

Trillingsonderzoek Markvelden Noord in Zevenbergen

Rapport 2023-030472, 28 september 2023

Trillingsonderzoek met betrekking tot het vaststellen van een bestemmingsplan voor deelgebied Markvelden Noord (onderdeel van Gebiedsontwikkeling Zevenbergen Oost); metingen op maaiveld ter plaatse van de geprojecteerde eerstelijnsbebouwing ter bepaling van de trillingssterkte van het nabije railverkeer (e.e.a. conform de SBR-richtlijn B "Hinder voor personen in gebouwen")

Projectverantwoordelijke: ing. G.F.C. (Gerald) van Grunsven

Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant

Afdeling Industriële Omgeving

Team Metingen en Onderzoek

Postbus 75 5000 AB Tilburg

Telefoon 013 – 206 01 00

E-Mail: info@omwb.nl

Internet www.omwb.nl



Samenvatting

Op verzoek van de gemeente Moerdijk is, in het kader van het voorbereiden van het besluit ter vaststelling van het bestemmingsplan voor deelgebied Markvelden Noord (onderdeel van Gebiedsontwikkeling Zevenbergen Oost) een trillingsonderzoek verricht. Doel van het onderzoek is het vaststellen van de optredende trillingsniveaus welke verband houden met treinpassages op het nabijgelegen spoor Roosendaal – Dordrecht. Ten behoeve van voorliggend onderzoek zijn in de periode 31 augustus – 17 september 2023 trillingsmetingen uitgevoerd ter hoogte van de geprojecteerde eerstelijnsbebouwing op ca. 90 meter afstand tot het spoor. Op grond van de door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat opgestelde Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen moet er in dergelijke situaties (afstand tot het spoor minder dan 100 meter) een *quick-scan* worden uitgevoerd om eventuele toekomstige nadelige effecten van spoortrillingen tijdig te signaleren.

De metingen zijn, voor zover mogelijk en voor zover de richtlijn hierin voorziet, uitgevoerd volgens de SBR-richtlijn B "Hinder voor personen in gebouwen" en hebben tot doel het bepalen van de optredende (maximale) trillingsniveaus V_{max} en gemiddelde trillingssterkte V_{per} . De metingen zijn verricht direct op het maaiveld (vast ingegraven constructie) daar waar in de toekomst mogelijk woningen gebouwd gaan worden. De optredende trillingen binnen de woning(en) zullen worden getoetst aan de streef- en grenswaarden welke zijn ontleend aan SBR-richtlijn B. Indien hieraan wordt voldaan, zal in de toekomstige situatie naar alle waarschijnlijkheid sprake zijn van een goed of aanvaardbaar woon- en leefklimaat (en is hinder vanwege het spoor niet te verwachten).

Op basis van onderhavig onderzoek kan met betrekking tot de optredende trillingen ter hoogte van de geprojecteerde eerstelijnsbebouwing van het plan Markvelden Noord in Zevenbergen het volgende geconcludeerd worden. De maximale trillingssterkte V_{max} vanwege het treinverkeer op het traject Roosendaal – Dordrecht bedraagt minder dan 0,4 re 1 mm/s. Hiermee wordt de geformuleerde streefwaarde voor V_{max} (voor een goed woon- en leefklimaat) overschreden doch wordt voldaan aan de bijbehorende grenswaarde (voor een aanvaardbaar woon- en leefklimaat). Trillingen met bovenstaande trillingssterkte kunnen gedurende zowel de dag-, avond- als nachtperiode optreden. Er kan immers niet uitgesloten worden dat de trein welke de grootste trillingen veroorzaakt, gedurende iedere etmaalperiode passeert. De gemiddelde trillingssterkte V_{per} bedraagt in alle etmaalperioden minder dan 0,01 re 1 mm/s. Hiermee wordt ruimschoots voldaan aan zowel bijbehorende streef- en grenswaarden (voor een goed en aanvaardbaar woon- en leefklimaat). In bepaling van V_{max} en V_{per} is rekening gehouden met het effect van mogelijke "opslingering" van begane grond naar de hogere verdiepingen van de te bouwen woningen.

Er zal ter plaatse van de woningen welke onderdeel gaan uitmaken van de eerstelijnsbebouwing van het plan Markvelden Noord zal sprake van een aanvaardbaar woon- en leefklimaat (en is onduidelbare hinder vanwege het spoor niet te verwachten). Ter plaatse van verder gelegen woningen zal (vanaf ongeveer 140 meter) de trillingssterkte lager zijn en daarmee van een goed woon- en leefklimaat.



Inhoud

1	Inleiding	4
2	Algemeen	4
2.1	Situatie plangebied Markvelden Noord	4
2.2	Normering	5
3	Uitvoering onderzoek	9
3.1	Meetmethode	9
3.2	Meetinstrumenten en nauwkeurigheid	10
4	Resultaten	11
4.1	Maximale trillingssterkte V_{max}	11
4.2	Trillingssterkte over de beoordelingsperiode V_{per}	12
5	Conclusie	13
6	Referenties	13
7	Verantwoording	14
Bijlage A.	Stroomschema SBR-richtlijn B	2 pagina's
Bijlage B.	Meetinstrumenten en meetopstelling	2 pagina's
Bijlage C.	Meetresultaten $v_{eff,max,30,i}$ volgens SBR-richtlijn B	36 pagina's



1 Inleiding

Op verzoek van de gemeente Moerdijk is, in het kader van het voorbereiden van het besluit ter vaststelling van het bestemmingsplan voor deelgebied Markvelden Noord (onderdeel van Gebiedsontwikkeling Zevenbergen Oost) een trillingsonderzoek verricht. Doel van het onderzoek is het vaststellen van de optredende trillingsniveaus welke verband houden met treinpassages op het nabijgelegen spoor Roosendaal – Dordrecht.

Ten behoeve van voorliggend onderzoek zijn in de periode 31 augustus – 17 september 2023 trillingsmetingen uitgevoerd ter hoogte van de geprojecteerde eerstelijnsbebouwing op ca. 90 meter afstand tot het spoor. Op grond van de door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat opgestelde Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen moet er in dergelijke situaties (afstand tot het spoor minder dan 100 meter) een *quick-scan* worden uitgevoerd om eventuele toekomstige nadelige effecten van spoortrillingen tijdig te signaleren.

De metingen zijn, voor zover mogelijk en voor zover de richtlijn hierin voorziet, uitgevoerd volgens de SBR-richtlijn B "Hinder voor personen in gebouwen" en hebben tot doel het bepalen van de optredende (maximale) trillingsniveaus V_{max} en gemiddelde trillingssterkte V_{per} . De metingen zijn verricht direct op het maaiveld (vast ingegraven constructie) daar waar in de toekomst mogelijk woningen gebouwd gaan worden. De optredende trillingen binnen de woning zullen worden getoetst aan de streef- en grenswaarden welke zijn ontleend aan SBR-richtlijn B. Indien hieraan wordt voldaan, zal in de toekomstige situatie naar alle waarschijnlijkheid sprake zijn van een goed of aanvaardbaar woon- en leefklimaat (en is hinder vanwege het spoor niet te verwachten).

2 Algemeen

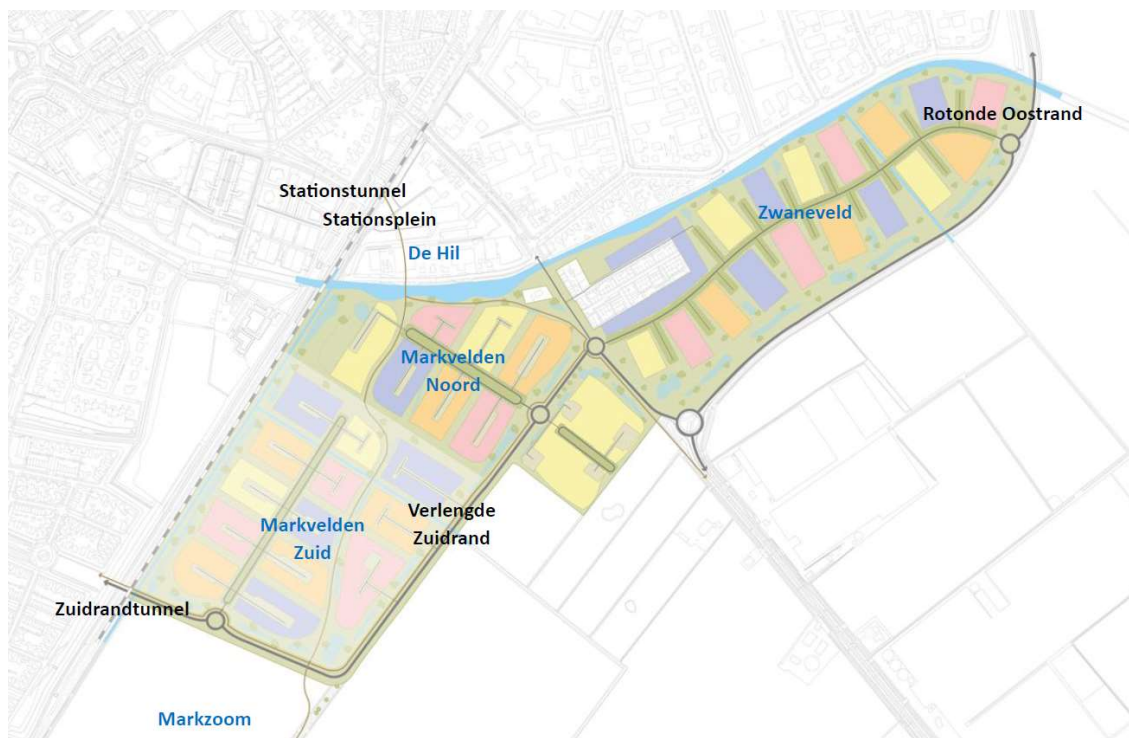
2.1 Situatie plangebied Markvelden Noord

De gebiedsontwikkeling Zevenbergen Oost bestaat uit een aantal deelgebieden. Eén van deze gebieden het deelgebied Markvelden Noord. Binnen het deelgebied worden naar verwachting in totaal 450 woningen gerealiseerd. De afstand van de rand van het deelgebied naar het spoor Roosendaal – Dordrecht bedraagt ongeveer 90 meter. In figuur 1 staat een globale verbeelding weergegeven.

De ondergrond ter plaatse van het deelgebied Markvelden Noord bestaat uit klei zijnde een relatief slappe bodem (goede trillingsoverdracht). Op station Zevenbergen, gelegen op ?? meter van de onderzoekslocatie, stoppen normaliter uitsluitend de sprinters (stoptreinen). Tijdens de metingen (tot eind september 2023) stoppen er, in verband met het baanverbredingsproject, echter geen sprinters op station Zevenbergen. Tijdens de gehele periode van de trillingsmetingen bedroeg, in verband met werkzaamheden op en aan het spoor, de maximale rijnsnelheid van zowel personen- als goederentreinen 80 km/uur (24/7). Deze situatie zal blijven bestaan tot het moment dat het baanvakverbeteringsproject is uit



gevoerd (september 2024 of 2025). De invloed van de aangepaste rijsnelheid (t.w. 80 km/uur) is, blijktens praktijkproeven door ProRail, over het algemeen beperkt.



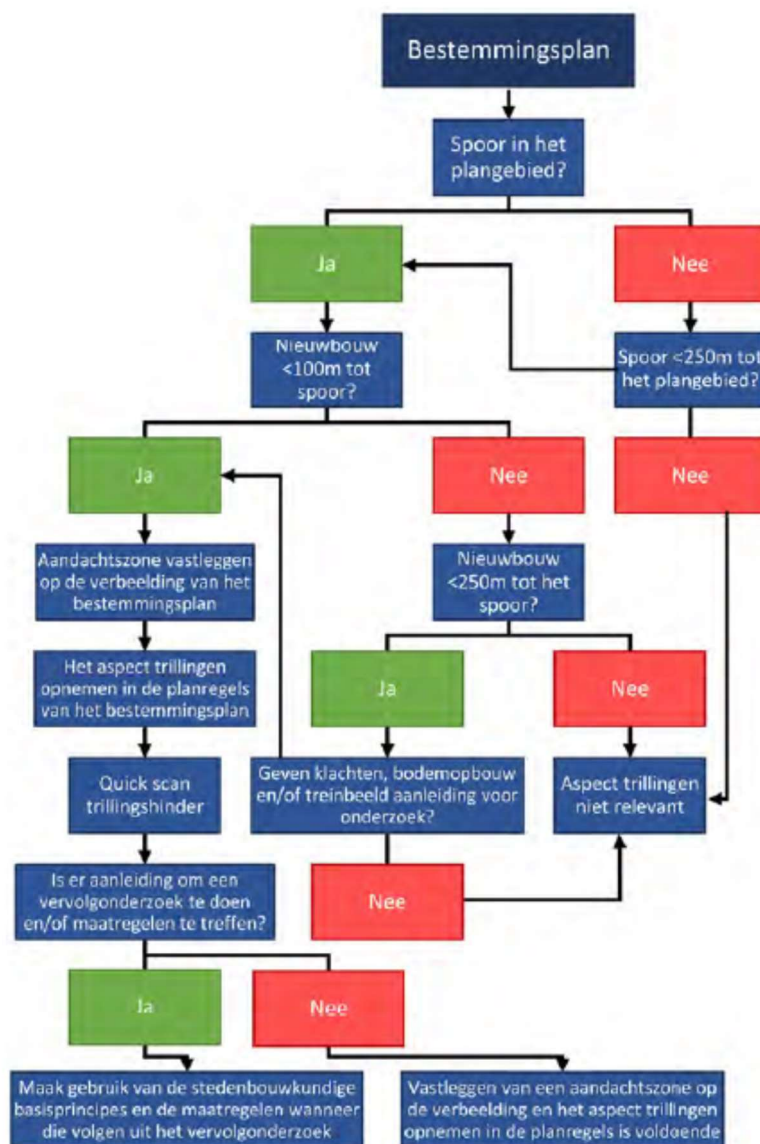
Figuur 1. Gebiedsontwikkeling Zevenbergen Oost

2.2 Normering

Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen

Omwonenden langs het spoor kunnen hinder ervaren van trillingen langs het spoor als gevolg van treinverkeer. Daarnaast neemt het gebruik van het spoor al jaren toe en zal deze groei naar verwachting doorzetten. Om bewoners tegen de nadelige effecten van spoortrillingen te beschermen heeft het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat de Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen opgesteld. Deze Handreiking helpt gemeenten, projectinitiatiefnemers en andere *stakeholders* om bij **nieuwbouw** langs spoor tijdig en concreet rekening te houden met trillingen van het spoor als gevolg van treinverkeer. De Handreiking is gebaseerd op de huidige wet- en regelgeving (m.n. SBR-richtlijn B). De Handreiking kan o.a. gebruikt worden bij de voorbereiding en behandeling van een omgevingsvergunning bouwen en eventueel planologisch afwijken van het bestemmingsplan, waarmee de start van de daadwerkelijke realisatie van een nieuwbouwontwikkeling wordt beoogd alsook in de realisatiefase, waarin wordt gebouwd.

In onderstaand stroomschema wordt het aspect "trillingshinder" in het bestemmingsplan behandeld.



Concreet betekent dit dat geprojecteerde nieuwbouw binnen een afstand van 100 meter tot het spoor altijd een trillingsonderzoek (*quick scan*) vraagt. Voor afstanden van meer dan 250 meter tot het spoor kan dit over het algemeen achterwege blijven. In het gebied 100 tot 250 meter tot het spoor hangt het doen van onderzoek (en het eventueel dimensioneren van maatregelen) af van de lokale situatie. Het deelgebied Markvelden Oost is gelegen op een afstand van juist minder dan 100 meter. Een trillingsonderzoek (en onderzoek naar eventuele maatregelen) is dan ook geboden. De Handreiking geeft geen harde eisen ten aanzien van de toegelaten trillingssterkte waarbij sprake is van een goed woon- en leefklimaat. Hiertoe wordt "teruggevallen" op de streefwaarden opgenomen in de SBR-richtlijn B "Hinder voor personen in gebouwen".



SBR-richtlijn B

De Richtlijn SBR-B stelt streefwaarden (A_1 en A_2 voor V_{\max} en A_3 voor V_{per}) voor nieuwe situaties bij herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd (langer dan 3 maanden). Deze streefwaarden zijn afhankelijk van de gebouwfunctie (zie tabel 1).

Tabel 1. **Streefwaarden** herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd

Soort inrichting	Dag-avond			Nacht		
	A_1	A_2	A_3	A_1	A_2	A_3
Gezondheidszorg	0,10	0,40	0,05	0,10	0,20	0,05
Wonen	0,10	0,40	0,05	0,10	0,20	0,05
Onderwijs - Kantoor	0,15	0,60	0,07	0,15	0,60	0,07
Bijeenkomsten	0,15	0,60	0,07	0,15	0,60	0,07
Kritische werkruimten	0,10	0,10	-	0,10	0,10	-

Trillingen kunnen, in verband met het al dan niet optreden van hinder voor personen in gebouwen, als toelaatbaar worden beschouwd indien wordt voldaan aan één van de onderstaande voorwaarden:

- de waarde van de maximale trillingssterkte V_{\max} is kleiner dan A_1 (onderste streefwaarde voor V_{\max}) of
- de waarde van de maximale trillingssterkte V_{\max} is kleiner dan A_2 (bovenste streefwaarde voor V_{\max}) waarbij de trillingssterkte over de beoordelingsperiode V_{per} kleiner is dan A_3 (streefwaarde voor V_{per}).

V_{per} wordt uitsluitend bepaald voor de situaties waarvoor geldt: $A_1 < V_{\max} < A_2$.

Ten aanzien van de inwerking van trillingen op personen (in gebouwen) dient te worden opgemerkt dat indien de maximale trillingssterkte V_{\max} van een trilling de waarde van 0,1 re 1 mm/s niet overschrijdt, deze over het algemeen niet voelbaar is (subjectieve waarneming).

Voor nieuwe situaties streeft de gemeente ernaar dat de waarden van de SBR-richtlijn B (zoals weergegeven in tabel 1) niet worden overschreden. Voor situaties waarbij de streefwaarden voor nieuwe situaties in acht worden genomen is volgens de richtlijn sprake van een goed woon- en leefklimaat c.q. een goede ruimtelijke ordening en is hinder niet te verwachten. Voor situaties waarbij in redelijkheid de streefwaarden voor nieuwbouw niet haalbaar blijkt, wordt weinig hinder acceptabel geachte onder de voorwaarde dat de streefwaarden voor bestaande situaties uit de SBR-richtlijn B (zie tabel 2) niet worden overschreden. Er is in een dergelijke situatie sprake van een aanvaardbaar woon- en leefklimaat. In de lokale gemeentelijke praktijk worden deze streefwaarden dan ook veelal gehanteerd als grenswaarden. Op deze wijze is voorzien in een marge in de trillingssterkte om de onzekerheden in de prognose van trillingsonderzoek en het effect van



trillingsreducerende maatregelen op te kunnen vangen. Indien wordt aangesloten bij de streefwaarden voor bestaande situaties moeten vooraf wel maatregelen overwogen worden (toets met betrekking tot doeltreffendheid en doelmatigheid).

Tabel 2. **Grenswaarden** herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd

Gebouwfunctie	Dag-avond			Nacht		
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃
Gezondheidszorg	0,20	0,8	0,10	0,20	0,4	0,10
Wonen	0,20	0,8	0,10	0,20	0,4	0,10
Onderwijs - Kantoor	0,30	1,2	0,15	0,30	1,2	0,15
Bijeenkomsten	0,30	1,2	0,15	0,30	1,2	0,15
Kritische werkruimten	0,10	0,1	-	0,10	0,1	-

Om een zorgvuldige bestuurlijke afweging te kunnen maken dient de ontwikkelende partij een onderbouwing aan te leveren dat er sprake is van bijzondere lokale omstandigheden en waarbij tenminste de volgende criteria zijn betrokken:

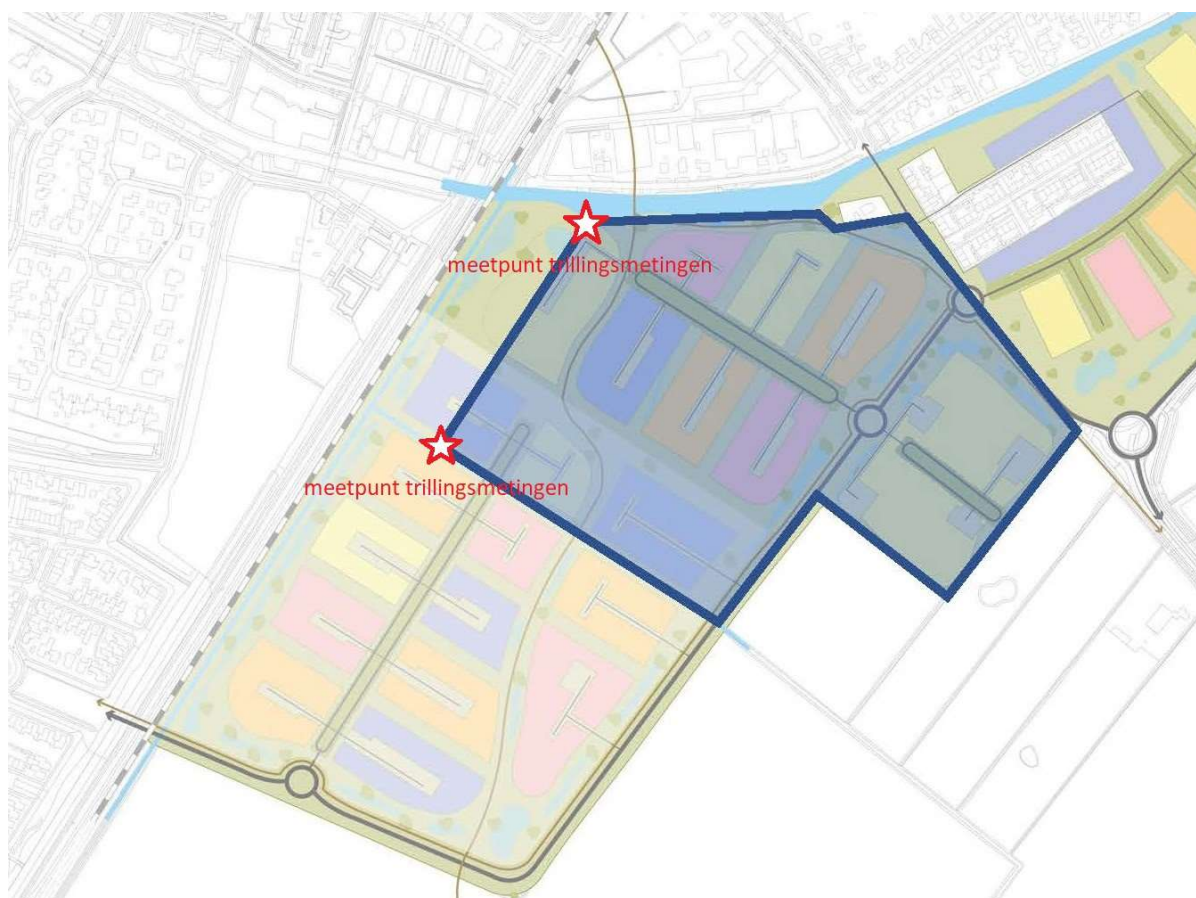
- De mate waarin de trillingssterkte voorkomt (hoe vaak worden de streefwaarden zoals genoemd in de tabel behorende bij "nieuwe situaties" overschreden);
- De aanwezigheid van andere trillingsbronnen (achtergrondtrillingen);
- De mogelijkheid tot het treffen van trillingsreducerende maatregelen. Hierbij dient tevens een afweging te worden gemaakt tussen de doeltreffendheid (kosten) en de doelmatigheid van een maatregel;
- De historie.
- Ernstige hinder, dit zijn situaties waarbij de maximale trillingssterkte $V_{\max} > 3,2$ re 1 mm/s is, dient te allen tijde te worden voorkomen.



