Stoptreinen richting Utrecht

Tabel 4.5b: Meetraai A, wissel MP 5, samenvatting statische verwerking

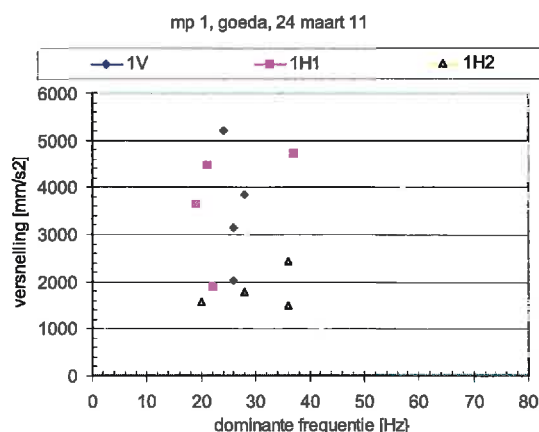
	Type	Aant.	Versnelling		
			50% [m/s ²]	95% [m/s ²]	99% [m/s ²]
5V	kolen optrekkend → Ut 16:45 uur	2	56	112	190
5H1	kolen optrekkend → Ut 16:45 uur	2	113	225	381
5H2	kolen optrekkend → Ut 16:45 uur	2	135	200	290
5V	Captrain papier → Ah, 12:20 uur	4	155	241	307
5H1	Captrain papier → Ah, 12:20 uur	4	277	566	785
5H2	Captrain papier → Ah, 12:20 uur	4	280	584	814
5V	ICE → Ah, 13:06 uur	2	192	345	558
5H1	ICE → Ah, 13:06 uur	2	205	221	244
5H2	ICE → Ah, 13:06 uur	2	211	348	538
5V	ICE → Ut, 12:49 uur	4	90	224	325
5H1	ICE → Ut, 12:49 uur	4	159	373	536
5H2	ICE → Ut, VIRM → Ah, 11:00 uur	4	167	395	568
5V	2x VIRM → Ah, 16:31 uur	17	182	282	330
5H1	VIRM → Ah, 3x PLAN V → Ut, 14:02 uur	17	204	339	402
5H2	VIRM → Ah, 3x PLAN V → Ut, 14:02 uur	17	213	315	363
5V	VIRM → Ut, 09:30 uur	11	177	250	288
5H1	VIRM → Ut, 13:58 uur	11	217	314	364
5H2	2x VIRM → Ut, 16:28 uur	11	229	319	366
5V	ICE → Ut, VIRM → Ah, 11:00 uur	34	84	128	147
5H1	SLT → Ah, 16:58 uur	34	155	208	231
5H2	ICE → Ut, VIRM → Ah, 11:00 uur	34	138	204	233
5V	2x VIRM → Ut 17:01 uur	38	75	151	184
5H1	SLT → Ah, VIRM → Ut, 10:58 uur	38	134	198	226
5H2	SLT → Ah, VIRM → Ut, 10:58 uur	38	143	226	262

4.2 Meetraai B

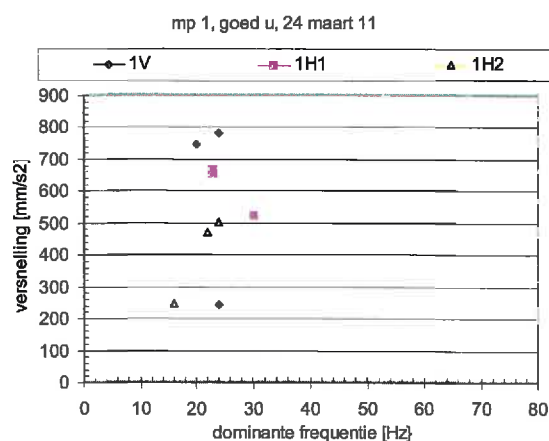
In onderstaande tabellen zijn per meetrichting, per treintype, per rijrichting de analyses van de meetgegevens opgenomen. In bijbehorende figuren zijn de meetwaarden grafisch opgenomen. In tabel a is een samenvatting van de maxima opgenomen, in tabel b is het gemiddelde en een statistische bewerking opgenomen.

Tabel 4.6a: Meetraai B, vrije baan, MP 1, samenvatting maxima

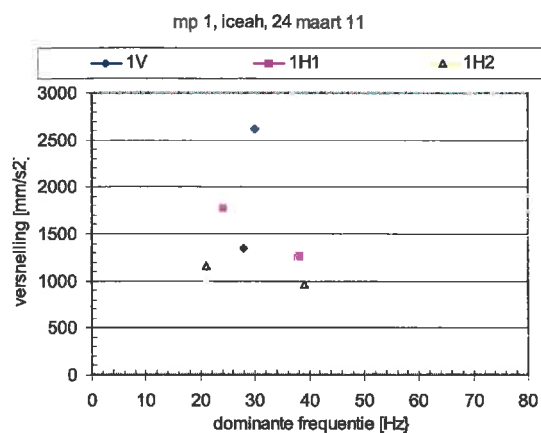
	Type	tijd	Versnelling [mm/s ²]	Freq. [Hz]	Snelheid [mm/s]	file
1V	kolen optrekkend -> Ut 16:45 uur	16:44	782	24	5,28	goed u.003
1H1	kolen optrekkend -> Ut 16:45 uur	16:44	668	23	4,70	goed u.002
1H2	kolen optrekkend -> Ut 16:45 uur	16:44	503	24	3,30	goed u.003
1V	Captrain papiertrein -> Ah, 12:20 uur	12:19	5226	24	35,24	goeda.004
1H1	Captrain papiertrein -> Ah, 12:20 uur	12:19	4734	37	20,34	goeda.004
1H2	Captrain papiertrein -> Ah, 12:20 uur	12:19	2435	36	10,85	goeda.004
1V	ICE -> Ah, 13:06	13:07	2621	30	13,87	iceah.003
1H1	ICE -> Ah 11:11 uur	11:10	1785	24	11,97	iceah.002
1H2	ICE -> Ah 11:11 uur	11:10	1158	21	8,81	iceah.002
1V	ICE -> Ut, 12:49	12:49	1145	38	4,76	iceut.002
1H1	ICE, -> Ut, 08:50	8:50	1306	24	8,72	iceut.000
1H2	ICE, -> Ut, 08:50	8:50	923	21	7,02	iceut.000
1V	VIRM -> Ah, 15:30	15:31	3658	34	16,92	icah.010
1H1	2x VIRM -> Ah PLAN V -> Ut 10:05 uur	10:05	2616	22	18,64	icah.015
1H2	VIRM -> Ah, 14:32	14:32	1554	27	8,99	icah.008
1V	VIRM -> Ut, 14:31	14:31	2240	29	12,49	icut.007
1H1	VIRM -> Ut, 14:31	14:31	1531	24	10,17	icut.007
1H2	VIRM -> Ut, 14:31	14:31	989	25	6,38	icut.007
1V	ICE -> Ut, VIRM -> Ah, 11:00 uur	11:00	2218	29	12,09	strah.035
1H1	ICE -> Ut, VIRM -> Ah, 11:00 uur	11:00	1512	24	10,13	strah.035
1H2	ICE -> Ut, VIRM -> Ah, 11:00 uur	11:00	1115	37	4,82	strah.035
1V	CNL -> Ut, 09:20	9:20	1891	30	10,09	strut.028
1H1	VIRM -> Ut, 13:41	13:41	1147	23	7,94	strut.015
1H2	CNL -> Ut, 09:20	9:20	988	32	4,92	strut.028



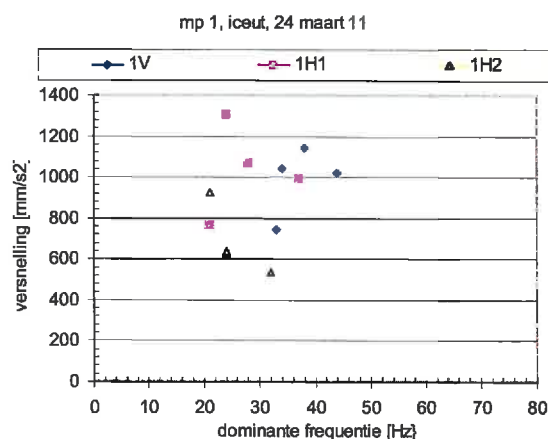
Figuur 4.21a: Vrije baan, MP1
Goederen richting Arnhem



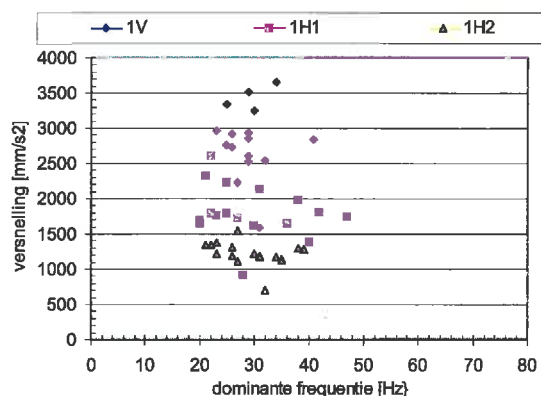
Figuur 4.21b: Vrije baan, MP1
Goederen richting Utrecht



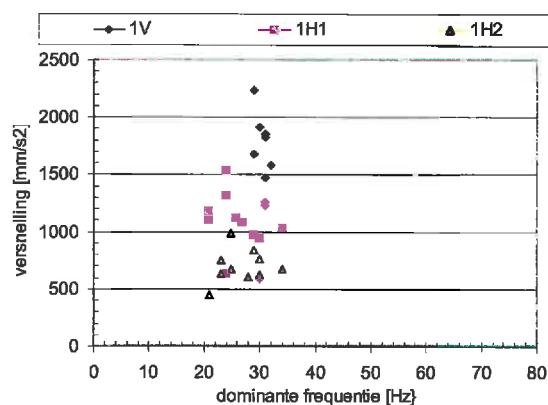
Figuur 4.22a: Vrije baan, MP1
Intercity ICE richting Arnhem
mp 1, iceah, 24 maart 11



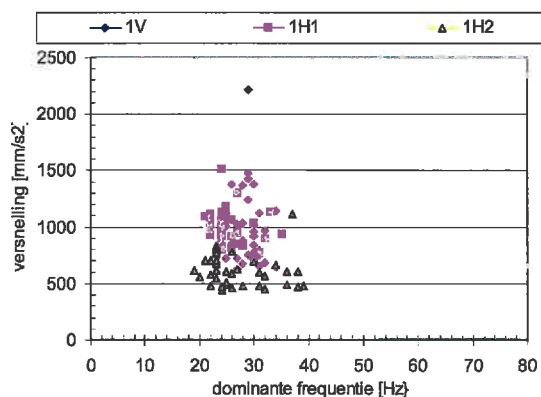
Figuur 4.22b: Vrije baan, MP1
Intercity richting Utrecht
mp 1, icut, 24 maart 11



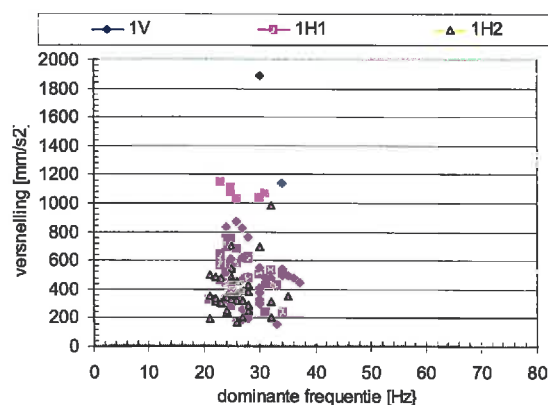
Figuur 4.23a: Vrije baan, MP1
Intercity richting Arnhem
mp 1, strah, 24 maart 11



Figuur 4.23b: Vrije baan, MP1
Intercity richting Utrecht
mp 1, strut, 24 maart 11



Figuur 4.24a: Vrije baan, MP1
Stoptreinen richting Arnhem



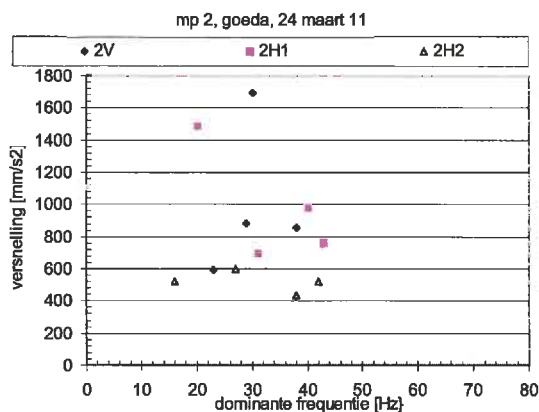
Figuur 4.24b: Vrije baan, MP1
Stoptreinen richting Utrecht

Tabel 4.6b: Meetraai B, Vrije baan MP 1, samenvatting statische verwerking

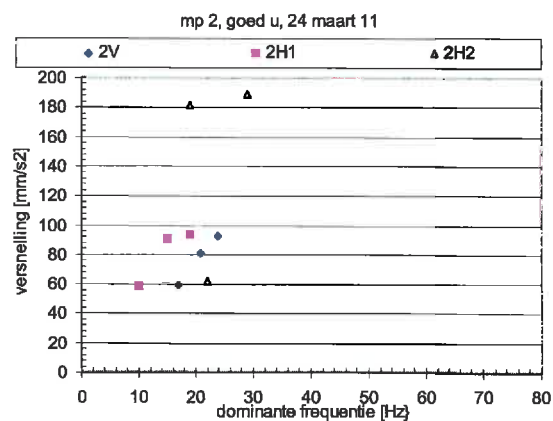
	Type	Aant.	Versnelling		
			50% [m/s ²]	95% [m/s ²]	99% [m/s ²]
1V	kolen optrekkend → Ut 16:45 uur	3	592	1412	2174
1H1	kolen optrekkend → Ut 16:45 uur	3	616	838	1043
1H2	kolen optrekkend → Ut 16:45 uur	3	407	785	1135
1V	Captrain papiertrein → Ah, 12:20 uur	4	3573	6751	9157
1H1	Captrain papiertrein → Ah, 12:20 uur	4	3691	6736	9042
1H2	Captrain papiertrein → Ah, 12:20 uur	4	1822	2839	3609
1V	ICE → Ah, 13:06	2	1985	5200	9653
1H1	ICE → Ah 11:11 uur	2	1522	2851	4690
1H2	ICE → Ah 11:11 uur	2	1061	1556	2242
1V	ICE → Ut, 12:49	4	990	1396	1705
1H1	ICE, → Ut, 08:50	4	1033	1567	1971
1H2	ICE, → Ut, 08:50	4	679	1081	1386
1V	VIRM → Ah, 15:30	17	2792	3709	4145
1H1	2x VIRM → Ah PLAN V → Ut 10:05 uur	17	1819	2497	2820
1H2	VIRM → Ah, 14:32	17	1219	1532	1681
1V	VIRM → Ut, 14:31	10	1566	2435	2892
1H1	VIRM → Ut, 14:31	10	1094	1541	1777
1H2	VIRM → Ut, 14:31	10	700	977	1122
1V	ICE → Ut, VIRM → Ah, 11:00 uur	35	971	1538	1789
1H1	ICE → Ut, VIRM → Ah, 11:00 uur	35	988	1258	1377
1H2	ICE → Ut, VIRM → Ah, 11:00 uur	35	606	848	955
1V	CNL → Ut, 09:20	35	503	1061	1307
1H1	VIRM → Ut, 13:41	35	598	1049	1249
1H2	CNL → Ut, 09:20	35	384	663	787

Tabel 4.7a: Meetraai B, Vrije baan, MP 2, samenvatting maxima

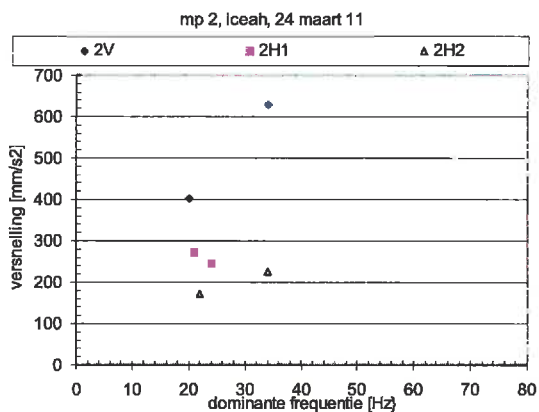
	Type	tijd	Versnelling [mm/s ²]	Freq. [Hz]	Snelheid [mm/s]	file
2V	kolen optrekkend → Ut 16:45 uur	16:44	93	24	0,61	goed u.003
2H1	kolen optrekkend → Ut 16:45 uur	16:44	94	19	0,80	goed u.002
2H2	kolen optrekkend → Ut 16:45 uur	16:44	189	29	1,03	goed u.003
2V	Captrain papiertrein → Ah, 12:20 uur	12:19	1696	30	8,92	goeda.004
2H1	kalktrein → Ah, 09:54 uur	9:54	1492	20	12,13	goeda.001
2H2	kalktrein → Ah, 09:54 uur	9:54	603	27	3,53	goeda.001
2V	ICE → Ah, 13:06	13:07	631	34	2,96	iceah.003
2H1	ICE → Ah, 13:06	13:07	273	21	2,08	iceah.003
2H2	ICE → Ah, 13:06	13:07	227	34	1,08	iceah.003
2V	ICE → Ut, 12:49	12:49	252	23	1,74	iceut.002
2H1	ICE → Ut, 12:49	12:49	194	38	0,82	iceut.002
2H2	ICE, → Ut, 08:50	8:50	248	41	0,97	iceut.000
2V	2x VIRM → Ah, 16:31	16:31	970	32	4,86	icah.012
2H1	2x VIRM → Ah, 16:31	16:31	475	26	2,96	icah.012
2H2	VIRM → Ah, SLT → Ut, 15:01	15:01	321	30	1,73	icah.009
2V	VIRM → Ut, 14:31	14:31	450	32	2,25	icut.007
2H1	VIRM → Ut 11:46 uur	11:46	269	31	1,38	icut.002
2H2	VIRM → Ut, 14:31	14:31	325	26	1,99	icut.007
2V	ICE → Ut, VIRM → Ah, 11:00 uur	11:00	552	33	2,68	sttrah.035
2H1	SLT → Ah, 09:28	9:28	299	30	1,60	sttrah.003
2H2	ICE → Ut, VIRM → Ah, 11:00 uur	11:00	298	25	1,87	sttrah.035
2V	CNL → Ut, 09:20	9:20	441	36	1,97	sttrut.028
2H1	CNL → Ut, 09:20	9:20	278	31	1,41	sttrut.028
2H2	CNL → Ut, 09:20	9:20	309	39	1,26	sttrut.028



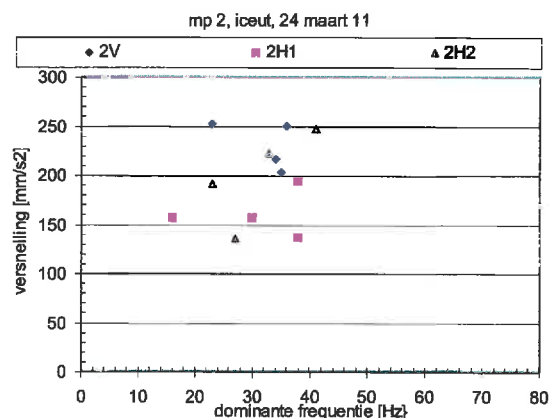
Figuur 4.25a: Vrije baan, MP2
Goederen richting Arnhem



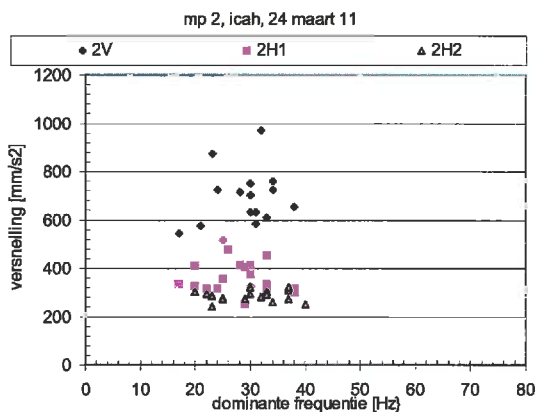
Figuur 4.25b: Vrije baan, MP2
Goederen richting Utrecht



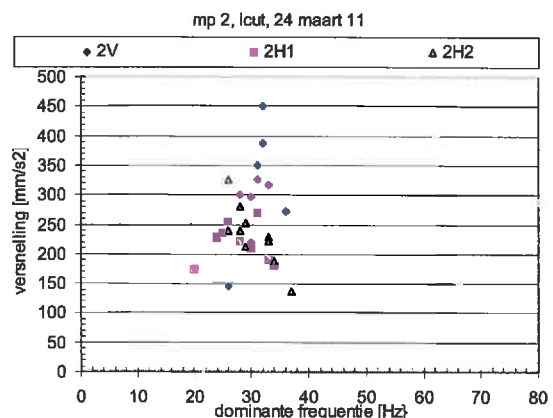
Figuur 4.26a: Vrije baan, MP2
Intercity ICE richting Arnhem



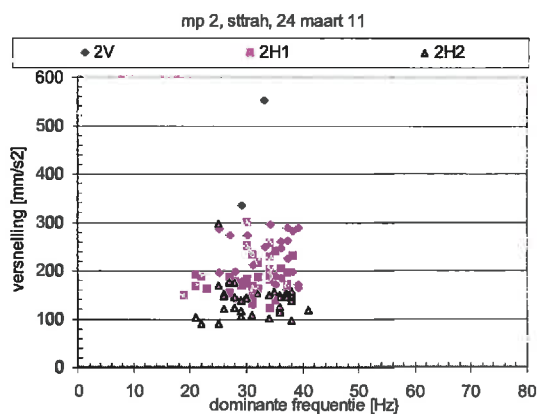
Figuur 4.26b: Vrije baan, MP2
Intercity richting Utrecht



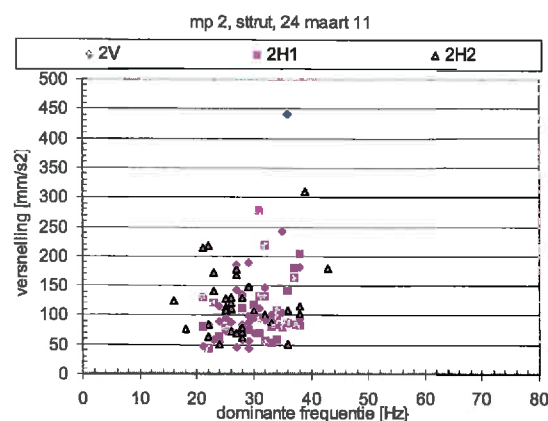
Figuur 4.27a: Vrije baan, MP2
Intercity richting Arnhem



Figuur 4.27b: Vrije baan, MP2
Intercity richting Utrecht



Figuur 4.28a: Vrije baan, MP2
Stoptreinen richting Arnhem



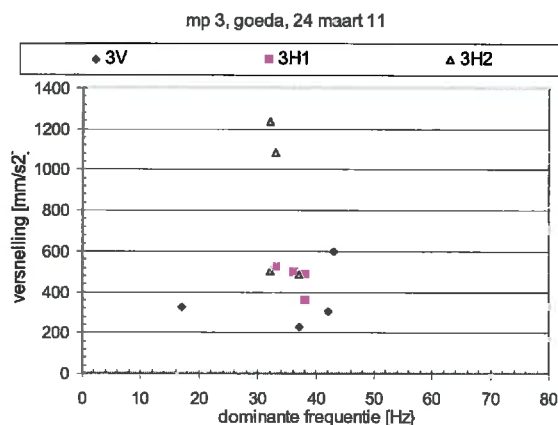
Figuur 4.28b: Vrije baan, MP2
Stoptreinen richting Utrecht

Tabel 4.7b: Meetraai B, Vrije baan MP 2, samenvatting statische verwerking

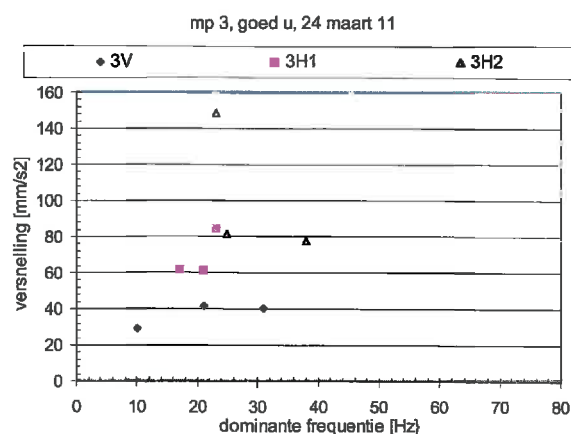
	Type	Aant.	Versnelling		
			50% [m/s ²]	95% [m/s ²]	99% [m/s ²]
2V	kolen optrekkend -> Ut 16:45 uur	3	78	124	167
2H1	kolen optrekkend -> Ut 16:45 uur	3	81	134	184
2H2	kolen optrekkend -> Ut 16:45 uur	3	144	338	518
2V	Captrain papiertrain -> Ah, 12:20 uur	4	1008	2144	3005
2H1	kalktrein -> Ah, 09:54 uur	4	984	1842	2492
2H2	kalktrein -> Ah, 09:54 uur	4	522	684	806
2V	ICE -> Ah, 13:06	2	516	1094	1895
2H1	ICE -> Ah, 13:06	2	259	329	425
2H2	ICE -> Ah, 13:06	2	199	337	527
2V	ICE -> Ut, 12:49	4	231	288	331
2H1	ICE -> Ut, 12:49	4	161	218	261
2H2	ICE, -> Ut, 08:50	4	200	315	402
2V	2x VIRM -> Ah, 16:31	17	665	925	1048
2H1	2x VIRM -> Ah, 16:31	17	359	467	519
2H2	VIRM -> Ah, SLT -> Ut, 15:01	17	285	326	345
2V	VIRM -> Ut, 14:31	10	307	468	552
2H1	VIRM -> Ut 11:46 uur	10	219	278	309
2H2	VIRM -> Ut, 14:31	10	233	328	379
2V	ICE -> Ut, VIRM -> Ah, 11:00 uur	35	221	359	419
2H1	SLT -> Ah, 09:28	35	189	255	284
2H2	ICE -> Ut, VIRM -> Ah, 11:00 uur	35	140	203	231
2V	CNL -> Ut, 09:20	35	111	237	292
2H1	CNL -> Ut, 09:20	35	109	194	232
2H2	CNL -> Ut, 09:20	35	120	213	254

Tabel 4.8a: Meetraai B, Vrije baan, MP 3, samenvatting maxima

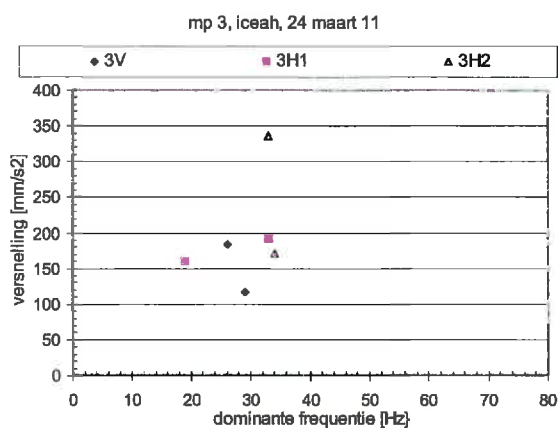
	Type	tijd	Versnelling [mm/s ²]	Freq. [Hz]	Snelheid [mm/s]	file
3V	kolen optrekkend --> Ut 16:45 uur	16:44	42	21	0,32	goed u.002
3H1	kolen gestopt --> Ut 16:45 uur	16:33	84	23	0,60	goed u.001
3H2	kolen gestopt --> Ut 16:45 uur	16:33	149	23	1,03	goed u.001
3V	Captrain papieren trein --> Ah, 12:20 uur	12:19	598	43	2,19	goeda.004
3H1	Captrain kolentrein --> Ah 10:28 uur	10:27	523	33	2,50	goeda.002
3H2	Captrain kolentrein --> Ah 10:28 uur	10:27	1238	32	6,11	goeda.002
3V	ICE --> Ah 11:11 uur	11:10	184	26	1,13	iceah.002
3H1	ICE --> Ah, 13:06	13:07	192	33	0,92	iceah.003
3H2	ICE --> Ah, 13:06	13:07	336	33	1,61	iceah.003
3V	ICE --> Ut, 08:50	8:50	85	32	0,42	iceut.000
3H1	ICE --> Ut, 12:49	12:49	126	32	0,62	iceut.002
3H2	ICE --> Ut, 16:53	16:53	222	33	1,06	iceut.003
3V	VIRM --> Ah, 12:31	12:31	197	20	1,59	icah.004
3H1	2x VIRM --> Ah, 09:32	9:32	194	32	0,96	icah.017
3H2	VIRM --> Ah, 12:31	12:31	365	31	1,86	icah.004
3V	VIRM --> Ut, 09:12	9:12	91	36	0,41	icut.001
3H1	VIRM --> Ut, 15:58	15:58	134	22	0,97	icut.009
3H2	VIRM --> Ut, 09:12	9:12	187	32	0,92	icut.001
3V	ICE --> Ut, VIRM --> Ah, 11:00 uur	11:00	168	20	1,33	sttrah.035
3H1	SLT --> Ah, 09:28	9:28	192	36	0,85	sttrah.003
3H2	SLT --> Ah, 09:28	9:28	401	32	1,98	sttrah.003
3V	CNL --> Ut, 09:20	9:20	104	19	0,86	sttrut.028
3H1	VIRM --> Ut, 13:41	13:41	142	37	0,61	sttrut.015
3H2	VIRM --> Ut, 13:41	13:41	289	34	1,33	sttrut.015



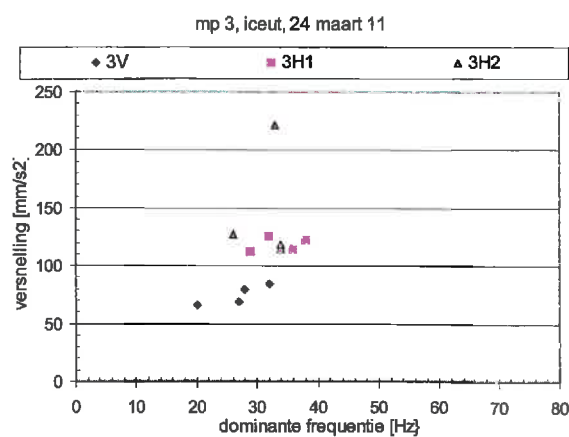
Figuur 4.29a: Vrije baan, MP3
Goederen richting Arnhem



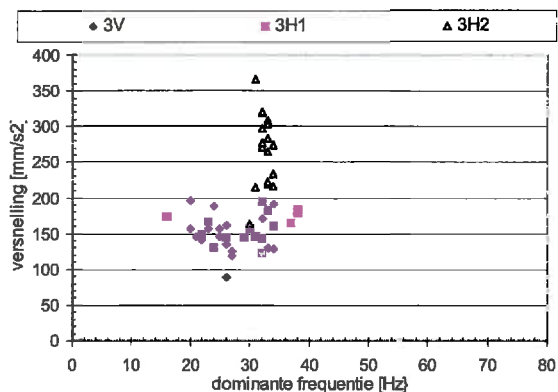
Figuur 4.29b: Vrije baan, MP3
Goederen richting Utrecht



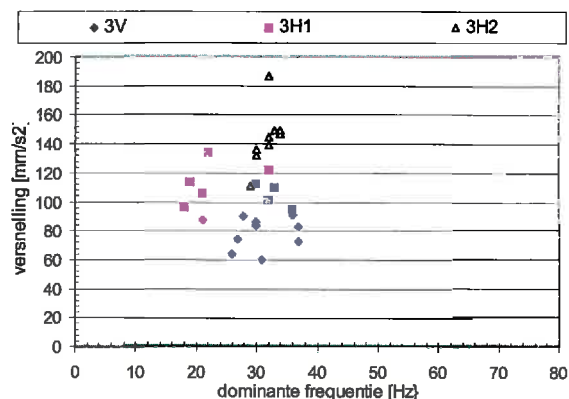
Figuur 4.30a: Vrije baan, MP3
Intercity ICE richting Arnhem
mp 3, iceah, 24 maart 11



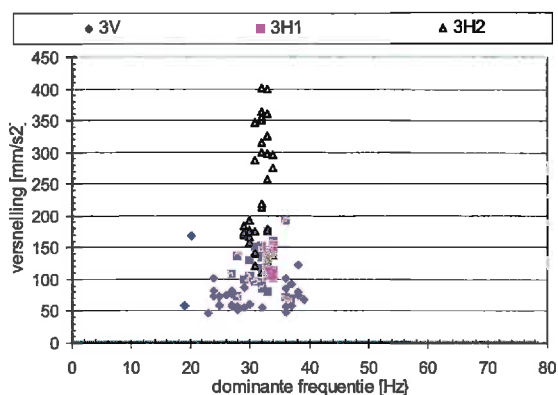
Figuur 4.30b: Vrije baan, MP3
Intercity richting Utrecht
mp 3, iceut, 24 maart 11



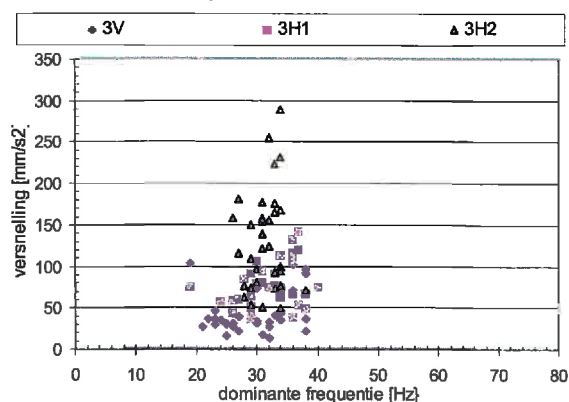
Figuur 4.31a: Vrije baan, MP3
Intercity richting Arnhem
mp 3, icah, 24 maart 11



Figuur 4.31b: Vrije baan, MP3
Intercity richting Utrecht
mp 3, icut, 24 maart 11



Figuur 4.32a: Vrije baan, MP3
Stoptreinen richting Arnhem



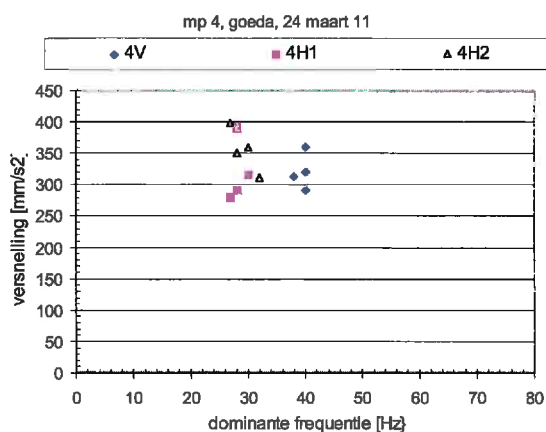
Figuur 4.32b: Vrije baan, MP3
Stoptreinen richting Utrecht

Tabel 4.8b: Meetraai B, Vrije baan MP 3, samenvatting statische verwerking

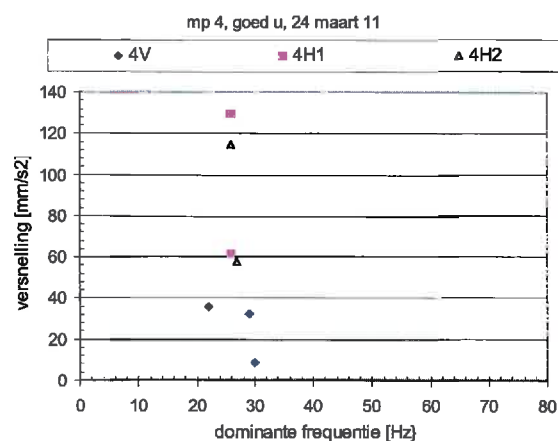
	Type	Aant.	Versnelling		
			50% [m/s ²]	95% [m/s ²]	99% [m/s ²]
3V	kolen optrekkend → Ut 16:45 uur	3	37	56	74
3H1	kolen gestopt → Ut 16:45 uur	3	69	105	139
3H2	kolen gestopt → Ut 16:45 uur	3	102	212	314
3V	Captrain papiertrein → Ah, 12:20 uur	4	364	749	1040
3H1	Captrain kolentrein → Ah 10:28 uur	4	466	638	767
3H2	Captrain kolentrein → Ah 10:28 uur	4	827	1759	2465
3V	ICE → Ah 11:11 uur	2	150	320	556
3H1	ICE → Ah, 13:06	2	176	255	364
3H2	ICE → Ah, 13:06	2	253	672	1253
3V	ICE, → Ut, 08:50	4	75	97	113
3H1	ICE → Ut, 12:49	4	119	134	145
3H2	ICE → Ut, 16:53	4	146	267	359
3V	VIRM → Ah, 12:31	17	150	199	223
3H1	2x VIRM → Ah, 09:32	17	158	193	210
3H2	VIRM → Ah, 12:31	17	268	358	401
3V	VIRM → Ut, 09:12	10	80	100	111
3H1	VIRM → Ut, 15:58	9	110	134	147
3H2	VIRM → Ut, 09:12	10	148	193	216
3V	ICE → Ut, VIRM → Ah, 11:00 uur	35	75	115	132
3H1	SLT → Ah, 09:28	35	118	167	188
3H2	SLT → Ah, 09:28	35	234	389	457
3V	CNL → Ut, 09:20	35	45	87	106
3H1	VIRM → Ut, 13:41	35	77	125	146
3H2	VIRM → Ut, 13:41	35	129	233	278

Tabel 4.9a: Meetraai B, Vrije baan, MP 4, samenvatting maxima

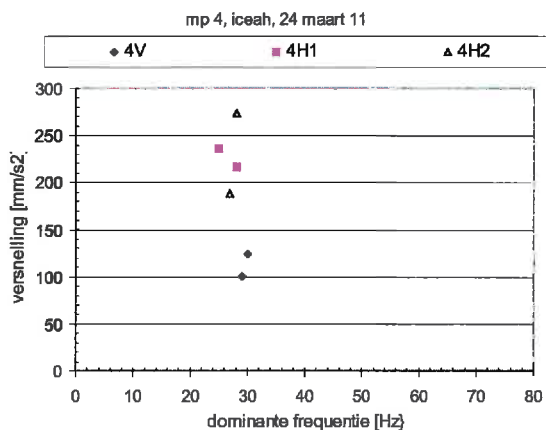
	Type	tijd	Versnelling [mm/s ²]	Freq. [Hz]	Snelheid [mm/s]	file
4V	kolen optrekkend → Ut 16:45 uur	16:44	36	22	0,26	goed u.002
4H1	kolen gestopt → Ut 16:45 uur	16:33	130	26	0,78	goed u.001
4H2	kolen gestopt → Ut 16:45 uur	16:33	115	26	0,69	goed u.001
4V	Captrain papiertrein → Ah, 12:20 uur	12:19	361	40	1,44	goeda.004
4H1	Captrain papiertrein → Ah, 12:20 uur	12:19	391	28	2,24	goeda.004
4H2	goed → Ah 11:21 uur	11:21	399	27	2,35	goeda.003
4V	ICE → Ah 11:11 uur	11:10	124	30	0,65	iceah.002
4H1	ICE → Ah 11:11 uur	11:10	235	25	1,50	iceah.002
4H2	ICE → Ah, 13:06	13:07	274	28	1,57	iceah.003
4V	ICE → Ut, 16:53	16:53	80	29	0,45	iceut.003
4H1	ICE, → Ut, 08:50	8:50	223	23	1,52	iceut.000
4H2	ICE → Ut, 16:53	16:53	230	29	1,25	iceut.003
4V	2x VIRM → Ah, 16:07	16:07	150	36	0,66	icah.011
4H1	2x VIRM → Ah, 16:31	16:31	282	29	1,53	icah.012
4H2	VIRM → Ah, 13:00	13:01	356	28	2,04	icah.005
4V	VIRM → Ut, 14:31	14:31	97	31	0,49	icut.007
4H1	VIRM → Ut, 15:58	15:58	277	27	1,63	icut.009
4H2	VIRM → Ut, 09:30	9:30	273	29	1,52	icut.010
4V	SLT → Ah, 09:28	9:28	127	34	0,59	sttrah.003
4H1	VIRM → Ah, 15:48	15:48	234	24	1,53	sttrah.026
4H2	3x Plan V → Ah, 12:57	12:57	306	28	1,75	sttrah.014
4V	CNL → Ut, 09:20	9:20	93	22	0,67	sttrut.028
4H1	CNL → Ut, 09:20	9:20	261	24	1,74	sttrut.028
4H2	CNL → Ut, 09:20	9:20	237	28	1,36	sttrut.028



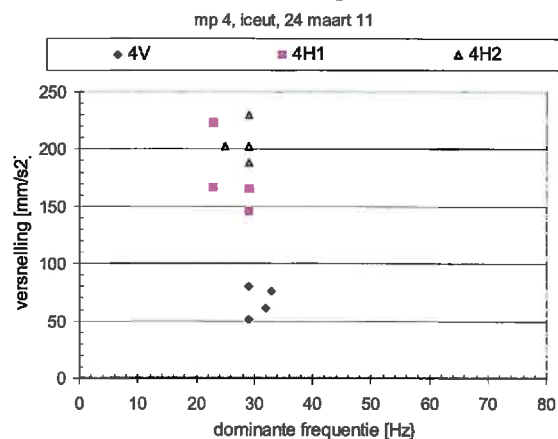
Figuur 4.33a: Vrije baan, MP4
Goederen richting Arnhem



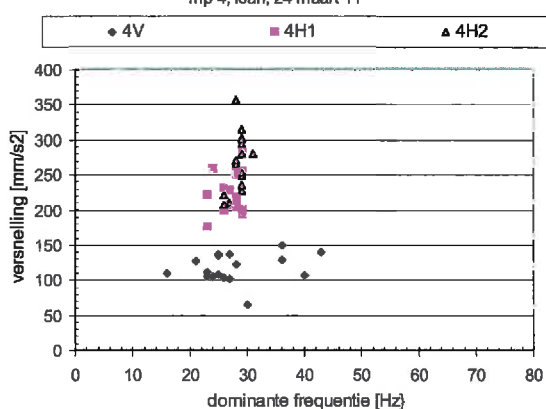
Figuur 4.33b: Vrije baan, MP4
Goederen richting Utrecht



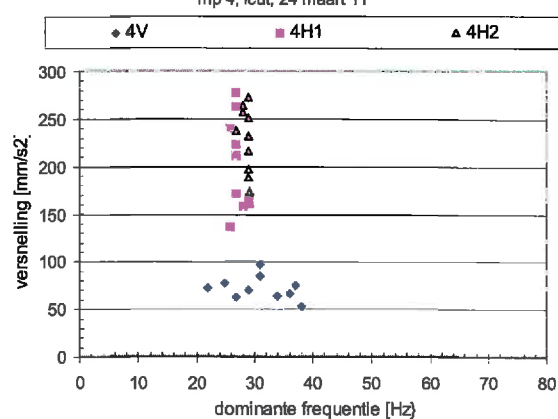
Figuur 4.34a: Vrije baan, MP4
Intercity ICE richting Arnhem



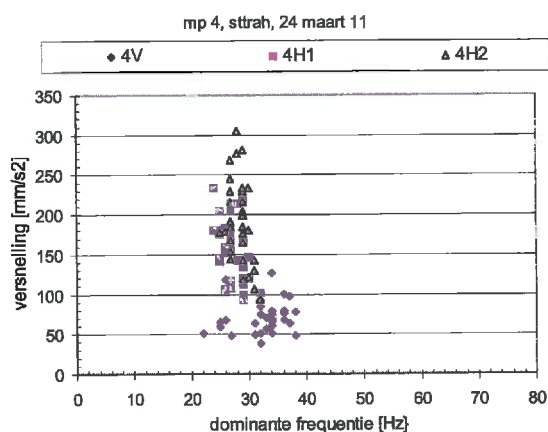
Figuur 4.34b: Vrije baan, MP4
Intercity richting Utrecht



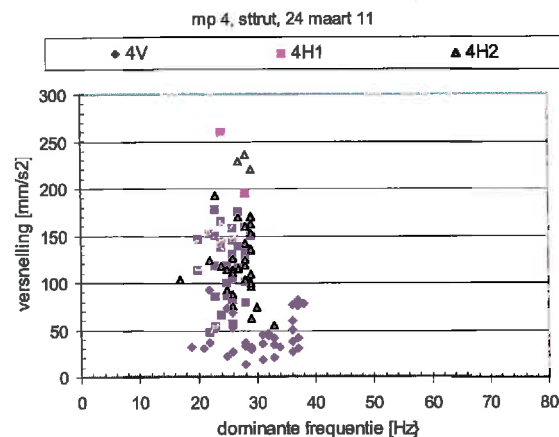
Figuur 4.35a: Vrije baan, MP4
Intercity richting Arnhem



Figuur 4.35b: Vrije baan, MP4
Intercity richting Utrecht



Figuur 4.36a: Vrije baan, MP4
Stoptreinen richting Arnhem



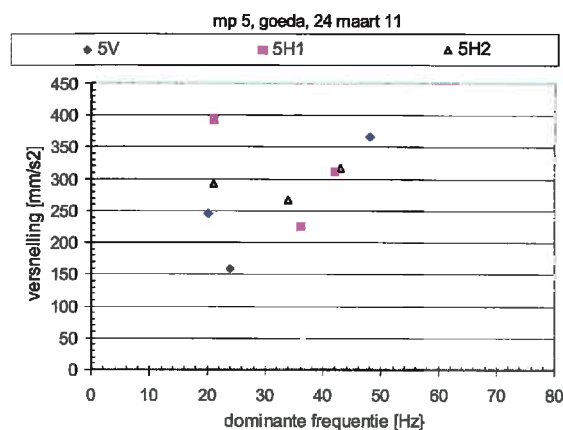
Figuur 4.36b: Vrije baan, MP4
Stoptreinen richting Utrecht

Tabel 4.9b: Meetraai B, Vrije baan MP 4, samenvatting statische verwerking

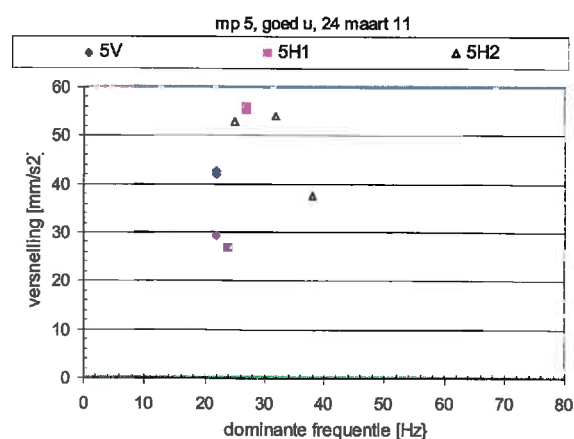
	Type	Aant.	Versnelling		
			50% [m/s ²]	95% [m/s ²]	99% [m/s ²]
4V	kolen optrekkend -> Ut 16:45 uur	3	26	66	103
4H1	kolen gestopt -> Ut 16:45 uur	3	84	191	290
4H2	kolen gestopt -> Ut 16:45 uur	3	77	166	248
4V	Captrain papierrein -> Ah, 12:20 uur	4	323	390	442
4H1	Captrain papierrein -> Ah, 12:20 uur	4	320	439	529
4H2	goed -> Ah 11:21 uur	4	355	440	505
4V	ICE -> Ah 11:11 uur	2	113	171	251
4H1	ICE -> Ah 11:11 uur	2	226	274	340
4H2	ICE -> Ah, 13:06	2	232	448	747
4V	ICE -> Ut, 16:53	4	68	99	123
4H1	ICE, -> Ut, 08:50	4	175	254	314
4H2	ICE -> Ut, 16:53	4	206	248	279
4V	2x VIRM -> Ah, 16:07	17	118	154	171
4H1	2x VIRM -> Ah, 16:31	17	228	283	309
4H2	VIRM -> Ah, 13:00	17	266	338	373
4V	VIRM -> Ut, 14:31	10	73	95	107
4H1	VIRM -> Ut, 15:58	10	201	294	342
4H2	VIRM -> Ut, 09:30	10	229	293	327
4V	SLT -> Ah, 09:28	35	71	104	119
4H1	VIRM -> Ah, 15:48	35	159	224	253
4H2	3x Plan V -> Ah, 12:57	35	193	280	318
4V	CNL -> Ut, 09:20	35	44	78	93
4H1	CNL -> Ut, 09:20	35	125	200	234
4H2	CNL -> Ut, 09:20	35	129	205	239

Tabel 4.10a: Meetraai B, Vrije baan, MP 5, samenvatting maxima

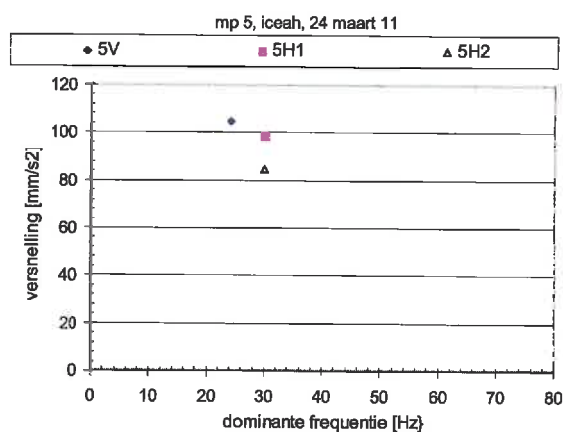
	Type	tijd	Versnelling [mm/s ²]	Freq. [Hz]	Snelheid [mm/s]	file
5V	kolen optrekkend -> Ut 16:45 uur	16:44	43	22	0,30	goed u.002
5H1	kolen optrekkend -> Ut 16:45 uur	16:44	56	27	0,33	goed u.003
5H2	kolen optrekkend -> Ut 16:45 uur	16:44	54	32	0,27	goed u.002
5V	Captrain papiertrein -> Ah, 12:20 uur	12:19	368	48	1,23	goeda.004
5H1	kalktrein -> Ah, 09:54 uur	9:54	393	21	3,00	goeda.001
5H2	Captrain papiertrein -> Ah, 12:20 uur	12:19	317	43	1,16	goeda.004
5V	ICE -> Ah, 13:06	13:07	105	24	0,68	iceah.003
5H1	ICE -> Ah, 13:06	13:07	98	30	0,52	iceah.003
5H2	ICE -> Ah, 13:06	13:07	85	30	0,44	iceah.003
5V	ICE -> Ut, VIRM -> Ah, 11:00 uur	11:00	87	21	0,68	iceut.001
5H1	ICE, -> Ut, 08:50	8:50	141	38	0,59	iceut.000
5H2	ICE, -> Ut, 08:50	8:50	129	25	0,83	iceut.000
5V	VIRM -> Ah 10:38 uur	10:39	202	17	1,86	icah.016
5H1	VIRM -> Ah 10:38 uur	10:39	189	14	2,20	icah.016
5H2	2x VIRM -> Ah, 16:31	16:31	224	19	1,88	icah.012
5V	VIRM -> Ut, 14:31	14:31	124	28	0,69	icut.007
5H1	VIRM -> Ut, 15:58	15:58	125	27	0,73	icut.009
5H2	2x VIRM -> Ut, 15:28	15:29	128	20	1,03	icut.008
5V	VIRM -> Ah 11:17 uur	11:17	291	22	2,13	sttrah.008
5H1	VIRM -> Ah 11:17 uur	11:17	307	27	1,80	sttrah.008
5H2	VIRM -> Ah 11:17 uur	11:17	320	31	1,62	sttrah.008
5V	VIRM -> Ut 11:13 uur	11:13	215	32	1,07	sttrut.006
5H1	VIRM -> Ut 11:13 uur	11:13	215	28	1,22	sttrut.006
5H2	VIRM -> Ut 11:13 uur	11:13	226	28	1,26	sttrut.006



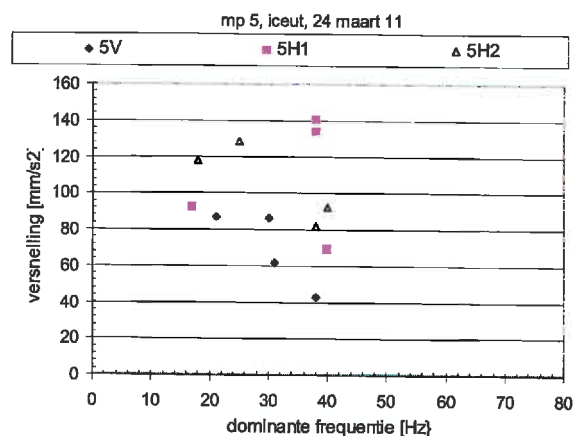
Figuur 4.37a: Vrije baan, MP5
Goederen richting Arnhem



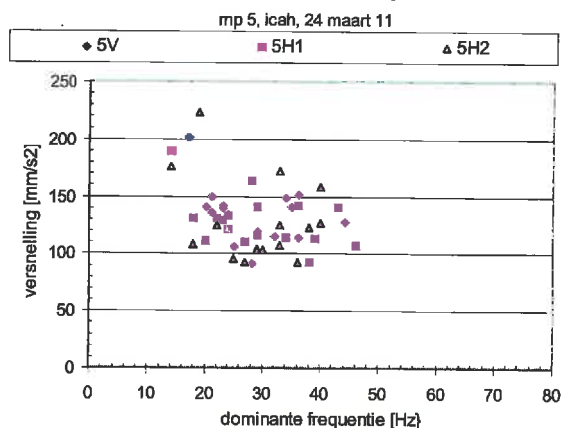
Figuur 4.37b: Vrije baan, MP5
Goederen richting Utrecht



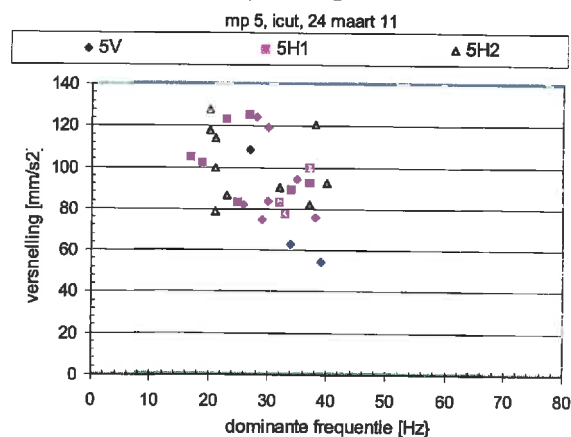
Figuur 4.38a: Vrije baan, MP5
Intercity ICE richting Arnhem



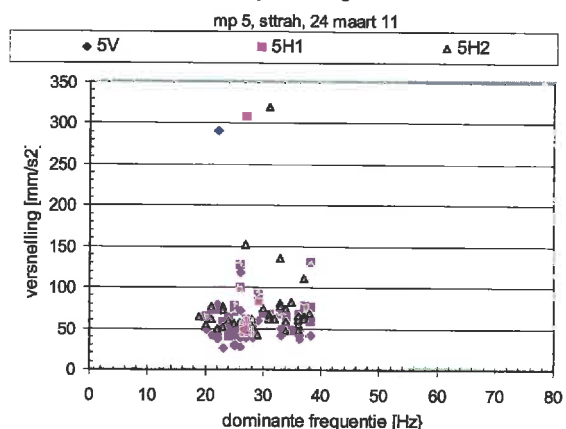
Figuur 4.38b: Vrije baan, MP5
Intercity richting Utrecht



