



Vlaanderen
is wetenschap

17_039_1
WL rapporten

CREST golftankproeven

Factual data rapport

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

CREST golftankproeven

Factual data rapport

Verwaest, T.; Spiesschaert, T.; Altomare, C.; Suzuki, T.; Mostaert, F.

Juridische kennisgeving

Het Waterbouwkundig Laboratorium is van mening dat de informatie en standpunten in dit rapport onderbouwd worden door de op het moment van schrijven beschikbare gegevens en kennis.
De standpunten in deze publicatie zijn deze van het Waterbouwkundig Laboratorium en geven niet noodzakelijk de mening weer van de Vlaamse overheid of één van haar instellingen.
Het Waterbouwkundig Laboratorium noch iedere persoon of bedrijf optredend namens het Waterbouwkundig Laboratorium is aansprakelijk voor het gebruik dat gemaakt wordt van de informatie uit dit rapport of voor verlies of schade die eruit voortvloeit.

Copyright en wijze van citeren

© Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium 2019
D/2019/3241/233

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Verwaest, T.; Spiesschaert, T.; Altomare, C.; Suzuki, T.; Mostaert, F. (2019). CREST golftankproeven: Factual data rapport. Versie 2.0. WL Rapporten, 17_039_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

Overname uit en verwijzingen naar deze publicatie worden aangemoedigd, mits correcte bronvermelding.

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	Waterbouwkundig Laboratorium	Ref.:	WL2019R17_039_1
Keywords (3-5):	Overtopping, zeedijk, ondiep voorland, golftank, schaalmodelproeven		
Tekst (p.):	22	Bijlagen (p.):	96
Vertrouwelijk:	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	

Auteur(s):	Verwaest, T.; Spiesschaert T.; Altomare, C.;
------------	--

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Suzuki, T.	Getekend door: Tomohiro Suzuki (Signature) Getekend op: 2020-01-07 11:25:31 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Tomohiro Suzuki</i>
Projectleider:	Verwaest, T.	Getekend door: Toon Verwaest (Signature) Getekend op: 2020-01-07 12:07:10 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Toon Verwaest</i>

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	Getekend door: Frank Mostaert (Signature) Getekend op: 2020-01-07 16:04:50 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Frank Mostaert</i>
-----------------	--------------	---



Abstract

In dit rapport worden de golftankproeven gedocumenteerd die in 2018 uitgevoerd werden op het WL in het kader van CREST. Het betreft overslagproeven op een configuratie van een zeedijk en een zeer ondiep voorland op schaal 1/50. Golfrandvoorwaarden met directionele spreiding en schuine inval werden gesimuleerd. Als referentie werden ook langkruinige golven met loodrechte inval gesimuleerd. Enerzijds werd overslag over de kruin opgemeten, anderzijds werd de krachtswerking op een verticale muur op een afstand van de kruin opgemeten. Simulaties zonder dijk werden ook uitgevoerd om de golfpropagatie over het ondiep voorland te simuleren zonder reflectie tegen de dijk.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VII
Lijst van de figuren	VIII
1 Inleiding	1
2 Bouw van het model.....	3
3 Instrumenten	5
3.1 Golvenmeters	5
3.2 Druksensoren Kistler	6
3.3 Load cells	8
3.4 Overtopping box met low range load cells en niveaumeter	9
3.5 Golvenmeters gebruikt als snelheidsmeters op de promenade	10
3.6 Data acquisitie systeem.....	11
4 Meetnauwkeurigheid	12
4.1 Waterstand.....	12
4.2 Golven.....	12
4.3 Hydraulische belasting.....	13
4.4 Overtopping.....	13
5 Simulaties	14
5.1 Eerste reeks experimenten.....	14
5.2 Tweede reeks experimenten.....	16
6 Ruwe data.....	18
6.1 Eerste reeks experimenten.....	18
6.1.1 Golvenmeters	18
6.1.2 Waterstand.....	18
6.1.3 Overtopping tanks	18
6.1.4 Alle data aan 50 Hz	18
6.1.5 Krachtswerking	19
6.2 Tweede reeks experimenten.....	19
6.2.1 Golvenmeters	19
6.2.2 Waterstand.....	19

6.2.3	Alle data aan 50 Hz	19
7	Verwerkte data	20
7.1	Golven.....	20
7.1.1	Golfcondities op diep water	20
7.1.2	Golfcondities aan de teen van de dijk	20
7.2	Overtopping.....	20
7.2.1	Gemiddeld overslagdebiet	20
7.2.2	Golf per golf registraties.....	20
7.2.3	Laagdiktes en laagsnelheden op de promenade.....	20
7.3	Krachtswerking	21
7.3.1	Load cells	21
7.3.2	Druksensoren.....	21
8	Conclusies en aanbevelingen	22
	Bijlage 1: testmatrices	B1
	Bijlage 2: grafieken overtopping.....	B8
	Bijlage 3: grafieken hydraulische belasting	B52

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – hydraulische randvoorwaarden voor de eerste reeks experimenten	14
Tabel 2 – bereik van gemeten inkomende golfcondities bij de teen van de dijk.....	16
Tabel 3 – Testmatrix van de serie proeven met meting van overtopping en hydraulische belasting	B1
Tabel 4 – Testmatrix van de serie proeven met meting van overtopping	B4
Tabel 5 – Testmatrix van de serie proeven met enkel meting van golfpropagatie.....	B5

Lijst van de figuren

Figuur 1 – dwarsdoorsnede van het schaalmodel met aanduiding van de opvangbak.....	2
Figuur 3 – model met overstortbakken en verticale plaat voor bevestiging loadcells en krachtsensoren	4
Figuur 4 – Golvenmeter Wallingford.....	5
Figuur 5 – Golvenmeter WL.....	5
Figuur 6 – druksensoren Kistler met krimpkous.....	6
Figuur 7 – druksensoren in een rechte lijn boven elkaar	7
Figuur 8 – druksensoren kruiselings boven elkaar	7
Figuur 9 – stalen constructie waarop de sensoren werden gemonteerd	8
Figuur 10 – meetopstelling load cells op verticale plaat.....	8
Figuur 11 – afmetingen overstortbak.....	9
Figuur 12 – overtoppingsboxen.....	9
Figuur 13 – locatie golvenmeters op de promenade	10
Figuur 14 – inplanting golvenmeters op de promenade.....	10
Figuur 15 – inplanting van de golvenmeters bij de eerste reeks experimenten.....	15
Figuur 16 – inplanting van de golvenmeters bij de tweede reeks experimenten.....	17

1 Inleiding

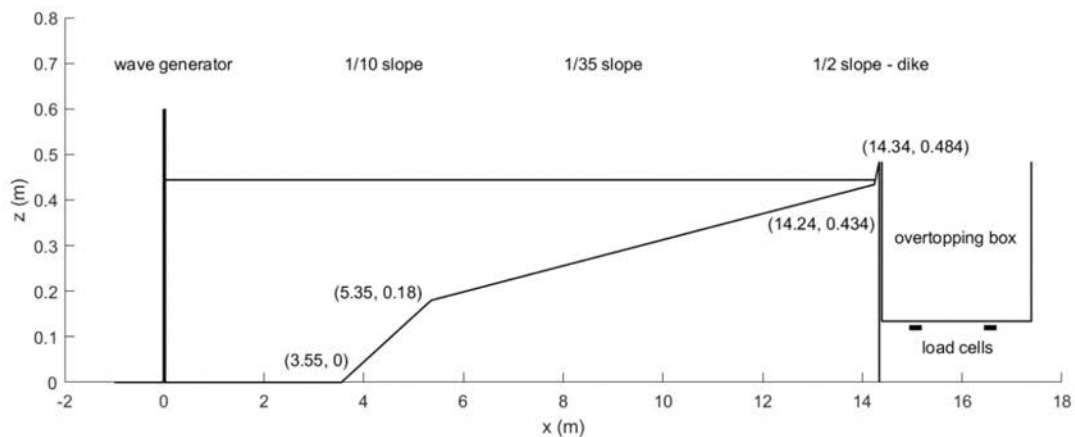
In onderhavig rapport worden de schaalmodelexperimenten gedocumenteerd die in het kader van CREST uitgevoerd werden in de golftank op het WL.

Kustbescherming in Belgische badplaatsen wordt bereikt door een combinatie van stranden en zeedijken. In extreme stormomstandigheden kunnen overslaande golven gebouwen en personen in de kustplaatsen bereiken. Om overstromingsrisico's te beperken, moet de hoeveelheid overslag en de hydraulische belasting worden geminimaliseerd. Toegestane hoeveelheden in ontwerpcondities kunnen worden verkregen door stranden in combinatie met zeedijken. De configuratie in Belgische kustplaatsen wordt gekenmerkt door relatief lage zeedijken in combinatie met hoge en brede stranden. Het niveau van het strand is vergelijkbaar met de extreme stormvloedniveaus in ontwerpomstandigheden; het kruinniveau van de zeedijken ligt typisch 2 tot 3 m boven het extreme stormvloedniveau. Deze configuratie wordt een profiel met een zeer / extreem ondiepe voorland genoemd. Er bestaan al uitgebreide experimentele gegevens voor diepe voorlanden en deze hebben geresulteerd in empirische formules voor golfoverslag en hydraulische belasting op verticale structuren, zoals opgelijst door de EurOtop manual. Voor zeer / extreem ondiepe voorhoofden zijn echter veel minder experimentele gegevens beschikbaar. Om deze reden werden in het kader van het CREST onderzoek schaalmodelexperimenten uitgevoerd in de hydraulische laboratoria @UGent (2D-experimenten in een golfgoot) en @WL (3D-experimenten in een golftank). Met deze experimenten werden verschillende processen onderzocht:

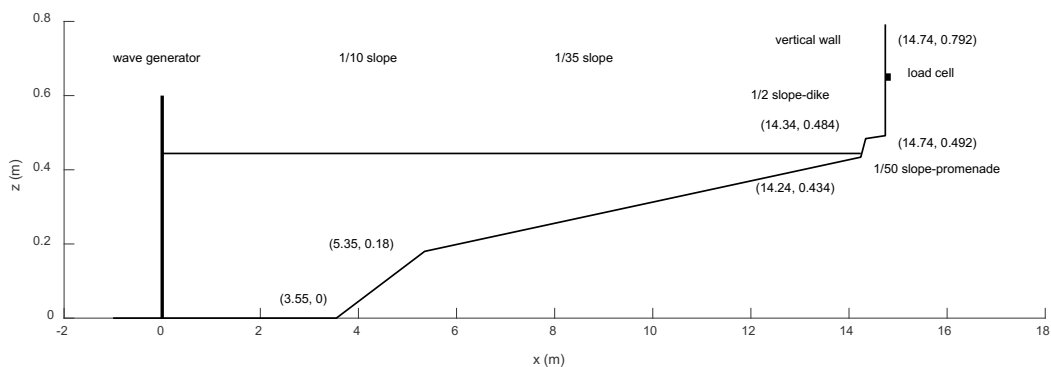
- golfvoortplanting over de zeer / extreem ondiepe kust
- overslag over de kruin van de zeedijk
- hydraulische belasting van gebouwen door overslaande golven

Het prototype is een typische Belgische badplaats onder superstormcondities. De dijkkruin is vastgelegd op +9 m TAW, dit is 1 à 2 m boven de stormvloedniveaus die opgelegd worden, namelijk +7 m TAW en +8 m TAW. Het niveau van het voorland aan de teen van de dijk is vastgelegd op +6,5 m TAW. De helling van het voorland is 1:35. Golfcondities die opgelegd worden zijn stormcondities zoals deze verwacht kunnen worden bij superstormen. Overtopping wordt gemeten over de dijkkruin (Figuur 1). Krachten op een verticale muur van een gebouw op de promenade worden gemeten op een afstand van 20 m landinwaarts (Figuur 2), waarbij de promenade een helling van 2% heeft (dus de voet van de verticale muur bevindt zich op een hoogte van +9,4m TAW).

Figuur 1 – dwarsdoorsnede van het schaalmodel met aanduiding van de opvangbak.
De dimensies zijn de ontwerpwaarden in modelschaal



Figuur 2 – dwarsdoorsnede van het schaalmodel met aanduiding van de verticale muur op de promenade.
De dimensies zijn de ontwerpwaarden in modelschaal



2 Bouw van het model

Het model heeft een voorland die eerst een hellingsgraad heeft van 1:10 met een afstand van 1.8 meter. Daarna gaat het voorland over met een hellingsgraad van 1:35 met een afstand van 8.890 meter.

Op het einde van het voorland bevindt zich dan in de dijk. Het model is aan de middellijn gesplitst in twee meethelften. In de ene helft is een promenade gebouwd met net na de promenade een verticale plaat. In de andere helft zijn drie overstortbakken voor het capteren van overstortwater geplaatst net na de dijkkruijn (Figuur 3).

De verticale plaat, gemaakt in PVC, heeft een afmeting van 2 op 0.3 meter waarop de load cells en krachtensensoren op bevestigd werden.

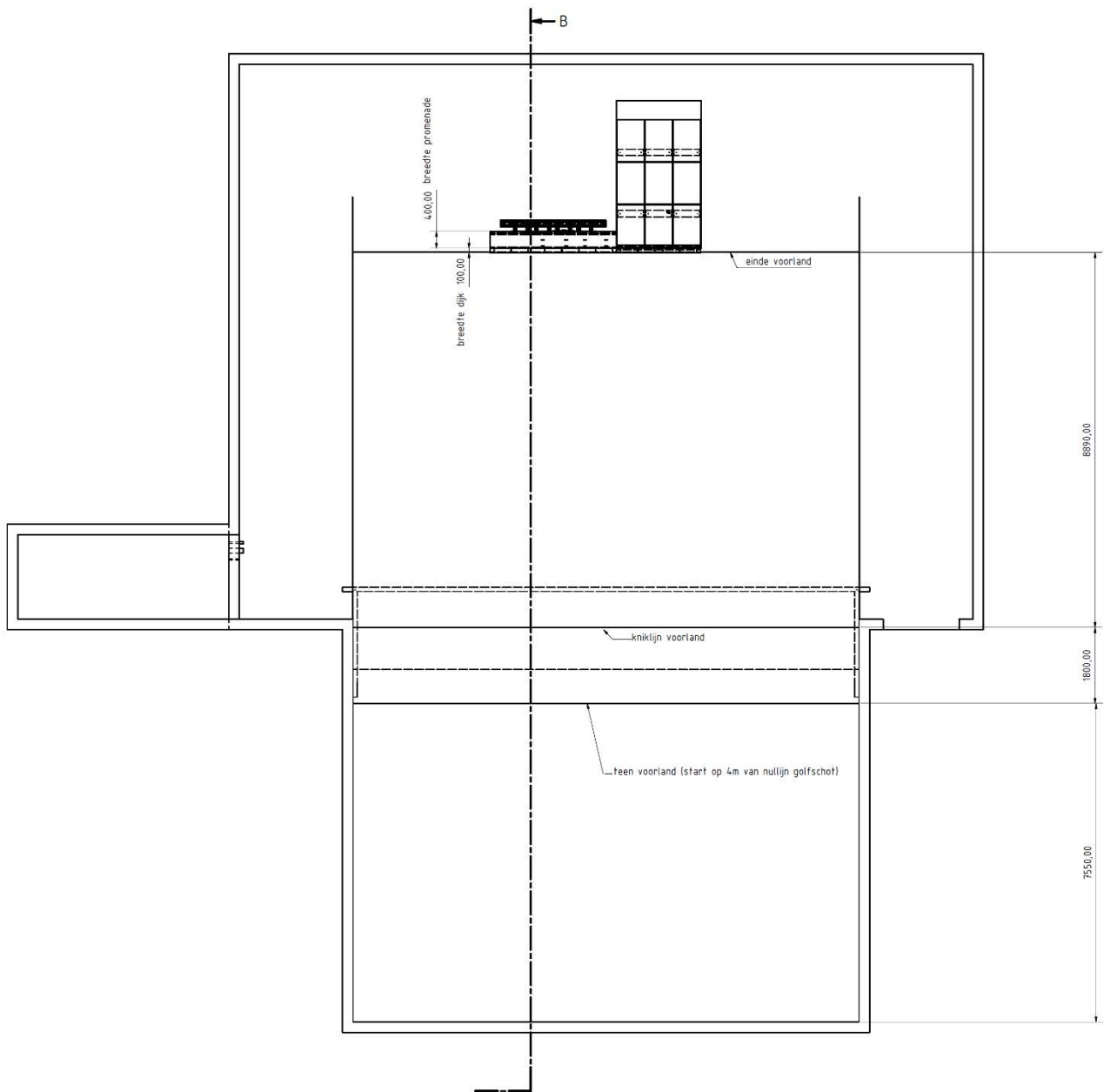
De overstortbakken werden gemaakt uit inox 2mm dik stalen platen. De overstortbakken hebben een afmeting van 3000x650x650mm en zijn waterdicht afgelast. Om te verhinderen dat de overstortbakken konden beginnen drijven, werden er extra verstevigen aangebracht om de bakken tegen de grond te duwen. Deze overstortbakken bezitten elk over 4 low range load cells die onderaan de overstortbakken op de 4 hoeken zijn geplaatst. Elke bak heeft ook een niveausensor die de waterhoogte in deze bakken kan opmeten waaruit dan uiteindelijk de gemiddelde hoeveelheid overstortwater kan berekend worden.

Het voorland werd aangelegd in chape. De dijk en de promenade werden vervaardigd in high density polyurethaan.

Het model werd zo opgebouwd dat de golftank werd voorzien van zijpanelen langs beide kanten van het model. Deze panelen zorgen ervoor dat er zijwaarts geen energie verloren gaat.

Er werd passieve absorptie geplaatst aan het einde van het model tegen de achterwand en achter de verticale plaat waarop de loadcells en krachtsensoren werden bevestigd. Dit om te voorkomen dat er golven reflecteren op de achterwand en zo werd ook vermeden dat de krachtensensoren een waarde registreerden die niet strookte met de werkelijke impact.

Figuur 2 – model met overstortbakken en verticale plaat voor bevestiging loadcells en krachtsensoren



3 Instrumenten

3.1 Golvenmeters

Het schaalmodel werd voorzien van golvenmeters die deels bestaan uit golvenmeters die vervaardigd werden door HR Wallingford (Figuur 4: Golvenmeter Wallingford) en eigen ontworpen modellen (Figuur 5: Golvenmeter WL). De golvenmeters worden gebruikt om de juiste waardes van de golfkarakteristieken (hoogte, periode en richting) te verkrijgen.

In totaal werden 36 golvenmeters geplaatst. De golvenmeters die door het WL werden vervaardigd en de golvenmeters die werden aangekocht bij Wallingford zitten op verschillende Data Acquisitie systemen. Beiden worden wel gelogd aan 50HZ. Heel belangrijk is de aarding van de toestellen en golvenmeters in het model zodat er geen potentiaalverschil kan ontstaan waarbij golvenmeters kunnen doorroesten.

De golvenmeters worden bij het begin van het project gekalibreerd en de aansluiting op het DAQ worden gecontroleerd. Nadien wordt er dagelijks voor de start van de proevenreeks een 0-meting uitgevoerd bij stilstaand water om het resultaat te vergelijken met de werkelijke niveau-waarde afgelezen op de meetnaald. Indien dit onder de tolerantie valt van +/- 1mm, kan de proevenreeks van start gaan. Indien dit niet het geval is, wordt het resultaat nader bekeken en eventueel een onderhoud uitgevoerd van de golvenmeter. De volledige kalibratie wordt elke week herhaald. De kalibratie bestaat uit een 0-meting van 30 seconden op 5 verschillende waterniveaus. Uit deze kalibratie worden A-cal en B-cal berekend. De data zijn in m.

Figuur 3 – Golvenmeter Wallingford



Figuur 4 – Golvenmeter WL



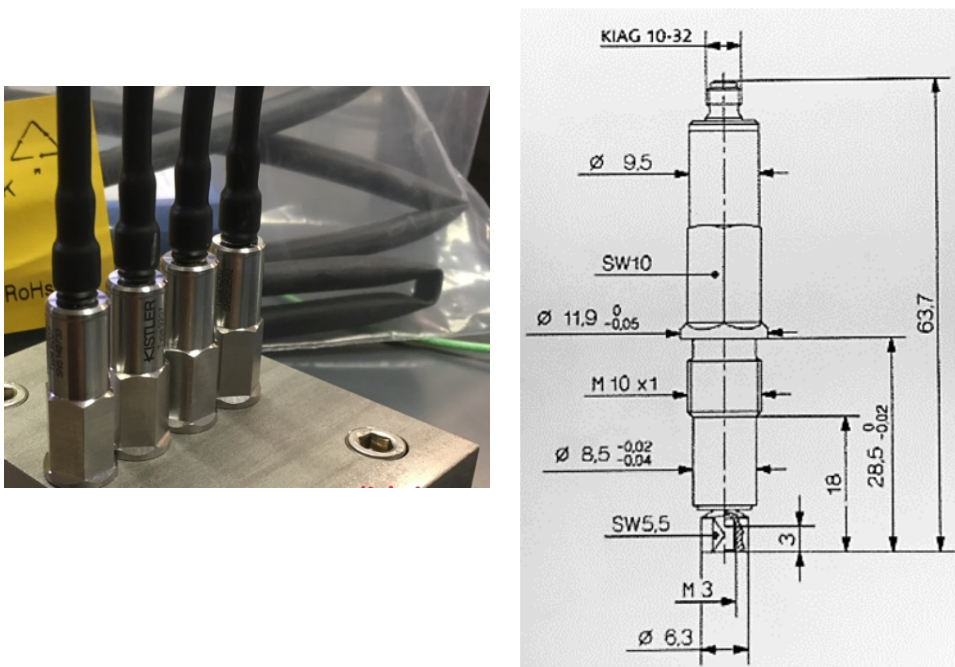
3.2 Druksensoren Kistler

De sensoren zijn gebaseerd op het piëzo-elektrische meetprincipe. De kracht die inwerkt op het uiterst meetoppervlak genereert een proportionele lading bij de output. De meetversterker converteert dit naar een processignaal (0 .. 10V). De sensoren worden heel zorgvuldig bevestigd op de verticale plaat en behandeld met een krimpkous die over de connector werd gelijmd om het geheel waterdicht te maken. Deze sensoren zijn niet waterbestendig. De kalibratiefactoren werden meegeleverd door de fabrikant en werden geïmplementeerd in de software. Deze kalibratiefactoren zullen gedurende het volledige testprogramma niet veranderen indien deze sensoren niet extern worden gemanipuleerd. Indien dit wel om één of andere reden toch zou moeten gebeuren moet de fabrikant van deze sensoren aangeschreven worden. Dit om terug de juiste calibratiefactoren te verkrijgen.

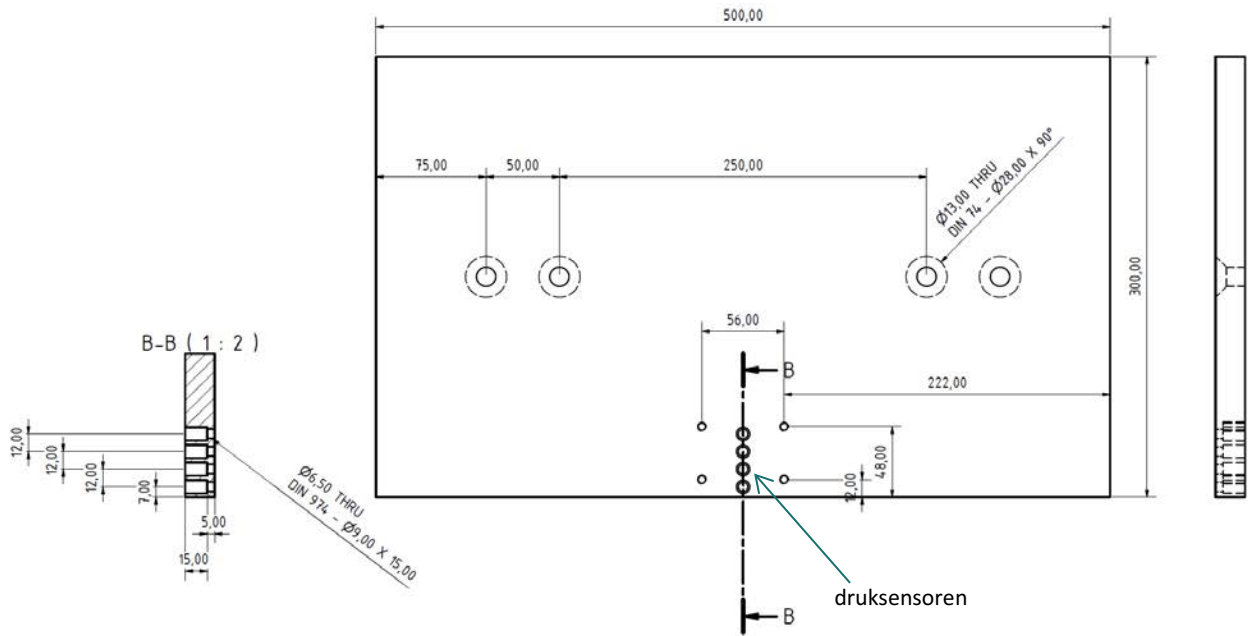
De sensoren werden eerst in een rechte lijn boven elkaar geplaatst (zie Figuur 7). Na analyse werd er opgemerkt dat de oppervlakte die de sensoren moeten bereiken te klein was, waardoor het signaal te veel versterkt moesten worden. Deze versterking zorgde dan weer voor een te grote ruis. De sensoren werden in een tweede fase kruiselings geplaatst (zie Figuur 8) om dit probleem te verhelpen. De tweede reden waarom deze sensoren geschrinkt boven elkaar werden geplaatst, is omdat geopteerd werd om de sensoren te voorzien van een krimpkous om de connector van de sensor waterdicht te maken. Hierdoor werd de diameter vergroot om dit in te bouwen waardoor de inbouwafstand niet meer overeenkwam met de vooropgestelde inbouwafstand. Het bekomen signaal in deze tweede configuratie bleek ook moeilijk te interpreteren.

Het meetoppervlak van de druksensoren is een schijf met diameter 6,3 mm. De resultaten worden gegeven in N.

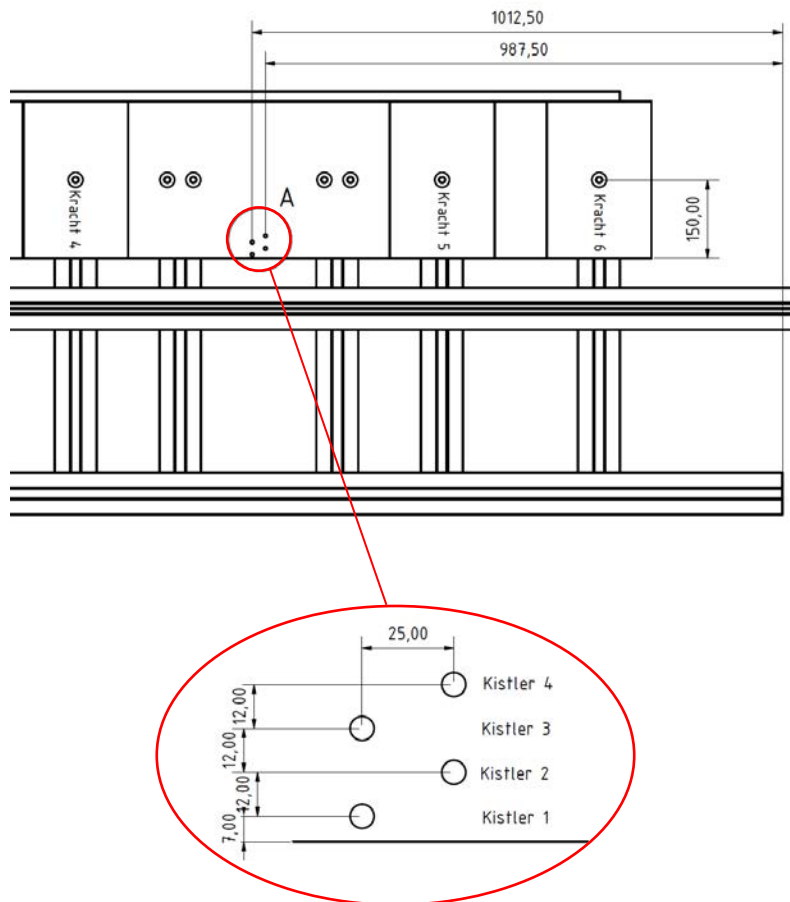
Figuur 5 – druksensoren Kistler met krimpkous



Figuur 6 – druksensoren in een rechte lijn boven elkaar



Figuur 7 – druksensoren kruiselings boven elkaar



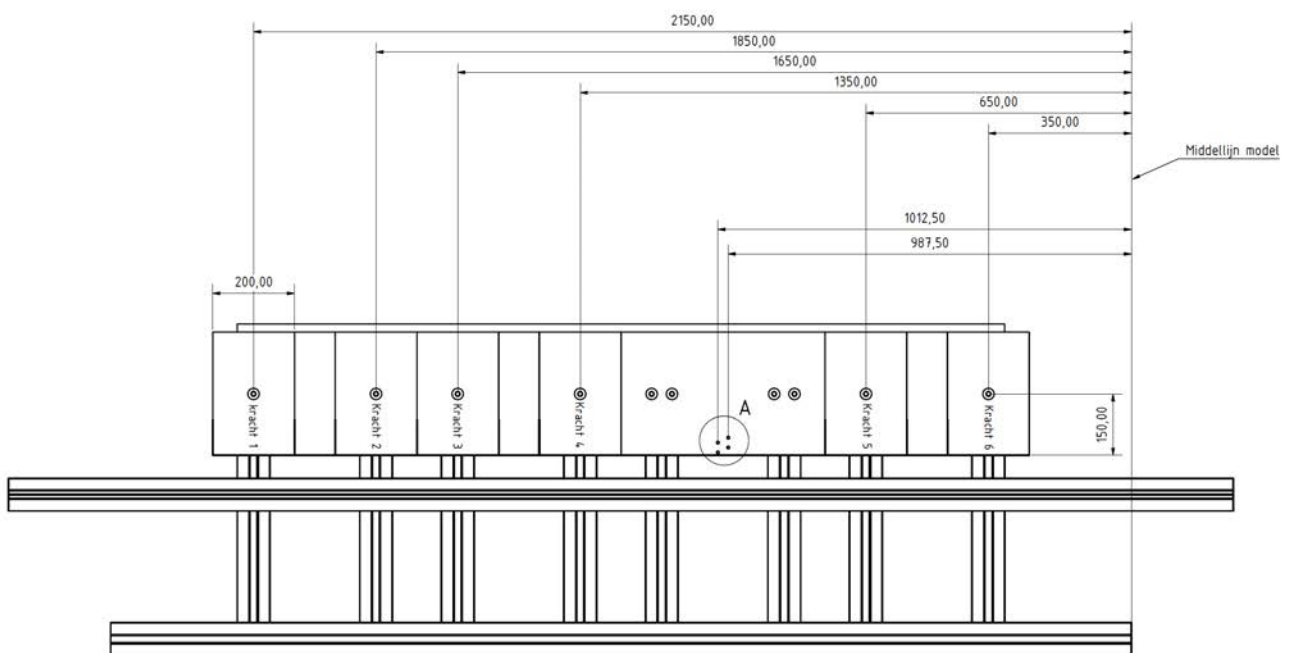
3.3 Load cells

Het meetprincipe is gebaseerd op de vervorming van rekstroken. De 6 load cells worden naast elkaar op welbepaalde afstand op de verticale plaat gemonteerd (zie Figuur 10) op een zodanige wijze dat de verticale plaat met sensoren heel stijf verankerd zitten in de grond. Dit is heel belangrijk om resonantie te voorkomen wat betekent dat bij resonantie het signaal dat we verkrijgen uit de sensoren, teveel vervormd is en niet meer juist geïnterpreteerd kan worden. Om de stijfheid van de constructie te verwezenlijken heeft men geopteerd voor een stalen constructie (zie Figuur 9). Om deze ruis ook nog in te perken werden de versterker dichtbij het meetinstrument geplaatst. De resultaten worden gegeven in N.