3 Uitvoering onderzoek

3.1 Meetmethode

In de periode 31 augustus – 17 september 2023 zijn trillingsmetingen verricht met betrekking tot de geprojecteerde eerstelijnsbebouwing welke onderdeel uitmaakt van het deelplan Markvelden Noord. De trillingsmetingen zijn verricht volgens de SBR-richtlijn B "Hinder voor personen in gebouwen" [Ref. 1]. SBR-richtlijn B behandelt de wijze waarop trillingsmetingen in gebouwen (bedoeld voor het langdurig verblijf van mensen) dienen te worden uitgevoerd en de wijze waarop zij kunnen worden geïnterpreteerd, teneinde objectief te kunnen beoordelen of sprake is van hinder voor personen door trillingen. De metingen hebben tot doel het vaststellen van de optredende trillingsniveaus als gevolg van de treinpassages (24/7). In geval van herhaald voorkomende trillingen (bijvoorbeeld als gevolg van treinpassages) dient gestreefd te worden naar inzicht in de *worst case*. Dit kan worden bereikt door voldoende lang te meten. De trillingsmetingen zijn uitgevoerd op twee punten op maaiveldniveau (zie figuur 2).



Figuur 2. Aanduiding meetpunten trillingsmetingen Markvelden Noord

De trillingen vastgesteld op maaiveldniveau zijn over het algemeen vergelijkbaar met die in het midden van de vloer van een woning op de begane grond (overdracht van maaiveld naar fundering betreft een verzwakking, overdracht van fundering naar het midden van het vloerveld een versterking). Niet uitgesloten kan worden dat door "opslingering" op de verdiepingsvloer hogere trillingsniveaus optreden dan in het midden van het vloerveld op begane grond. Voor de berekening van de opslingering in verticale richting kan gebruik gemaakt van VROM-publicatie nr. 9 / 1995 "Rekenmodel voor de bepaling van de trillingssterkte". Hieruit blijkt dat de versterking c.q. overdracht H van de trillingssterkte als gevolg van opslingering (op de verdiepingsvloer(en) van de te bouwen woningen) over het algemeen minder dan 2 bedraagt. De exacte mate van opslingering is echter onbekend en sterk afhankelijk van de eigen frequentie van de vloer van de onderzochte woning (valt buiten de scope van voorliggend onderzoek).

De metingen zijn verricht in verticale richting alsmede in de beide horizontale richtingen (respectievelijk loodrecht en evenwijdig aan het spoor). Aan de hand van de meetresultaten wordt per meetrichting de maximale trillingssterkte V_{\max} (grootste waarde van $v_{\text{eff,max,30,i}}$) bepaald en, indien $A_1 < V_{\max} < A_2$, tevens de effectieve waarde van de maxima $v_{\text{eff,max,30,i}}$ over de betreffende beoordelingsperiode V_{per} berekend. In de bepaling van V_{\max} en V_{per} worden uitsluitend de meetresultaten van $v_{\text{eff,max,30,i}}$ groter of gelijk aan 0,1 re 1 mm/s beschouwd d.w.z. uitsluitend voelbare trillingen.

De waarden van V_{\max} en V_{per} worden, na het toepassen van de versterking als gevolg van mogelijke opslingering, vervolgens getoetst aan de streef- en grenswaarden genoemd in paragraaf 2.2 van voorliggend rapport. Indien deze streef- of grenswaarden worden gerealiseerd mag verwacht worden dat geen sprake zal zijn van objectiveerbare hinder en kunnen de optredende trillingen derhalve als toelaatbaar worden beschouwd. In bijlage A is het stroomschema voor de meting en beoordeling van trillingen volgens SBR-richtlijn B weergegeven.

3.2 Meetinstrumenten en nauwkeurigheid

Ten behoeve van de metingen is gebruik gemaakt van twee RED BOX MR3000-C trillingsmonitoren van Syscom Instruments. De RED BOX MR3000-C bestaat uit een meet-en recording unit met interne triaxiale trillingsopnemer. De trillingsopnemer (actieve geofoon) is een absolute opnemer welke in het van belang zijnde frequentie-interval een elektrisch signaal genereert, dat lineair-proportioneel is aan de snelheidscomponent van de trilling in de gekozen meetrichting. De RED BOX zorgt voor de conditionering en opslag van het meetsignaal. De conditionering bestaat uit het filteren (hoog- en laagdoorlaatfilter) en versterken van het meetsignaal.



Voor metingen conform SBR-richtlijn B wordt voor de opslag de KB Mode (conform DIN 4150 part II) ingeschakeld. Hiermee wordt een frequentie-afhankelijk wegingsfilter en (extra) laagdoorlaatfilter (1 tot 80 Hz) geactiveerd, met als resultaat een dimensieloos (meet)signaal als functie van de tijd. Per interval van 30 seconden wordt vervolgens de grootste effectieve waarde $v_{\text{eff,max},30,i}$ bepaald en opgeslagen. Alle beschikbare en in onderhavig onderzoek gebruikte meetapparatuur wordt 1x per twee jaar gekalibreerd en gecertificeerd door een geaccrediteerde instantie (DKD). Hiermede kan aangetoond worden dat de nauwkeurigheid van de apparatuur voldoet aan de SBR-trillingsrichtlijn B en DIN 45669-1 (klasse 1). Een nadere aanduiding van de gehanteerde meetinstrumenten (o.a. meetopstelling) is opgenomen in bijlage B. Toepassing van SBR-trillingsrichtlijn B levert een fout van de bepaling van de trillingsgrootte V_{max} (maximale effectieve waarde trillingsnelheid) op die binnen 10% van de werkelijke waarde is. Deze eis heeft betrekking op de gehele meetketen.

4 Resultaten

4.1 Maximale trillingssterkte V_{max}

De belangrijkste parameter in de beoordeling van de toelaatbaarheid van de trillingen welke optreden op het maaiveld ter hoogte van de geprojecteerde eerstelijnsbebouwing van het deelplan Markvelden Noord is de maximale trillingssterkte V_{max} . V_{max} is de grootste waarde van $v_{\text{eff,max},30,i}$ tijdens de metingen en zijn het gevolg van het treinverkeer op het traject Roosendaal – Dordrecht (periode 31 augustus – 17 september 2023). Er wordt geen onderscheid gemaakt in de etmaalperiode waarin de maximale trillingen optreden; een treinpassage (personen en/of goederen) kan immers gedurende ieder moment van het etmaal voorkomen. Door de ruime periode van metingen (ruim 2 weken) kan gesteld worden dat inzicht wordt verkregen in de *worst case* situatie met betrekking tot de herhaald voorkomende trillingen. De invloed van de aangepaste rijsnelheid (t.w. 80 km/uur) is, blijkens praktijkproeven door ProRail, over het algemeen beperkt. Uit de metingen blijkt op beide meetpunten en in alle richtingen dat vanwege het treinverkeer:

$$V_{\text{max,maaiveld}} \leq 0,2 \text{ re } 1 \text{ mm/s}$$

De sterkte van de alom aanwezige achtergrondtrillingen bedraagt minder dan 0,1 re 1 mm/s. In bijlage C worden de resultaten grafisch weergegeven (effectieve trillingssterkte $v_{\text{eff,max},30,i}$ op maaiveld als functie van de tijd). Ter plaatse van de te bouwen woningen kan niet uitgesloten worden dat als gevolg van opslingering (met overdracht $H < 2$) op de eerste en hogere verdiepingsvloeren een hogere trillingssterkte optreedt.

$$V_{\text{max,woning}} = V_{\text{max,maaiveld}} * H$$

$$V_{\text{max,woning}} < 0,4 \text{ re } 1 \text{ mm/s}$$



Hiermee wordt de streefwaarde A_2 (0,2 re 1 mm/s, zie tabel 1) welke geldt voor V_{\max} in de nachtperiode overschreden doch wordt voldaan aan de grenswaarde A_2 (0,4 re 1 mm/s, zie tabel 2). Aangezien de onderste grenswaarde A_1 (tabel 1 en 2) wordt overschreden moet aanvullend de gemiddelde trillingssterkte V_{per} bepaald moet worden alvorens geconcludeerd kan worden of dat sprake is van een toelaatbare situatie. Op grond van een overdrachtsberekening (Barkan-formule) kan gesteld worden dat vanaf ongeveer 140 meter afstand voldaan zal worden aan de streefwaarde $A_2 = 0,2$ re 1 mm/s.

4.2 Trillingssterkte over de beoordelingsperiode V_{per}

Ten aanzien van de trillingssterkte volgens SBR-richtlijn B dient V_{per} (effectieve waarde van de trillingssterkte V_{per} over de betreffende beoordelingsperiode(n) bepaald te worden. Hiertoe wordt allereerst aan de hand van de meetresultaten $v_{\text{eff,max},30,i}$ het kwadratisch gemiddelde van de grootste effectieve waarden van de intervallen i over de meetperiode oftewel $v_{\text{per,meet}}$ berekend.

$$\text{Formule} \quad v_{\text{per,meet}} = \sqrt{\left[\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n v_{\text{eff,max},30,i}^2 \right]}$$

waarbij $v_{\text{per,meet}}$ = kwadratisch gemiddelde effectieve waarde $v_{\text{eff,max},30,i}$ over de meetperiode;
 n = aantal gehele tijdsintervallen van 30 seconden binnen de duur van de meting
 $v_{\text{eff,max},30,i}$ = grootste waarde van $v_{\text{eff}}(t)$ in een tijdsinterval van 30 seconden [zie bijlage C]

Opgemerkt dient te worden dat uitsluitend waarden van $v_{\text{eff,max}}$ groter dan 0,1 re 1 mm/s worden meegenomen in de berekening van $v_{\text{per,meet}}$. Hieruit volgt voor beide meetpunten, meetrichtingen en alle etmaalperioden:

$$V_{\text{per}} < 0,01 \text{ re } 1 \text{ mm/s}$$

Hiermee wordt ruimschoots voldaan aan de geformuleerde streef- en grenswaarden t.w. respectievelijk 0,05 en 0,1 re 1 mm/s (zie tabel 1 en 2; kolom A_3)



5 Conclusie

Op basis van onderhavig onderzoek kan met betrekking tot de optredende trillingen ter hoogte van de geprojecteerde eerstelijnsbebouwing van het plan Markvelden Noord in Zevenbergen het volgende geconcludeerd worden.

De maximale trillingssterkte V_{\max} vanwege het treinverkeer op het traject Roosendaal – Dordrecht bedraagt minder dan 0,4 re 1 mm/s. Hiermee wordt de geformuleerde streefwaarde voor V_{\max} (voor een goed woon- en leefklimaat) overschreden doch wordt voldaan aan de bijbehorende grenswaarde (voor een aanvaardbaar woon- en leefklimaat). Trillingen met bovenstaande trillingssterkte kunnen gedurende zowel de dag-, avond- als nachtperiode optreden. Er kan immers niet uitgesloten worden dat de trein welke de grootste trillingen veroorzaakt, gedurende iedere etmaalperiode passeert. De gemiddelde trillingssterkte V_{per} bedraagt in alle etmaalperioden minder dan 0,01 re 1 mm/s. Hiermee wordt ruimschoots voldaan aan zowel bijbehorende streef- en grenswaarden (voor een goed en aanvaardbaar woon- en leefklimaat). In bepaling van V_{\max} en V_{per} is rekening gehouden met het effect van mogelijke "opslingering" van begane grond naar de hogere verdiepingen van de te bouwen woningen.

Er zal ter plaatse van de woningen welke onderdeel gaan uitmaken van de eerstelijnsbebouwing van het plan Markvelden Noord zal sprake van een aanvaardbaar woon- en leefklimaat (en is onduidbare hinder vanwege het spoor niet te verwachten). Ter plaatse van verder gelegen woningen zal de trillingssterkte lager zijn en daarmee van een goed woon- en leefklimaat.

6 Referenties

- [1] Stichting Bouwresearch; SBR-richtlijn B "Hinder voor personen in gebouwen", Rotterdam 2002



7 Verantwoording

Namen en taakomschrijving van de medewerkers

- ing. G.F.C. van Grunsven, zaakverantwoordelijke;
- W.M.H. van Vught, projectmedewerker

Datum waarop het onderzoek is gepubliceerd

's-Hertogenbosch, 28 september 2023

Ondertekening

Goedgekeurd door

ing. G.F.C. (Gerald) van Grunsven
Projectverantwoordelijke

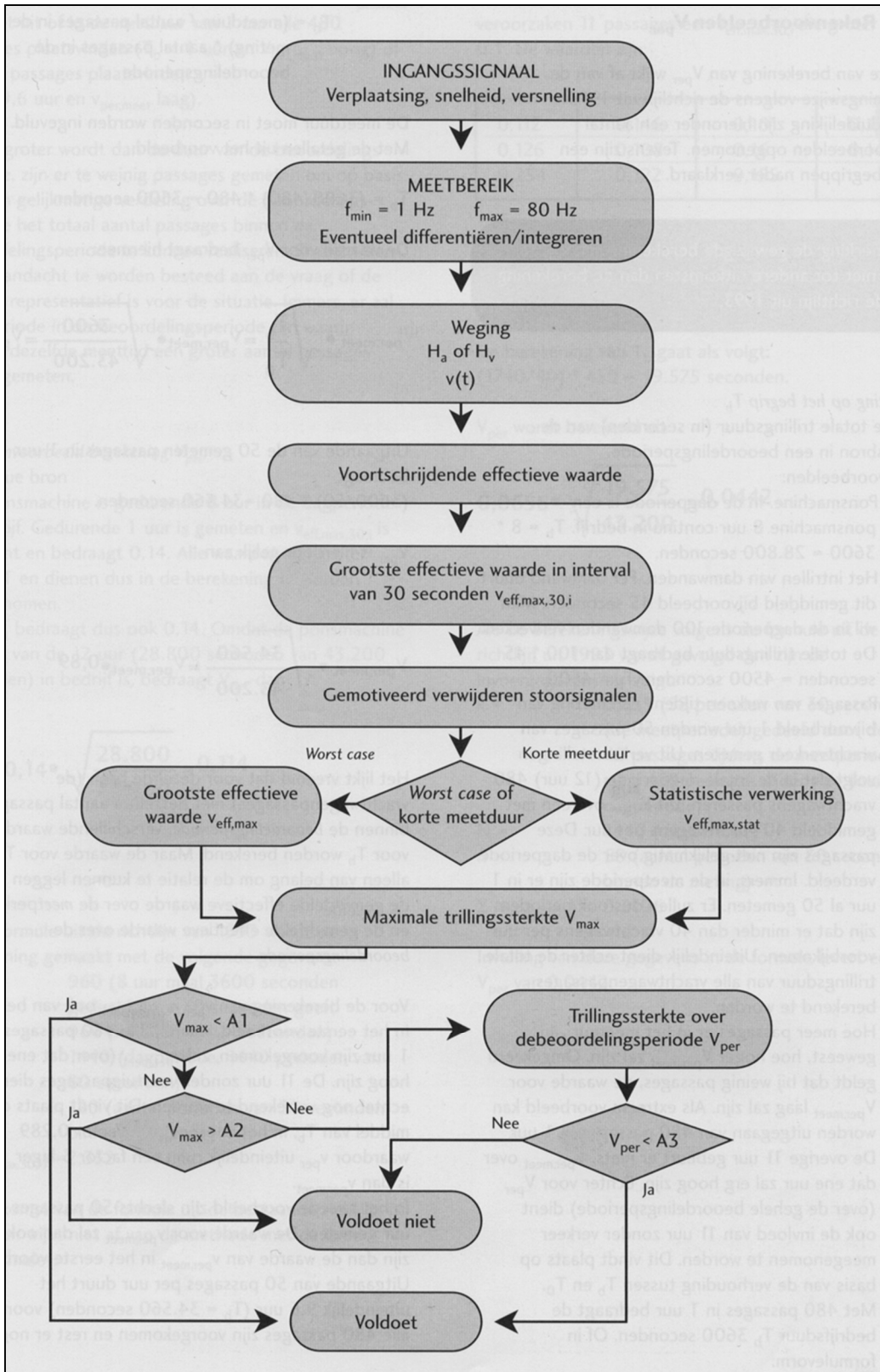
ing. M. de Rooter
Specialist Geluid en Trillingen



Bijlage A. Stroomschema SBR-richtlijn B

Deze bijlage bestaat uit 2 pagina's inclusief voorliggende





Bijlage B. Meetinstrumenten en meetopstelling

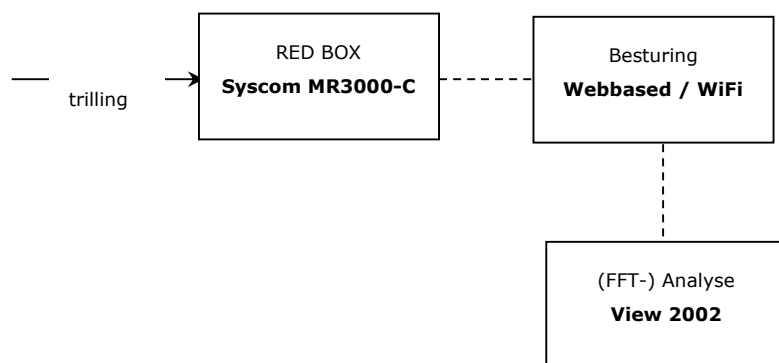
Deze bijlage bestaat uit 2 pagina's inclusief voorliggende



Gebruikte meetinstrumenten trillingsmetingen

Omschrijving instrument	Fabrikaat	Type	Serienummer
RED BOX	Syscom Instruments SA	MR3000-C	21200074 (RB 6) 21251294 (RB 7)
Analyse-software	Syscom Instruments SA	VIEW2002	v3.1
Syscom Cloud Software	Bartec Syscom	--	--

Meetopstelling trillingsmetingen SBR-richtlijn B



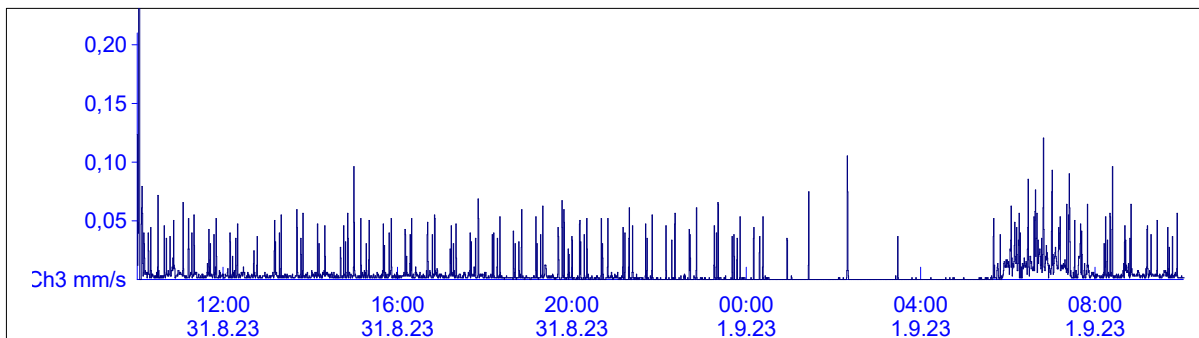
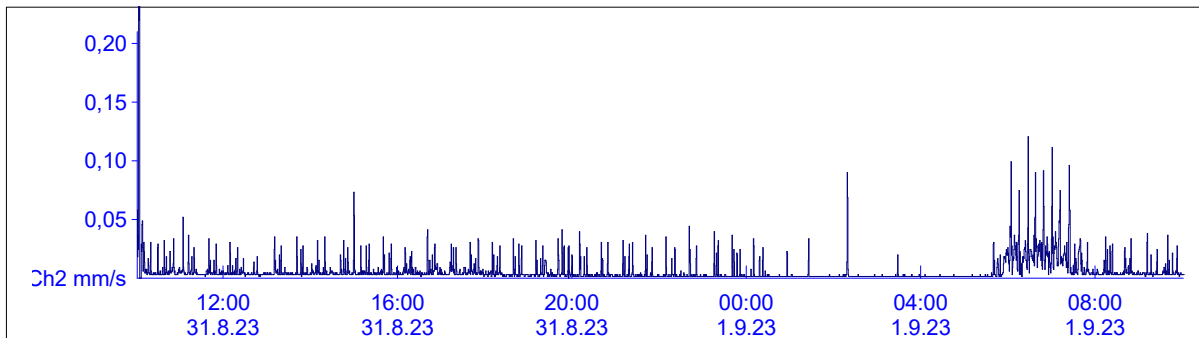
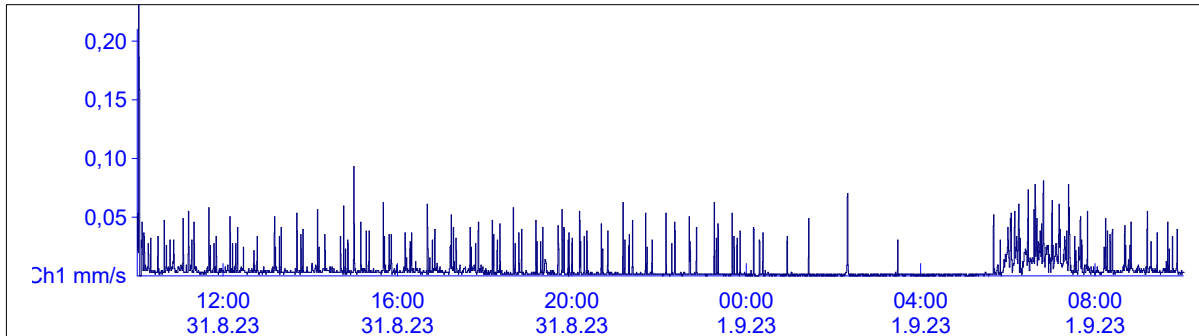
Bijlage C. Meetresultaten $v_{\text{eff,max},30,i}$ volgens SBR-richtlijn B

Deze bijlage bestaat uit 36 pagina's inclusief voorliggende



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...1\background\23243001.BMR	Start: 31.8.23 10:01	Max (1): 0,093 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 1.9.23 10:01	Max (2): 0,123 mm/s
Station: mr3000-21200074-21200074	Interval: 30 s	Max (3): 0,125 mm/s

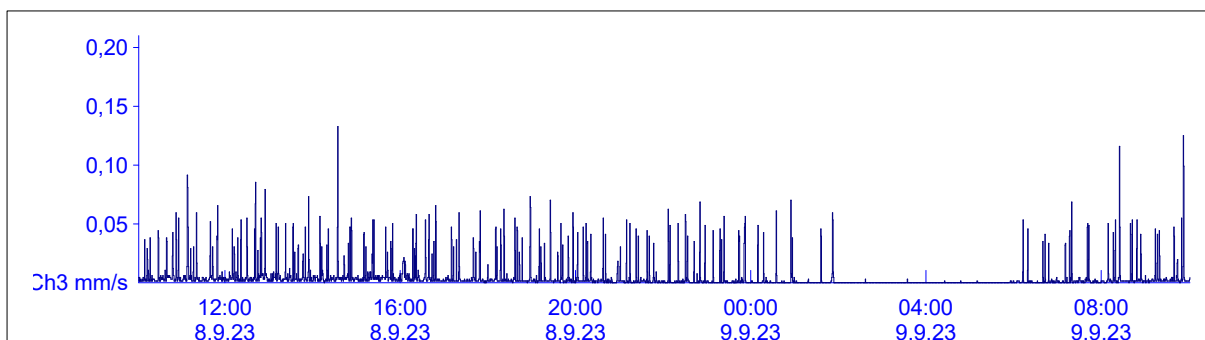
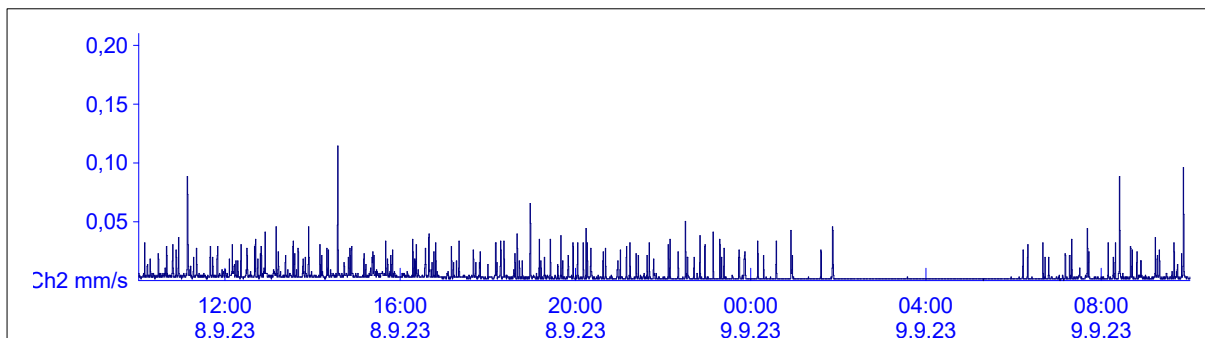
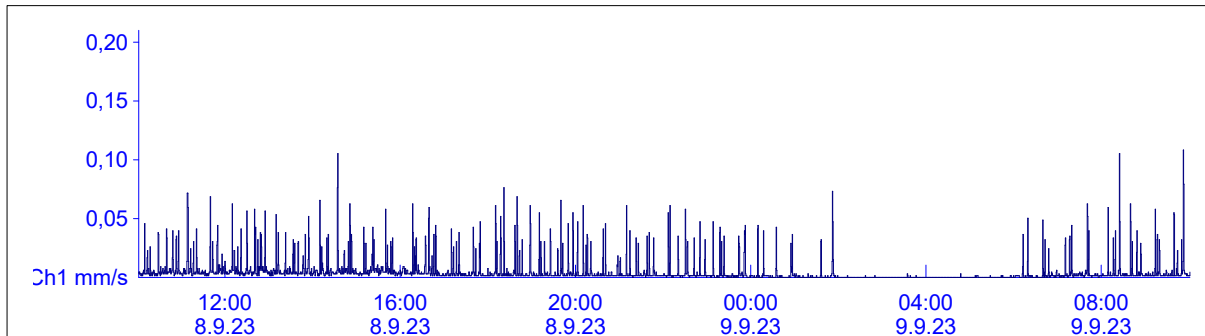