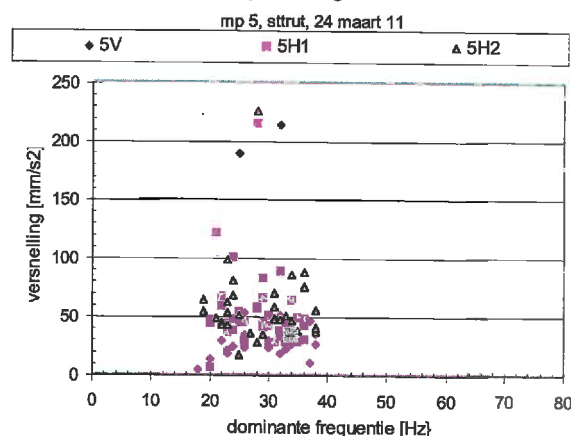
Figuur 4.39a: Vrije baan, MP5
Intercity richting Arnhem



Figuur 4.39b: Vrije baan, MP5
Intercity richting Utrecht



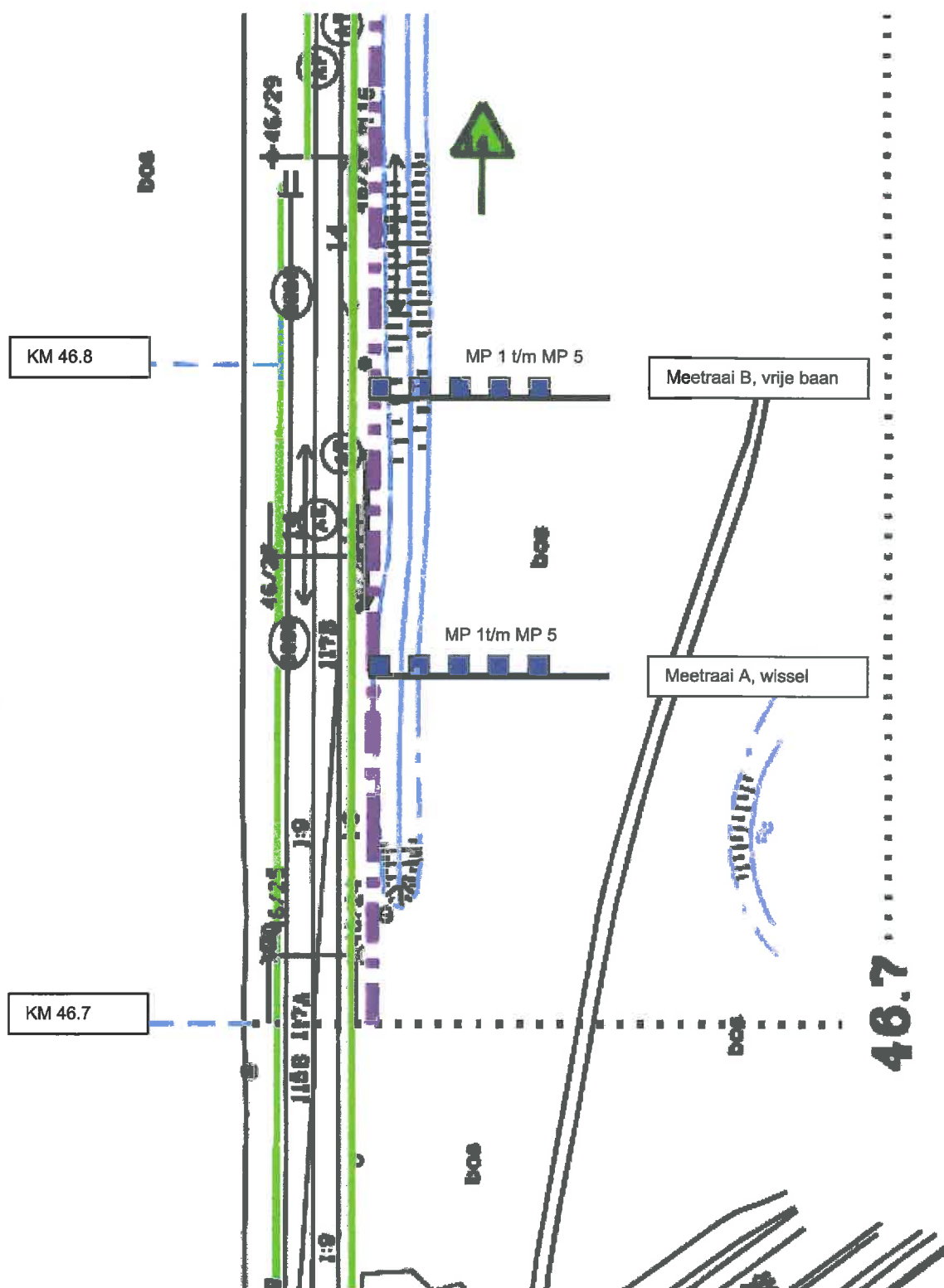
Figuur 4.40a: Vrije baan, MP5
Stoptreinen richting Arnhem

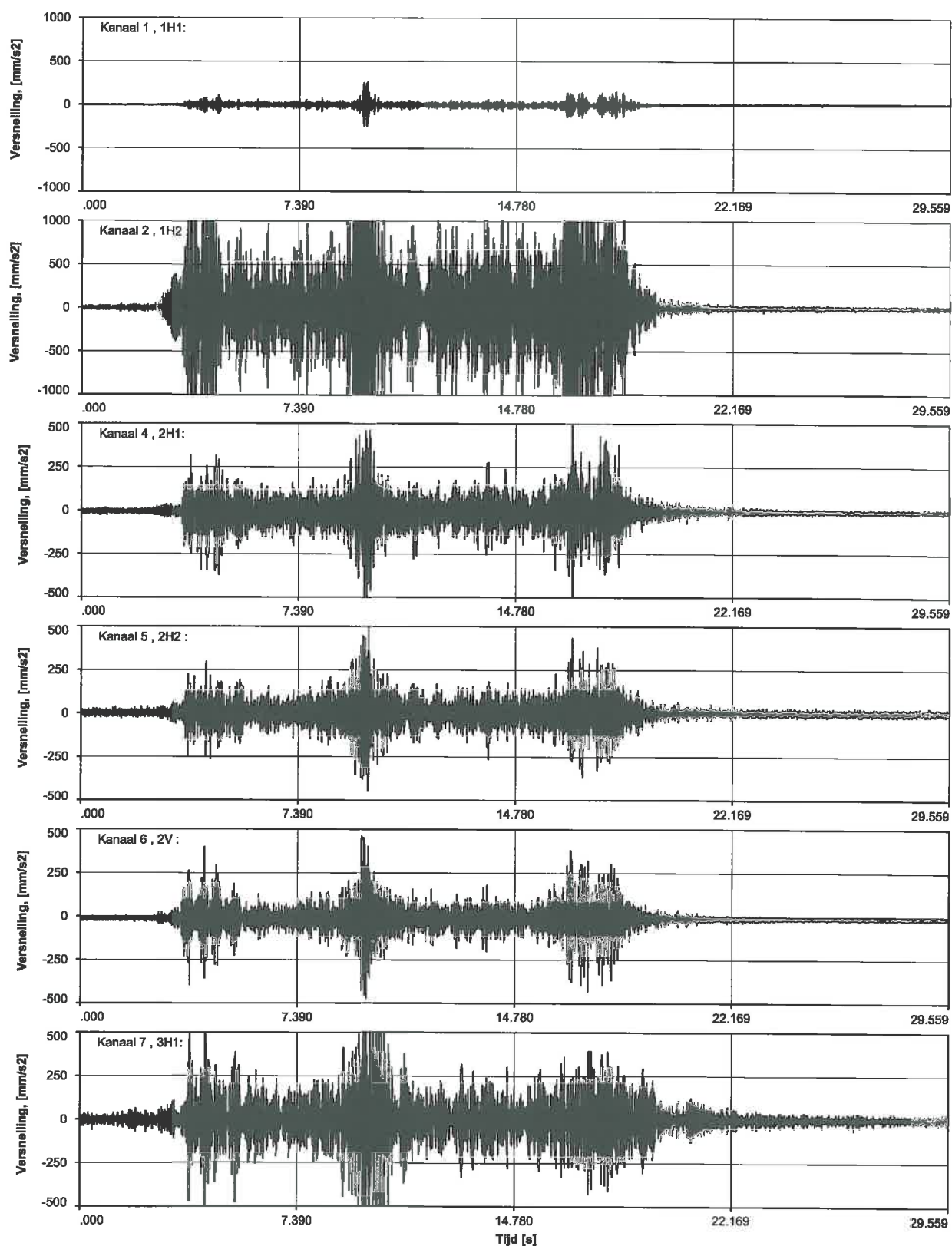


Figuur 4.40b: Vrije baan, MP5
Stoptreinen richting Utrecht

Tabel 4.10b: Meetraai B, Vrije baan MP 5, samenvatting statische verwerking

	Type	Aant.	Versnelling		
			50% [m/s ²]	95% [m/s ²]	99% [m/s ²]
5V	kolen optrekkend → Ut 16:45 uur	3	38	59	78
5H1	kolen optrekkend → Ut 16:45 uur	3	46	91	133
5H2	kolen optrekkend → Ut 16:45 uur	3	48	73	96
5V	Captrain papiertrein → Ah, 12:20 uur	3	258	541	805
5H1	kalktrein → Ah, 09:54 uur	3	310	538	750
5H2	Captrain papiertrein → Ah, 12:20 uur	3	292	358	419
5V	ICE → Ah, 13:06	1	105		
5H1	ICE → Ah, 13:06	1	98		
5H2	ICE → Ah, 13:06	1	85		
5V	ICE → Ut, VIRM → Ah, 11:00 uur	4	70	121	160
5H1	ICE, → Ut, 08:50	4	109	190	252
5H2	ICE, → Ut, 08:50	4	105	157	196
5V	VIRM → Ah 10:38 uur	17	135	178	199
5H1	VIRM → Ah 10:38 uur	17	129	169	189
5H2	2x VIRM → Ah, 16:31	17	127	192	222
5V	VIRM → Ut, 14:31	10	88	132	155
5H1	VIRM → Ut, 15:58	10	98	129	145
5H2	2x VIRM → Ut, 15:28	10	101	135	152
5V	VIRM → Ah 11:17 uur	35	54	130	164
5H1	VIRM → Ah 11:17 uur	35	75	152	186
5H2	VIRM → Ah 11:17 uur	35	76	159	195
5V	VIRM → Ut 11:13 uur	34	42	115	148
5H1	VIRM → Ut 11:13 uur	34	55	117	144
5H2	VIRM → Ut 11:13 uur	34	59	119	145





Bestand: scan-117.000

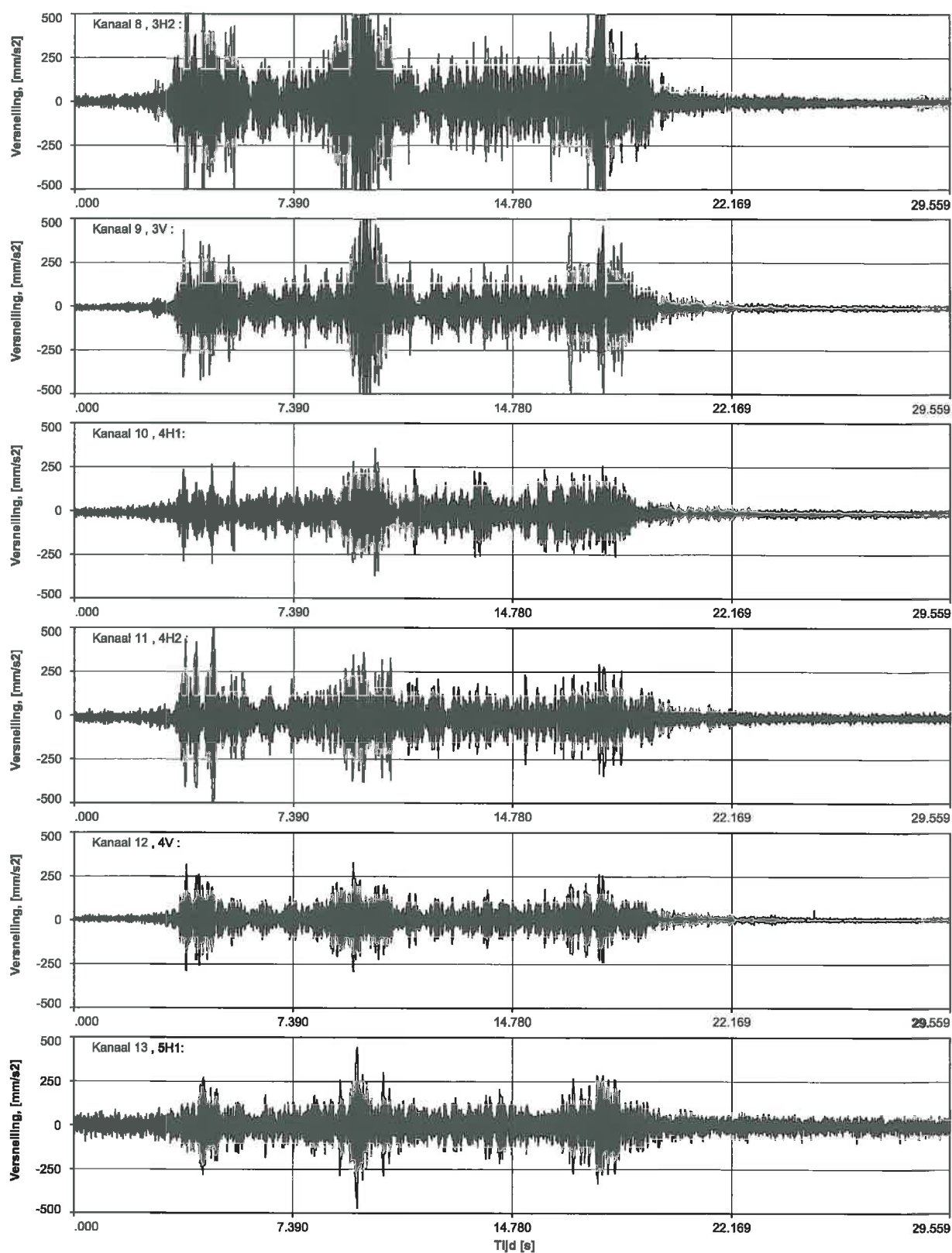
Opmerkingen:

Datum: 12:19:14 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 2-A



Bestand: scan-117.000

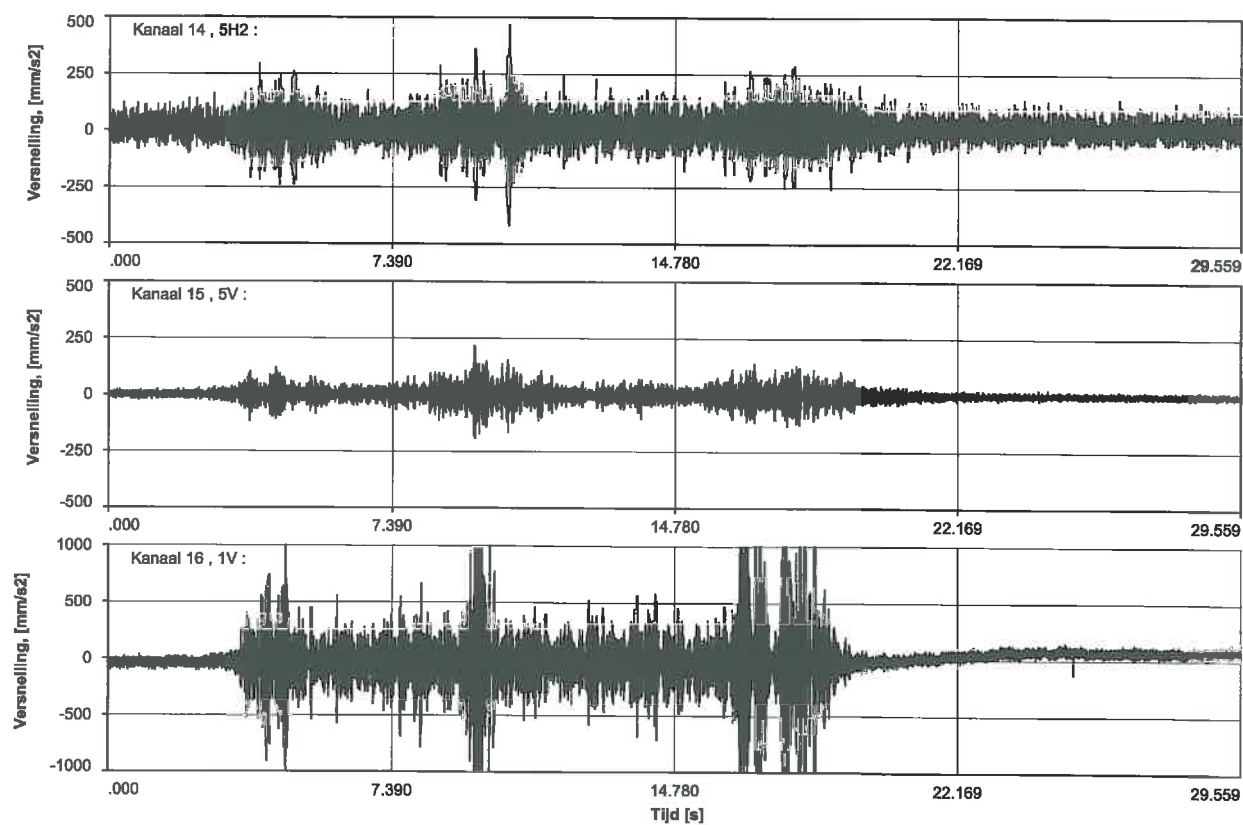
Opmerkingen:

Datum: 12:19:14 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel

Opdr.: 1009-0130-002

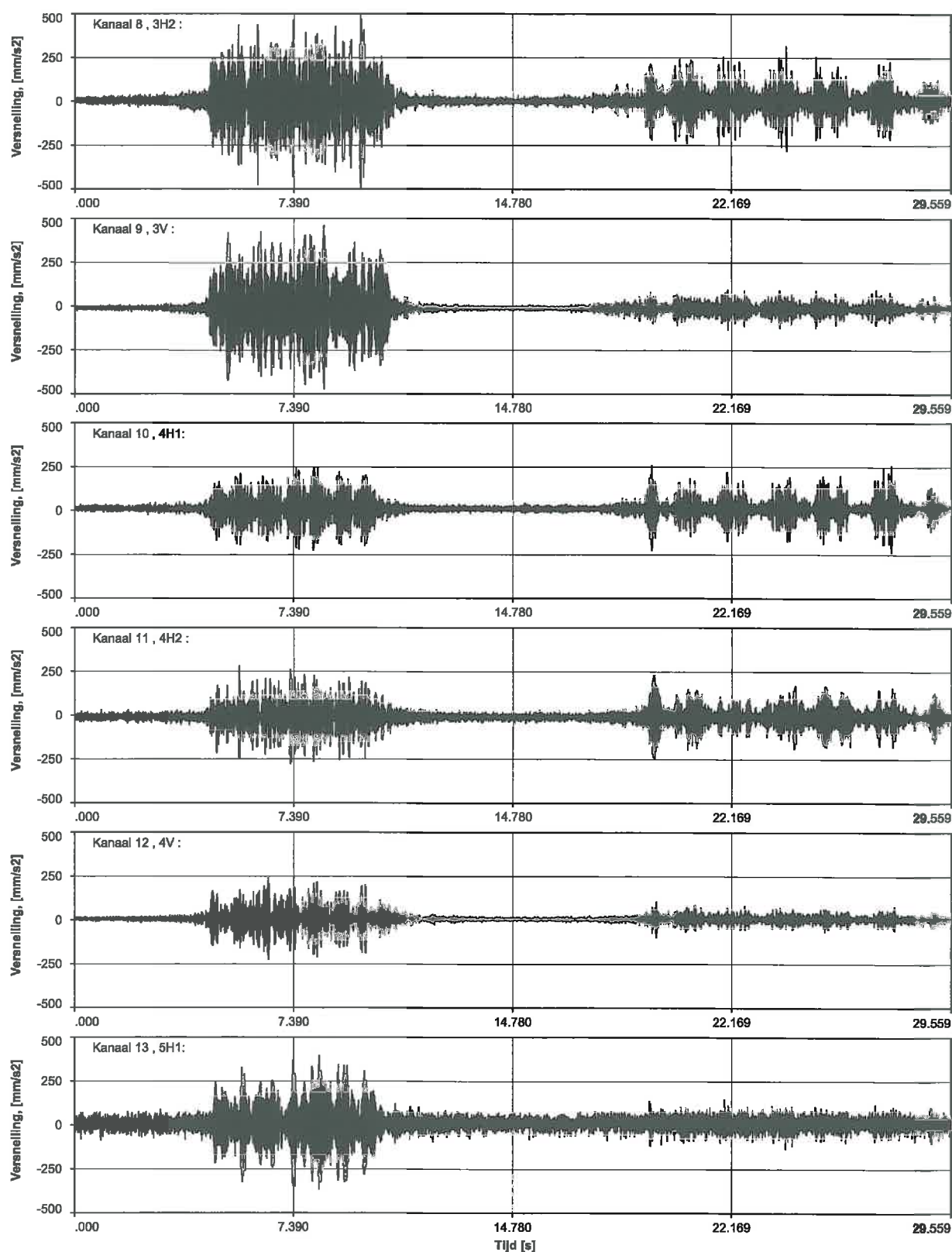
Bijl.: 2-B



Bestand: scan-117.000
Opmerkingen:
Datum: 12:19:14 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
meetraai A, wissel

Opdr.: 1009-0130-002
Bijl.: 2-C



Bestand: scan-139.000

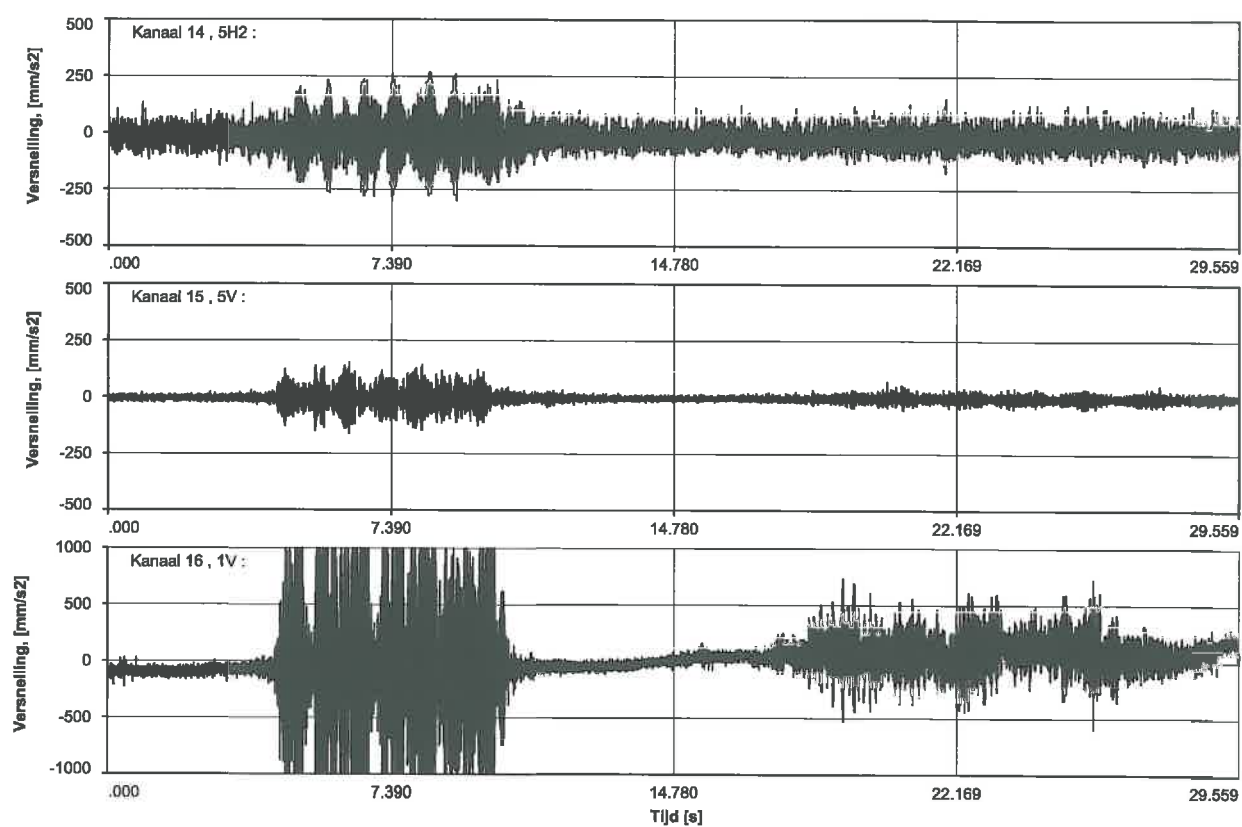
Opmerkingen:

Datum: 14:02:14 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 3-B



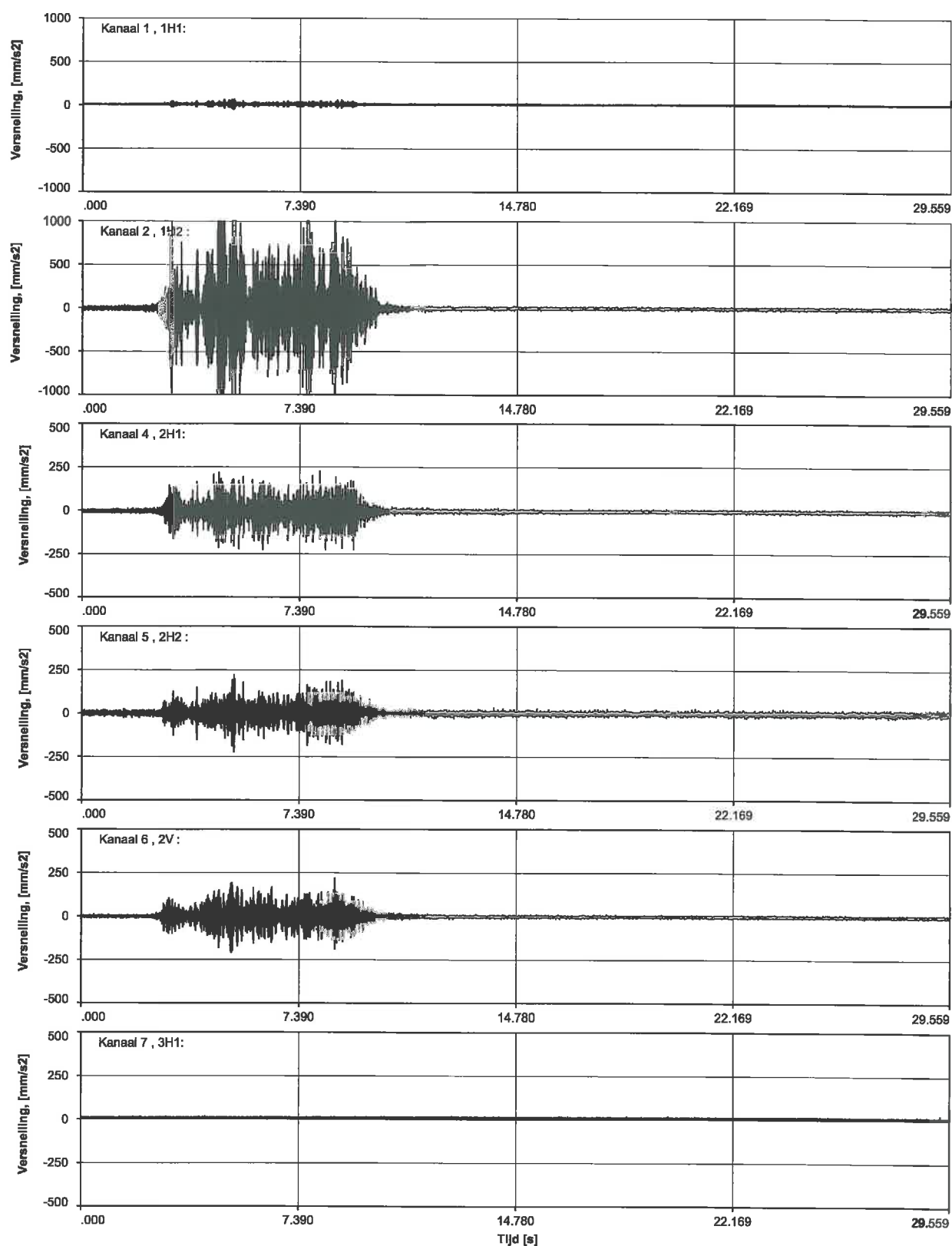
Bestand: scan-139.000

Opmerkingen:

Datum: 14:02:14 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 3-C



Bestand: scan-94.000

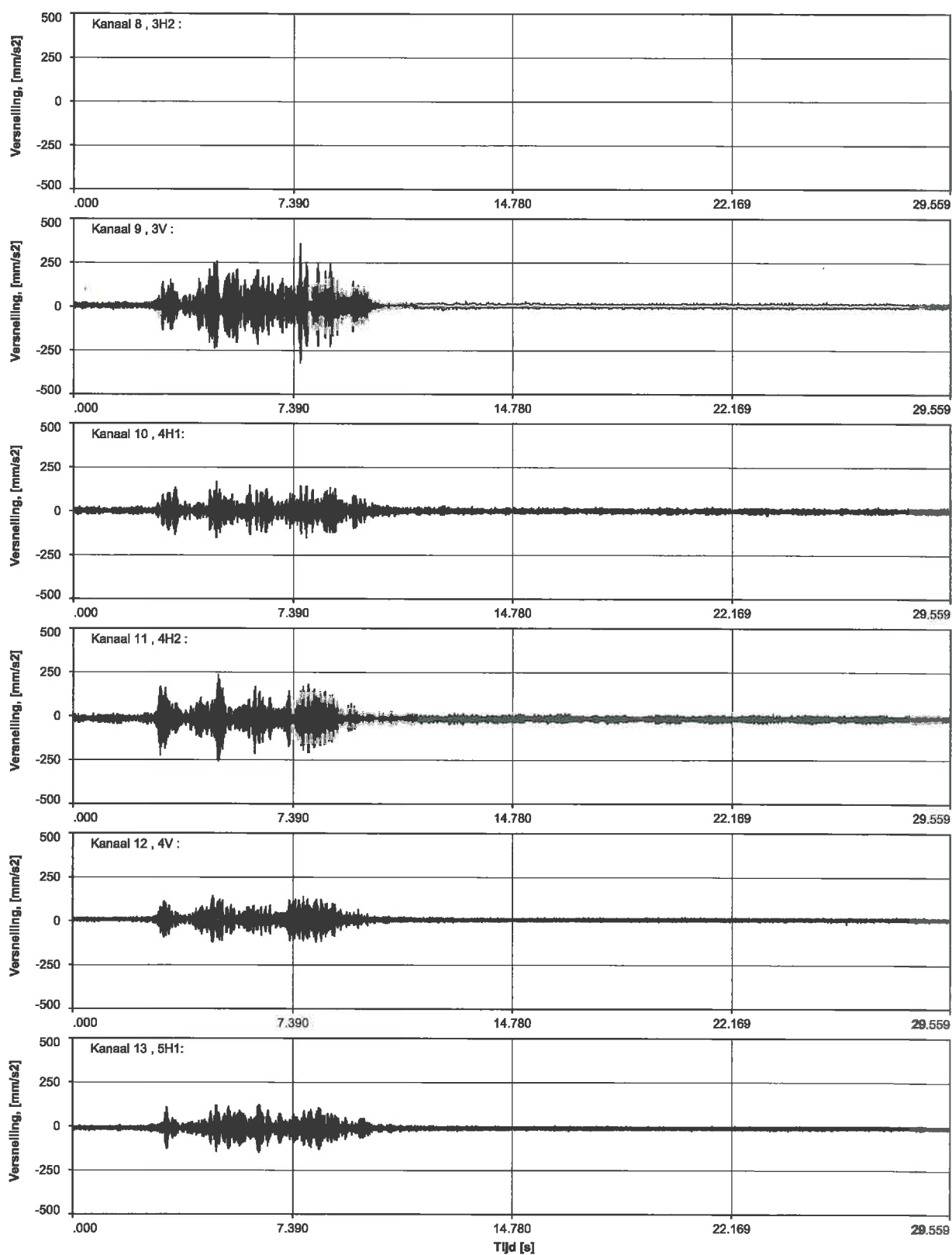
Opmerkingen:

Datum: 10:31:12 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 4-A



Bestand: scan-94.000

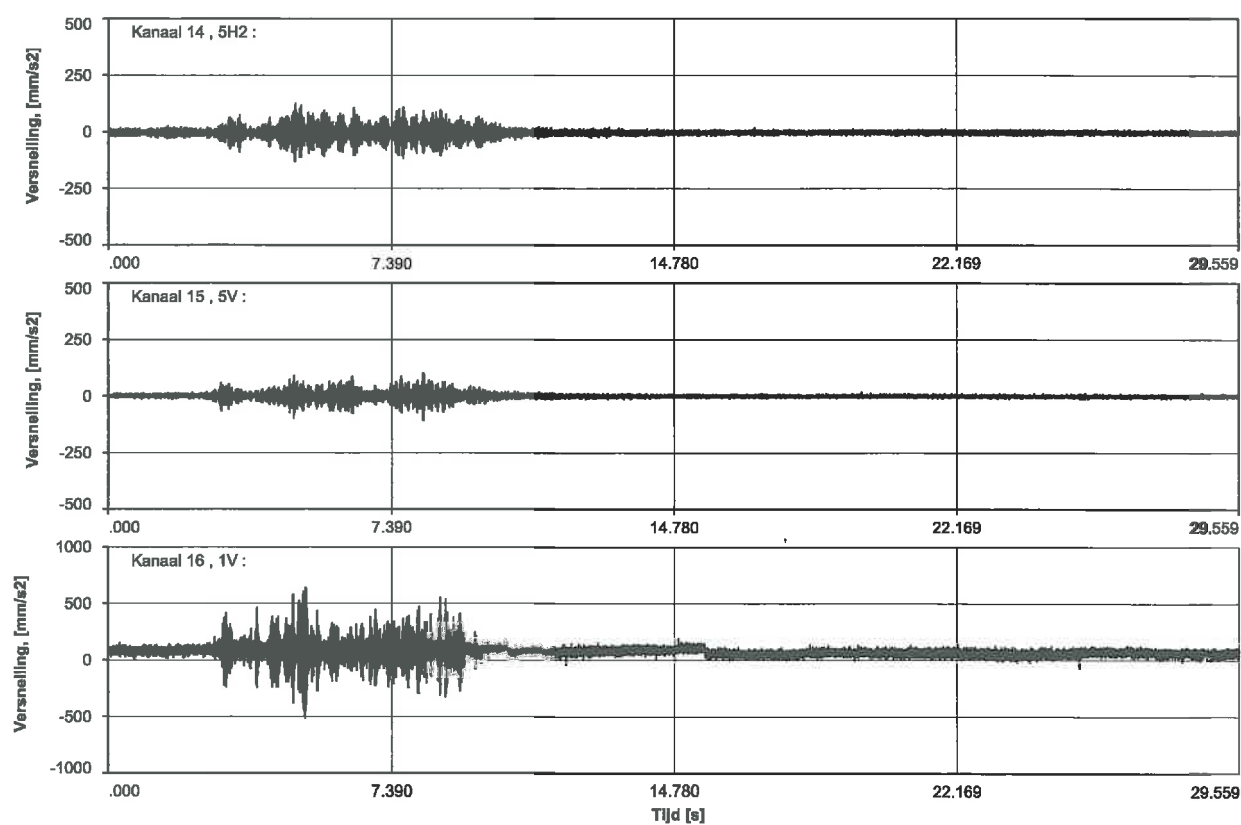
Opmerkingen:

Datum: 10:31:12 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel

Opdr.: 1009-0130-002

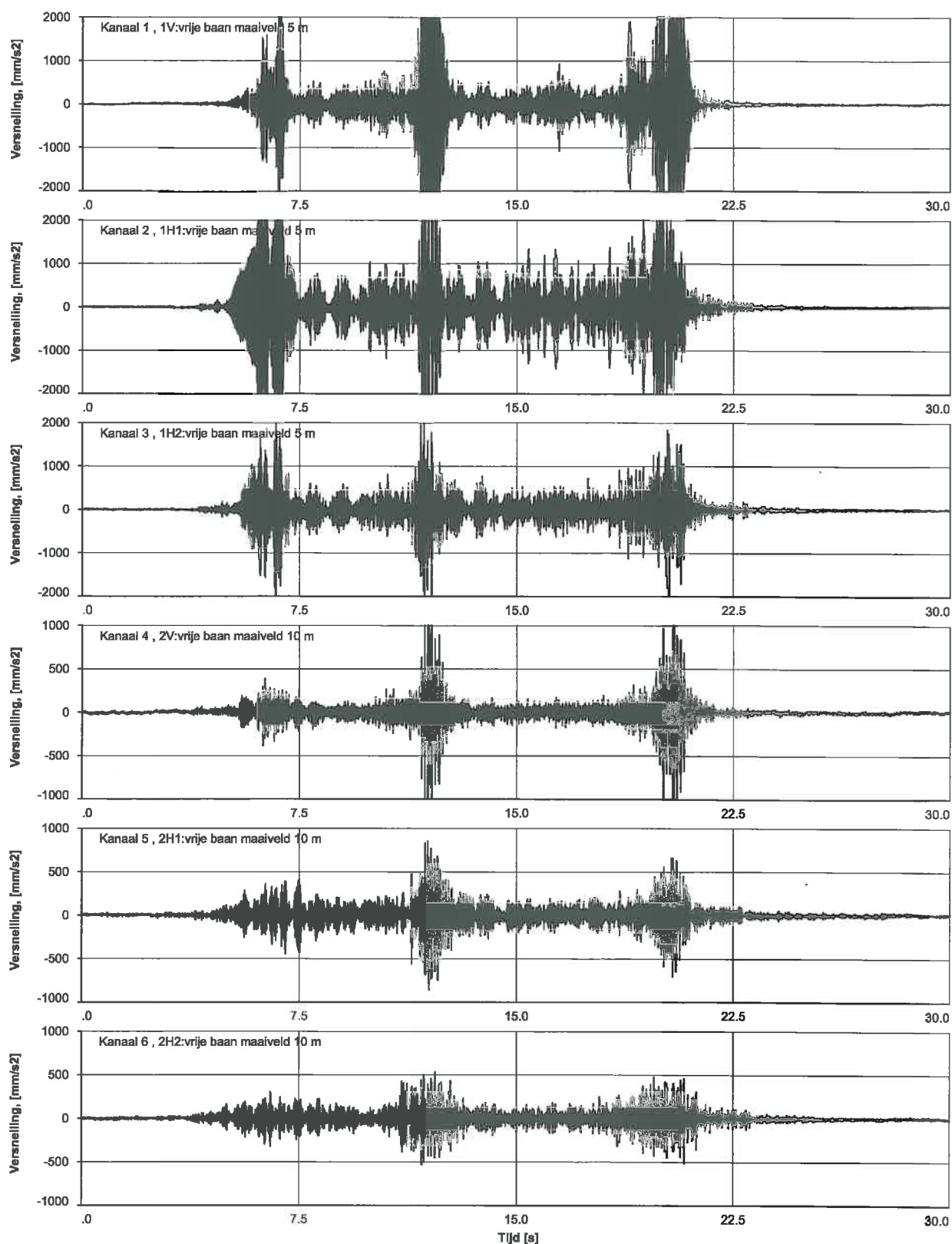
Bijl.: 4-B



Bestand: scan-94.000
Opmerkingen:
Datum: 10:31:12 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
meetraai A, wissel

Opdr.: 1009-0130-002
Bijl.: 4-C



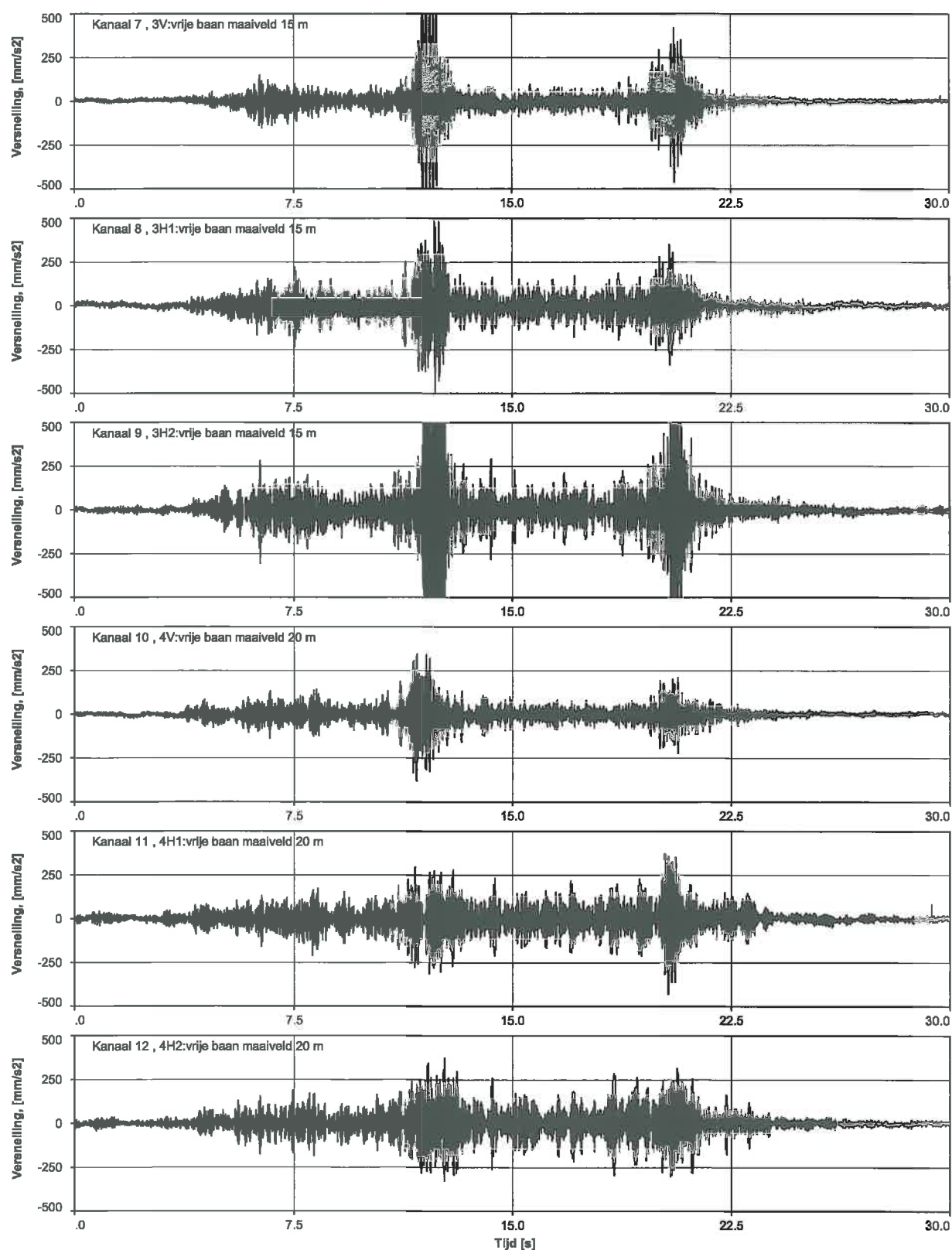
Bestand: goeda.004

Opmerkingen: Captrain papirentrein → Ah, 12:20 uur

Datum: 24/03/11 12:19

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 5-A



Bestand: goeda.004

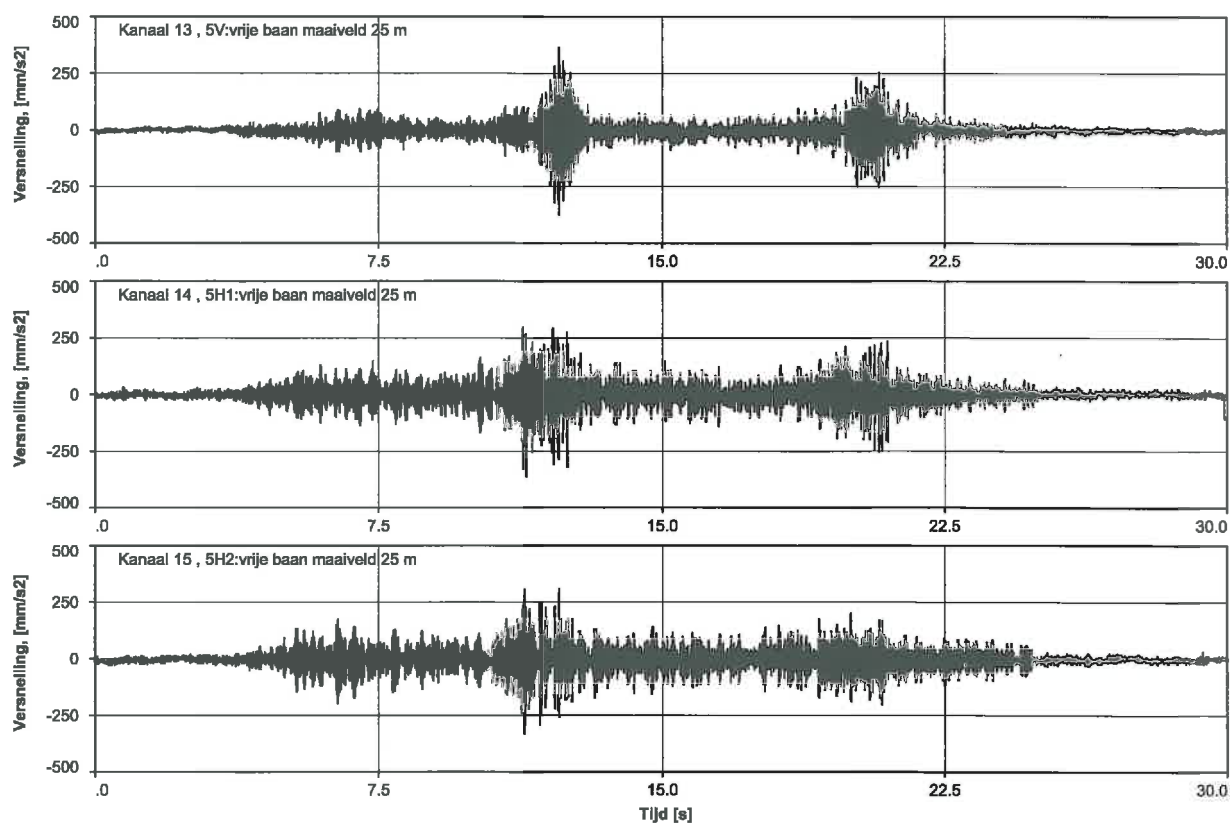
Opmerkingen: Captrain papiertrain --> Ah, 12:20 uur

Datum: 24/03/11 12:19

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 5-B



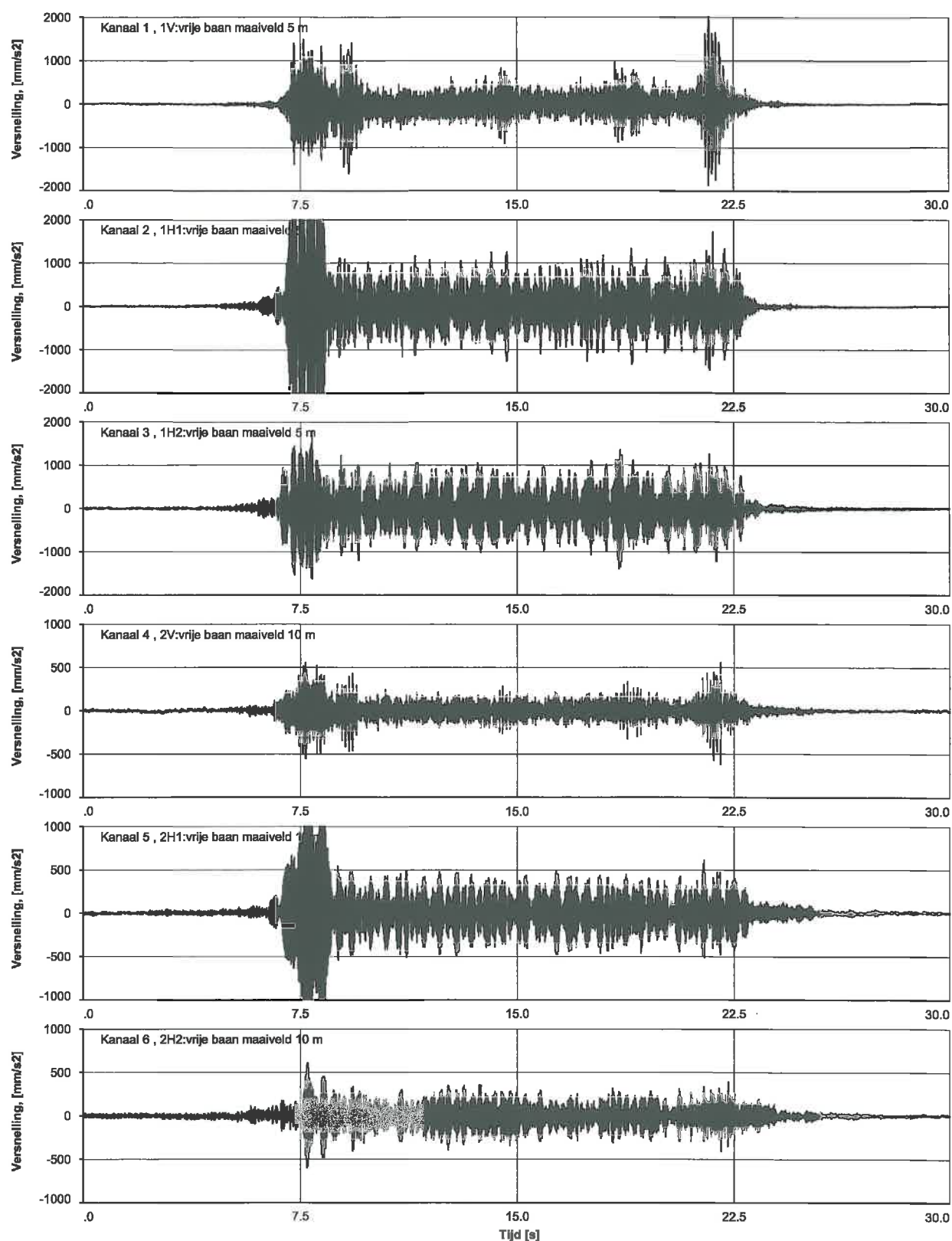
Bestand: goeda.004

Opmerkingen: Captrain papiertrein --> Ah, 12:20 uur

Datum: 24/03/11 12:19

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 5-C



Bestand: goeda.001

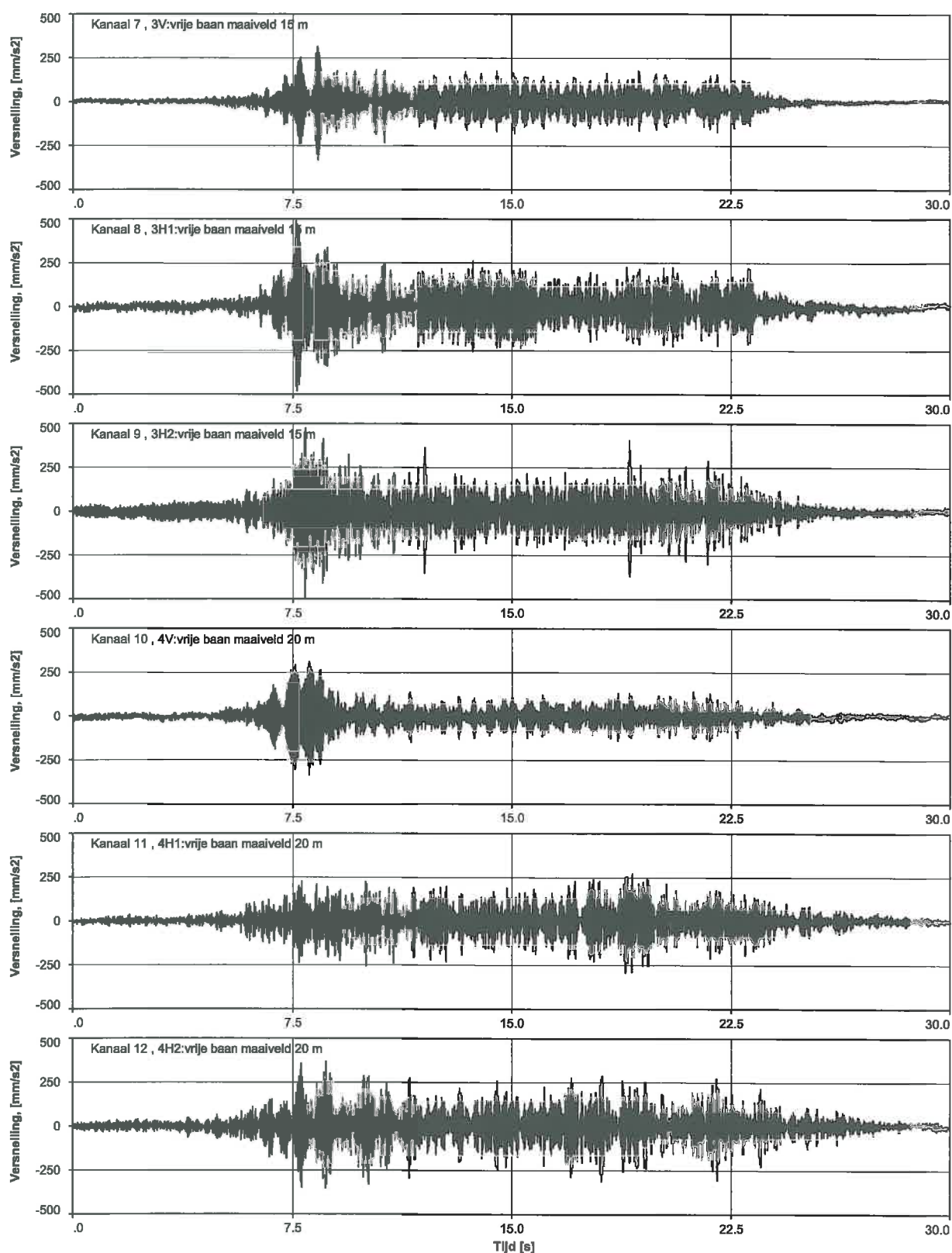
Opmerkingen: goed --> Ah, 09:54

Datum: 24/03/11 09:54

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 6-A



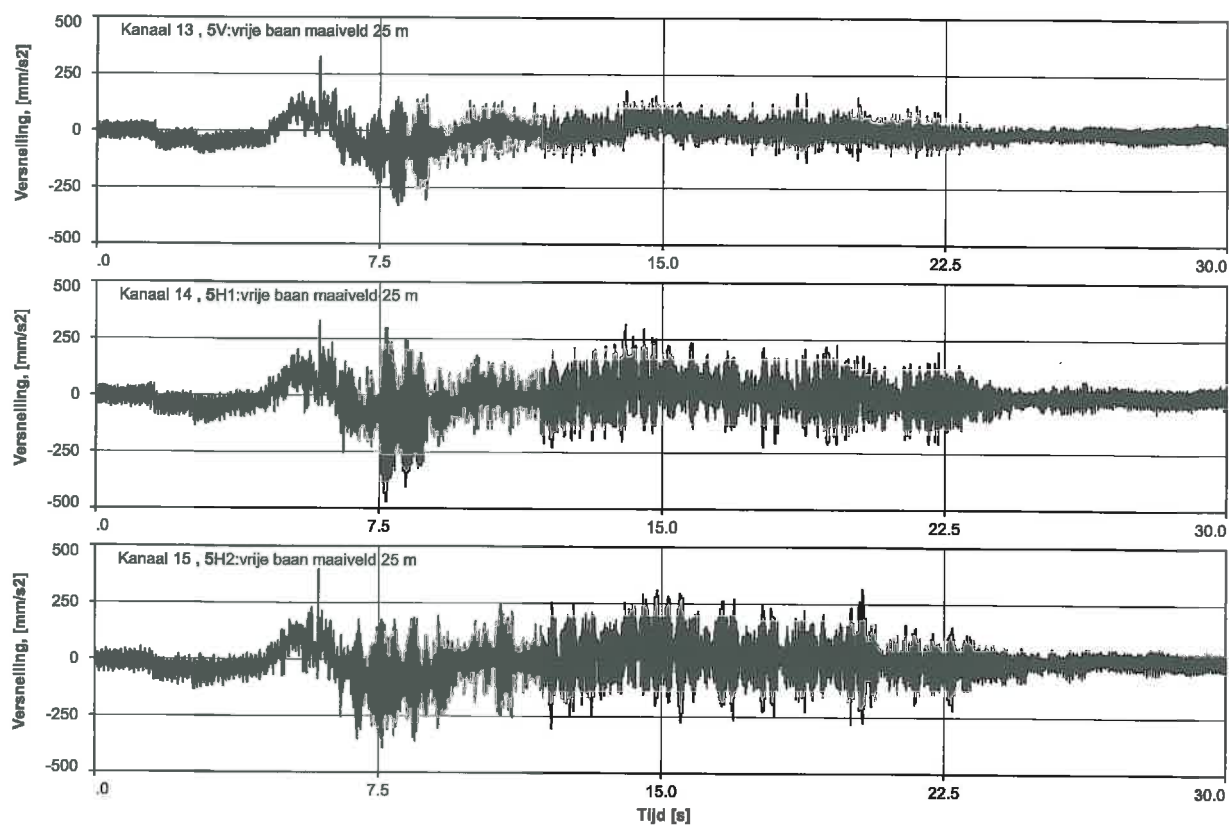
Bestand: goeda.001

Opmerkingen: goed → Ah, 09:54

Datum: 24/03/11 09:54

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan

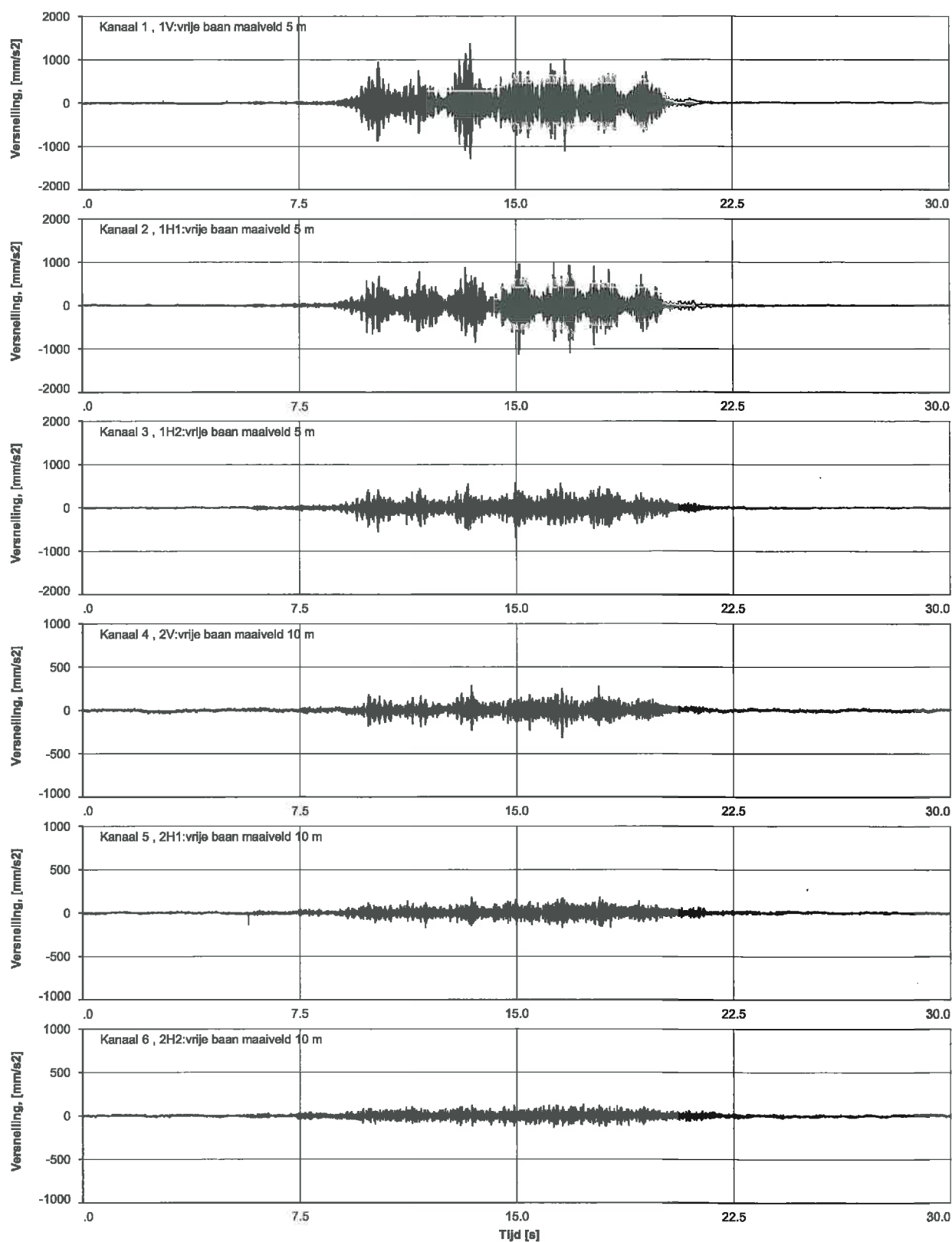
Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 6-B