Figuur 8 – stalen constructie waarop de sensoren werden gemonteerd



Figuur 9 – meetopstelling load cells op verticale plaat

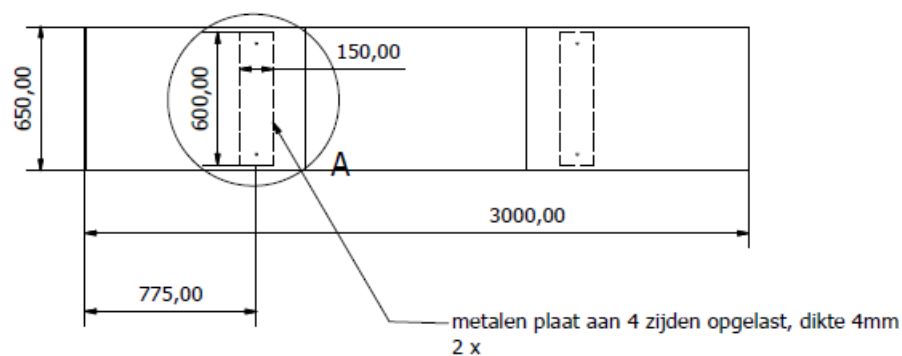


3.4 Overtopping box met low range load cells en niveaumeter

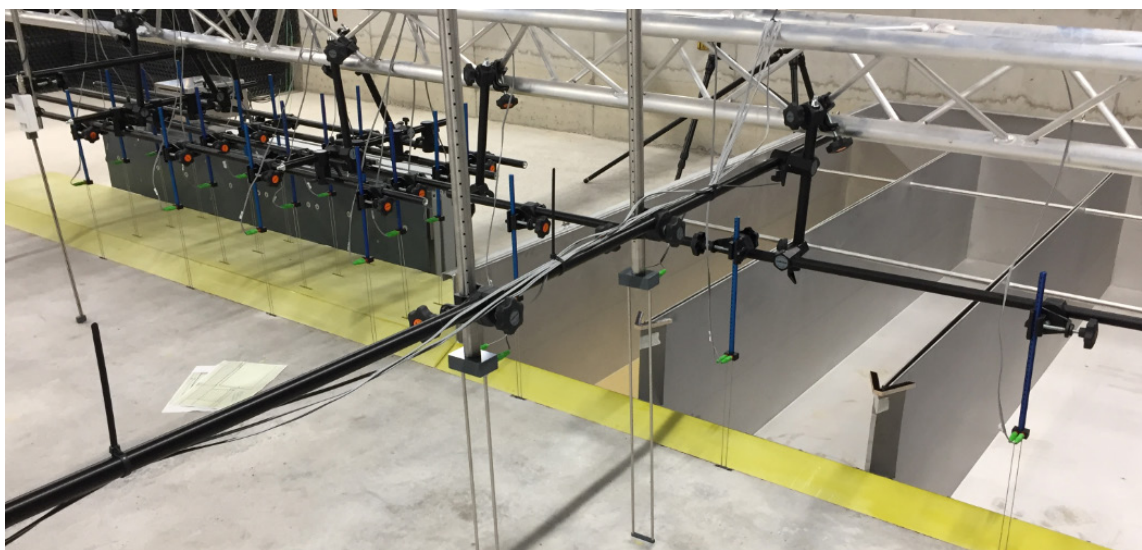
Naast de verticale plaat worden 3 overtoppingsboxen geplaatst met afmetingen 3m x 0.65m x 0.65m (zie Figuren 11, 12). Elk van deze overtoppingsboxen worden voorzien van 4 low rang load cells en een niveaumeter type Balluff. De load cells worden gebruikt om het overtoppingswater per golf te gaan berekenen. De Balluff wordt opgehangen boven de box met de niveau sensor in het water en wordt gebruikt om het gemiddeld overtoppingswater te berekenen. Belangrijk is dat de sensor bij het begin in het water zit zodat er een beginwaarde van het waterniveau in de overtoppingsbox kan verkregen worden. Indien deze droog blijkt, wordt er wel een waterniveaumeting verkregen maar die komt niet overeen met de realiteit wat tot verwarring kan leiden. De data van de load cells wordt uitgedrukt in kg. De Baluff data zijn in m.

De low range load cells zijn niet waterbestendig en moeten te allen tijde droog gehouden worden. In dit geval worden pompompen gebruikt om de ruimte waarin zich de low range load cells bevinden, te vrijwaren van water. De pompompen hebben een waterdetectiesysteem en zullen in werking treden als er water wordt gedetecteerd op de plaats waar zich die load cells bevinden. De load cells worden onderaan de overtoppingsbox op elke hoek gemonteerd.

Figuur 10 – afmetingen overstortbak



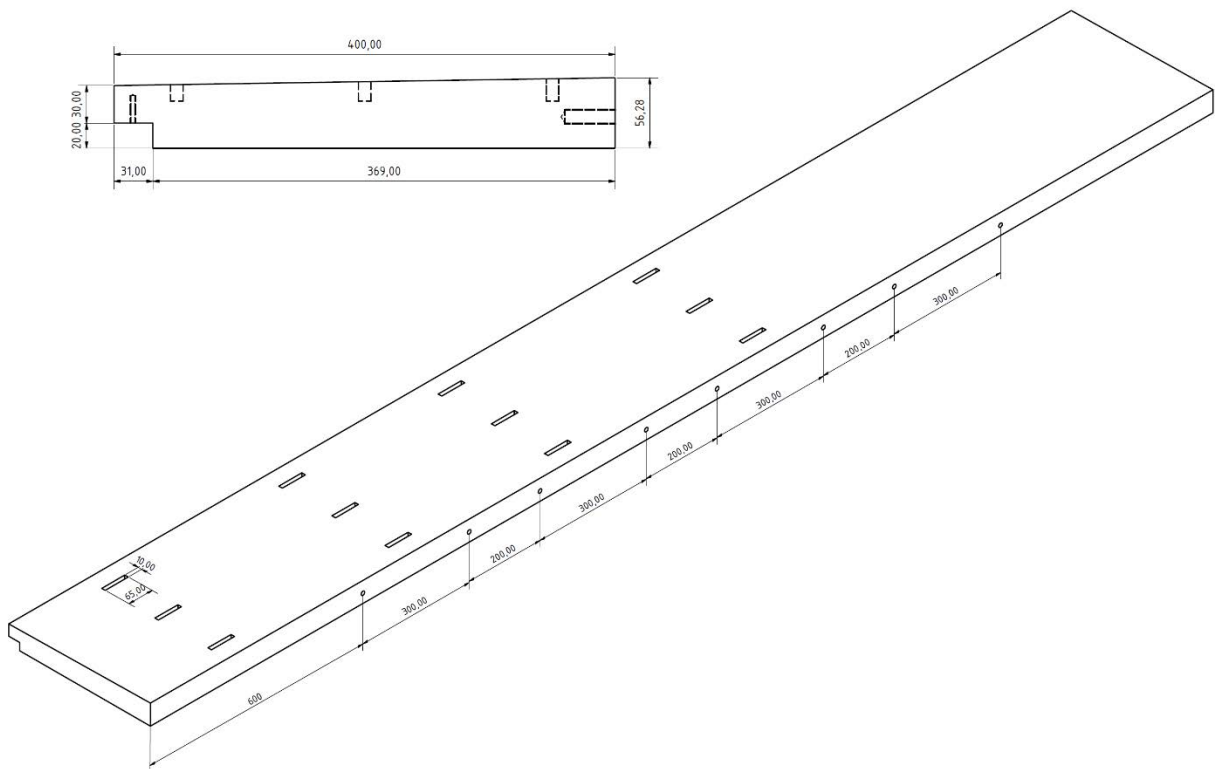
Figuur 11 – overtoppingsboxen



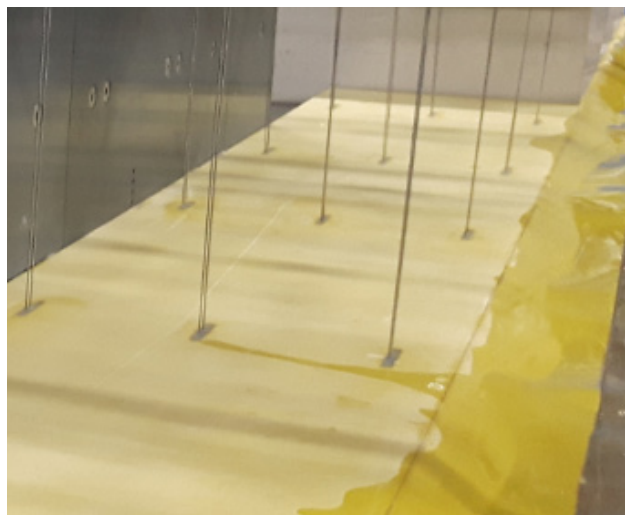
3.5 Golvenmeters gebruikt als snelheidsmeters op de promenade

Voor dit model werd geopteerd voor golvenmeters die de laagdikte en de snelheid van het water op de promenade moeten meten. De golvenmeters worden geplaatst in rijen van 4 waarbij de locaties in Figuur 13 wordt weergegeven. Er worden dus 12 golvenmeters op de promenade geplaatst en 4 golvenmeters op dezelfde lijn aan de teen van de dijk. Deze golvenmeters staan niet onder water bij stilstaand water dat nodig is om te kalibreren. Om de Acal en Bcal van deze golvenmeters te verkrijgen, moeten de overtopingsboxen met daaronder de niet waterbestendige load cells gemonteerd, uit het model gehaald worden om waterschade aan die load cells te vermijden. De data zijn in m.

Figuur 12 – locatie golvenmeters op de promenade



Figuur 13 – inplanting golvenmeters op de promenade



3.6 Data acquisitie systeem

Er werden voor dit model gebruik gemaakt van 4 modules voor het aansluiten alle instrumentatie. 1 module werd gebruikt om alle load cells in krachtensensoren aan te sluiten daar deze gelogd werden aan 1000 Hz. Dit omdat er impact wenst gemeten te worden. De overige golvenmeters werden verdeeld over de andere modules met dit verschil dat de golvenmeters die werden aangekocht bij Wallingford een aparte module nodig hadden om aangesloten te kunnen worden.

Bij de uitlezing van de parameters bij de output kwam het verschillende malen tot conflict waarbij de gegevens niet werden opgeslagen op de harde schijf. Het is heel belangrijk dat de folder waarin de data voorlopig wordt bij gehouden voordat deze definitief in de juiste folder wordt ondergebracht, regelmatig wordt leeggemaakt zodat dit niet voor conflict kan zorgen.

4 Meetnauwkeurigheid

4.1 Waterstand

Balluff en manuele niveaumeter

- Specificaties van de fabrikant : onzekerheid 0,1 mm
- Observaties van enkele uren / enkele dagen na elkaar dat de waarde van de meting constant bleef (binnen 0,1 mm grens)
- Manuele aflezing op niveaumeter met nonius schaal is ook op 0,1 mm nauwkeurig
- #3 nulmetingen geanalyseerd op de ruis : standaarddeviatie kleiner dan 0,1 mm
- aan het begin van elke dag werd met behulp van manuele niveaumeter en Balluff de waterstand op 0,1 mm nauwkeurig afgelezen. Tijdens een proef verhoogde de waterstand opgemeten door de Balluff met enkele mm. Dit kan te wijten zijn aan een drukopbouw in de leiding tussen de golftank en de externe bak waarin de Balluff geplaatst werd / aan wave setup door golfbreking op het voorland in de tank.

Geometrie van dijk en voorland

- is opgemeten met behulp van een totaalstation (nauwkeurigheid z-as 3 mm standaarddeviatie). Hiermee werd bevestigd dat de geometrie aangelegd werd zoals gevraagd
- de onzekerheid op de chape wordt ingeschat als 3 mm standaarddeviatie
- de onzekerheid op de scheefheid van de dijk wordt ingeschat als minder dan 1 mm in de meetsectie (van 3 m lang)
- de onzekerheid op de waterdiepte aan de teen van de dijk wordt bepaald door de onzekerheid op de geometrie van dijk en voorland

4.2 Golven

Eigen golvenmeters:

- Als de afwijking van de gemiddelde waarde van een golvenmeter meer afwijken dan 1 mm van de Balluff, werd de Bcal waarde van de desbetreffende golvenmeter aangepast
- Calibratie : 5 verschillende waterniveaus worden ingesteld en afgelezen. Daarna wordt lineaire regressie toegepast om Acal en Bcal te bepalen. Deze procedure duurt ½ dag. Deze procedure werd telkens uitgevoerd als golvenmeters verplaatst werden / vervangen werden
- Slijtage van de meetinstrumenten zorgt voor daling van de nauwkeurigheid.
- #3 nulmetingen geanalyseerd op de ruis : standaarddeviatie kleiner dan 0,1 mm

Golvenmeters HRWallingford:

- Specificatie HR Wallingford : $\pm 0,1$ mm
- Als de afwijking van de gemiddelde waarde van een golvenmeter meer afwijken dan 1 mm van de Balluff, werd de Bcal waarde van de desbetreffende golvenmeter aangepast
- Calibratie : 5 verschillende waterniveaus worden ingesteld en afgelezen. Daarna wordt lineaire regressie toegepast om Acal en Bcal te bepalen. Deze procedure duurt ½ dag. Deze procedure werd telkens uitgevoerd als golvenmeters verplaatst werden / vervangen werden
- Slijtage van de meetinstrumenten zorgt voor daling van de nauwkeurigheid.
- #3 nulmetingen geanalyseerd op de ruis : standaarddeviatie kleiner dan 0,1 mm

4.3 Hydraulische belasting

Druksensoren op de verticale wand:

- De calibratiefactoren (Acal en Bcal) van de fabrikant worden overgenomen (0,05 N/V en 0 N).
- #3 metingen geanalyseerd: naast een hoogfrequente ruis werd ook een drift van het signaal vastgesteld. Deze drift kan sterk verschillen van proef tot proef. Deze drift kan mogelijks te wijten zijn aan het aanwezig zijn van een waterlaagje op de promenade.

Load cells achter de verticale wand:

- De calibratiefactoren (Acal en Bcal) van de fabrikant worden overgenomen (0,9 N/V en ca. 0 N).
- #3 metingen geanalyseerd op de ruis : resultaat een standaarddeviatie 0,05 N

4.4 Overtopping

Waterstand in de overtopping tank (Balluff):

- Specificaties van de fabrikant : onzekerheid 0,1 mm (standaarddeviatie)
- Door de schommelingen van het water in de overtoppingtank werd een fluctuerend signaal opgemeten. Er werd ca. 5 minuten gewacht na het einde van een proef om de eindmeting uit te voeren
- #3 nulmetingen geanalyseerd op de ruis : een standaarddeviatie van 0,4 liter op het volume ~ op de waterhoogte is dit dan 0,2 mm

Load cells onder de overtopping boxen :

- Specificaties van de fabrikant : onzekerheid 0,1 % F.S. met bereik 2 kN => onzekerheid 0,2 kg
- De calibratiefactoren (Acal en Bcal) van de fabrikant worden overgenomen (20 kg/V en 0).
- #3 metingen geanalyseerd op de ruis : een standaarddeviatie van 0,25 kg

5 Simulaties

5.1 Eerste reeks experimenten

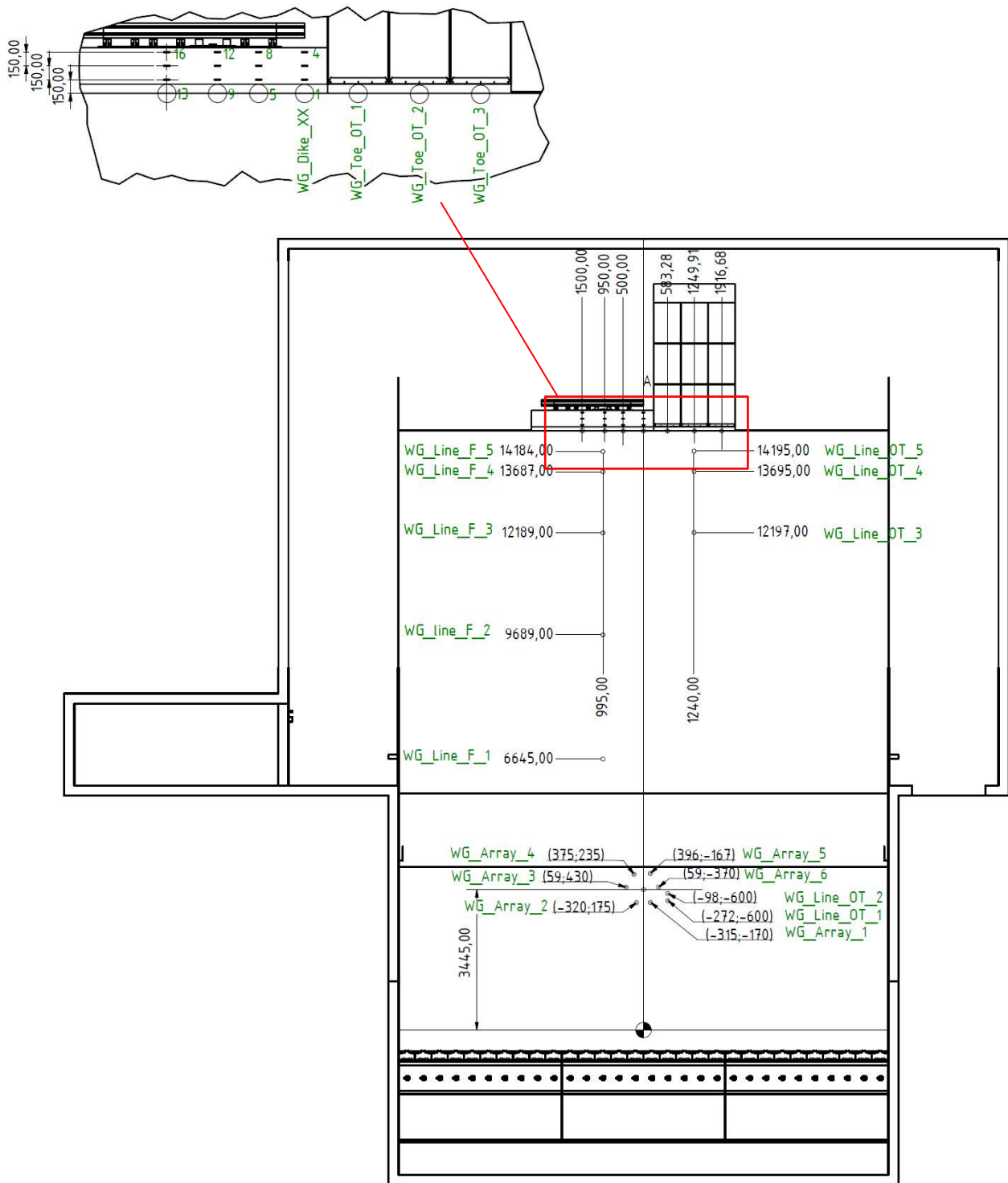
Een eerste reeks van 131 experimenten werd uitgevoerd (van 24/1/2018 tot 13/4/2018) waarin de waterstand en golfrandvoorwaarden worden gevarieerd, zoals weergegeven in Tabel 1. De golfgeneratiesoftware liet echter geen combinatie van directionele spreiding en schuine inval toe. Daarom was de hoofdrichting van kortkruinige golven altijd loodrecht op de dijk en schuine golven waren langkruinig.

Tabel 1 – hydraulische randvoorwaarden voor de eerste reeks experimenten

Waterdiepte aan de teen van de dijk	Golfhoogte H_{m0}	Golfperiode T_p	Directionele spreiding	Schuinite van inval
0,01 m	0,06 m	1,41 s	0°	0°
0,03 m	0,08 m	1,7 s	12°	5°
	0,10 m		16°	10°
			20°	15°
			31,5°	

In deze reeks van experimenten werd zowel overslag als krachtswerking op de verticale wand gesimuleerd. In deze reeks werden 36 golvenmeters geplaatst op de locaties die voorgesteld worden in Figuur 15. Een set golvenmeters werd in een star-array configuratie geplaatst.

Figuur 14 – inplanting van de golvenmeters bij de eerste reeks experimenten



De testmatrix van deze reeks experimenten is gegeven in Bijlage 1.

Een twintigtal van deze experimenten werd herhaald na het wegnemen van de verticale wand (van 17/4/2018 tot 20/4/2018).

5.2 Tweede reeks experimenten

Een tweede reeks van 131 experimenten wordt uitgevoerd (van 7/5/2018 tot 15/6/2018) na het verwijderen van de zeedijk en het veranderen ervan in een horizontale bodem, gevolgd door passief absorptiemateriaal dat aan de achterkant is geplaatst. Een dergelijke configuratie garandeert dat de golfreflectie wordt gedempt en maakt het mogelijk de invallende golfomstandigheden te meten op de locatie die overeenkomt met de dijkteen.

Dezelfde hydraulische randvoorwaarden werden opgelegd als in de eerste reeks experimenten. Door combinatie van experimenten uit de eerste reeks met exact dezelfde hydraulische randvoorwaarden kunnen relaties gelegd worden tussen de invallende golfcondities bij de teen van de zeedijk (uit de tweede reeks) en overslagkarakteristieken (uit de eerste reeks).

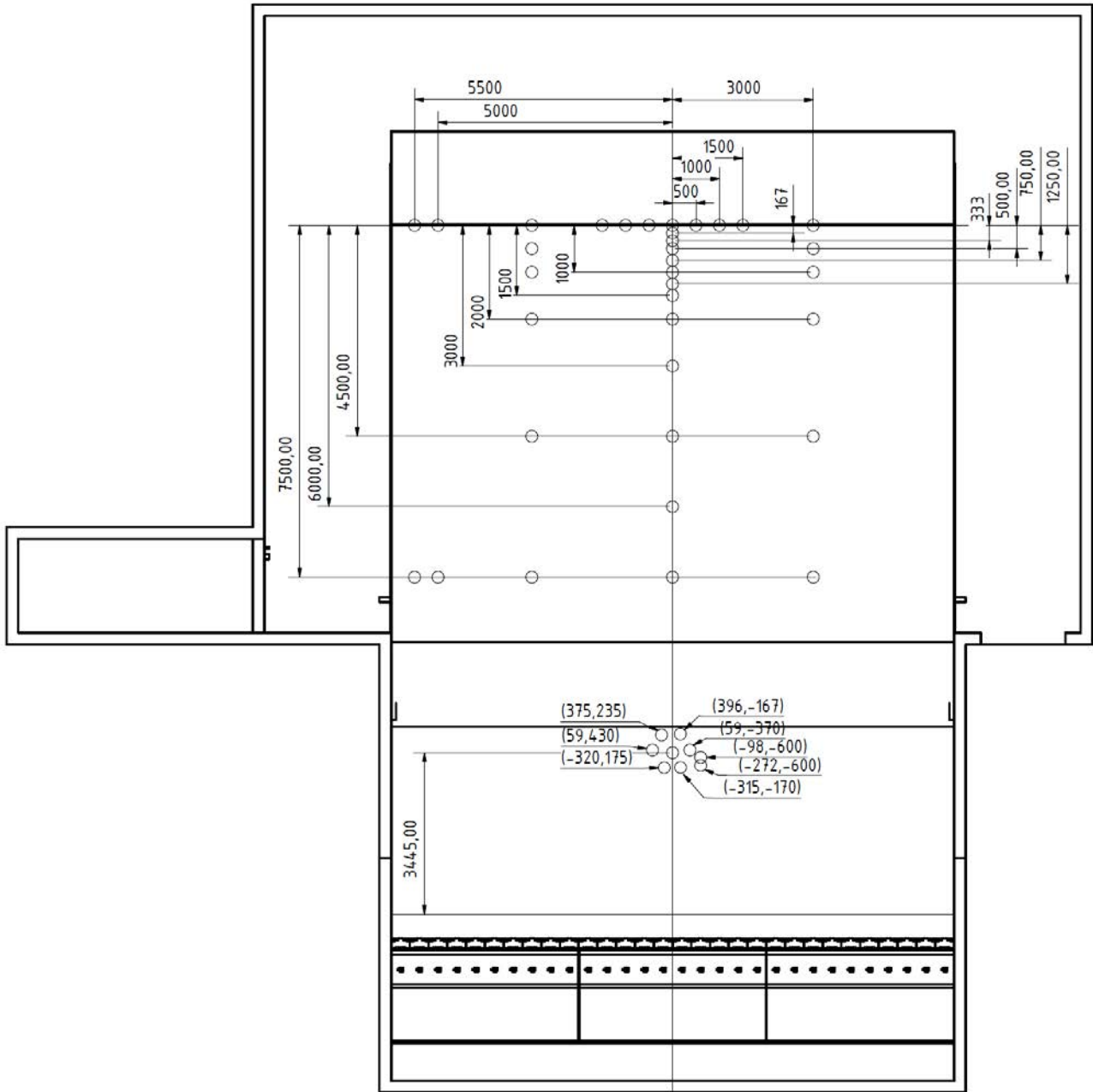
Het bereik van de hydraulische condities bij de teen van de dijk is weergegeven in Tabel 2. Men neemt lange golfperiodes bij de teen van de dijk waar, veroorzaakt door het zware breken en het genereren van lange golven op de ondiepe vooroever.

Tabel 2 – bereik van gemeten inkomende golfcondities bij de teen van de dijk

Golfhoogte H_{m0}	Golfperiode $T_{m-1,0}$	Waterdiepte
0,01 m ... 0,03 m	2,8 s ... 8,8 s	0,01 m ... 0,03 m

In deze reeks werden 44 golvenmeters geplaatst op de locaties die voorgesteld worden in Figuur 16.

Figuur 15 – inplanting van de golvmeters bij de tweede reeks experimenten



6 Ruwe data

Alle ruwe data zijn per simulatie bewaard in een map.

6.1 Eerste reeks experimenten

De naam van de map is Results_CRExxx_mod waarin xxx de naam van de simulatie. De simulaties zonder verticale wand hebben resultaten in de mappen Results_CRExxxu_mod waarin xxx de naam van de simulatie.

6.1.1 Golvenmeters

De data van de set van golvenmeters in stervorm geplaatst in de zone van diep water wordt in een bestand bewaard CRExxx_mod_Array750Hz. Het zijn 7 kolommen met registraties van de waterstand in m aan 50 Hz.

De data van de golvenmeters in twee secties geplaatst over het voorland (twee rijen van 5 golvenmeters, één links en één rechts) wordt in een bestand bewaard CRExxx_mod_LineArrays50Hz. Het zijn 10 kolommen met registraties van de waterstand in m aan 50 Hz.

De data van de golvenmeters op de dijk geplaatst als een raster (3 rijen van 4 golvenmeters) wordt in een bestand bewaard CRExxx_mod_WG_dike50Hz. Het zijn 12 kolommen met registraties van de waterstand in m aan 50 Hz.

De data van de golvenmeters geplaatst aan de teen van de dijk wordt in een bestand bewaard CRExxx_mod_WG_toe50Hz. Het zijn 7 kolommen met registraties van de waterstand in m aan 50 Hz.

6.1.2 Waterstand

De data van de Baluff wordt in een bestand bewaard CRExxx_mod_WL50Hz. Het is 1 kolom met registraties van de waterstand in m aan 50 Hz.

6.1.3 Overtopping tanks

De data ter bepaling van het volume in de overtopping tanks zijn in een bestand bewaard CRExxx_mod_OT50Hz. Het aantal overtopping tanks dat uitgerust was met load cells was variabel. Per uitgeruste overtopping tank werden 4 load cells voorzien. Één tank was uitgerust met een niveaumeter type Baluff (de middelste tank nr. 2). Het bestand met de ruwe data bevat 4 kolommen met registraties van de massa in kg aan 50 Hz per uitgeruste tank (in een aantal simulaties werkten niet alle load cells correct). De laatste kolom bevat de registratie van de waterstand in m aan 50 Hz in de tank met een Baluff.

De golf per golf opgemeten overtopping wordt geïllustreerd door de figuren in Bijlage 2. De verschillen tussen de signalen van de load cells onder eenzelfde overtopping tank zijn erg klein; die tussen naburige overtopping tanks zijn groter.

6.1.4 Alle data aan 50 Hz

De data van al de golvenmeters, van de Baluffs en van de load cells op de overtopping tanks worden samen in één matlab bestand bewaard ALL_CRExxx_mod.mat. Dit bestand bevat ook registraties van een golvenmeter aan het golfschot ("WG_Paddle"). Het bevat 47 kolommen met registraties aan 50 Hz in geval dat er 2 overtopping tanks uitgerust zijn met load cells en 1 overtopping tank uitgerust is met een niveaumeter type Baluff. Het bevat 51 kolommen met registraties aan 50 Hz in geval dat er 3 overtopping tanks uitgerust zijn met load cells en 1 overtopping tank uitgerust is met een niveaumeter type Baluff.

6.1.5 Krachtswerking

De drukmetingen van de 4 Kistler sensoren zijn in een bestand bewaard CRExxx_mod_Pressures1000Hz. Het bestand met de ruwe data bevat 4 kolommen met registraties van de kracht in N aan 1000 Hz. Om deze om te zetten in drukwaarden dient de gemeten kracht gedeeld worden door de oppervlakte van de sensor, zijnde $3,1 \times 10^{-5} \text{ m}^2$.

De krachtmetingen van de 6 load cells zijn in een bestand bewaard CRExxx_mod_Forces1000Hz. Het bestand met de ruwe data bevat 6 kolommen met registraties van de kracht in N aan 1000 Hz. Om deze om te zetten in een kracht per eenheid lengte kustlangs dient de gemeten kracht gedeeld te worden door de breedte van de plaatjes waarop de load cells gemonteerd zijn, zijnde 0,2 m.

De drukdata en de krachtdata zijn samengebracht in een matlab bestand FP_CRExxx_mod.mat

De opmetingen door de load cells worden geïllustreerd door de figuren in Bijlage 3. De verschillen tussen de signalen van de 6 load cells onderling zijn erg groot. De kustlangse ruimtelijke variabiliteit van de krachtswerking blijkt dus erg groot.

6.2 Tweede reeks experimenten

De naam van de map is Results_CRExxxNO_mod waarin xxx de naam van de simulatie.

6.2.1 Golvenmeters

De data van de set van golvenmeters in stervorm geplaatst in de zone van diep water wordt in een bestand bewaard CRExxxNO_mod_Array750Hz. Het zijn 7 kolommen met registraties van de waterstand in m aan 50 Hz.