Meetpunt 1



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...1\background\23251008.BMR	Start: 8.9.23 10:01	Max (1): 0,108 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 9.9.23 10:01	Max (2): 0,114 mm/s
Station: mr3000-21200074-21200074	Interval: 30 s	Max (3): 0,133 mm/s

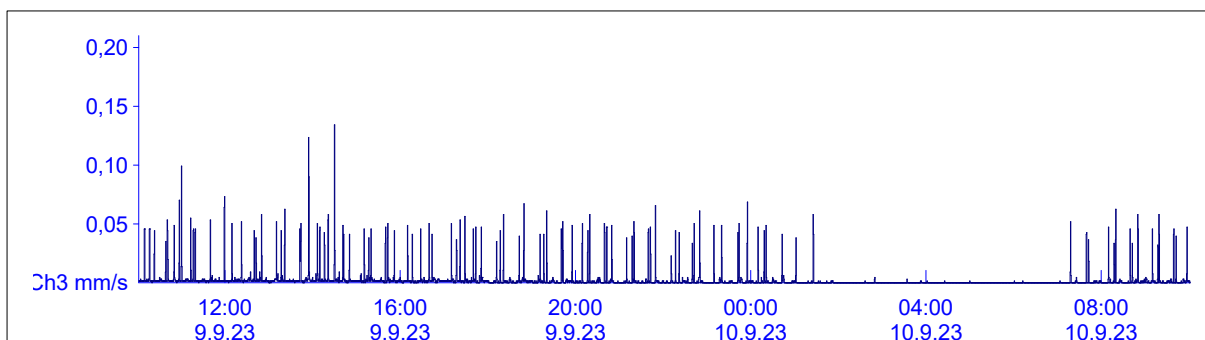
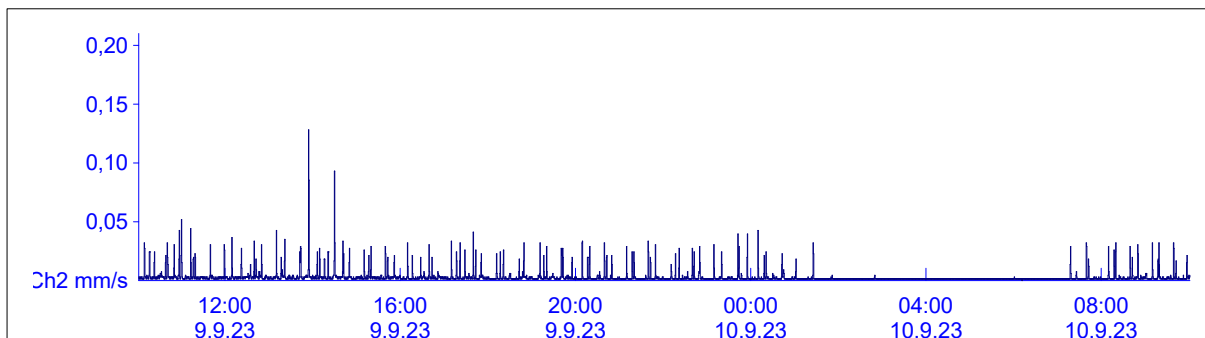
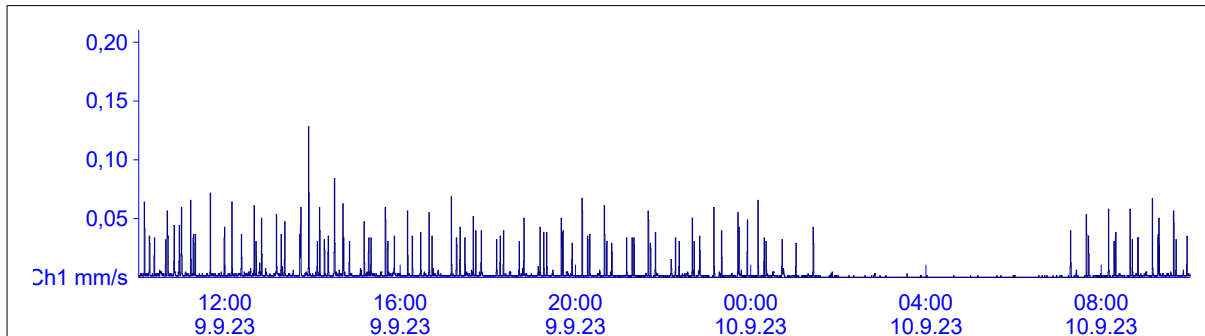


Meetpunt 1



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...1\background\23252009.BMR	Start: 9.9.23 10:01	Max (1): 0,128 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 10.9.23 10:01	Max (2): 0,128 mm/s
Station: mr3000-21200074-21200074	Interval: 30 s	Max (3): 0,134 mm/s

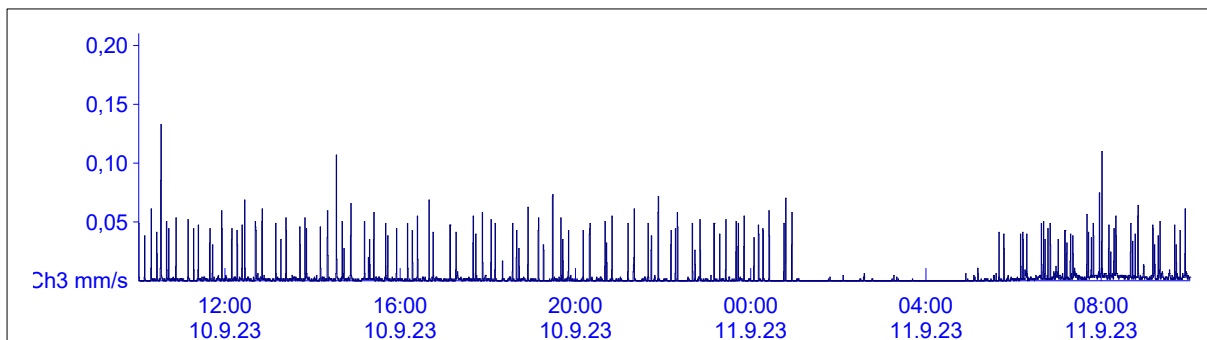
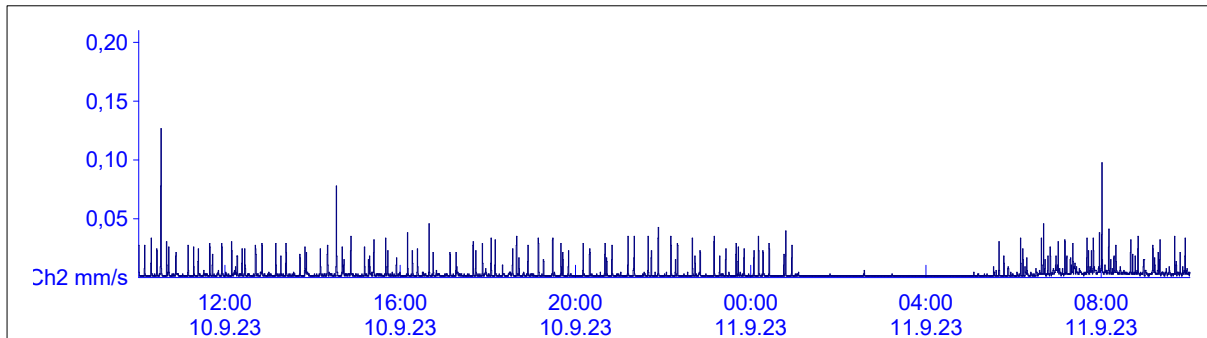
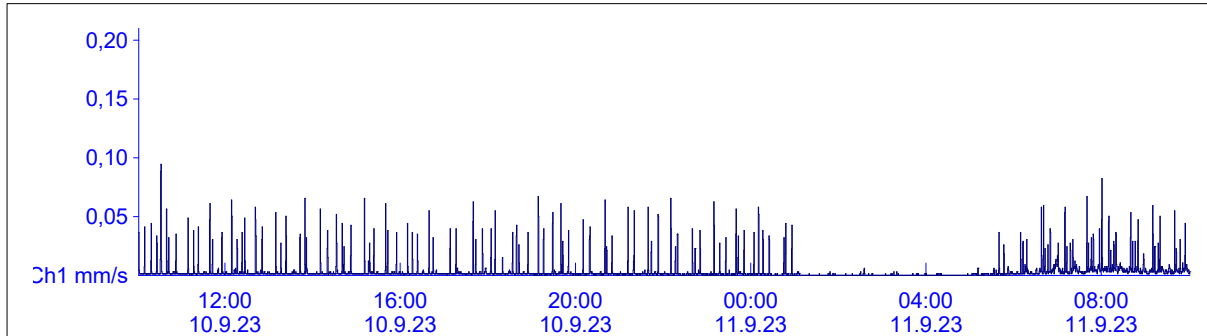


Meetpunt 1



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...1\background\23253010.BMR	Start: 10.9.23 10:01	Max (1): 0,0946 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 11.9.23 10:01	Max (2): 0,127 mm/s
Station: mr3000-21200074-21200074	Interval: 30 s	Max (3): 0,133 mm/s

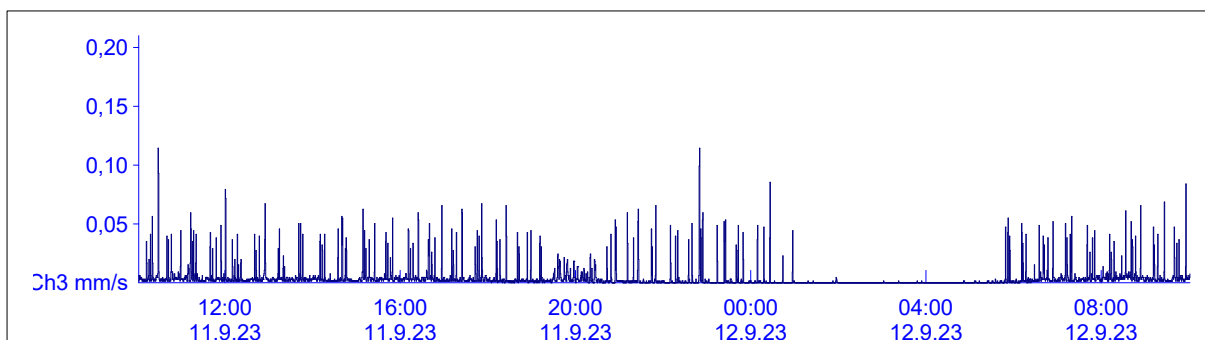
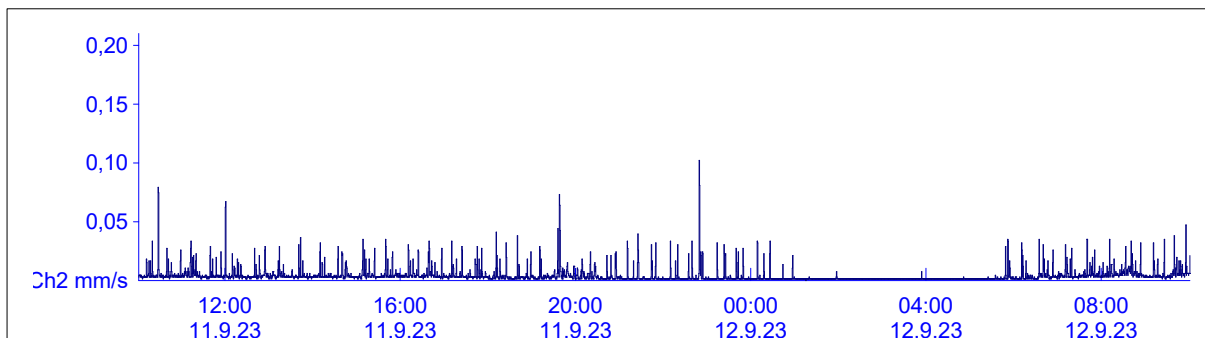
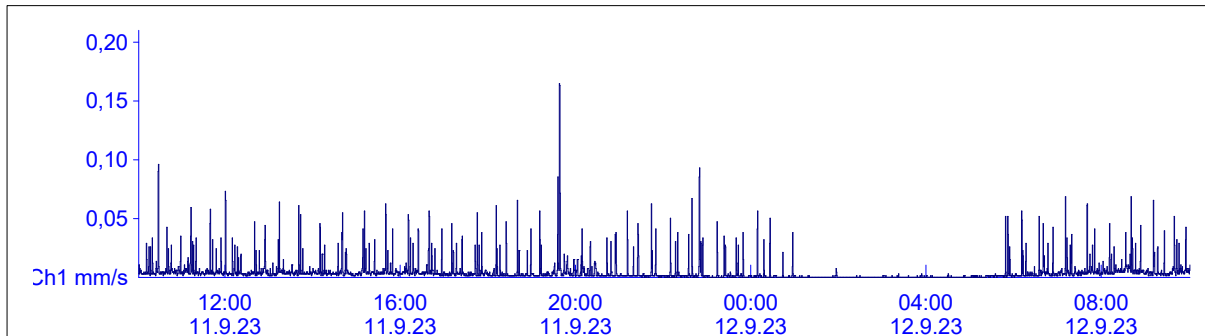


Meetpunt 1



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...1\background\23254011.BMR	Start: 11.9.23 10:01	Max (1): 0,165 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 12.9.23 10:01	Max (2): 0,102 mm/s
Station: mr3000-21200074-21200074	Interval: 30 s	Max (3): 0,114 mm/s

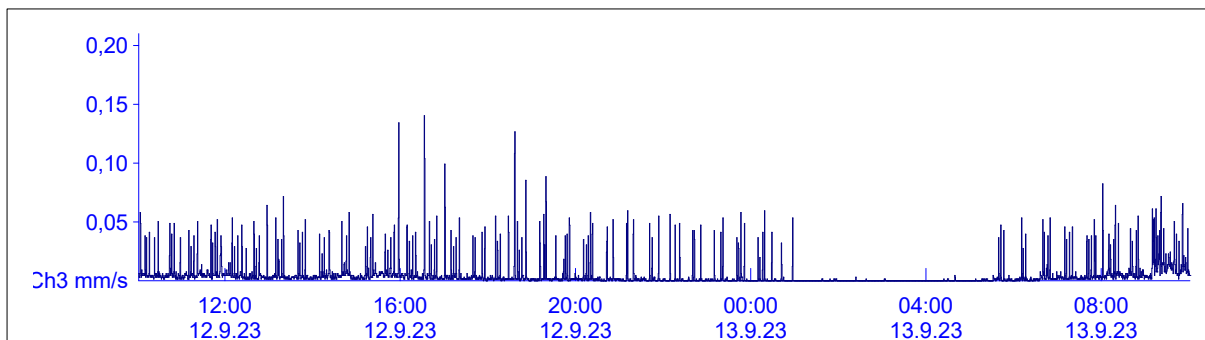
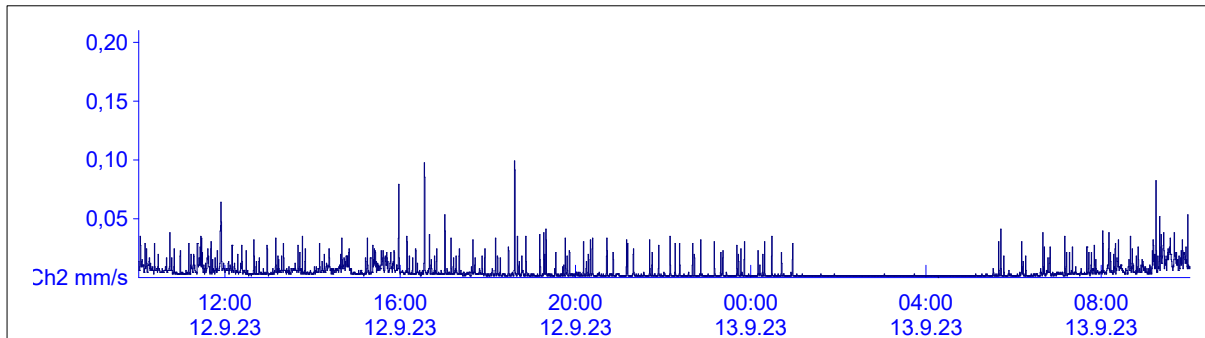
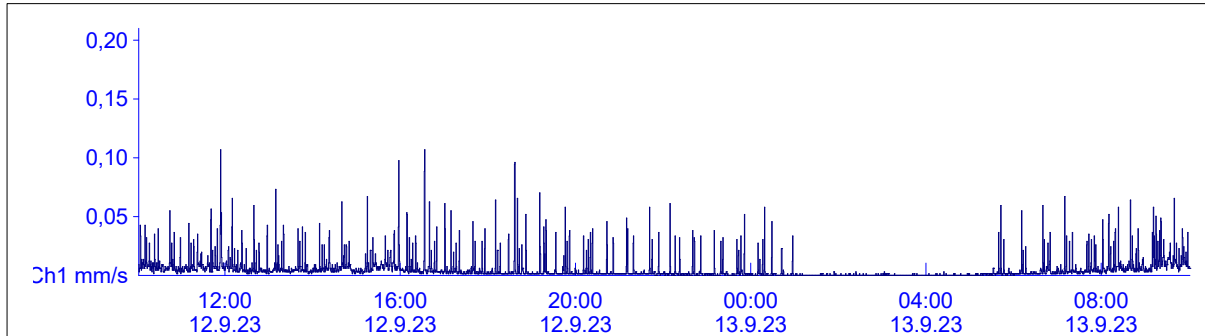


Meetpunt 1



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...1\background\23255012.BMR	Start: 12.9.23 10:01	Max (1): 0,107 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 13.9.23 10:01	Max (2): 0,0992 mm/s
Station: mr3000-21200074-21200074	Interval: 30 s	Max (3): 0,140 mm/s

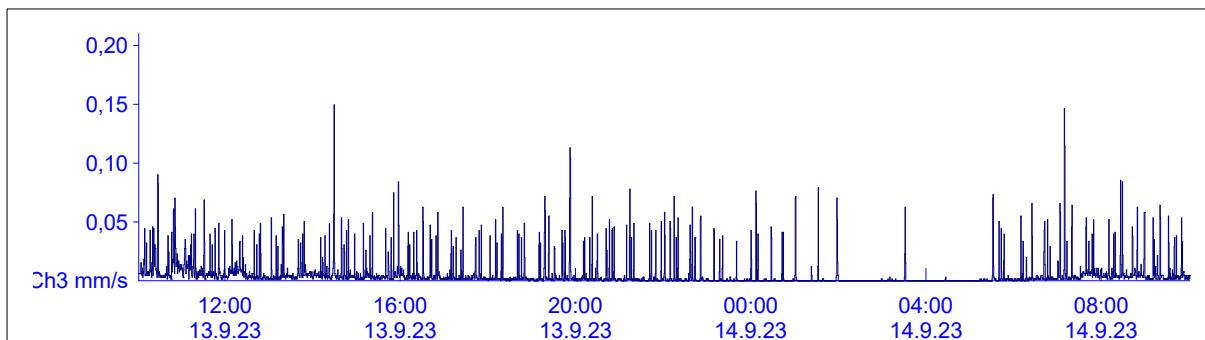
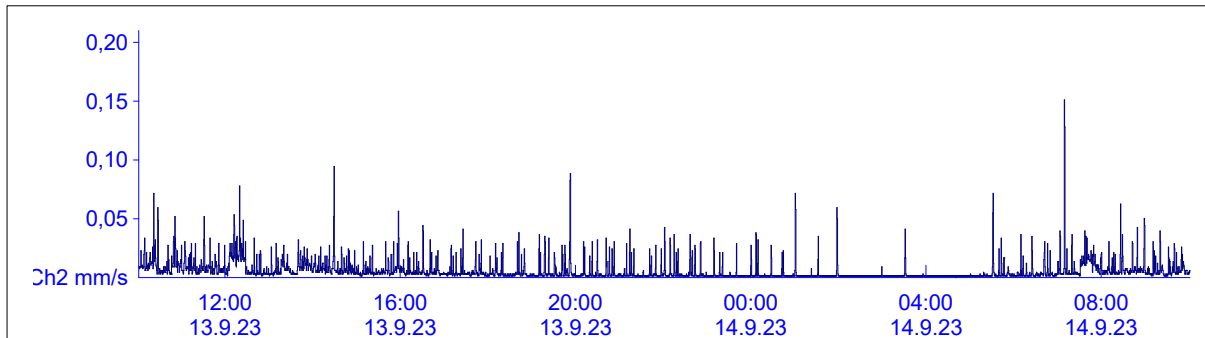
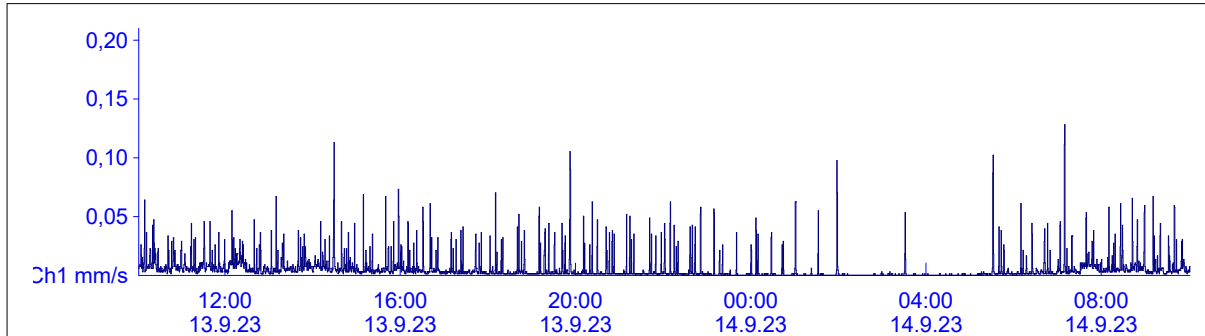


Meetpunt 1



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...1\background\23256013.BMR	Start: 13.9.23 10:01	Max (1): 0,128 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 14.9.23 10:01	Max (2): 0,151 mm/s
Station: mr3000-21200074-21200074	Interval: 30 s	Max (3): 0,150 mm/s