Bestand: goeda.001
 Opmerkingen: goed --> Ah, 09:54
 Datum: 24/03/11 09:54

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
 TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 6-C



Bestand: sttrah.008

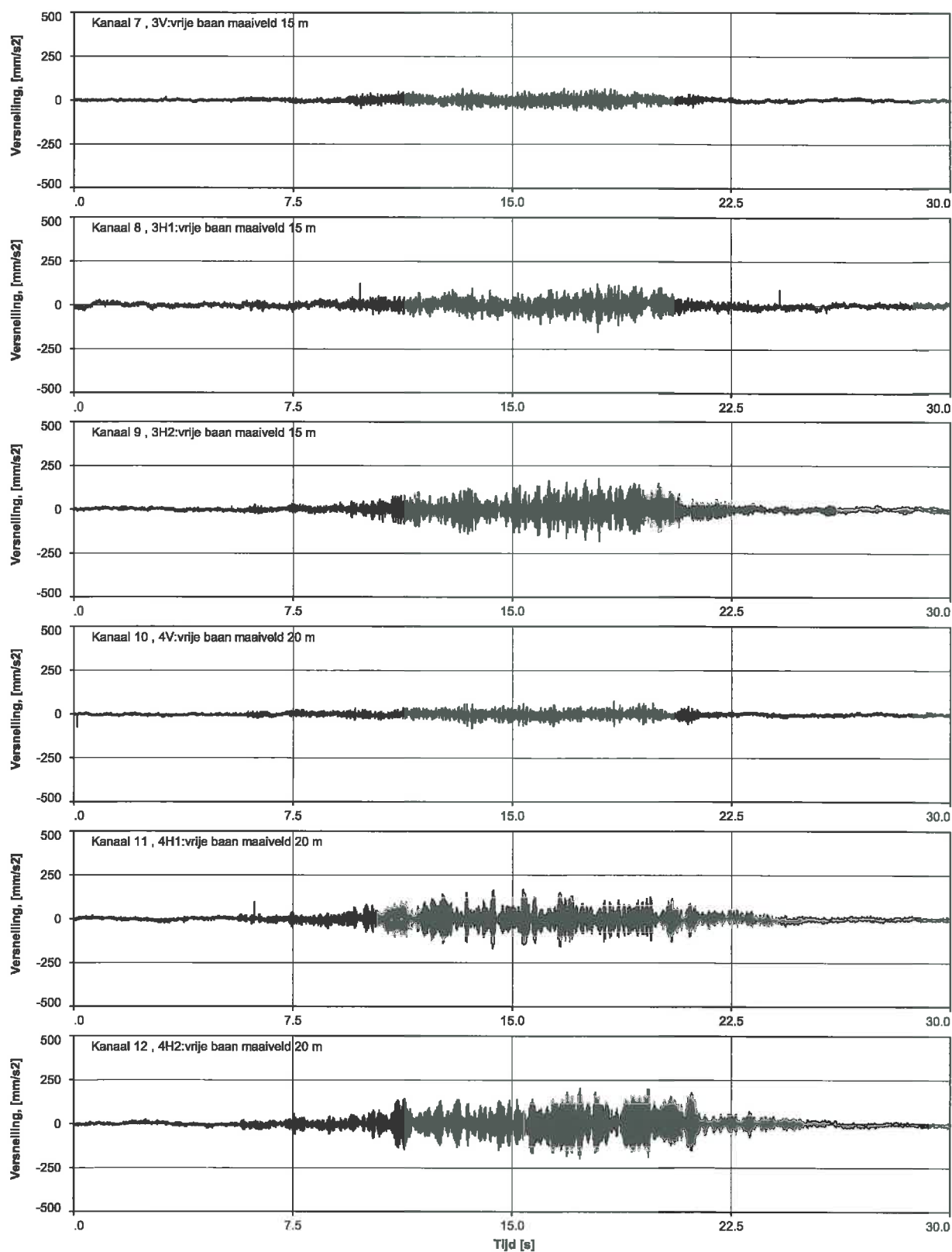
Opmerkingen: VIRM -> Ah 11:17 uur

Datum: 24/03/11 11:17

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 7-A



Bestand: sttrah.008

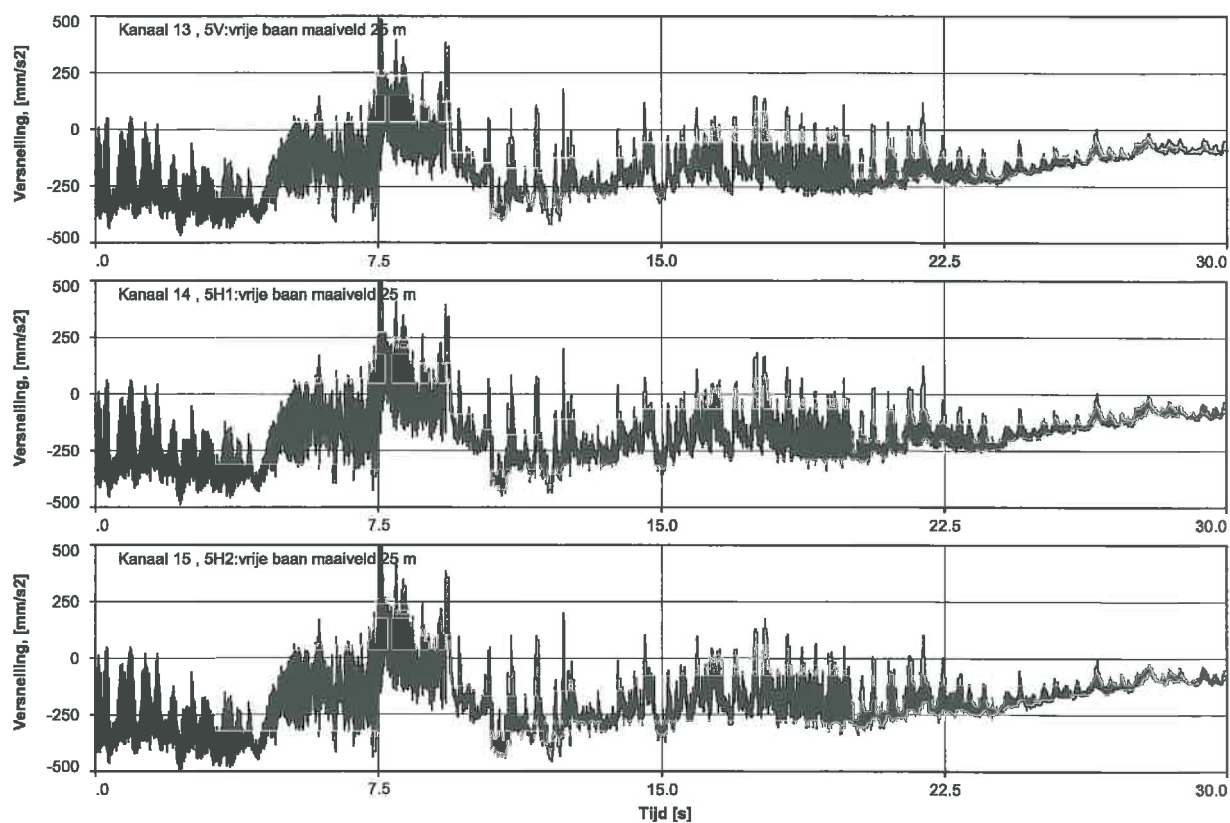
Opmerkingen: VIRM -> Ah 11:17 uur

Datum: 24/03/11 11:17

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan

Opdr.: 1009-0130-002

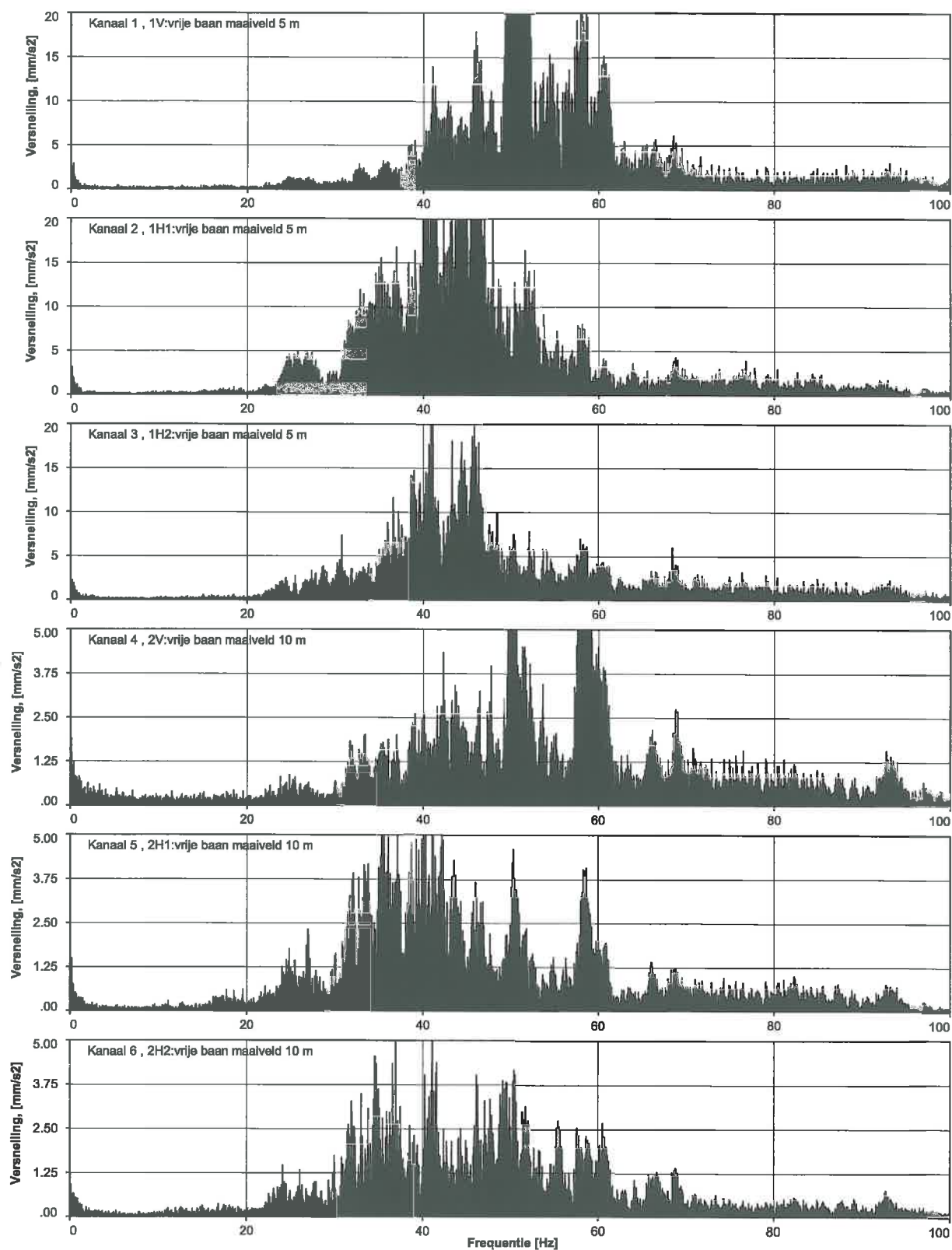
Bijl.: 7-B



Bestand: sttrah.008
Opmerkingen: VIRM → Ah 11:17 uur
Datum: 24/03/11 11:17

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
meetraai B, vrije baan

Opdr.: 1009-0130-002
Bijl.: 7-C



Bestand: pgoeda.004

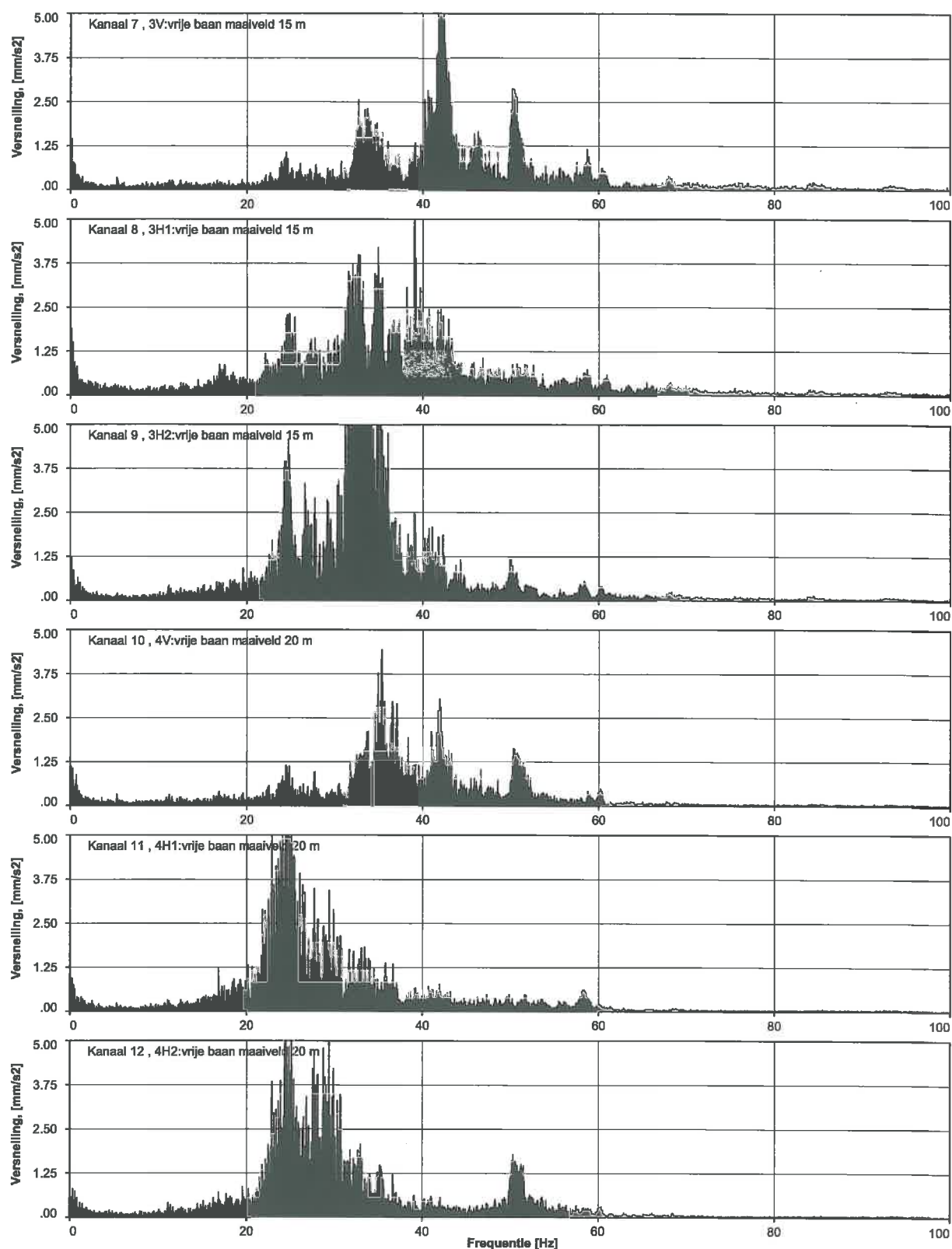
Opmerkingen: Captrain papiertrain --> Ah, 12:20 uur

Datum: 24/03/11 12:19

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002

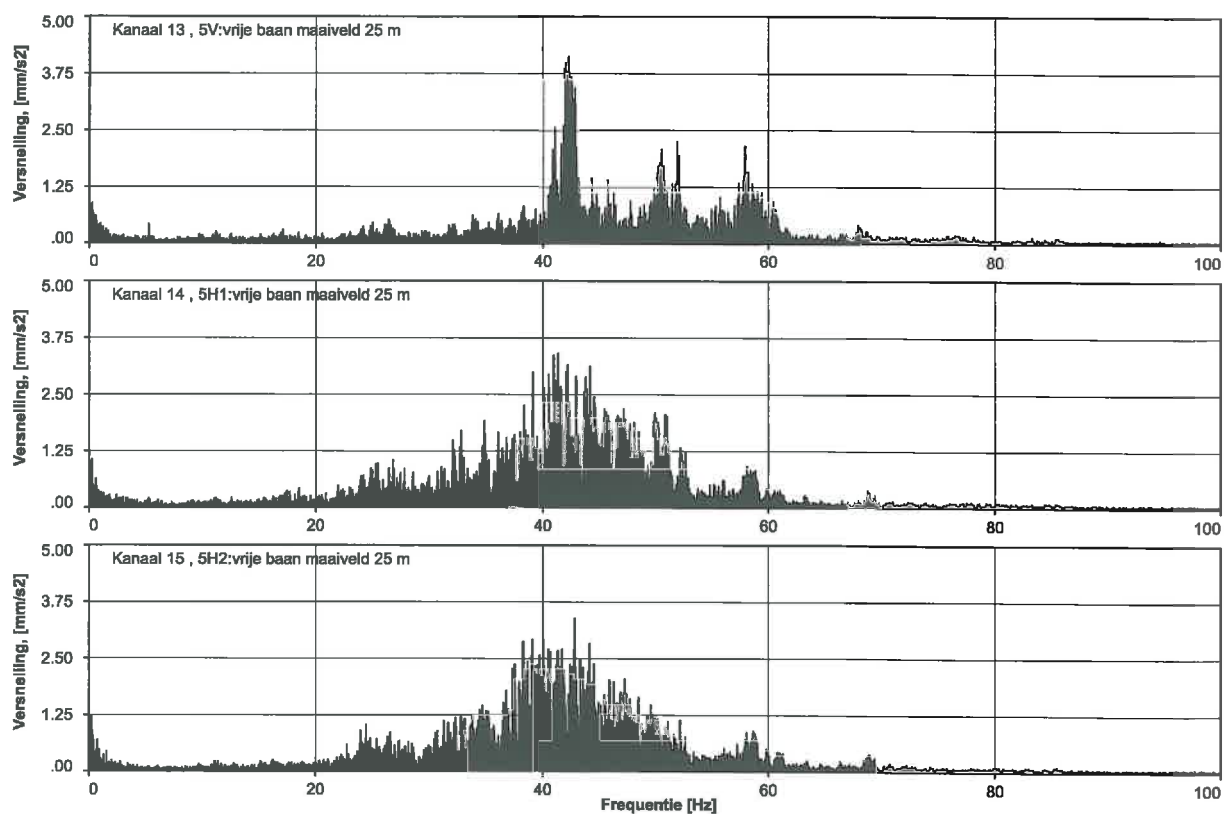
Bijl.: 8-A



Bestand: pgoeda.004
 Opmerkingen: Captrain papiertrain --> Ah, 12:20 uur
 Datum: 24/03/11 12:19

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 8-B



Bestand: pgoeda.004

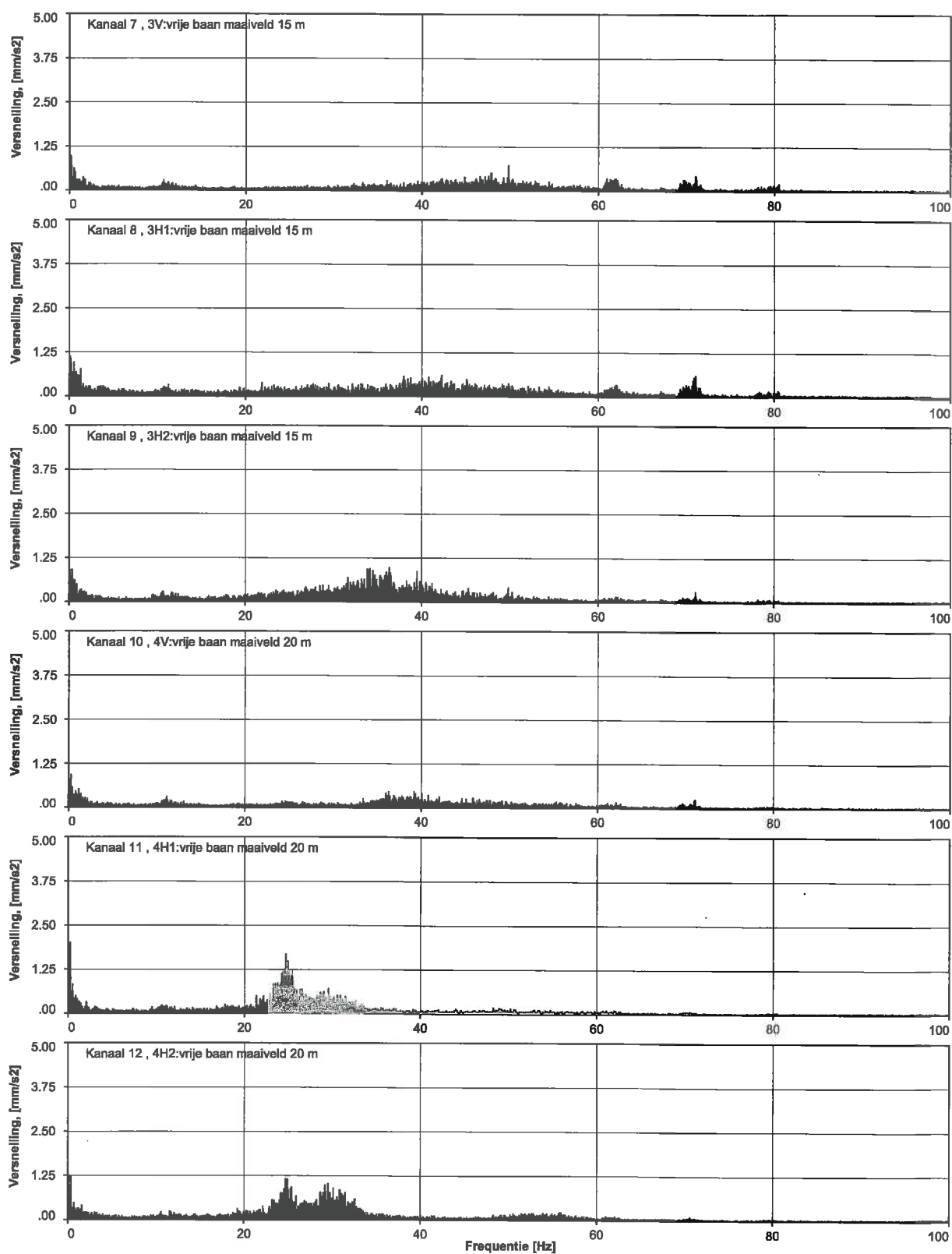
Opmerkingen: Captrain papirentrein → Ah, 12:20 uur

Datum: 24/03/11 12:19

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002

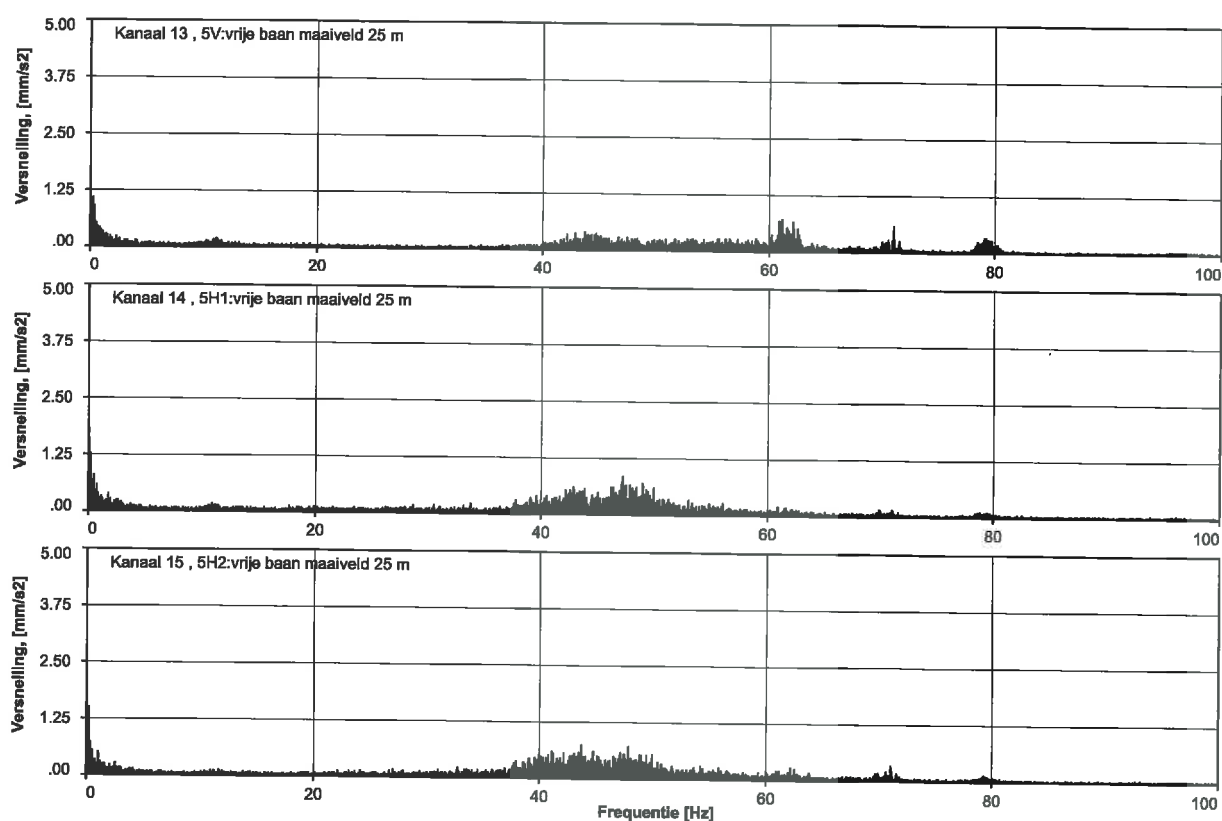
Bijl.: 8-C



Bestand: pgoed u.002
Opmerkingen: kolen optrekkend
Datum: 24/03/11 16:44

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
meetraai B, vrije baan, FFT

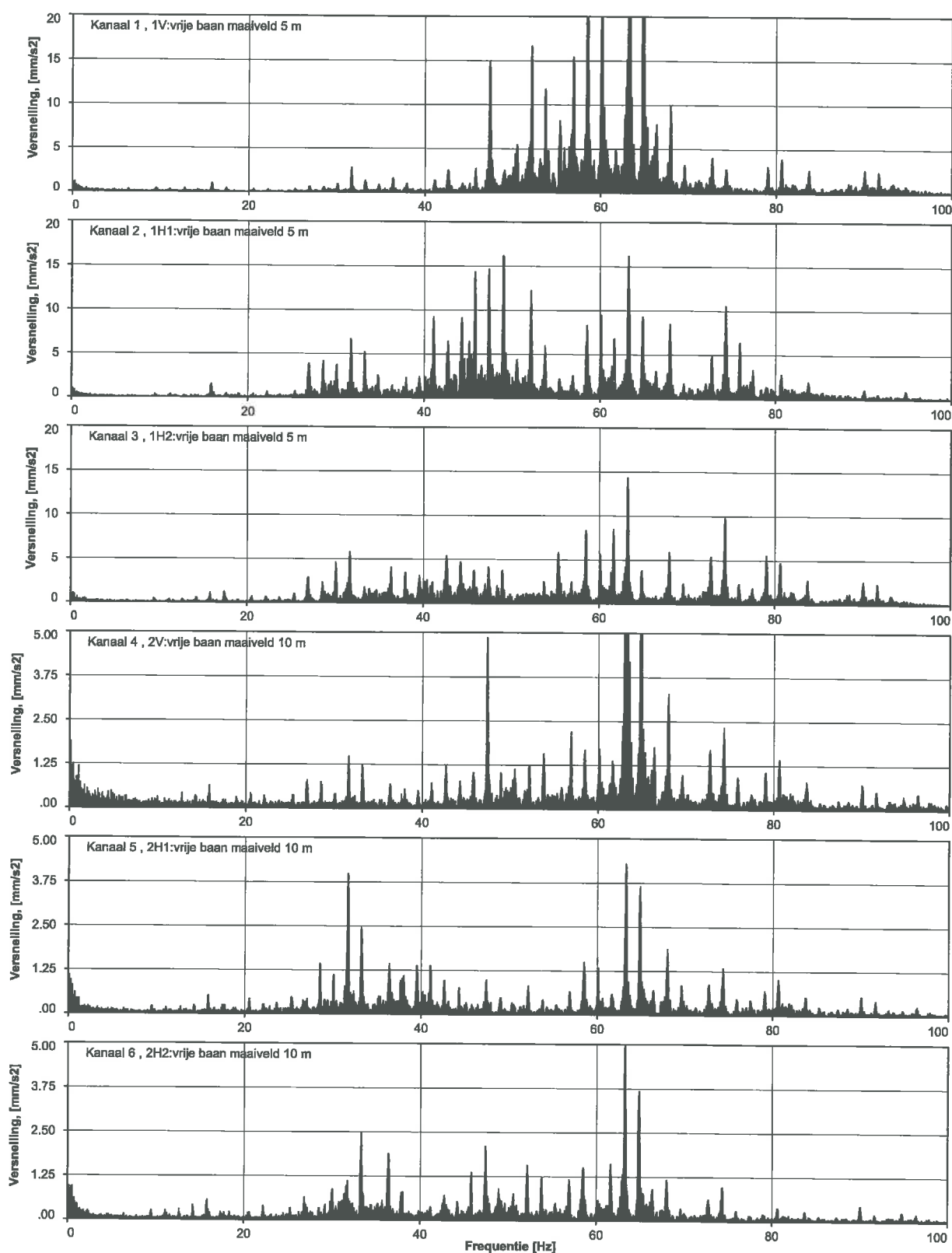
Opdr.: 1009-0130-002
Bijl.: 9-B



Bestand: pgoed u.002
Opmerkingen: kolen optrekkend
Datum: 24/03/11 16:44

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
meetraai B, vrije baan, FFT

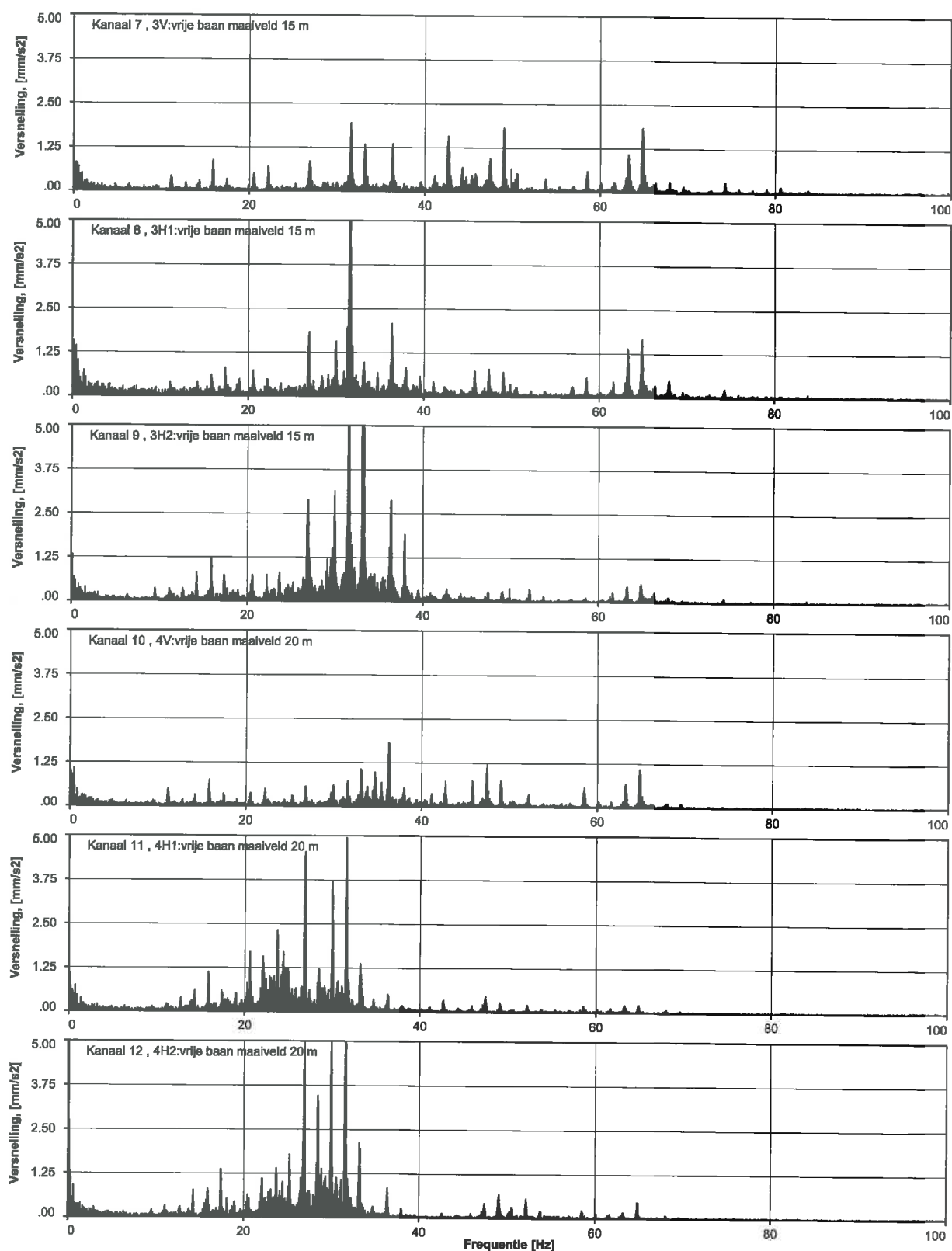
Opdr.: 1009-0130-002
Bijl.: 9-C



Bestand: piceah.003
 Opmerkingen: ICE → Ah, 13:06
 Datum: 24/03/11 13:07

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
 TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 10-A



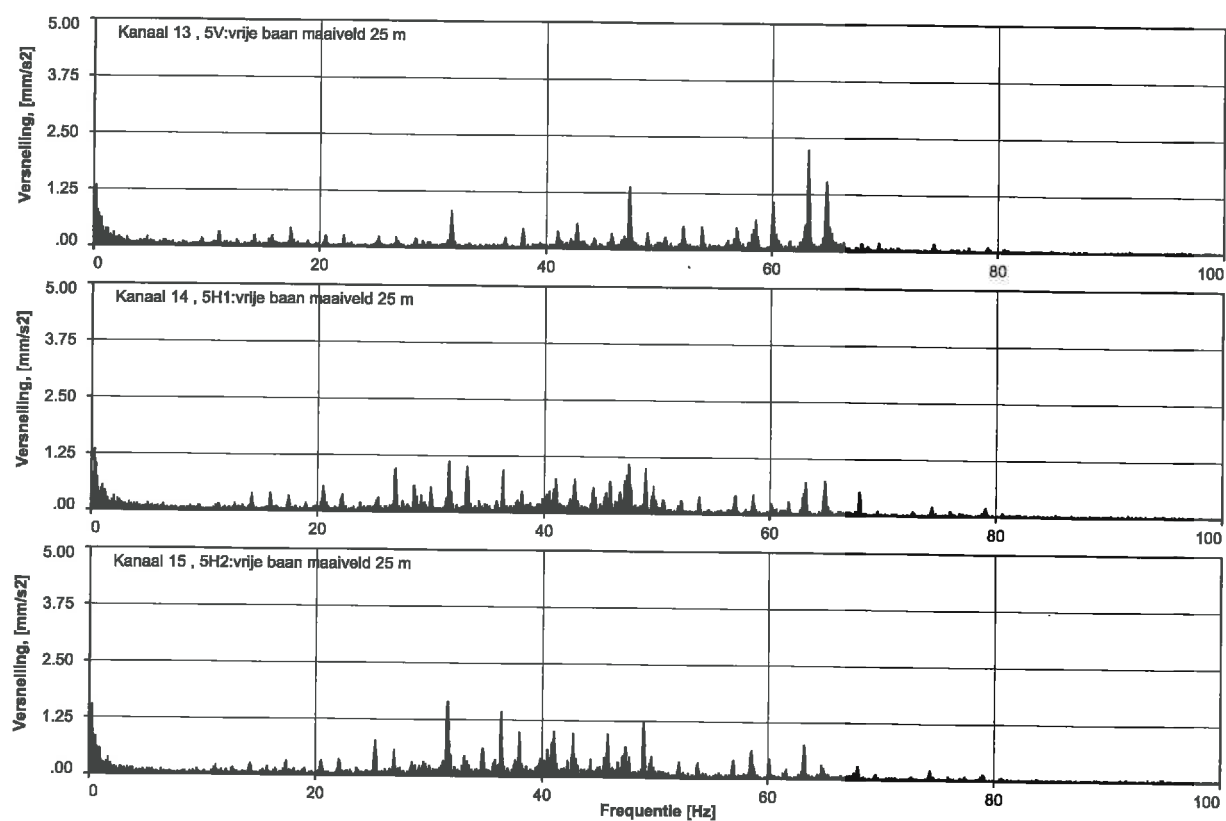
Bestand: piceah.003

Opmerkingen: ICE --> Ah, 13:06

Datum: 24/03/11 13:07

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 10-B



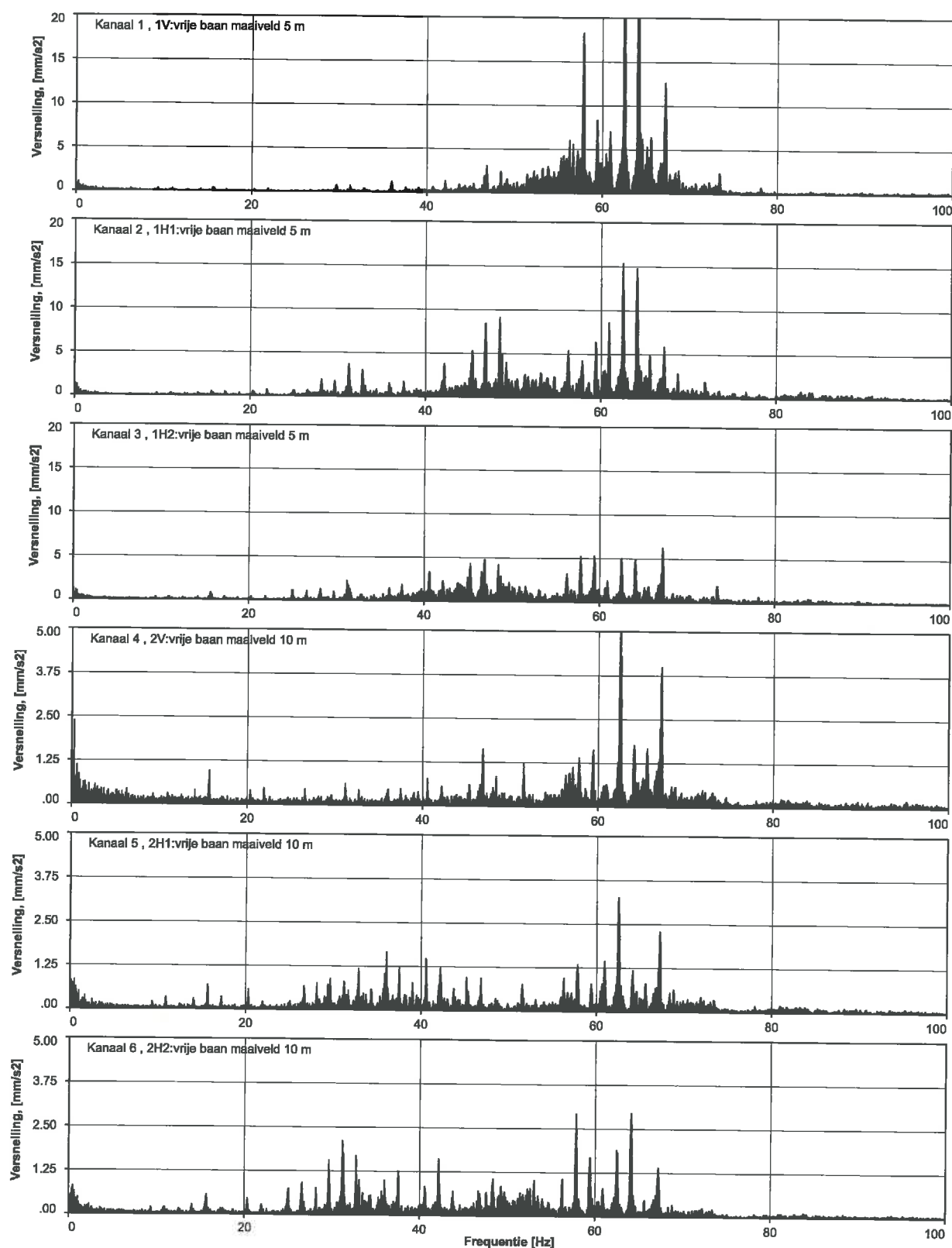
Bestand: piceah.003

Opmerkingen: ICE --> Ah, 13:06

Datum: 24/03/11 13:07

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 10-C



Bestand: piceut.002

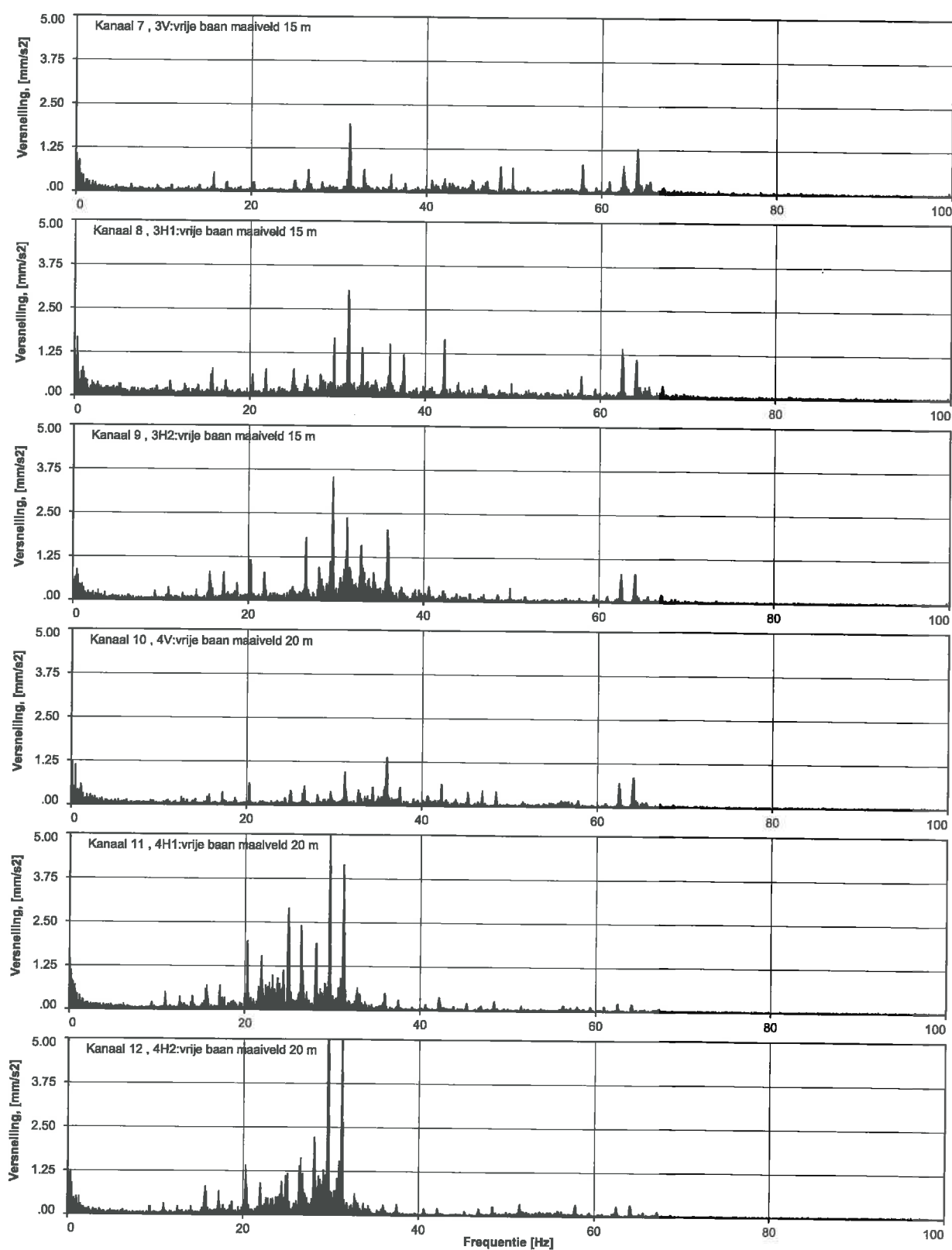
Opmerkingen: ICE --> Ut, 12:49

Datum: 24/03/11 12:49

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 11-A



Bestand: piceut.002

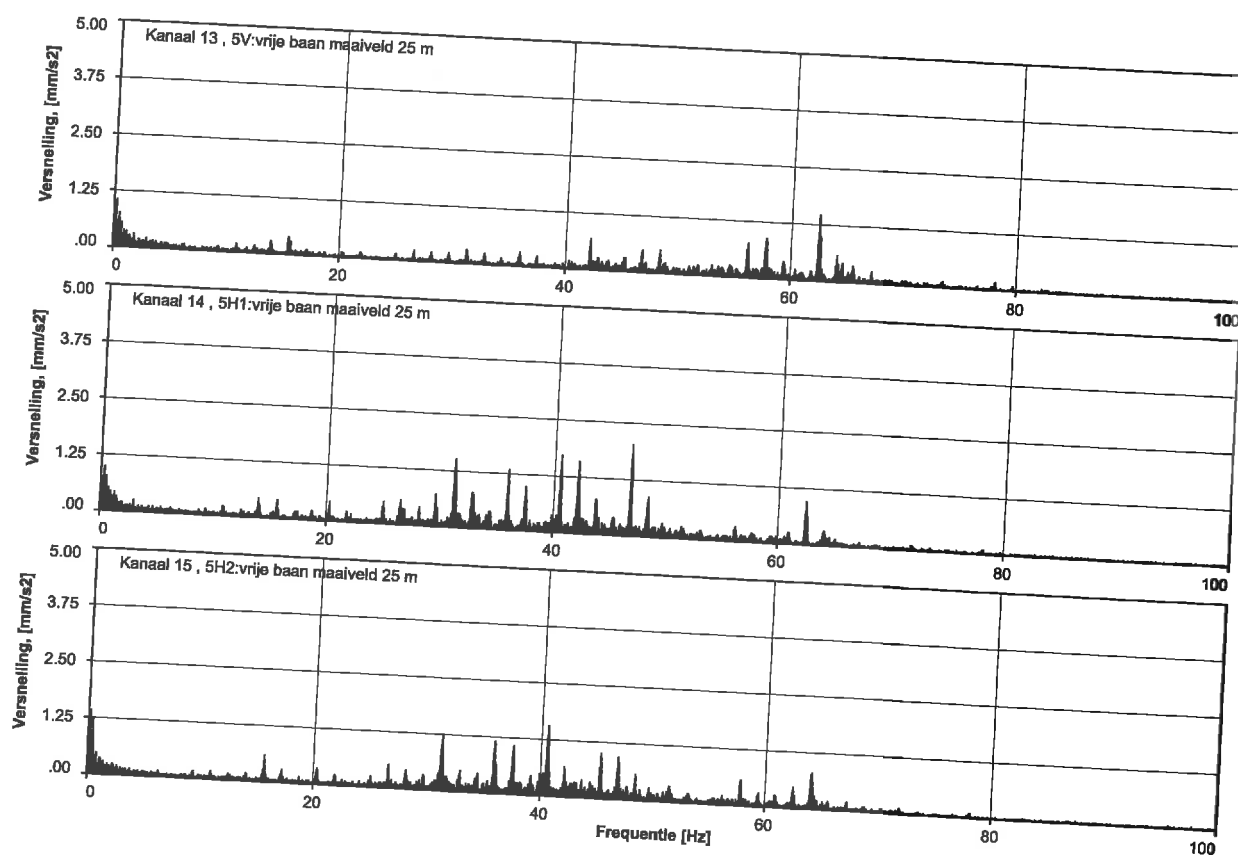
Opmerkingen: ICE → Ut, 12:49

Datum: 24/03/11 12:49

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 11-B



Bestand: piceut.002

Opmerkingen: ICE → Ut, 12:49

datum: 24/03/11 12:49

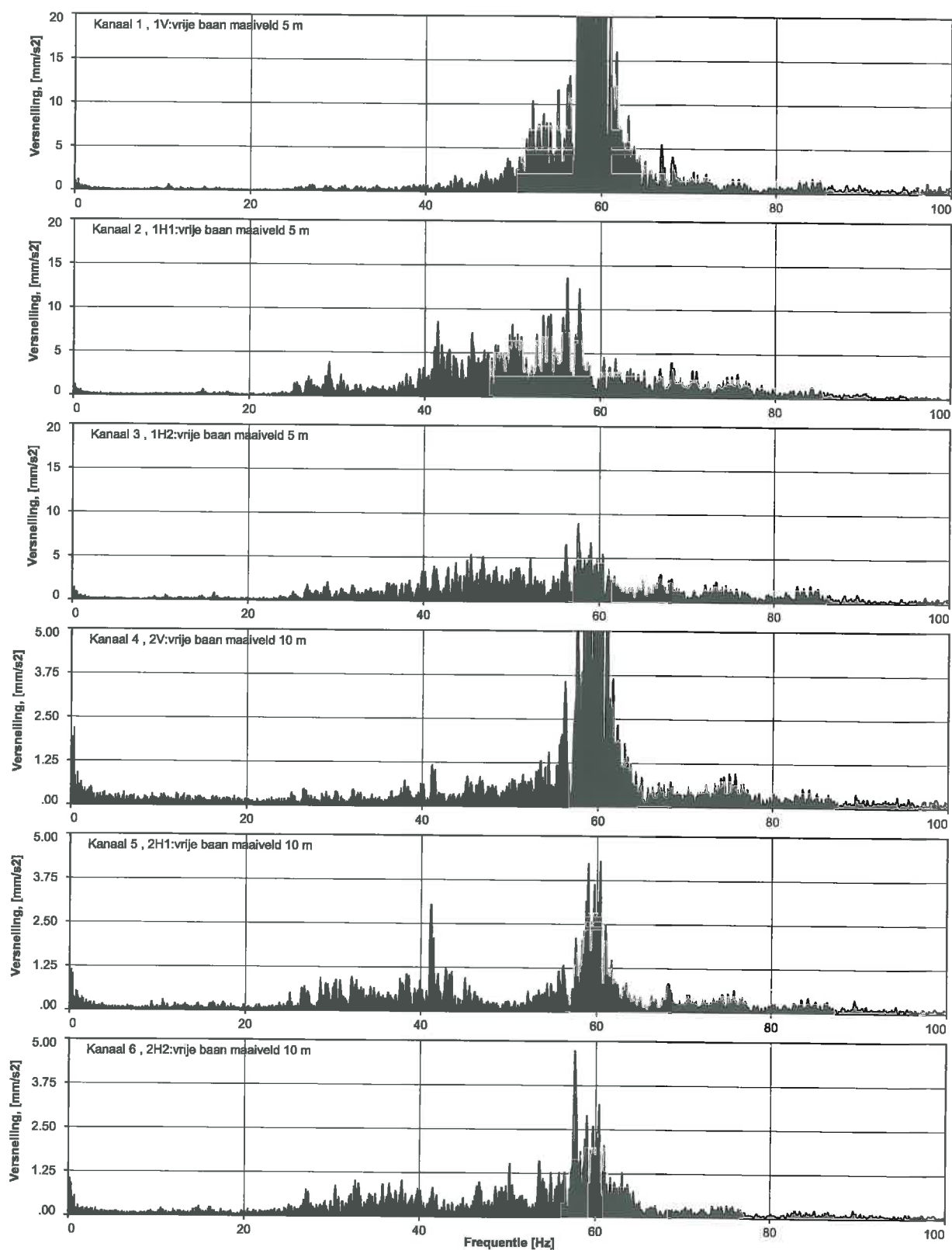
GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE

TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN

metraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 11-C



Bestand: picah.010

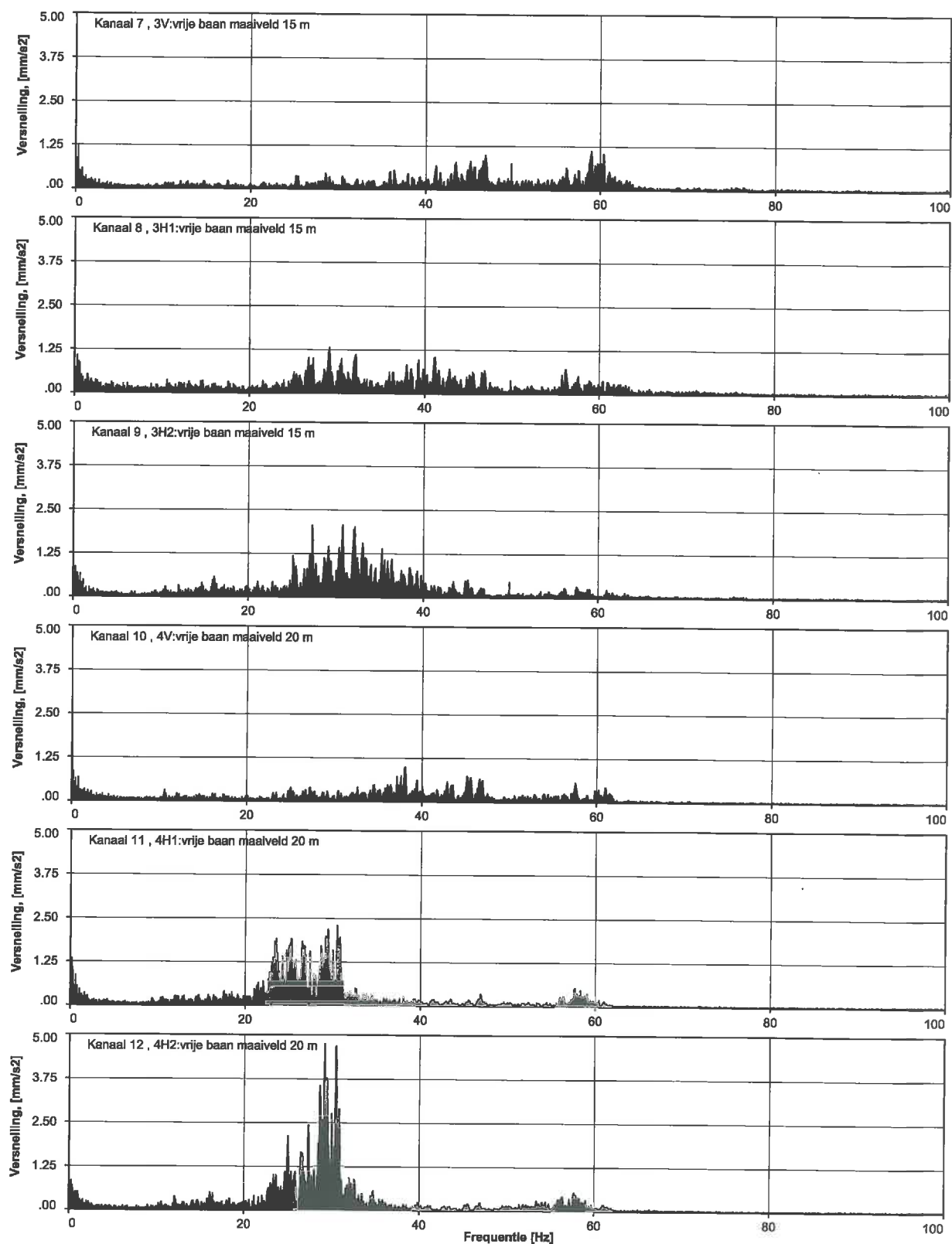
Opmerkingen: VIRM --> Ah, 15:30

Datum: 24/03/11 15:31

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 12-A



Bestand: picah.010

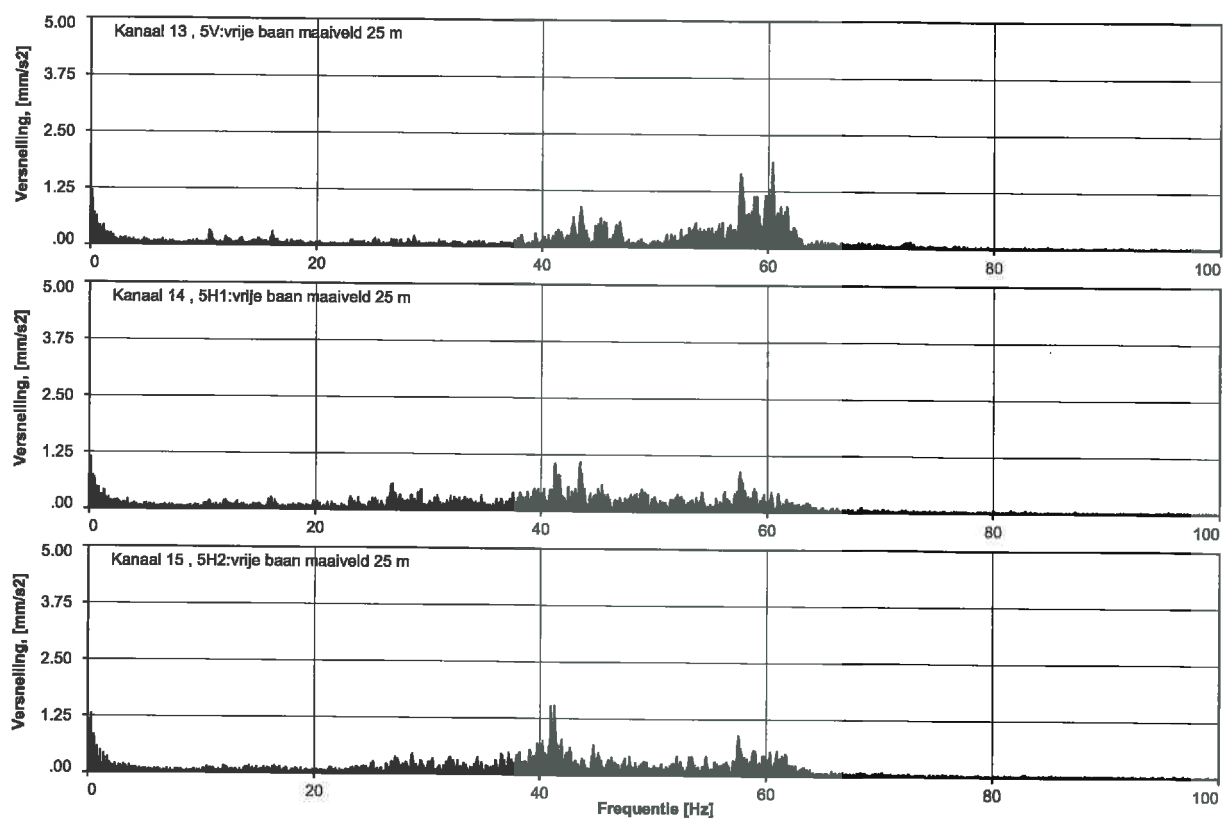
Opmerkingen: VIRM → Ah, 15:30

Datum: 24/03/11 15:31

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002

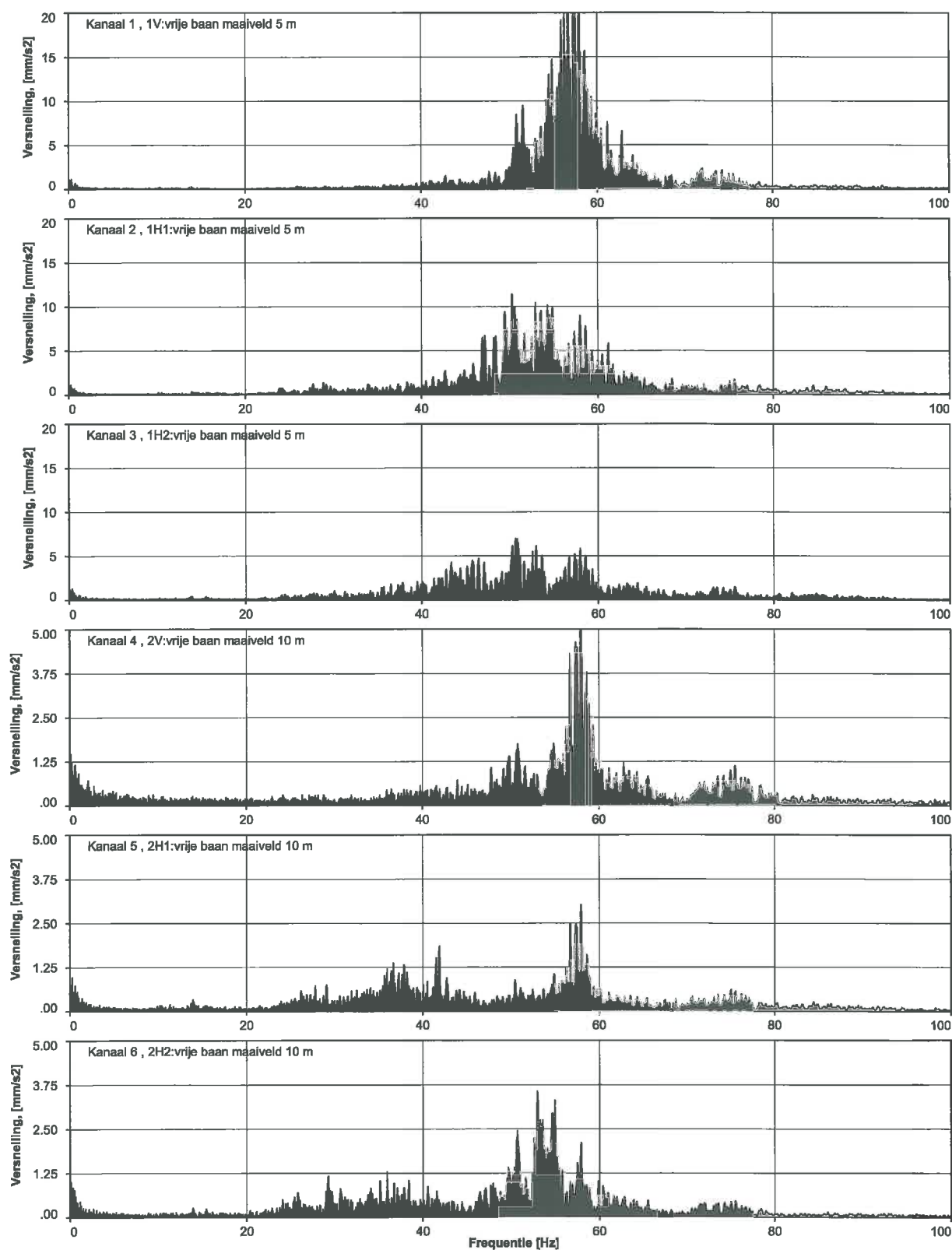
Bijl.: 12-B



Bestand: picah.010
 Opmerkingen: VIRM → Ah, 15:30
 Datum: 24/03/11 15:31

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
 TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

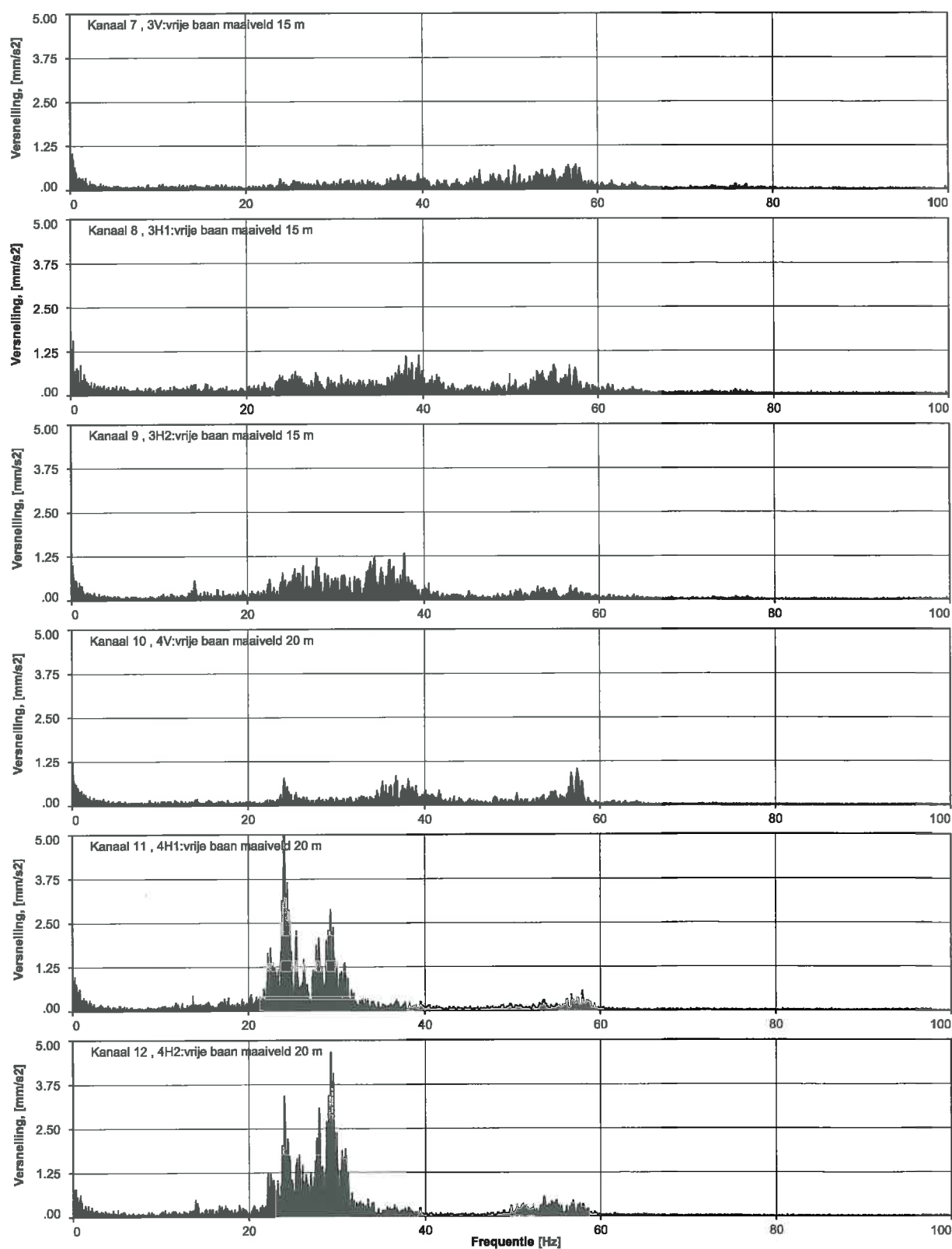
Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 12-C



Bestand: picut.007
 Opmerkingen: VIRM -> Ut, 14:31
 Datum: 24/03/11 14:31

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 13-A



Bestand: picut.007

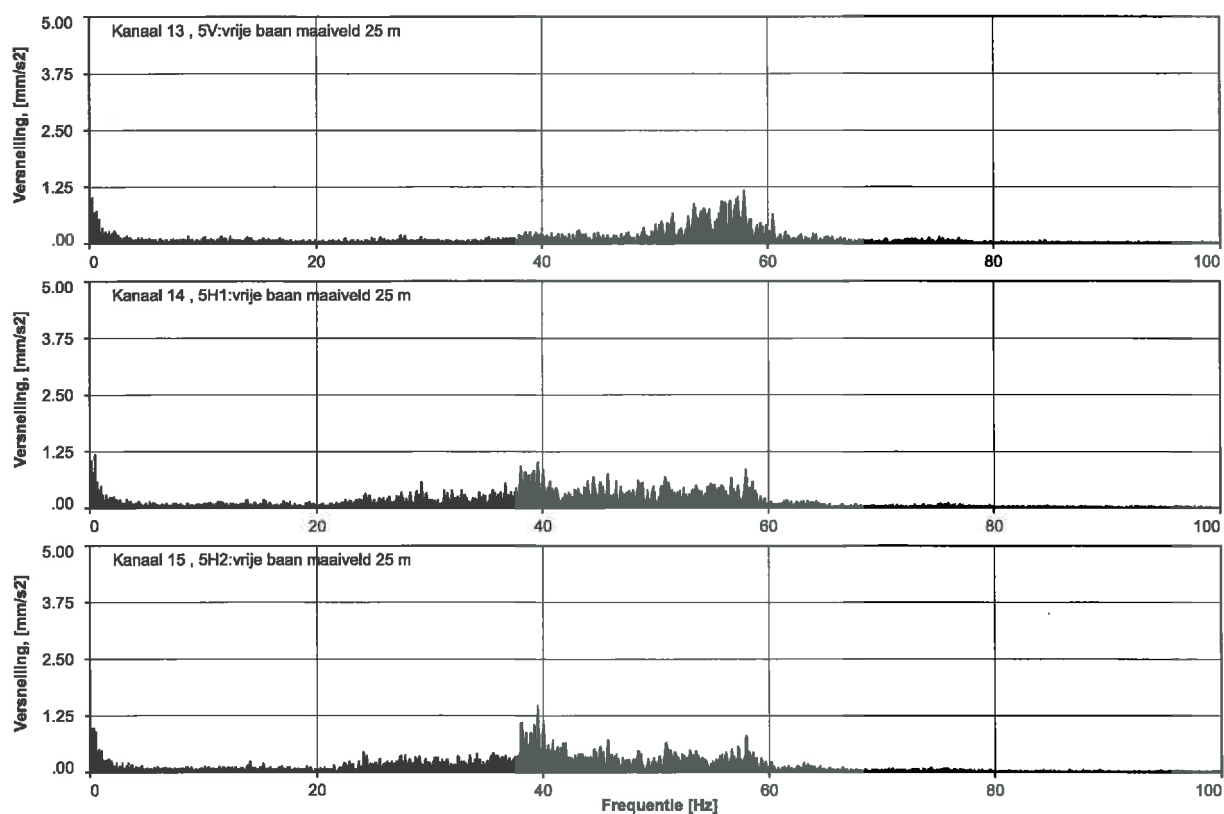
Opmerkingen: VIRM → Ut, 14:31

Datum: 24/03/11 14:31

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 13-B



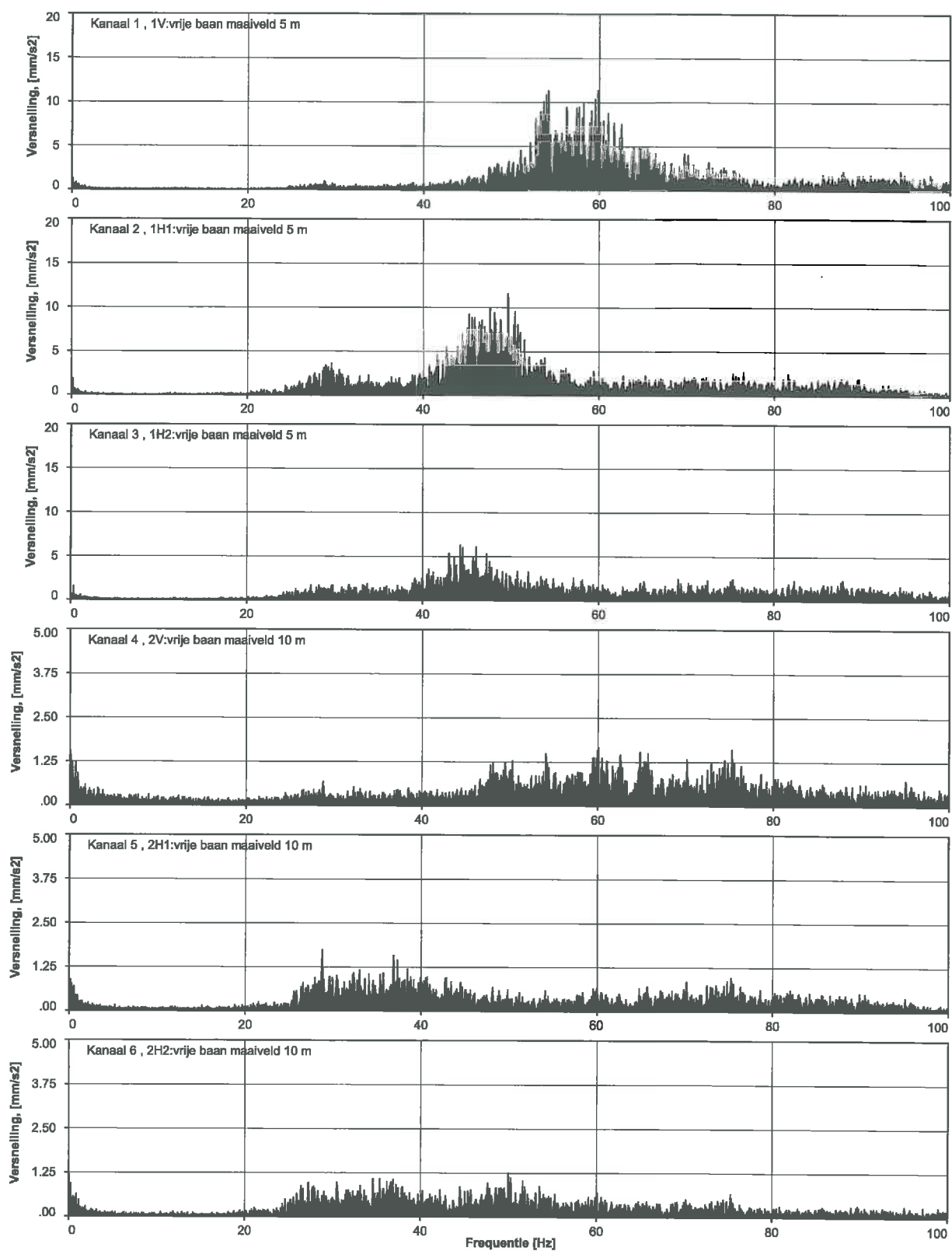
Bestand: picut.007

Opmerkingen: VIRM --> Ut, 14:31

Datum: 24/03/11 14:31

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 13-C



Bestand: psttrah.012

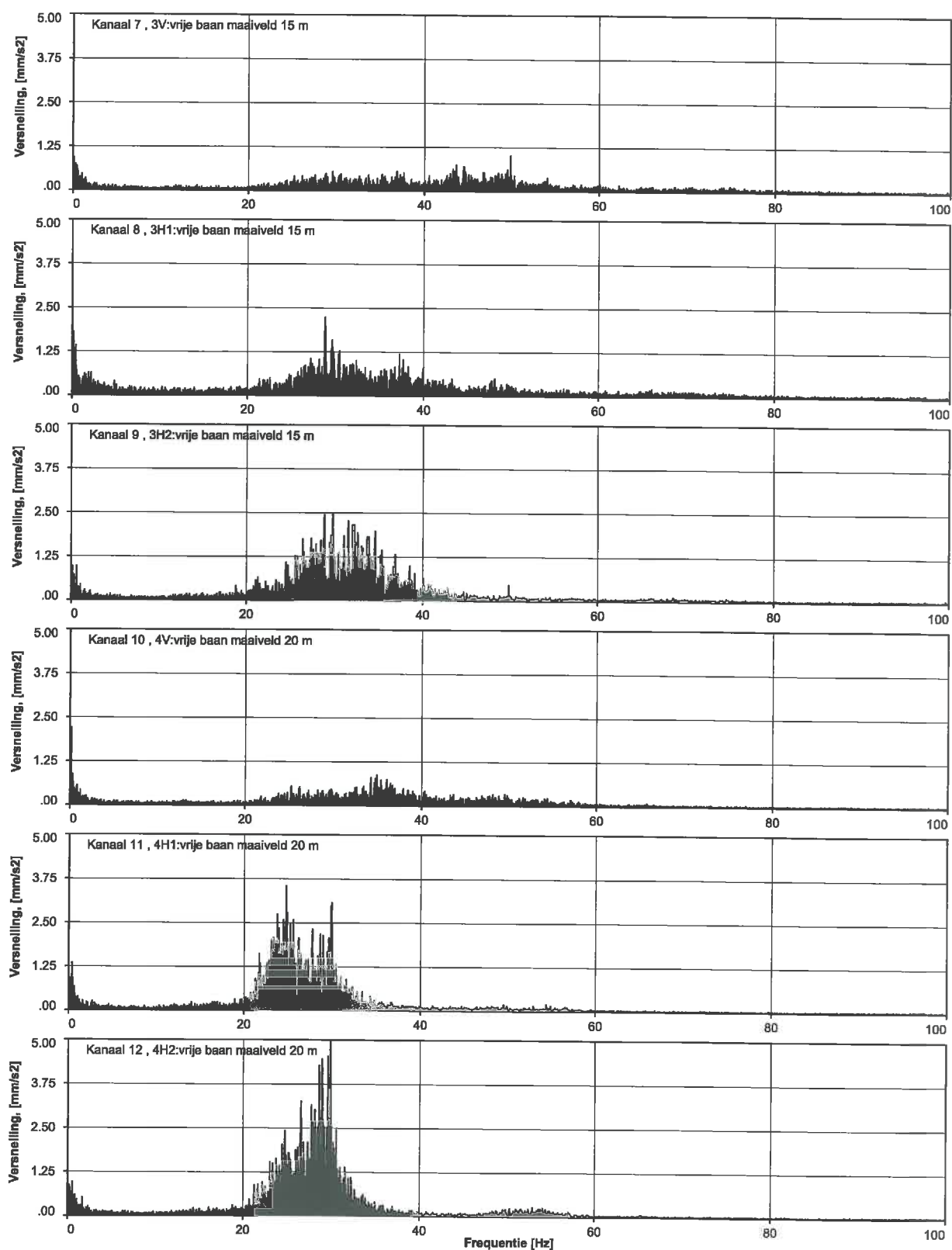
Opmerkingen: VIRM → Ah, 12:15 uur

Datum: 24/03/11 12:17

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 14-A



Bestand: psttrah.012

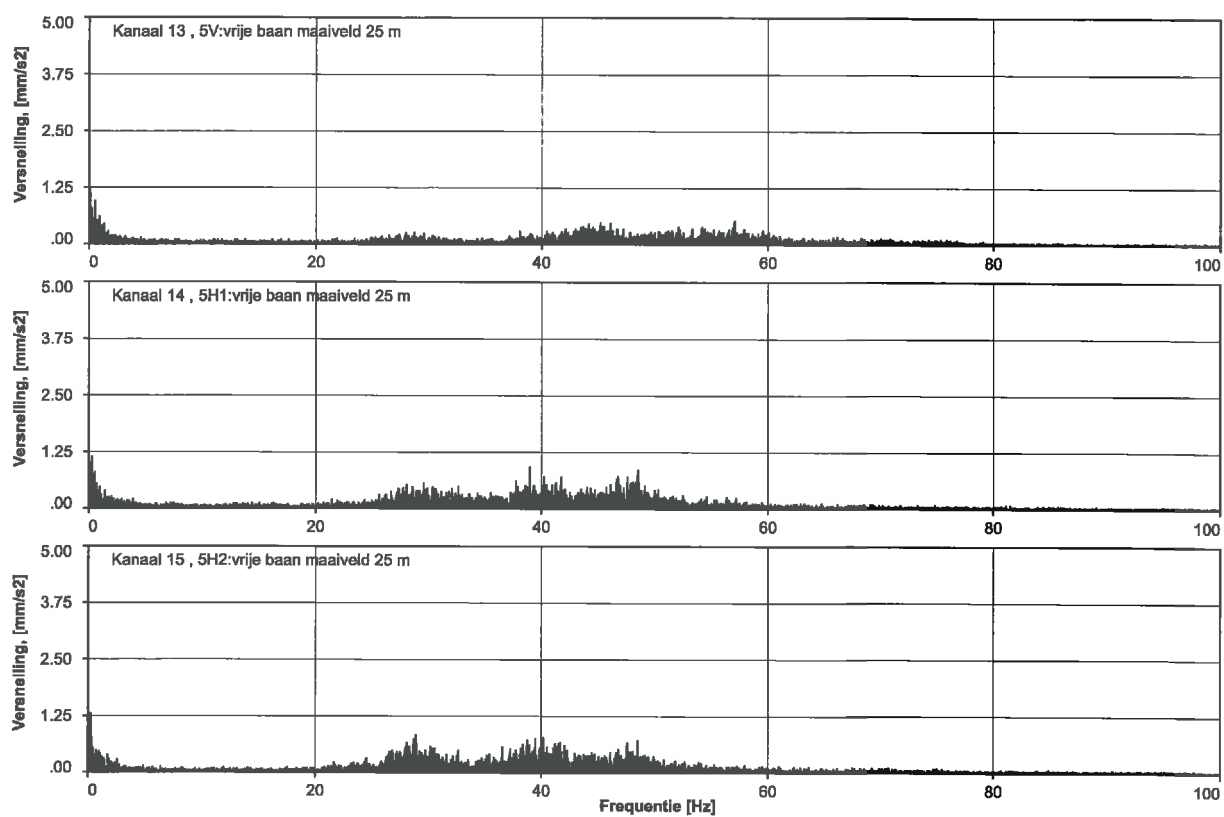
Opmerkingen: VIRM → Ah, 12:15 uur

Datum: 24/03/11 12:17

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 14-B



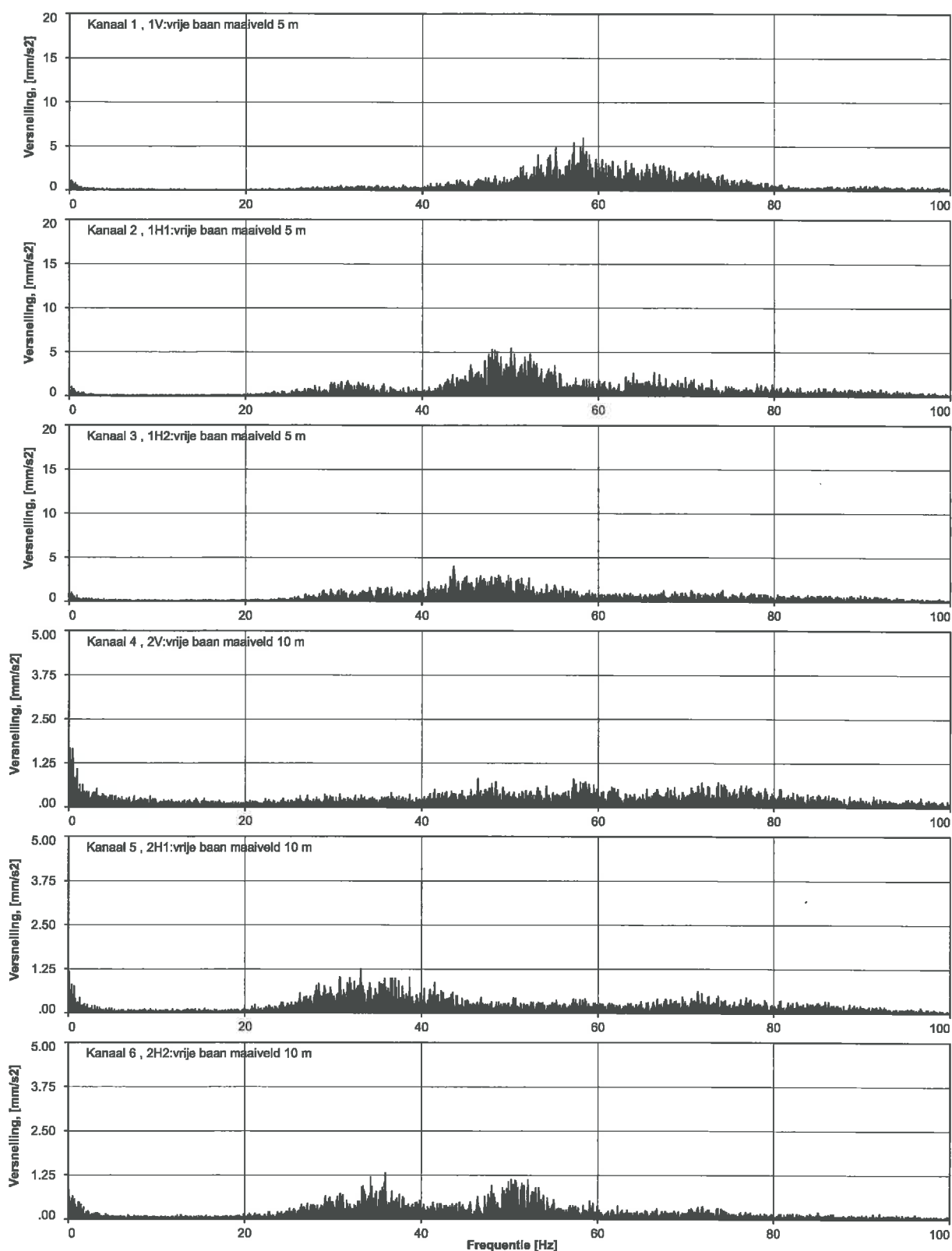
Bestand: psttrah.012

Opmerkingen: VIRM → Ah, 12:15 uur

Datum: 24/03/11 12:17

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

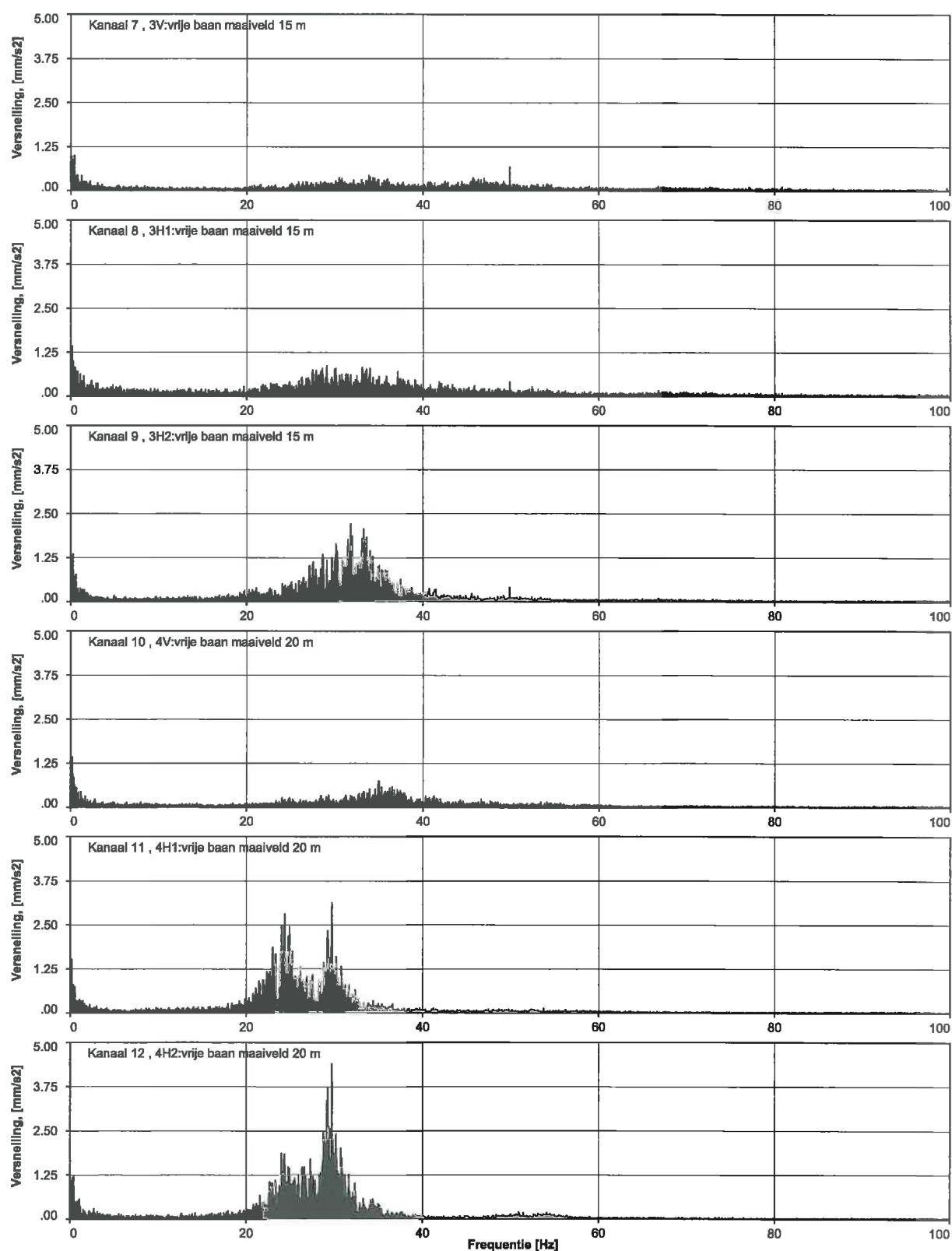
Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 14-C



Bestand: psttrut.013
 Opmerkingen: VIRM → Ut, 13:11
 Datum: 24/03/11 13:11

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
 TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 15-A



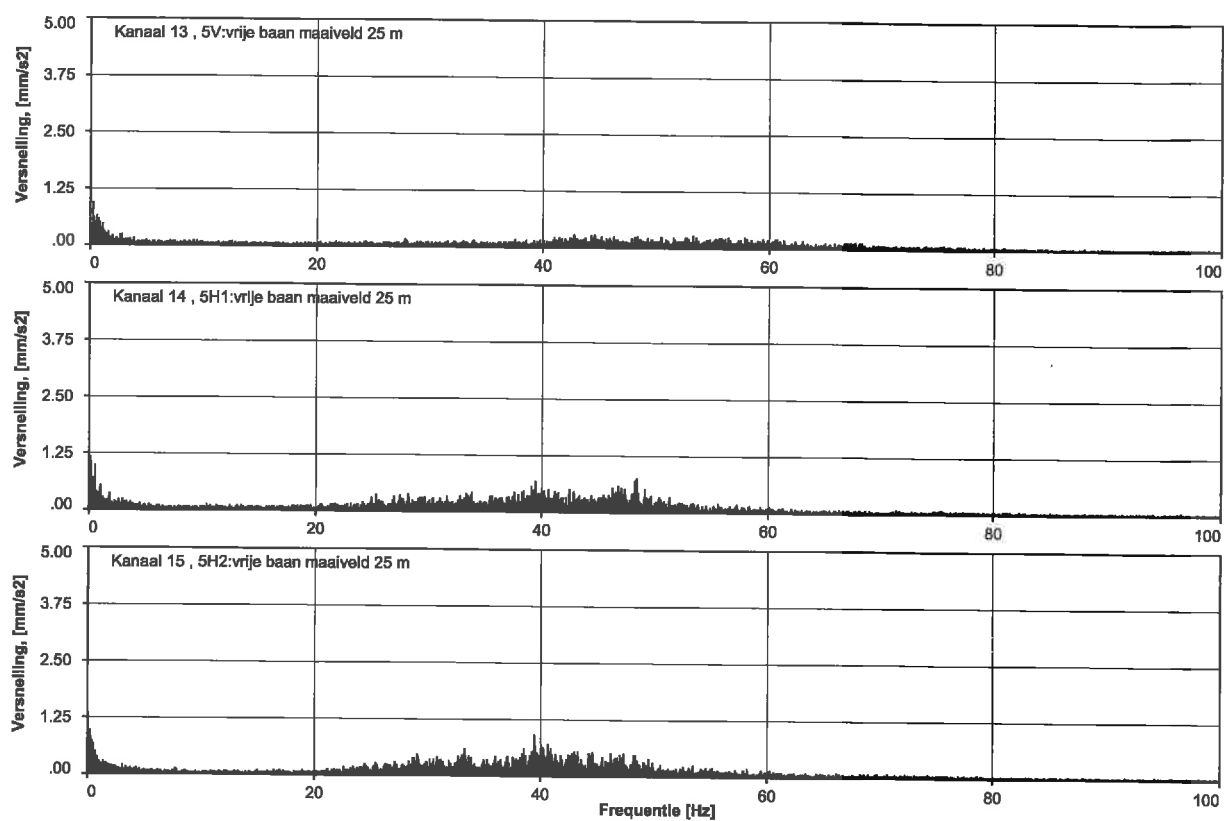
Bestand: psttrut.013

Opmerkingen: VIRM --> Ut, 13:11

Datum: 24/03/11 13:11

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 15-B



Bestand: psttrut.013

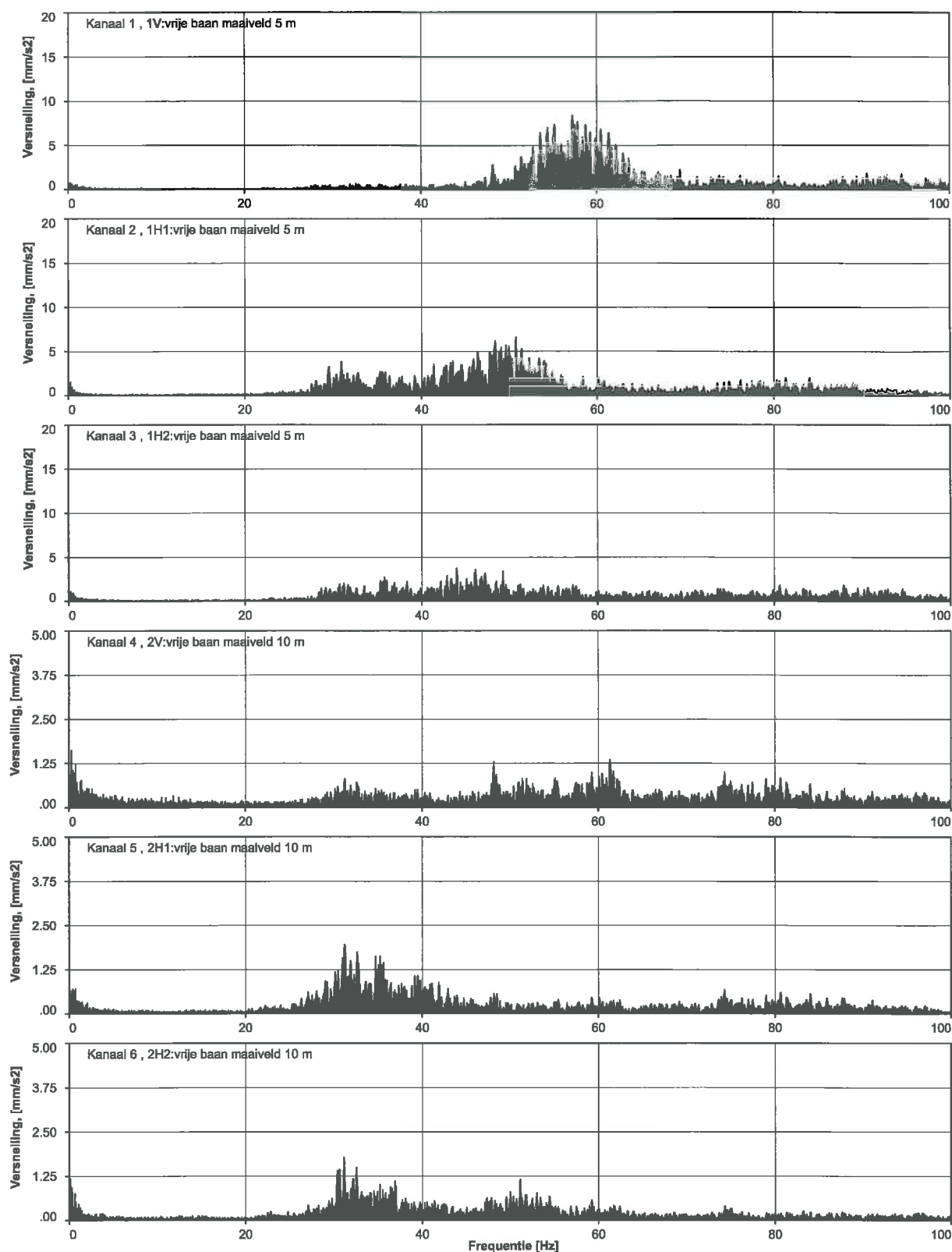
Opmerkingen: VIRM -> Ut, 13:11

Datum: 24/03/11 13:11

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002

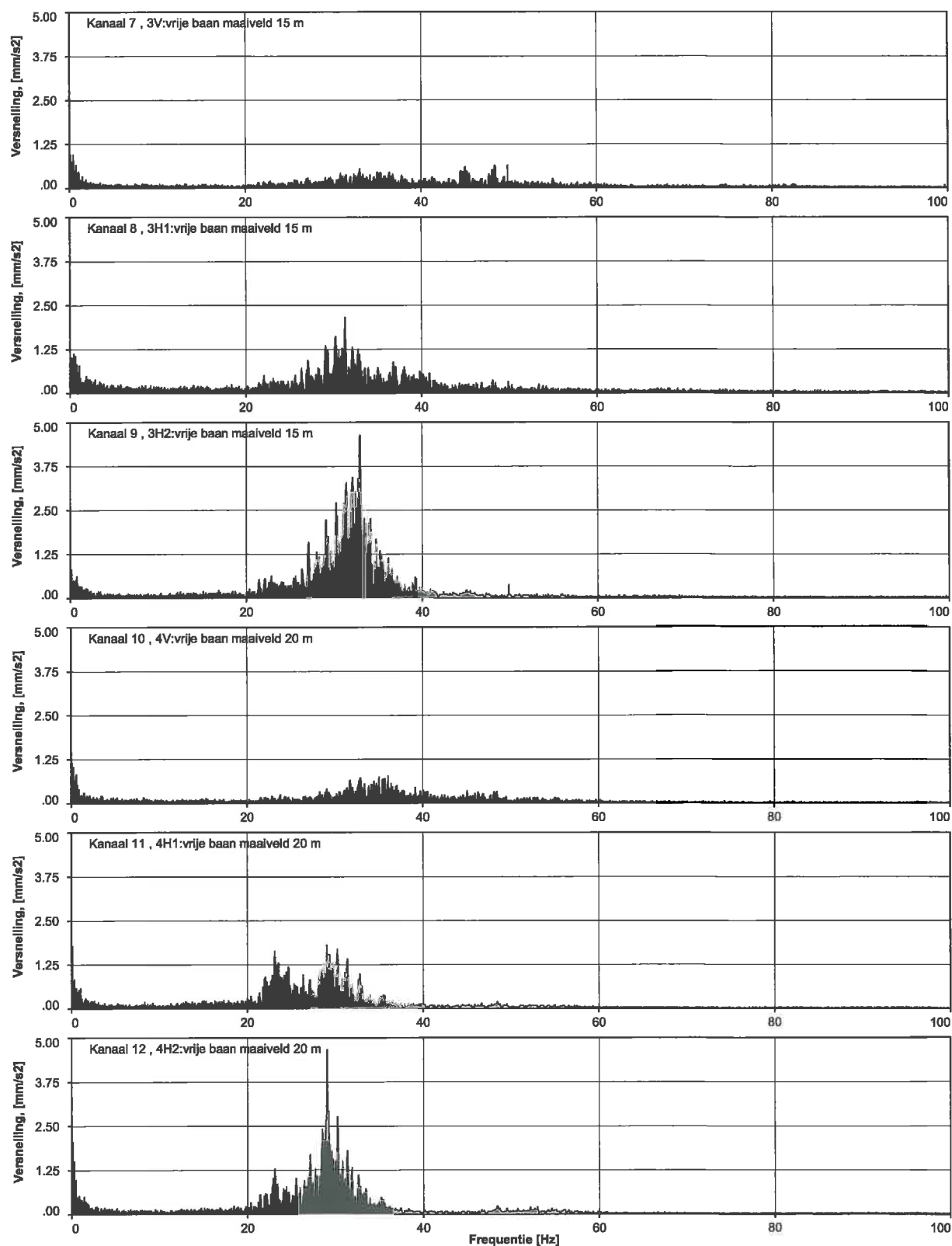
Bijl.: 15-C



Bestand: psttrah.016
 Opmerkingen: DDAR → Ah, 13:26
 Datum: 24/03/11 13:27

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

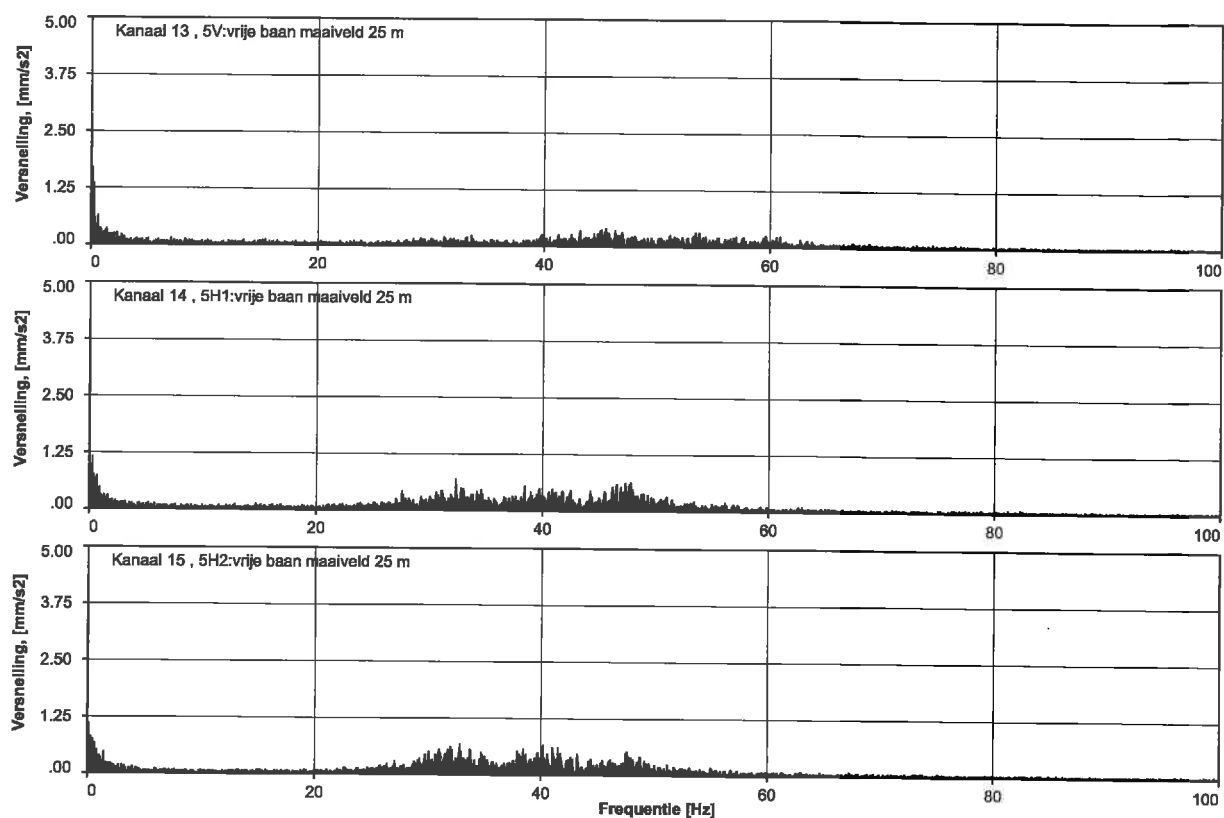
Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 16-A



Bestand: psttrah.016
 Opmerkingen: DDAR → Ah, 13:26
 Datum: 24/03/11 13:27

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

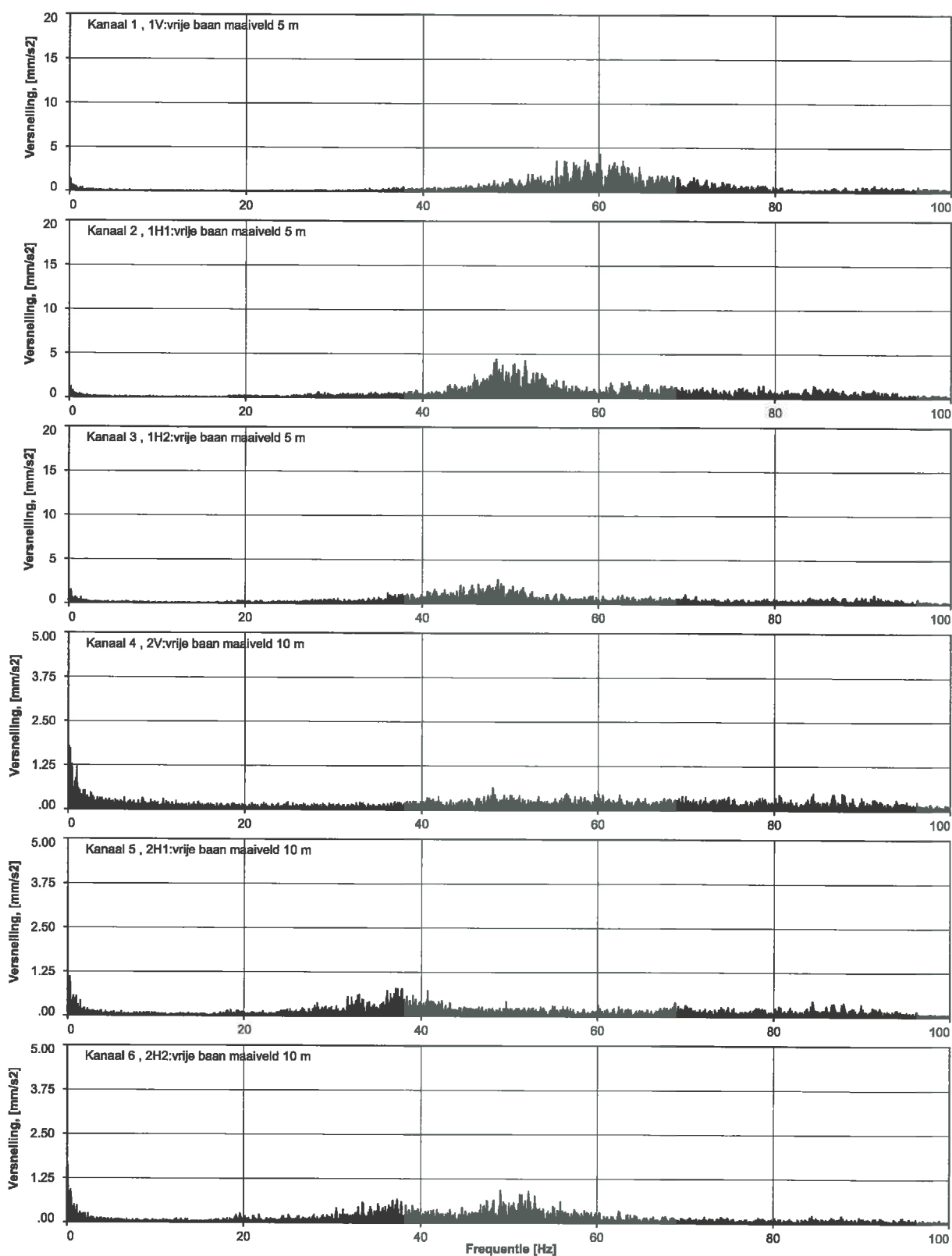
Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 16-B