De data van de golvenmeters in twee secties geplaatst over het voorland (twee rijen van 6 golvenmeters, één links en één rechts) wordt in een bestand bewaard CRExxxNO_mod_WTranfs_Sides50Hz. Het zijn 12 kolommen met registraties van de waterstand in m aan 50 Hz.

De data van de golvenmeters in de middenlijn geplaatst over het voorland (één rij van 2+13 golvenmeters) wordt in een bestand bewaard CRExxxNO_mod_WTranfs_Center50Hz. Het zijn 15 kolommen met registraties van de waterstand in m aan 50 Hz.

De data van de golvenmeters geplaatst aan de teen van de dijk wordt in een bestand bewaard CRExxxNO_mod_WG_toe50Hz. Het zijn 7 kolommen met registraties van de waterstand in m aan 50 Hz. De middelste kolom is een kopie van de laatste kolom van het vorig bestand.

De data van de golvenmeters geplaatst naast de zijwanden wordt in een bestand bewaard CRExxxNO_mod_WG_sidewall50Hz. Het zijn 4 kolommen met registraties van de waterstand in m aan 50 Hz.

6.2.2 Waterstand

De data van de Baluff wordt in een bestand bewaard CRExxxNO_mod_WL50Hz. Het is 1 kolom met registraties van de waterstand in m aan 50 Hz.

6.2.3 Alle data aan 50 Hz

De data van al de golvenmeters en van de Baluff worden samen in één matlab bestand bewaard ALL_CRExxxNO_mod.mat. Het bevat 45 kolommen met registraties van de waterstand in m.

7 Verwerkte data

7.1 Golven

7.1.1 Golfcondities op diep water

De registraties van de 7 golvenmeters van de star-array zijn verwerkt in WaveLab. Hiermee werden de inkomende golfcondities bepaald voor elke simulatie. De resultaten zijn opgelijst in het bestand TestMatrix.xls. Voor elke simulatie zijn H_{m0} , T_p , $T_{m-1,0}$, gemiddelde richting en directionele spreiding bepaald. De aldus bepaalde gemeten directionele spreiding verschilt erg van de theoretische waarde zoals opgelegd bij de golfgeneratie.

7.1.2 Golfcondities aan de teen van de dijk

De registraties van de 7 golvenmeters aan de teen van de dijk zijn verwerkt in WaveLab. Hiermee werden totale golfcondities bepaald. De resultaten zijn opgelijst in het bestand TestMatrix_20181211.xls. Voor elke simulatie zijn H_{m0} , T_p en $T_{m-1,0}$ bepaald. De resultaten met de simulaties zonder dijk worden beschouwd als de inkomende golfcondities, ook voor de simulaties met dijk. Een gemiddelde van de 7 golvenmeters werd berekend en als meest representatief beschouwd. Er werd géén filtering toegepast van de seiches in het model, die in amplitude 2 à 4 mm bedroegen.

7.2 Overtopping

7.2.1 Gemiddeld overslagdebiet

Het totale volume opgevangen in de overtoppingstank gedeeld door de testduur geeft het gemiddeld overslagdebiet. De resultaten zijn opgelijst in het bestand TestMatrix_20181211.xls. In een aantal simulaties werkte één van de drie tanks niet.

7.2.2 Golf per golf registraties

Er is enkel een verwerking uitgevoerd door een master thesis student, namelijk Stefano Tortora. De 4 load cell signalen opgeteld en gedeeld door de dichtheid van water (1000 kg/m³) geeft de tijdsevolutie van het cumulatief volume. Een Python script werd geschreven waarin het ruwe signaal gesmooth werd en waarin individuele overtoppende volumes boven een bepaalde grenswaarde te identificeren (voor meer detail cfr. de thesis). De in het kader van deze thesis verwerkte data zijn opgeleverd als een excel per simulatie met daarin per overtopping tank de geïdentificeerde individuele volumes en voor elk volume het begintijdstip en het eindtijdstip. Al deze excels staan in de directory Volumes.

7.2.3 Laagdiktes en laag snelheden op de promenade

Er werd een verwerking opgestart in het kader van een master thesis, maar deze werd gestaakt.

7.3 Krachtswerking

7.3.1 Load cells

Er is een verwerking uitgevoerd door een master thesis student, namelijk Inés María Pueyo Estada. Het ruwe signaal werd eerst gesmooth door een aantal filters toe te passen (in Matlab) om ruis weg te werken: 1) drift verwijderen door detrending procedures, 2) filtering in het frequentiedomein met low pass onder 50 Hz en een band stop tussen 10 en 20 Hz. Daarna werd een piekdetectie algoritme toegepast (in Matlab). Voor meer detail cfr. de thesis. De in het kader van deze thesis verwerkte data zijn opgeleverd als 6 bestanden per simulatie met daarin per load cell de geïdentificeerde piekwaarden van de kracht en voor elke krachtpiek het tijdstip van optreden. De bestanden per simulatie zijn samengebracht in een excel. Al deze excels staan in de directory Events_per_simulatie.

7.3.2 Druksensoren

Er werd een verwerking opgestart in het kader van een master thesis, maar deze werd niet gerealiseerd.

8 Conclusies en aanbevelingen

Er is een rijke dataset is gerealiseerd om golftransformatie te bestuderen op zeer / extreem ondiepe voorlanden en golfoverslag over een zeedijk met krachtswerking op verticale structuren zoals gebouwen en stormmuren.

Empirische voorspellingsformules die van toepassing zijn op configuraties die aanwezig zijn in de Belgische badplaatsen, kunnen worden verbeterd met behulp van deze dataset.

Numerieke modellen voor het beoordelen van kustveiligheidseisen kunnen worden gevalideerd met behulp van deze dataset.

Het wordt aanbevolen om deze dataset verder uit te breiden met een nieuw schaalmodel in de COB en door in-situ metingen @ de kunstmatige dijk die in Raversijde gepland wordt.

Bijlage 1: testmatrices

In deze bijlage wordt een overzicht gegeven van alle uitgevoerde simulaties: drie testmatrices in onderstaande tabellen geven voor elke simulatie de opgelegde hydraulische randvoorwaarden in prototype-waarden (Froude verscaling 1:50). De eerste testmatrix betreft de proeven met meting van overtopping en hydraulische belasting; de tweede testmatrix betreft de proeven met meting van overtopping; de derde testmatrix betreft de proeven zonder dijk waarin enkel de golfvoortplanting opgemeten werd.

Tabel 3 – Testmatrix van de serie proeven met meting van overtopping en hydraulische belasting (#131)

testnr [-]	water level	H _{m0}	T _p	dike toe level	directional spreading	obliqueness	order of wave theory
	[m TAW]	[m]	[s]	[m TAW]	[°]	[°]	/
CRE003	7.0	5.0	12	6.5	0	0	2
CRE004	7.0	5.0	12	6.5	0	0	2
CRE005	7.0	5.0	12	6.5	0	0	2
CRE006	7.0	5.0	12	6.5	0	0	2
CRE007	7.0	5.0	10	6.5	0	0	2
CRE008	7.0	4.0	12	6.5	0	0	2
CRE009	7.0	3.0	12	6.5	0	0	2
CRE010	7.0	5.0	10	6.5	0	0	2
CRE011	7.0	4.0	10	6.5	0	0	2
CRE012	7.0	3.0	10	6.5	0	0	2
CRE013	7.0	5.0	12	6.5	16	0	1
CRE014	7.0	4.0	12	6.5	16	0	1
CRE015	7.0	3.0	12	6.5	16	0	1
CRE016	7.0	5.0	10	6.5	16	0	1
CRE017	7.0	4.0	10	6.5	16	0	1
CRE018	7.0	3.0	10	6.5	16	0	1
CRE019	7.0	5.0	12	6.5	12	0	1
CRE020	7.0	4.0	12	6.5	12	0	1
CRE021	7.0	3.0	12	6.5	12	0	1
CRE022	7.0	5.0	10	6.5	12	0	1
CRE024	7.0	3.0	10	6.5	12	0	1
CRE025	7.0	5.0	12	6.5	20	0	1
CRE026	7.0	4.0	12	6.5	20	0	1
CRE027	7.0	3.0	12	6.5	20	0	1
CRE028	7.0	5.0	10	6.5	20	0	1
CRE029	7.0	4.0	10	6.5	20	0	1
CRE030	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE031	8.0	5.0	12	6.5	0	0	2
CRE032	8.0	4.0	12	6.5	0	0	2
CRE033	8.0	3.0	12	6.5	0	0	2
CRE034	8.0	5.0	10	6.5	0	0	2
CRE035	8.0	4.0	10	6.5	0	0	2
CRE036	8.0	3.0	10	6.5	0	0	2
CRE037	8.0	5.0	12	6.5	16	0	1
CRE038	8.0	4.0	12	6.5	16	0	1
CRE039	8.0	3.0	12	6.5	16	0	1
CRE040	8.0	5.0	10	6.5	16	0	1
CRE041	8.0	4.0	10	6.5	16	0	1
CRE042	8.0	3.0	10	6.5	16	0	1

testnr [-]	water level	H _{m0}	T _p	dike toe level	directional spreading	obliqueness	order of wave theory
	[m TAW]	[m]	[s]	[m TAW]	[°]	[°]	/
CRE043	8.0	5.0	12	6.5	12	0	1
CRE044	8.0	4.0	12	6.5	12	0	1
CRE045	8.0	3.0	12	6.5	12	0	1
CRE046	8.0	5.0	10	6.5	12	0	1
CRE047	8.0	4.0	10	6.5	12	0	1
CRE048	8.0	3.0	10	6.5	12	0	1
CRE049	8.0	5.0	12	6.5	20	0	1
CRE050	8.0	4.0	12	6.5	20	0	1
CRE051	8.0	3.0	12	6.5	20	0	1
CRE053	8.0	4.0	10	6.5	20	0	1
CRE054	8.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE055	8.0	5.0	12	6.5	0	5	2
CRE056	8.0	4.0	12	6.5	0	5	2
CRE057	8.0	3.0	12	6.5	0	5	2
CRE058	8.0	5.0	12	6.5	0	10	2
CRE059	8.0	4.0	12	6.5	0	10	2
CRE060	8.0	3.0	12	6.5	0	10	2
CRE061	8.0	5.0	12	6.5	0	15	2
CRE061b	8.0	5.0	12	6.5	0	15	2
CRE062	8.0	5.0	12	6.5	0	-15	2
CRE063	8.0	4.0	12	6.5	0	15	2
CRE064	8.0	3.0	12	6.5	0	15	2
CRE065	7.0	5.0	12	6.5	0	5	2
CRE066	7.0	4.0	12	6.5	0	5	2
CRE067	7.0	3.0	12	6.5	0	5	2
CRE068	7.0	5.0	12	6.5	0	10	2
CRE069	7.0	4.0	12	6.5	0	10	2
CRE070	7.0	3.0	12	6.5	0	10	2
CRE071	7.0	5.0	12	6.5	0	15	2
CRE072	7.0	4.0	12	6.5	0	15	2
CRE073	7.0	3.0	12	6.5	0	15	2
CRE074	7.0	5.0	12	6.5	0	-5	2
CRE075	7.0	5.0	12	6.5	0	-10	2
CRE077	7.0	3.0	10	6.5	0	0	2
CRE078	7.0	3.0	10	6.5	0	0	2
CRE079	7.0	3.0	10	6.5	0	0	2
CRE080	7.0	3.0	10	6.5	0	0	2
CRE081	7.0	3.0	10	6.5	0	0	2
CRE082	7.0	3.0	10	6.5	12	0	1
CRE083	7.0	3.0	10	6.5	12	0	1
CRE084	7.0	3.0	10	6.5	12	0	1
CRE085	7.0	3.0	10	6.5	12	0	1
CRE086	7.0	3.0	10	6.5	12	0	1
CRE087	7.0	3.0	10	6.5	16	0	1
CRE088	7.0	3.0	10	6.5	16	0	1
CRE089	7.0	3.0	10	6.5	16	0	1
CRE090	7.0	3.0	10	6.5	16	0	1
CRE091	7.0	3.0	10	6.5	16	0	1
CRE092	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE093	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE094	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE095	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE096	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE097	7.0	3.0	10	6.5	31.5	0	1

testnr [-]	water level	H_{m0}	T_p	dike toe level	directional spreading	obliqueness	order of wave theory
	[m TAW]	[m]	[s]	[m TAW]	[°]	[°]	/
CRE098	7.0	3.0	10	6.5	31.5	0	1
CRE099	7.0	3.0	10	6.5	31.5	0	1
CRE100	7.0	3.0	10	6.5	31.5	0	1
CRE101	7.0	3.0	10	6.5	31.5	0	1
CRE102	7.0	3.0	10	6.5	0	0	1
CRE103	7.0	3.0	10	6.5	12	0	1
CRE104	7.0	3.0	10	6.5	16	0	1
CRE105	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE106	7.0	3.0	10	6.5	31.5	0	1
CRE107	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE108	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE109	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE110	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE111	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE115	8.0	5.0	12	6.5	31.5	0	1
CRE116	8.0	4.0	12	6.5	31.5	0	1
CRE117	8.0	3.0	12	6.5	31.5	0	1
CRE118	8.0	5.0	10	6.5	31.5	0	1
CRE119	8.0	4.0	10	6.5	31.5	0	1
CRE120	8.0	3.0	10	6.5	31.5	0	1
CRE121	7.0	3.0	10	6.5	0	0	1
CRE122	7.0	3.0	10	6.5	0	0	1
CRE123	7.0	3.0	10	6.5	0	0	1
CRE124	7.0	3.0	10	6.5	0	0	1
CRE125	7.0	3.0	10	6.5	0	0	1
CRE126	7.0	5.0	12	6.5	31.5	0	1
CRE127	7.0	4.0	12	6.5	31.5	0	1
CRE128	7.0	3.0	12	6.5	31.5	0	1
CRE129	7.0	5.0	10	6.5	31.5	0	1
CRE130	7.0	4.0	10	6.5	31.5	0	1
CRE131	7.0	3.0	10	6.5	16	0	2
CRE132	7.0	3.0	10	6.5	16	0	2
CRE133	7.0	3.0	10	6.5	16	0	2
CRE134	7.0	3.0	10	6.5	16	0	2
CRE135	7.0	3.0	10	6.5	16	0	2
CRE136	7.0	3.0	10	6.5	12	0	2
CRE137	7.0	3.0	10	6.5	12	0	2
CRE138	7.0	4.0	10	6.5	12	0	1

Tabel 4 – Testmatrix van de serie proeven met meting van overtopping (#22)

testnr [-]	water level	H _{m0}	T _p	dike toe level	directional spreading	obliqueness	order of wave theory
	[m TAW]	[m]	[s]	[m TAW]	[°]	[°]	/
CRE033u	8.0	3.0	12	6.5	0	0	2
CRE036u	8.0	3.0	10	6.5	0	0	2
CRE057u	8.0	3.0	12	6.5	0	5	2
CRE060u	8.0	3.0	12	6.5	0	10	2
CRE063u	8.0	4.0	12	6.5	0	15	2
CRE064u	8.0	3.0	12	6.5	0	15	2
CRE102u	7.0	3.0	10	6.5	0	0	2
CRE131u	7.0	3.0	10	6.5	16	0	2
CRE010u	7.0	5.0	10	6.5	0	0	2
CRE067u	7.0	3.0	12	6.5	0	5	2
CRE070u	7.0	3.0	12	6.5	0	10	2
CRE071u	7.0	5.0	12	6.5	0	15	2
CRE073u	7.0	3.0	12	6.5	0	15	2
CRE078u	7.0	3.0	10	6.5	0	0	2
CRE079u	7.0	3.0	10	6.5	0	0	2
CRE080u	7.0	3.0	10	6.5	0	0	2
CRE081u	7.0	3.0	10	6.5	0	0	2
CRE132u	7.0	3.0	10	6.5	16	0	2
CRE133u	7.0	3.0	10	6.5	16	0	2
CRE134u	7.0	3.0	10	6.5	16	0	2
CRE135u	7.0	3.0	10	6.5	16	0	2
CRE011u	7.0	4.0	10	6.5	0	0	2

Tabel 5 – Testmatrix van de serie proeven met enkel meting van golfpropagatie (#131)

testnr [-]	water level	H _{m0}	T _p	dike toe level	directional spreading	obliqueness	order of wave theory
	[m TAW]	[m]	[s]	[m TAW]	[°]	[°]	/
CRE003NO	7.0	5.0	12	6.5	0	0	2
CRE004NO	7.0	5.0	12	6.5	0	0	2
CRE005NO	7.0	5.0	12	6.5	0	0	2
CRE007NO	7.0	5.0	10	6.5	0	0	2
CRE008NO	7.0	4.0	12	6.5	0	0	2
CRE009NO	7.0	3.0	12	6.5	0	0	2
CRE010NO	7.0	5.0	10	6.5	0	0	2
CRE011NO	7.0	4.0	10	6.5	0	0	2
CRE012NO	7.0	3.0	10	6.5	0	0	2
CRE013NO	7.0	5.0	12	6.5	16	0	1
CRE014NO	7.0	4.0	12	6.5	16	0	1
CRE015NO	7.0	3.0	12	6.5	16	0	1
CRE016NO	7.0	5.0	10	6.5	16	0	1
CRE017NO	7.0	4.0	10	6.5	16	0	1
CRE018NO	7.0	3.0	10	6.5	16	0	1
CRE019NO	7.0	5.0	12	6.5	12	0	1
CRE020NO	7.0	4.0	12	6.5	12	0	1
CRE021NO	7.0	3.0	12	6.5	12	0	1
CRE022NO	7.0	5.0	10	6.5	12	0	1
CRE024NO	7.0	3.0	10	6.5	12	0	1
CRE025NO	7.0	5.0	12	6.5	20	0	1
CRE026NO	7.0	4.0	12	6.5	20	0	1
CRE027NO	7.0	3.0	12	6.5	20	0	1
CRE028NO	7.0	5.0	10	6.5	20	0	1
CRE029NO	7.0	4.0	10	6.5	20	0	1
CRE030NO	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE031NO	8.0	5.0	12	6.5	0	0	2
CRE032NO	8.0	4.0	12	6.5	0	0	2
CRE033NO	8.0	3.0	12	6.5	0	0	2
CRE034NO	8.0	5.0	10	6.5	0	0	2
CRE035NO	8.0	4.0	10	6.5	0	0	2
CRE036NO	8.0	3.0	10	6.5	0	0	2
CRE037NO	8.0	5.0	12	6.5	16	0	1
CRE038NO	8.0	4.0	12	6.5	16	0	1
CRE039NO	8.0	3.0	12	6.5	16	0	1
CRE040NO	8.0	5.0	10	6.5	16	0	1
CRE041NO	8.0	4.0	10	6.5	16	0	1
CRE042NO	8.0	3.0	10	6.5	16	0	1
CRE043NO	8.0	5.0	12	6.5	12	0	1
CRE044NO	8.0	4.0	12	6.5	12	0	1
CRE045NO	8.0	3.0	12	6.5	12	0	1
CRE046NO	8.0	5.0	10	6.5	12	0	1
CRE047NO	8.0	4.0	10	6.5	12	0	1
CRE048NO	8.0	3.0	10	6.5	12	0	1
CRE049NO	8.0	5.0	12	6.5	20	0	1
CRE050NO	8.0	4.0	12	6.5	20	0	1
CRE051NO	8.0	3.0	12	6.5	20	0	1
CRE053NO	8.0	4.0	10	6.5	20	0	1
CRE054NO	8.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE055NO	8.0	5.0	12	6.5	0	5	2
CRE056NO	8.0	4.0	12	6.5	0	5	2
CRE057NO	8.0	3.0	12	6.5	0	5	2

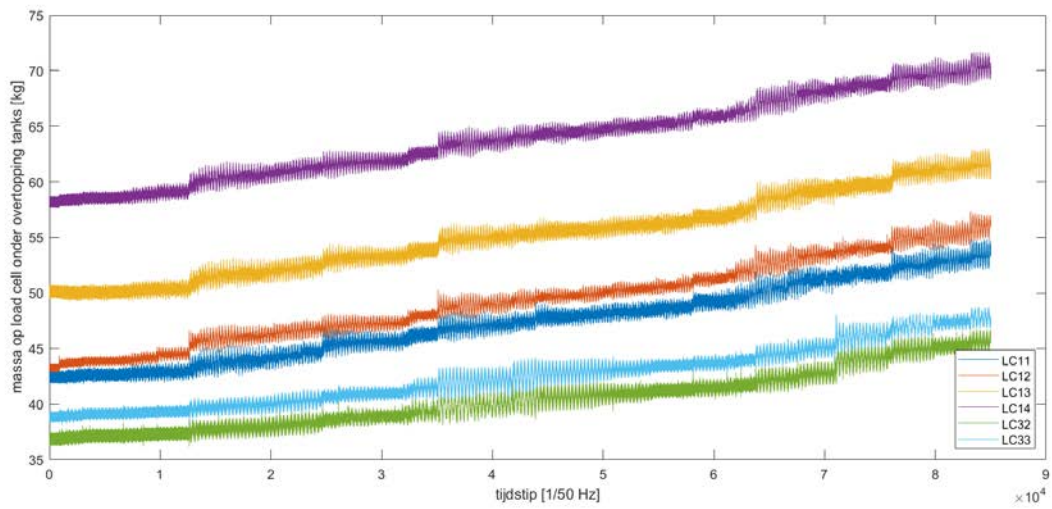
testnr [-]	water level	H _{m0}	T _p	dike toe level	directional spreading	obliqueness	order of wave theory
	[m TAW]	[m]	[s]	[m TAW]	[°]	[°]	/
CRE058NO	8.0	5.0	12	6.5	0	10	2
CRE059NO	8.0	4.0	12	6.5	0	10	2
CRE060NO	8.0	3.0	12	6.5	0	10	2
CRE061NO	8.0	5.0	12	6.5	0	15	2
CRE061bNO	8.0	5.0	12	6.5	0	15	2
CRE062NO	8.0	5.0	12	6.5	0	-15	2
CRE063NO	8.0	4.0	12	6.5	0	15	2
CRE064NO	8.0	3.0	12	6.5	0	15	2
CRE065NO	7.0	5.0	12	6.5	0	5	2
CRE066NO	7.0	4.0	12	6.5	0	5	2
CRE067NO	7.0	3.0	12	6.5	0	5	2
CRE068NO	7.0	5.0	12	6.5	0	10	2
CRE069NO	7.0	4.0	12	6.5	0	10	2
CRE070NO	7.0	3.0	12	6.5	0	10	2
CRE072NO	7.0	4.0	12	6.5	0	15	2
CRE073NO	7.0	3.0	12	6.5	0	15	2
CRE074NO	7.0	5.0	12	6.5	0	-5	2
CRE075NO	7.0	5.0	12	6.5	0	-10	2
CRE077NO	7.0	3.0	10	6.5	0	0	2
CRE078NO	7.0	3.0	10	6.5	0	0	2
CRE079NO	7.0	3.0	10	6.5	0	0	2
CRE080NO	7.0	3.0	10	6.5	0	0	2
CRE081NO	7.0	3.0	10	6.5	0	0	2
CRE083NO	7.0	3.0	10	6.5	12	0	1
CRE084NO	7.0	3.0	10	6.5	12	0	1
CRE085NO	7.0	3.0	10	6.5	12	0	1
CRE086NO	7.0	3.0	10	6.5	12	0	1
CRE087NO	7.0	3.0	10	6.5	16	0	1
CRE088NO	7.0	3.0	10	6.5	16	0	1
CRE089NO	7.0	3.0	10	6.5	16	0	1
CRE090NO	7.0	3.0	10	6.5	16	0	1
CRE091NO	7.0	3.0	10	6.5	16	0	1
CRE092NO	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE093NO	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE094NO	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE095NO	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE096NO	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE097NO	7.0	3.0	10	6.5	31.5	0	1
CRE098NO	7.0	3.0	10	6.5	31.5	0	1
CRE099NO	7.0	3.0	10	6.5	31.5	0	1
CRE100NO	7.0	3.0	10	6.5	31.5	0	1
CRE101NO	7.0	3.0	10	6.5	31.5	0	1
CRE102NO	7.0	3.0	10	6.5	0	0	1
CRE103NO	7.0	3.0	10	6.5	12	0	1
CRE104NO	7.0	3.0	10	6.5	16	0	1
CRE105NO	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE106NO	7.0	3.0	10	6.5	31.5	0	1
CRE107NO	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE108NO	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE109NO	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE110NO	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE111NO	7.0	3.0	10	6.5	20	0	1
CRE115NO	8.0	5.0	12	6.5	31.5	0	1
CRE116NO	8.0	4.0	12	6.5	31.5	0	1

testnr [-]	water level	H_{m0}	T_p	dike toe level	directional spreading	obliqueness	order of wave theory
	[m TAW]	[m]	[s]	[m TAW]	[°]	[°]	/
CRE117NO	8.0	3.0	12	6.5	31.5	0	1
CRE118NO	8.0	5.0	10	6.5	31.5	0	1
CRE122NO	7.0	3.0	10	6.5	0	0	1
CRE123NO	7.0	3.0	10	6.5	0	0	1
CRE124NO	7.0	3.0	10	6.5	0	0	1
CRE125NO	7.0	3.0	10	6.5	0	0	1
CRE126NO	7.0	5.0	12	6.5	31.5	0	1
CRE127NO	7.0	4.0	12	6.5	31.5	0	1
CRE128NO	7.0	3.0	12	6.5	31.5	0	1
CRE129NO	7.0	5.0	10	6.5	31.5	0	1
CRE130NO	7.0	4.0	10	6.5	31.5	0	1
CRE131NO	7.0	3.0	10	6.5	16	0	2
CRE132NO	7.0	3.0	10	6.5	16	0	2
CRE133NO	7.0	3.0	10	6.5	16	0	2
CRE134NO	7.0	3.0	10	6.5	16	0	2
CRE135NO	7.0	3.0	10	6.5	16	0	2
CRE136NO	7.0	3.0	10	6.5	12	0	2
CRE137NO	7.0	3.0	10	6.5	12	0	2
CRE138NO	7.0	4.0	10	6.5	12	0	1

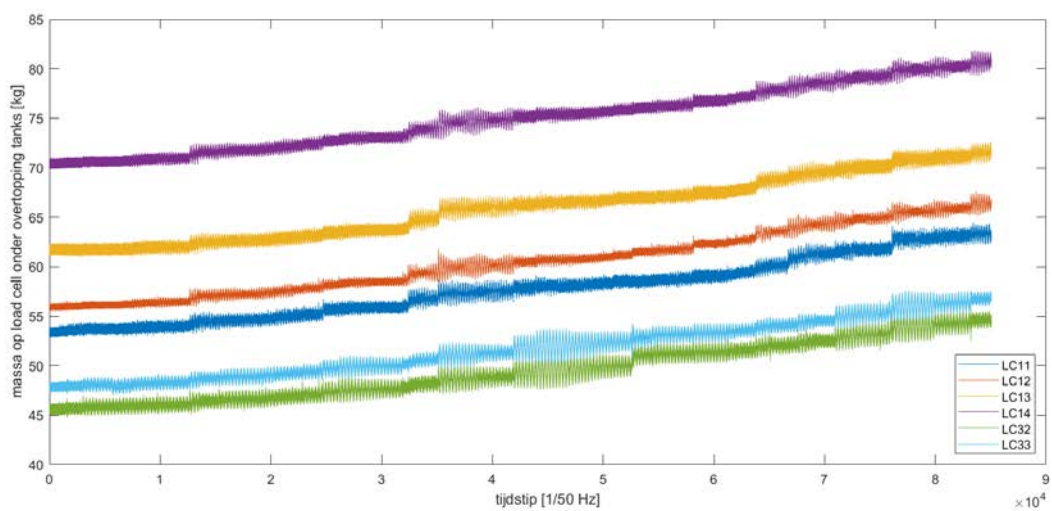
Bijlage 2: grafieken overtopping

In deze bijlage wordt voor elke simulatie een plot gegeven van de overtopping die golf per golf werd opgemeten in de 3 overtopping tanks door de load cells. Het betreft de ruwe data.