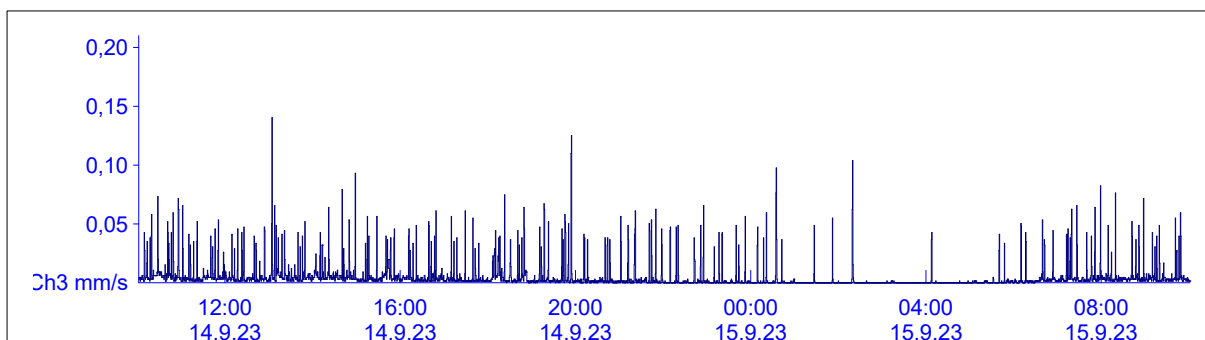
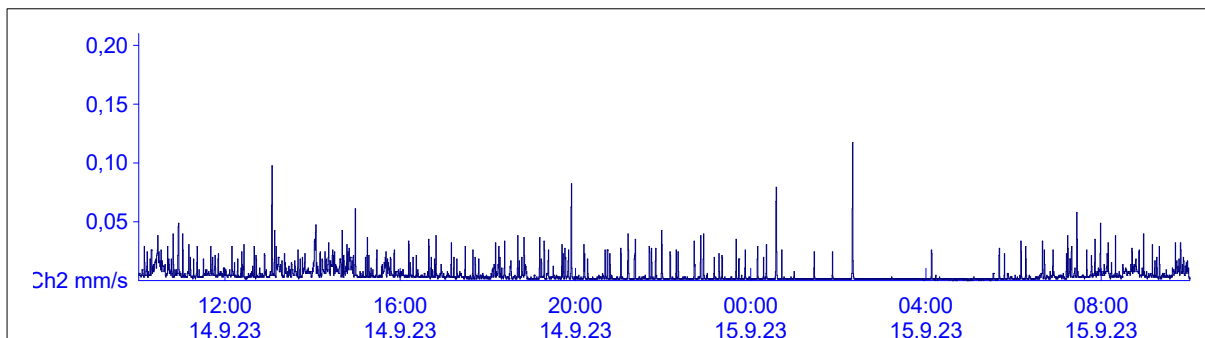
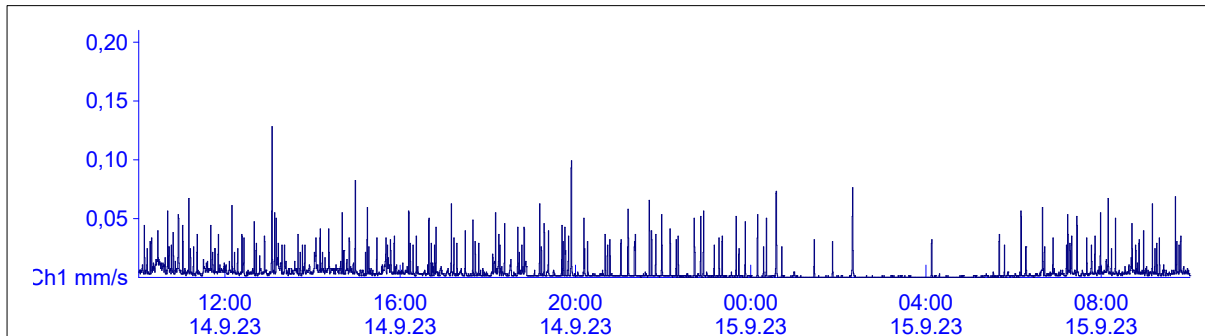


Meetpunt 1



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...1\background\23257014.BMR	Start: 14.9.23 10:01	Max (1): 0,128 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 15.9.23 10:01	Max (2): 0,117 mm/s
Station: mr3000-21200074-21200074	Interval: 30 s	Max (3): 0,140 mm/s

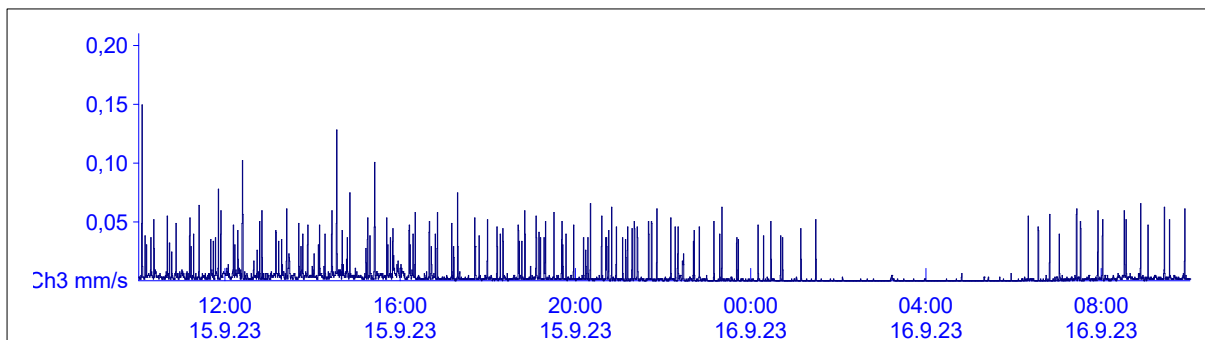
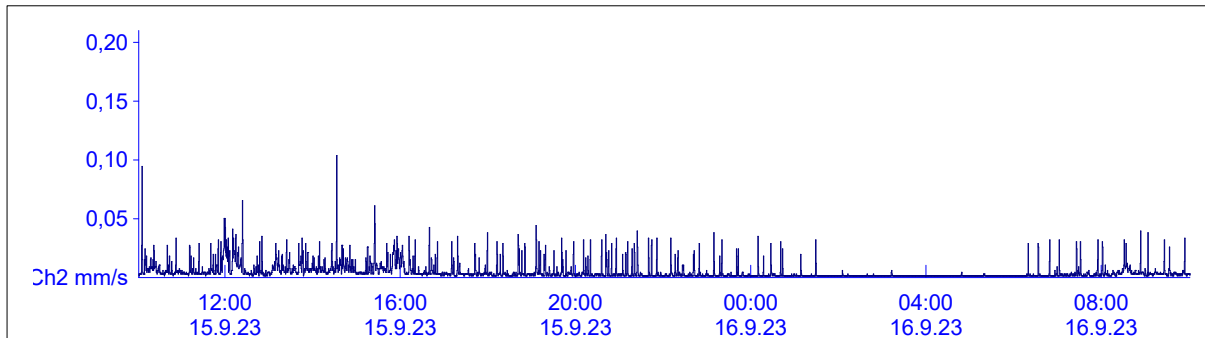
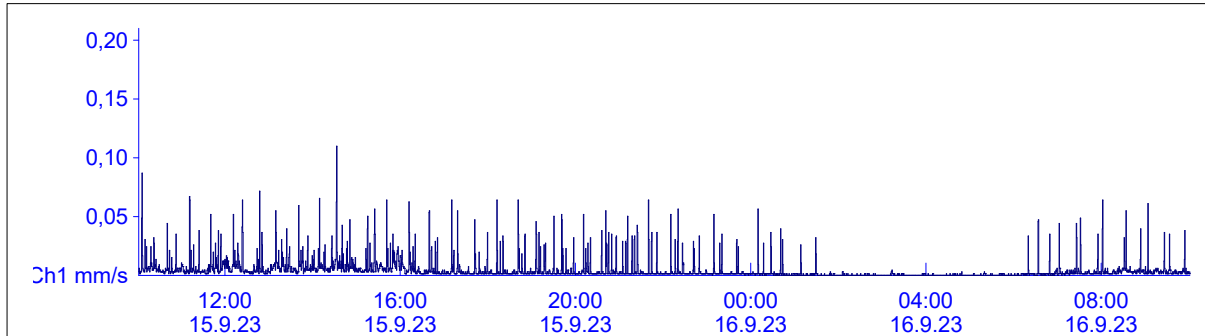


Meetpunt 1



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...1\background\23258015.BMR	Start: 15.9.23 10:01	Max (1): 0,110 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 16.9.23 10:01	Max (2): 0,104 mm/s
Station: mr3000-21200074-21200074	Interval: 30 s	Max (3): 0,150 mm/s

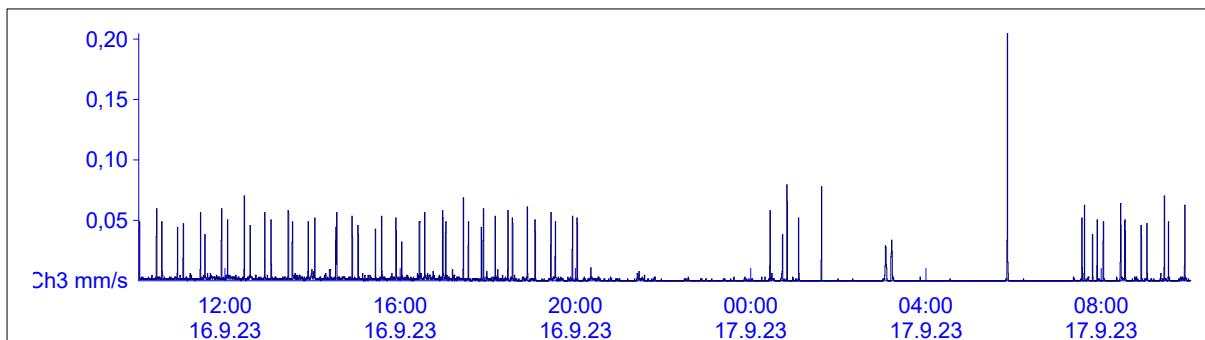
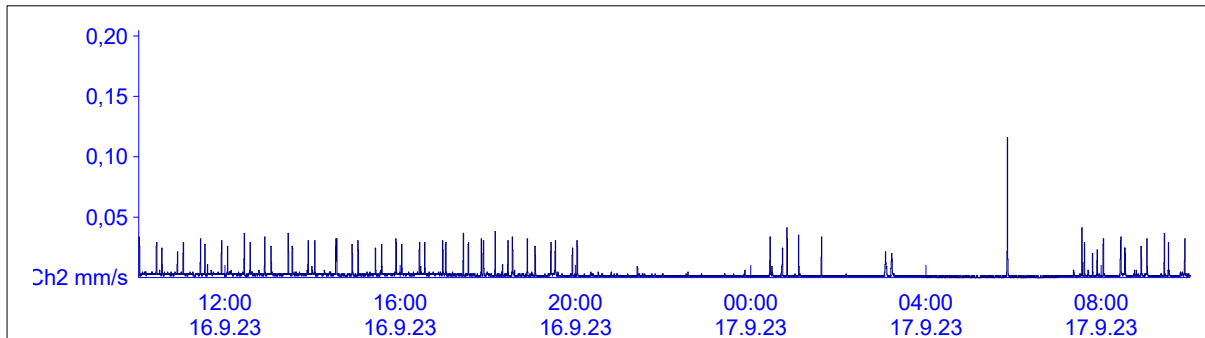
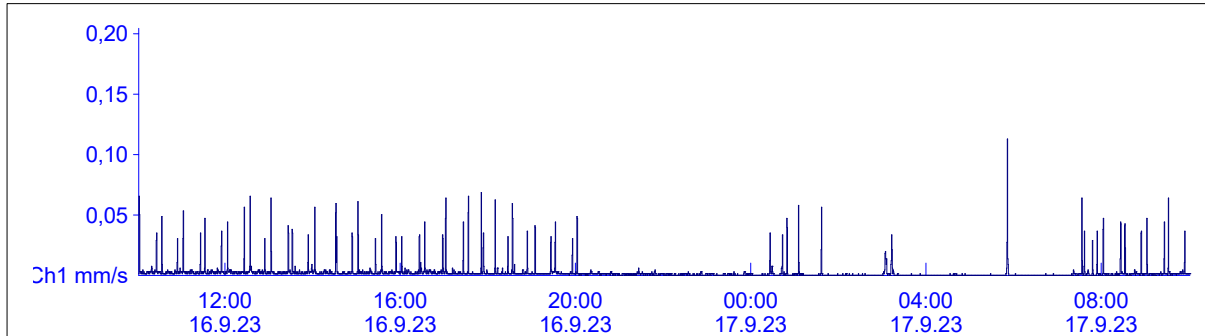


Meetpunt 1



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...1\background\23259016.BMR	Start: 16.9.23 10:01	Max (1): 0,113 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 17.9.23 10:01	Max (2): 0,116 mm/s
Station: mr3000-21200074-21200074	Interval: 30 s	Max (3): 0,204 mm/s

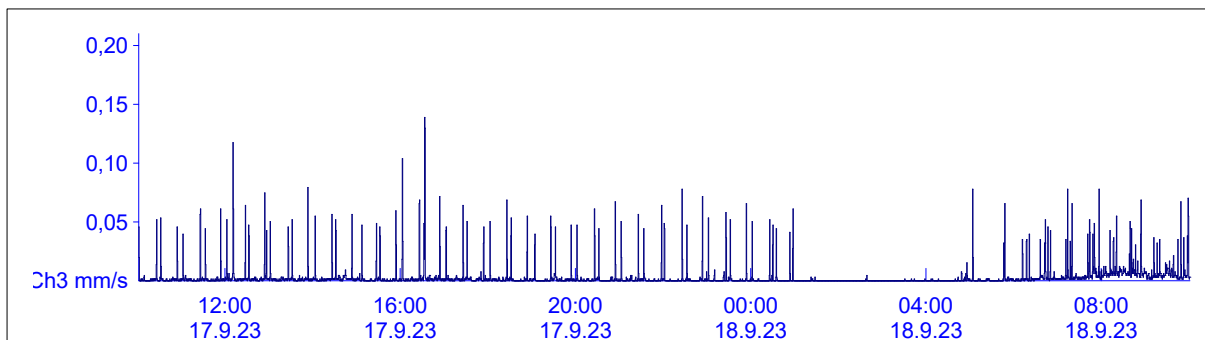
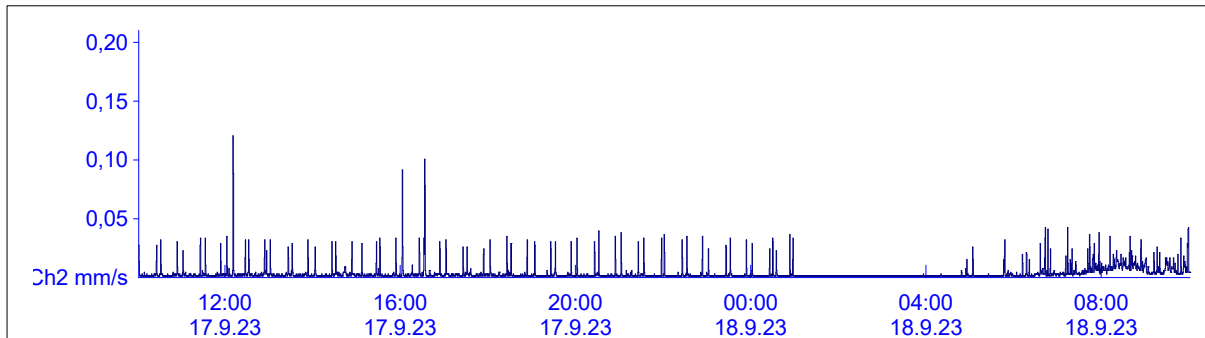
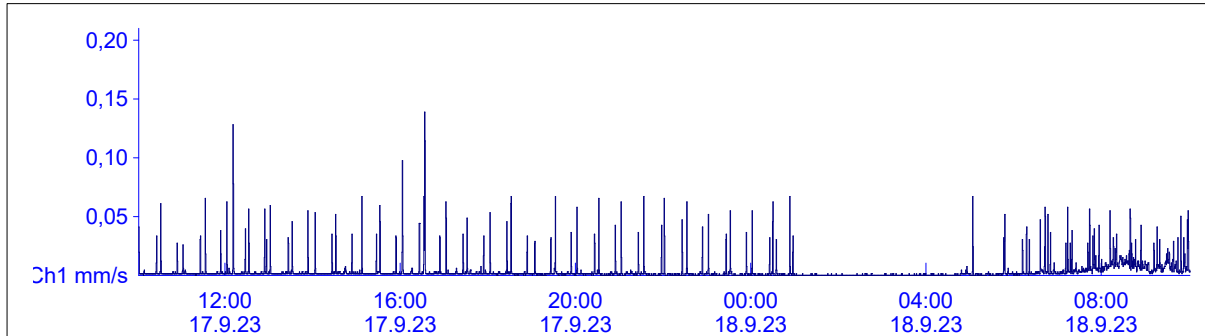


Meetpunt 1



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...1\background\23260017.BMR	Start: 17.9.23 10:01	Max (1): 0,139 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 18.9.23 10:01	Max (2): 0,121 mm/s
Station: mr3000-21200074-21200074	Interval: 30 s	Max (3): 0,139 mm/s

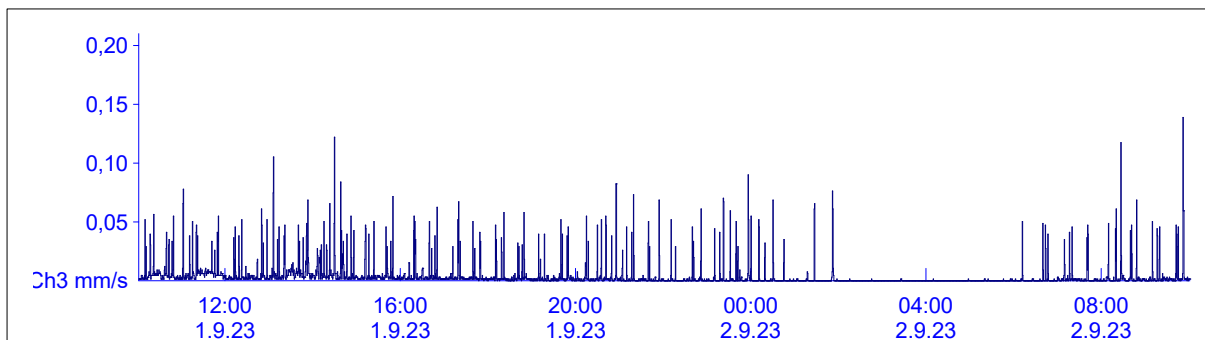
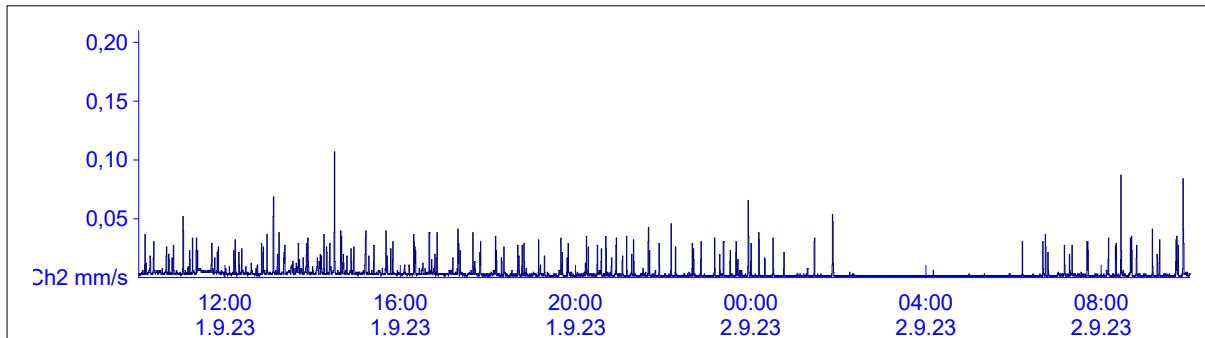
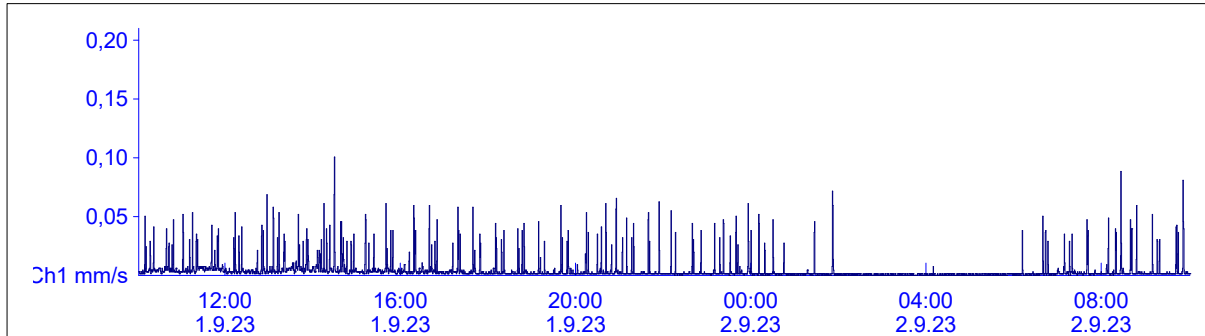


Meetpunt 1



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...1\background\23244001.BMR	Start: 1.9.23 10:01	Max (1): 0,101 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 2.9.23 10:01	Max (2): 0,107 mm/s
Station: mr3000-21200074-21200074	Interval: 30 s	Max (3): 0,139 mm/s

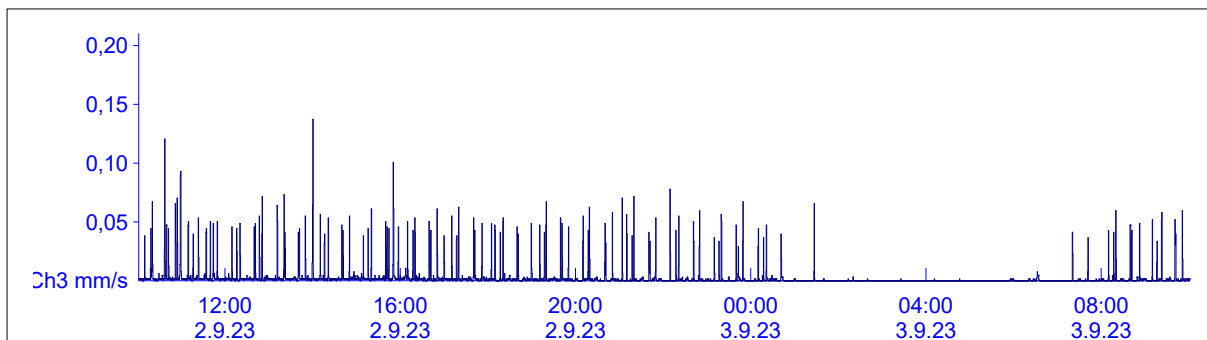
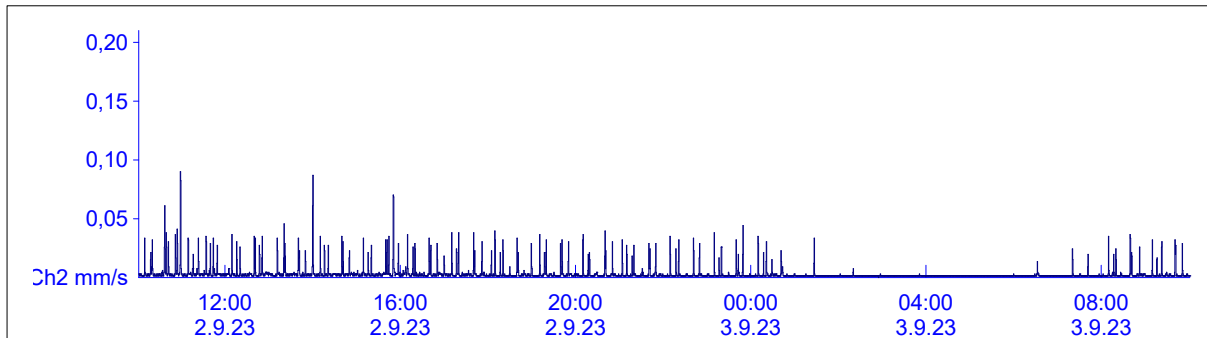
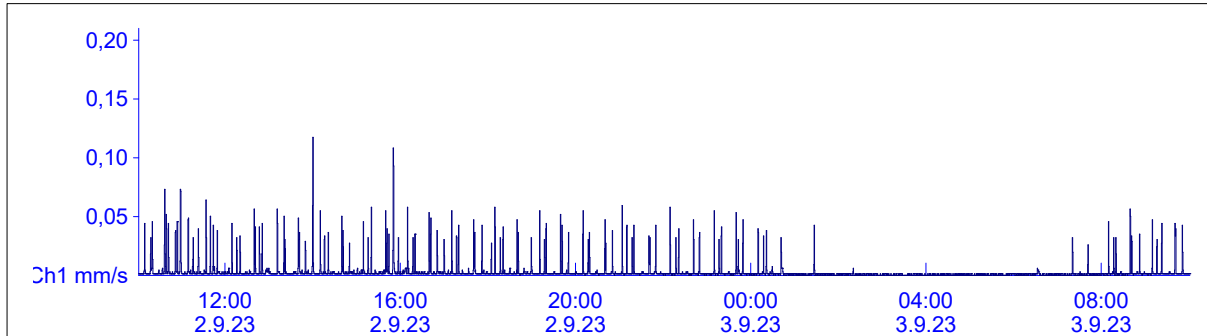