Bestand: psttrah.016
 Opmerkingen: DDAR → Ah, 13:26
 Datum: 24/03/11 13:27

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
 TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

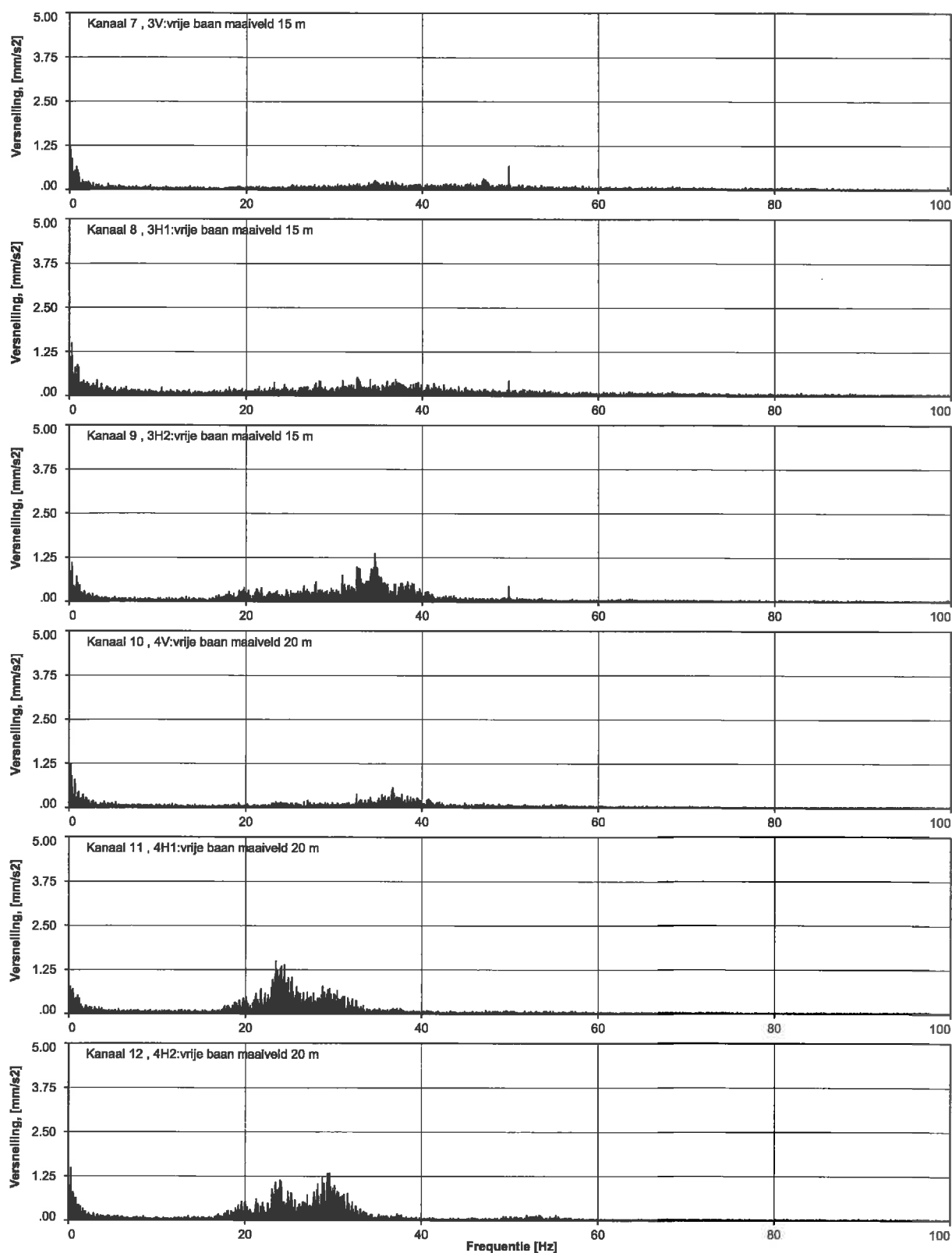
Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 16-C



Bestand: psttrut.017
Opmerkingen: DDAR → Ut, 14:35
Datum: 24/03/11 14:35

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002
Bijl.: 17-A



Bestand: psttrut.017

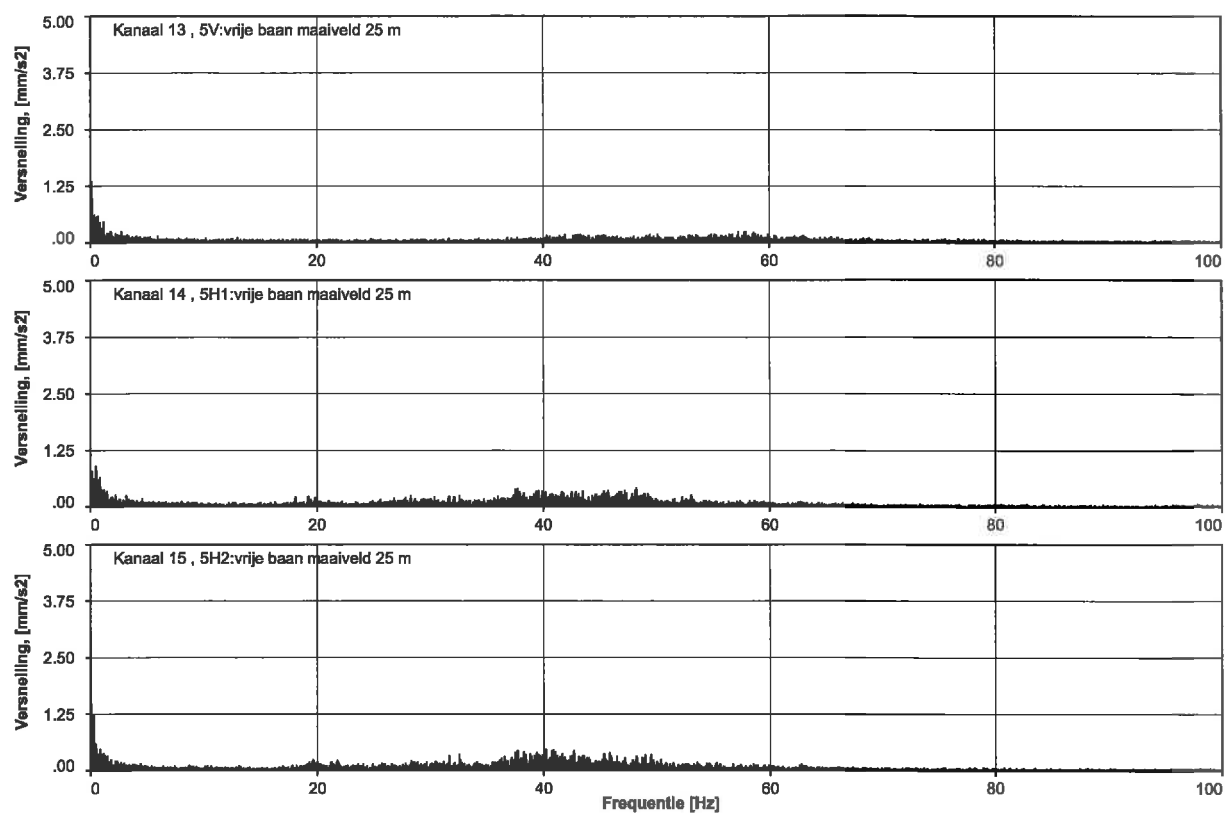
Opmerkingen: DDAR --> Ut, 14:35

Datum: 24/03/11 14:35

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002

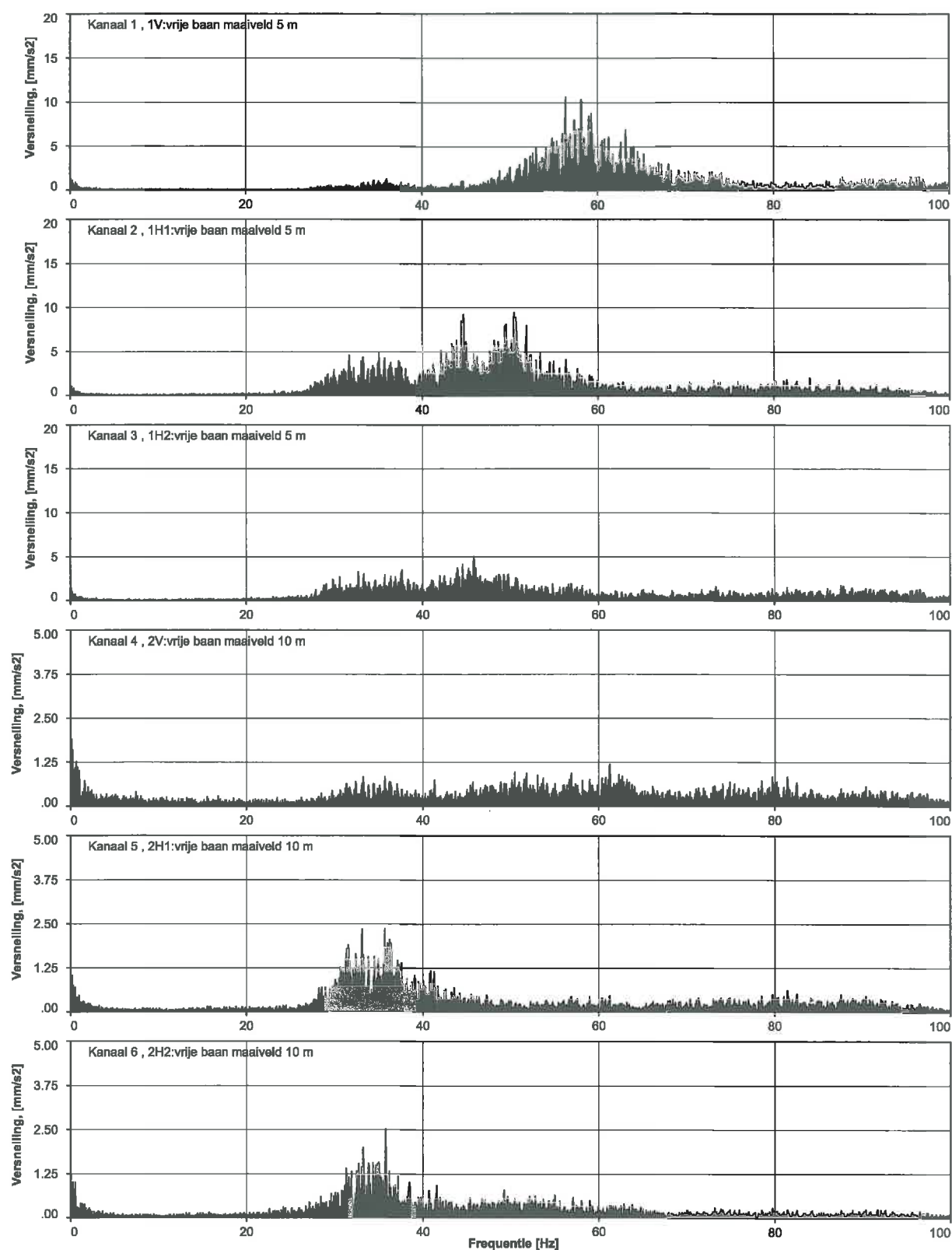
Bijl.: 17-B



Bestand: psttrut.017
 Opmerkingen: DDAR → Ut, 14:35
 Datum: 24/03/11 14:35

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
 TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

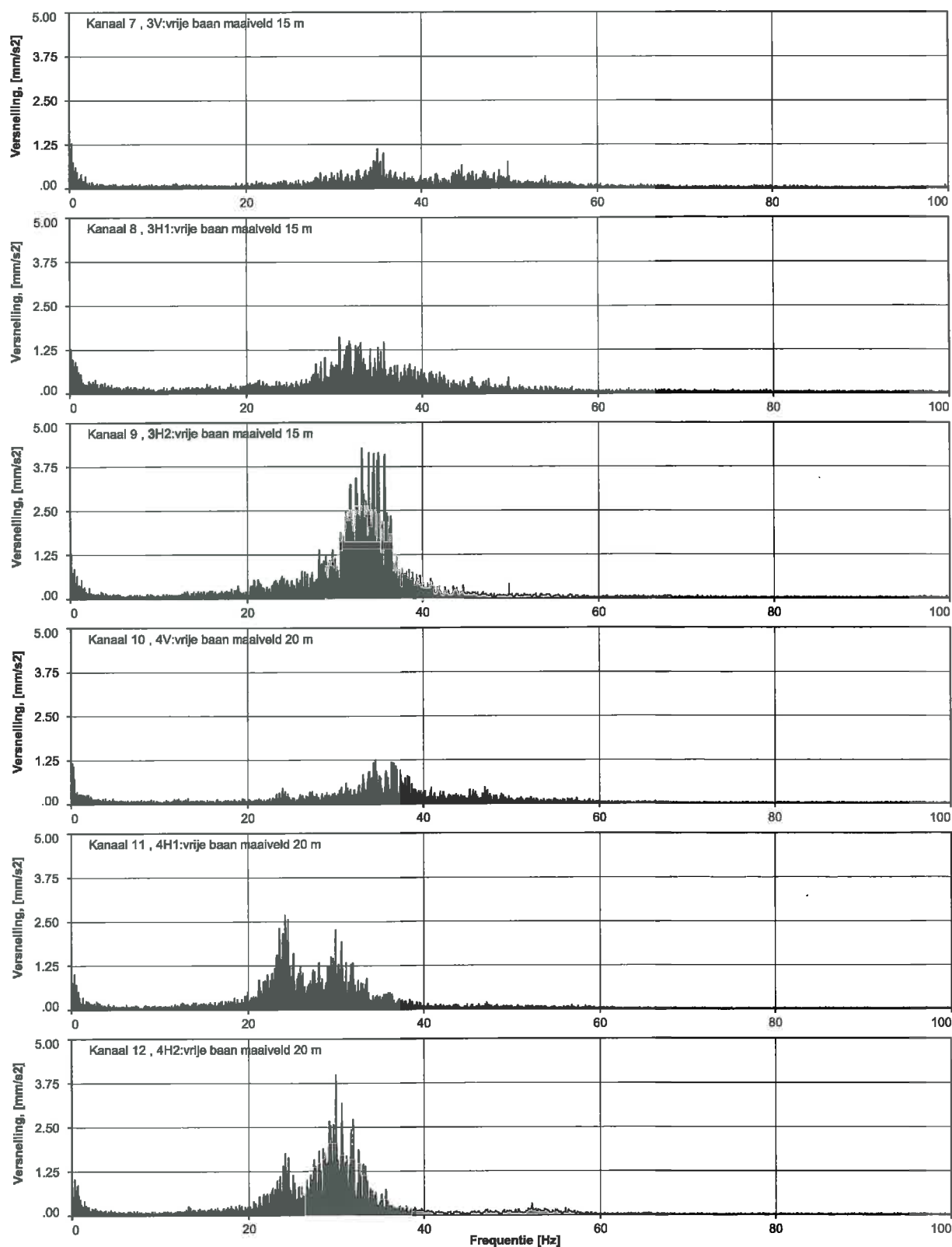
Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 17-C



Bestand: psttrah.025
 Opmerkingen: 2x SLT → Ah, 15:27
 Datum: 24/03/11 15:27

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
 TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

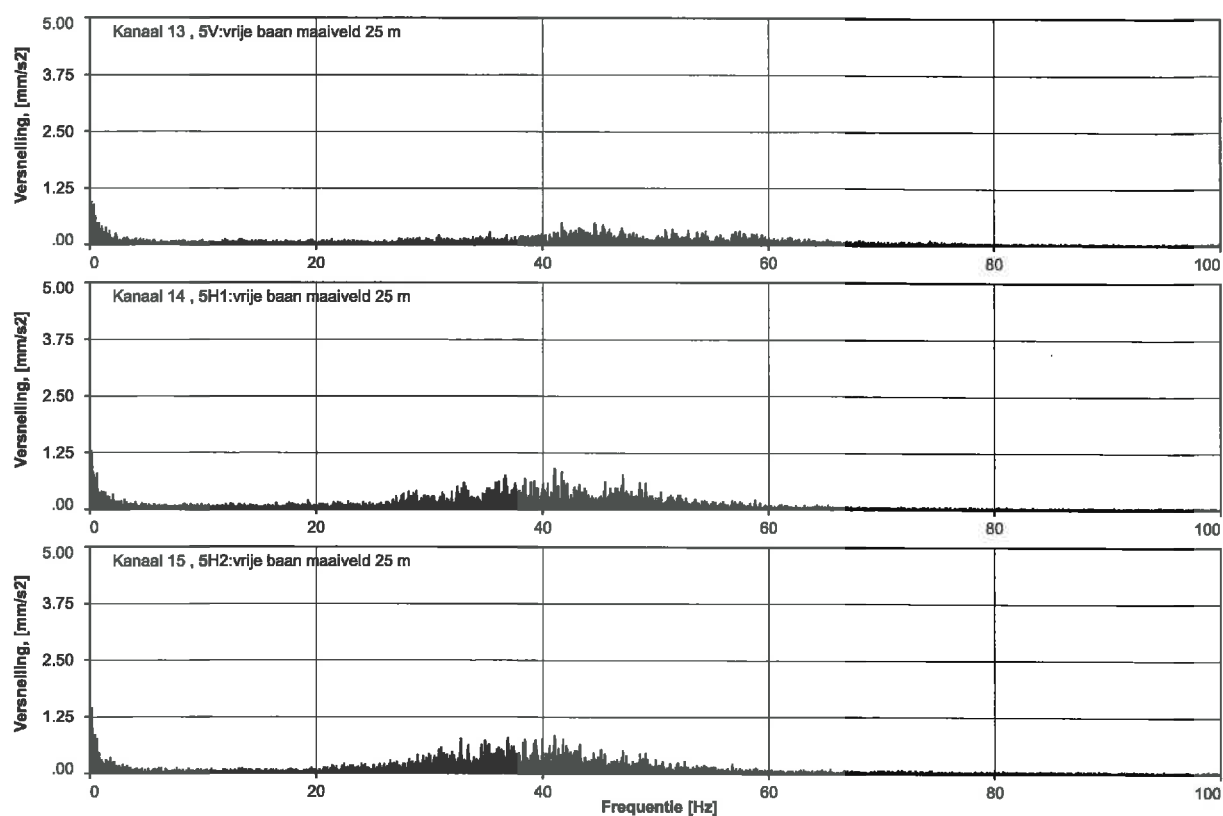
Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 18-A



Bestand: psttrah.025
 Opmerkingen: 2x SLT --> Ah, 15:27
 Datum: 24/03/11 15:27

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

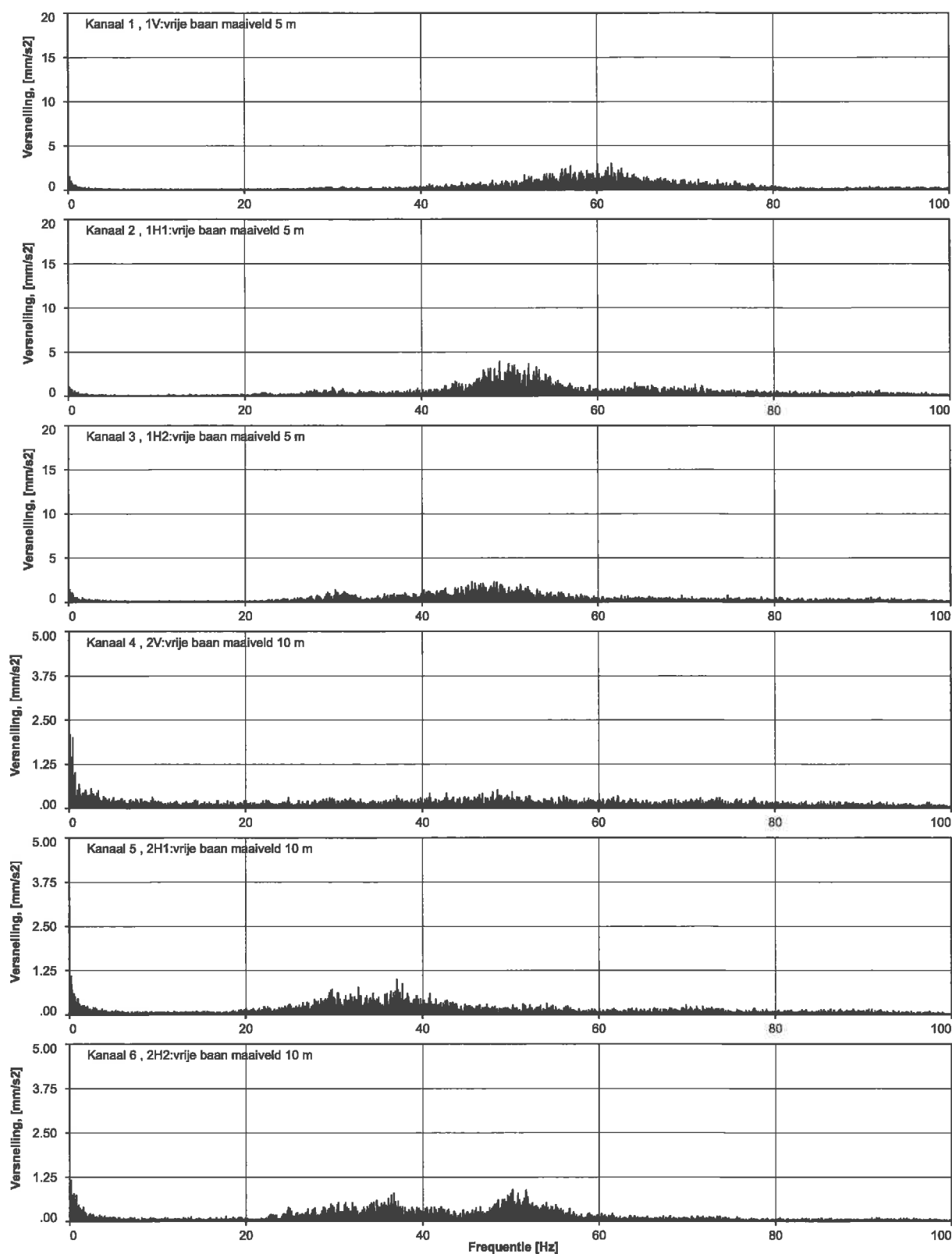
Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 18-B



Bestand: psttrah.025
Opmerkingen: 2x SLT --> Ah, 15:27
Datum: 24/03/11 15:27

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
meetraai B, vrije baan, FFT

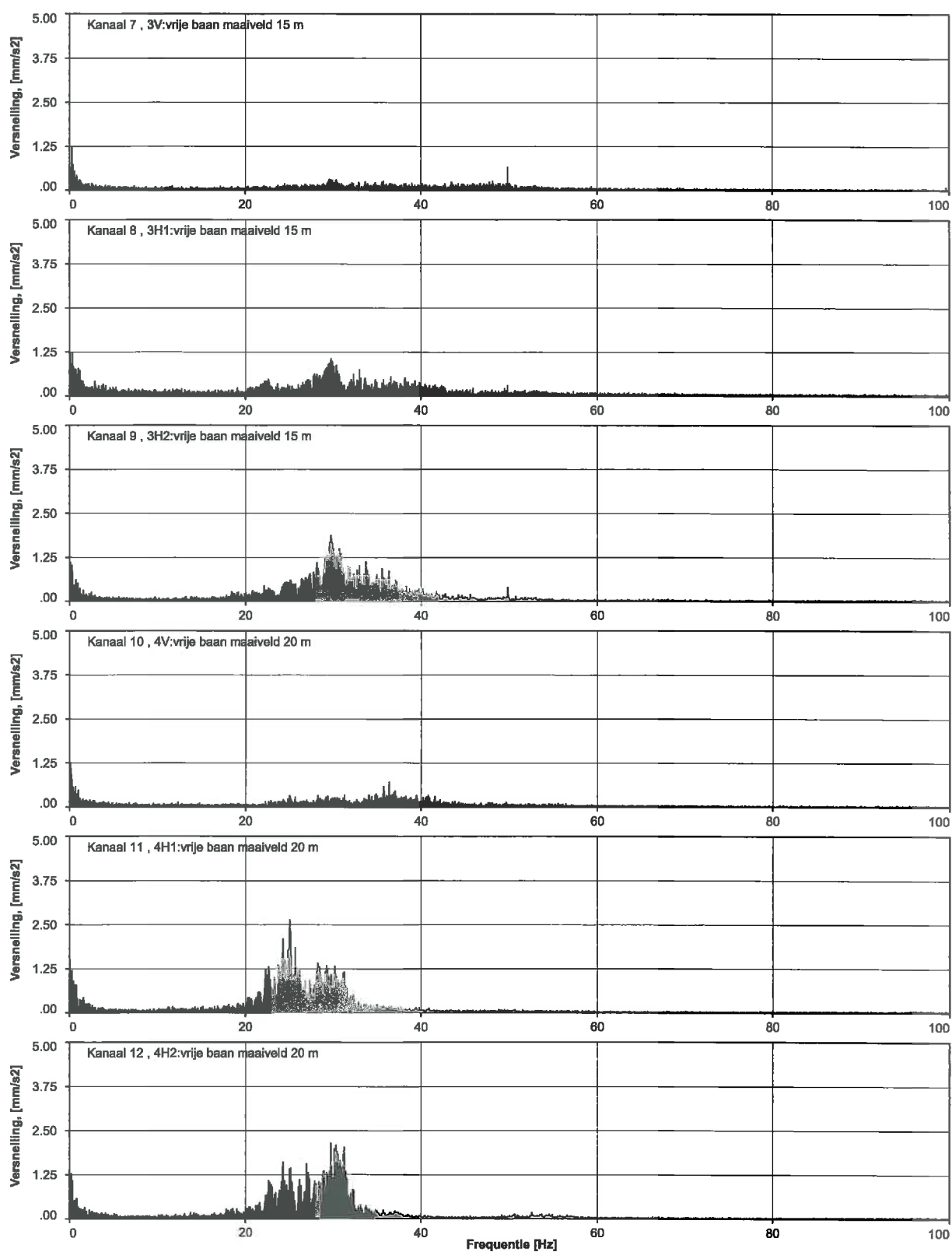
Opdr.: 1009-0130-002
Bijl.: 18-C



Bestand: psttrut.024
Opmerkingen: 2x SLT --> Ut, 16:34
Datum: 24/03/11 16:33

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002
Bijl.: 19-A



Bestand: psttrut.024

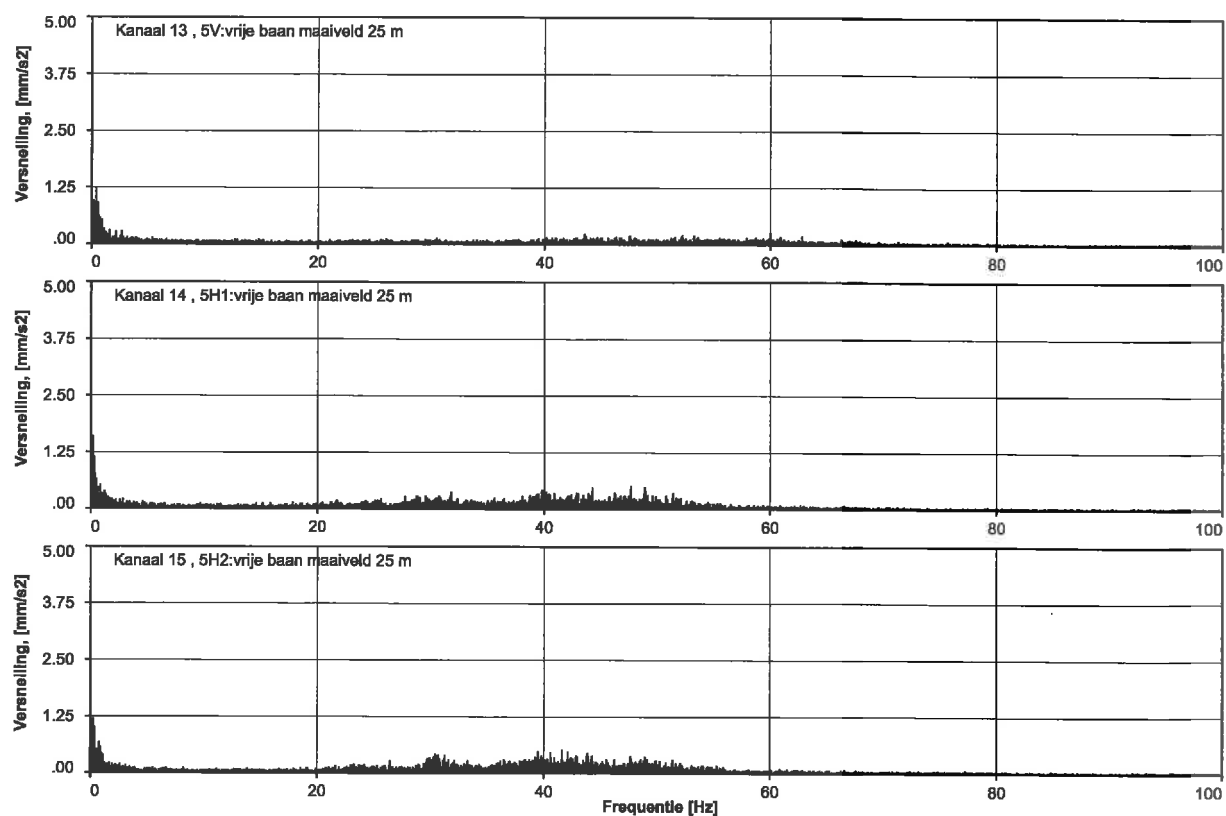
Opmerkingen: 2x SLT -> Ut, 16:34

Datum: 24/03/11 16:33

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002

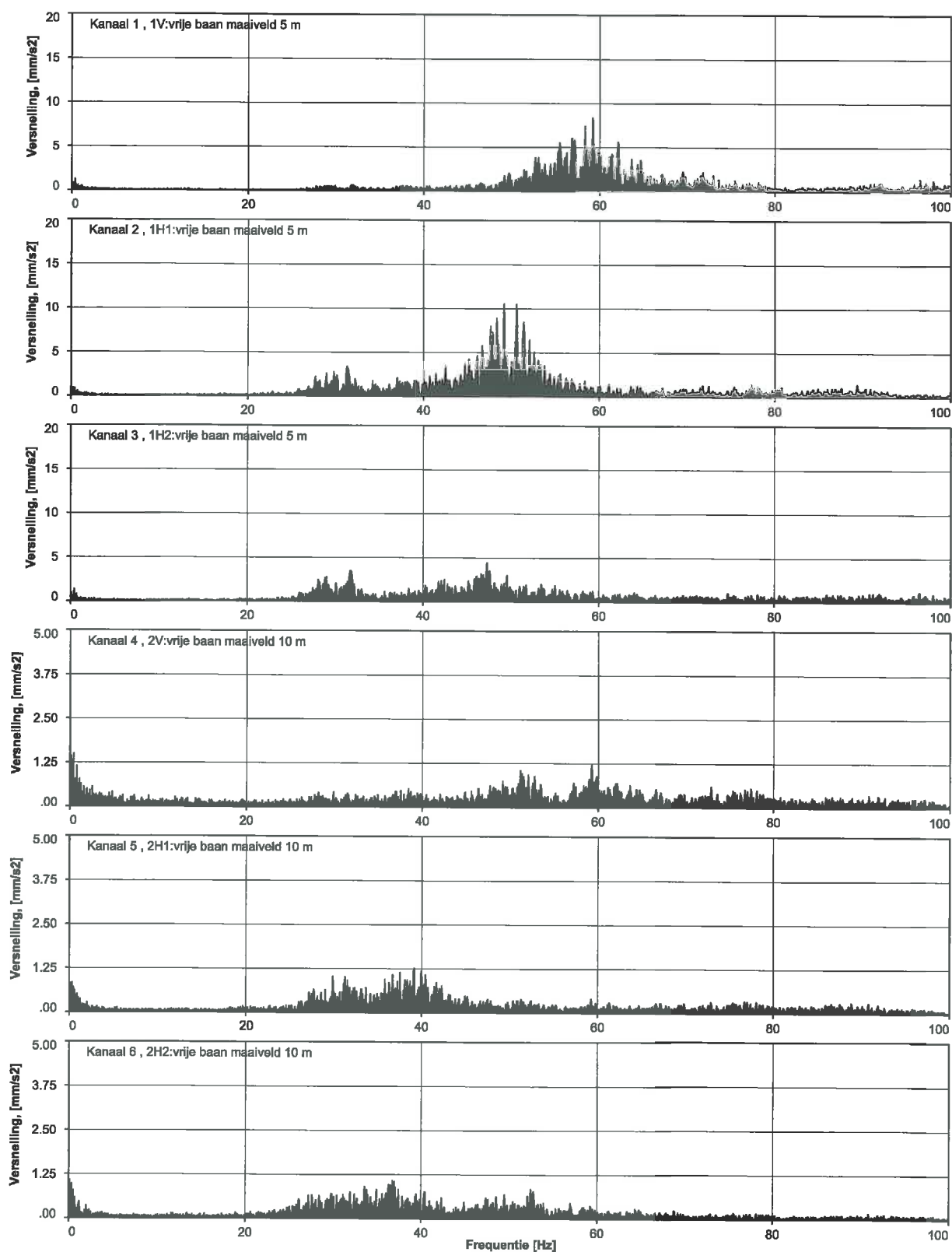
Bijl.: 19-B



Bestand: psttrut.024
 Opmerkingen: 2x SLT --> Ut, 16:34
 Datum: 24/03/11 16:33

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
 TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 19-C



Bestand: psttrah.028

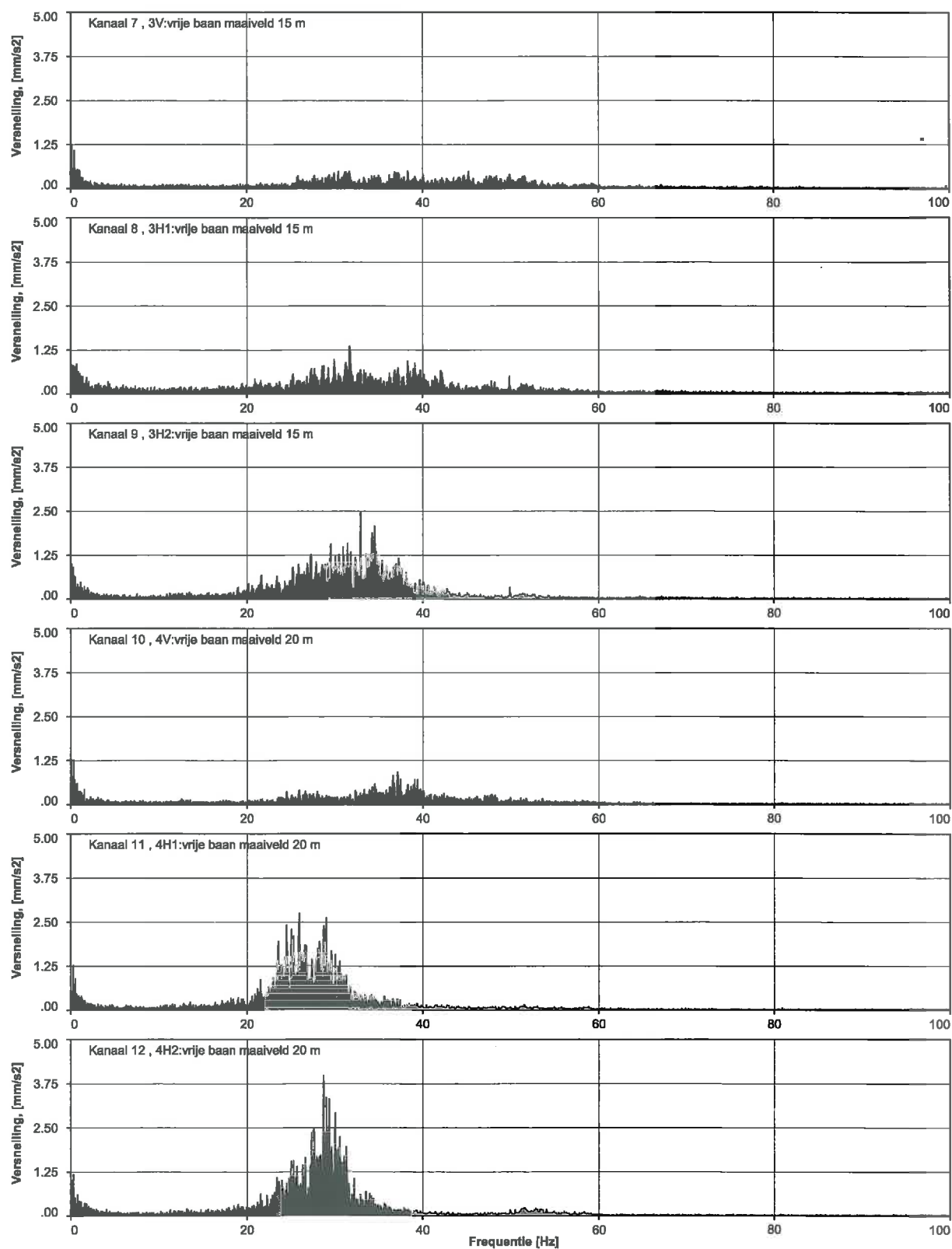
Opmerkingen: 2x Plan V --> Ah, 16:16

Datum: 24/03/11 16:16

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002

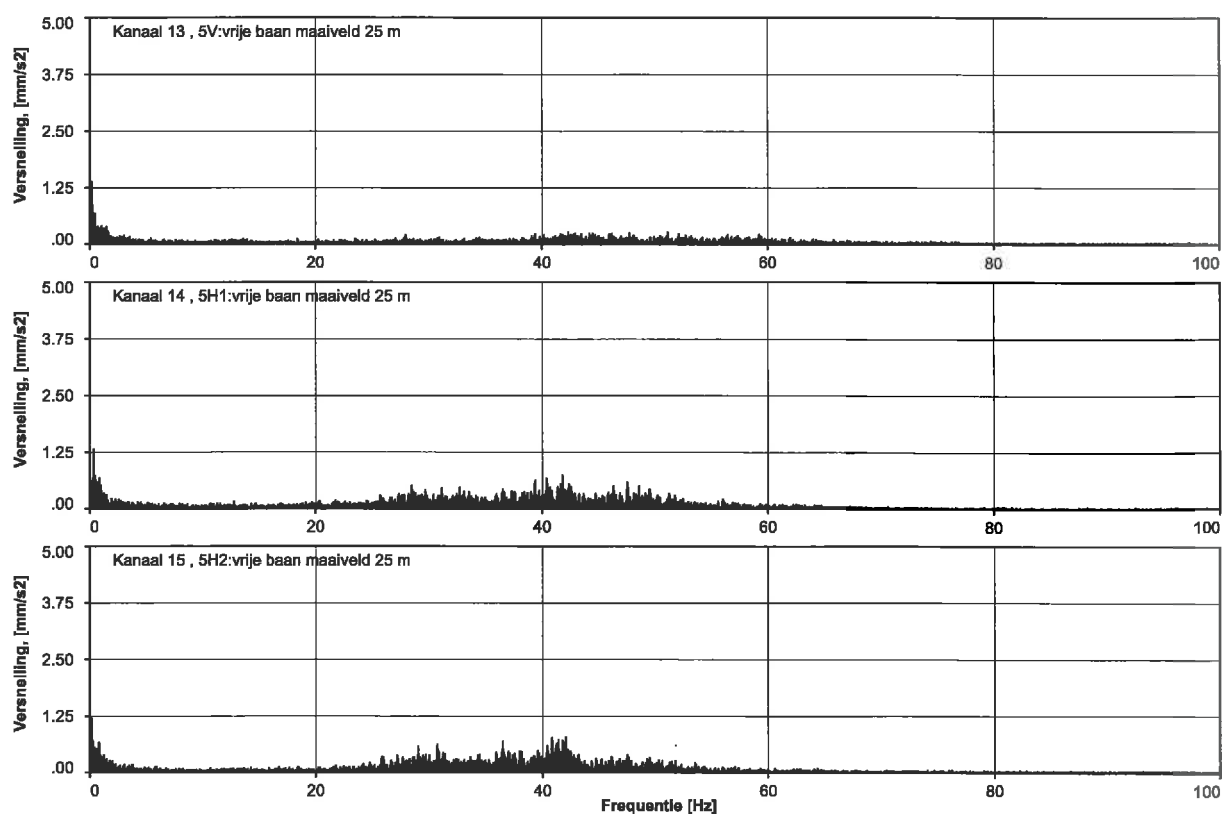
Bijl.: 20-A



Bestand: psttrah.028
Opmerkingen: 2x Plan V → Ah, 16:16
Datum: 24/03/11 16:16

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002
Bijl.: 20-B



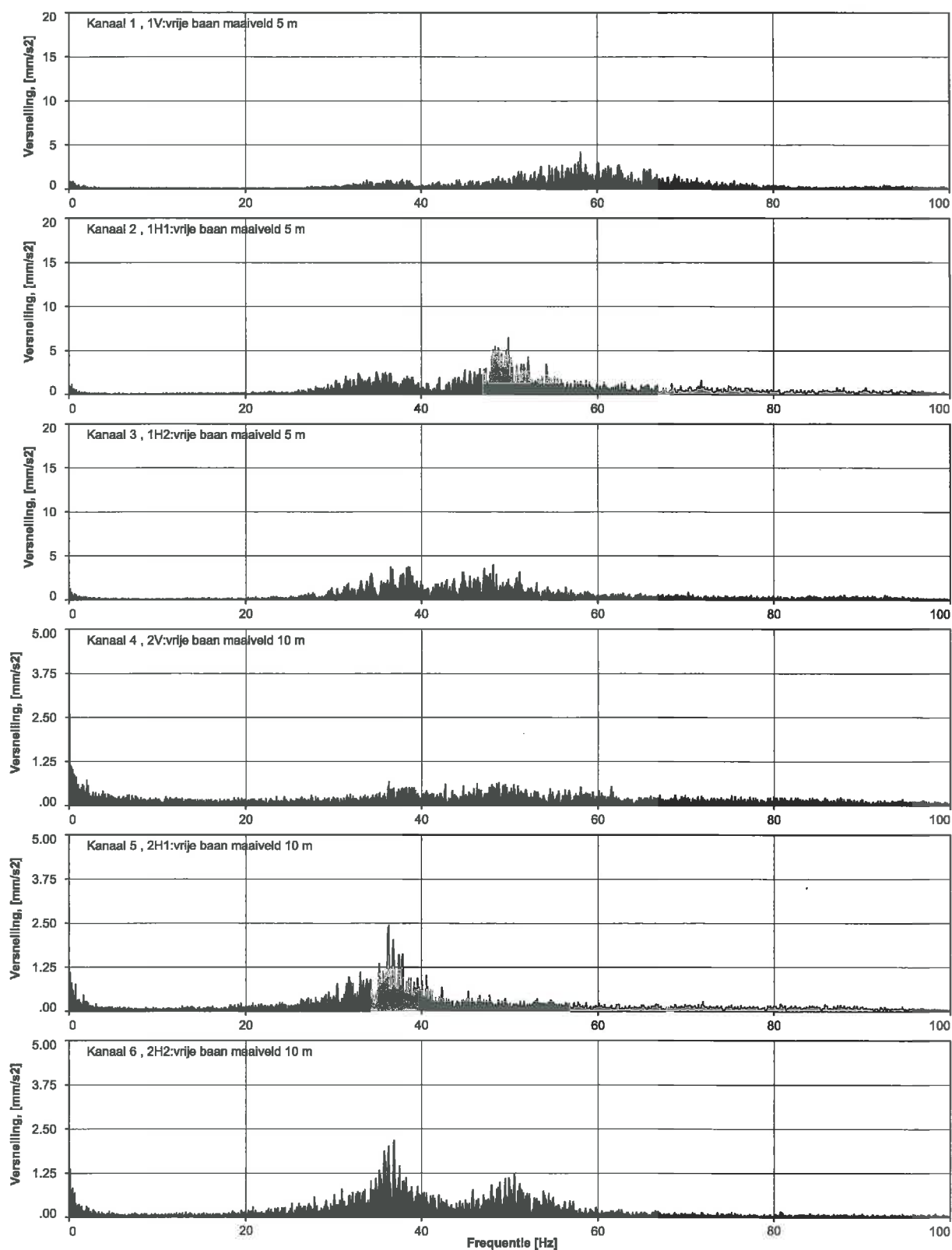
Bestand: psttrah.028

Opmerkingen: 2x Plan V --> Ah, 16:16

Datum: 24/03/11 16:16

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

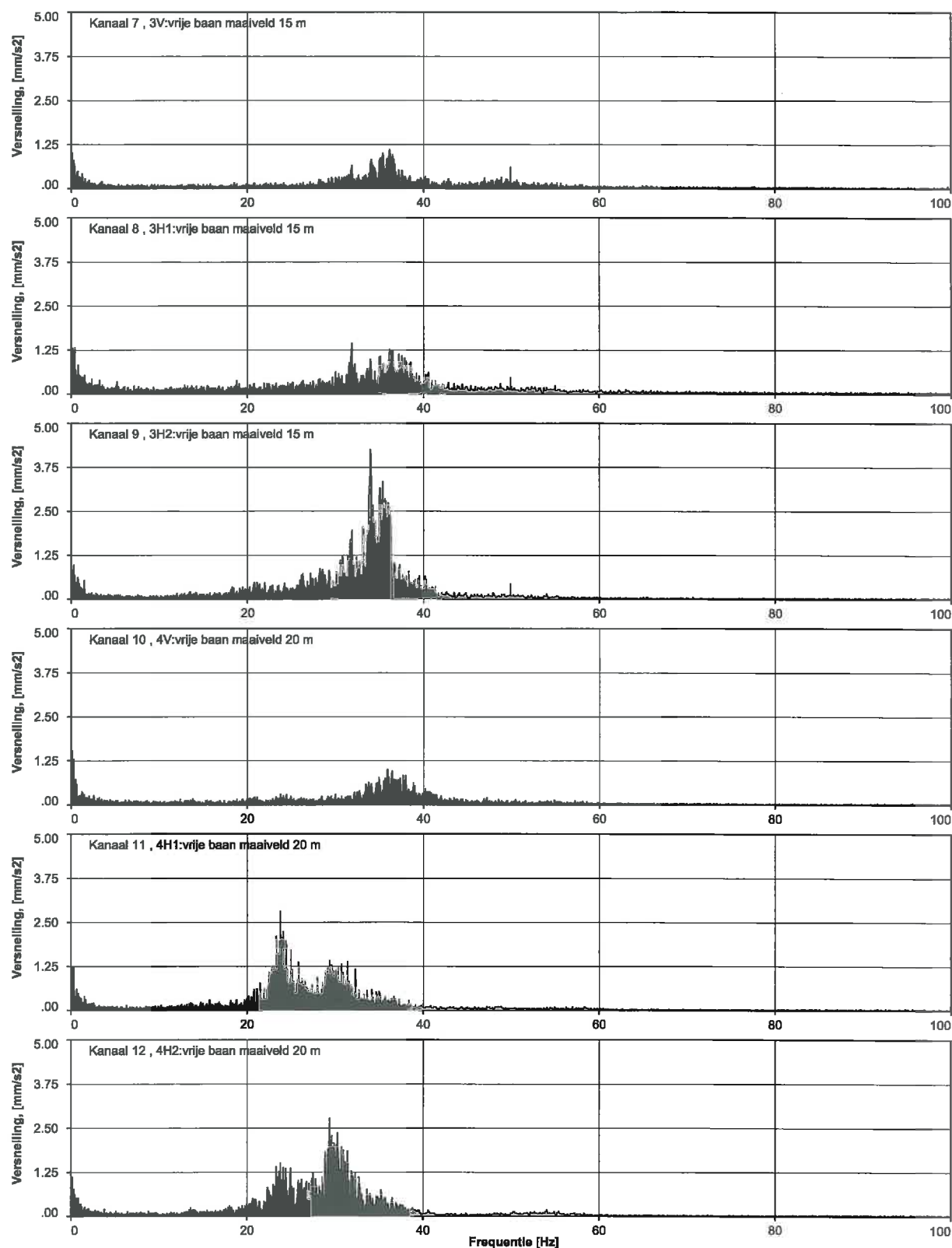
Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 20-C



Bestand: psttrut.023
 Opmerkingen: 3x Plan V --> Ut, 16:17
 Datum: 24/03/11 16:17

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

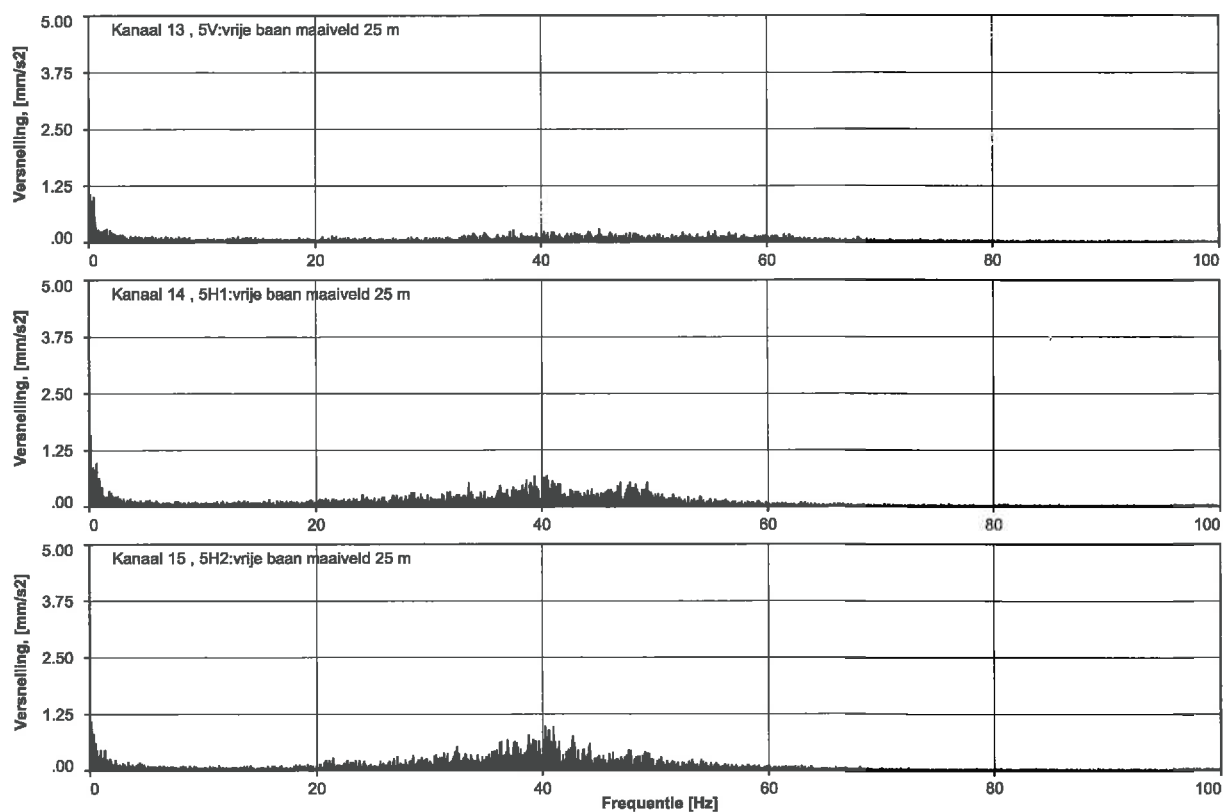
Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 21-A



Bestand: psttrut.023
Opmerkingen: 3x Plan V --> Ut, 16:17
Datum: 24/03/11 16:17

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
meetraai B, vrije baan, FFT

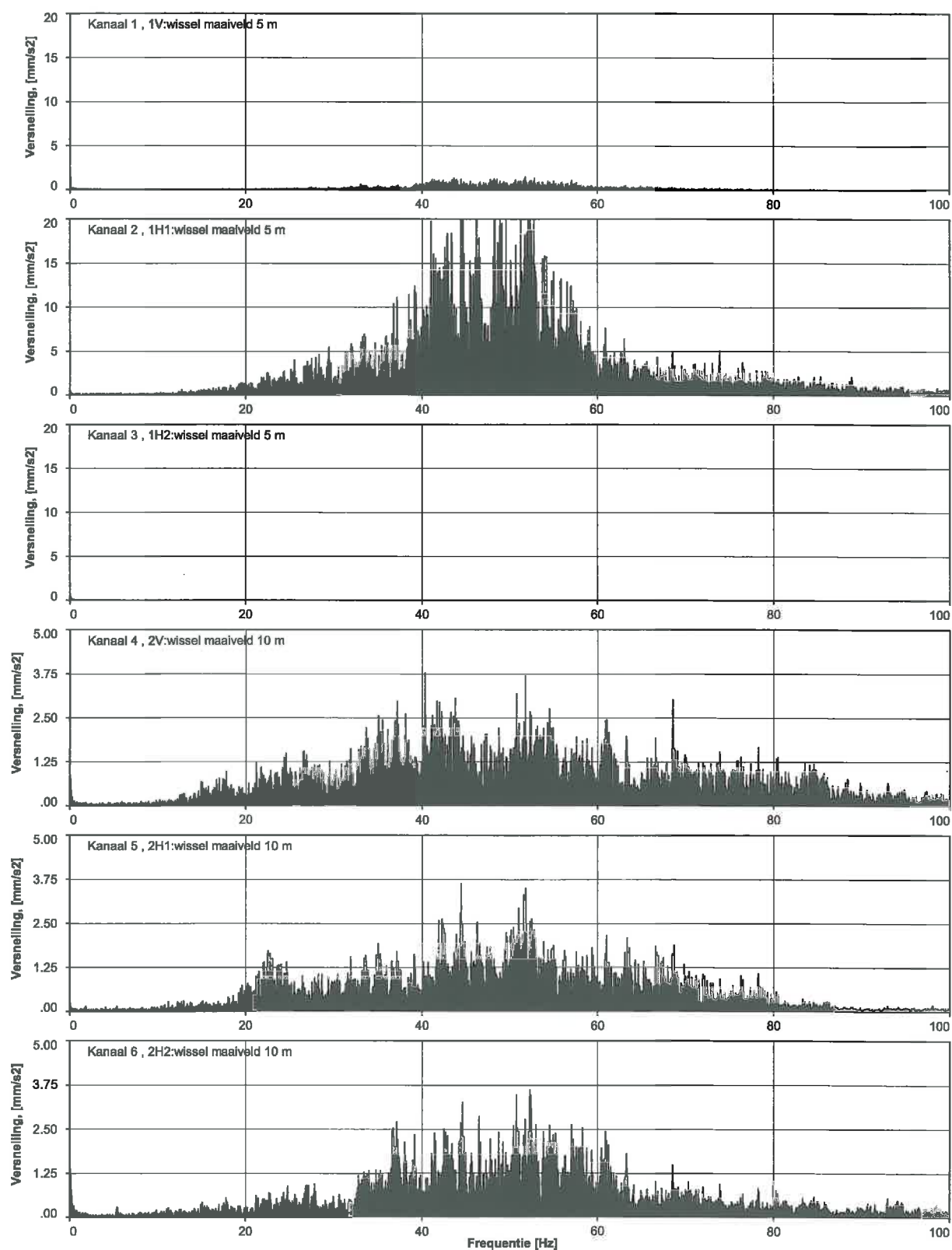
Opdr.: 1009-0130-002
Bijl.: 21-B



Bestand: psttrut.023
 Opmerkingen: 3x Plan V --> Ut, 16:17
 Datum: 24/03/11 16:17

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
 TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai B, vrije baan, FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 21-C