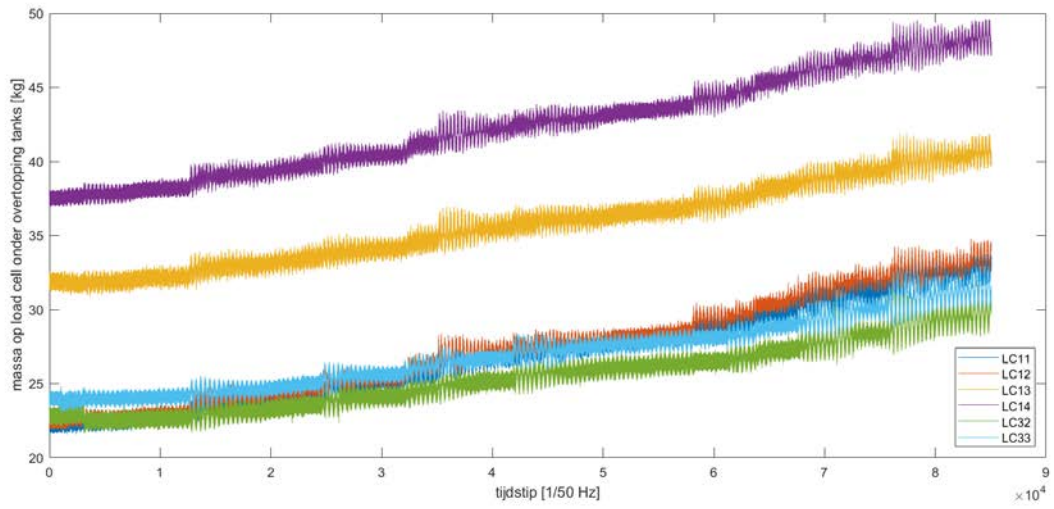
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE003



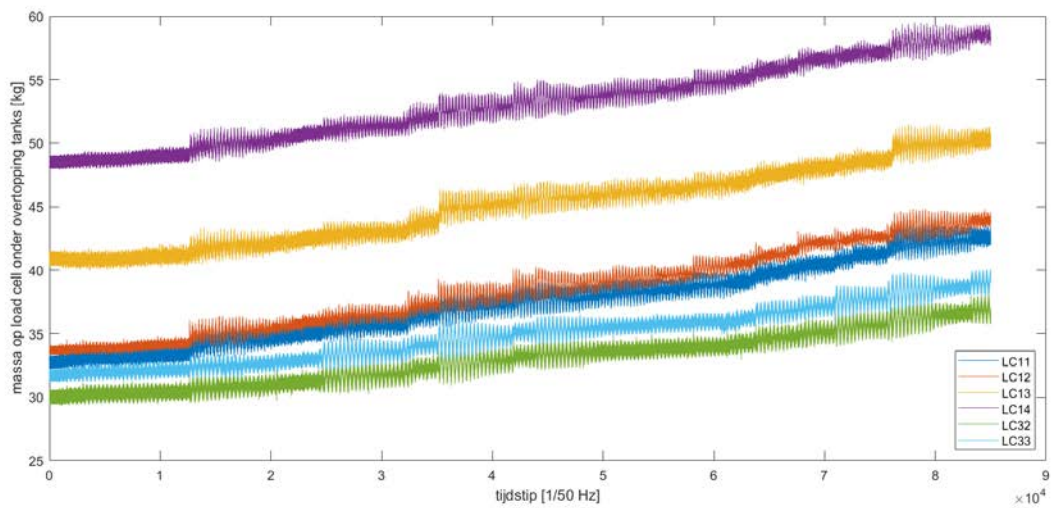
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE004



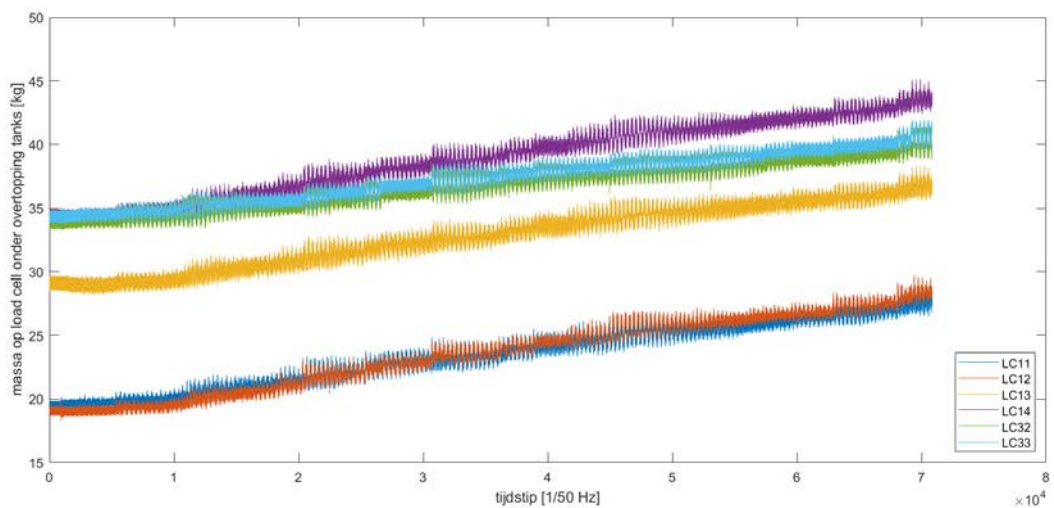
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE005



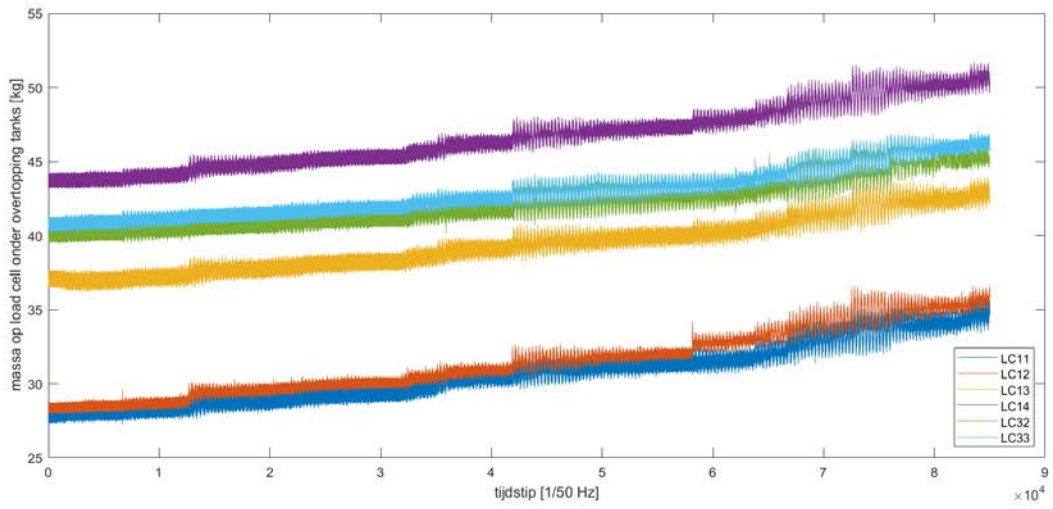
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE006



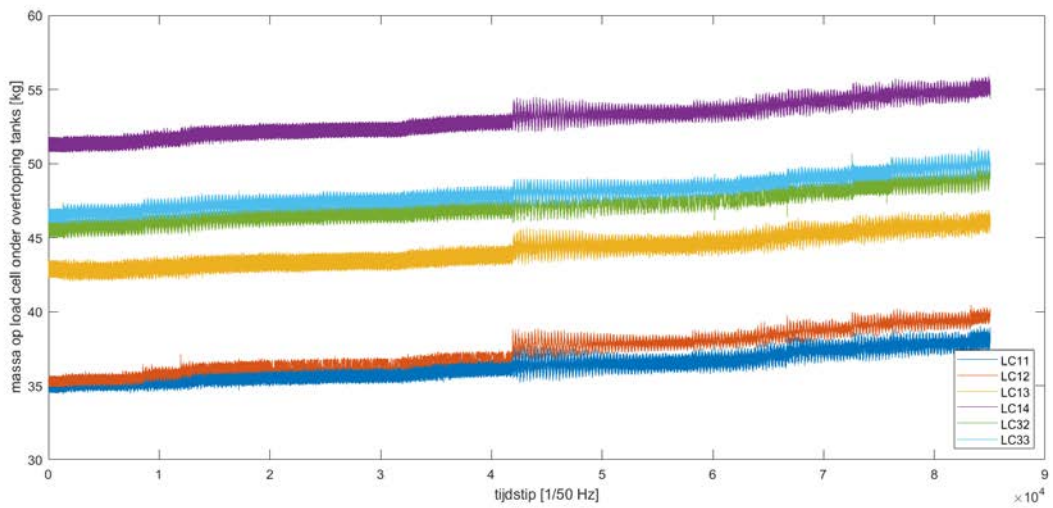
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE007



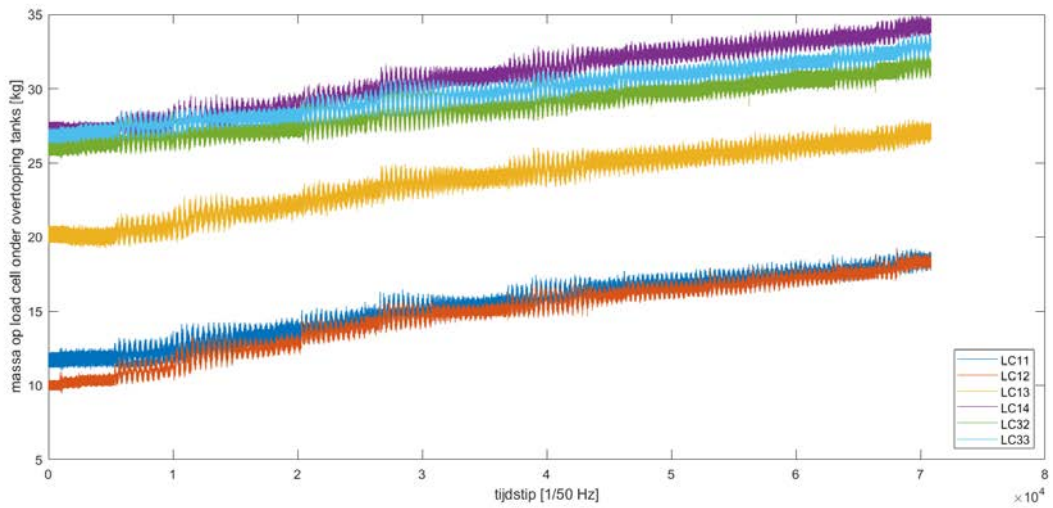
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE008



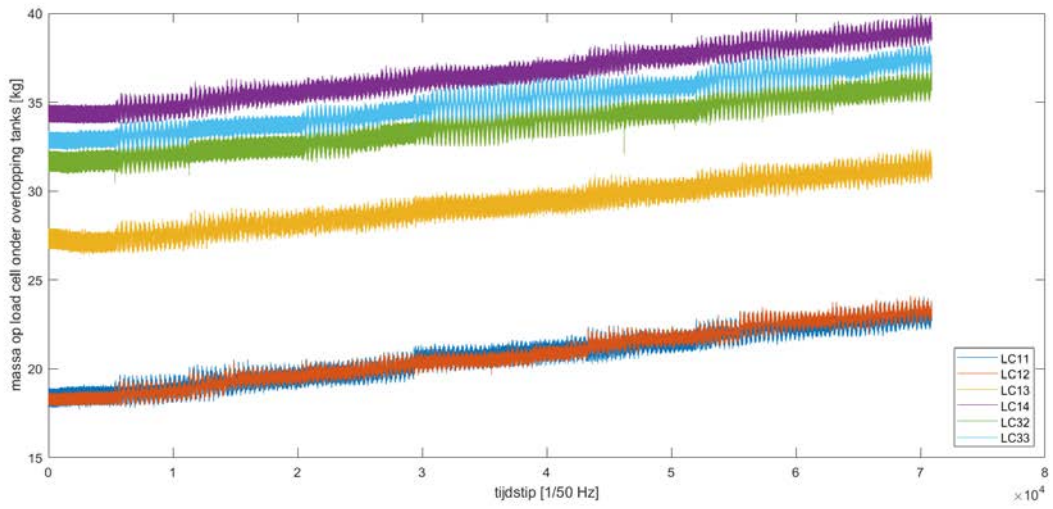
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE009



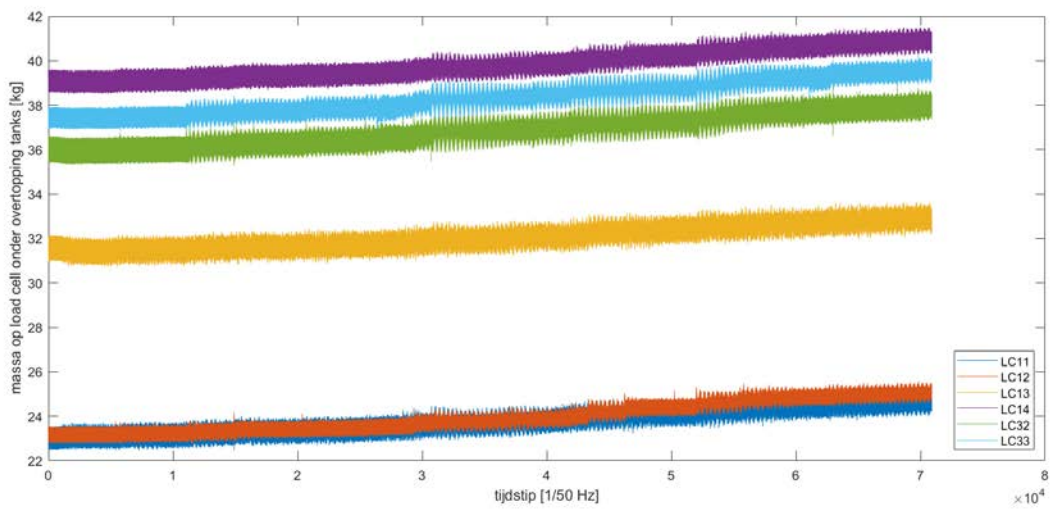
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE010



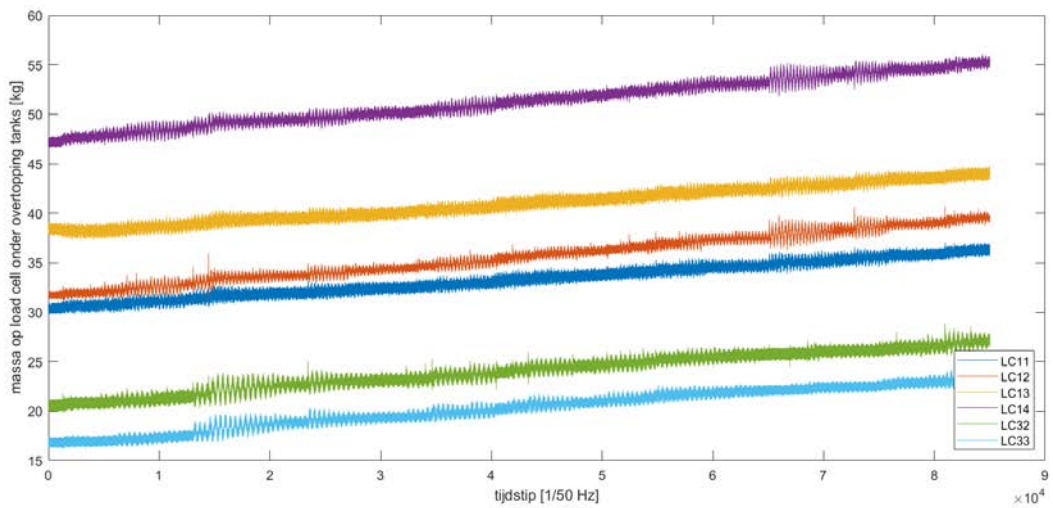
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE011



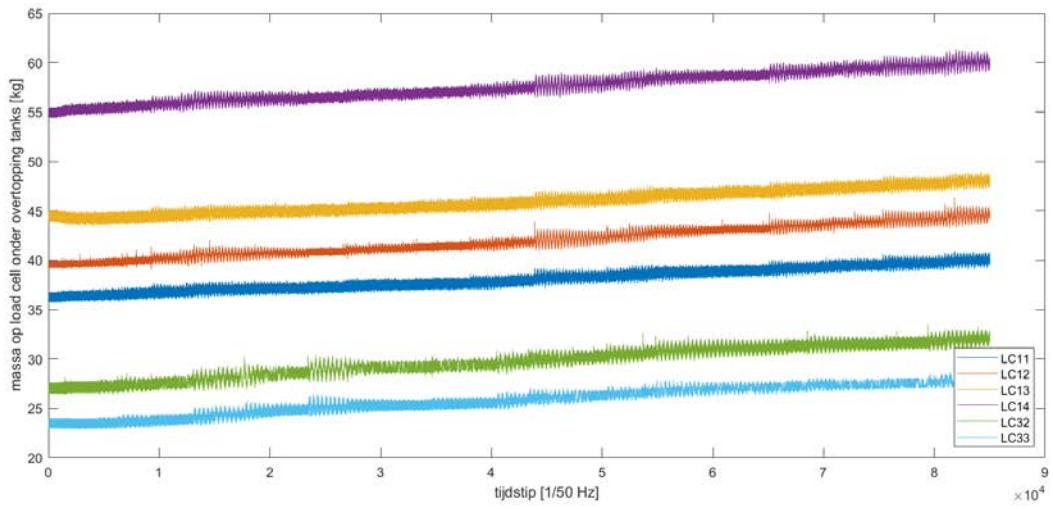
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE012



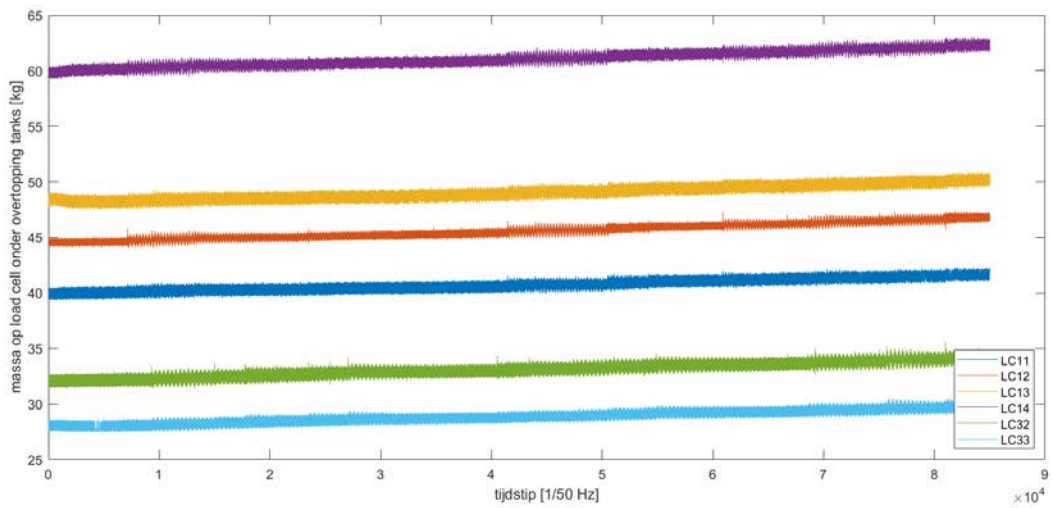
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE013



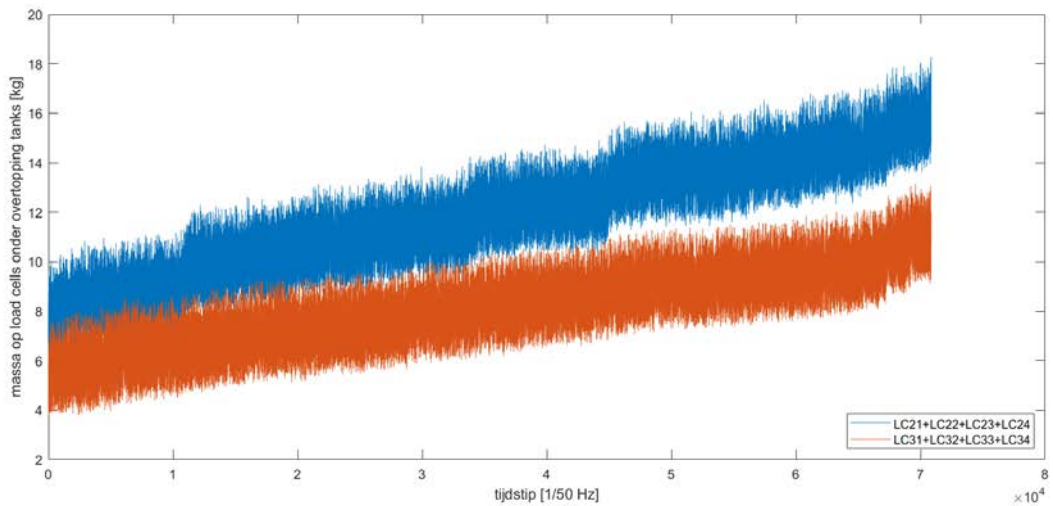
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE014



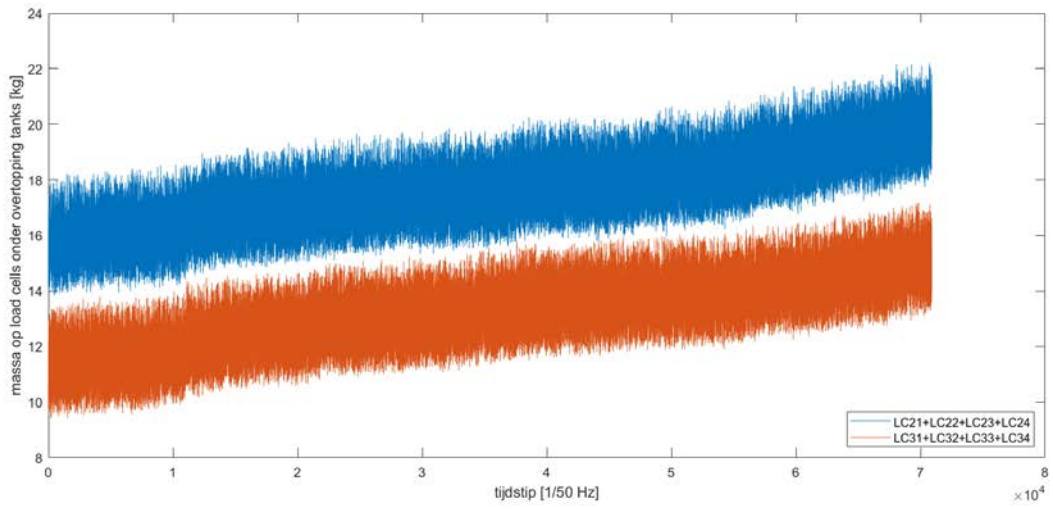
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE015



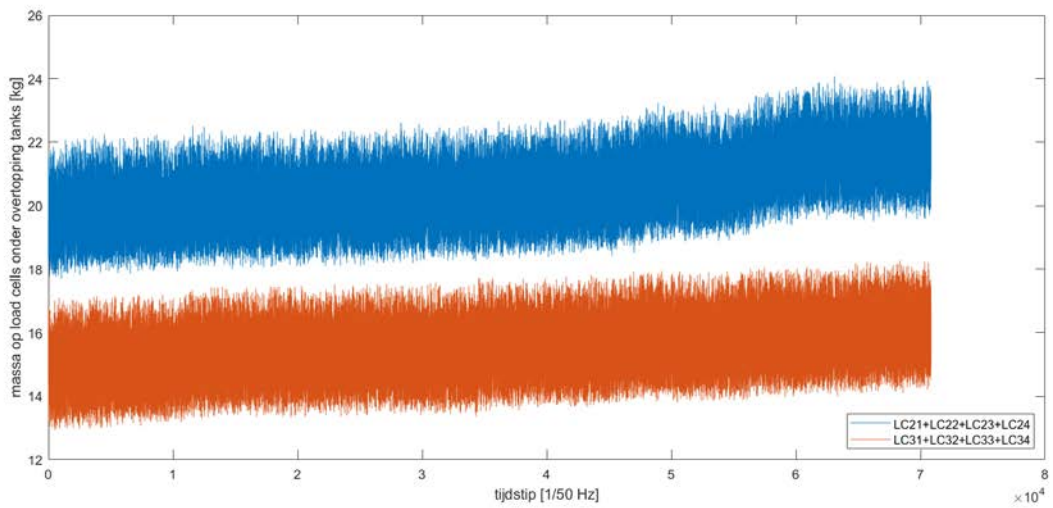
Figuur – opgemeten overtopping door twee keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE016



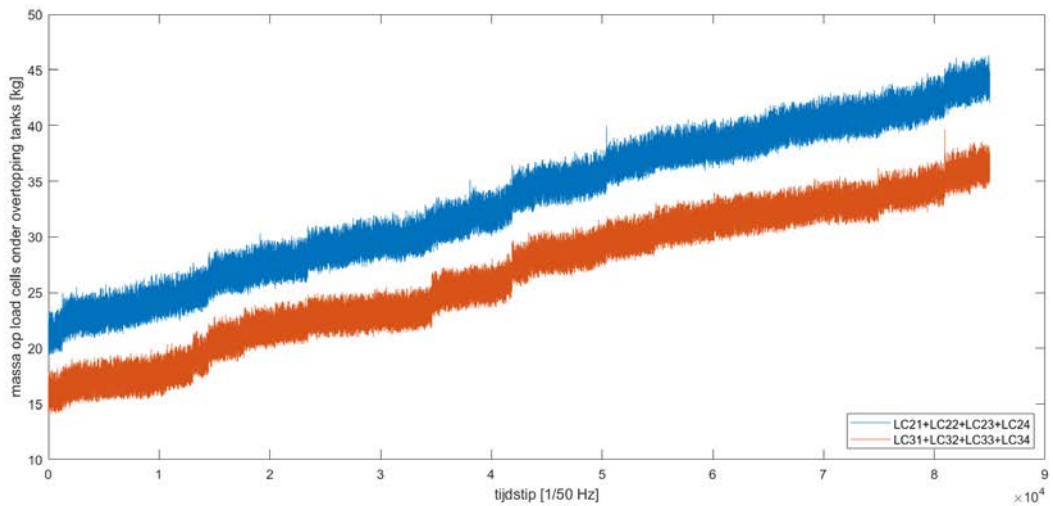
Figuur – opgemeten overtopping door twee keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE017



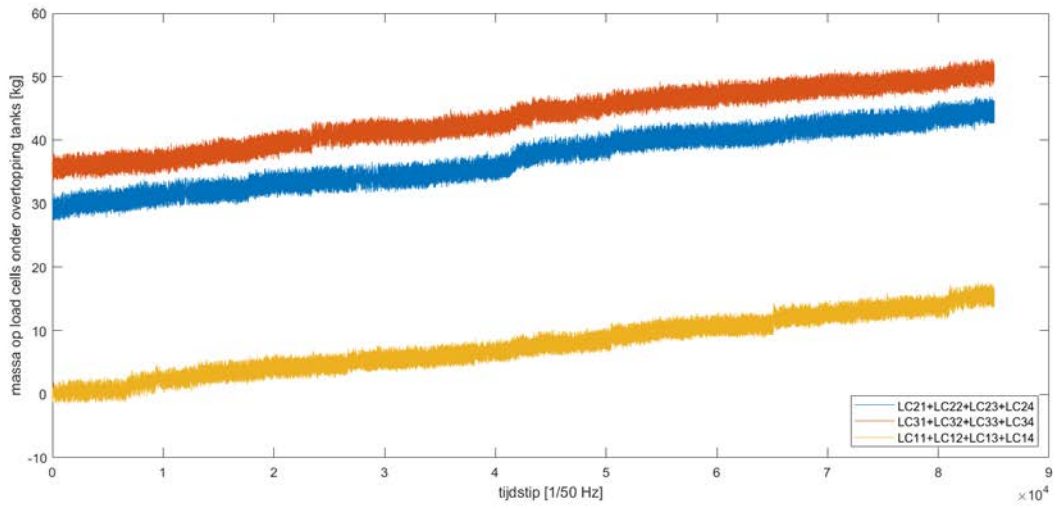
Figuur – opgemeten overtopping door twee keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE018



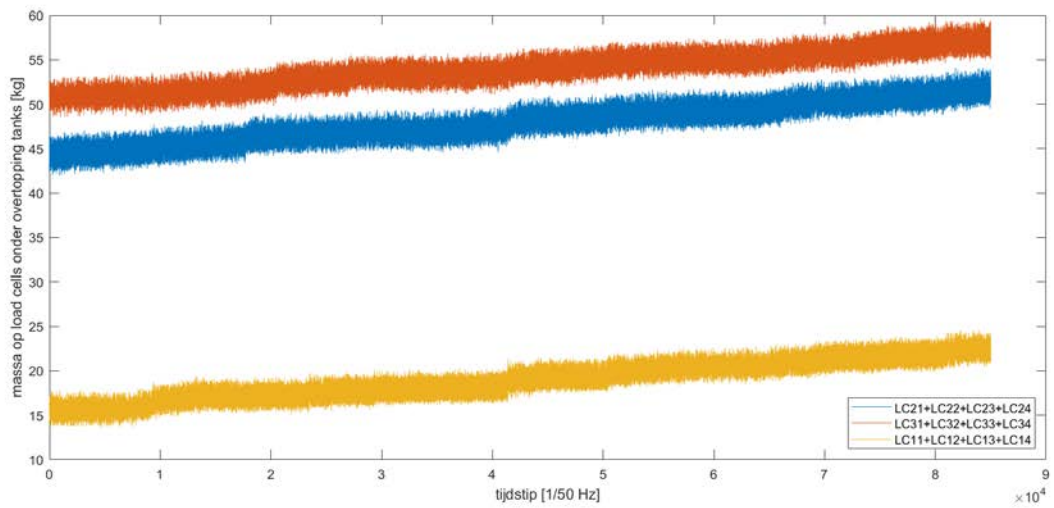
Figuur – opgemeten overtopping door twee keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE019



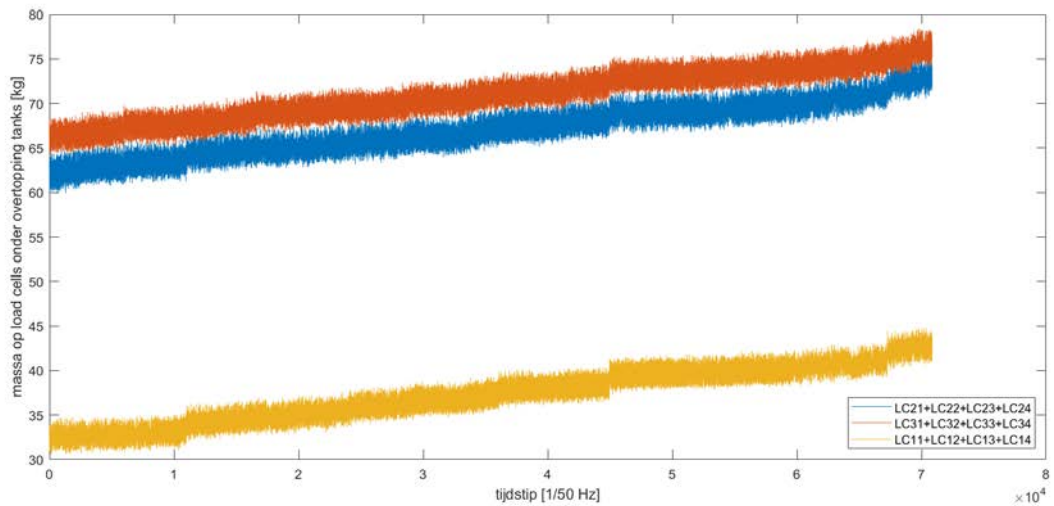
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE020



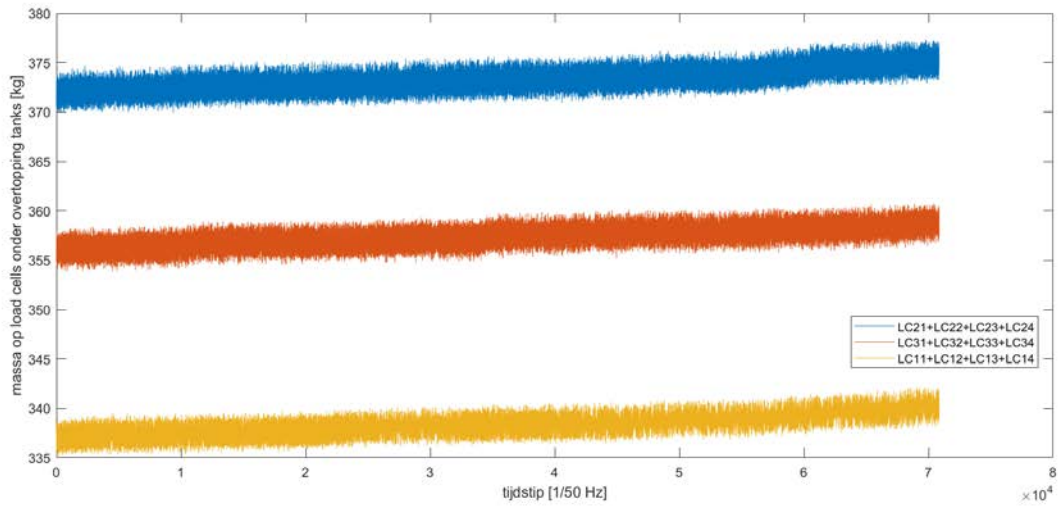
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE021