Meetpunt 1



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...1\background\23245002.BMR	Start: 2.9.23 10:01	Max (1): 0,117 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 3.9.23 10:01	Max (2): 0,0900 mm/s
Station: mr3000-21200074-21200074	Interval: 30 s	Max (3): 0,137 mm/s

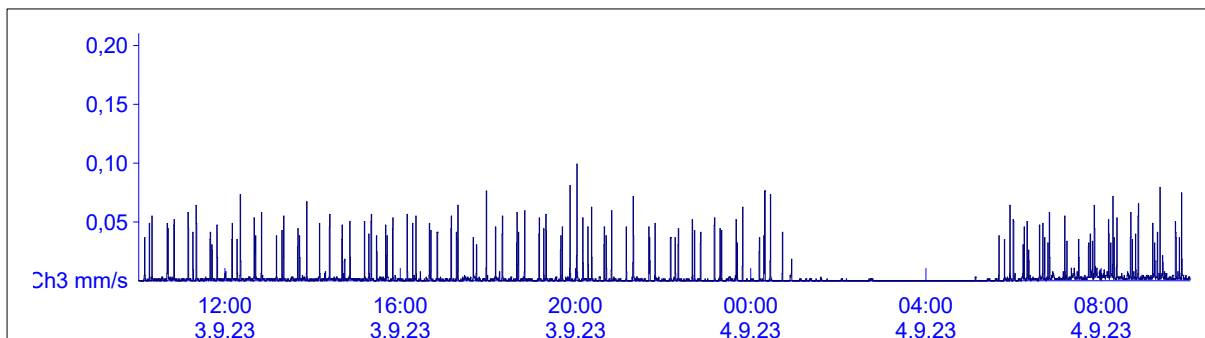
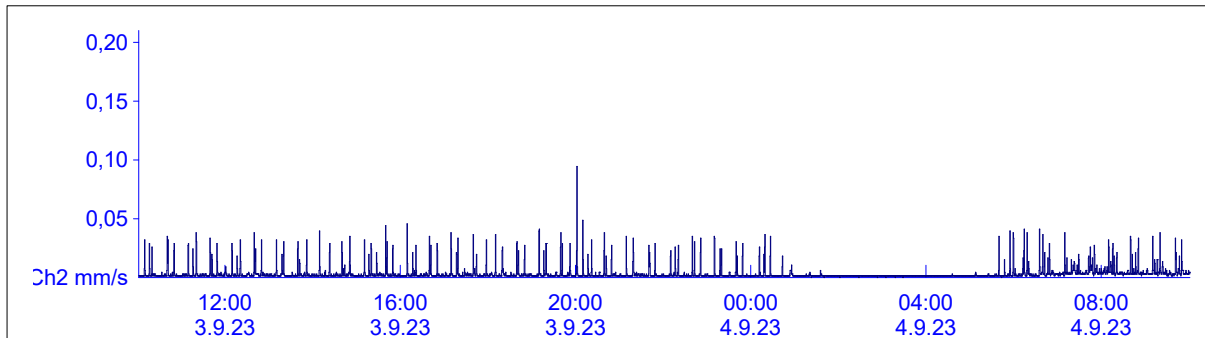
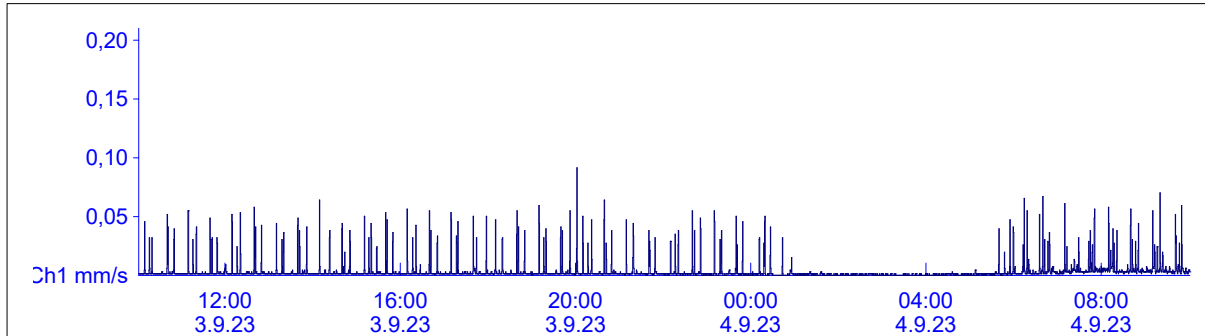


Meetpunt 1



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...1\background\23246003.BMR	Start: 3.9.23 10:01	Max (1): 0,0915 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 4.9.23 10:01	Max (2): 0,0946 mm/s
Station: mr3000-21200074-21200074	Interval: 30 s	Max (3): 0,0992 mm/s

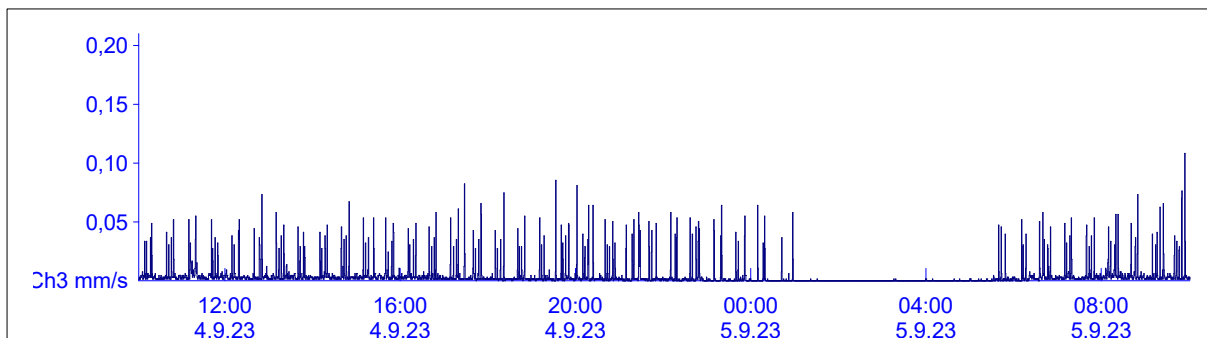
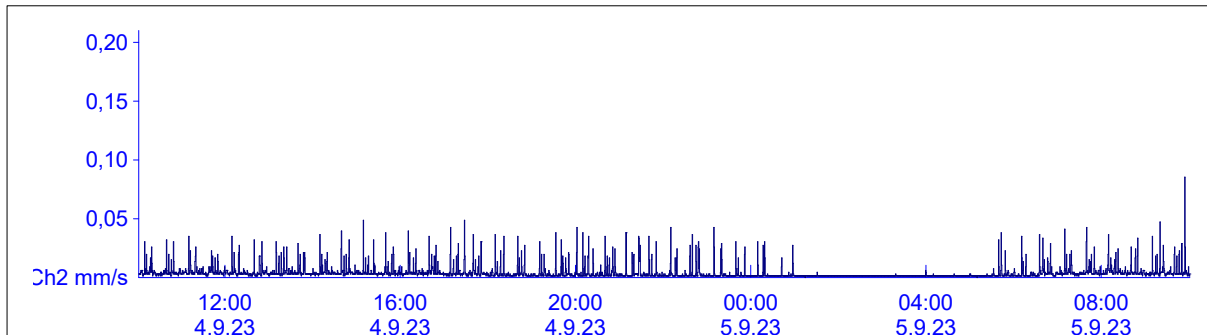
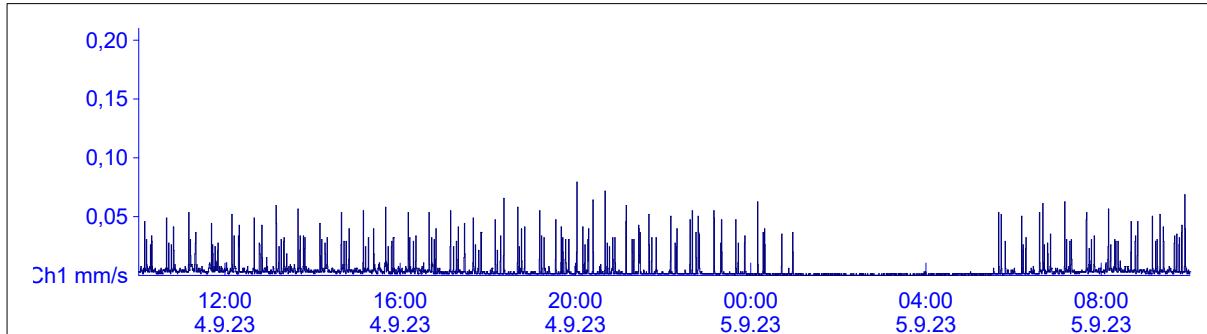


Meetpunt 1



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...1\background\23247004.BMR	Start: 4.9.23 10:01	Max (1): 0,0793 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 5.9.23 10:01	Max (2): 0,0854 mm/s
Station: mr3000-21200074-21200074	Interval: 30 s	Max (3): 0,108 mm/s

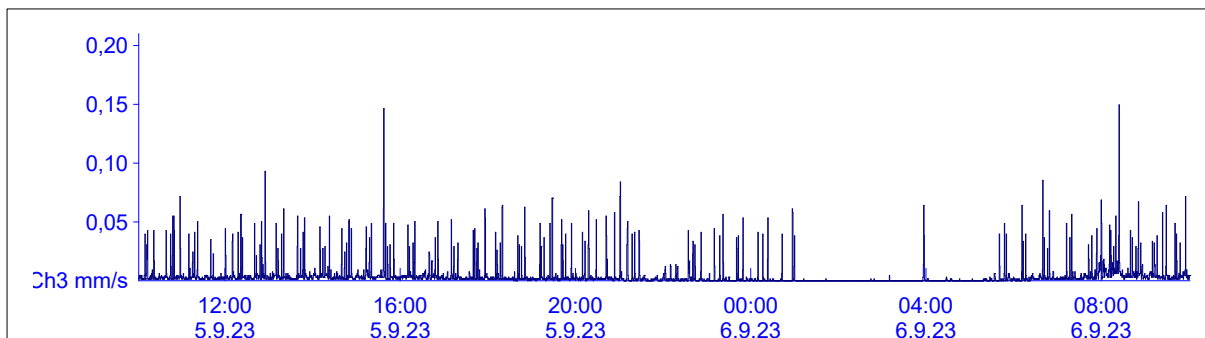
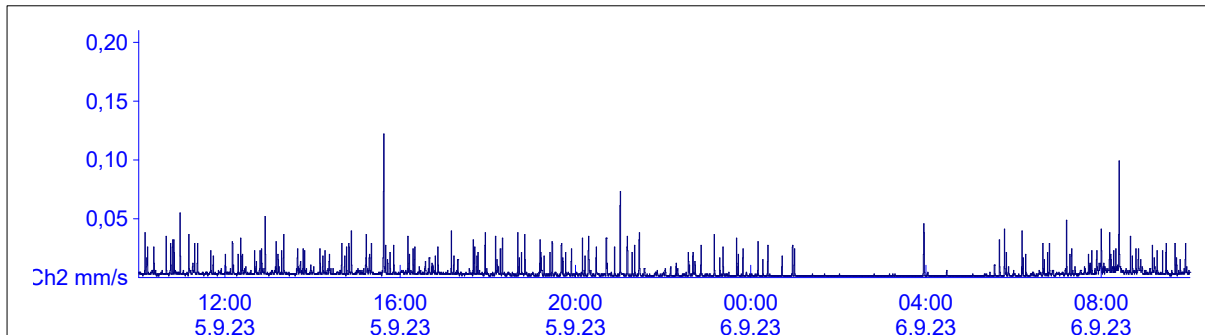
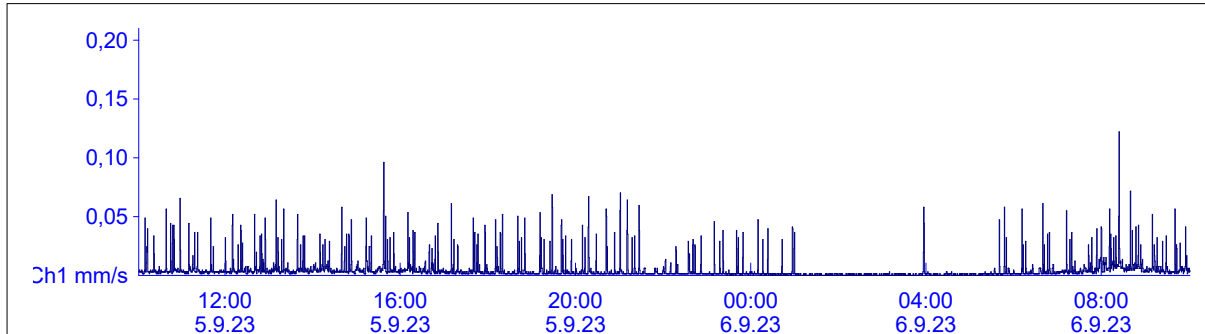


Meetpunt 1



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...1\background\23248005.BMR	Start: 5.9.23 10:01	Max (1): 0,122 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 6.9.23 10:01	Max (2): 0,122 mm/s
Station: mr3000-21200074-21200074	Interval: 30 s	Max (3): 0,150 mm/s

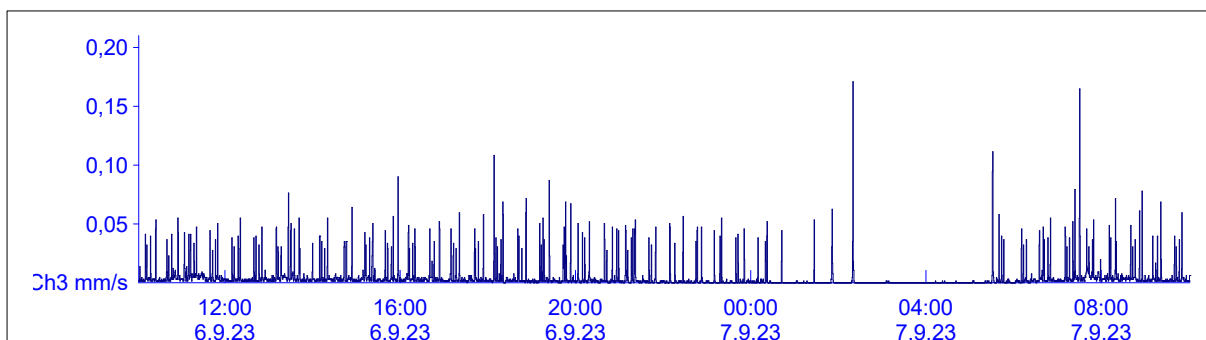
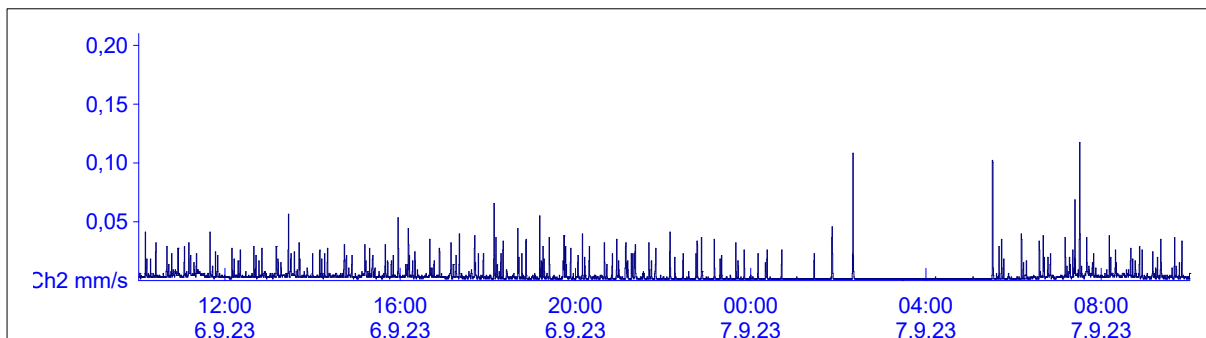
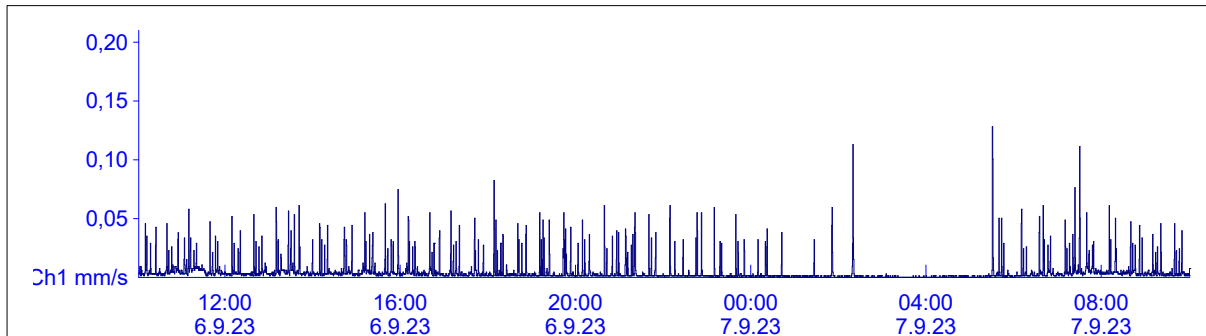


Meetpunt 1



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...1\background\23249006.BMR	Start: 6.9.23 10:01	Max (1): 0,128 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 7.9.23 10:01	Max (2): 0,117 mm/s
Station: mr3000-21200074-21200074	Interval: 30 s	Max (3): 0,171 mm/s

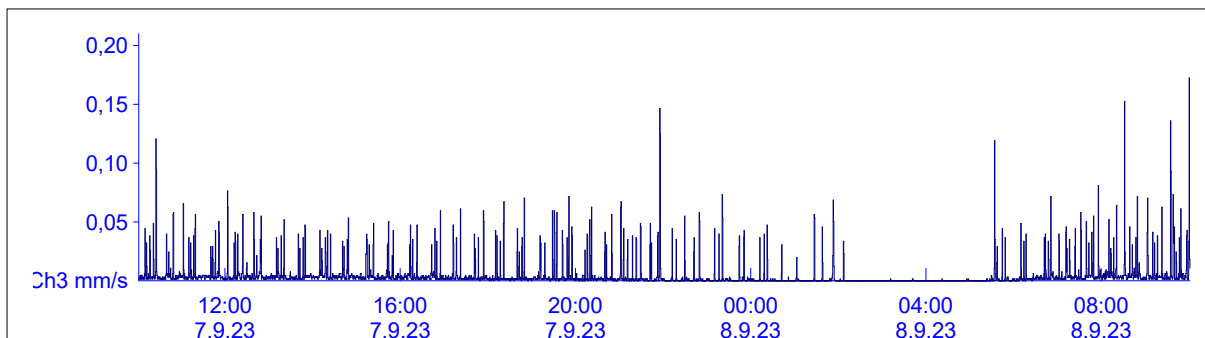
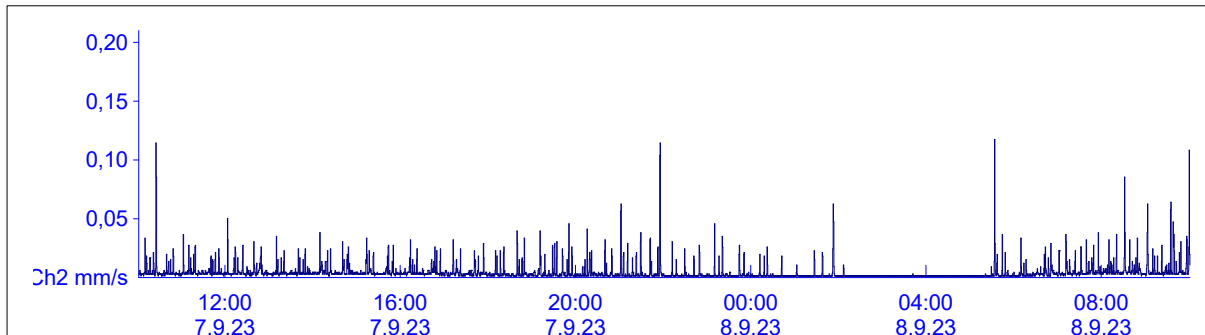
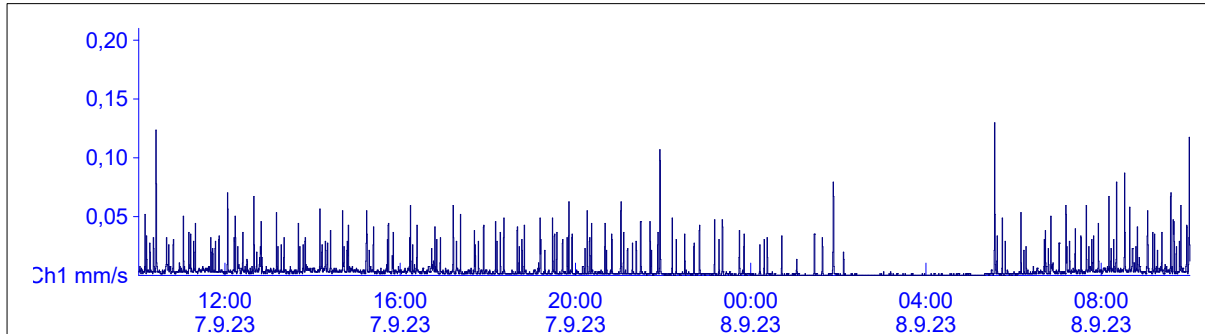


Meetpunt 1



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...1\background\23250007.BMR	Start: 7.9.23 10:01	Max (1): 0,130 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 8.9.23 10:01	Max (2): 0,117 mm/s
Station: mr3000-21200074-21200074	Interval: 30 s	Max (3): 0,172 mm/s