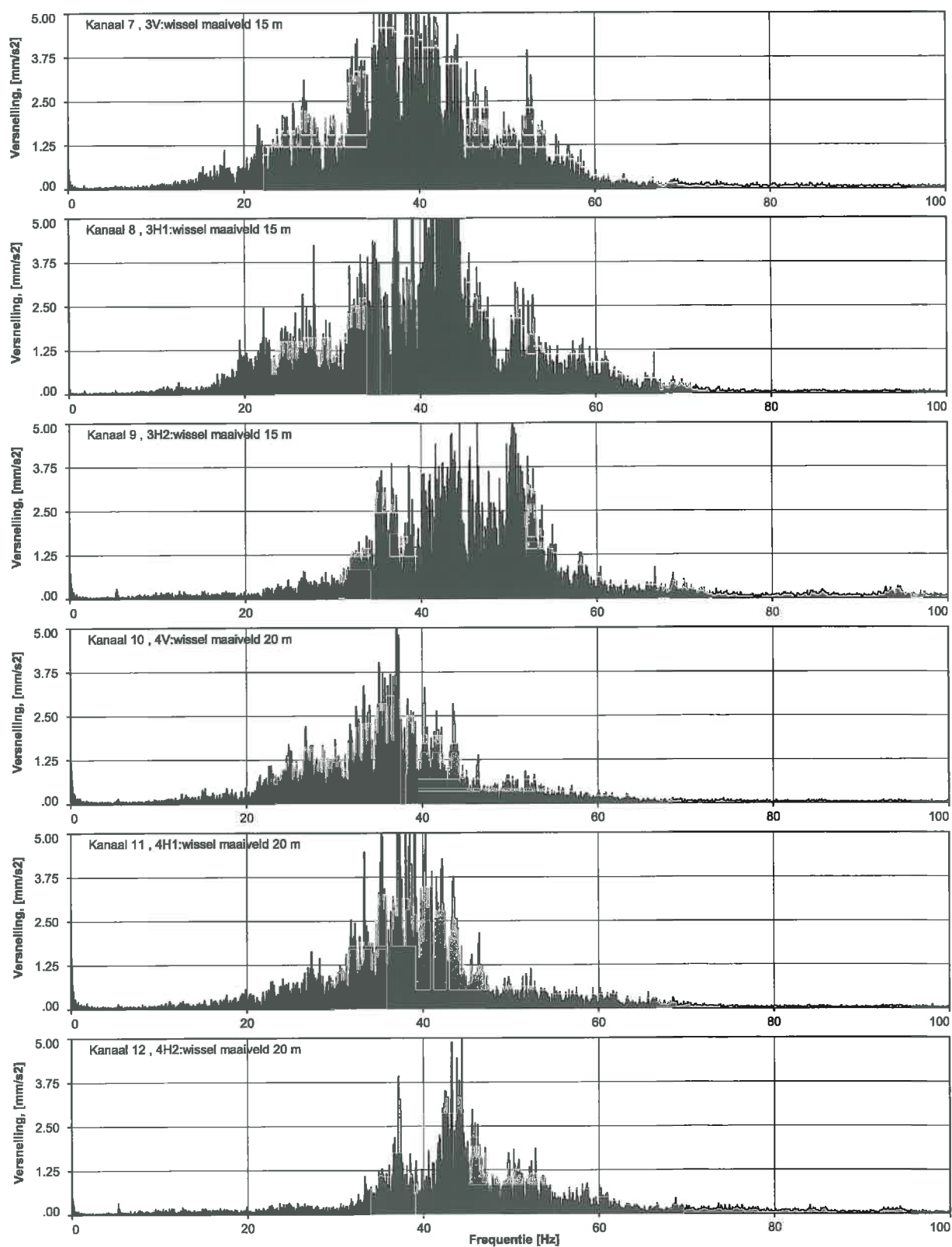
Bestand: rscan-117.000

Opmerkingen:

Datum: 12:19:14 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 22-A



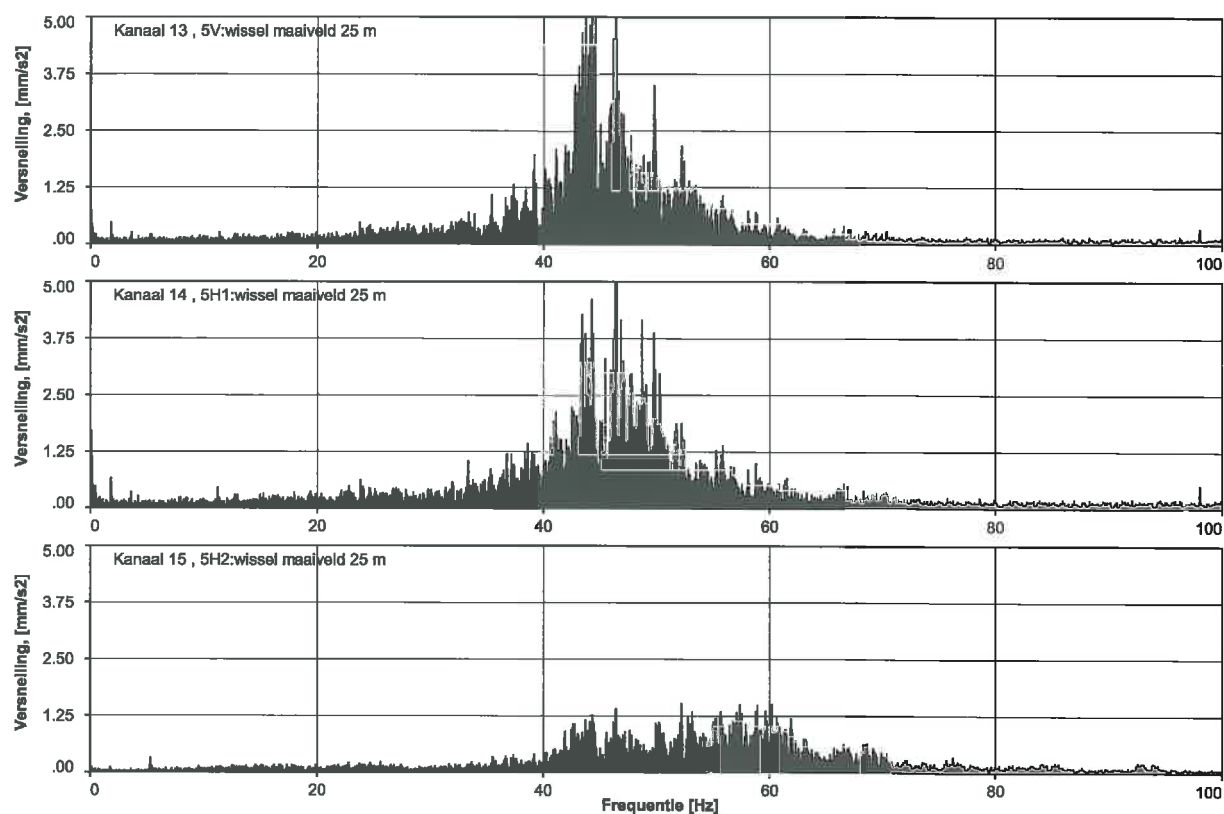
Bestand: rscan-117.000

Opmerkingen:

Datum: 12:19:14 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

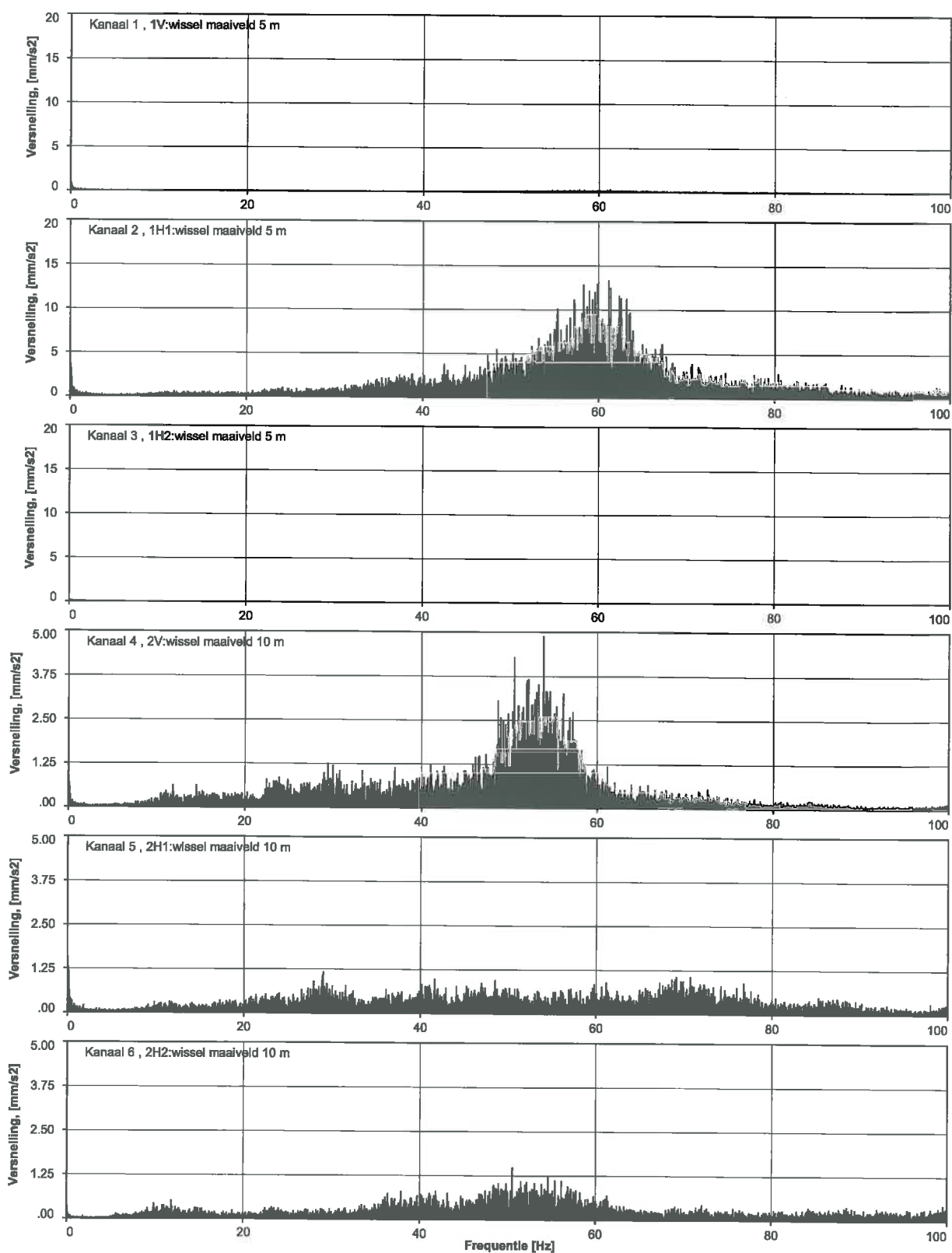
Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 22-B



Bestand: rscan-117.000
Opmerkingen:
Datum: 12:19:14 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002
Bijl.: 22-C



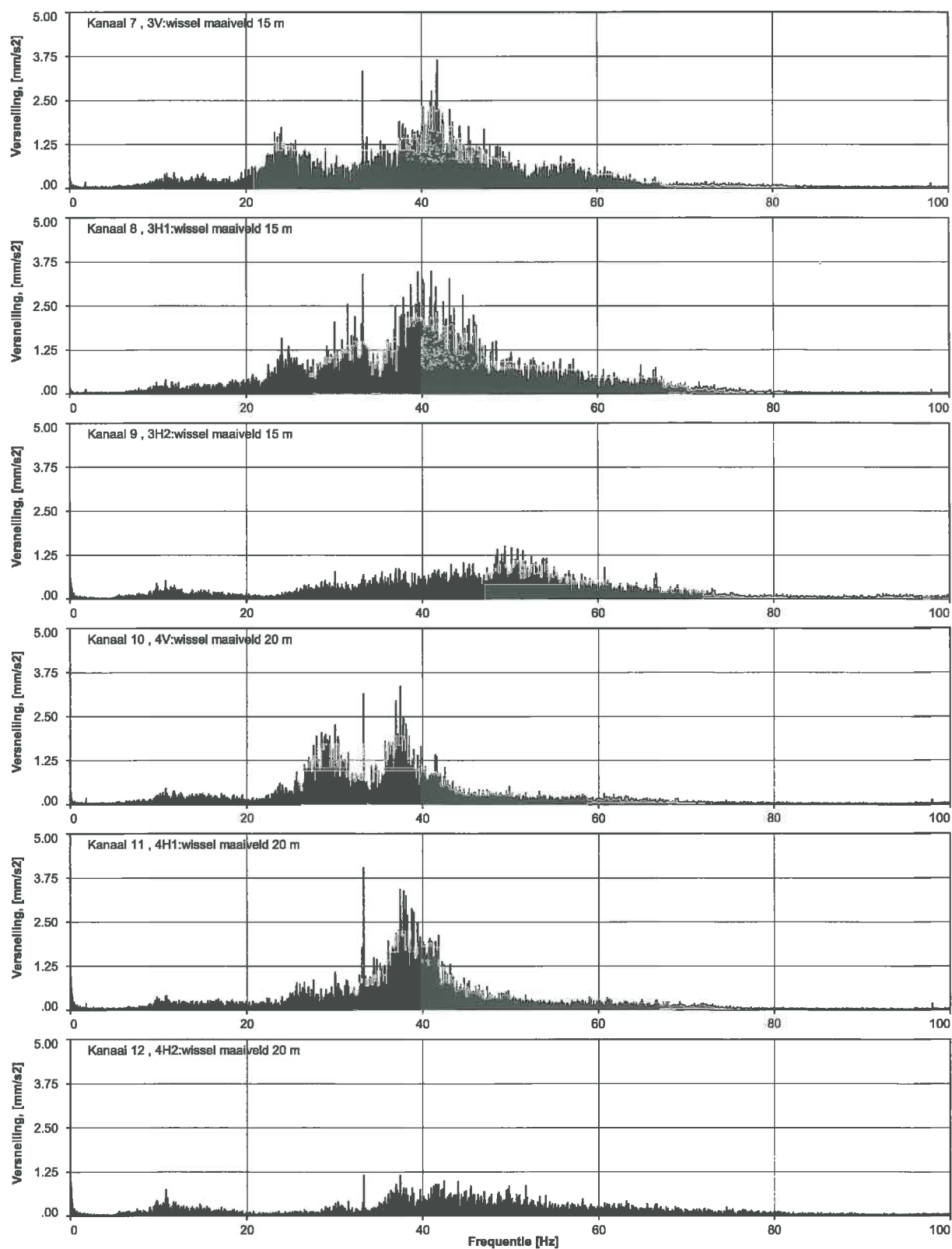
Bestand: rscan-173.000

Opmerkingen:

Datum: 16:44:58 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 23-A



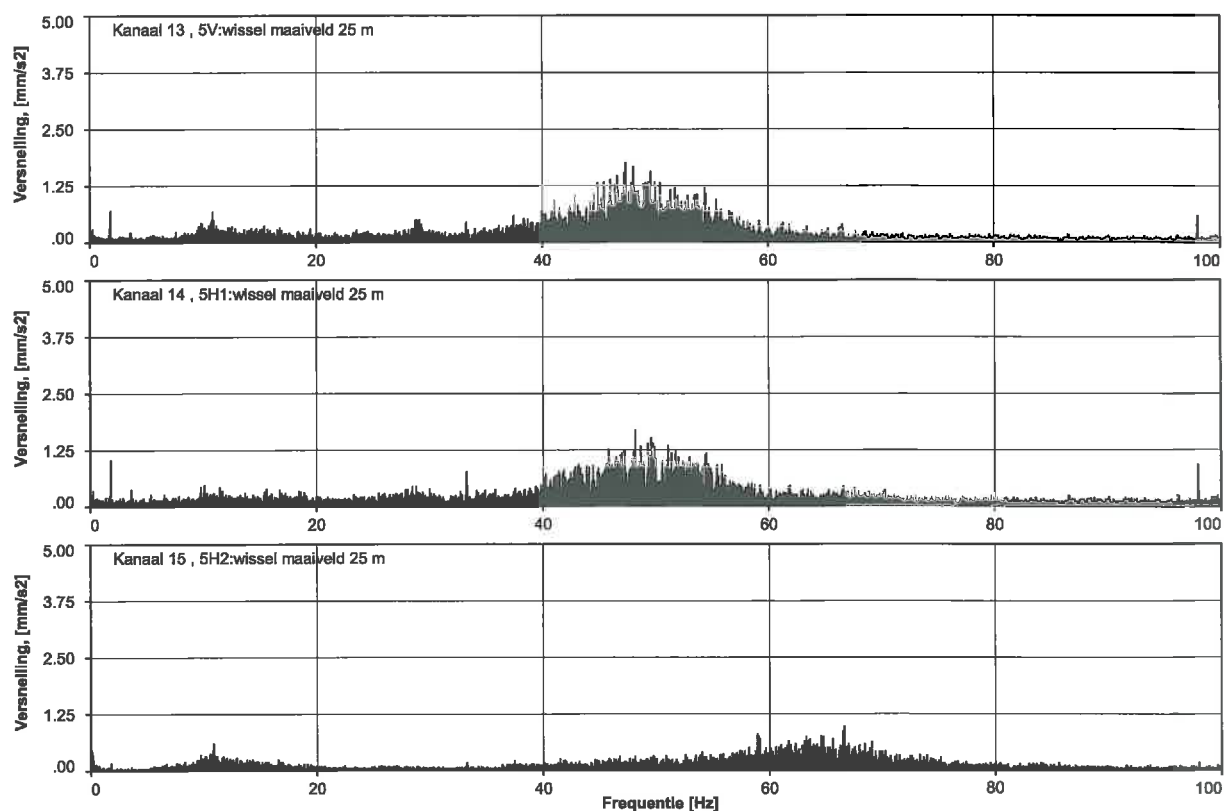
Bestand: rscan-173.000

Opmerkingen:

Datum: 16:44:58 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

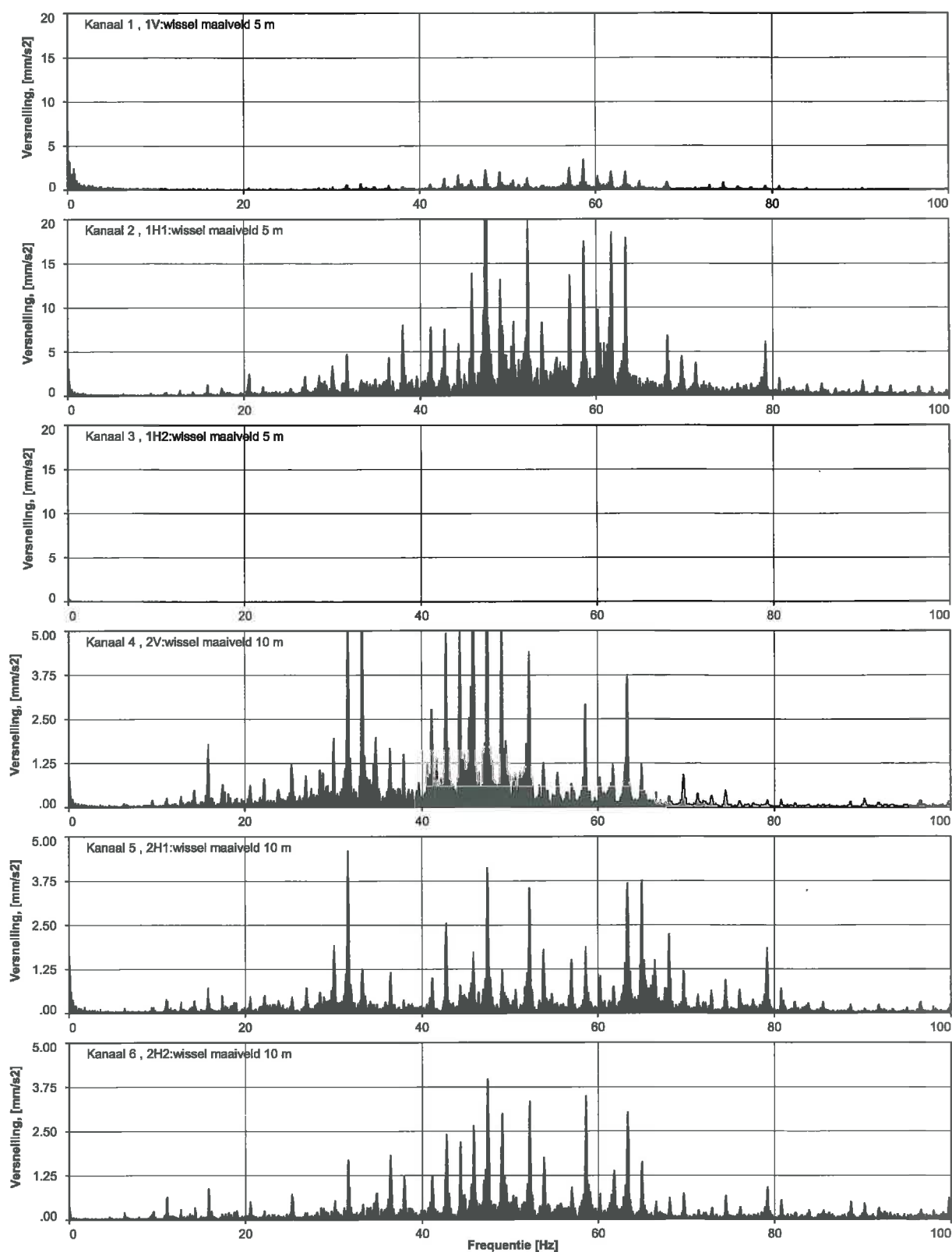
Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 23-B



Bestand: rscan-173.000
Opmerkingen:
Datum: 16:44:58 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002
Bijl.: 23-C



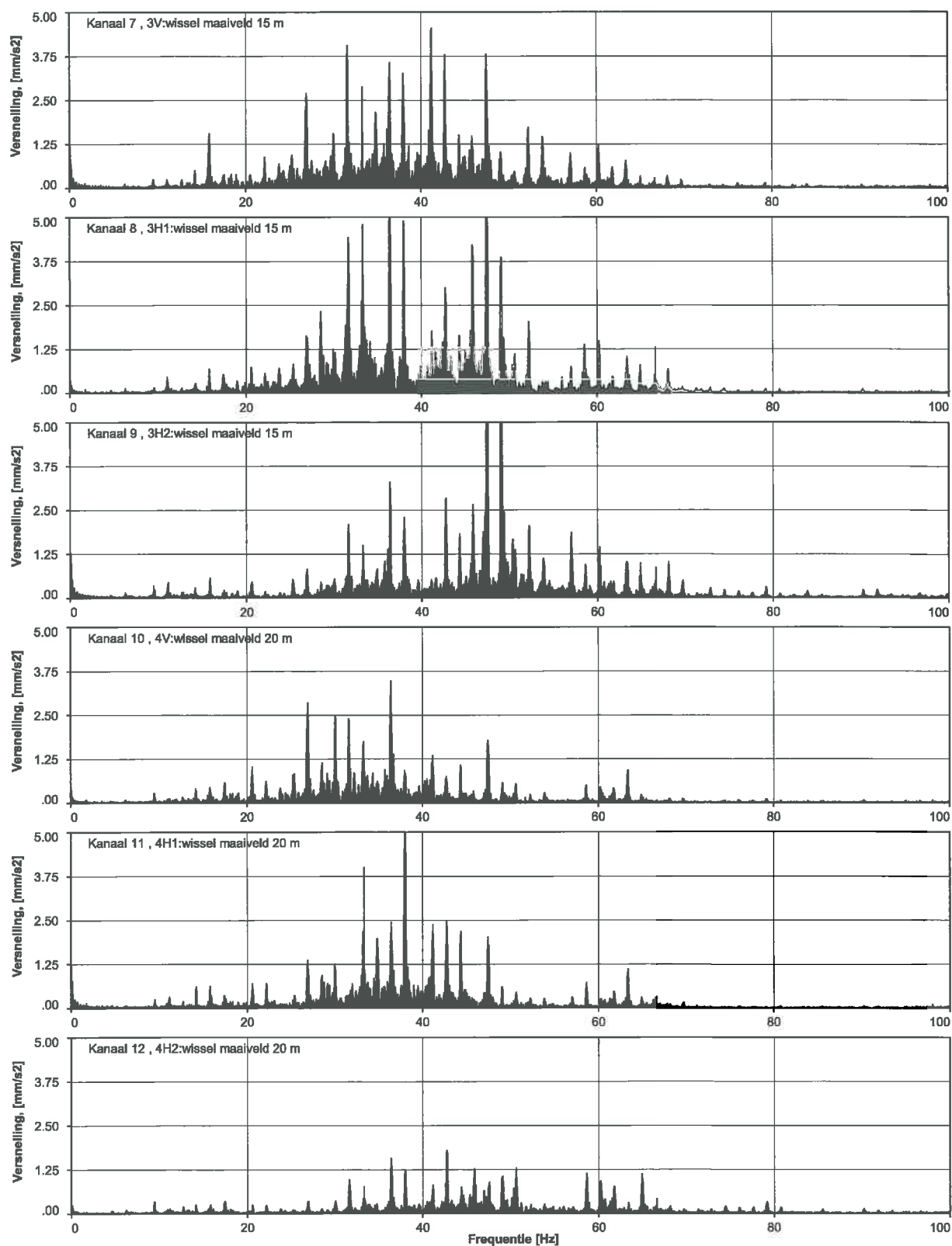
Bestand: rscan-128.000

Opmerkingen:

Datum: 13:06:42 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 24-A



Bestand: rscan-128.000

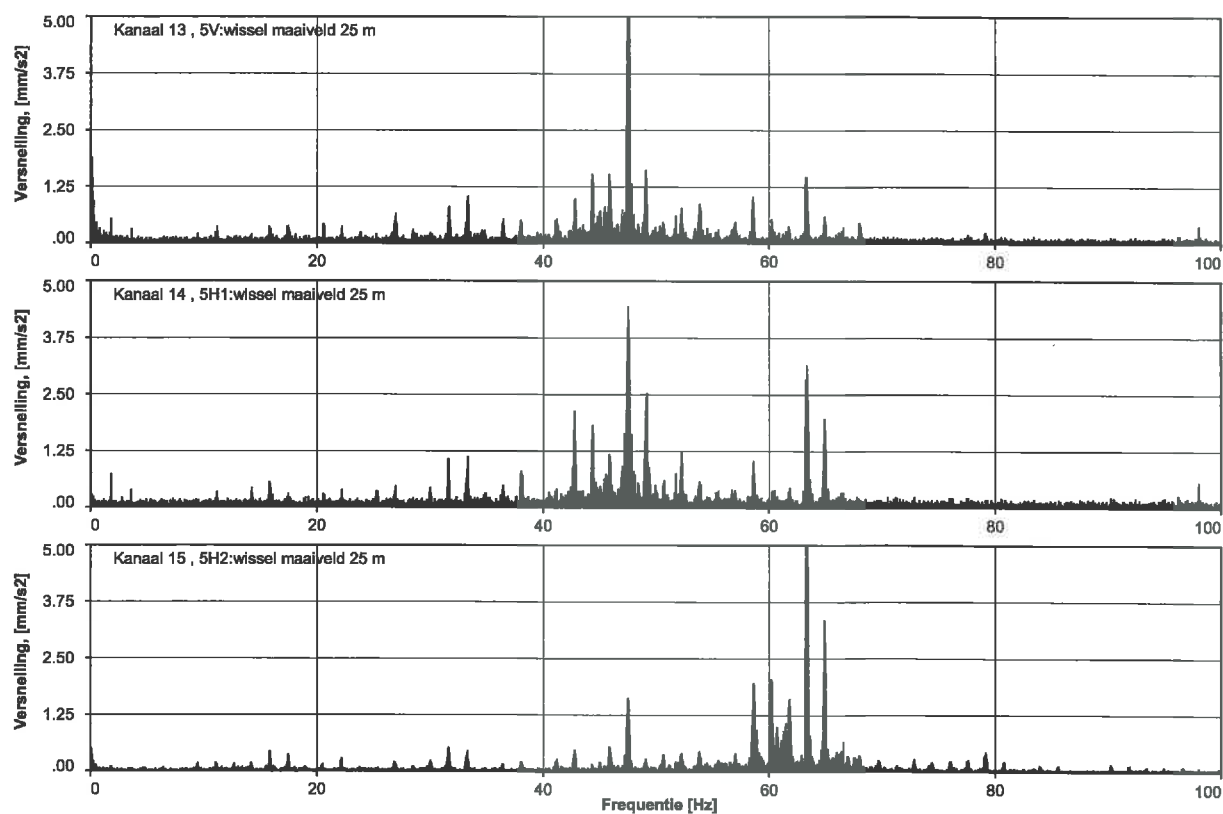
Opmerkingen:

Datum: 13:06:42 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 24-B



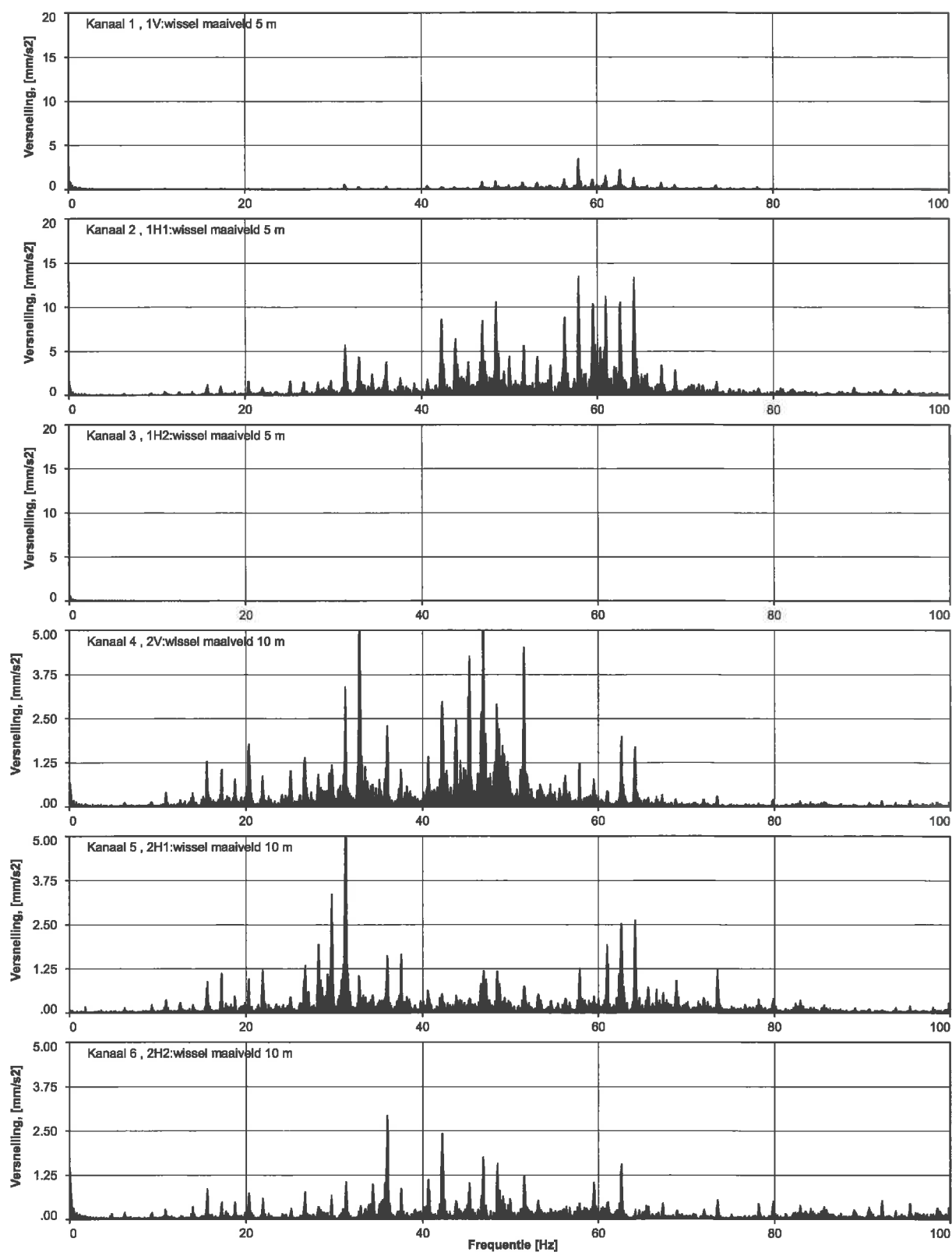
Bestand: rscan-128.000

Opmerkingen:

Datum: 13:06:42 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 24-C



Bestand: rscan-124.000

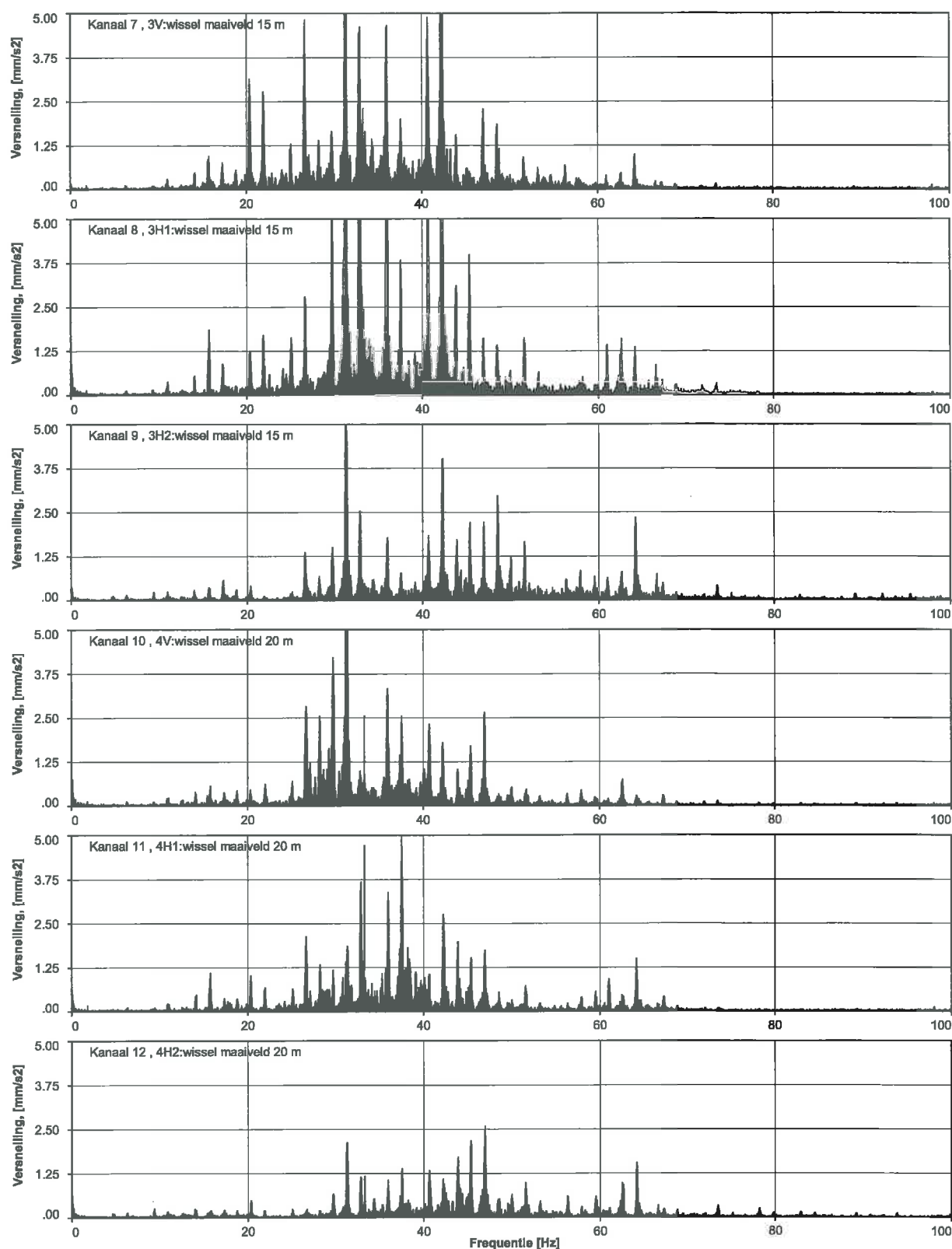
Opmerkingen:

Datum: 12:48:54 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 25-A



Bestand: rscan-124.000

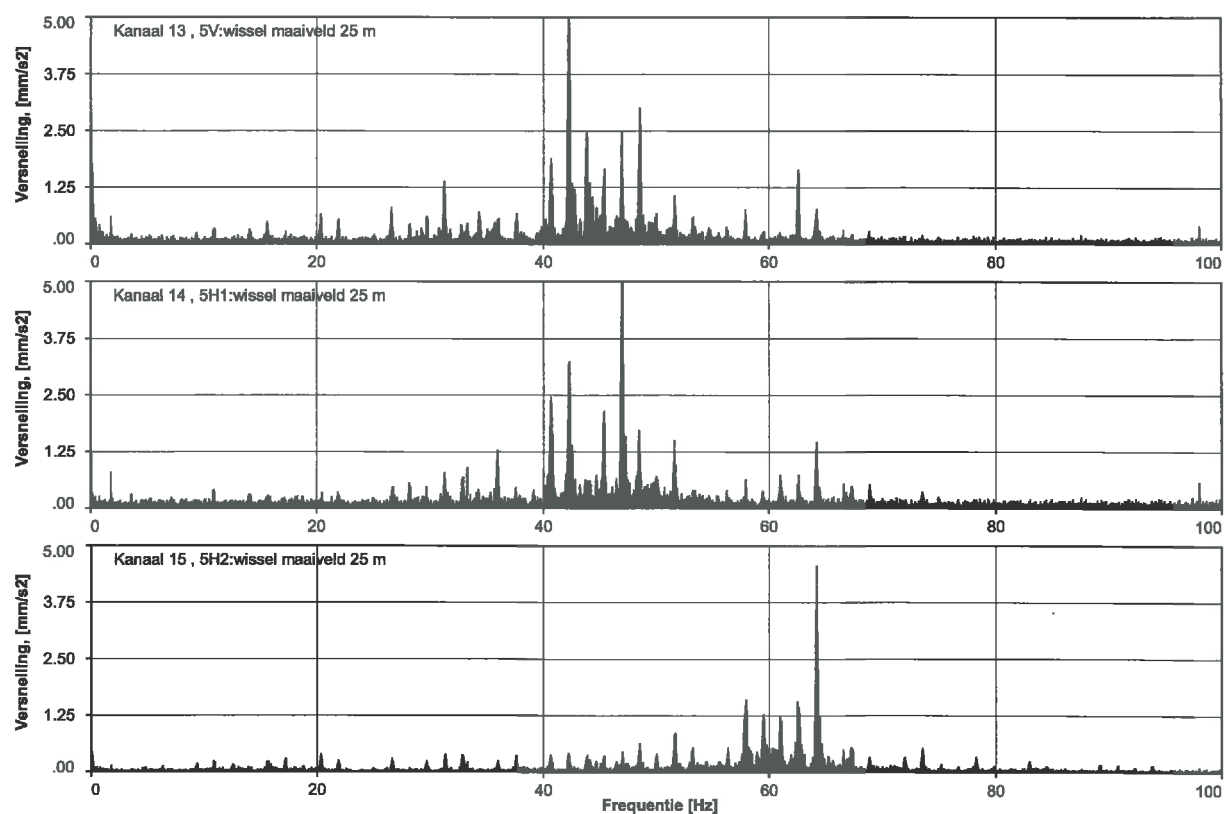
Opmerkingen:

Datum: 12:48:54 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 25-B



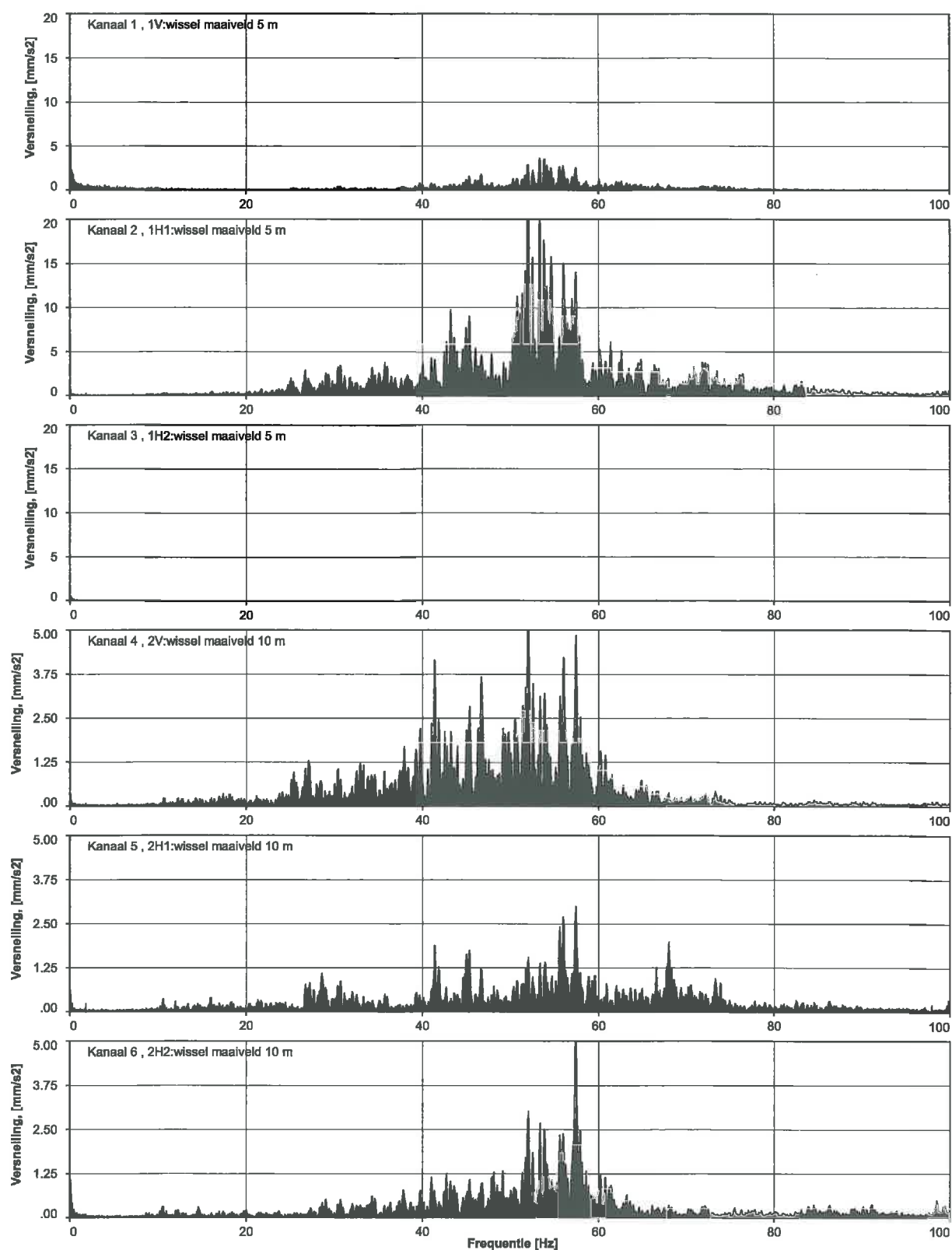
Bestand: rscan-124.000

Opmerkingen:

Datum: 12:48:54 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 25-C



Bestand: rscan-154.000

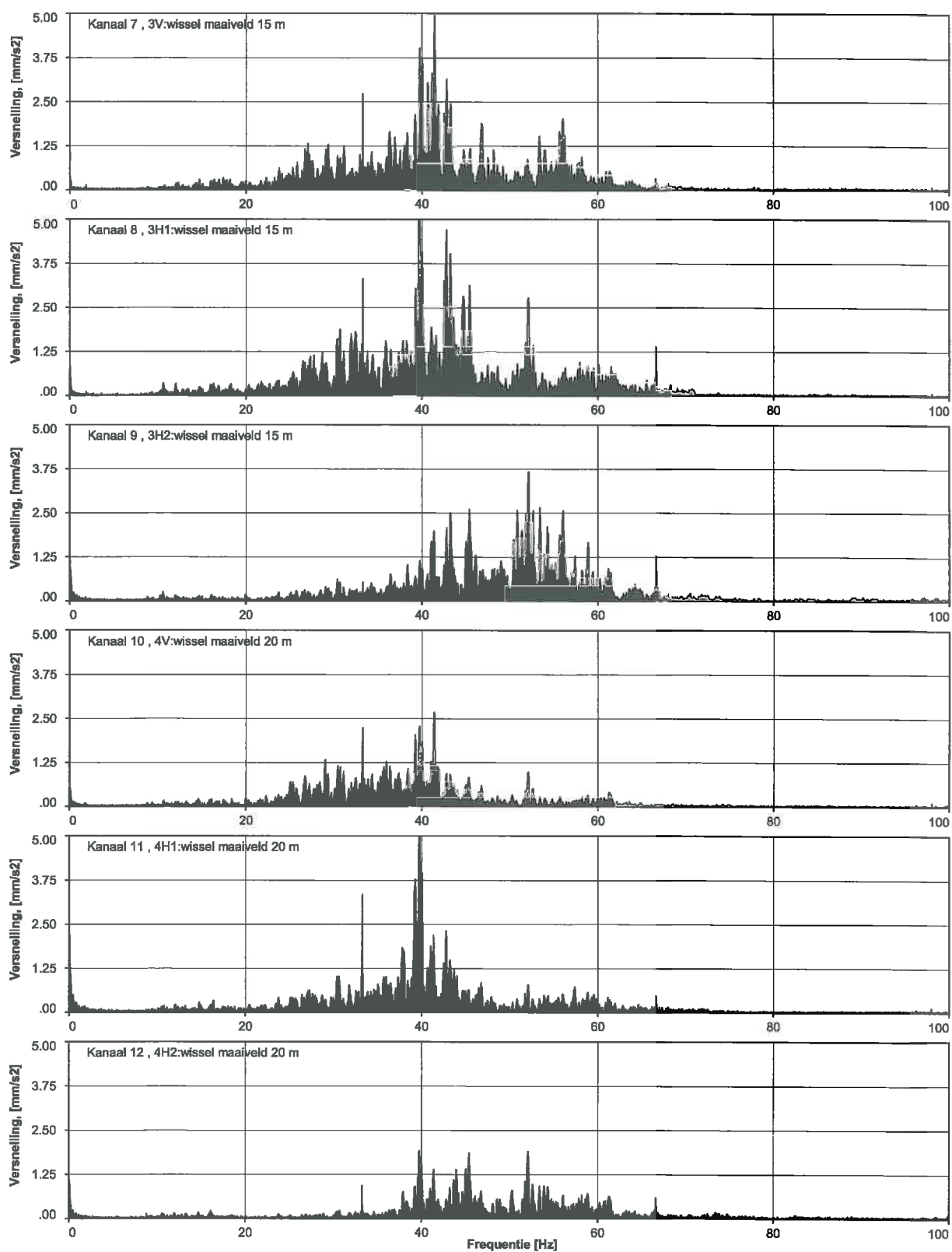
Opmerkingen:

Datum: 15:31:06 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 26-A



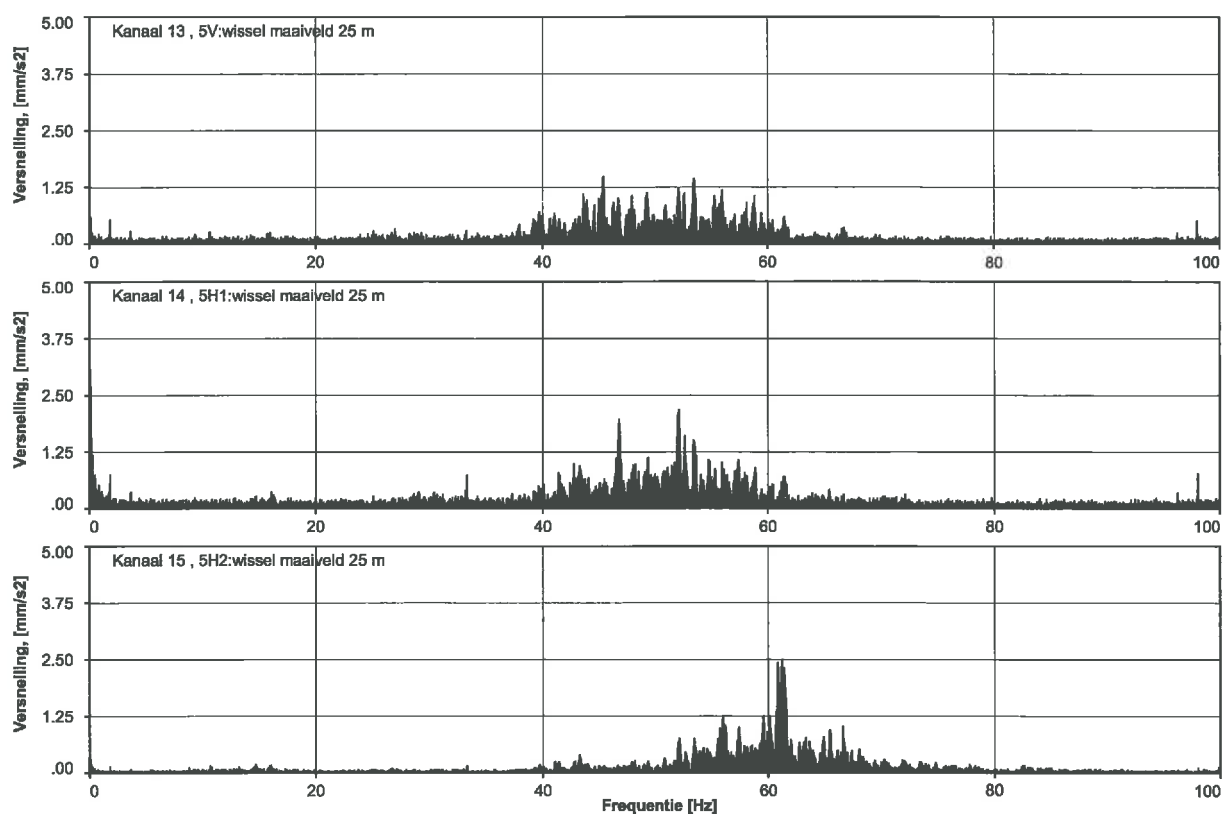
Bestand: rscan-154.000

Opmerkingen:

Datum: 15:31:06 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 26-B



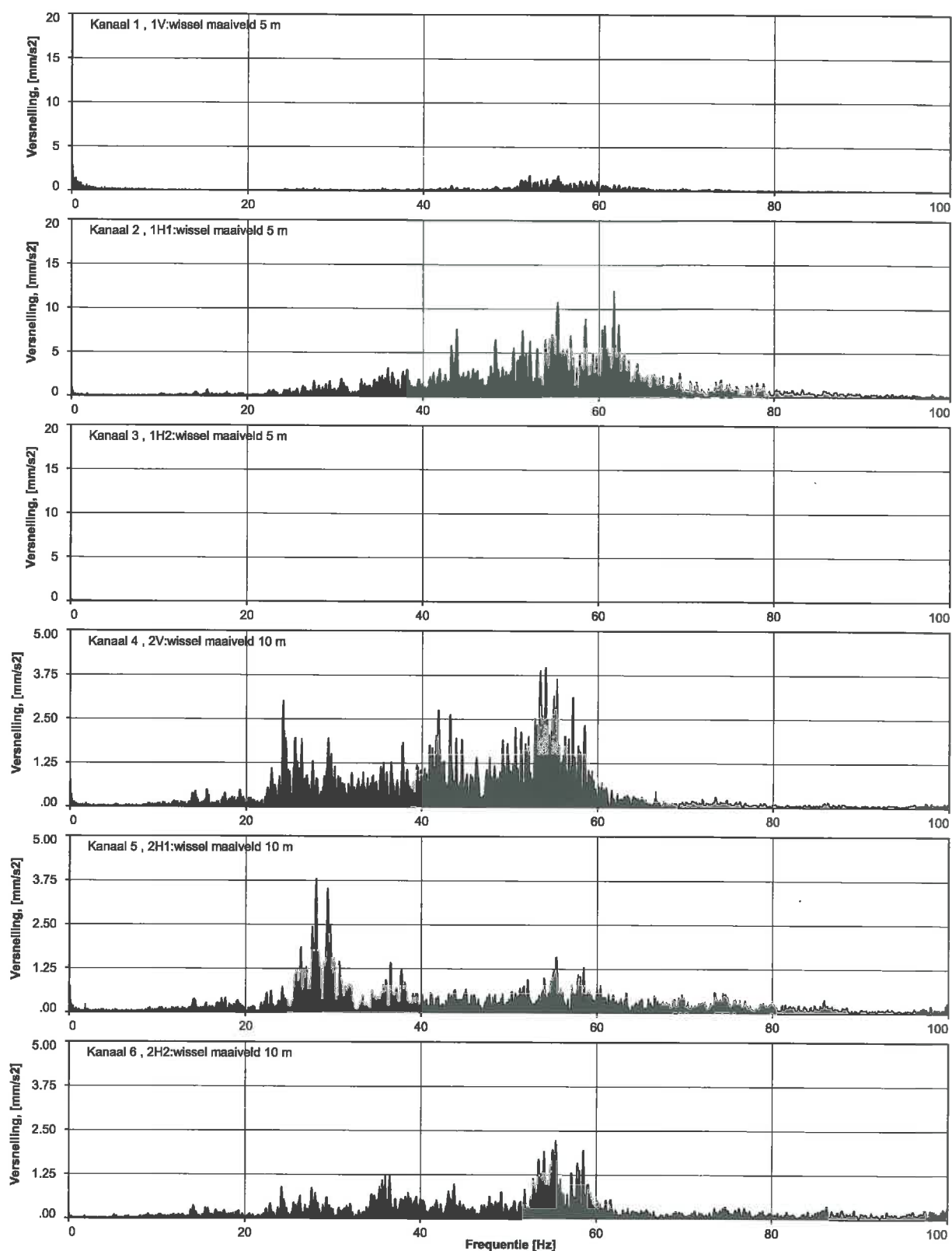
Bestand: rscan-154.000

Opmerkingen:

Datum: 15:31:06 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 26-C



Bestand: rscan-143.000

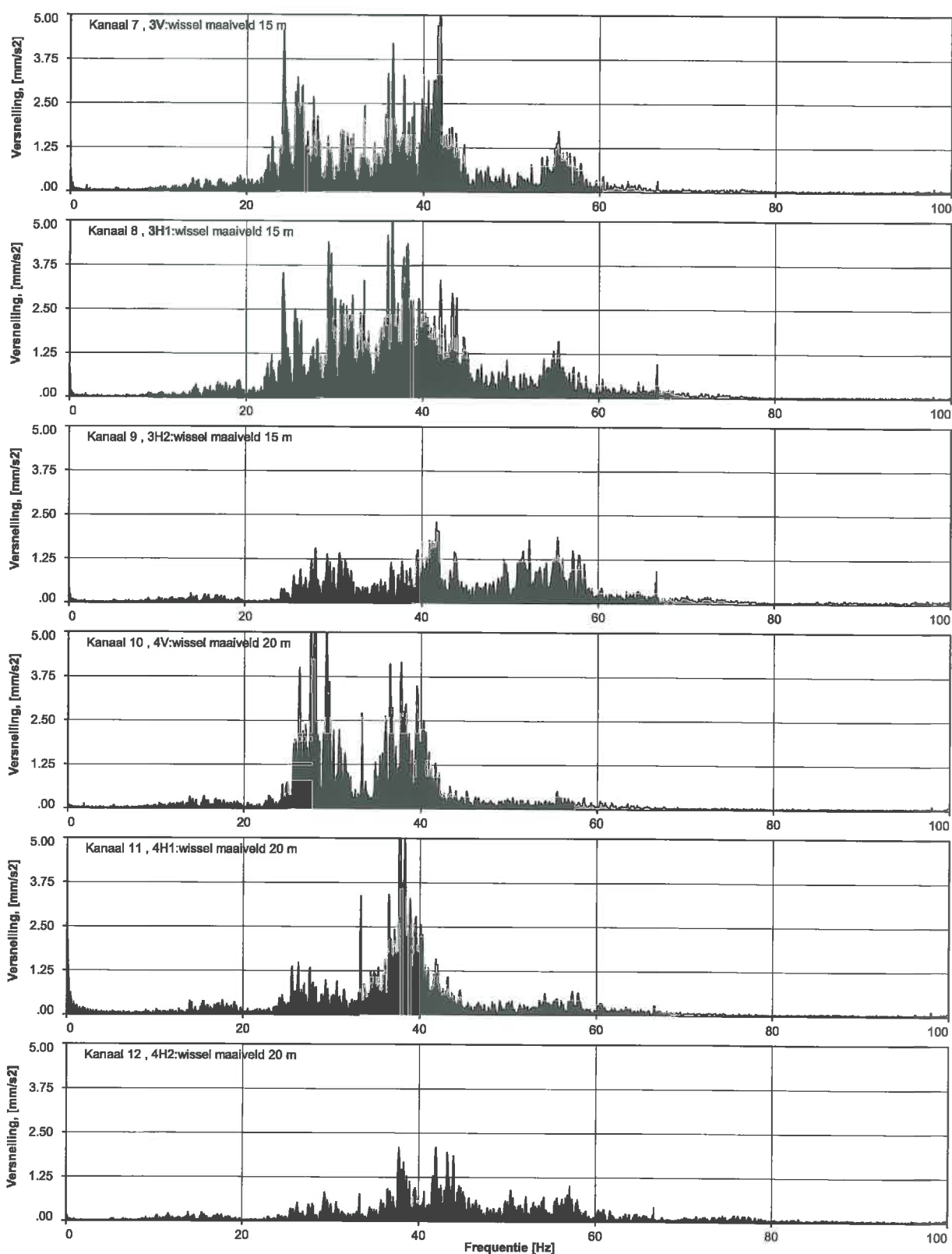
Opmerkingen:

Datum: 14:30:52 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 27-A



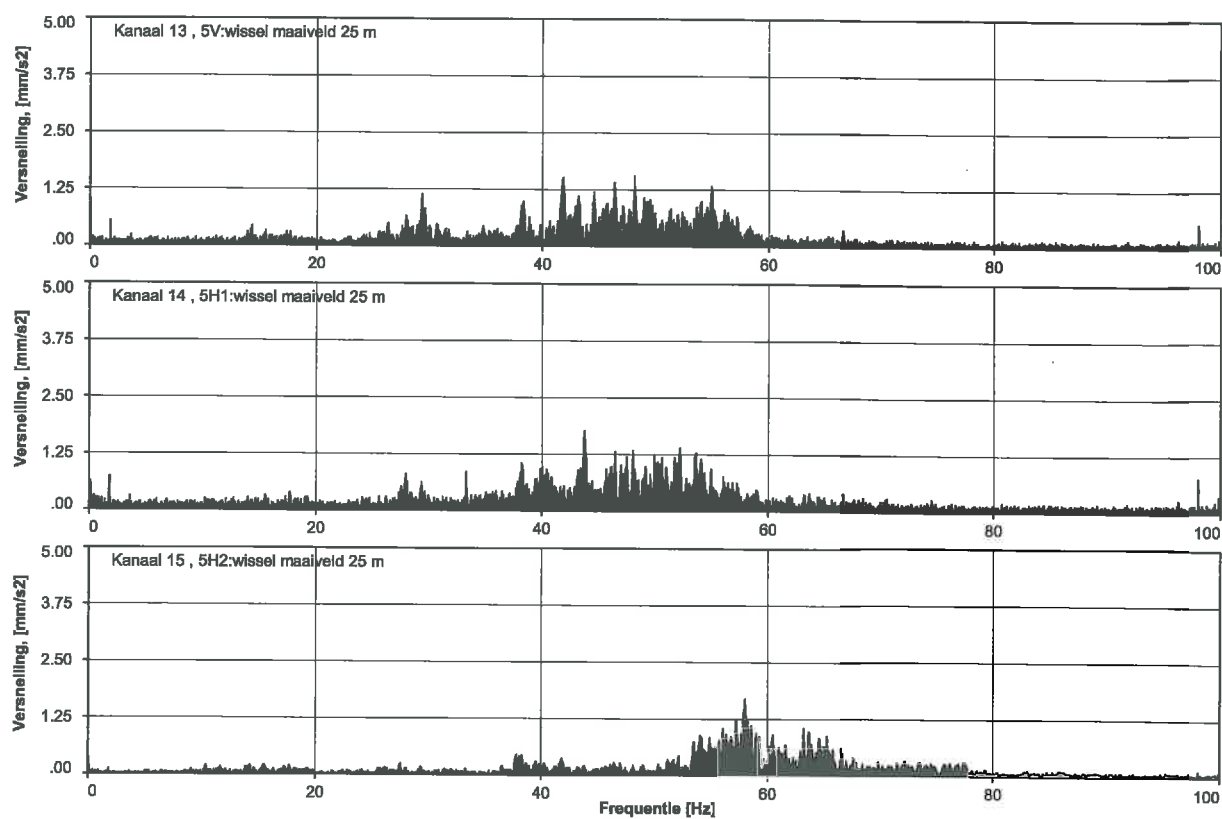
Bestand: rscan-143.000

Opmerkingen:

Datum: 14:30:52 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 27-B



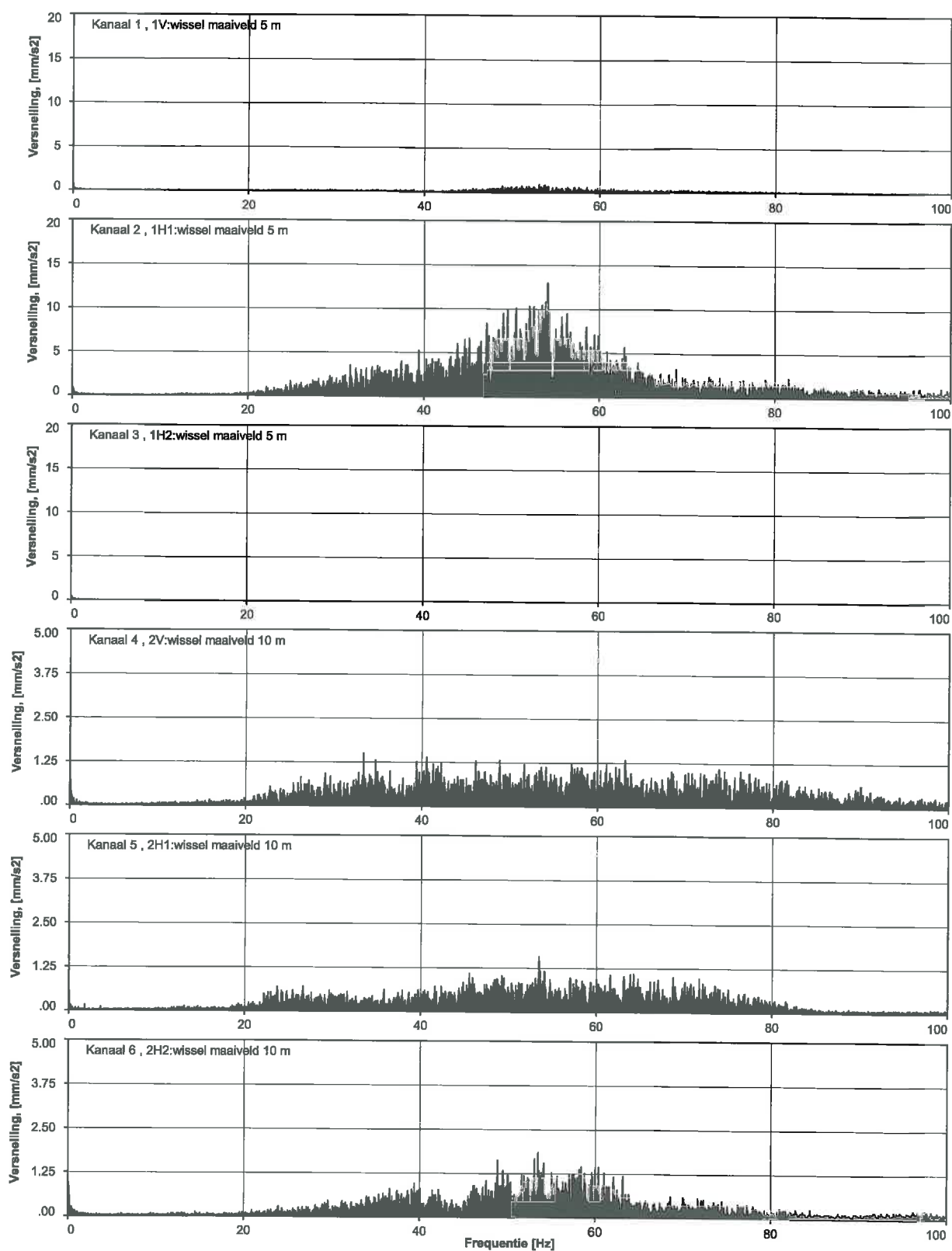
Bestand: rscan-143.000

Opmerkingen:

Datum: 14:30:52 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

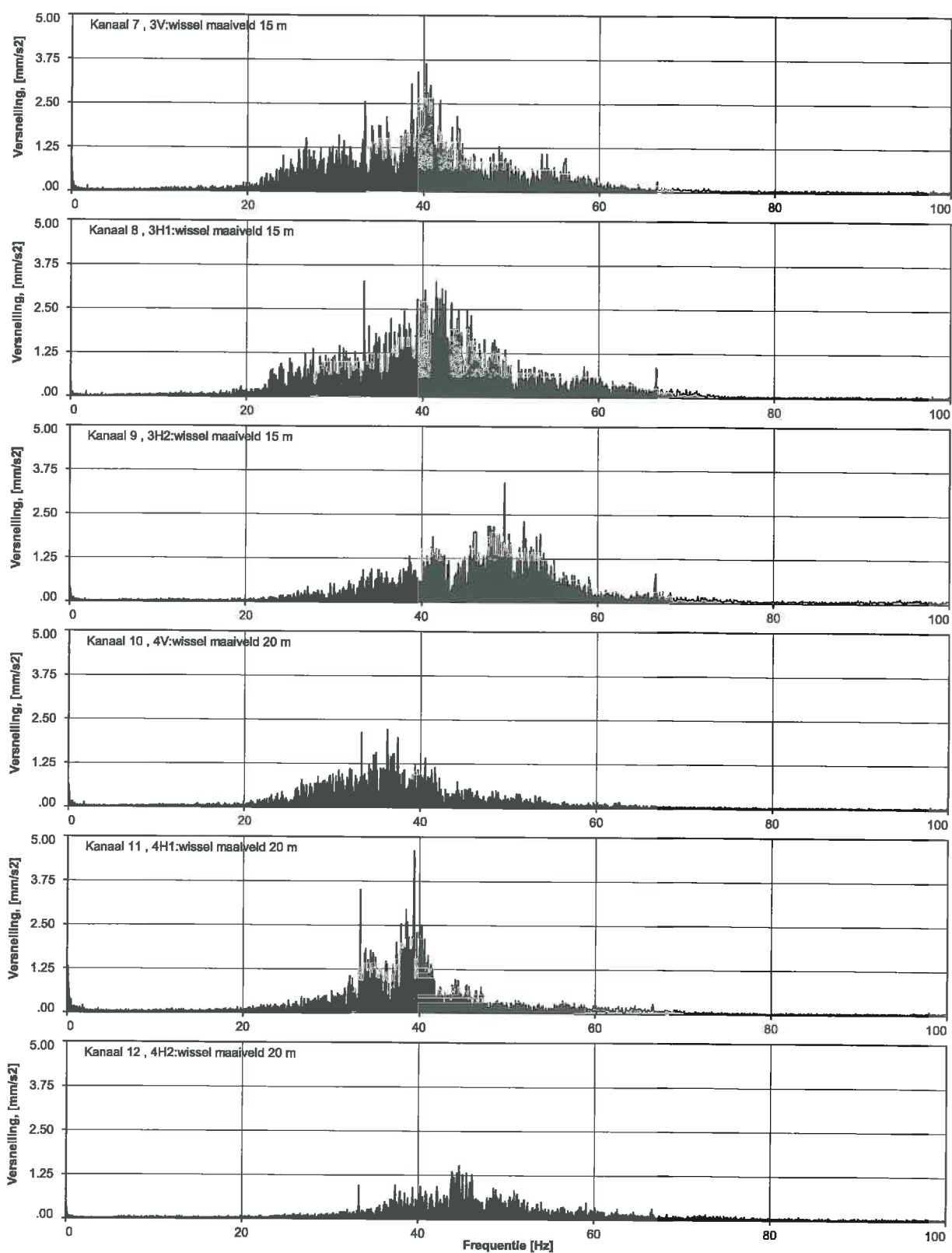
Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 27-C



Bestand: rscan-116.000
Opmerkingen:
Datum: 12:16:52 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002
Bijl.: 28-A



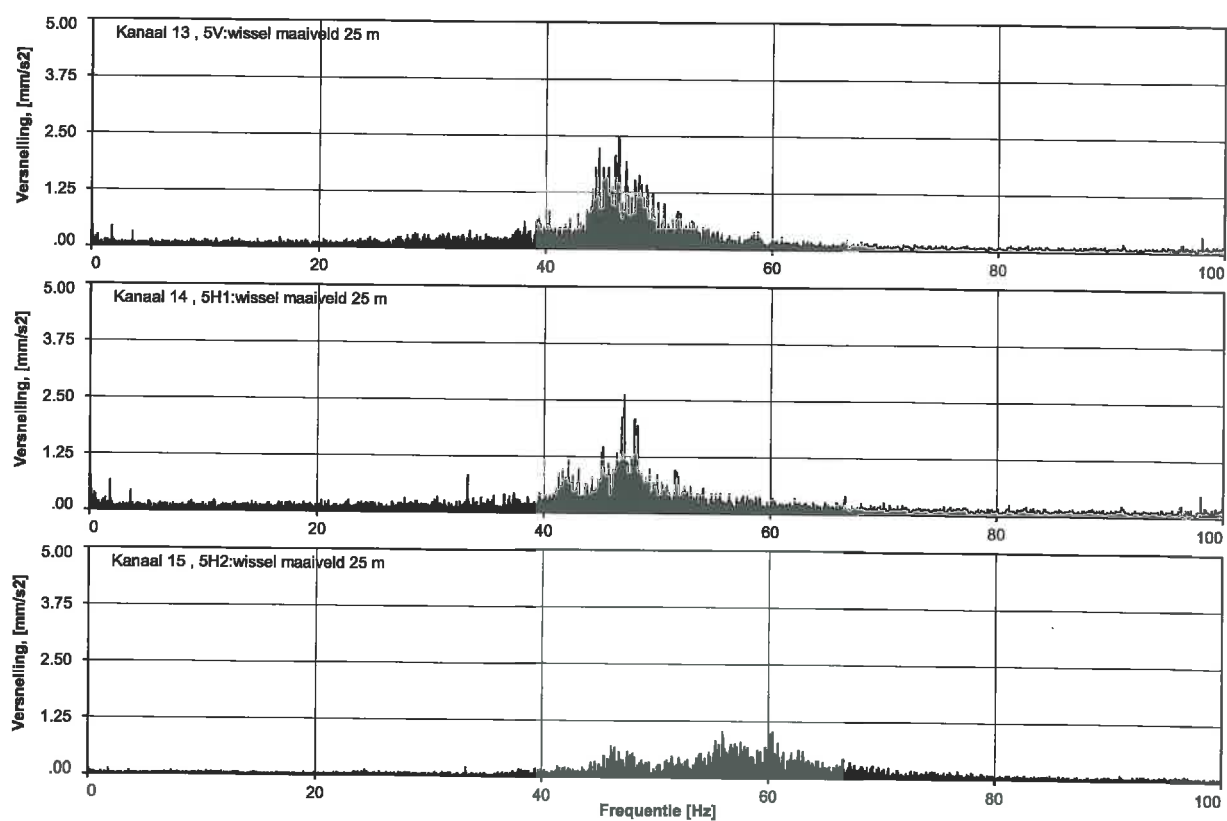
Bestand: rscan-116.000

Opmerkingen:

Datum: 12:16:52 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

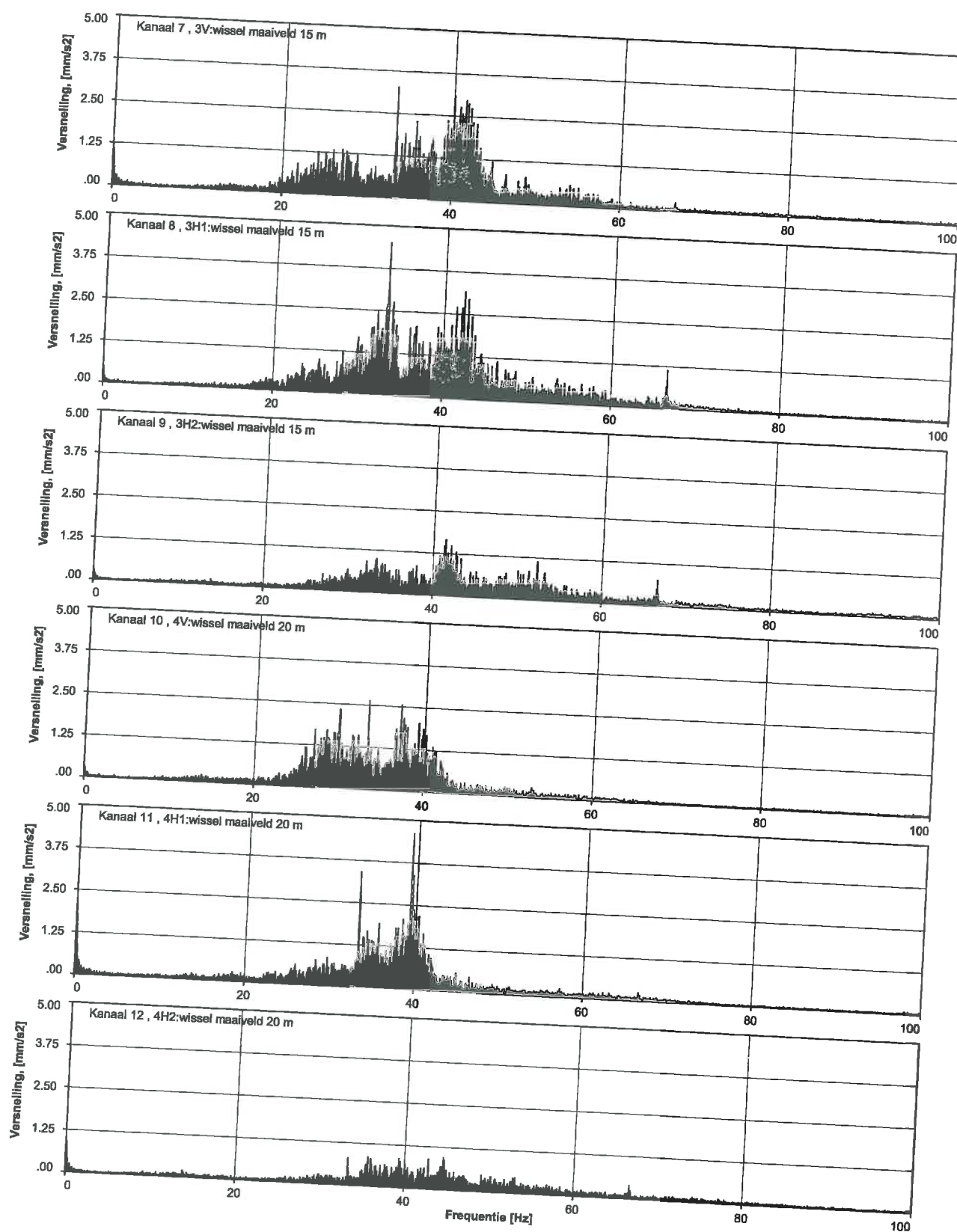
Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 28-B



Bestand: rscan-116.000
Opmerkingen:
Datum: 12:16:52 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002
Bijl.: 28-C



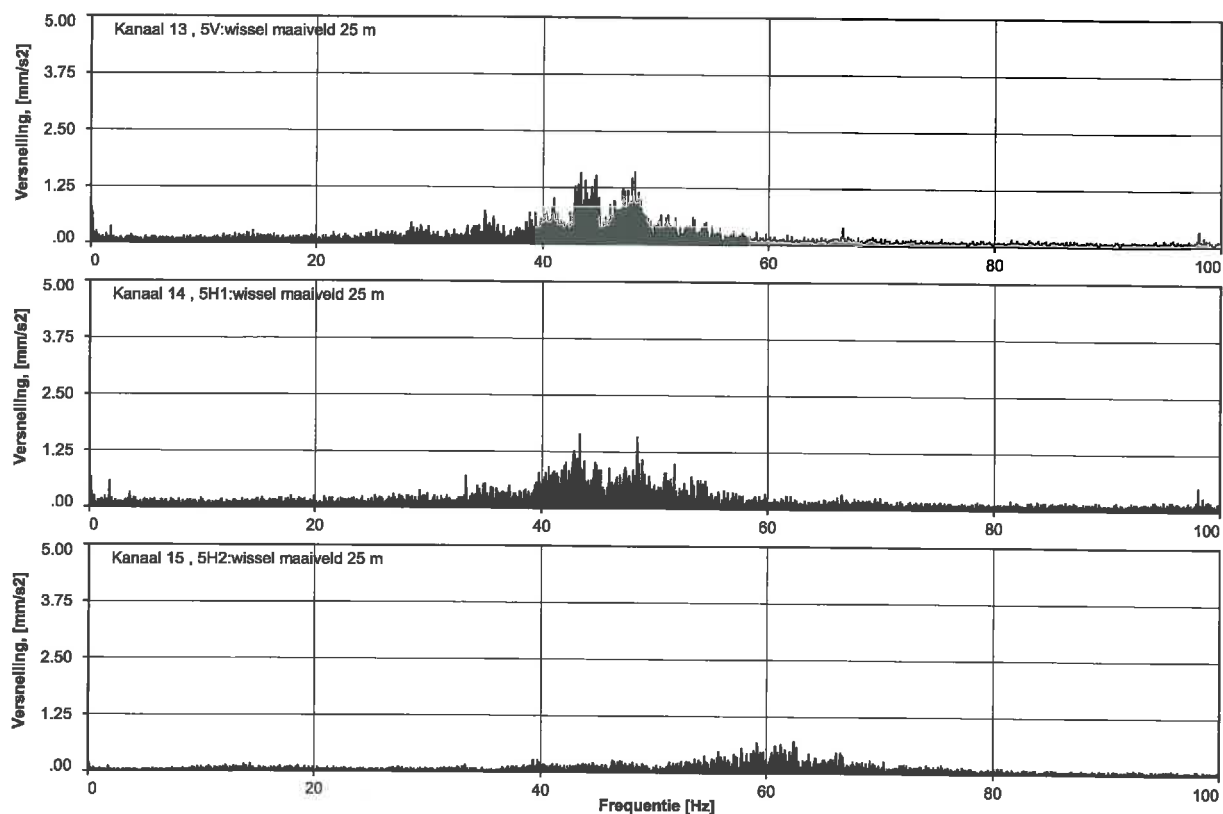
Bestand: rscan-129.000

Opmerkingen:

Datum: 13:10:58 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 29-B



Bestand: rscan-129.000

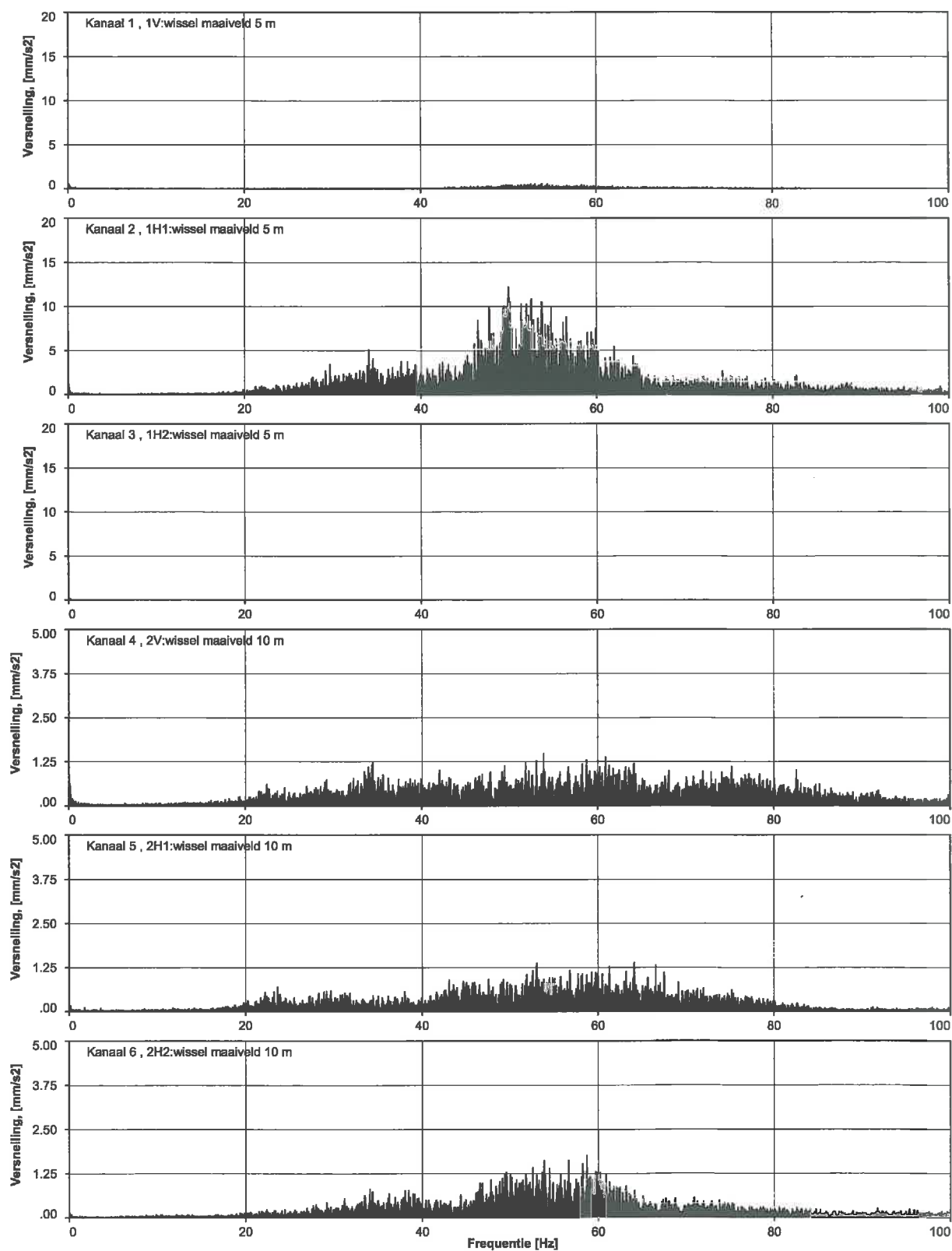
Opmerkingen:

Datum: 13:10:58 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 29-C



Bestand: rscan-97.000

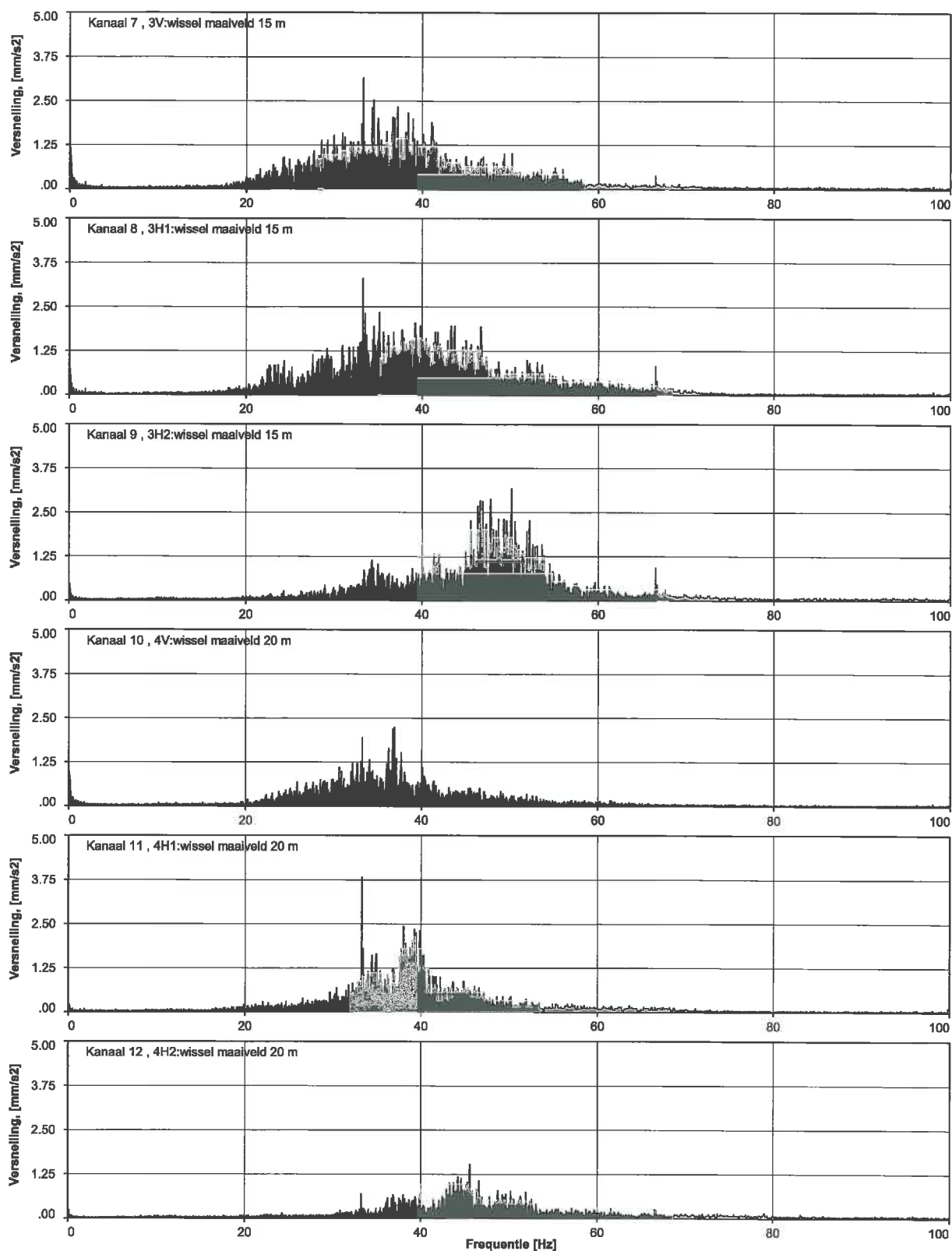
Opmerkingen:

Datum: 10:47:32 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 30-A



Bestand: rscan-97.000

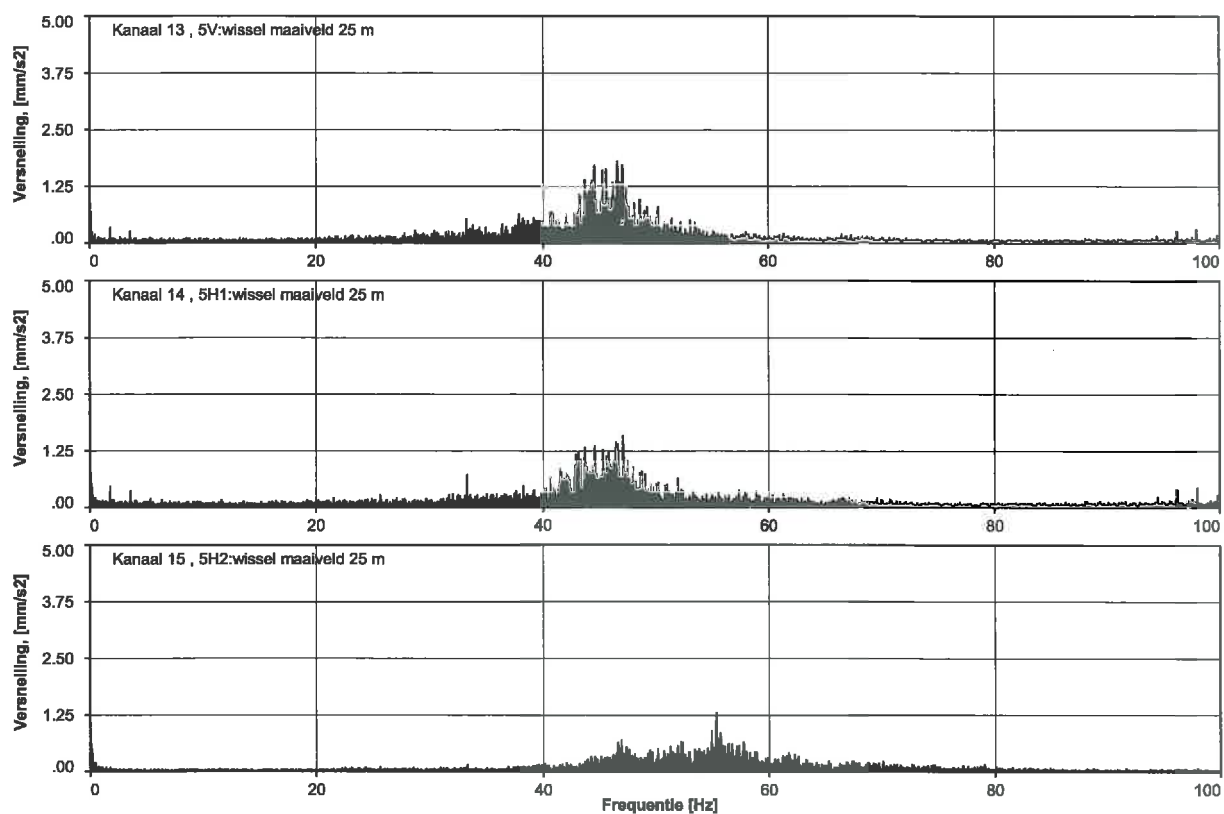
Opmerkingen:

Datum: 10:47:32 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 30-B



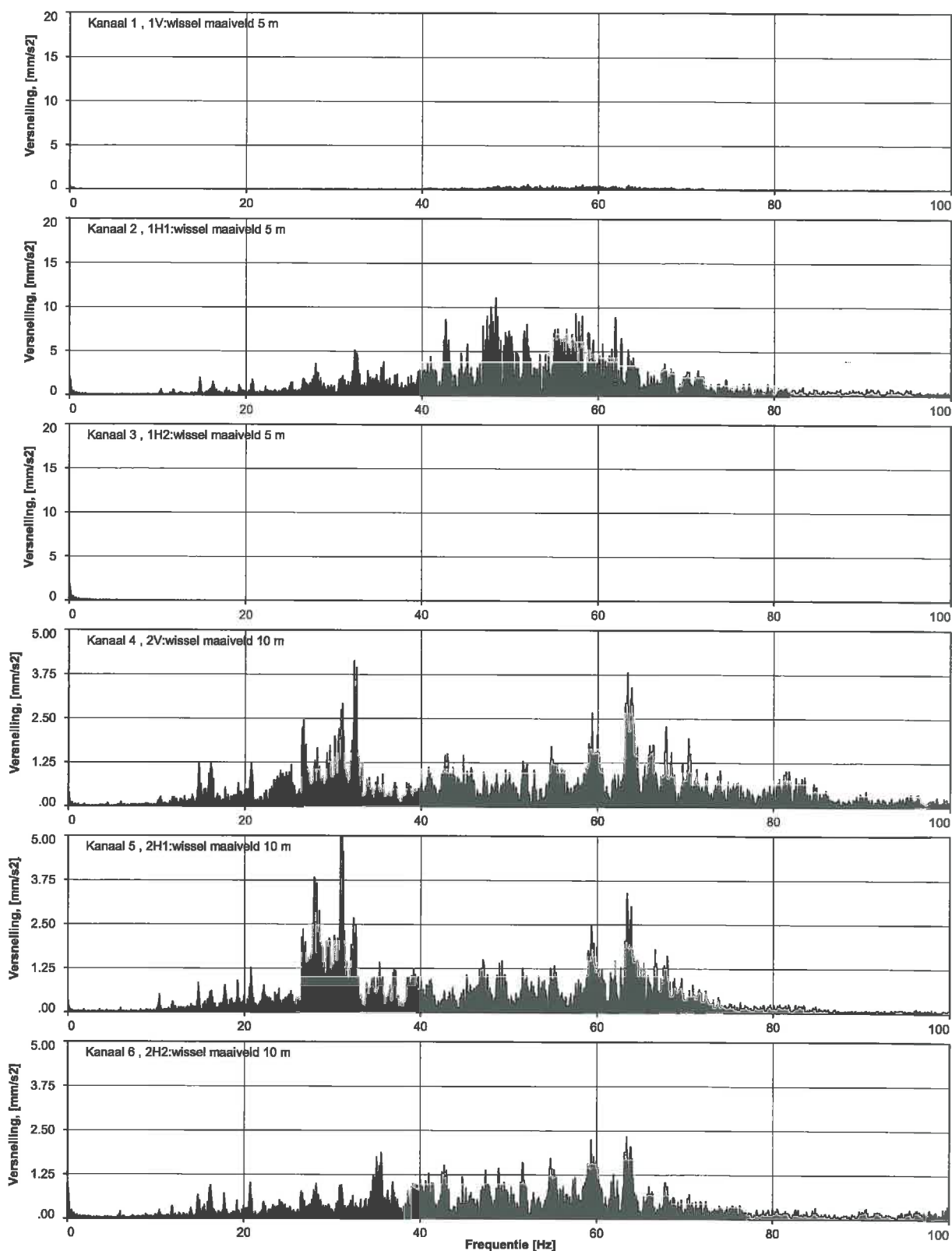
Bestand: rscan-97.000

Opmerkingen:

Datum: 10:47:32 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 30-C



Bestand: rscan-80.000

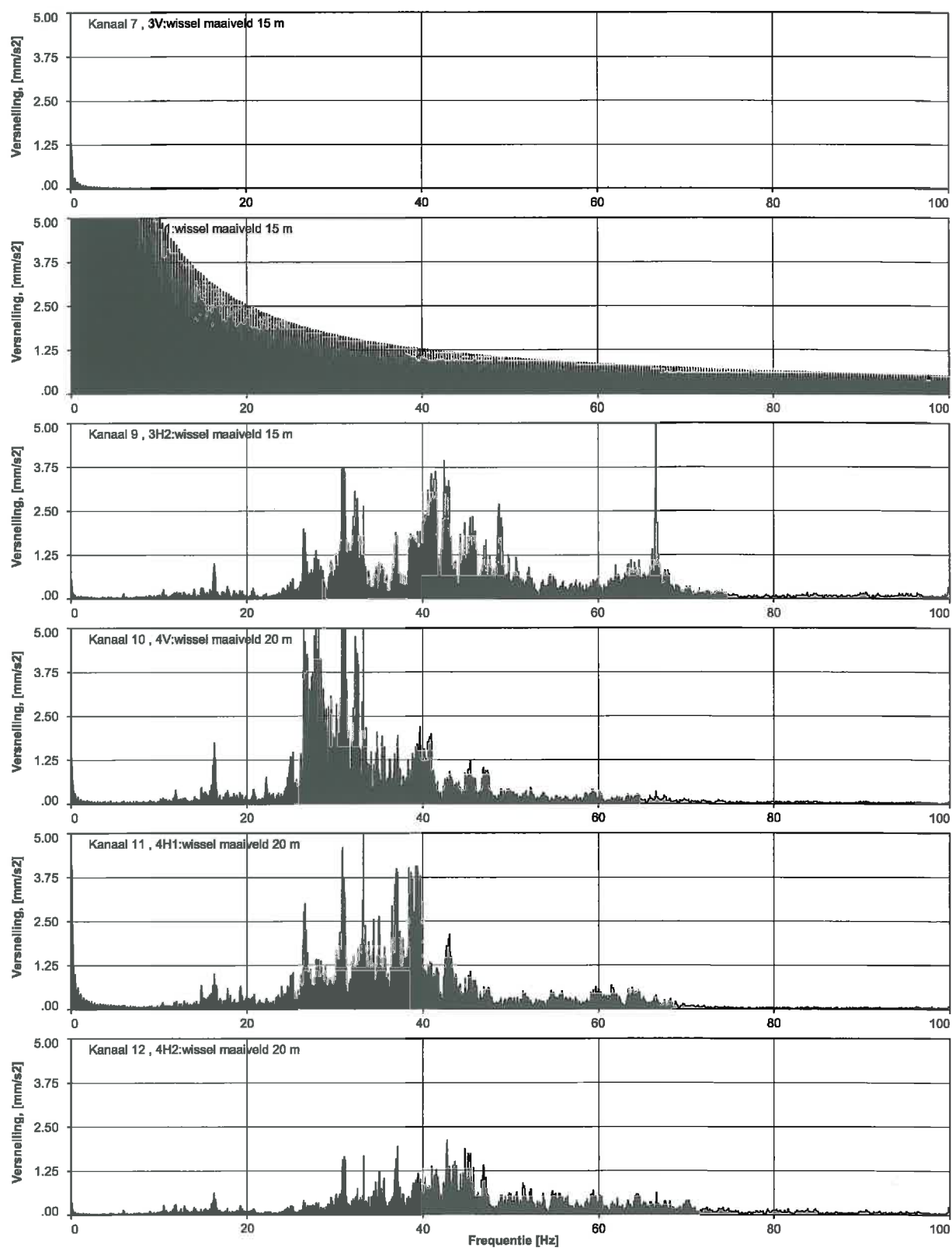
Opmerkingen:

Datum: 09:19:44 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 31-A



Bestand: rscan-80.000

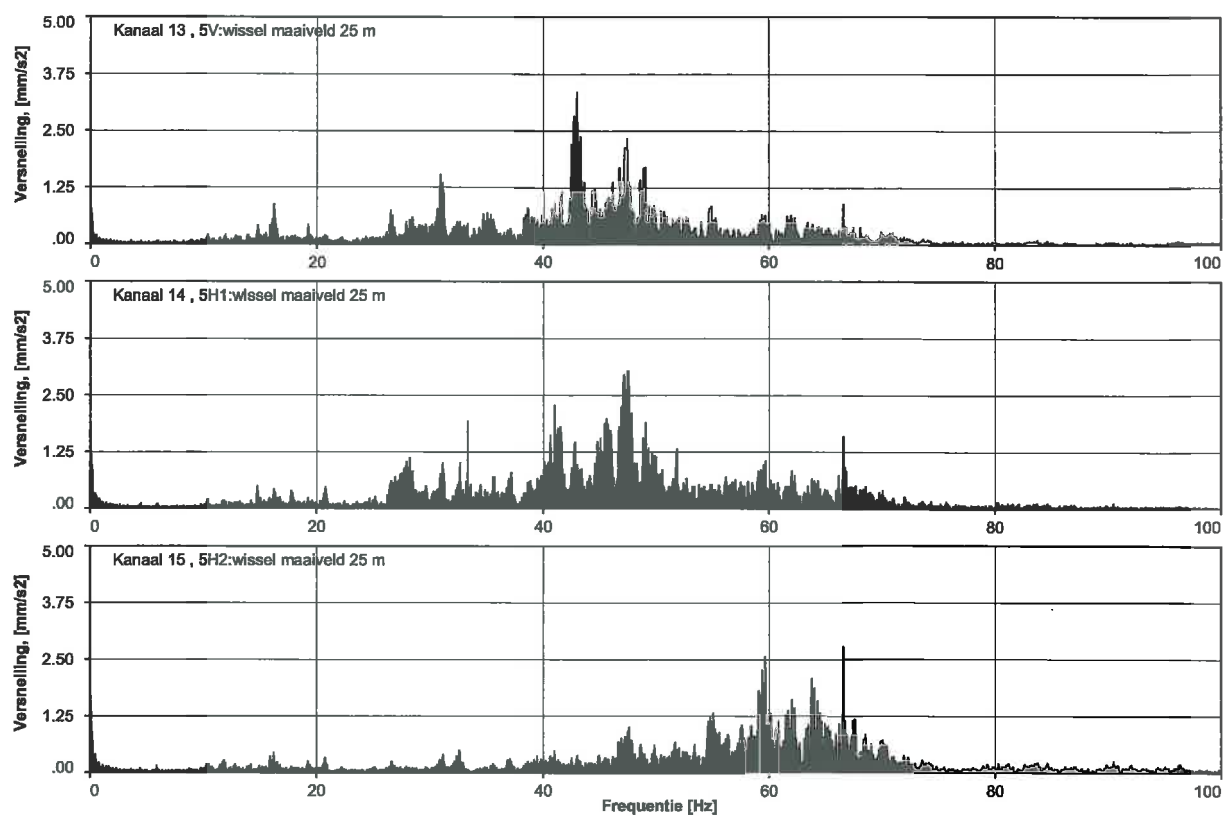
Opmerkingen:

Datum: 09:19:44 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002

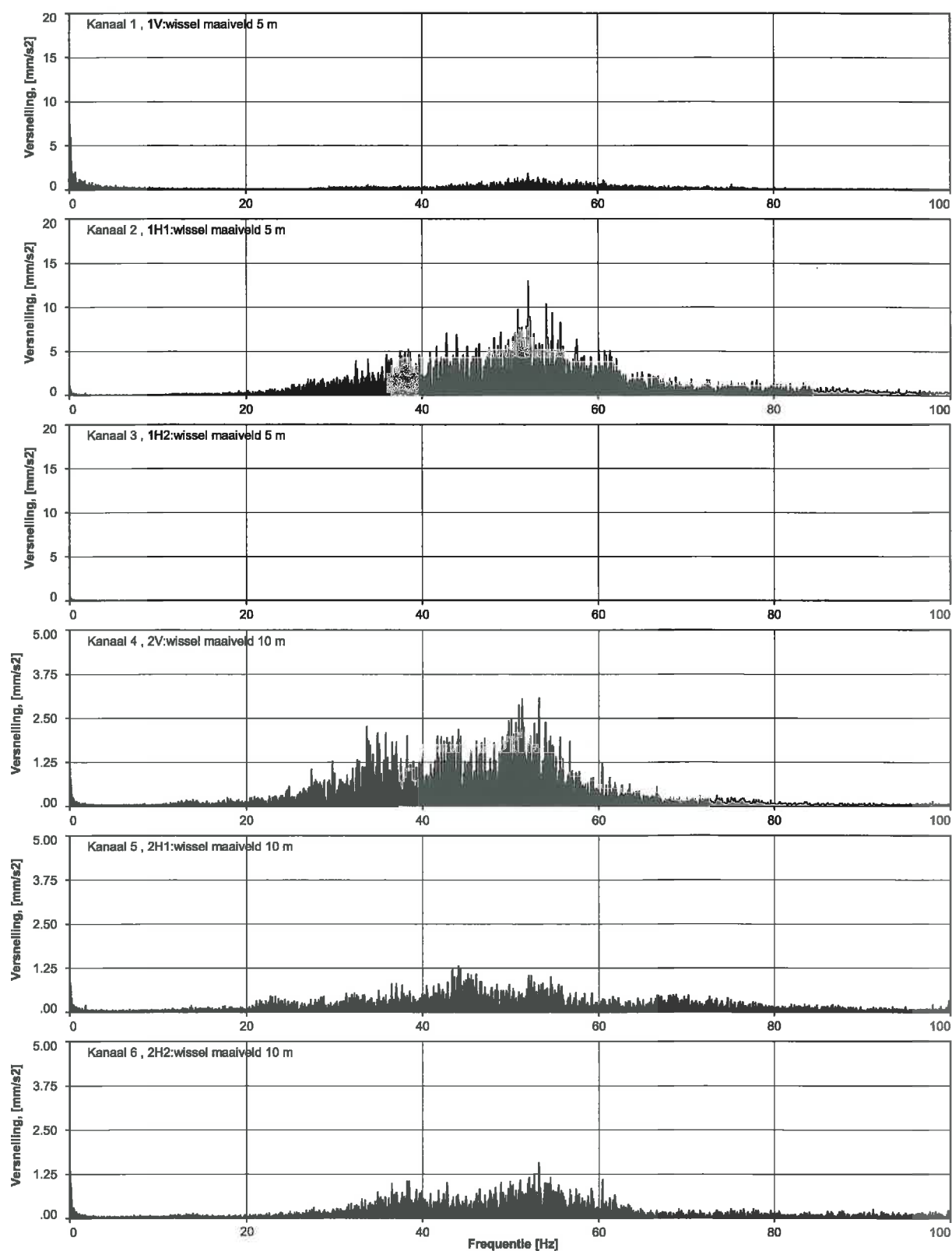
Bijl.: 31-B



Bestand: rscan-80.000
Opmerkingen:
Datum: 09:19:44 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002
Bijl.: 31-C



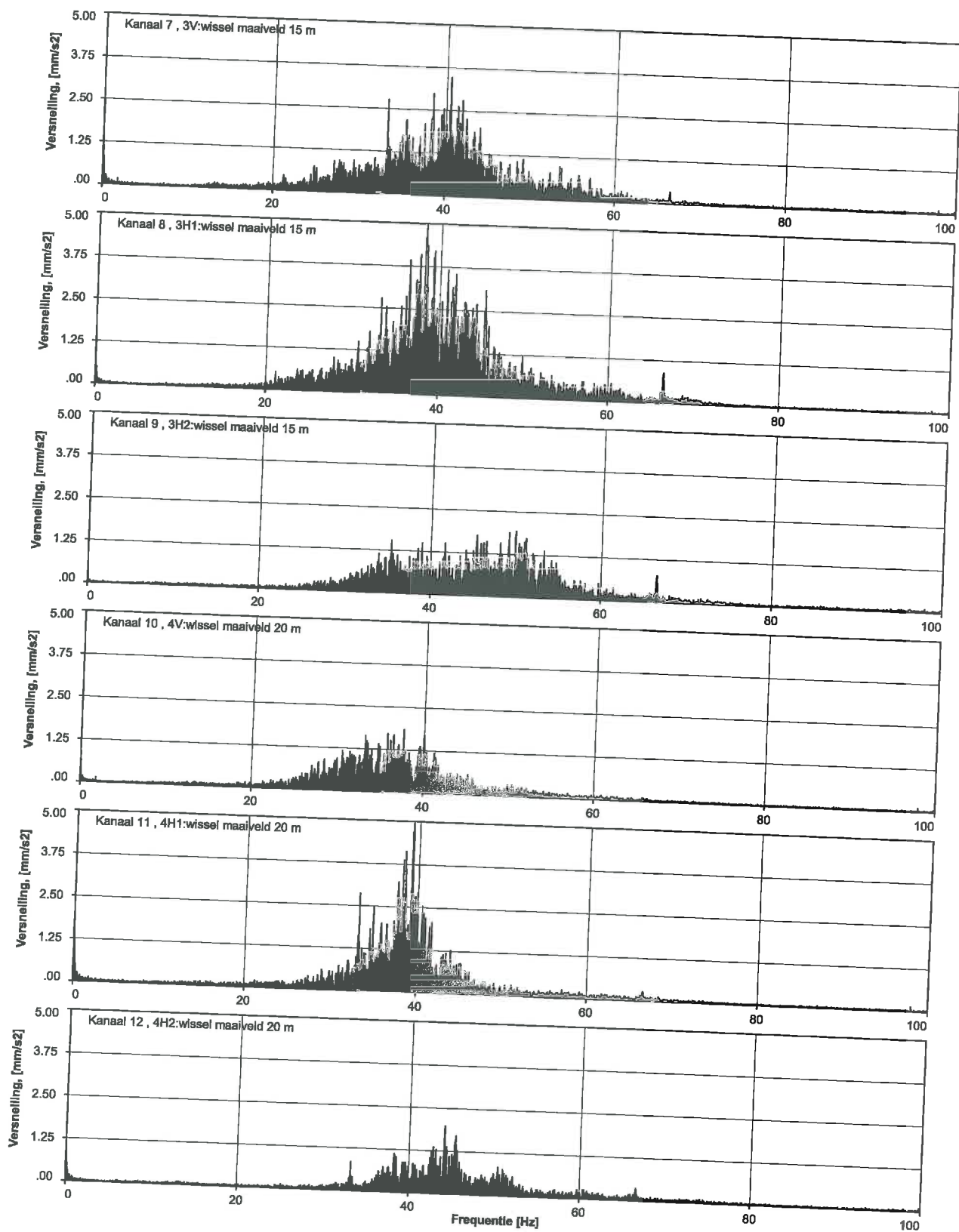
Bestand: rscan-152.000

Opmerkingen:

Datum: 15:27:20 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 32-A



Bestand: rscan-152.000

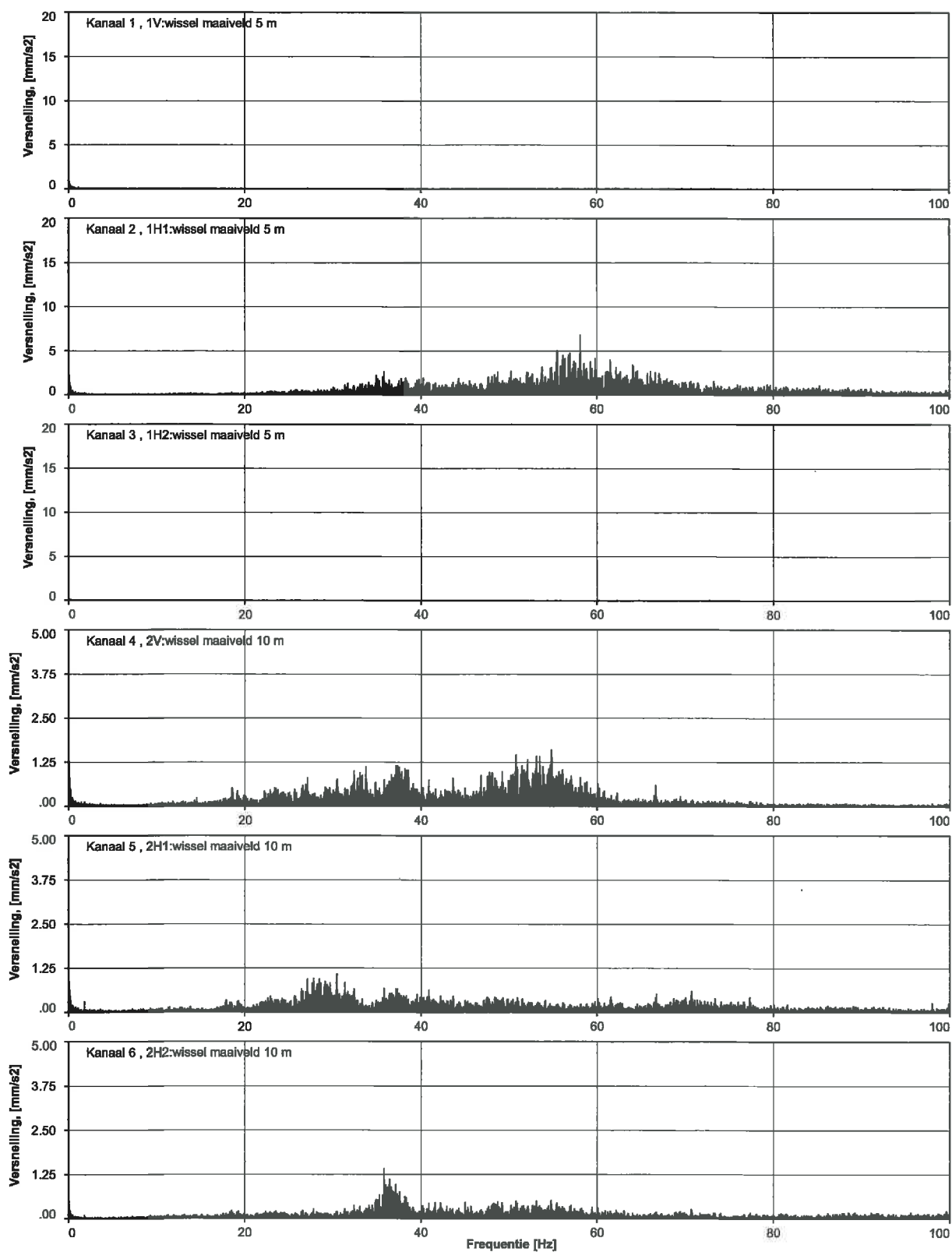
Opmerkingen:

Datum: 15:27:20 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 32-B



Bestand: rscan-170.000

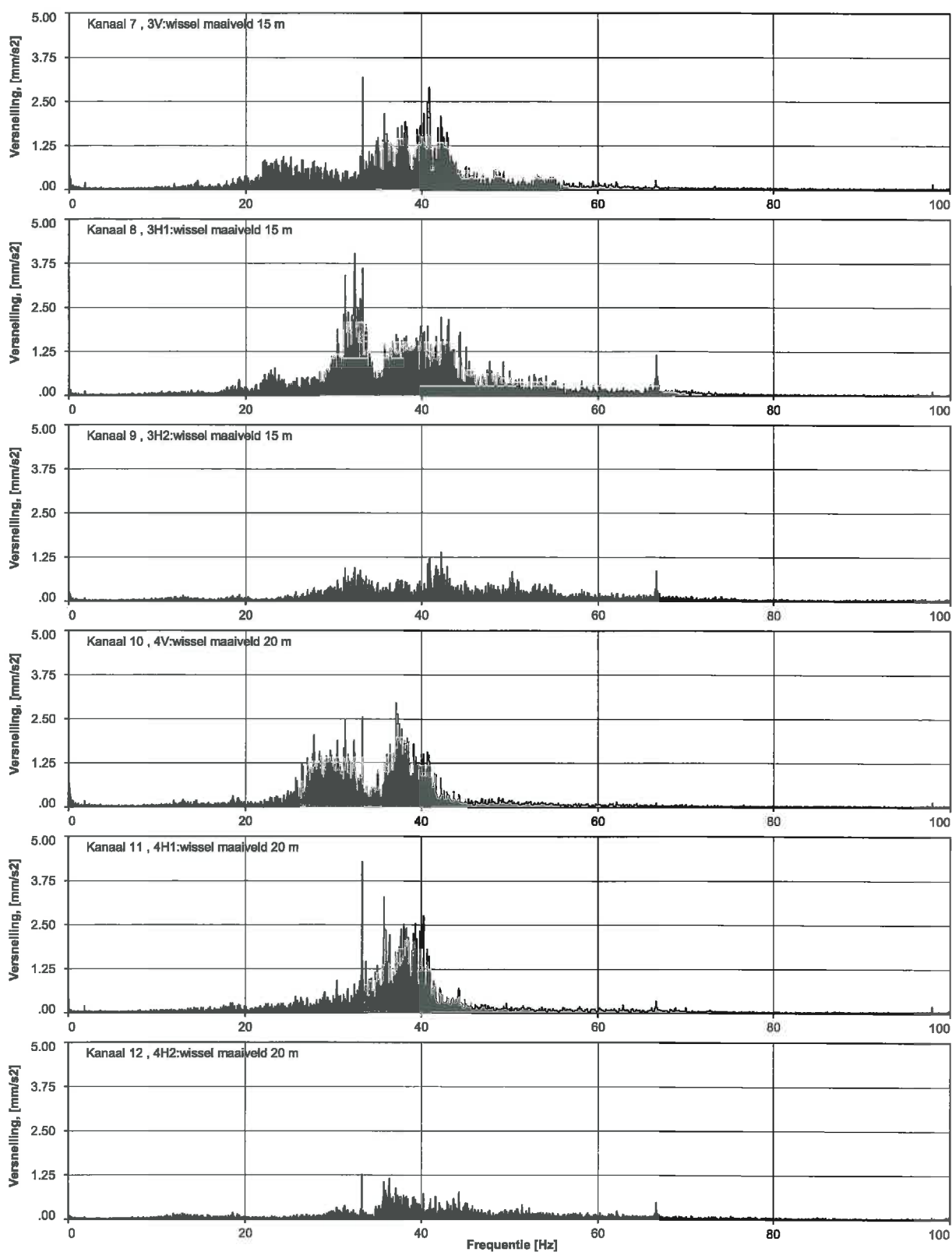
Opmerkingen:

Datum: 16:32:54 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 33-A



Bestand: rscan-170.000

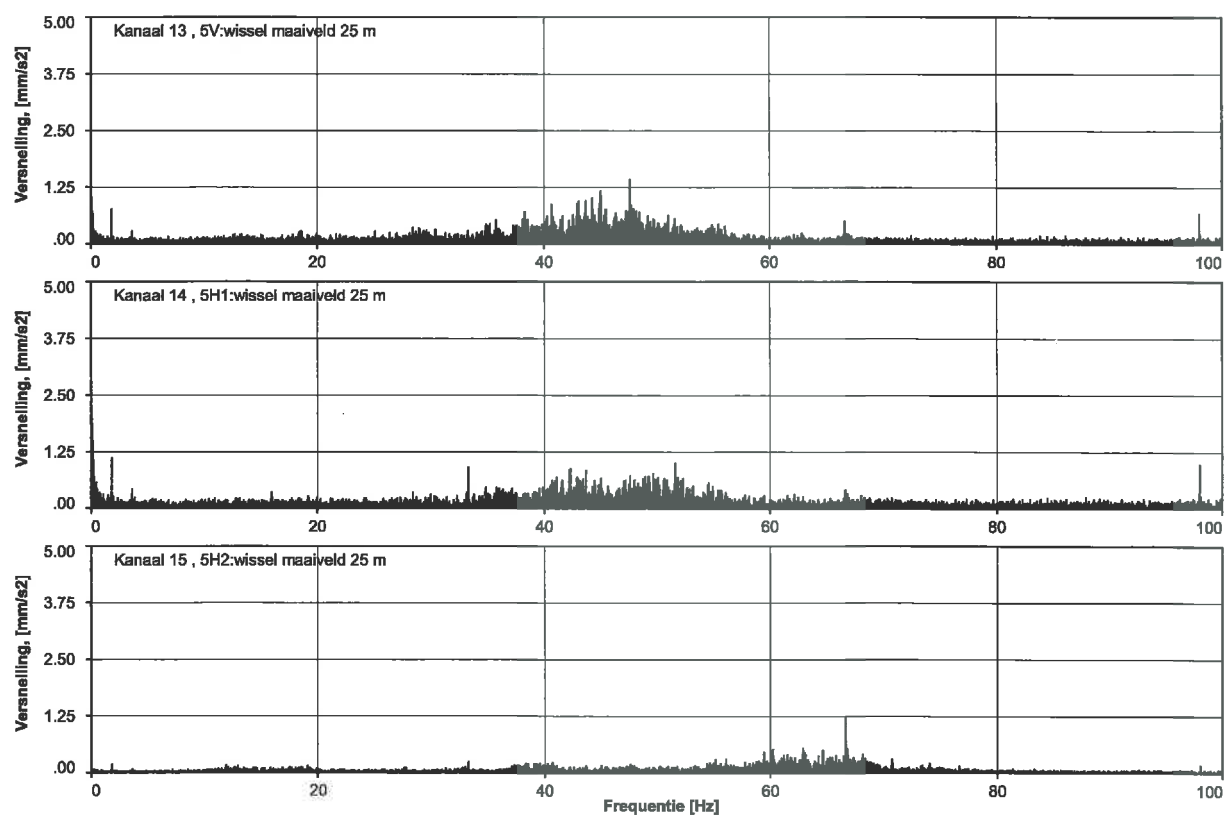
Opmerkingen:

Datum: 16:32:54 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002

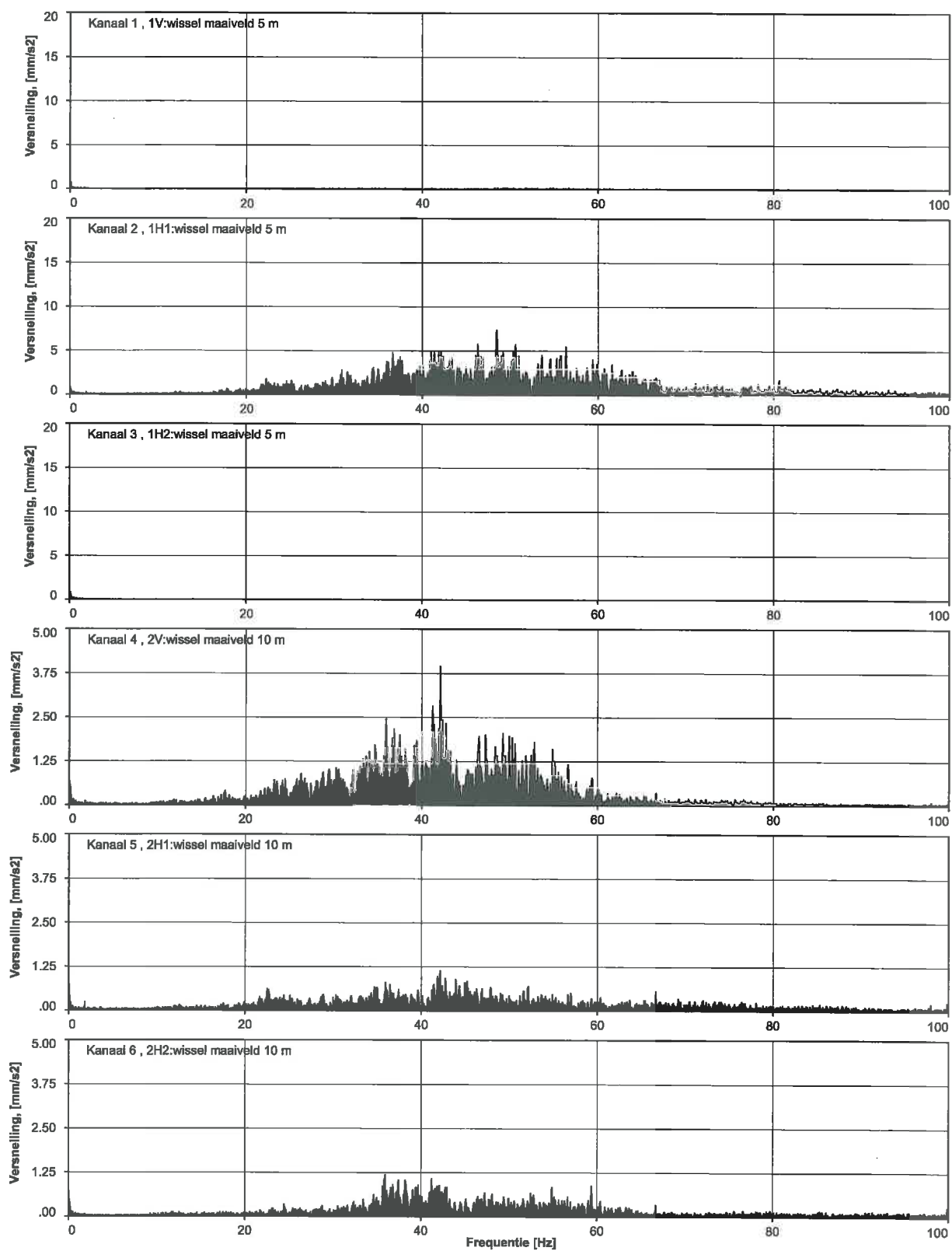
Bijl.: 33-B



Bestand: rscan-170.000
 Opmerkingen:
 Datum: 16:32:54 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
 TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 33-C



Bestand: rscan-164.000

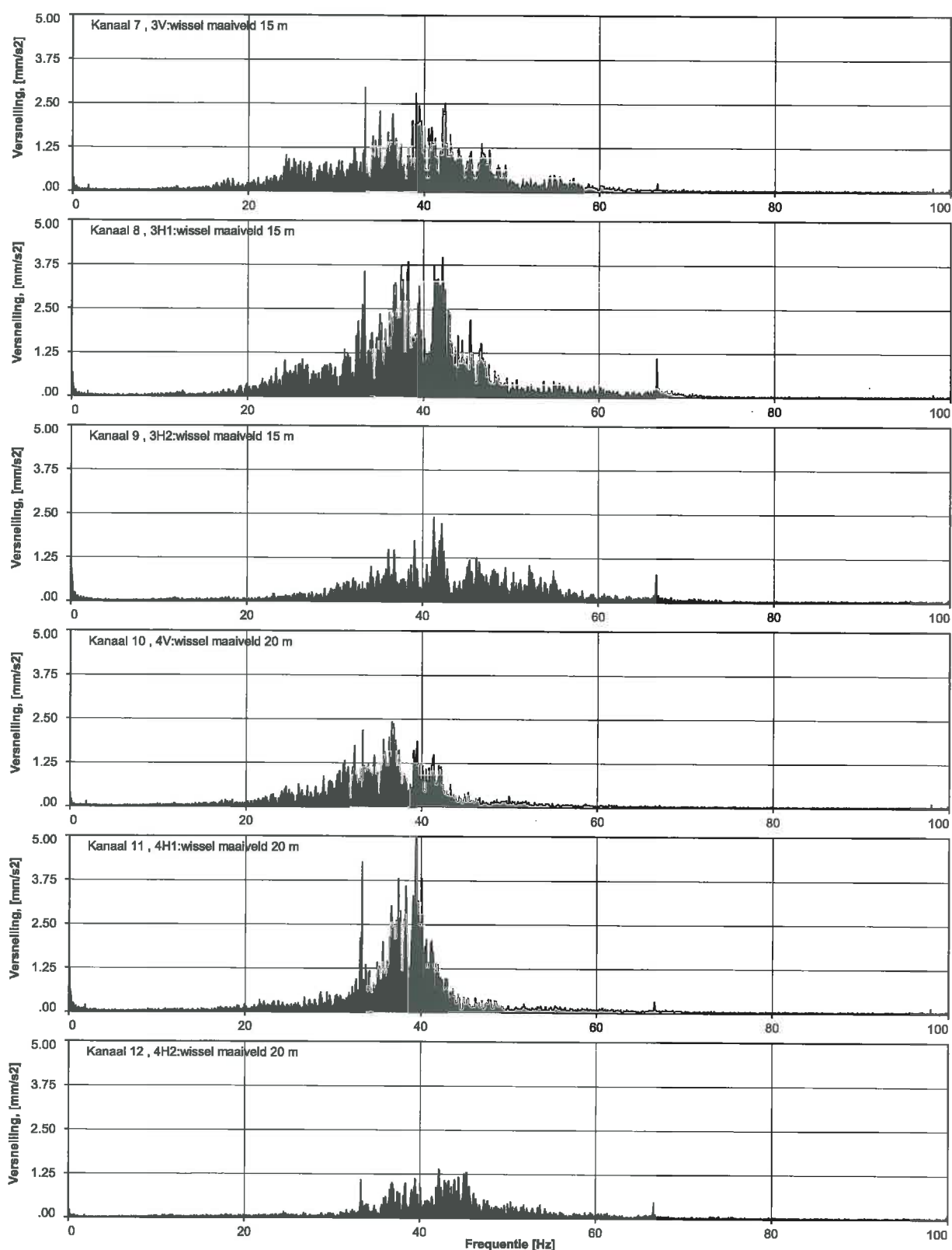
Opmerkingen:

Datum: 16:15:38 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 34-A



Bestand: rscan-164.000

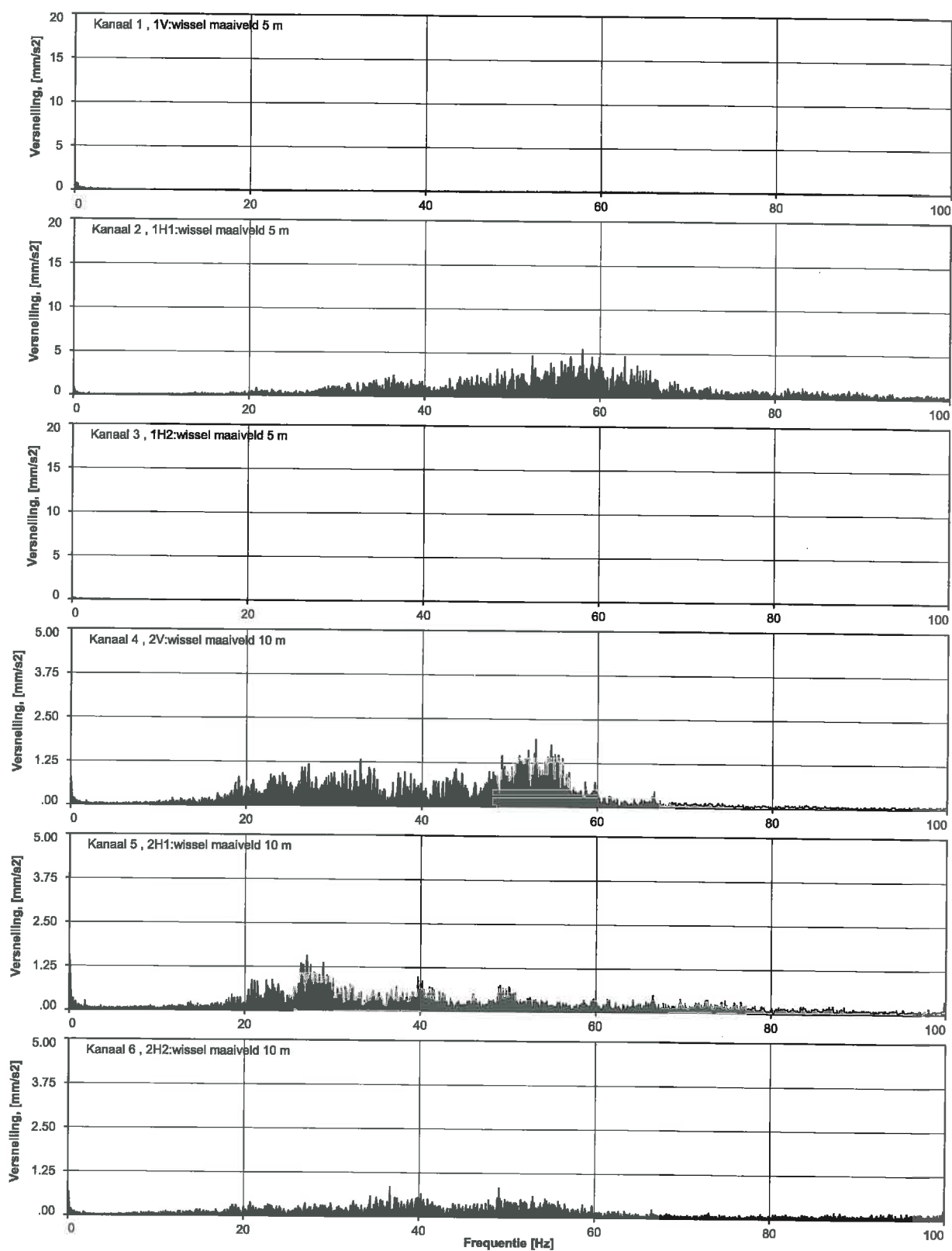
Opmerkingen:

Datum: 16:15:38 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002

Bijl.: 34-B



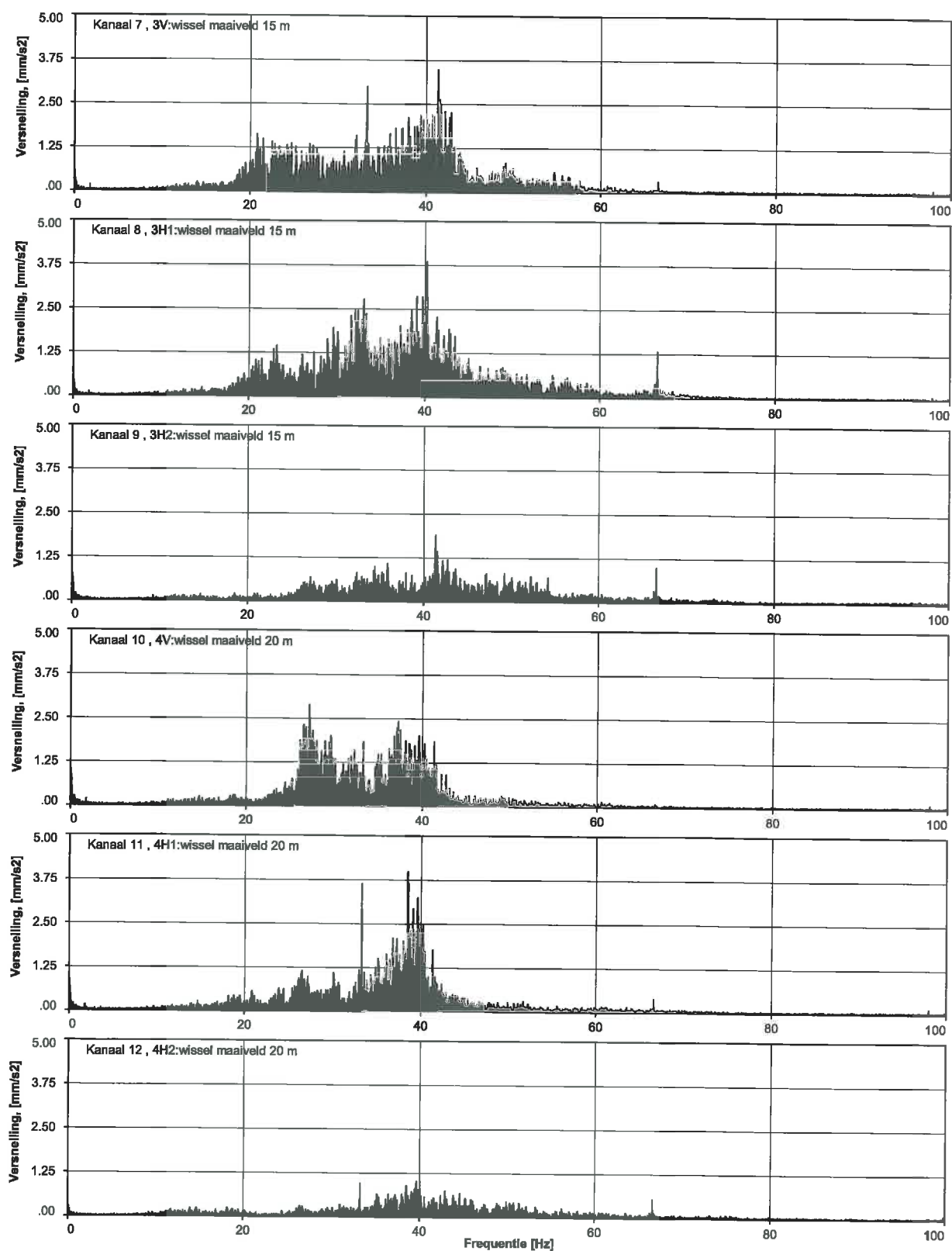
Bestand: rscan-165.000

Opmerkingen:

Datum: 16:17:22 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 35-A



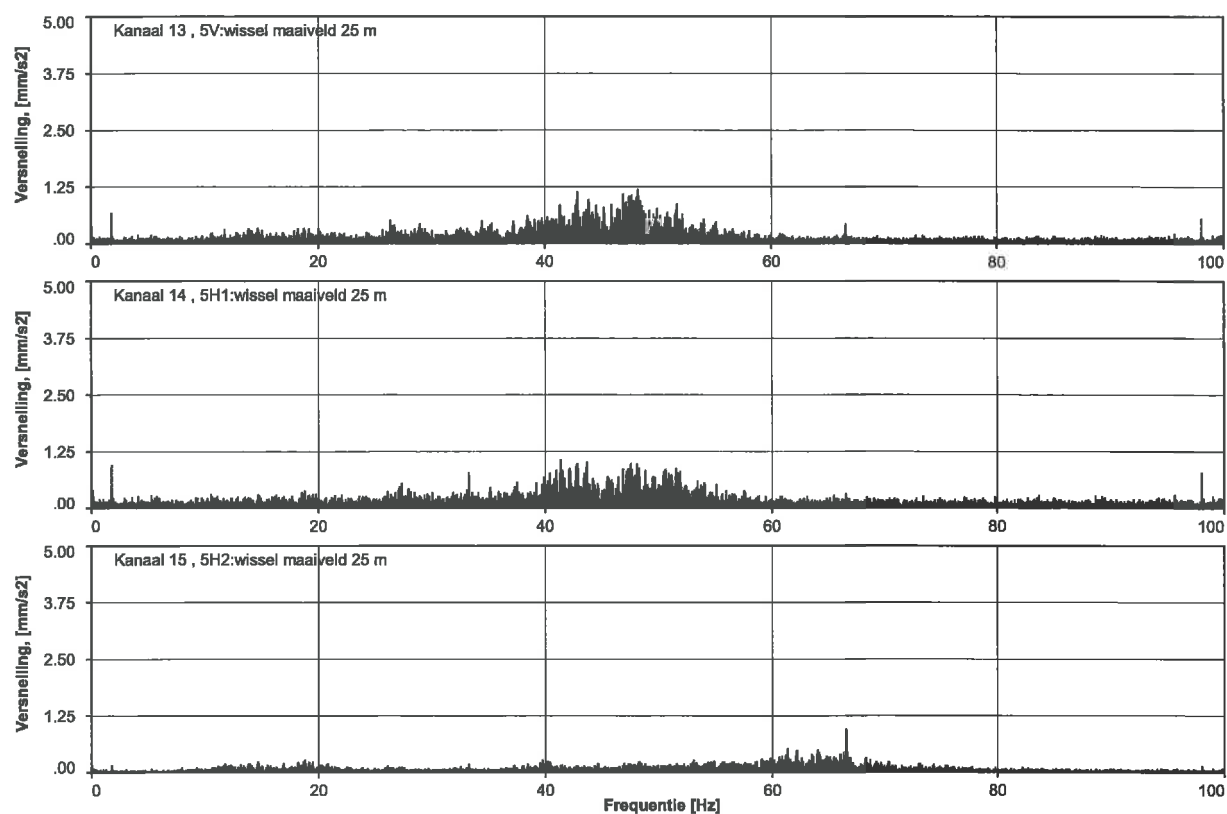
Bestand: rscan-165.000

Opmerkingen:

Datum: 16:17:22 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 35-B



Bestand: rscan-165.000
 Opmerkingen:
 Datum: 16:17:22 24/03/2011

GRAFIEK TRILLINGSREGISTRATIE
 TRILLINGSMETINGEN DRIEBERGEN
 meetraai A, wissel FFT

Opdr.: 1009-0130-002
 Bijl.: 35-C

BIJLAGE 2 Funderingen omgeving

MEMO

Onderwerp:

Type funderingen van de bebouwing rond het
station Driebergen Zeist

Amersfoort,
21 februari 2011

Projectnummer:
D01011.000421.0010

DIVISIE MOBILITEIT

Van:
ir. A.V. van Uiter

Opgesteld door:
ir. A.V. van Uiter

Afdeling:
Divisie Mobiliteit Amersfoort

Ons kenmerk:
:

Aan:
F.W.J. Claassen

Kopieën aan:
V. Friedrich-Drouville

Inleiding

Aan het spoor Utrecht – Arnhem is het station Driebergen Zeist gelegen. Dit station zal in de toekomst worden vernieuwd. Tevens zal er een onderdoorgang onder de sporen door worden gemaakt om de doorstroom van het wegverkeer te verbeteren. Daarnaast zal de spoorbaan met een spoor ter plaatse van station Driebergen Zeist met een spoor worden uitgebreid.

Voor de geplande ontwerpwerkzaamheden waren er te weinig gegevens betreffende de funderingen van de omliggende gebouwen beschikbaar. Daarom is er in Baseline 2 besloten om de verschillende funderingen van de gebouwen rondom station Driebergen Zeist te inventariseren.

Deze memo is een samenvatting van de bovengenoemde inventarisatie. Voor de ligging van de bebouwing wordt verwezen naar tekening D01011.000421,L226_4_3000 tot en met L226_4_3200, 13-04-2011, versie 1.0

Zeist

De volgende gegevens van de bebouwing waren op 21 februari 2011 bekend bij de gemeente Zeist, zie tabellen 1 en 2. Opgemerkt wordt dat bij de gemeente niet bekend is of er in een van de panden trillingsgevoelige apparatuur aanwezig is.

Tabel 1, Bebouwing aan de Kwekerij te Zeist

huisnummer	bouwjaar (tekeningen)	type pand	fundering	diepte fundering t.o.v. maaiveld [m]	categorie (SBR A)	type bouw	gebruiker
2a, 2b, 2c	1996	bedrijfspan	staal	onbekend	1	betonbouw	onbekend
4	1997	bedrijfspan	staal	onbekend	1	betonbouw	groothandel in levens-middelen en horeca artikelen
6	1987	bedrijfspan	staal	variërend tussen - 1 m à -2 m	1	betonbouw	Politie Nederland (gasflessenberging?)
8	-	bedrijfspan	-	-	1	betonbouw	Redexim

Tabel 2, Bebouwing aan de Odijkerweg te Zeist

huisnummer	bouwjaar (tekeningen)	type pand	fundering	diepte fundering t.o.v. maaiveld [m]	categorie (SBR A)	type bouw	gebruiker
46	1988	bedrijfspan	staal	onbekend	1	beton	onbekend
48, 40, 52	-	woonhuizen	staal	-0,6 m / onbekend	2	metselwerk	bewoners
54, 56, 58, 60	1931 / 1988	bedrijfspan	staal	onbekend	1 en 2	metselwerk/ betonbouw	autodealer
82	1989	bedrijfspan	staal	-1,1 m	1	betonbouw	NS
92, 94, 96	1933 / 1955	woonhuizen	staal	-1,4 m	2	metselwerk	bewoners
98	1927 / 1974	woonhuis	staal	-1 m	2	metselwerk	bewoners
100, 102, 104, 106	1949 / 1966	woonhuizen	staal	-1,2 m	2	metselwerk	bewoners
108	-	-	-	-	-	-	-
110, 112	1949	woonhuizen	staal	-0,7 m	2	metselwerk / kalkzandsteen	bewoners

Driebergen Rijnsburg (gemeente Utrechtse Heuvelrug)

De volgende gegevens van de bebouwing waren op 8 maart 2011 bekend bij de gemeente Utrechtse Heuvelrug, zie tabellen 3 tot en met 6. Opgemerkt wordt dat bij de gemeente niet bekend is of er in een van de panden trillingsgevoelige apparatuur aanwezig is.

Tabel 3, Bebouwing aan de Breullaan te Driebergen Rijnsburg (gemeente Utrechtse Heuvelrug)

huisnummer	bouwjaar (tekeningen)	type pand	fundering	diepte fundering t.o.v. maaiveld [m]	categorie (SBR A)	type bouw	gebruiker
1, 3	< 1952	bedrijfspan	staal	-1,4 m	1/2	beton/ metselwerk	-
		kantine	staal	-1,05 m	2	metselwerk	

Tabel 4, Bebouwing aan de Hoofdstraat te Driebergen Rijssenburg (gemeente Utrechtse Heuvelrug)

huisnummer	bouwjaar (tekeningen)	type pand	fundering	diepte fundering t.o.v. maaiveld [m]	categorie (SBR A)	type bouw	gebruiker
1	< 1947	bedrijfspan	-	-	2	metselwerk	restaurant
3, 5	< 1934	woonhuizen	staal	-0,6 (aanbouw)	2	metselwerk	bewoners
9	< 1909	monumentaal woonhuis	staal	- kelder < -1,8 m	3	metselwerk	bewoners

Tabel 5, Bebouwing aan de Princenhofpark te Driebergen Rijssenburg (gemeente Utrechtse Heuvelrug)

huisnummer	bouwjaar (tekeningen)	type pand	fundering	diepte fundering t.o.v. maaiveld [m]	categorie (SBR A)	type bouw	gebruiker
-	1983	transformator- huisje	palen	-	1	betonbouw	-
1 t/m 27	1989	bedrijfspan panden A, B, C verbinding A -B	palen staal	NAP -4,1 m -1,2 m (t.o.v. mv)	1	beton-/ staalbouw	-

Tabel 6, Bebouwing aan de Stationsweg te Driebergen Rijssenburg (gemeente Utrechtse Heuvelrug)

huisnummer	bouwjaar (tekeningen)	type pand	fundering	diepte fundering t.o.v. maaiveld [m]	categorie (SBR A)	type bouw	gebruiker
-	1993	fietsenstalling	staal	-	1	hout / staal	-
-	1995	glasvezel- verdeelkast	palen	-	2	metselwerk	APANK B960
2, 4	1988	stations- gebouw	staal	-2,5 m	2	metselwerk	reizigers/ NS/ProRail
3	2003	bedrijfspan	staal	-1,6 m	1	betonbouw	Archiment projectmanagement Aveco de Bondt ingenieursbedrijf
9, 11	< 1951 1989	bedrijfspan	staal vibropalen	-0,7 m tot -1 m -13 m tot -14,5 m	2 1	metselwerk beton- /staalbouw	Capway systems, bakery automation and product handling (machine fabriek)
11, 13, 15 *	1987	bedrijfspan	palen	-9,5 m tot -13,5 m	1	betonbouw	o.a. Twice IT-trainingen NIOU advies en opleidingen Dienstlandelijk gebied Satim b.v.

* De oude bebouwing ter plaatse van de nummers 5, 7, 11, 13, 15, 17 is gesloopt.

BIJLAGE 3

Fotoverslag veldinventarisatie bebouwing

Ten behoeve van de rapportage Trillingen is op 2 augustus 2011 een veldinventarisatie van de bebouwing rond het spoor te Driebergen Rijssenburg en Zeist uitgevoerd door ARCADIS. Op basis van deze inventarisatie is onderstaand fotoverslag gemaakt.

Overzicht 1

(Bron: Google Earth)



Locatie 1.1, Woonhuis aan de Drift, Driebergen Rijssenburg



Locatie 1.2, Schuren aan de Drift, Driebergen Rijssenburg



Locatie 1.3, Woonhuizen aan de Drift, Driebergen Rijssenburg



Locatie 1.4, Woonhuis aan de Drift, Driebergen Rijssenburg



Locatie 1.5, Woonhuis aan de Arnhemsebovenweg, Driebergen Rijssenburg



Locatie 1.6, Woonhuis aan de Arnhemsebovenweg, Driebergen Rijssenburg



Locatie 1.7, Woonhuizen aan de Arnhemsebovenweg, Driebergen Rijssenburg



Overzicht 2

(Bron: Google Earth)



Locatie 2.1, Woonhuis op landgoed Bornia (monumentaal) aan de Hoofdstraat, Driebergen
Rijssenburg

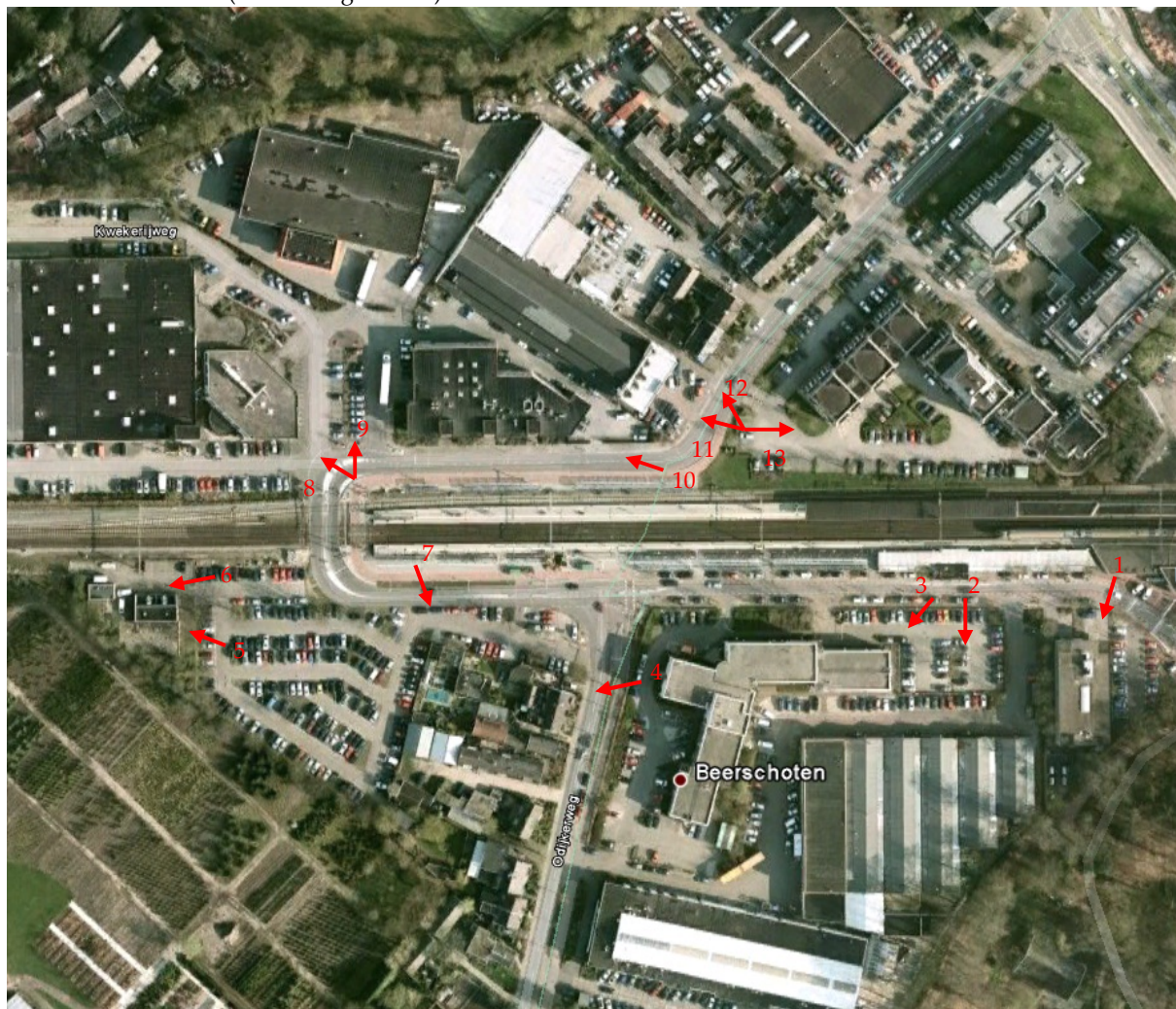


Locatie 2.2, Congrescentrum op landgoed De Reehorst aan de Hoofdstraat, Driebergen
Rijssenburg



Overzicht 3

(Bron: Google Earth)



Locatie 3.1, Kantoorpand aan de Stationsweg, Driebergen Rijssenburg



Locatie 3.2, Bedrijfspannd aan de Stationsweg, Driebergen Rijssenburg



Locatie 3.3, Kantoorpand aan de Stationsweg, Driebergen Rijssenburg



Locatie 3.4, Woonhuis aan de Odijkerweg, Zeist



Locatie 3.5, Kantoorpand en onderstation ProRail aan de Odijkerweg, Zeist



Locatie 3.6, Onderstations ProRail aan de Odijkerweg, Zeist



Locatie 3.7, Woonhuizen (achterzijde) aan de Odijkerweg, Zeist



Locatie 3.8, Bedrijfspand aan de Kwekerijweg, Zeist



Locatie 3.9, Bedrijfspand aan de Kwekerijweg, Zeist



Locatie 3.10, Kantoorpand aan de Kwekerijweg, Zeist



Locatie 3.11, Bedrijfspannd aan de Odijkerweg, Zeist



Locatie 3.12, Woonhuizen aan de Odijkerweg, Zeist

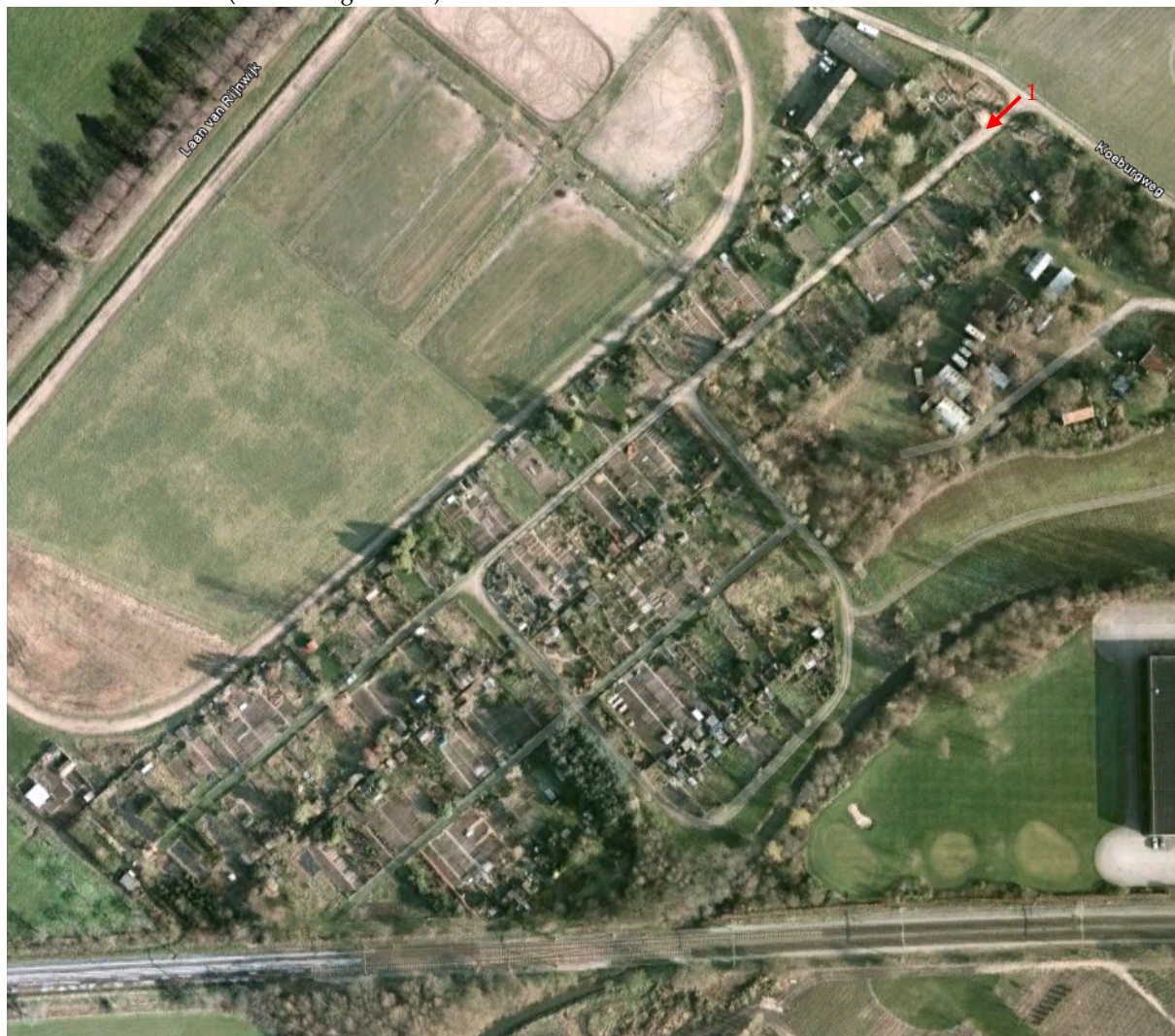


Locatie 3.13, Kantoorpand aan de Odijkerweg, Driebergen Rijssenburg



Overzicht 4

(Bron: Google Earth)

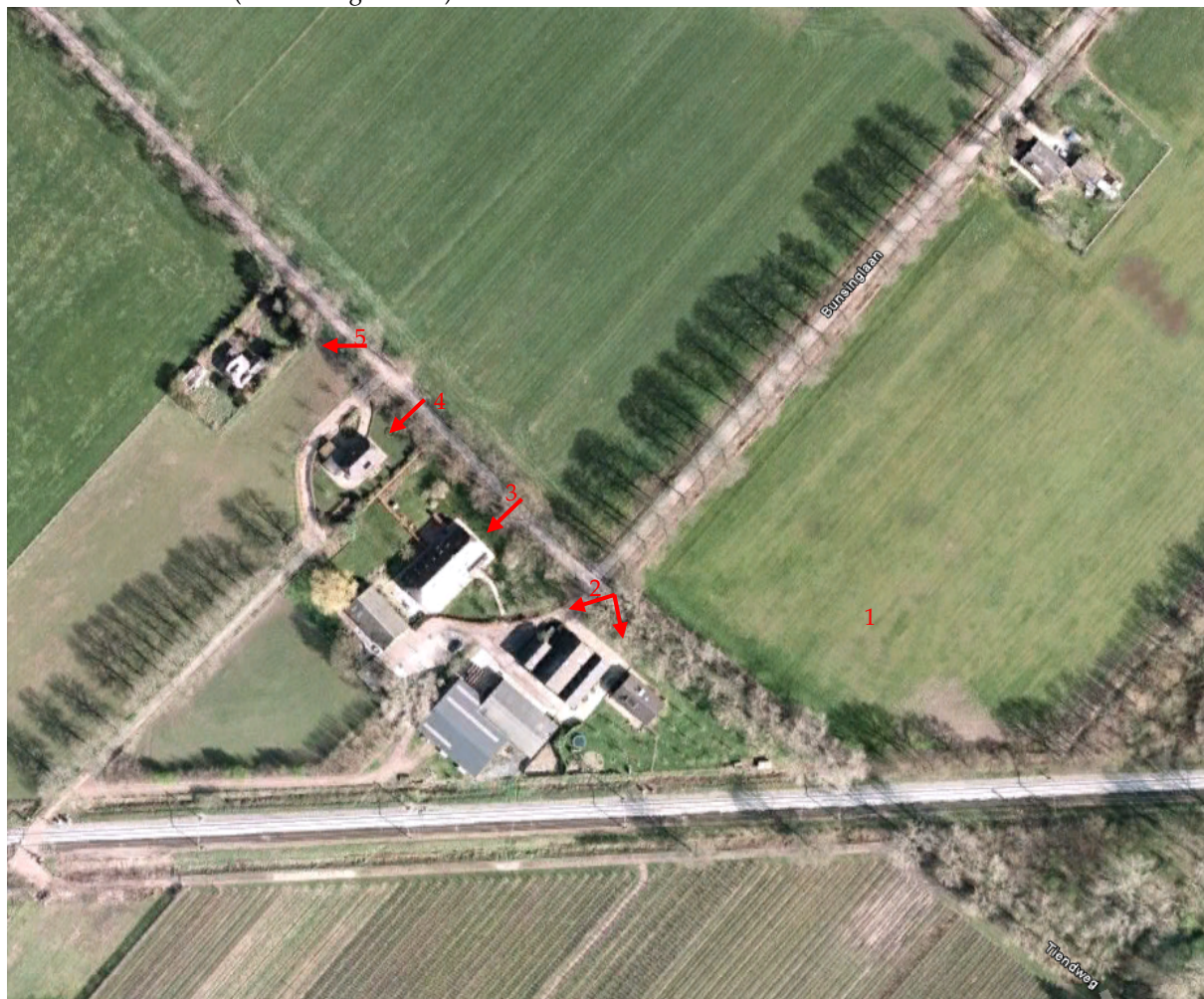


Locatie 4.1, Volkstuinencomplex aan de Koeburgweg, Zeist



Overzicht 5

(Bron: Google Earth)



Locatie 5.1, Woonhuis en schuren aan de Tiendweg, Zeist



Locatie 5.2, Woonhuis aan de Tiendweg, Zeist



Locatie 5.3, Woonhuis aan de Tiendweg, Zeist



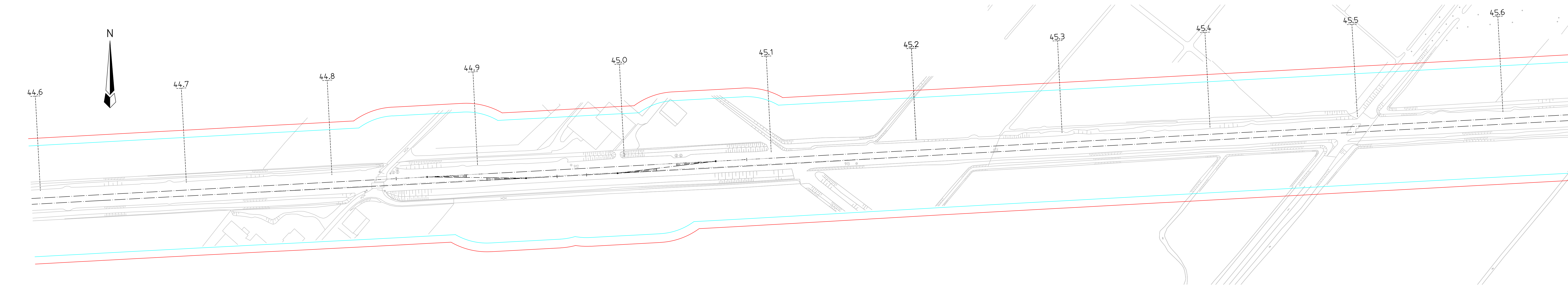
Locatie 5.4, Woonhuis aan de Tiendweg, Zeist



Locatie 5.5, Woonhuis aan de Tiendweg, Zeist

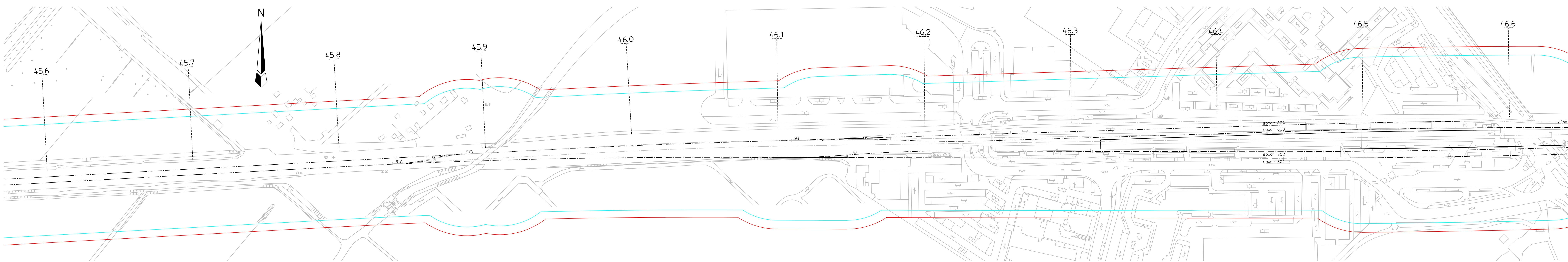


BIJLAGE 4 Hindercontour



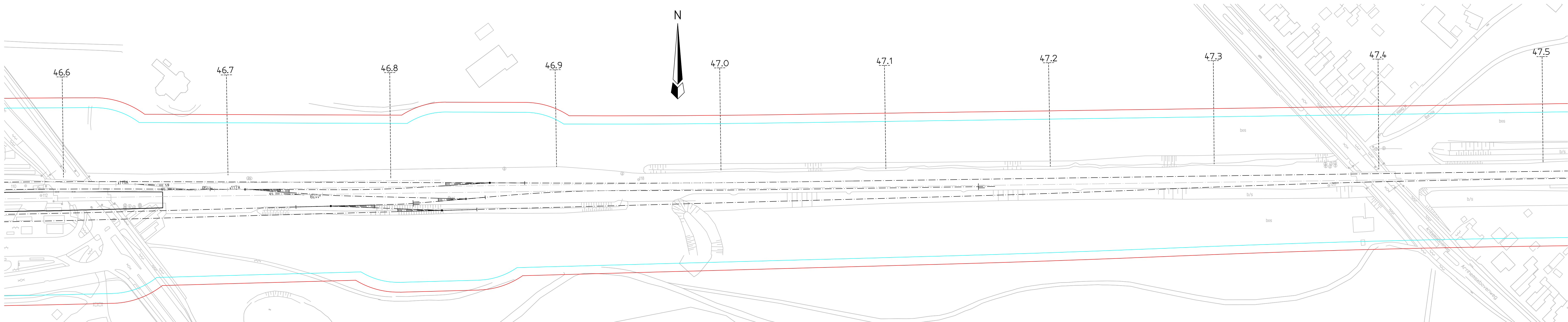
Situatie

schaal 1:1000



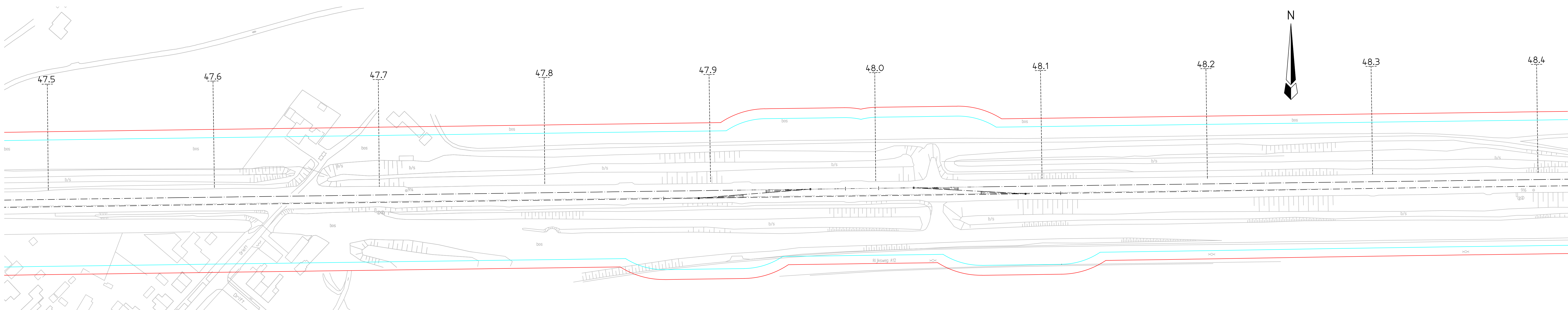
Situatie

schaal 1:1000



Situatie

schaal 1:1000



Situatie

schaal 1:1000

Legenda:

- Huidige situatie sporen
- Toekomstige situatie sporen
- Trillingshindercontour voor wonen en gezondheidszorg
- Trillingscontour voor onderwijs en kantoren

Versie	: A1	Datum	: 29-4-2011	Getekend	: D van de Wetering	
Omschrijving						
Versie	: A	Datum	: 29-4-2011	Getekend	: D van de Wetering	
Omschrijving						
Gecontroleerd	: ufters	Vrijgegeven	: claassenf	 Piet Mondriaanlaan 26 Postbus 220 3800 AE Amersfoort Tel 033 4771 000 Fax 033 4772 000 info@arcadis.nl www.arcadis.nl		
Opdrachtgever						ProRail BV
Ontwerp						ARCADIS Nederland BV
Project						Station Driebergen - Zeist; planstudie2B
Onderwerp						Contourtijnen trillingsonderzoek
Fase						Initiatief / haalbaarheid
Schaal	: 1/1000	Divisie	Mobiliteit			
Bladformaat	: A0	Status	Definitief			
Bestek nr.			Projectleider	: Claassen, F.		
		Tekeningnummer	Versie			
D01011.0004.21.0100		1000		A1		

Colofon

STATIONSGBIED DRIEBERGEN-ZEIST

Planstudiefase 2B L2.4.3-2 Rapportage trillingen

OPDRACHTGEVER:

ProRail, afdeling projecten, cluster kernnet
De heer ir. R.G. Jansen

STATUS:

Definitief

AUTEUR:

Ir. A.V. van Uiter

GECONTROLEERD DOOR:

Peter Schouten
Martijn de Ruiter

VRIJGEGEVEN DOOR:

Martijn de Ruiter

26 oktober 2011
075546469:F

ARCADIS NEDERLAND BV
Piet Mondriaanlaan 26
Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Tel 033 4771 000
Fax 033 4772 000
www.arcadis.nl
Handelsregister 9036504

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens
uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke
toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document
worden veeelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door
middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.