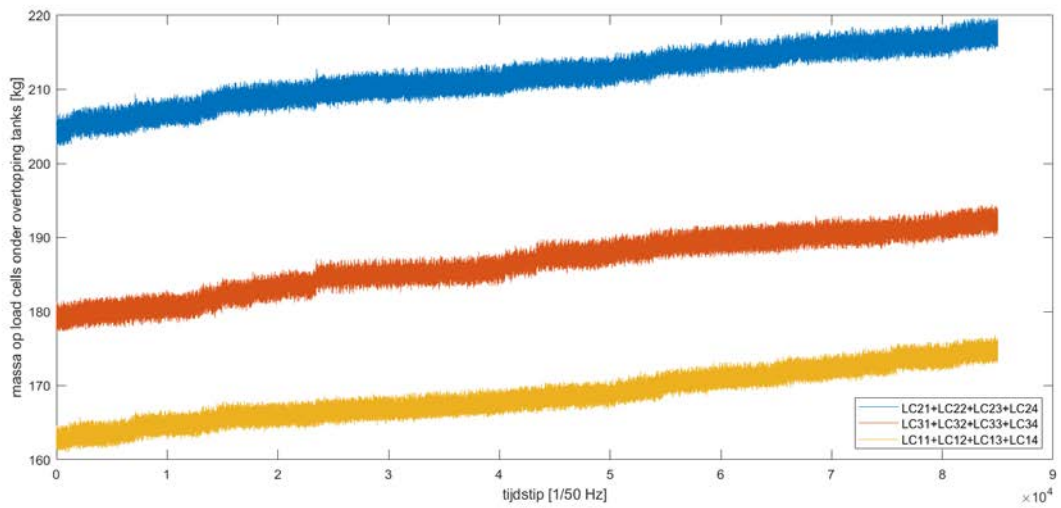
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE022



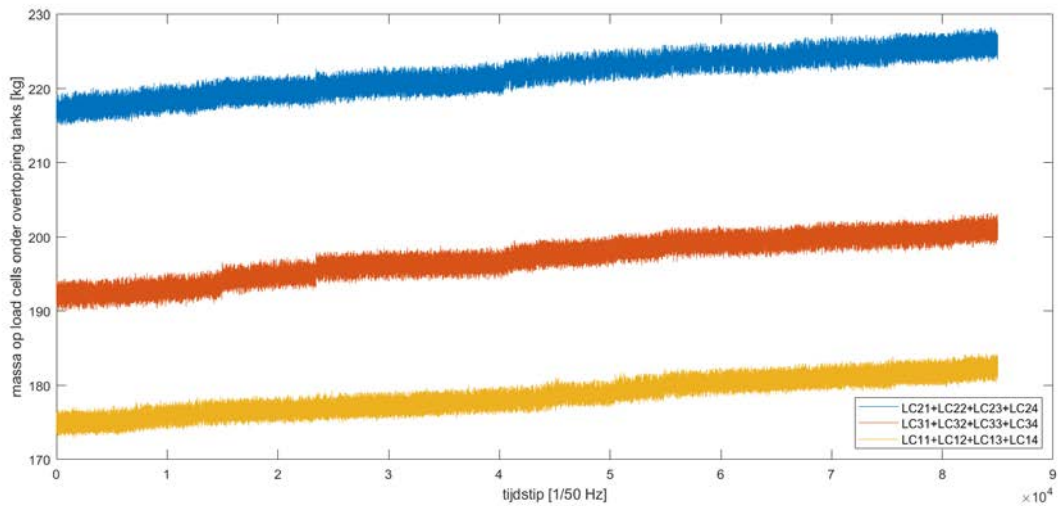
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE024



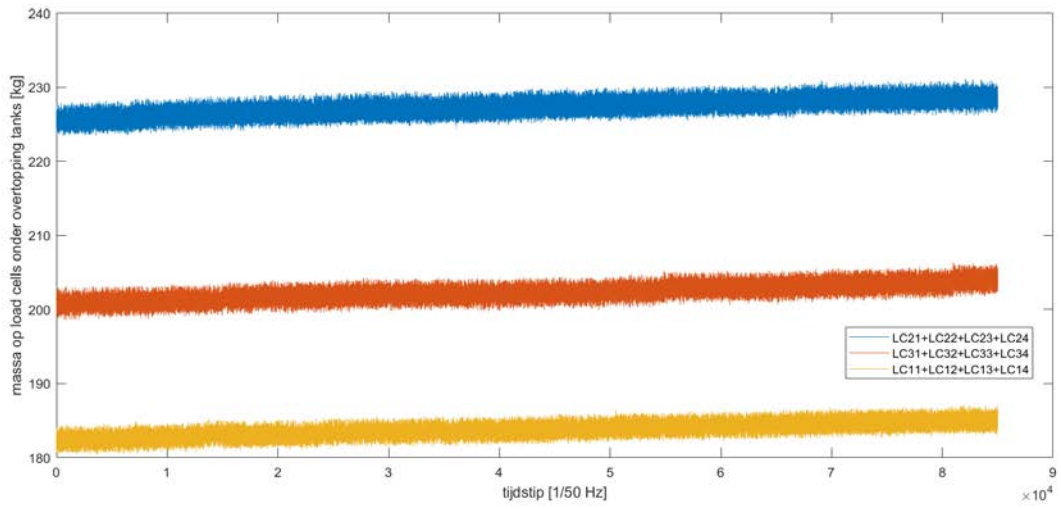
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE025



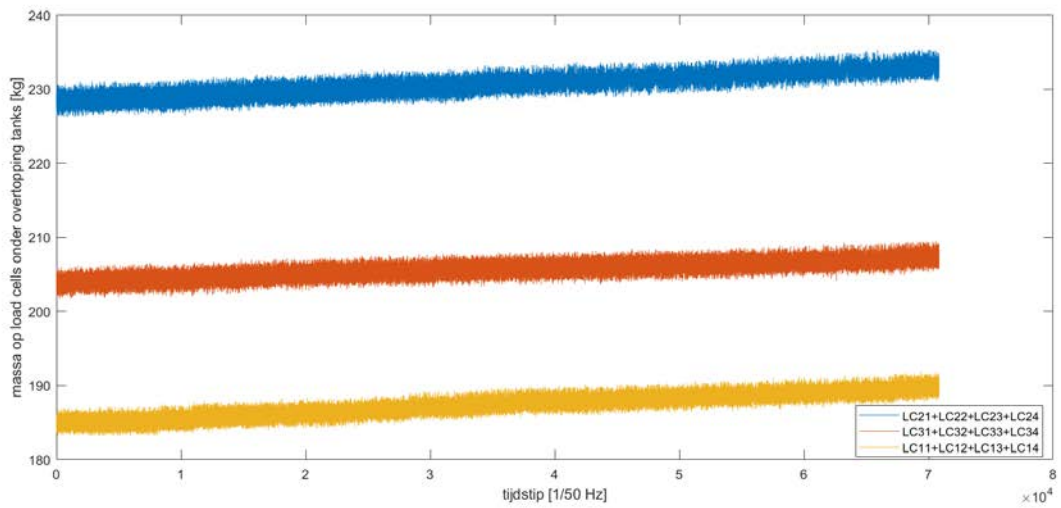
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE026



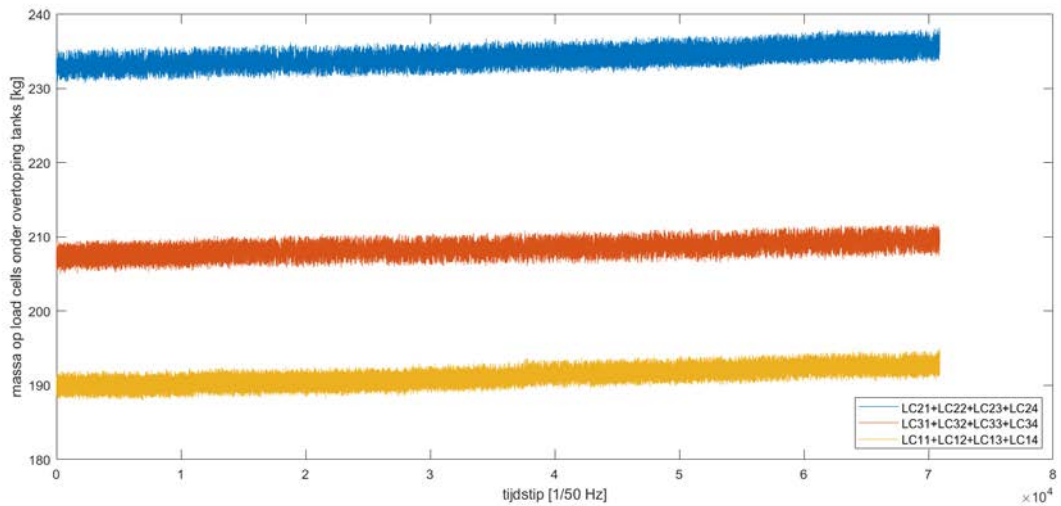
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE027



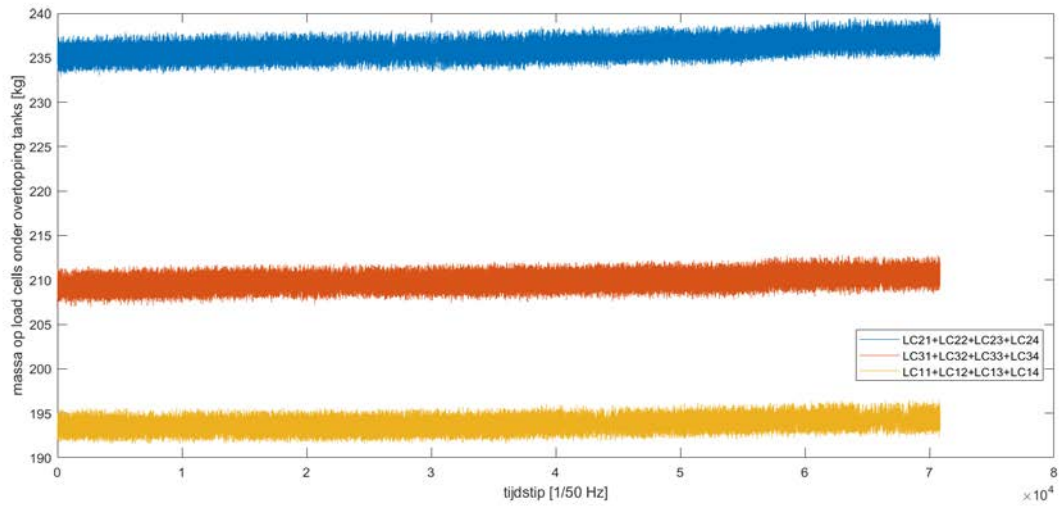
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE028



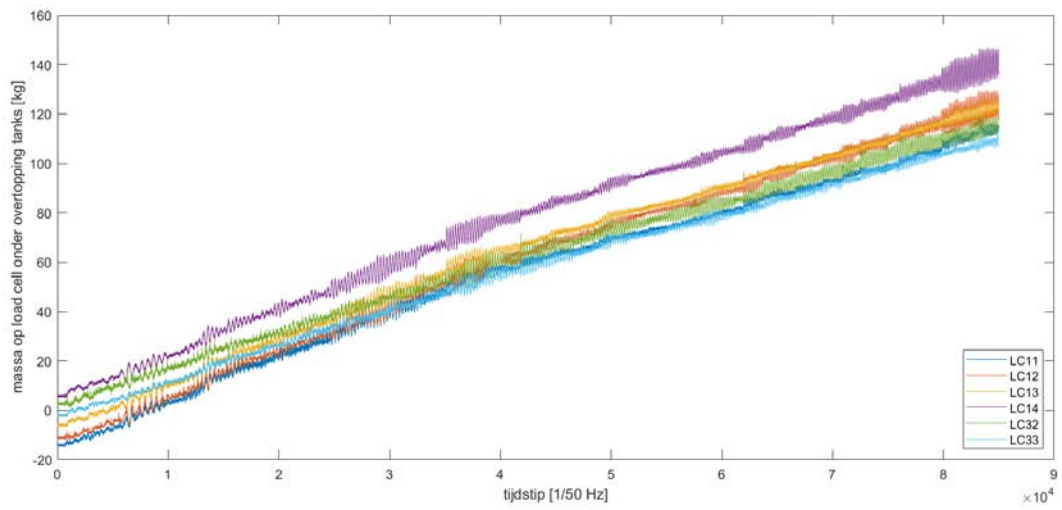
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE029



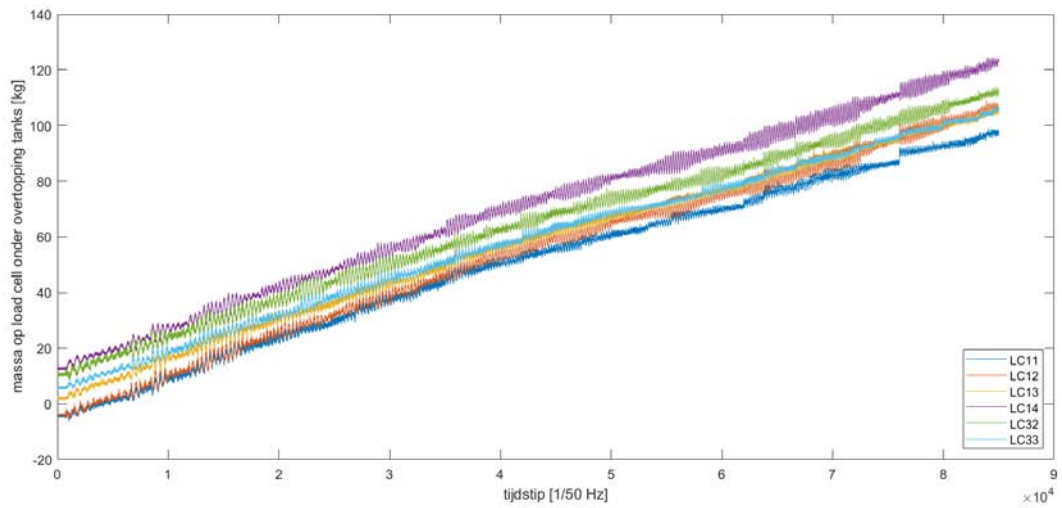
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE030



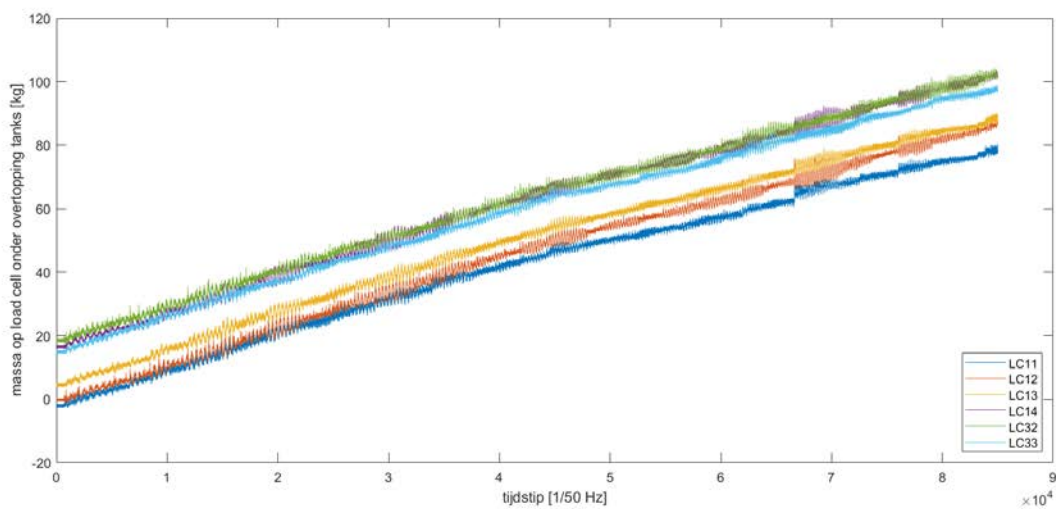
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE031



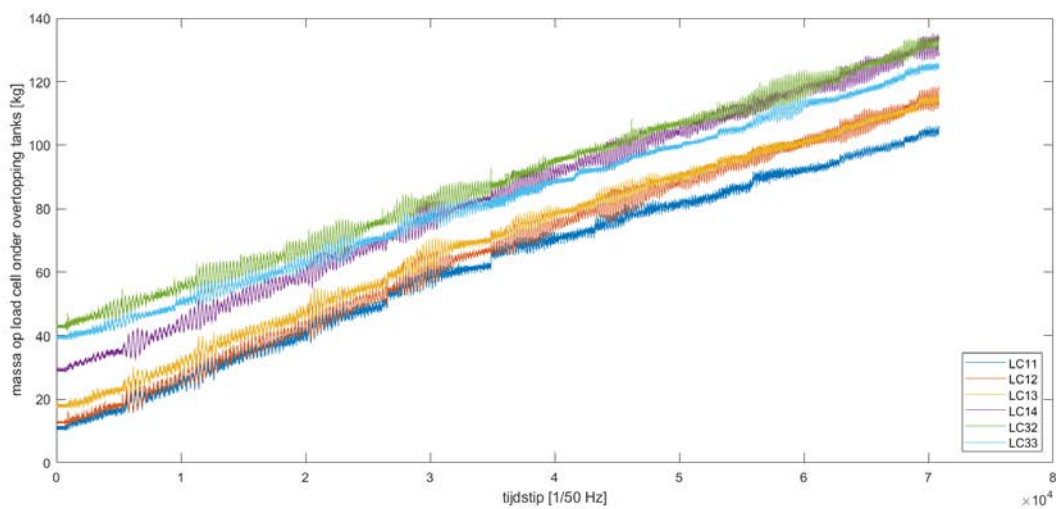
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE032



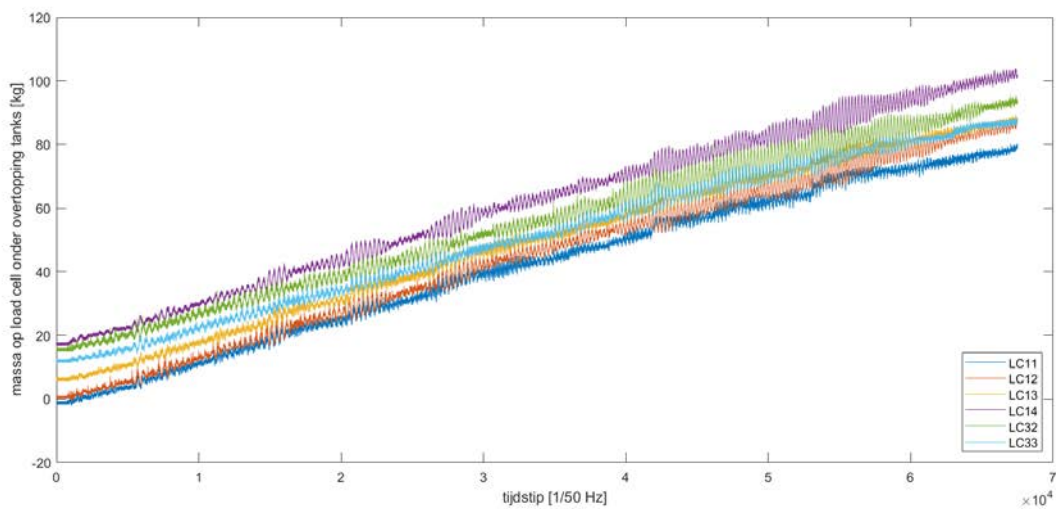
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE033



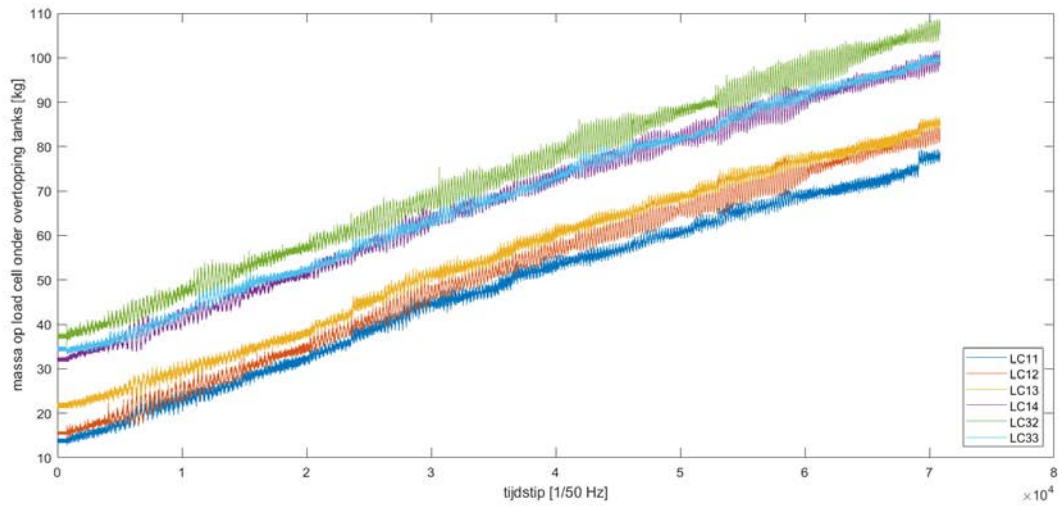
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE034



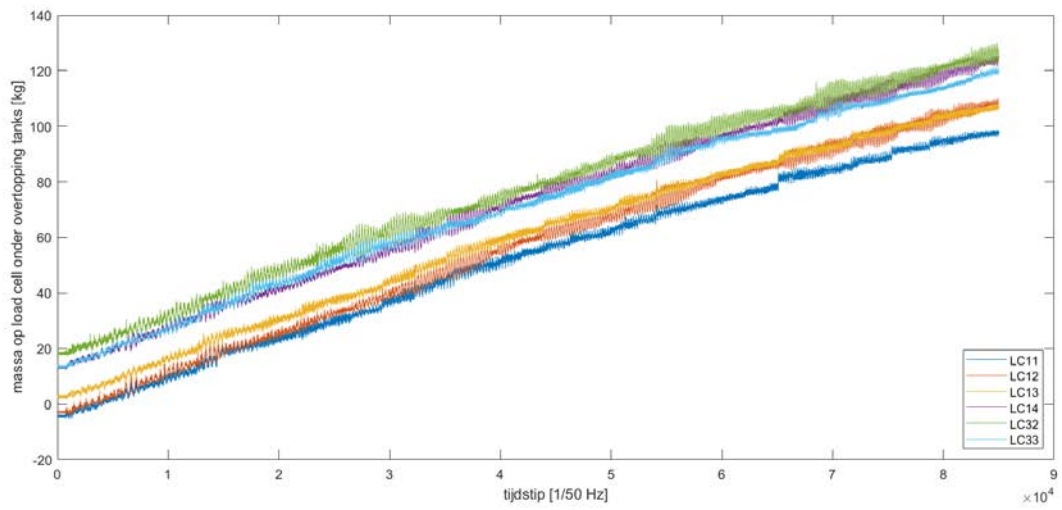
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE035



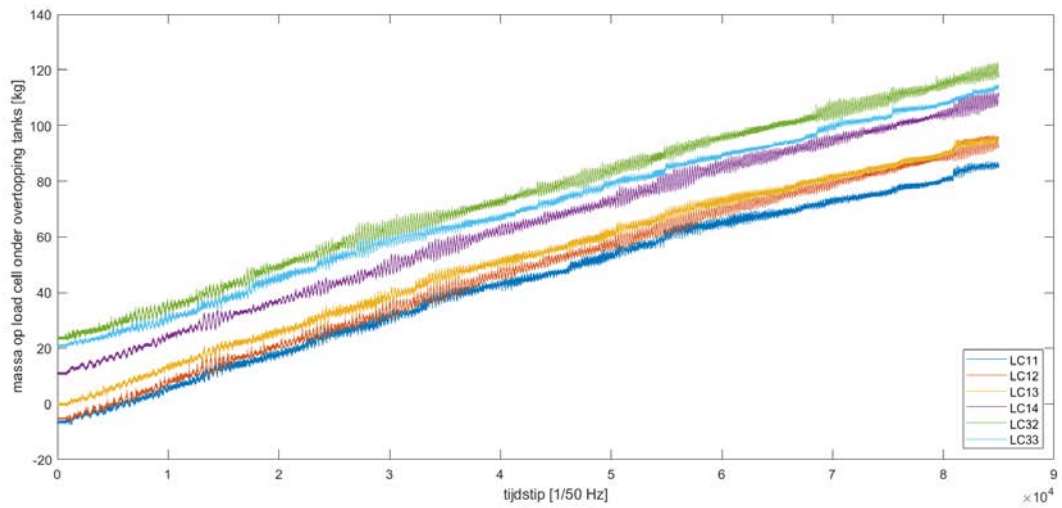
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE036



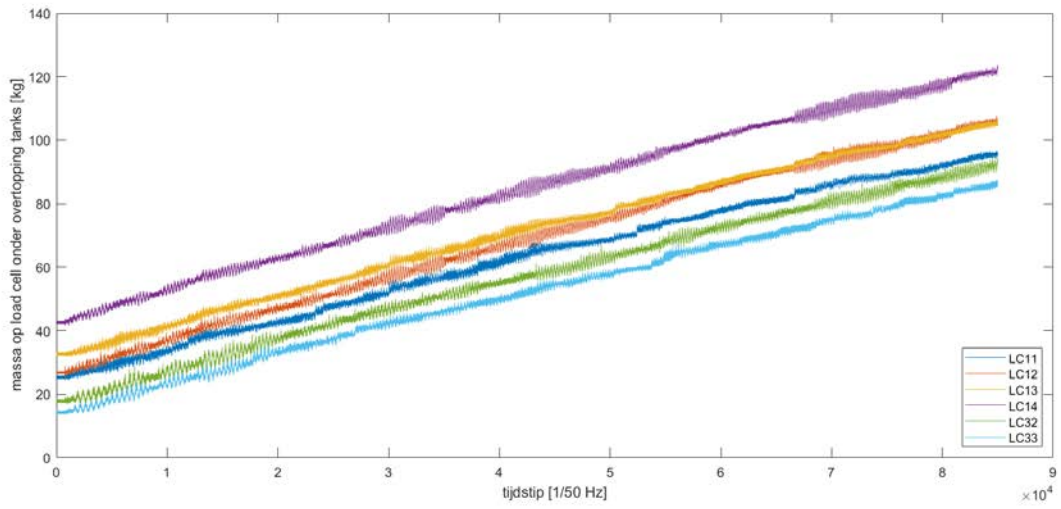
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE037



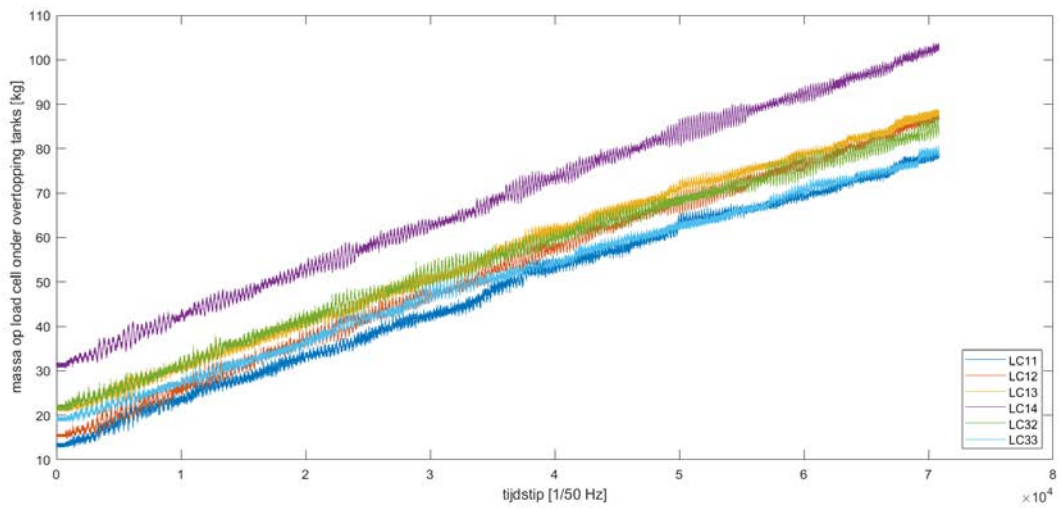
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE038



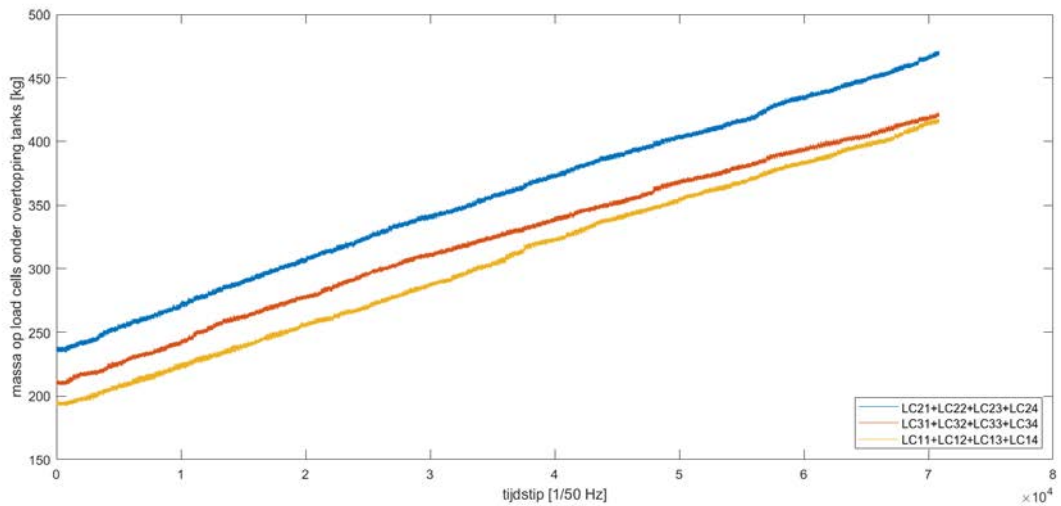
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE039



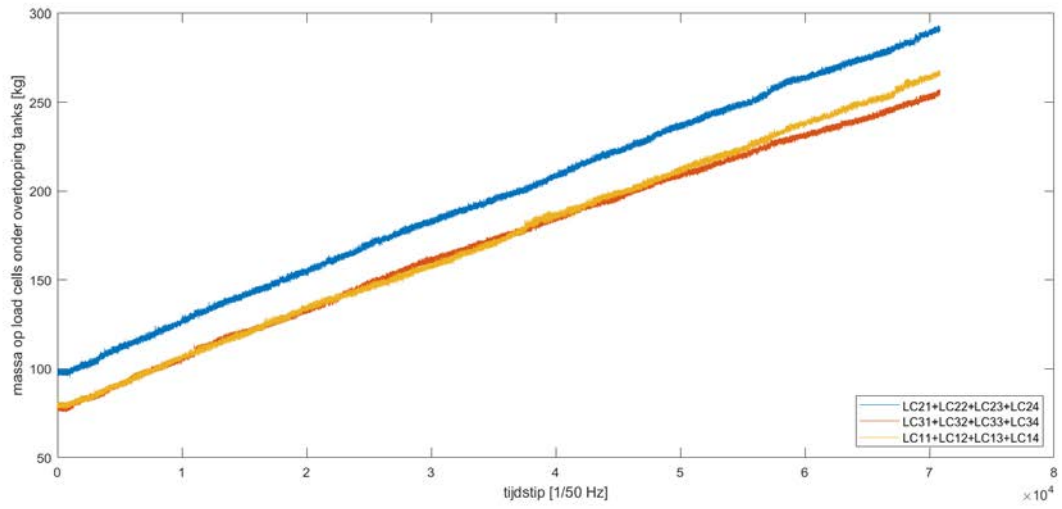
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE040