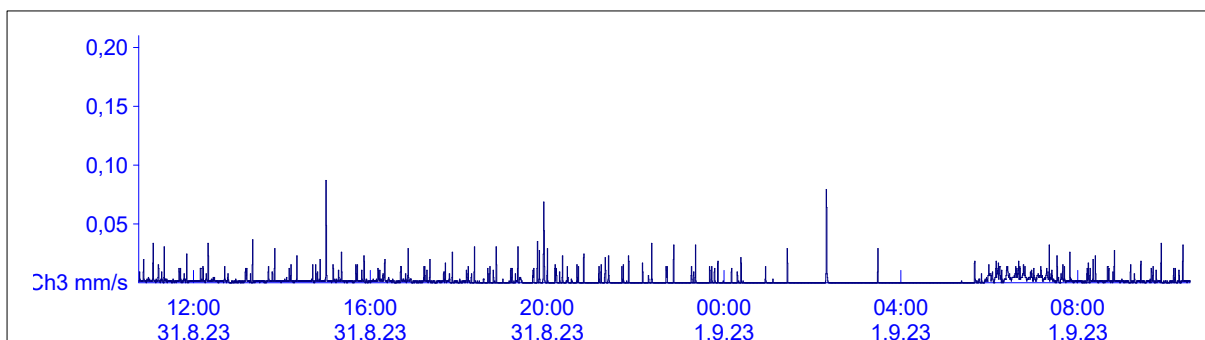
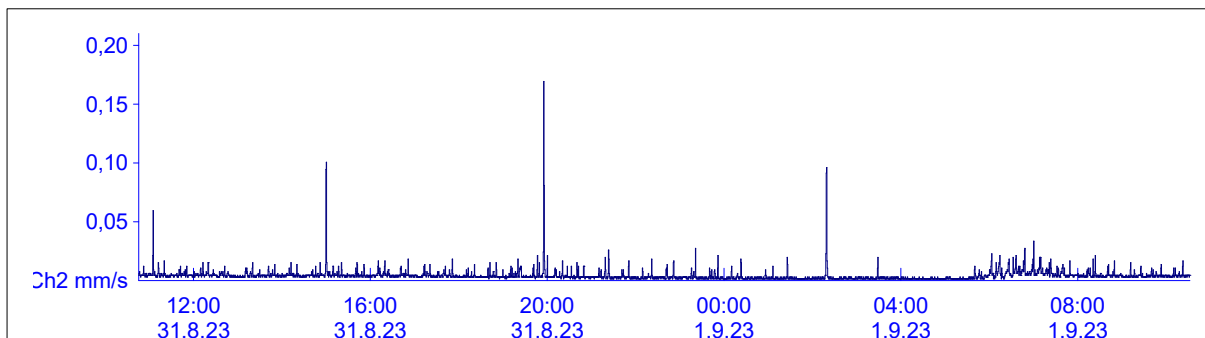
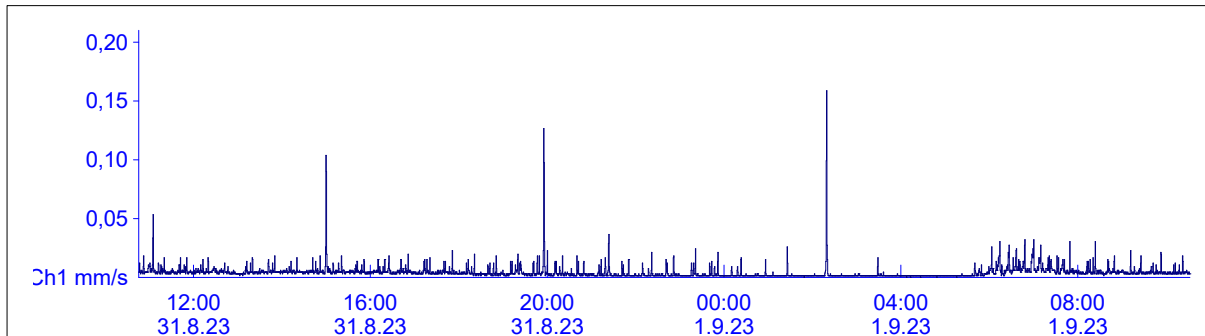


Meetpunt 1



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...2\background\23243001.BMR	Start: 31.8.23 10:45	Max (1): 0,153 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 1.9.23 10:32	Max (2): 0,169 mm/s
Station: mr3000-21251294-21251294	Interval: 30 s	Max (3): 0,067 mm/s

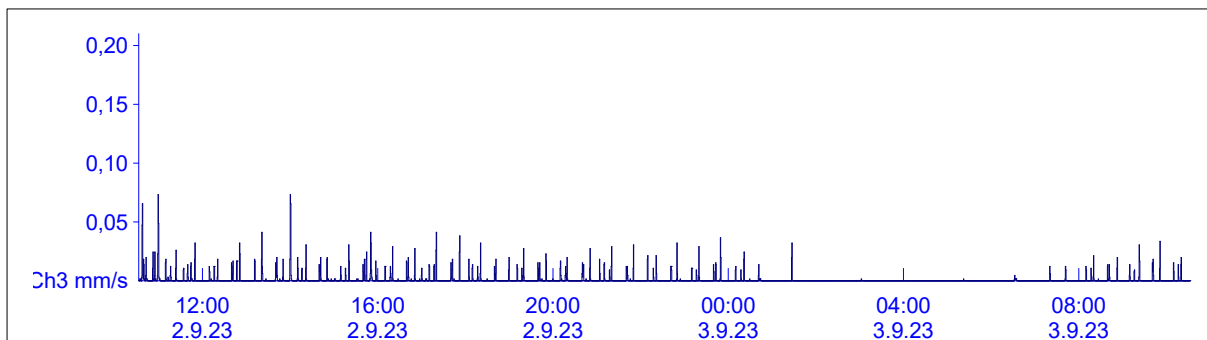
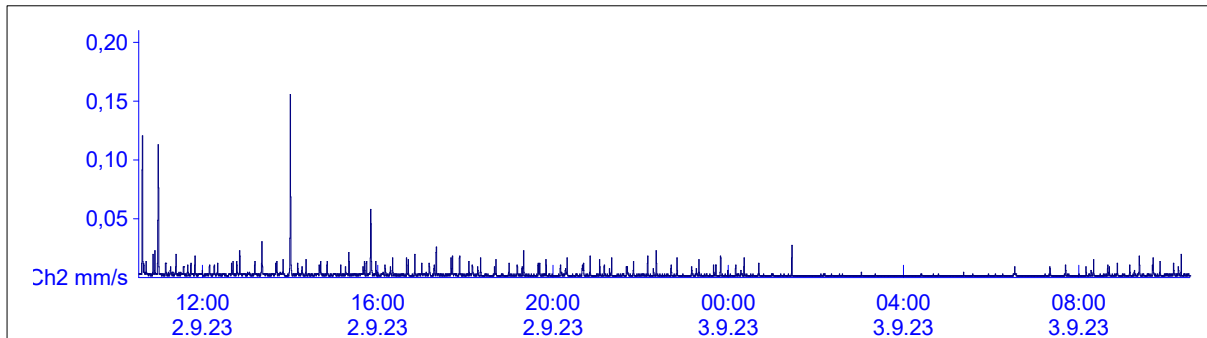
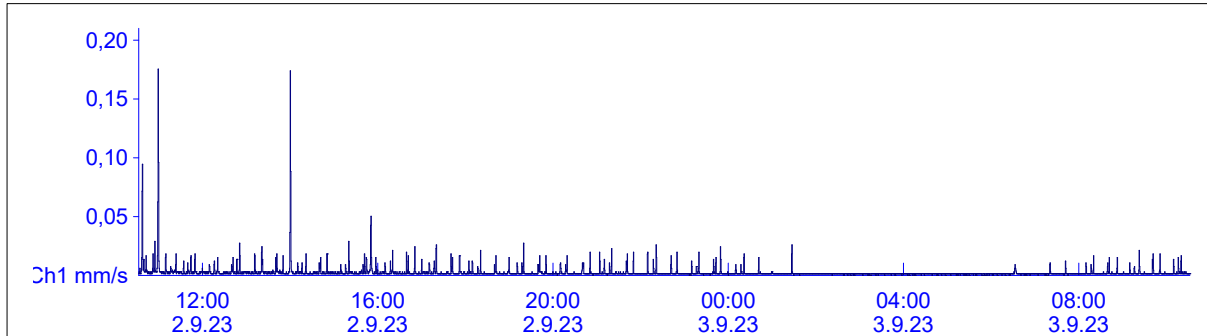


Meetpunt 2



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...2\background\23245002.BMR	Start: 2.9.23 10:32	Max (1): 0,175 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 3.9.23 10:32	Max (2): 0,156 mm/s
Station: mr3000-21251294-21251294	Interval: 30 s	Max (3): 0,0732 mm/s

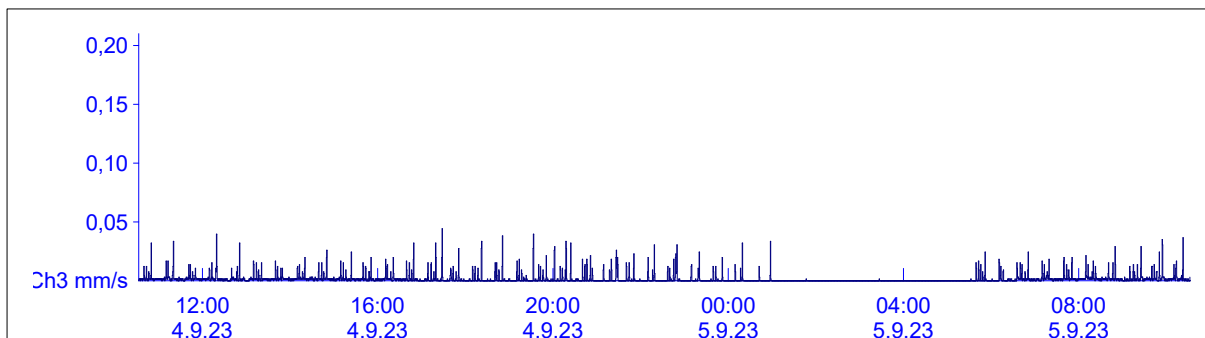
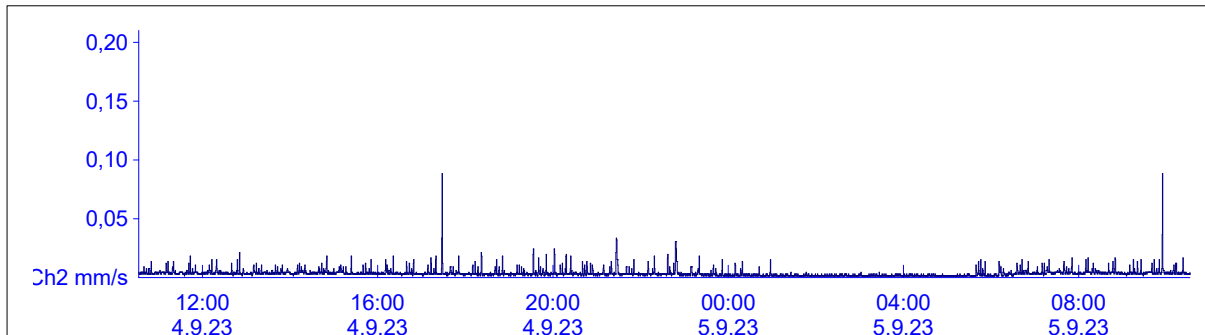
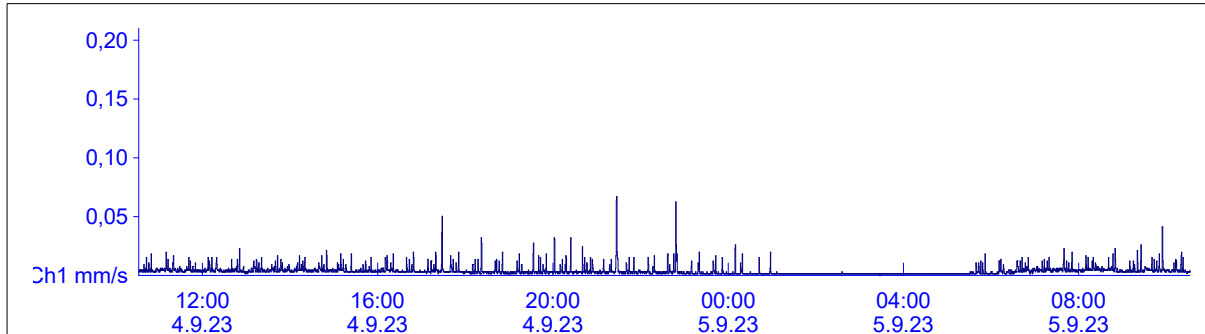


Meetpunt 2



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...2\background\23247004.BMR	Start: 4.9.23 10:32	Max (1): 0,0671 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 5.9.23 10:32	Max (2): 0,0885 mm/s
Station: mr3000-21251294-21251294	Interval: 30 s	Max (3): 0,0442 mm/s

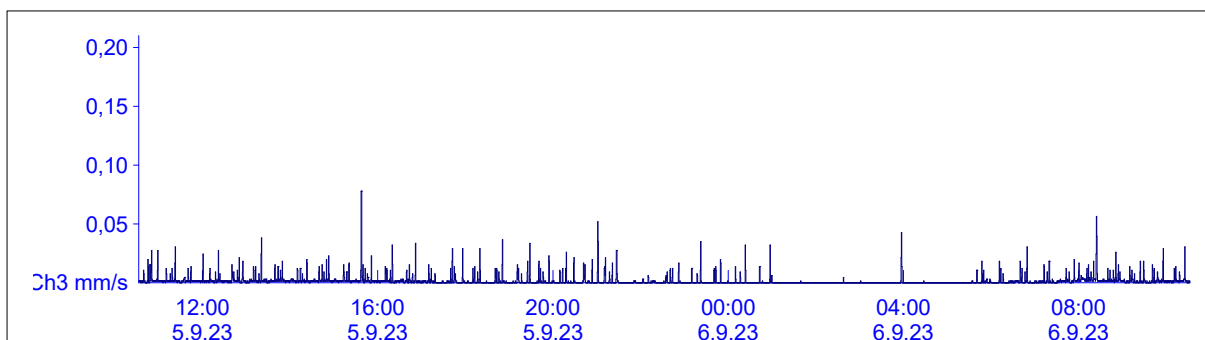
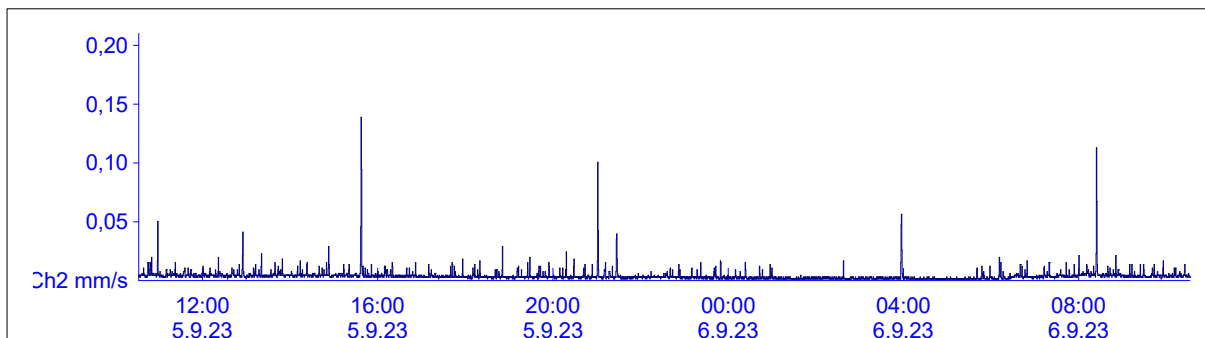
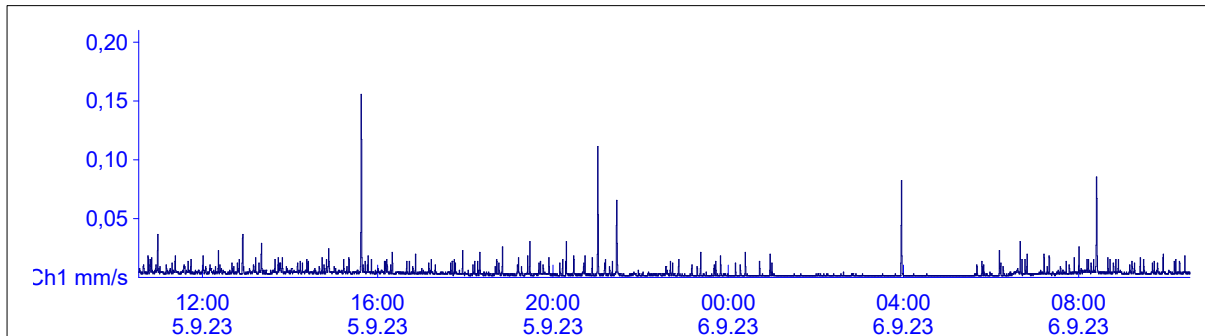


Meetpunt 2



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...2\background\23248005.BMR	Start: 5.9.23 10:32	Max (1): 0,156 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 6.9.23 10:32	Max (2): 0,139 mm/s
Station: mr3000-21251294-21251294	Interval: 30 s	Max (3): 0,0778 mm/s

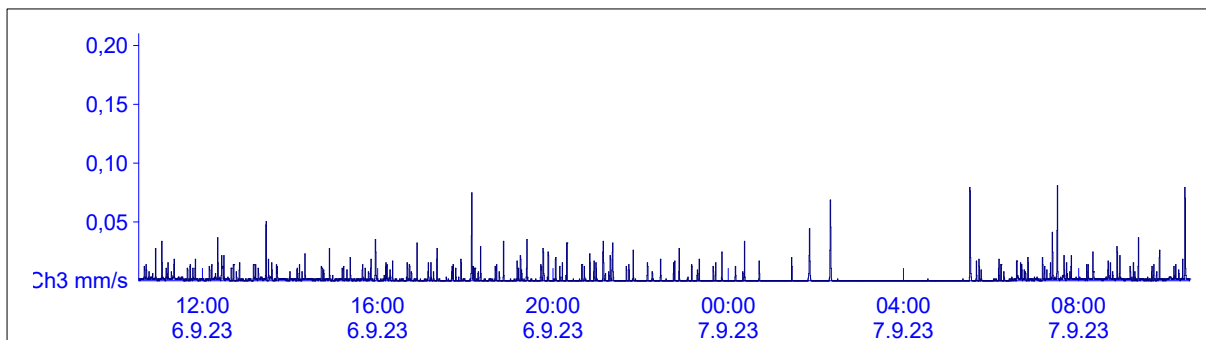
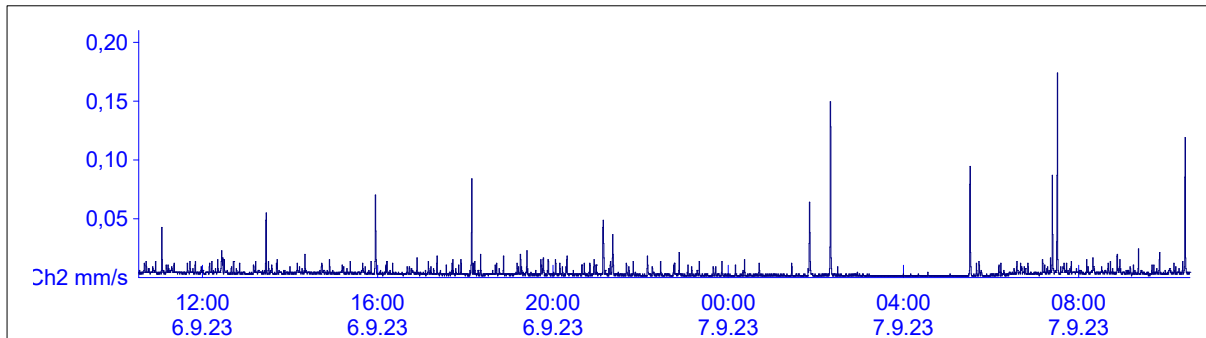
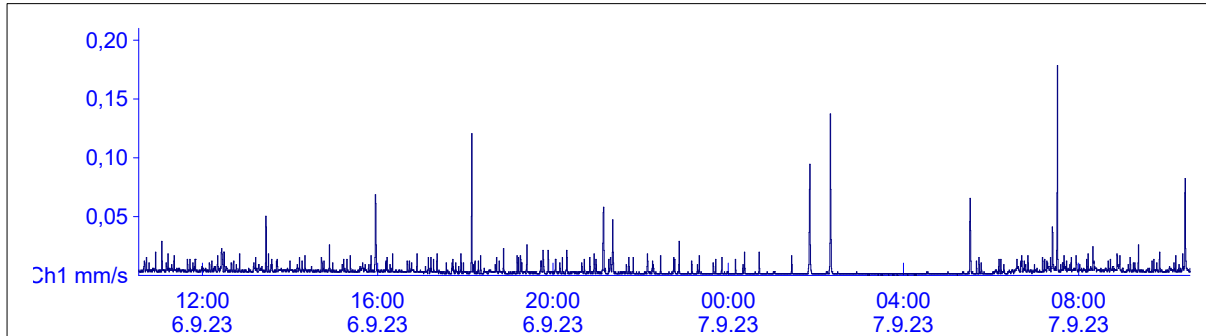


Meetpunt 2



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...2\background\23249006.BMR	Start: 6.9.23 10:32	Max (1): 0,178 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 7.9.23 10:32	Max (2): 0,174 mm/s
Station: mr3000-21251294-21251294	Interval: 30 s	Max (3): 0,0809 mm/s

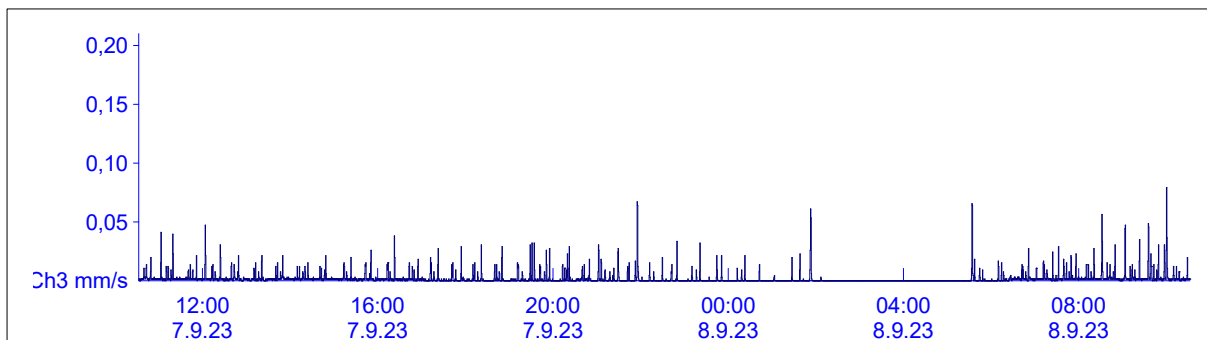
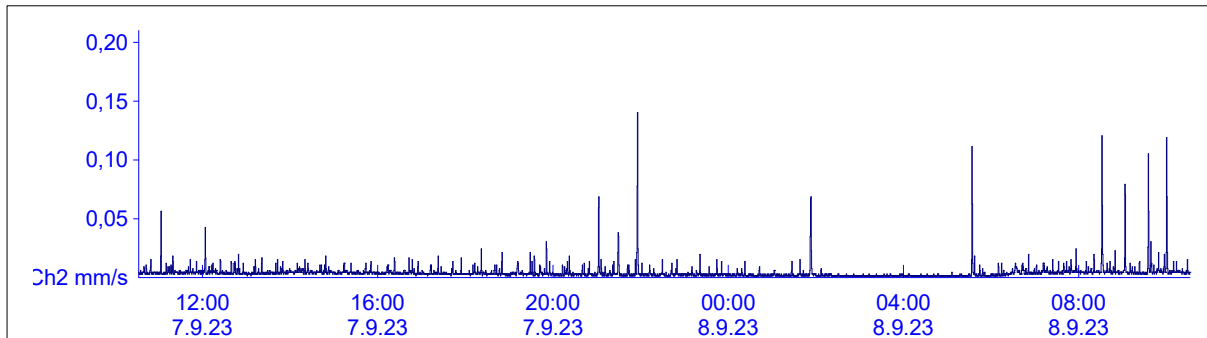
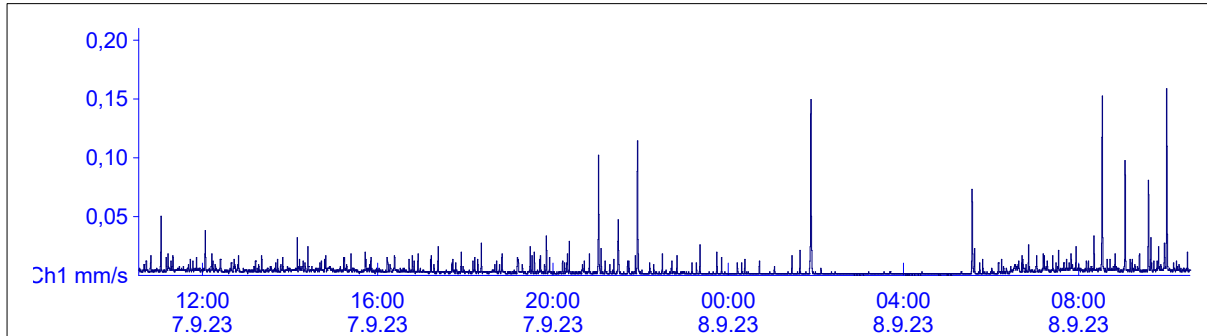