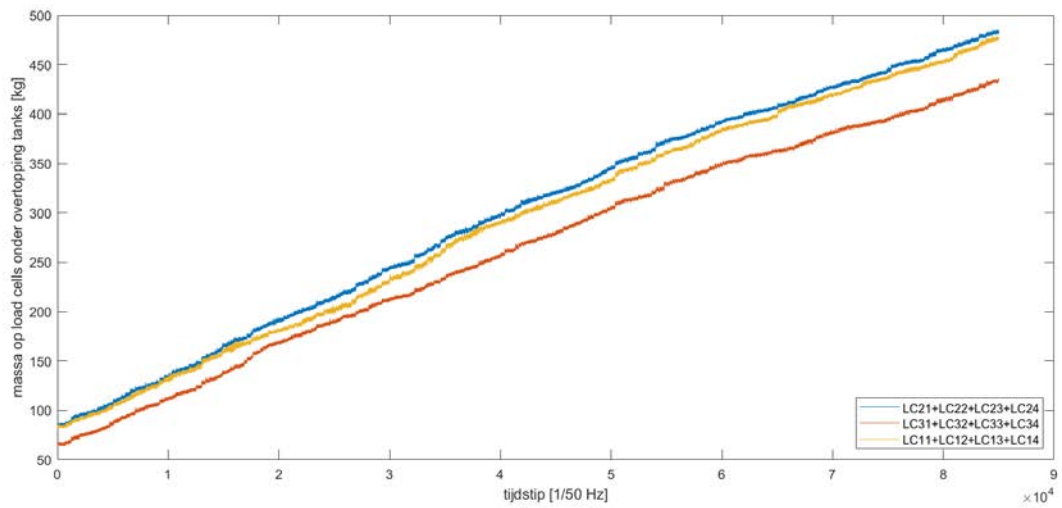
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE041



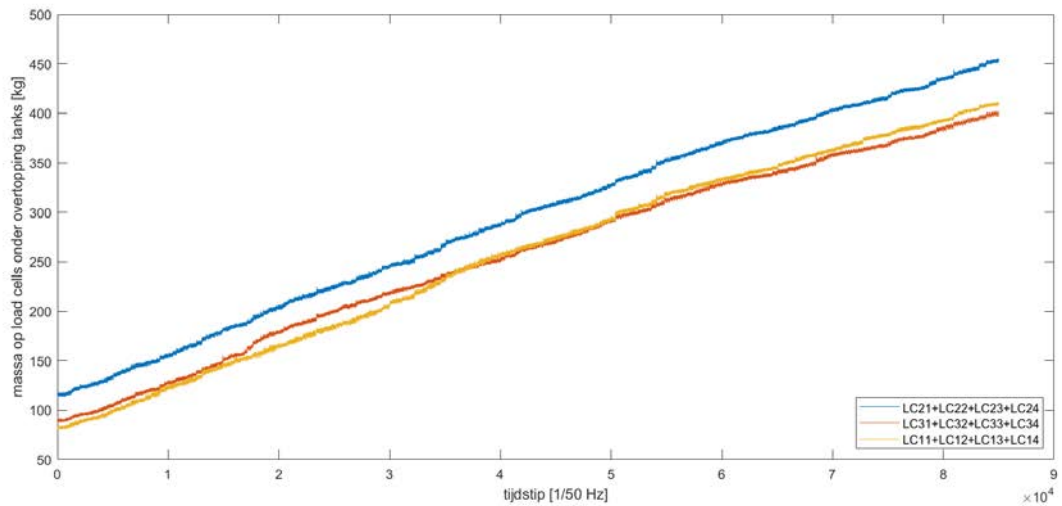
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE042



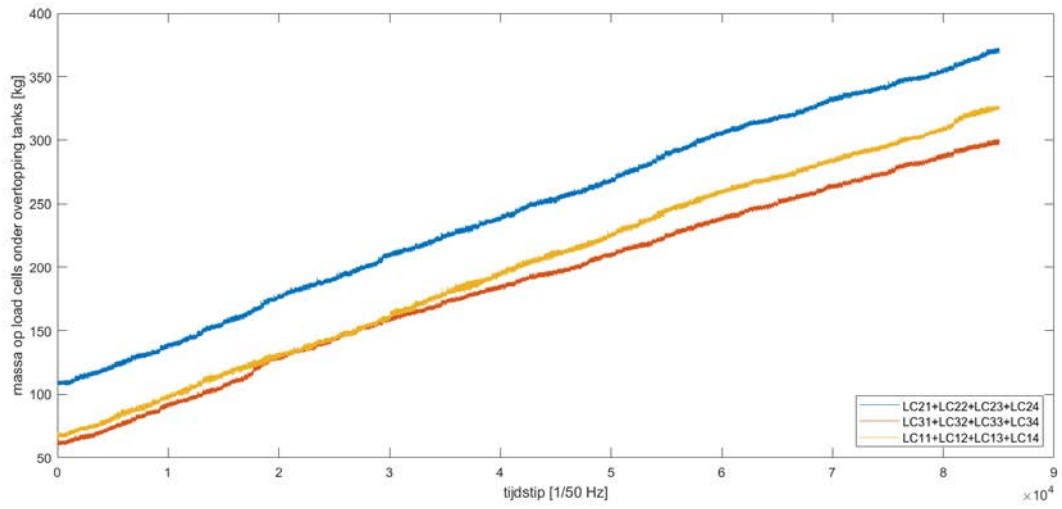
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE043



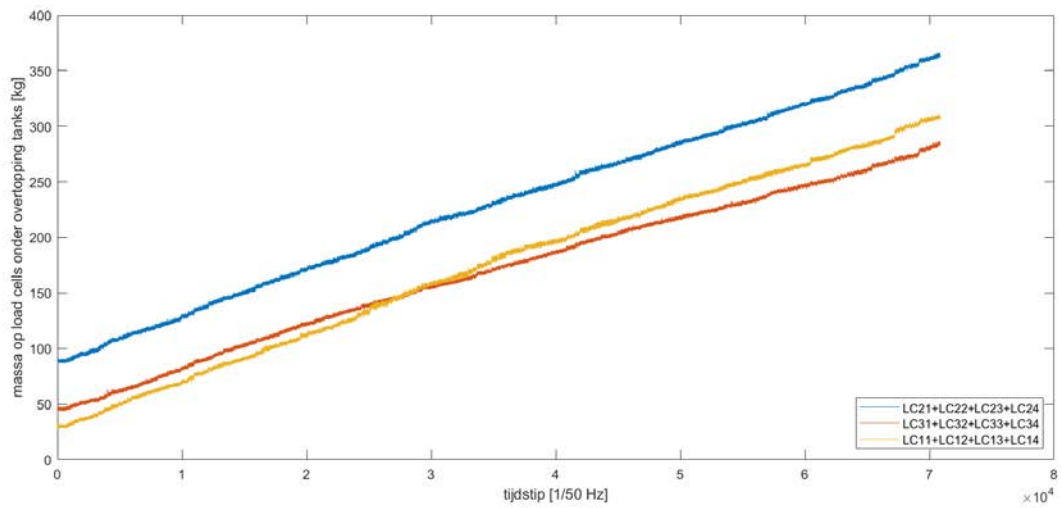
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE044



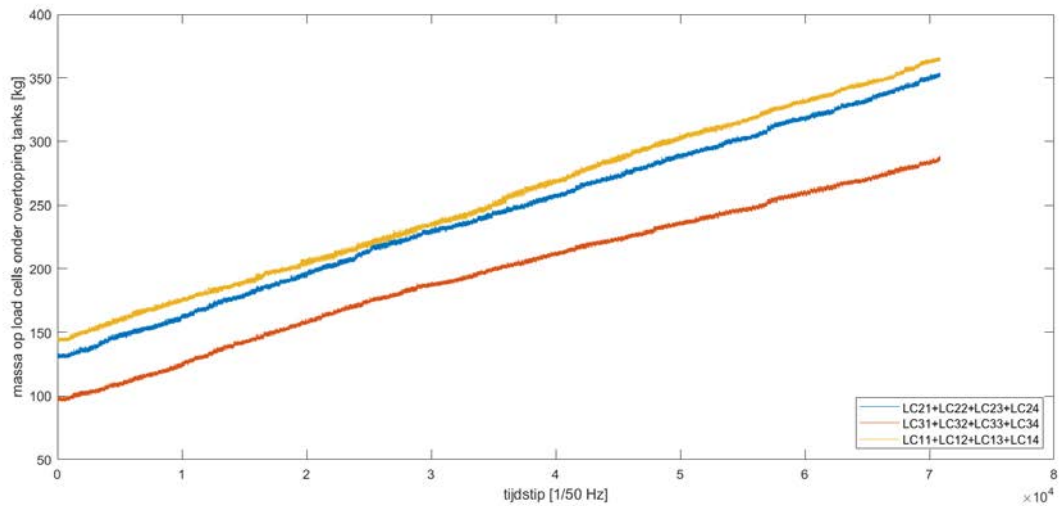
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE045



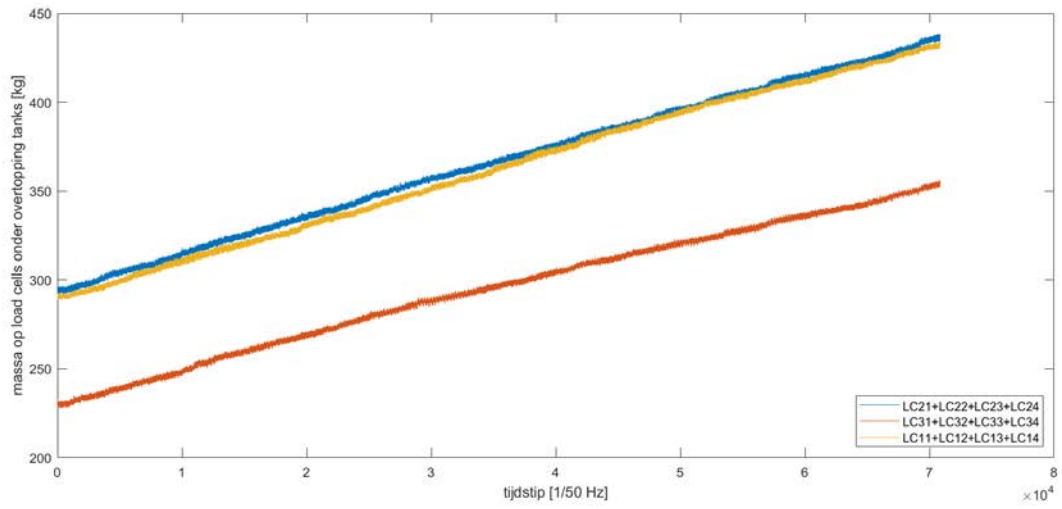
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE046



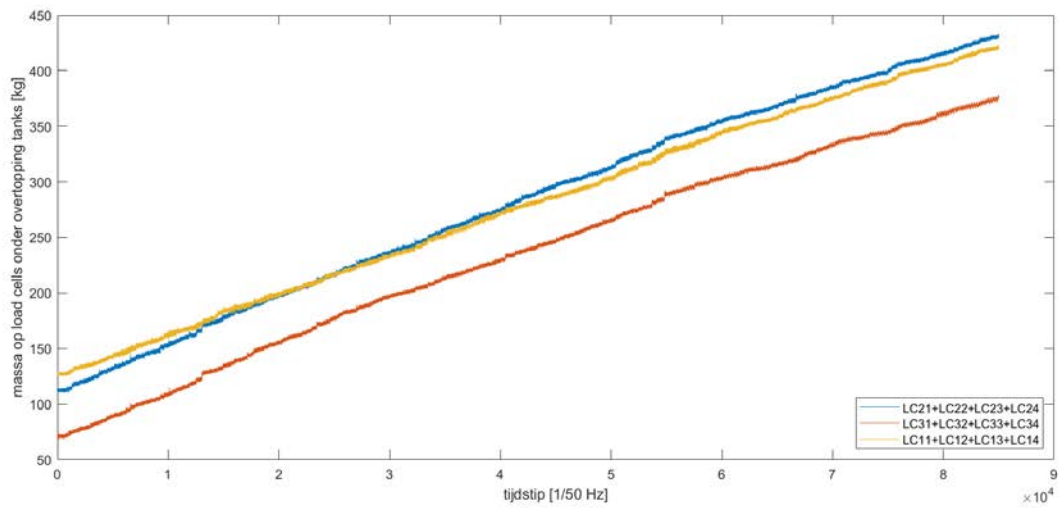
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE047



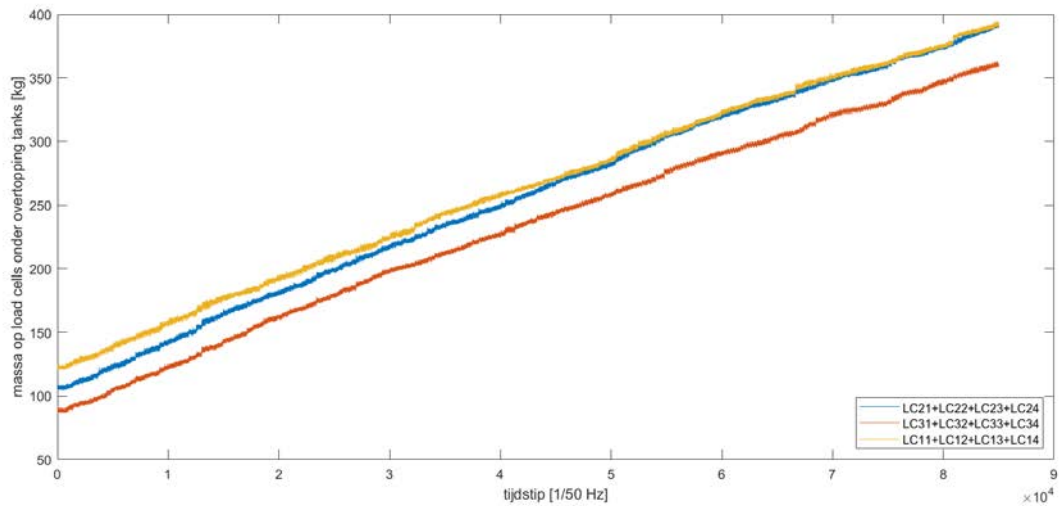
Figuur : opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE048



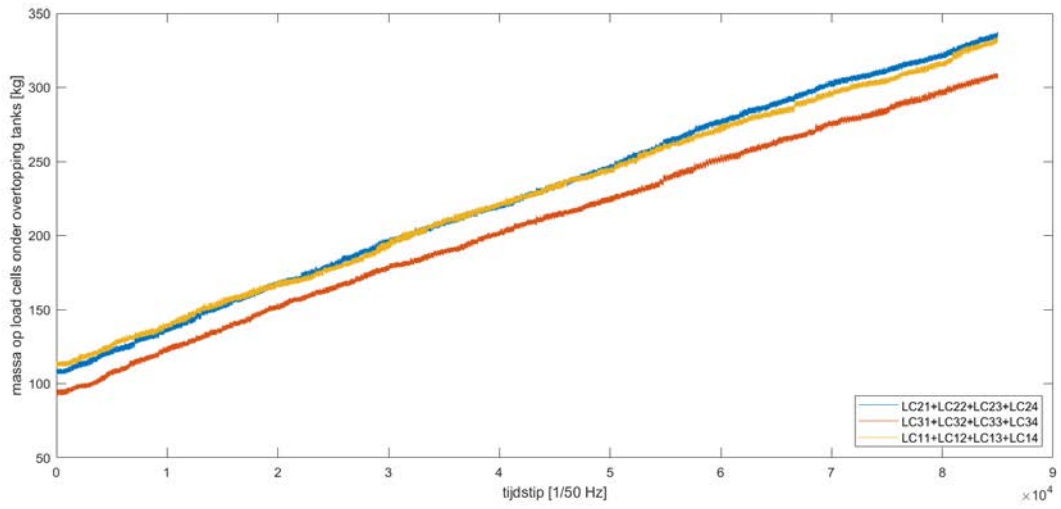
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE049



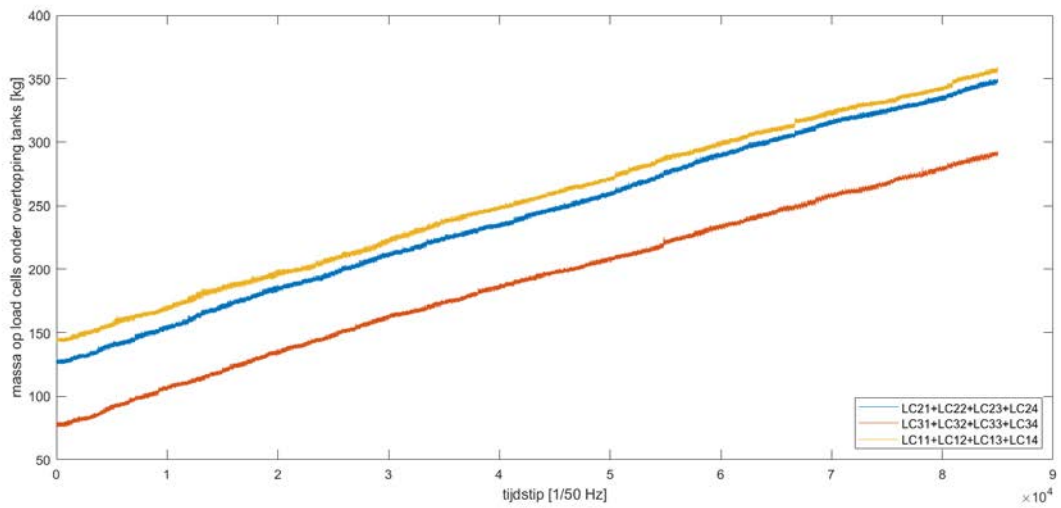
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE050



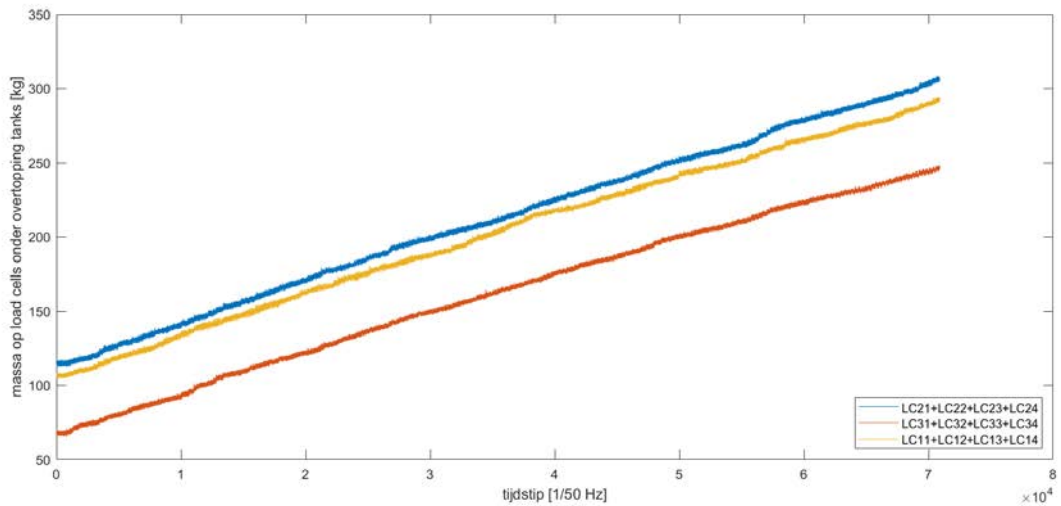
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE051



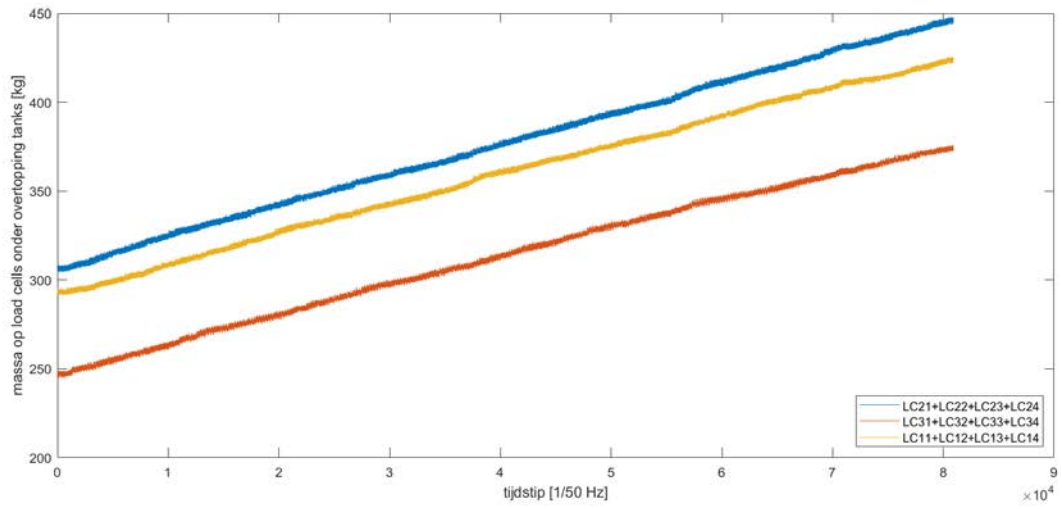
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE052



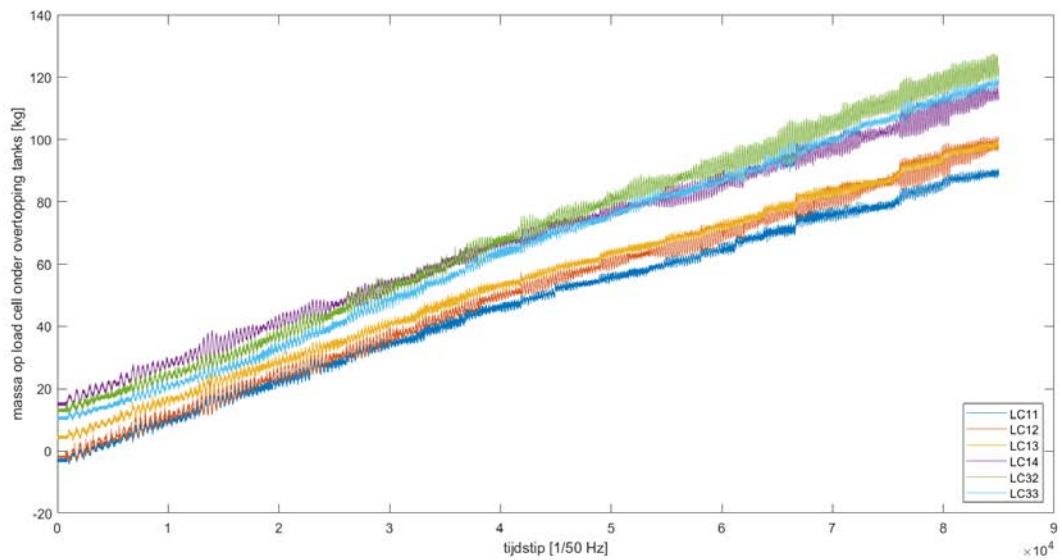
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE053



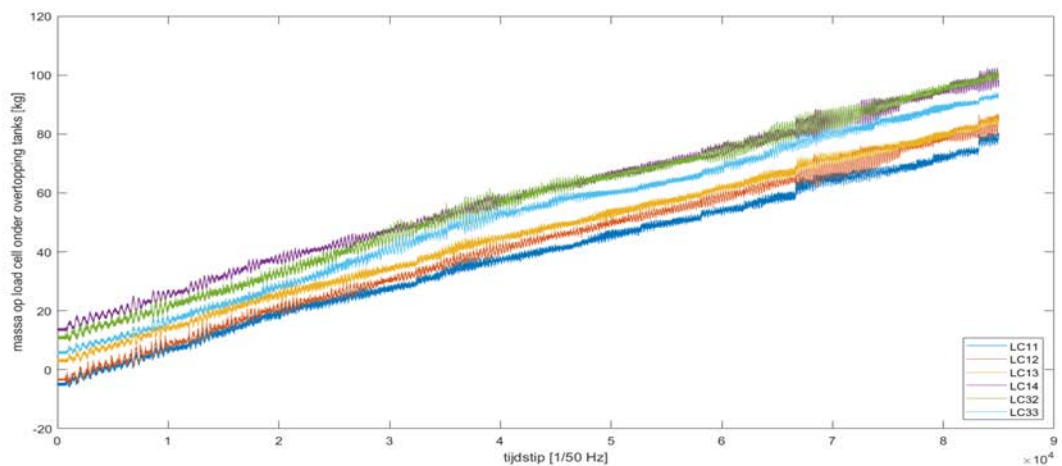
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE054



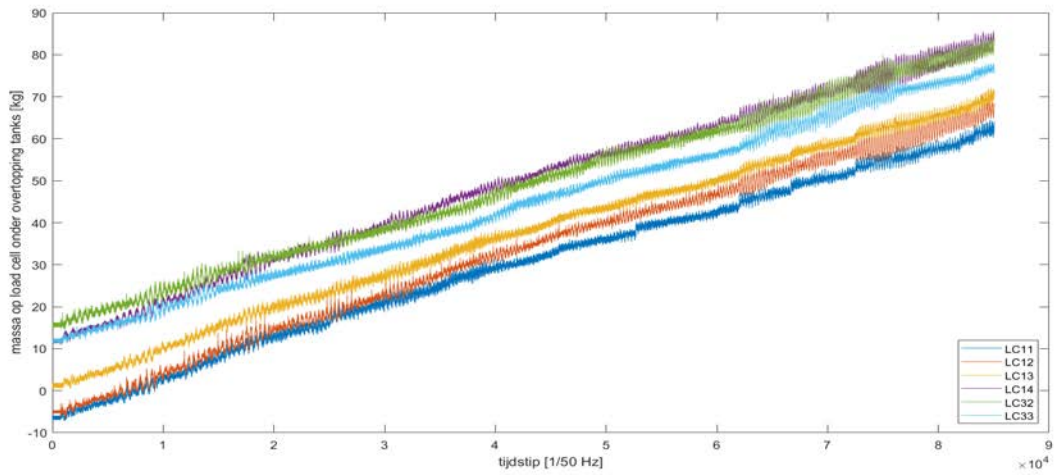
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE055



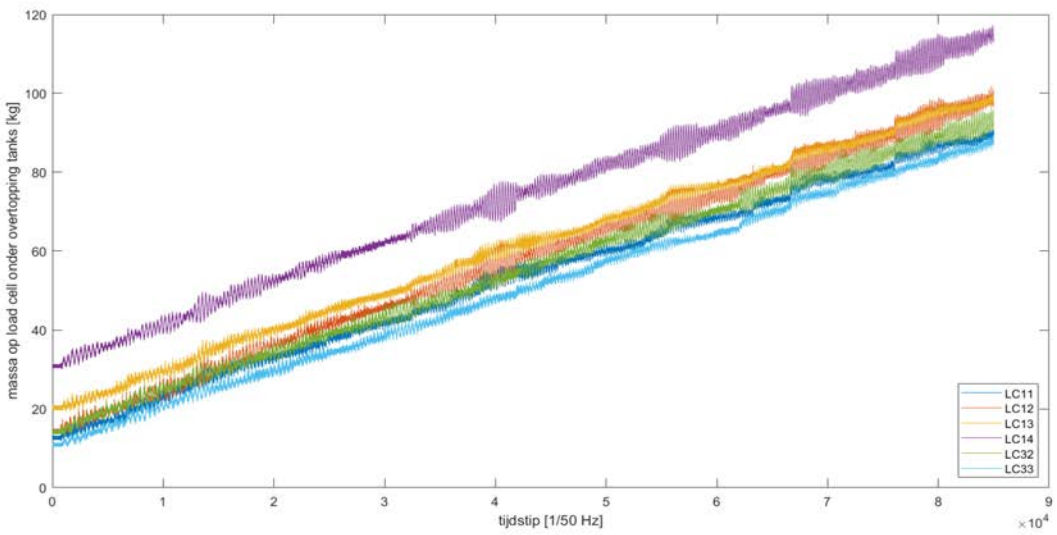
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE056



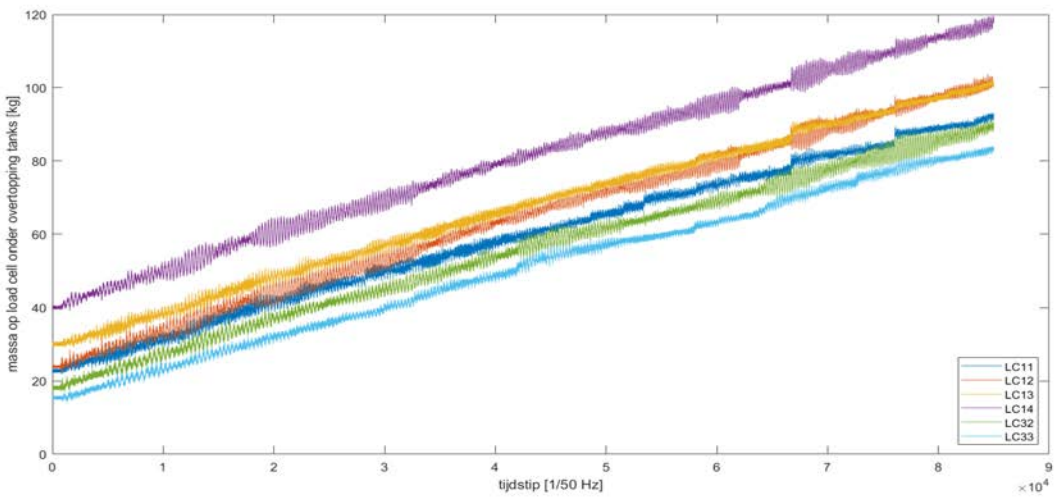
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE057



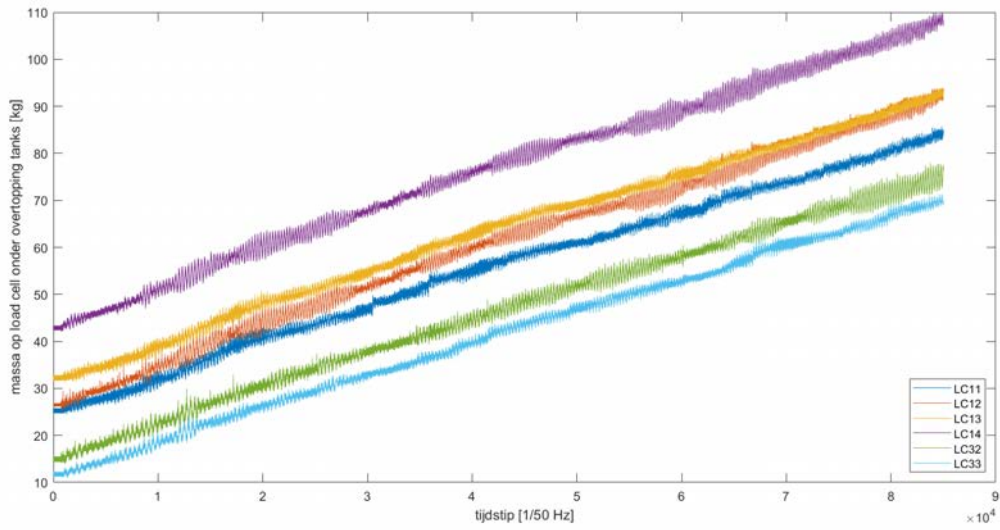
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE058