Meetpunt 2



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...2\background\23250007.BMR	Start: 7.9.23 10:32	Max (1): 0,159 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 8.9.23 10:32	Max (2): 0,140 mm/s
Station: mr3000-21251294-21251294	Interval: 30 s	Max (3): 0,0793 mm/s

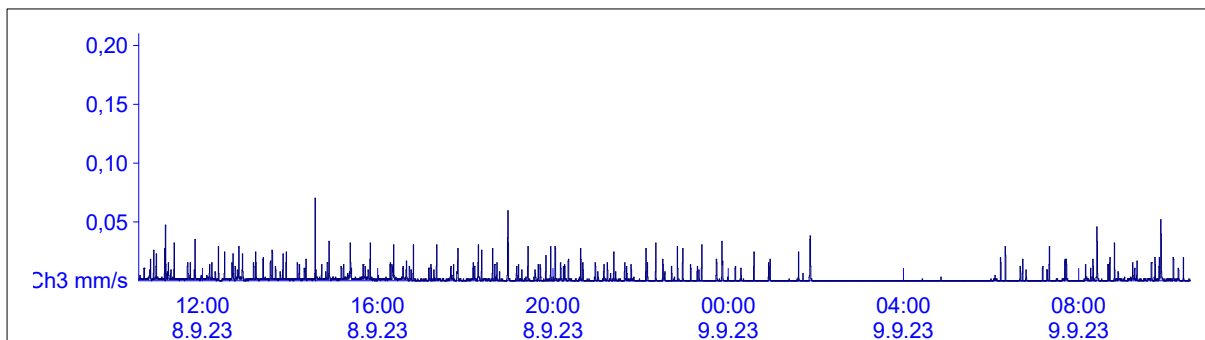
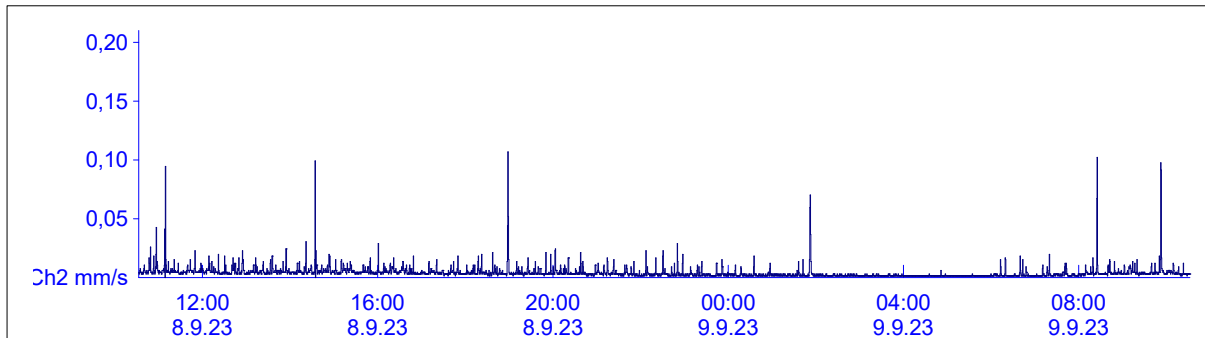
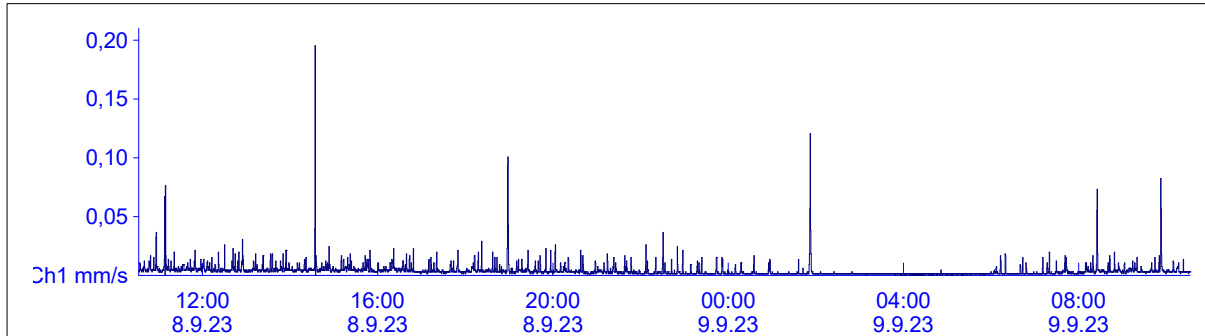


Meetpunt 2



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...2\background\23251008.BMR	Start: 8.9.23 10:32	Max (1): 0,195 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 9.9.23 10:32	Max (2): 0,107 mm/s
Station: mr3000-21251294-21251294	Interval: 30 s	Max (3): 0,0702 mm/s

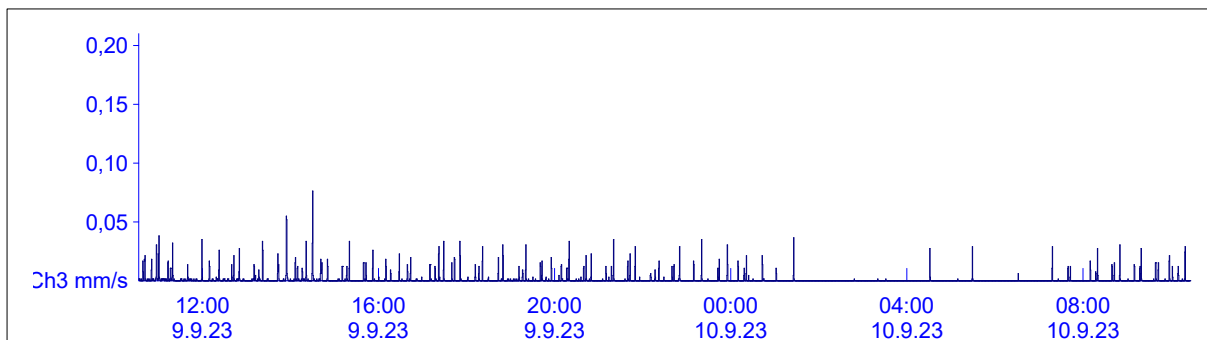
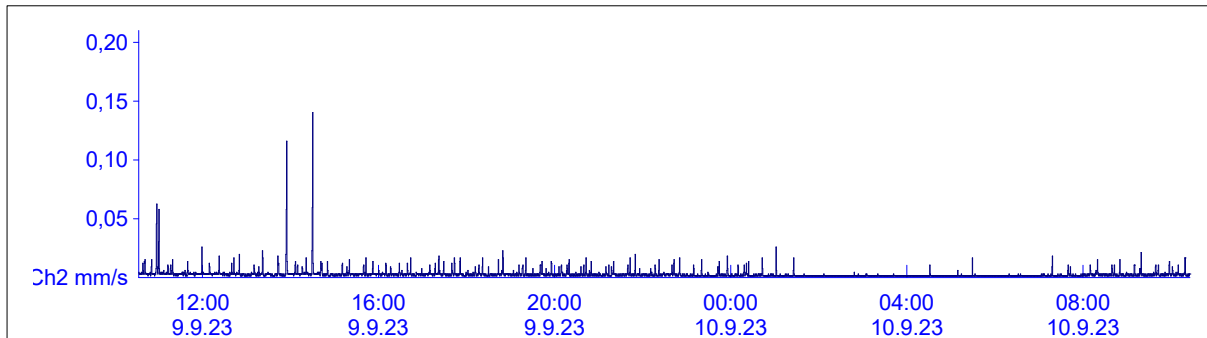
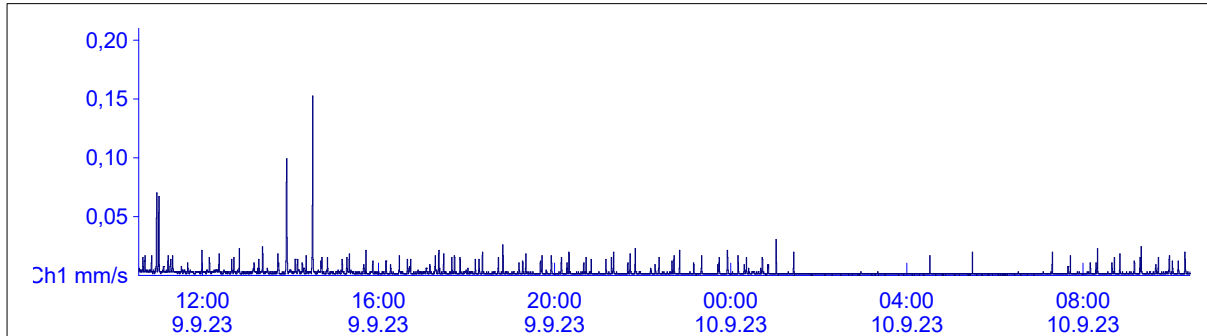


Meetpunt 2



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...2\background\23252009.BMR	Start: 9.9.23 10:33	Max (1): 0,153 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 10.9.23 10:25	Max (2): 0,140 mm/s
Station: mr3000-21251294-21251294	Interval: 30 s	Max (3): 0,0763 mm/s

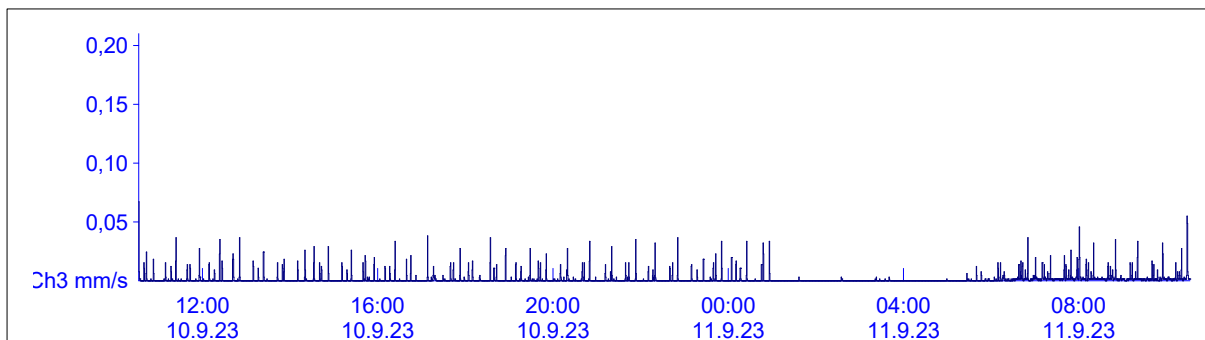
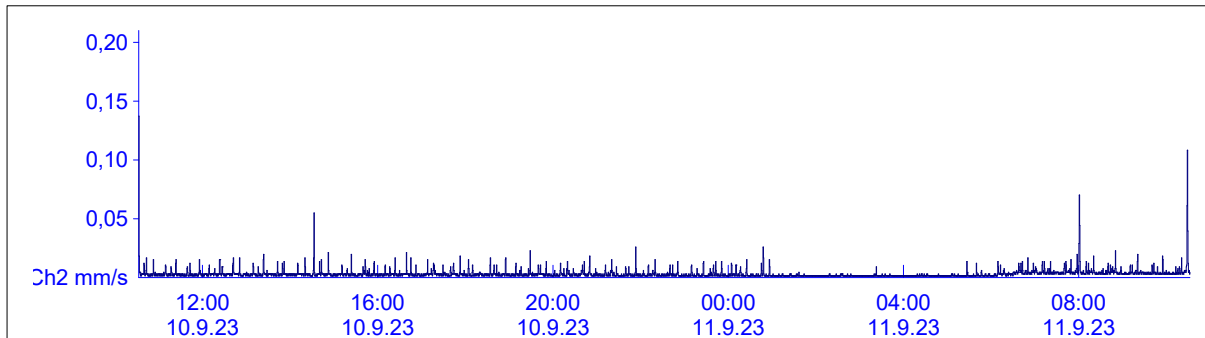
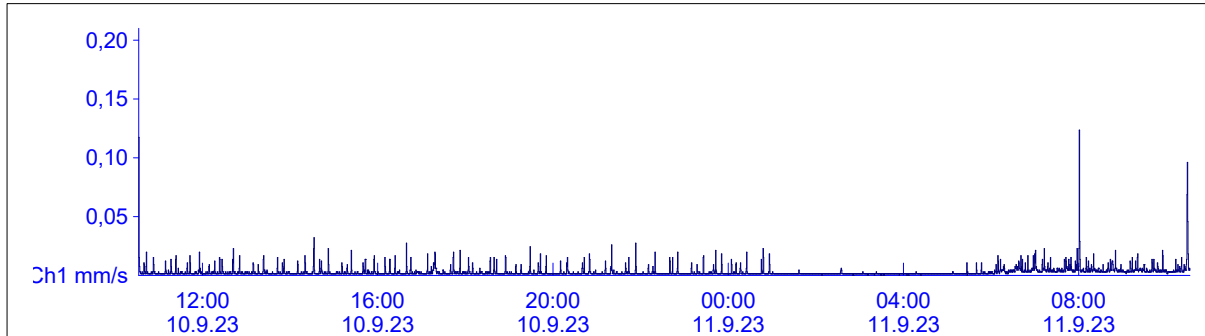


Meetpunt 2



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...2\background\23253010.BMR	Start: 10.9.23 10:32	Max (1): 0,124 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 11.9.23 10:32	Max (2): 0,137 mm/s
Station: mr3000-21251294-21251294	Interval: 30 s	Max (3): 0,0671 mm/s

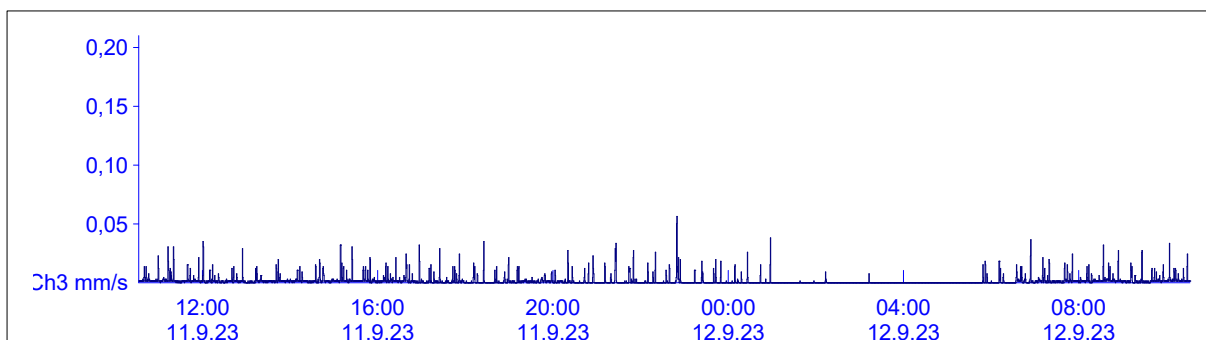
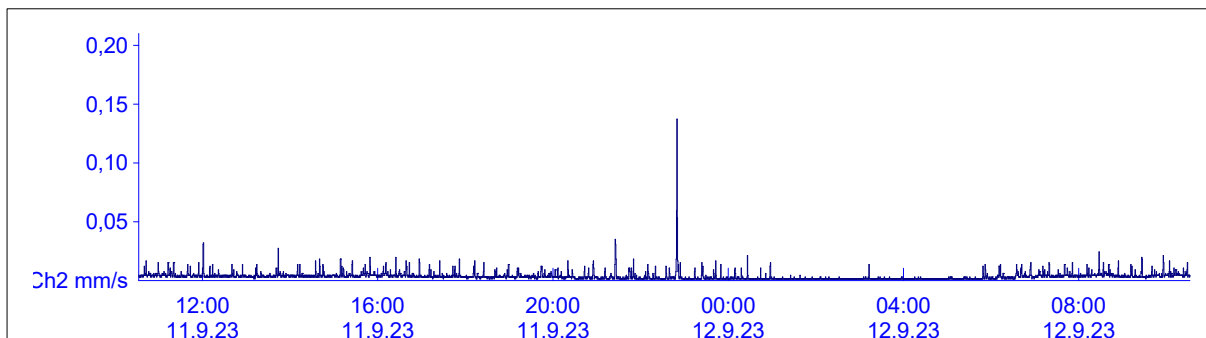
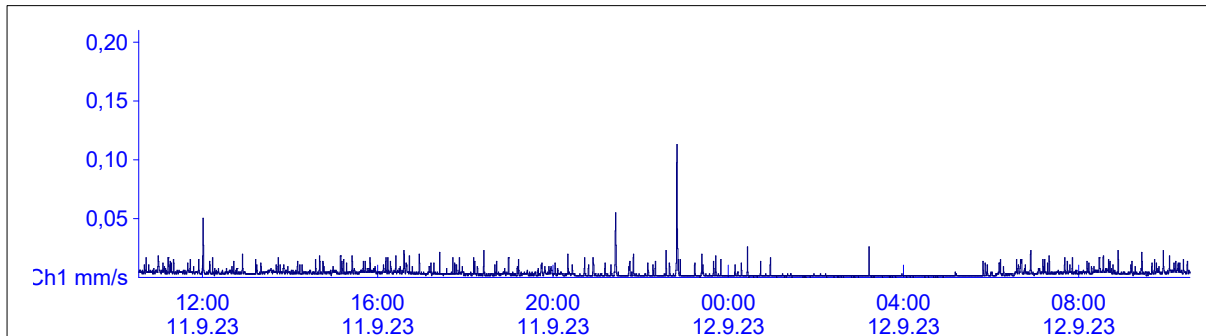


Meetpunt 2



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...2\background\23254011.BMR	Start: 11.9.23 10:32	Max (1): 0,113 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 12.9.23 10:32	Max (2): 0,137 mm/s
Station: mr3000-21251294-21251294	Interval: 30 s	Max (3): 0,0564 mm/s

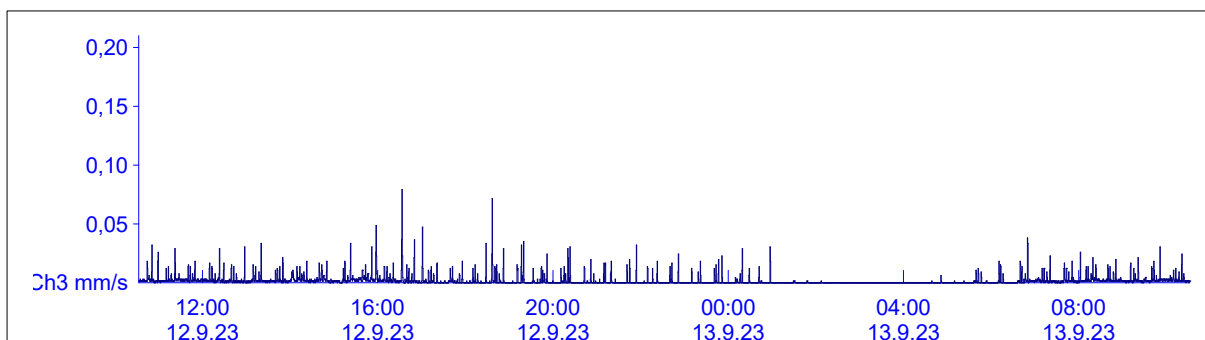
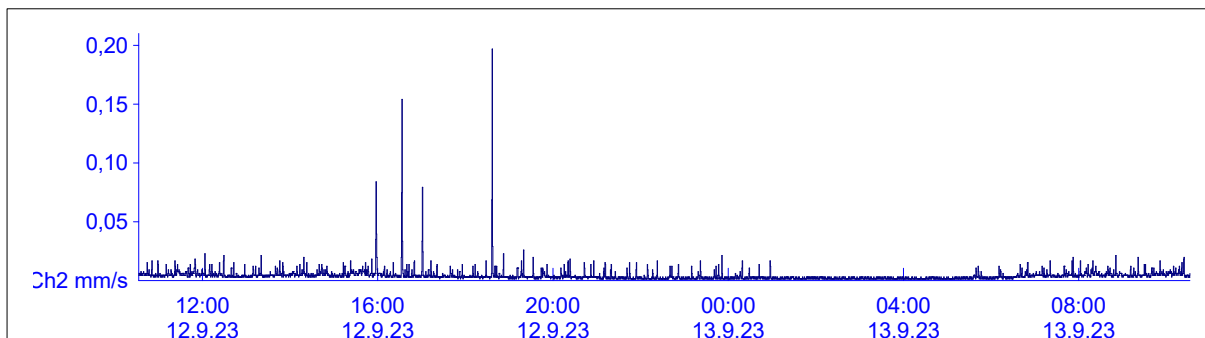
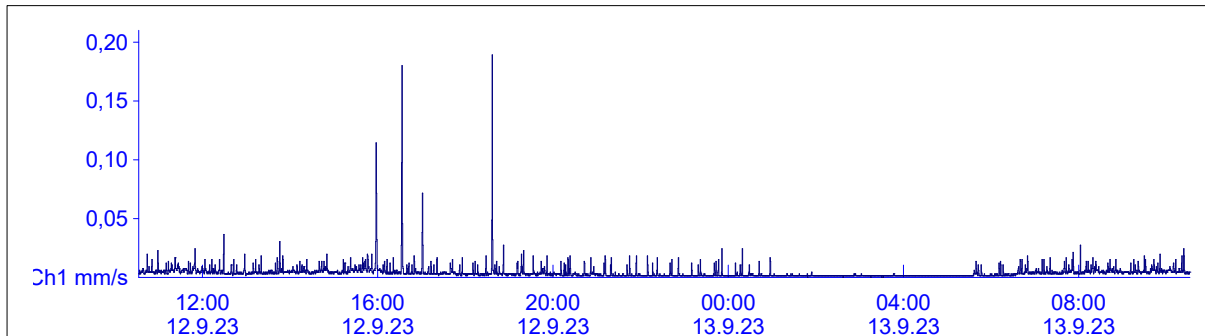


Meetpunt 2



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...2\background\23255012.BMR	Start: 12.9.23 10:32	Max (1): 0,189 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 13.9.23 10:32	Max (2): 0,197 mm/s
Station: mr3000-21251294-21251294	Interval: 30 s	Max (3): 0,0793 mm/s