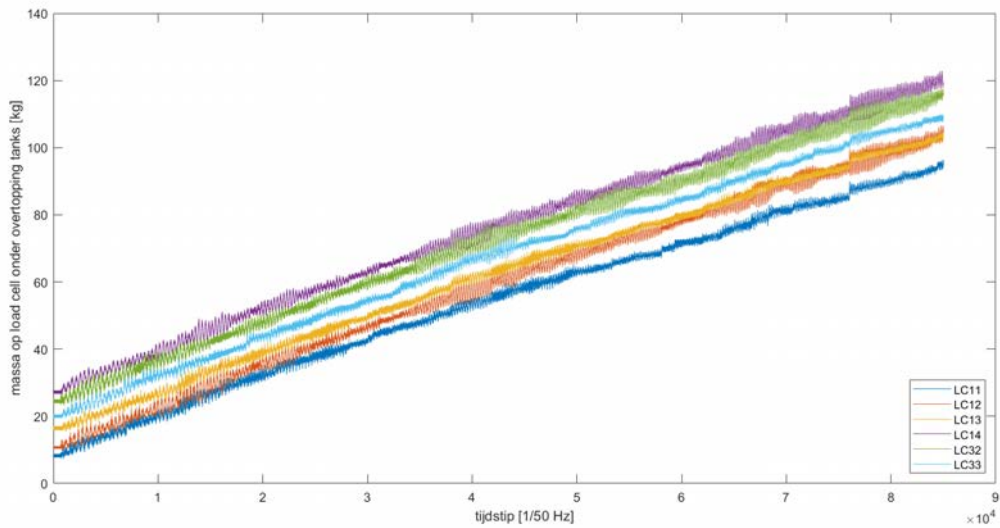
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE059



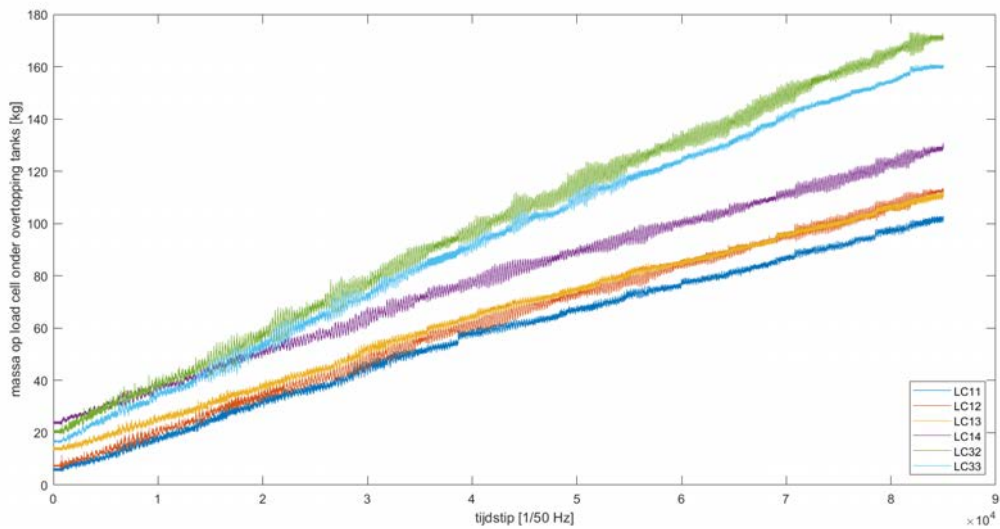
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE060



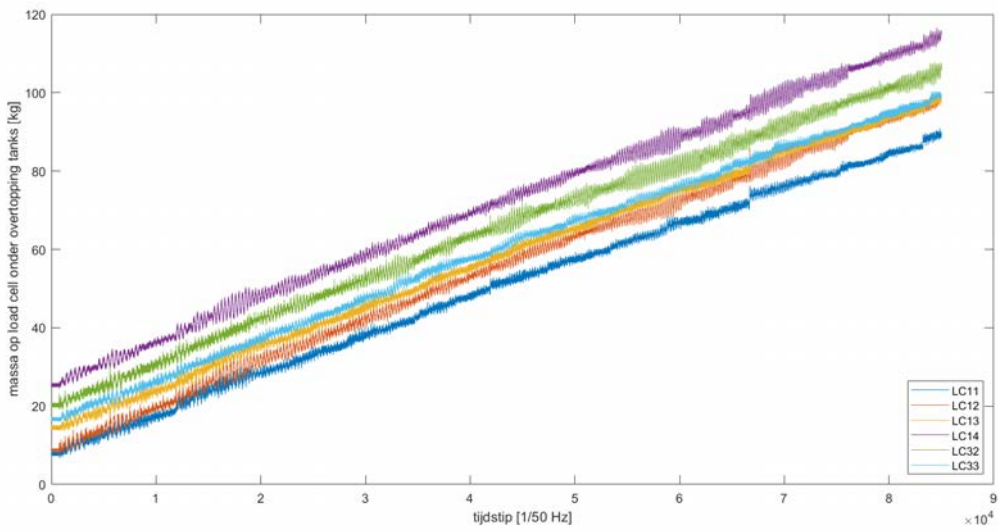
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE061b



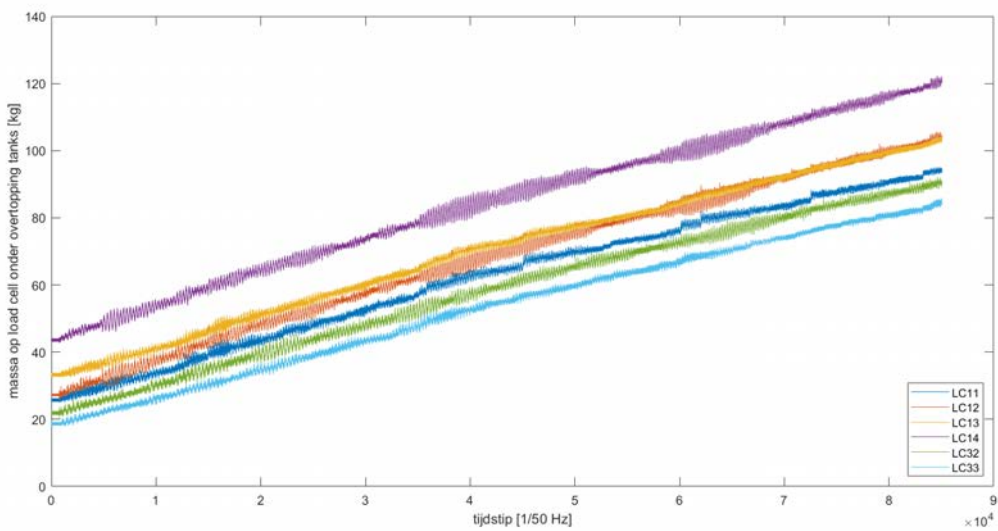
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE062



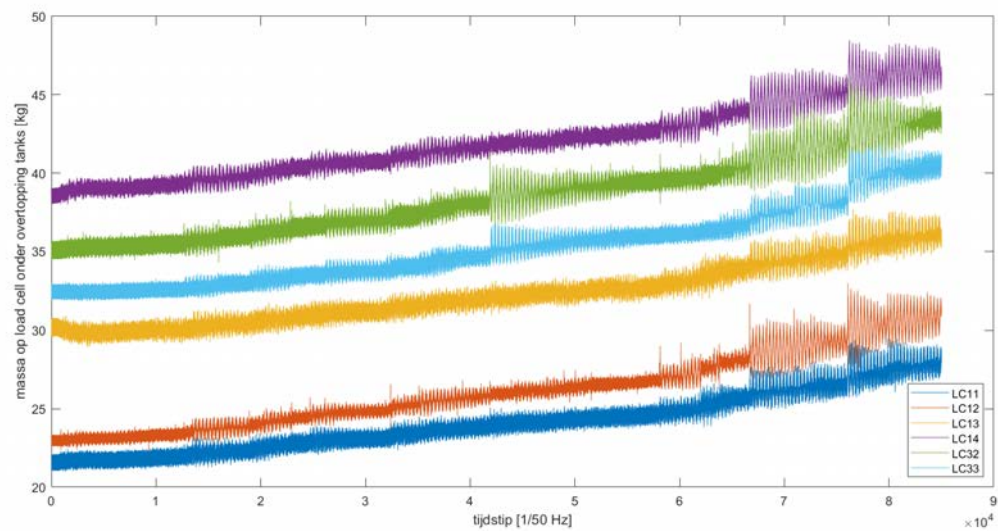
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE063



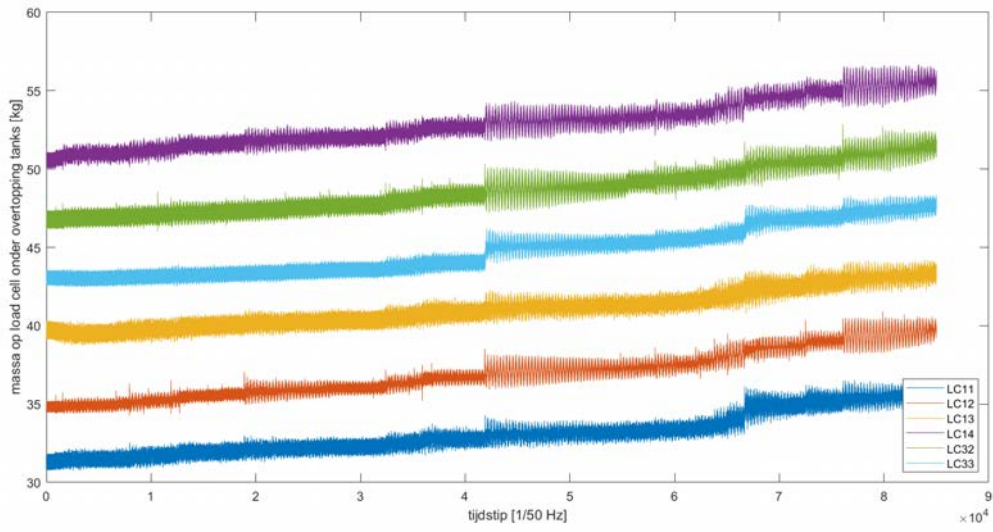
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE064



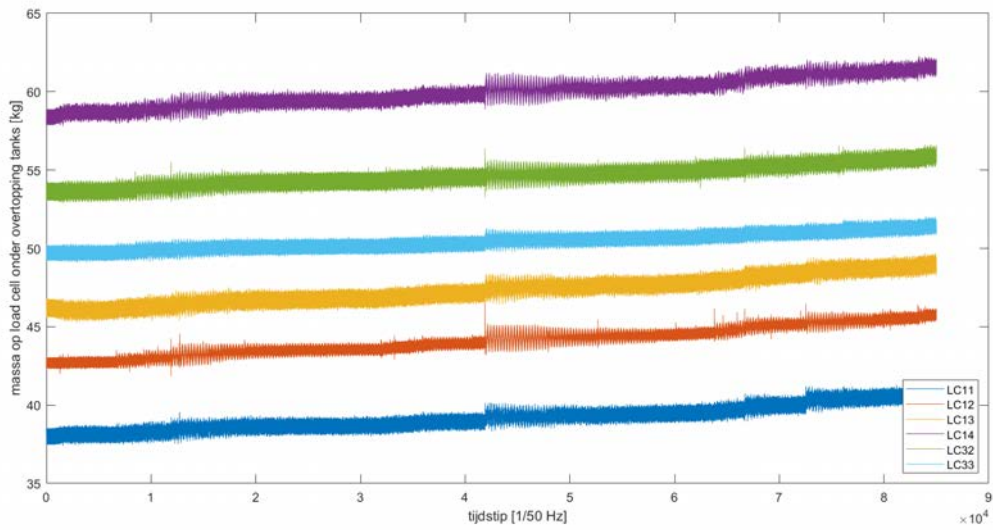
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE065



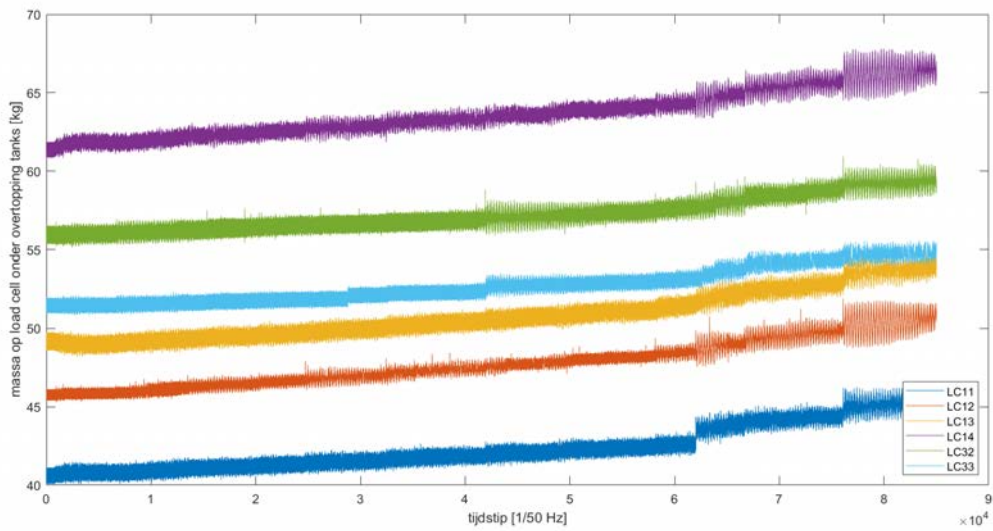
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE066



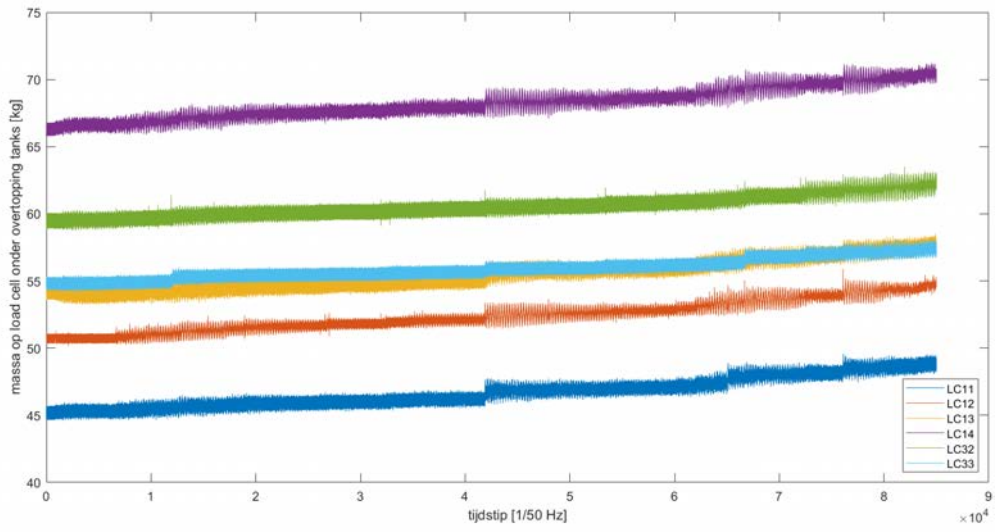
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE067



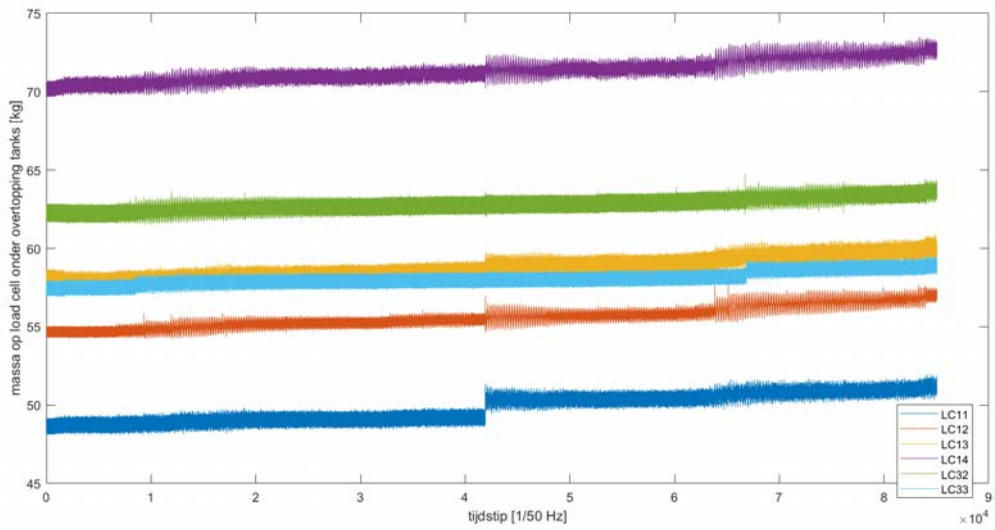
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE068



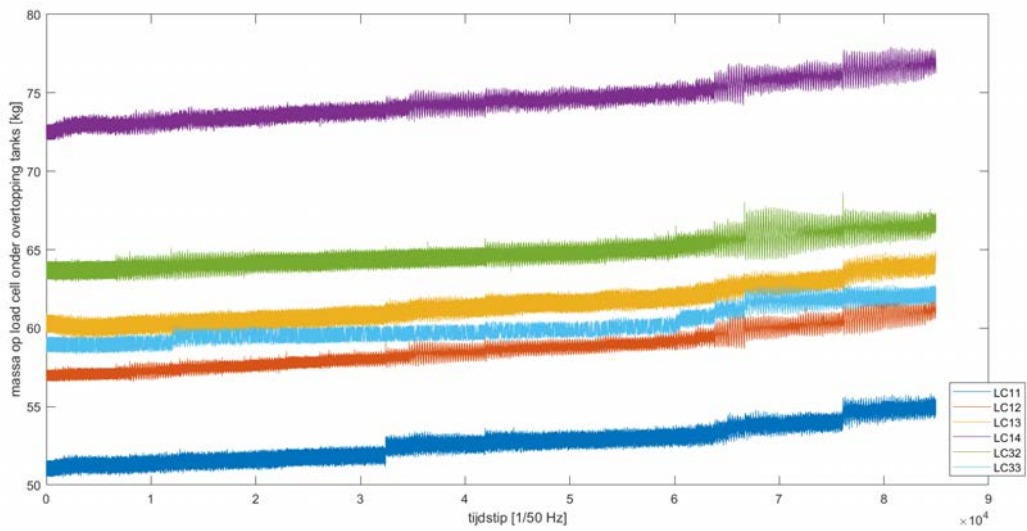
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE069



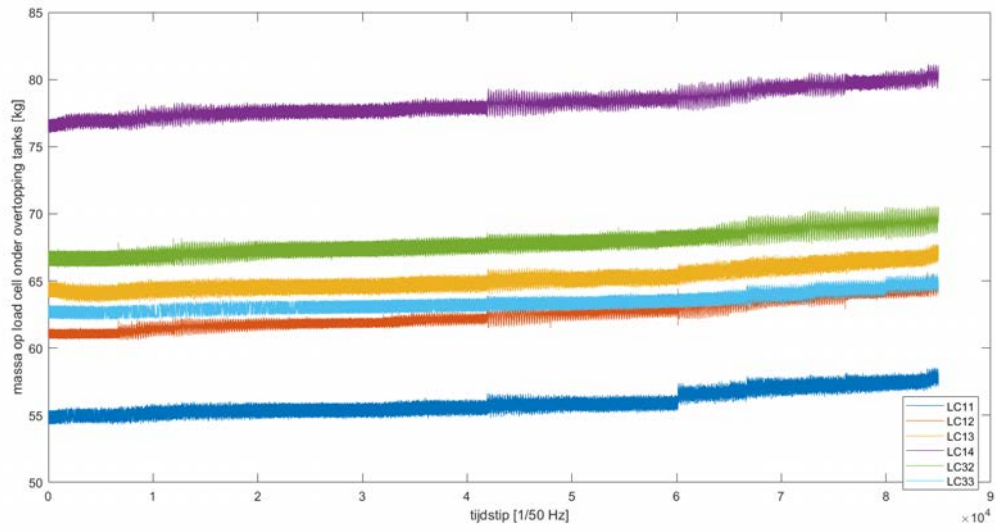
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE070



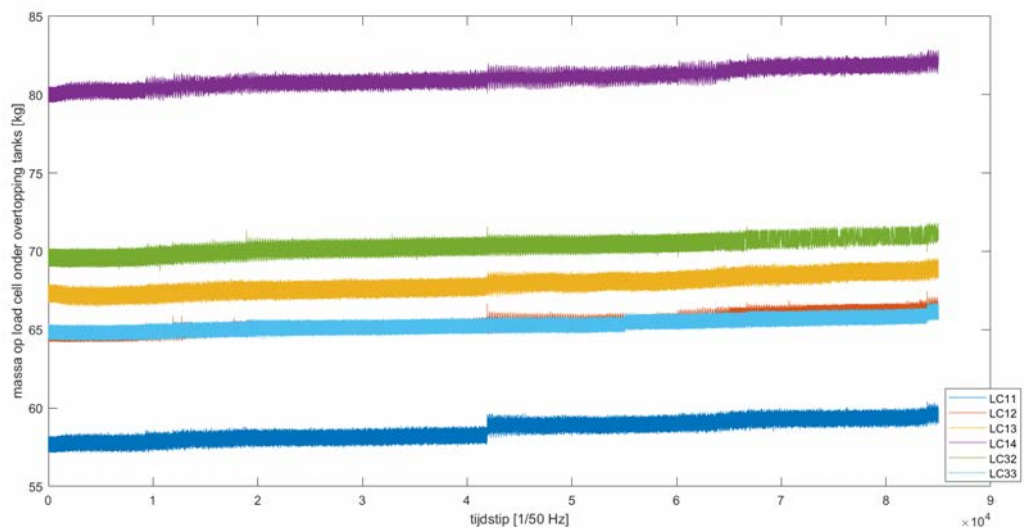
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE071



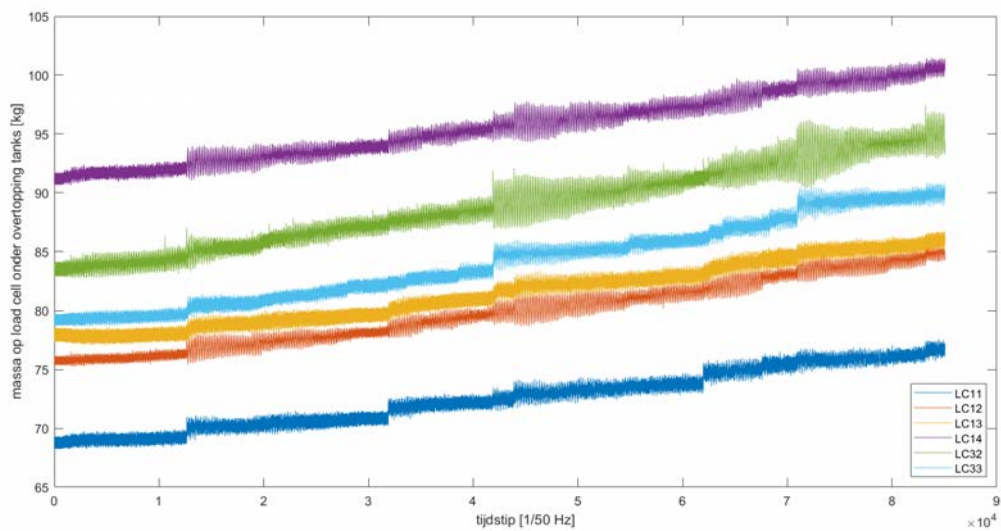
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE072



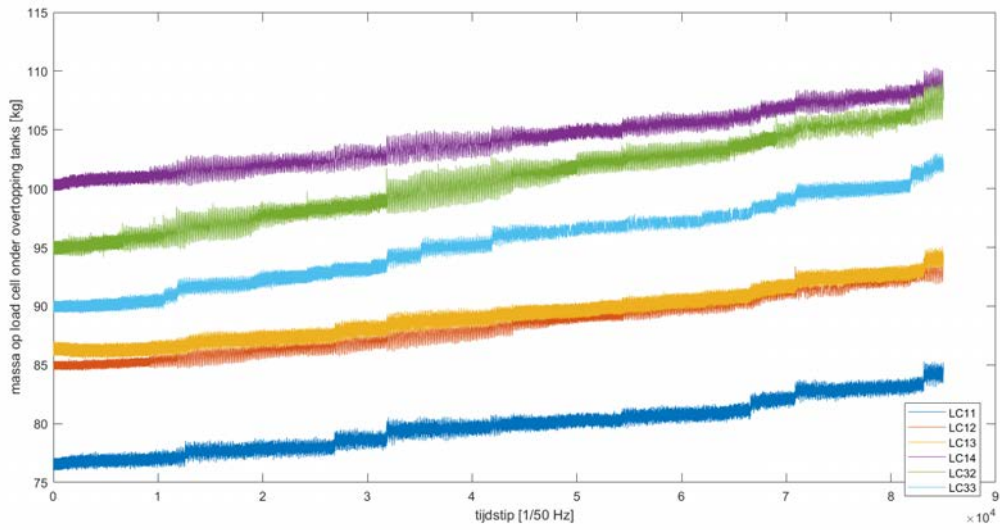
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE073



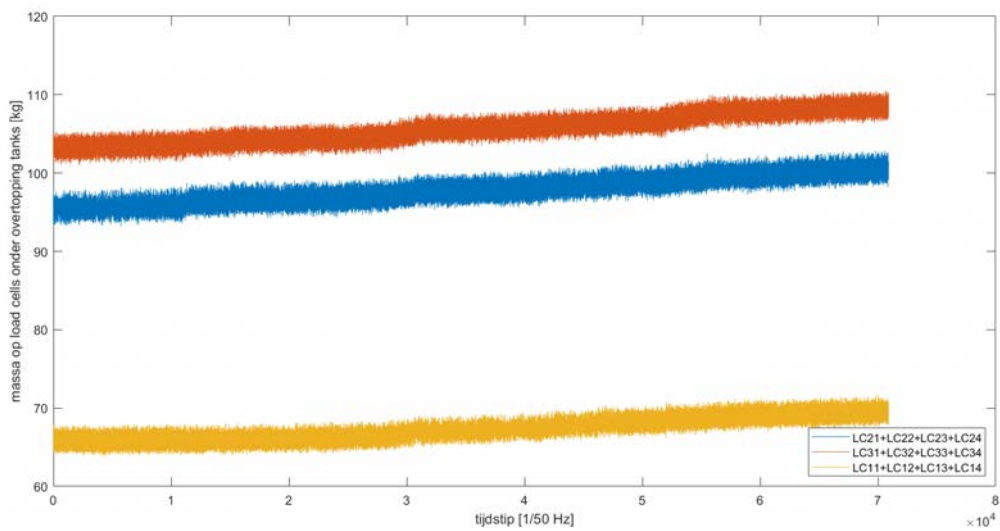
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE074



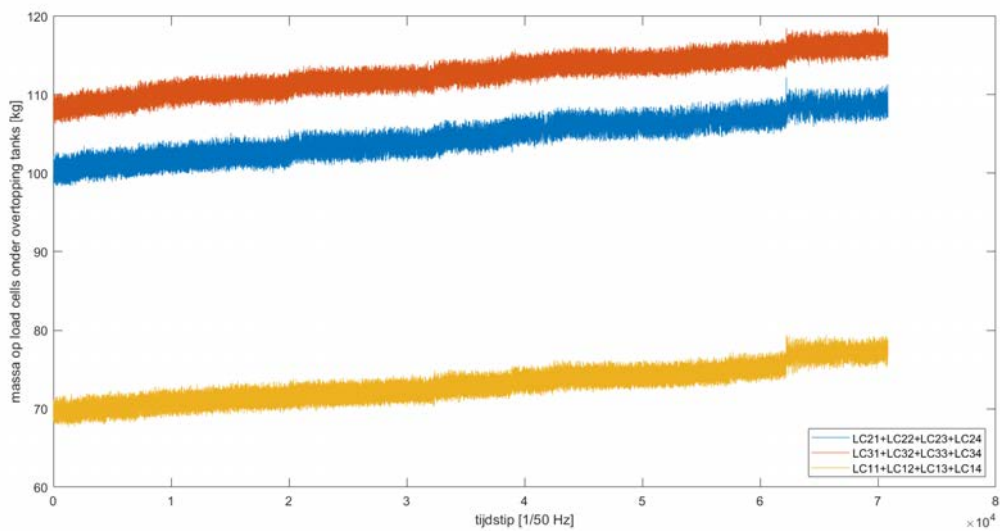
Figuur – opgemeten overtopping door 6 load cells tijdens de simulatie CRE075



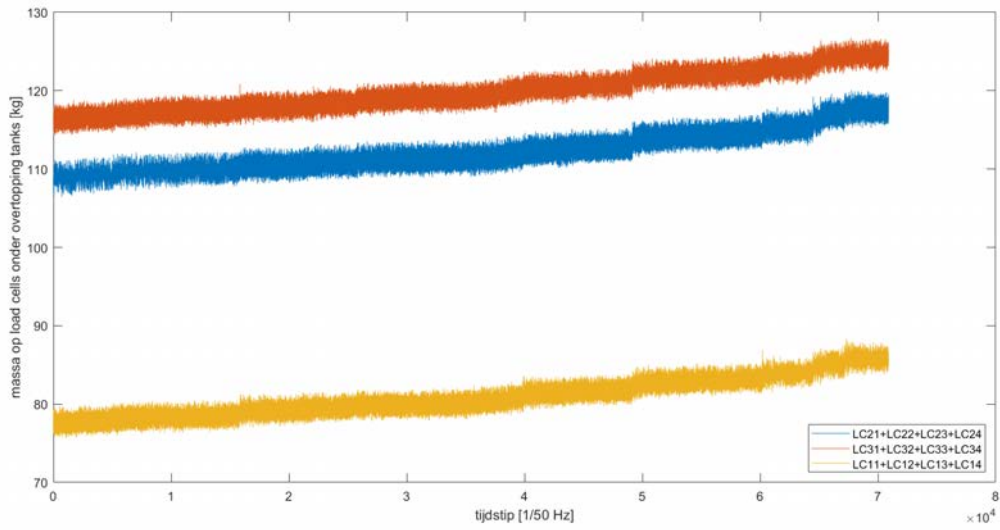
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE077