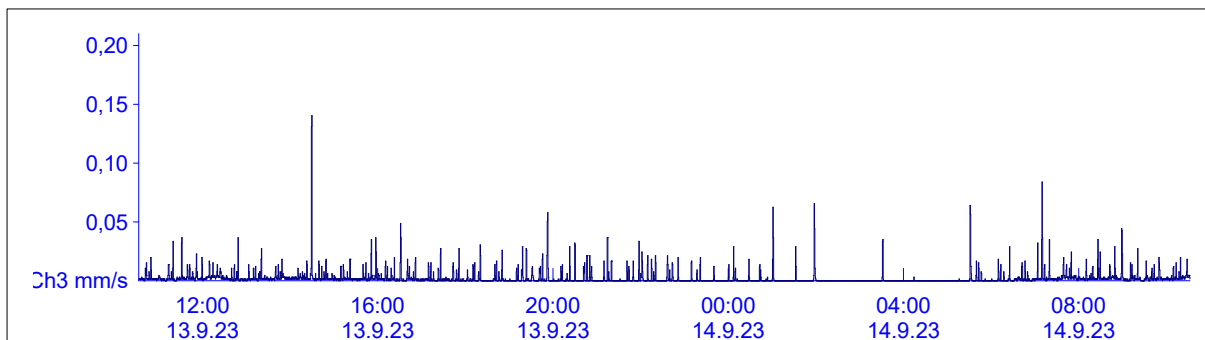
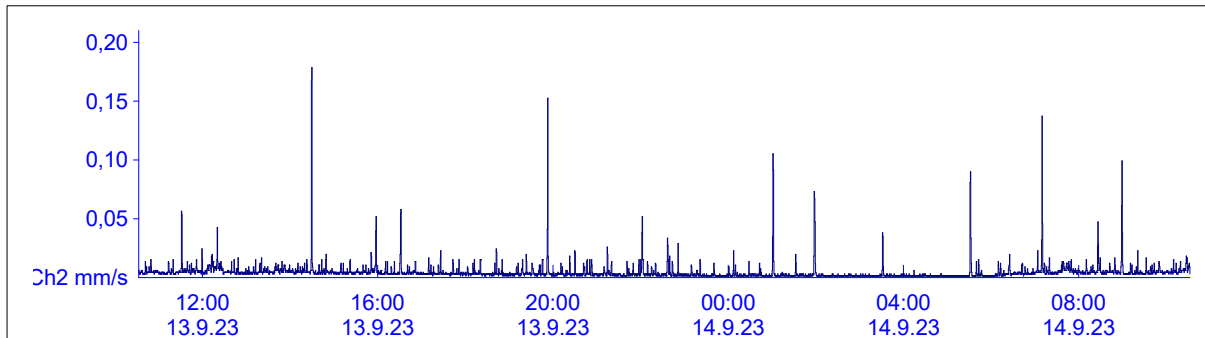
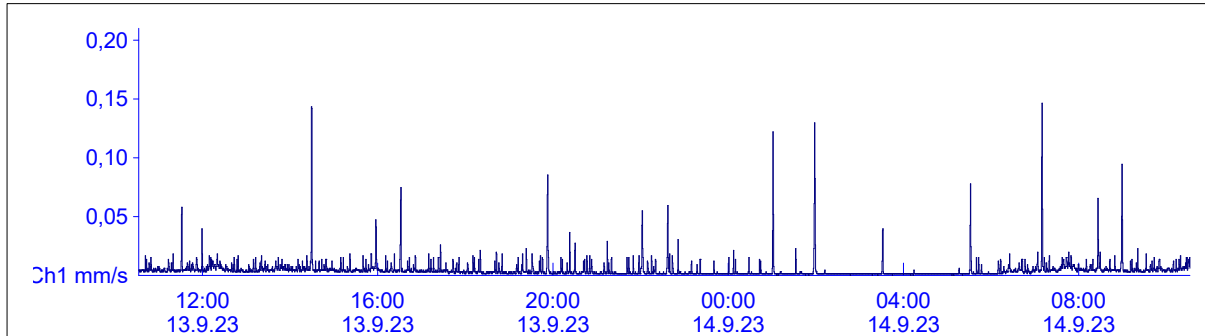


Meetpunt 2



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...2\background\23256013.BMR	Start: 13.9.23 10:32	Max (1): 0,146 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 14.9.23 10:32	Max (2): 0,178 mm/s
Station: mr3000-21251294-21251294	Interval: 30 s	Max (3): 0,140 mm/s

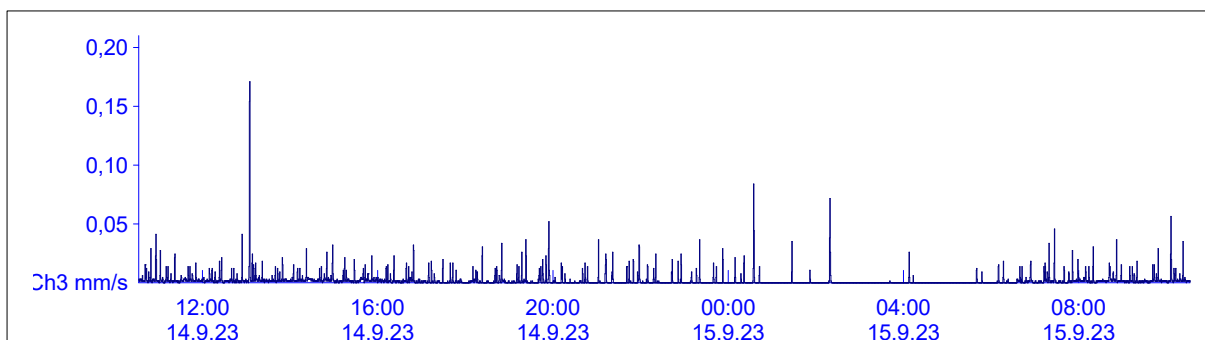
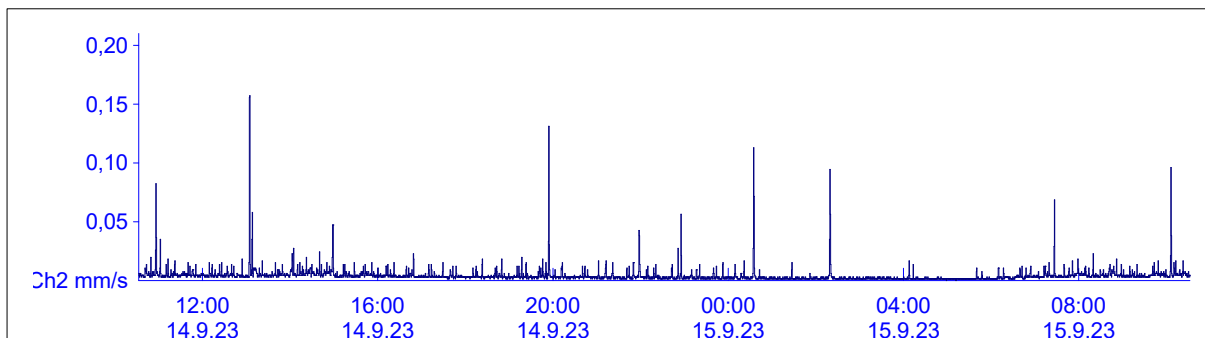
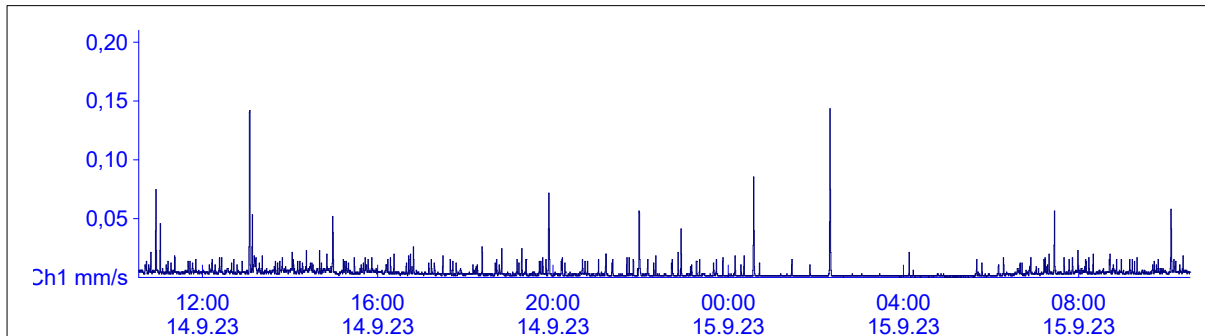


Meetpunt 2



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...2\background\23257014.BMR	Start: 14.9.23 10:32	Max (1): 0,143 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 15.9.23 10:32	Max (2): 0,157 mm/s
Station: mr3000-21251294-21251294	Interval: 30 s	Max (3): 0,171 mm/s

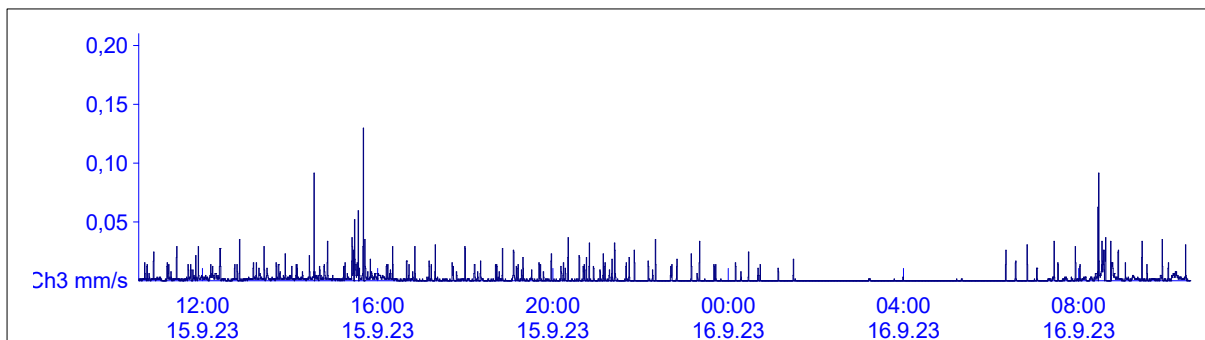
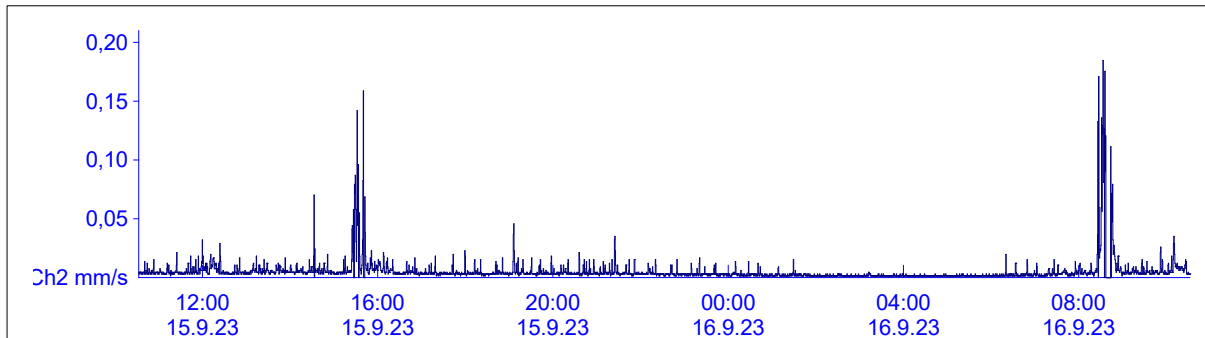
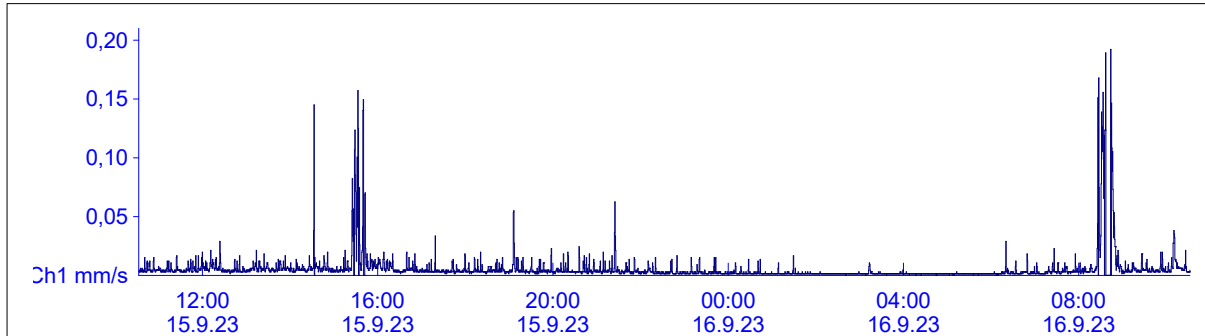


Meetpunt 2



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...2\background\23258015.BMR	Start: 15.9.23 10:32	Max (1): 0,192 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 16.9.23 10:32	Max (2): 0,185 mm/s
Station: mr3000-21251294-21251294	Interval: 30 s	Max (3): 0,130 mm/s

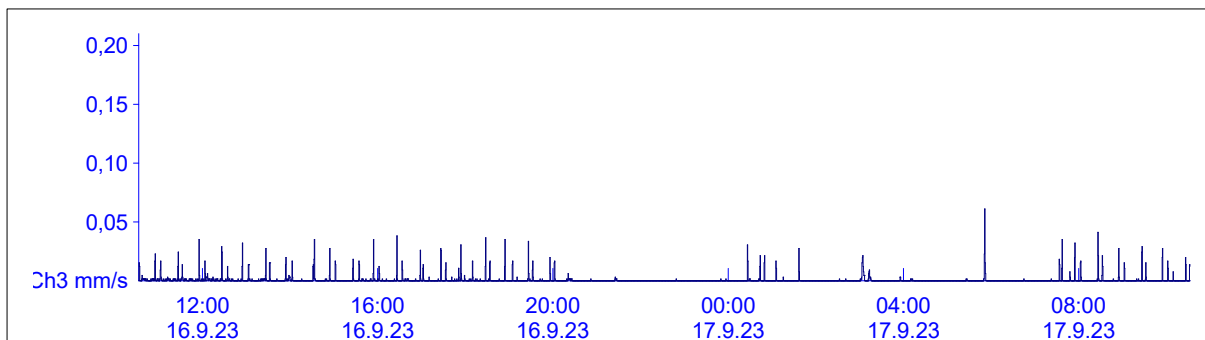
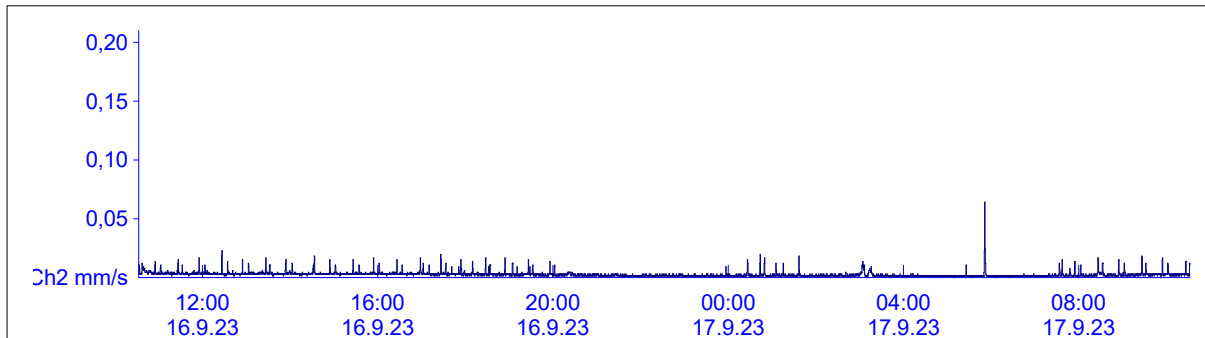
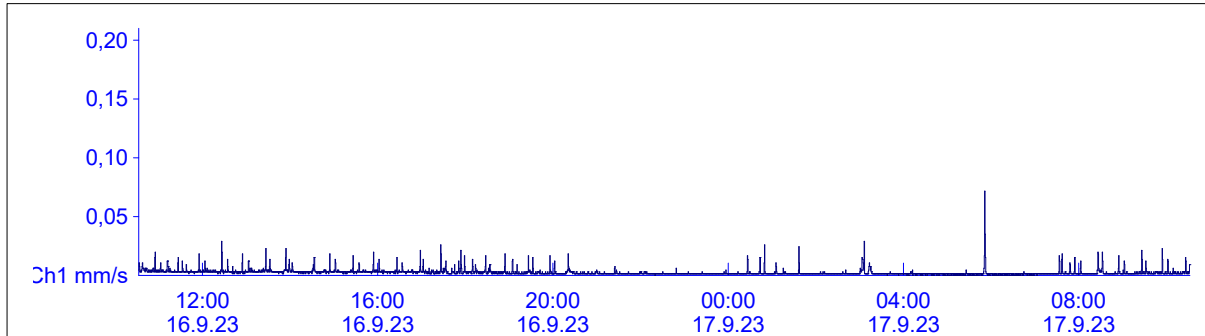


Meetpunt 2



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...2\background\23259016.BMR	Start: 16.9.23 10:32	Max (1): 0,0717 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 17.9.23 10:32	Max (2): 0,0641 mm/s
Station: mr3000-21251294-21251294	Interval: 30 s	Max (3): 0,0610 mm/s

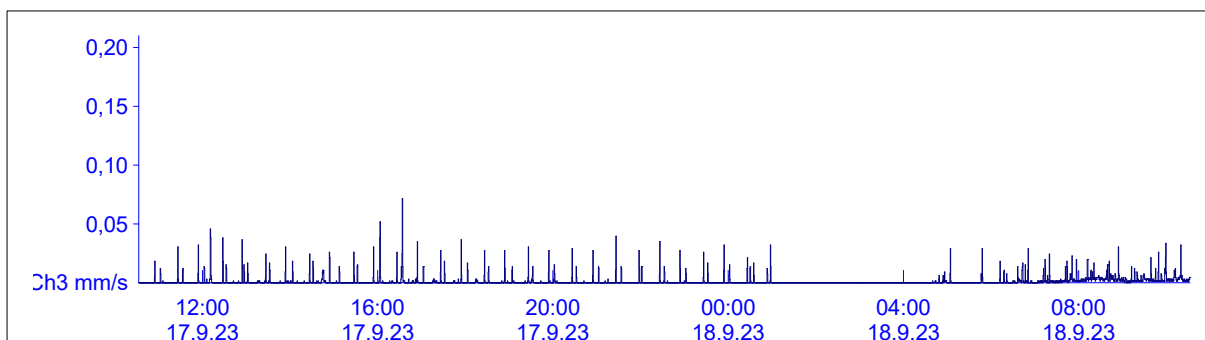
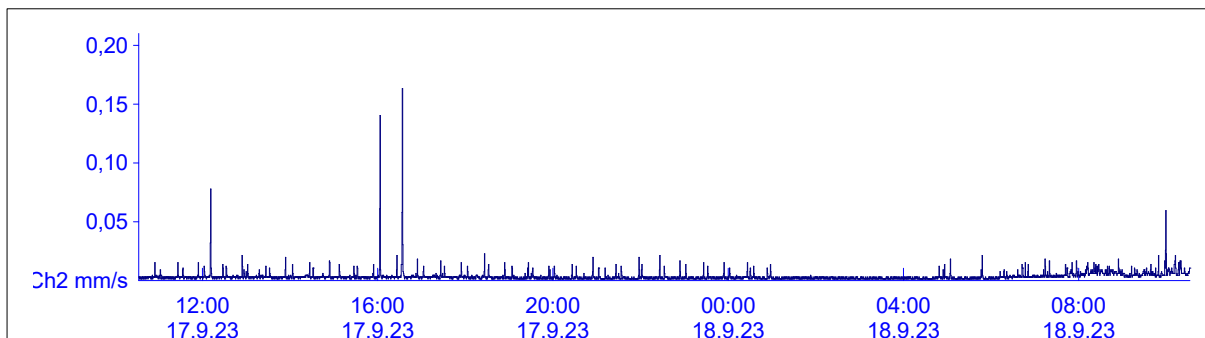
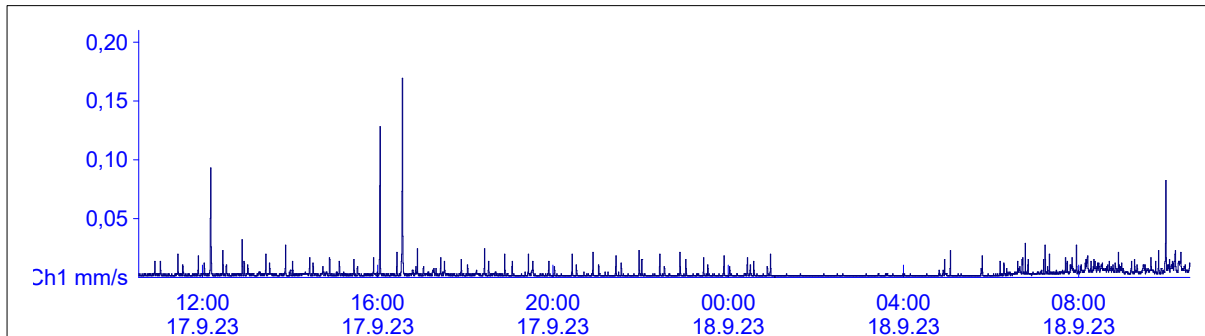


Meetpunt 2



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...2\background\23260017.BMR	Start: 17.9.23 10:32	Max (1): 0,169 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 18.9.23 10:32	Max (2): 0,163 mm/s
Station: mr3000-21251294-21251294	Interval: 30 s	Max (3): 0,0717 mm/s

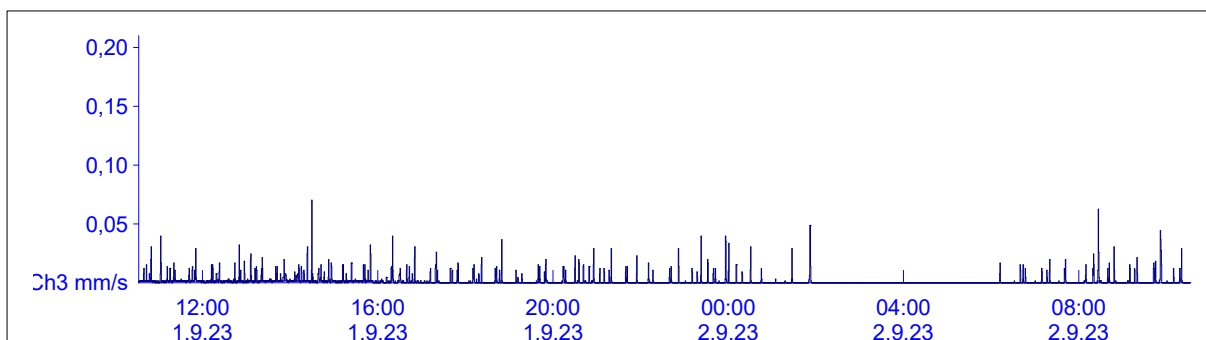
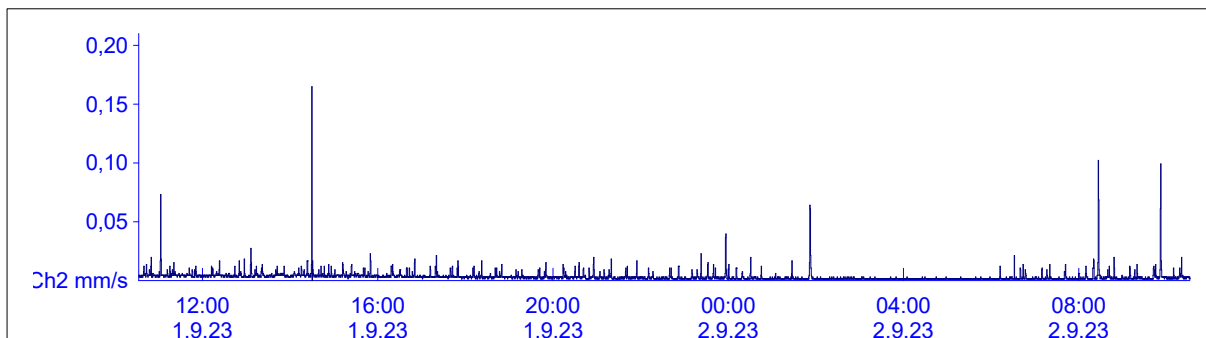
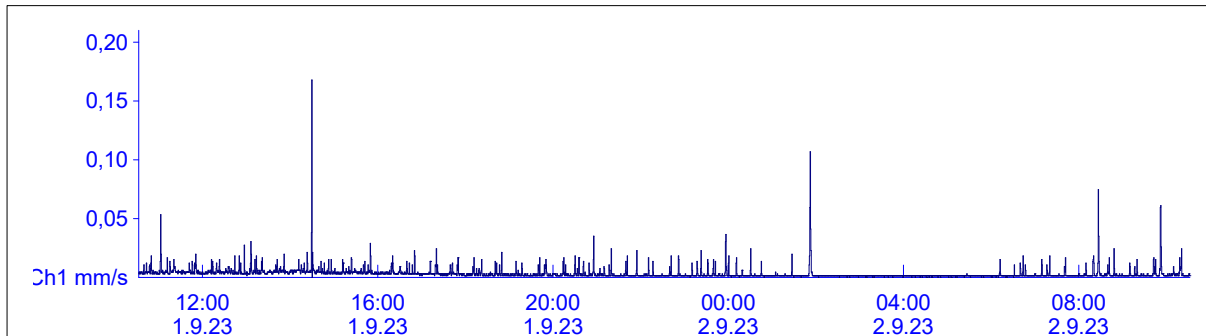


Meetpunt 2



MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...2\background\23244001.BMR	Start: 1.9.23 10:32	Max (1): 0,168 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 2.9.23 10:32	Max (2): 0,165 mm/s
Station: mr3000-21251294-21251294	Interval: 30 s	Max (3): 0,0702 mm/s



Meetpunt 2