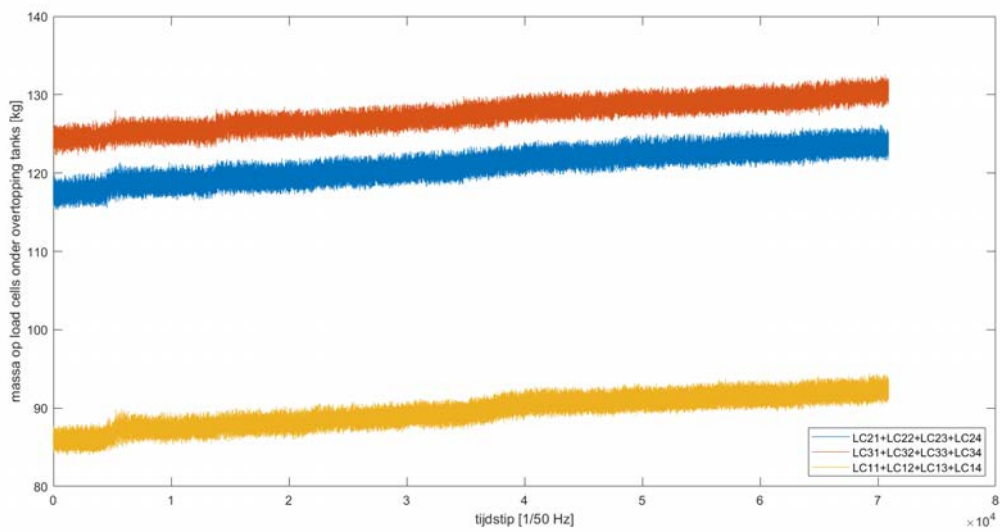
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE078



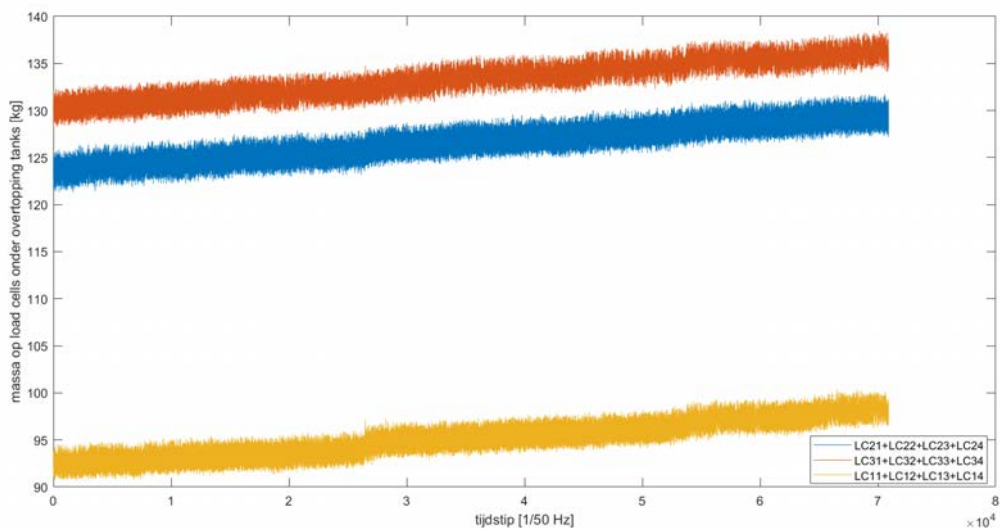
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE079



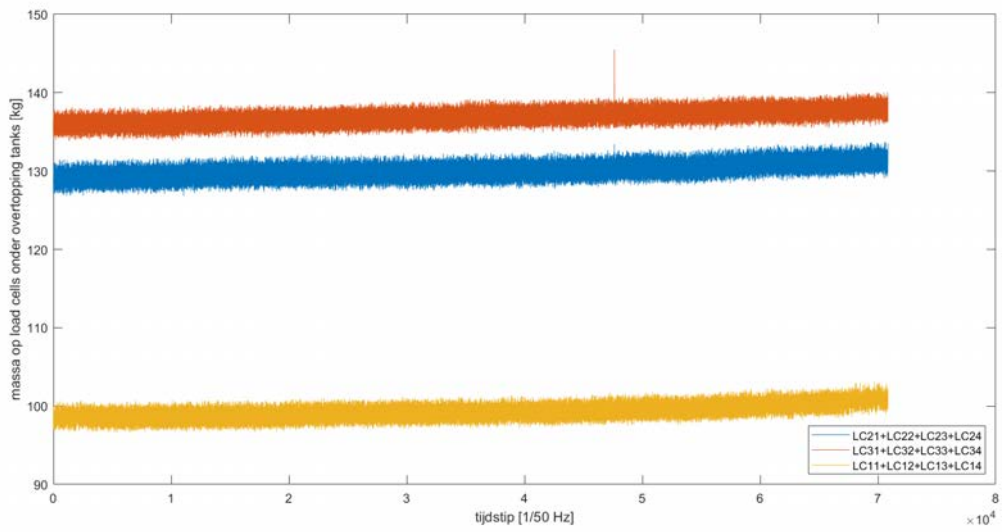
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE080



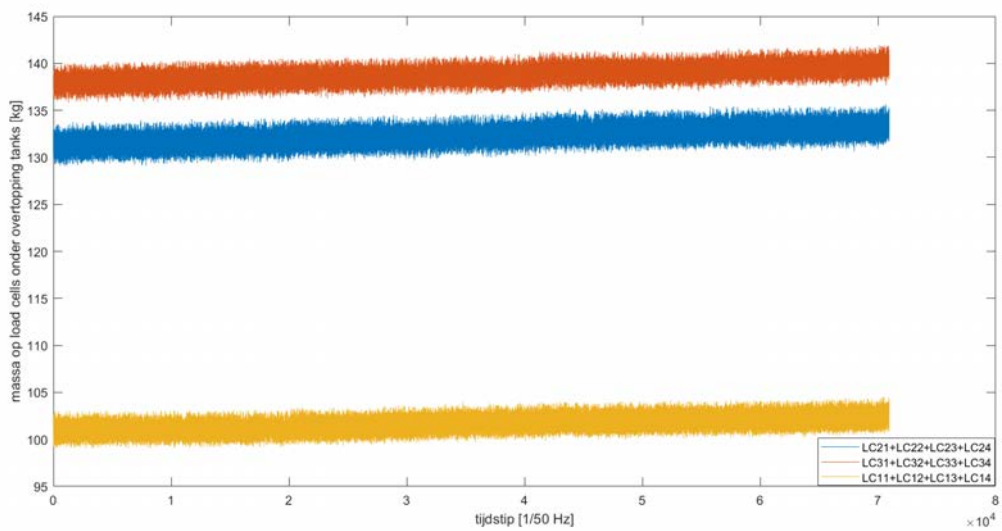
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE081



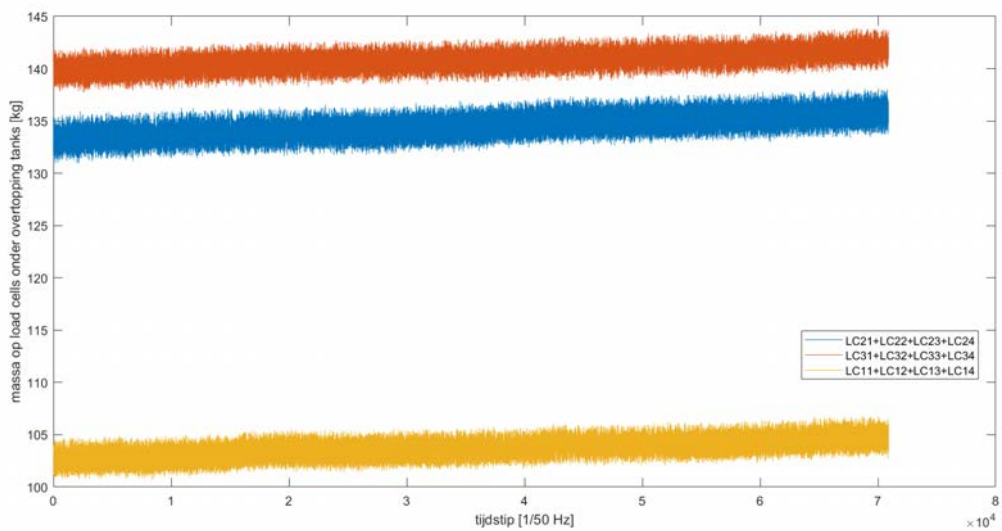
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE082



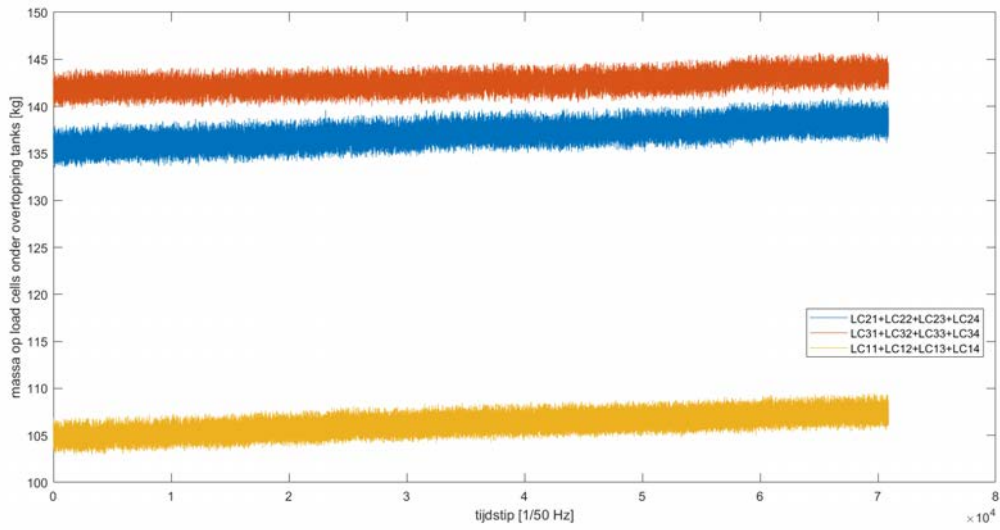
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE083



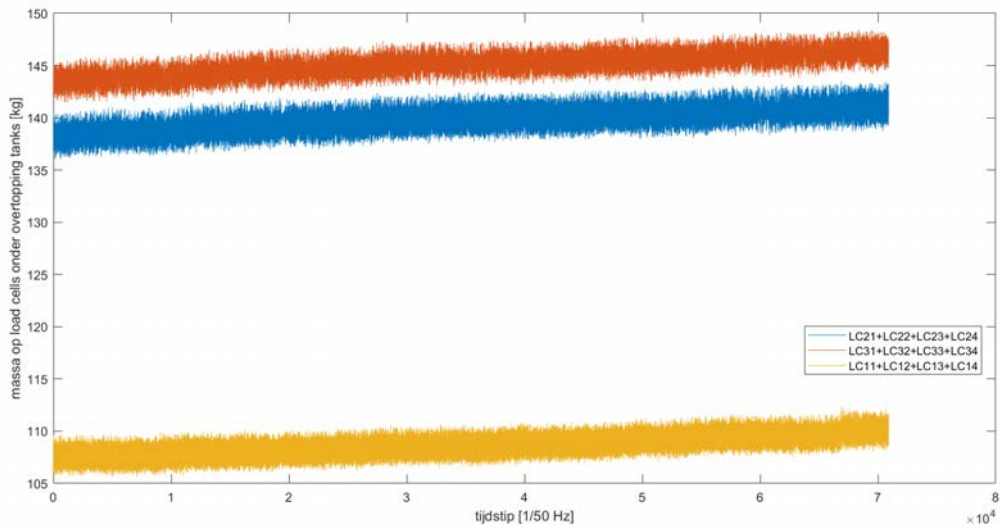
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE084



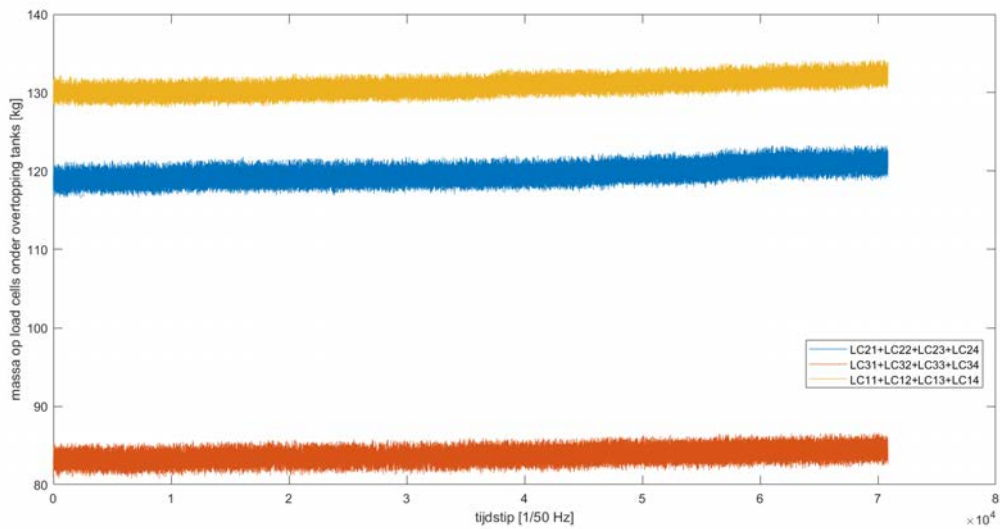
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE085



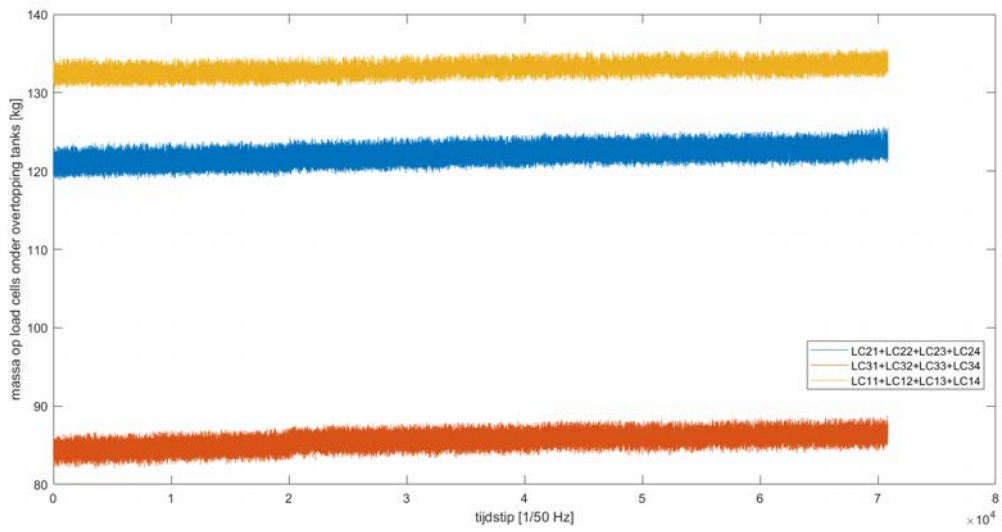
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE086



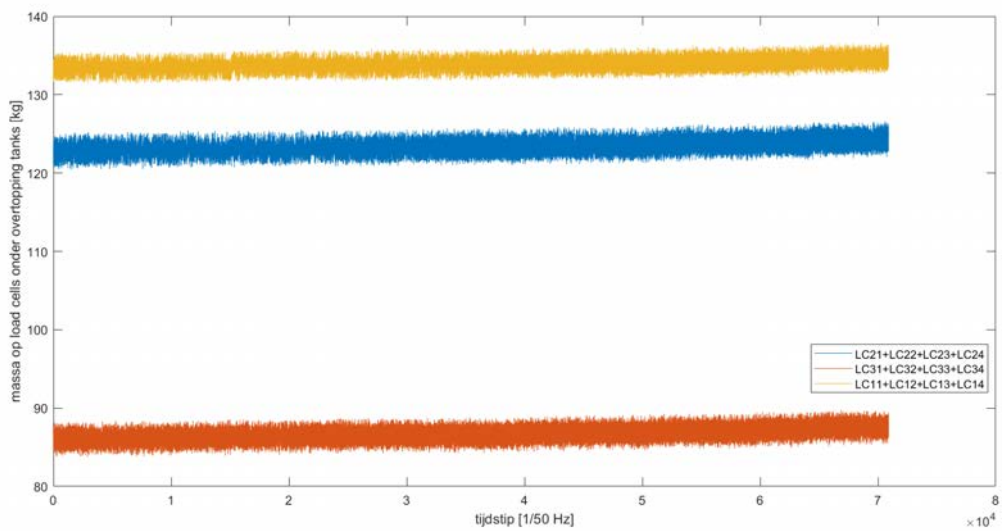
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE087



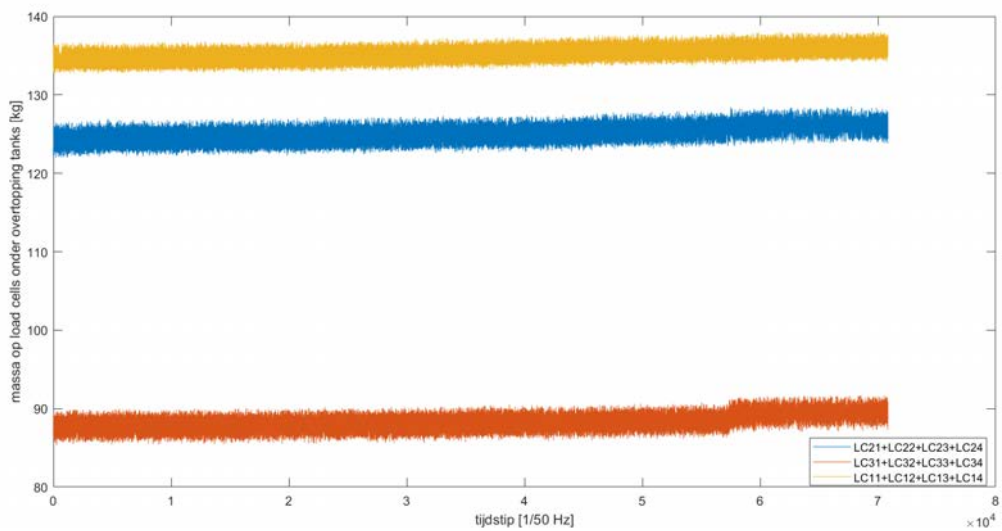
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE088



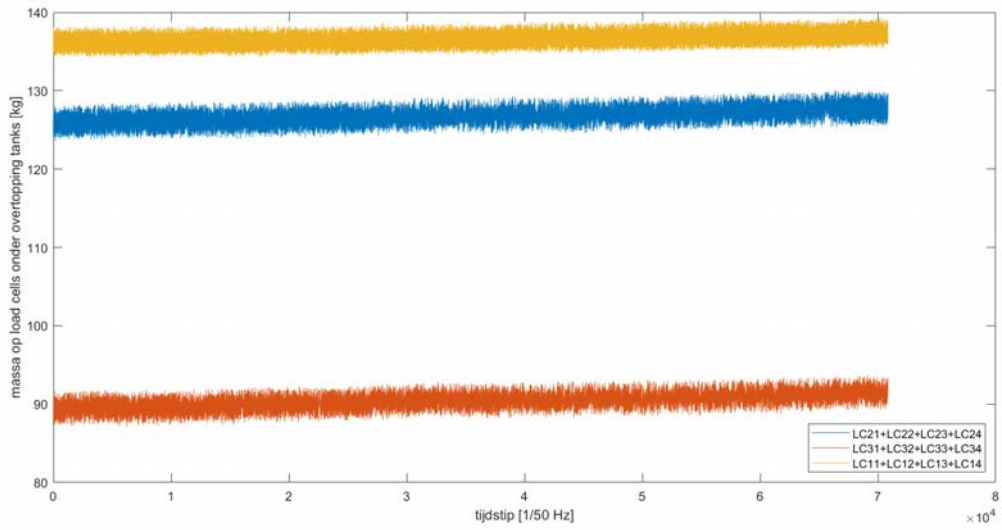
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE089



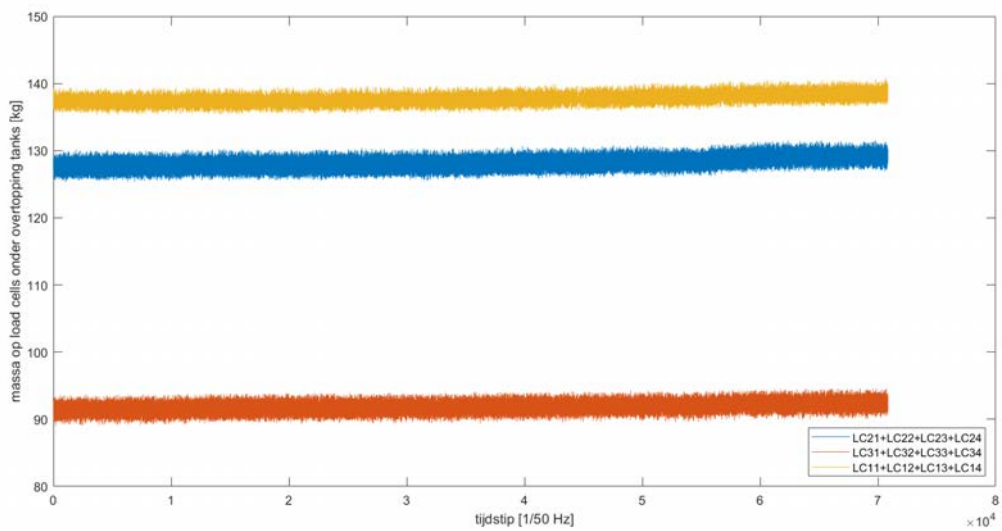
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE090



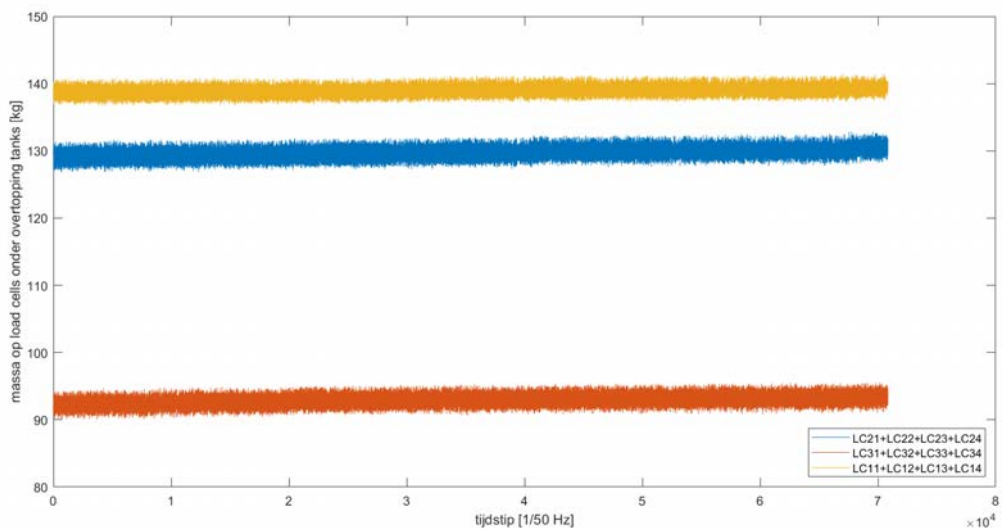
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE091



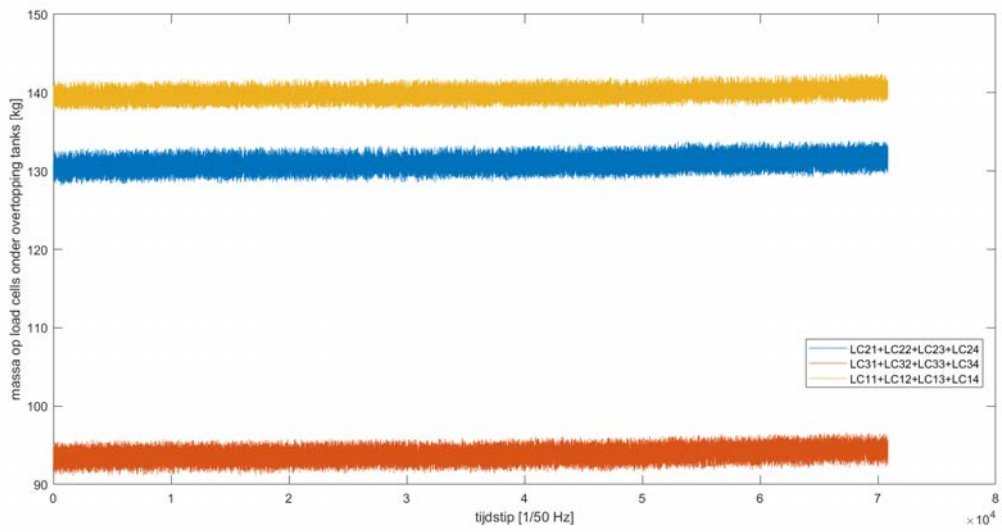
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE092



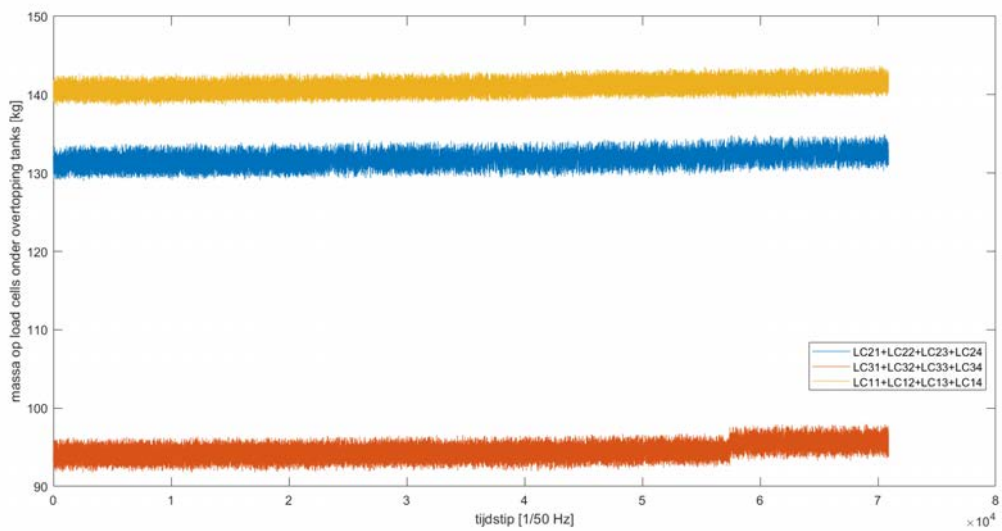
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE093



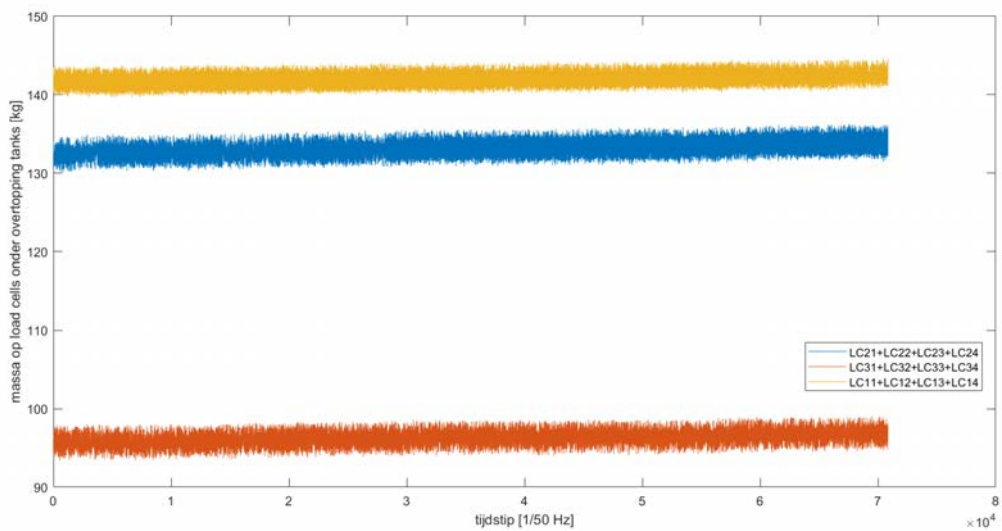
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE094



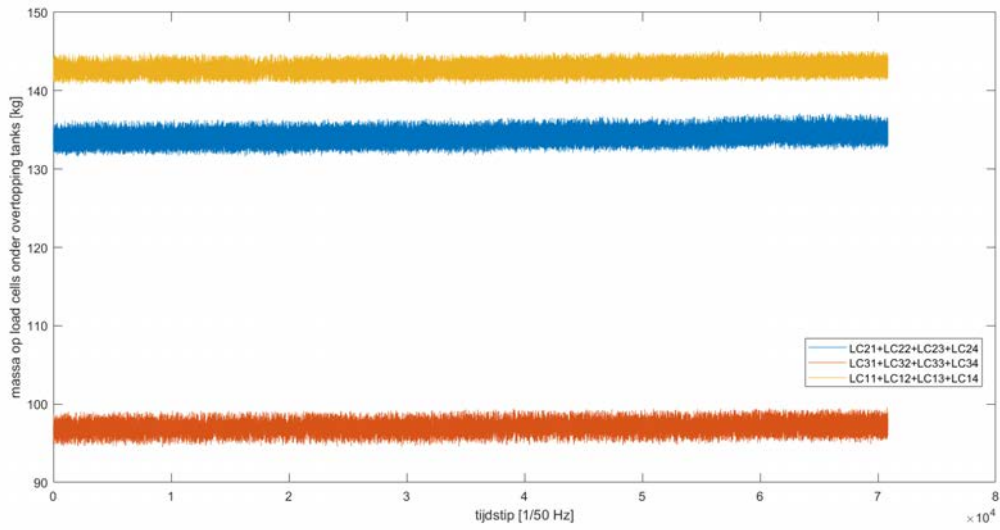
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE095



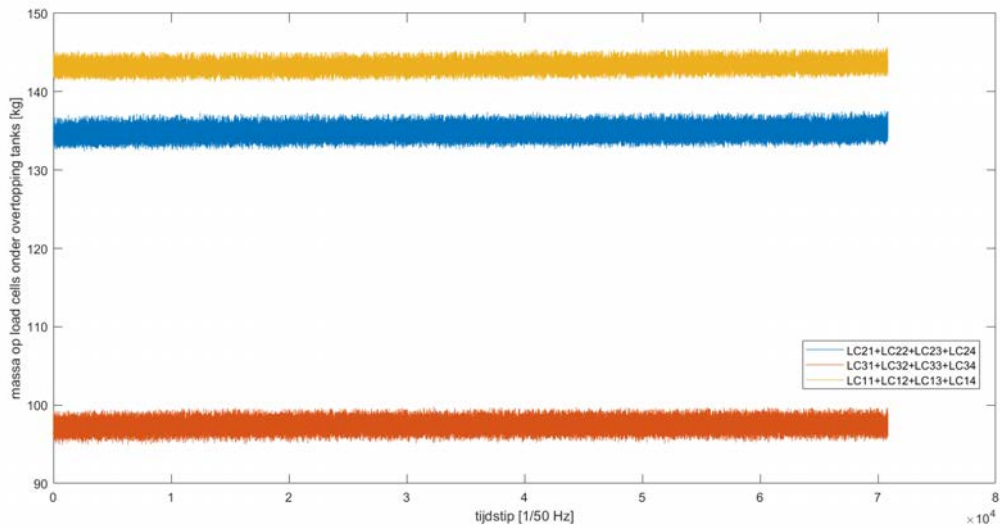
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE096



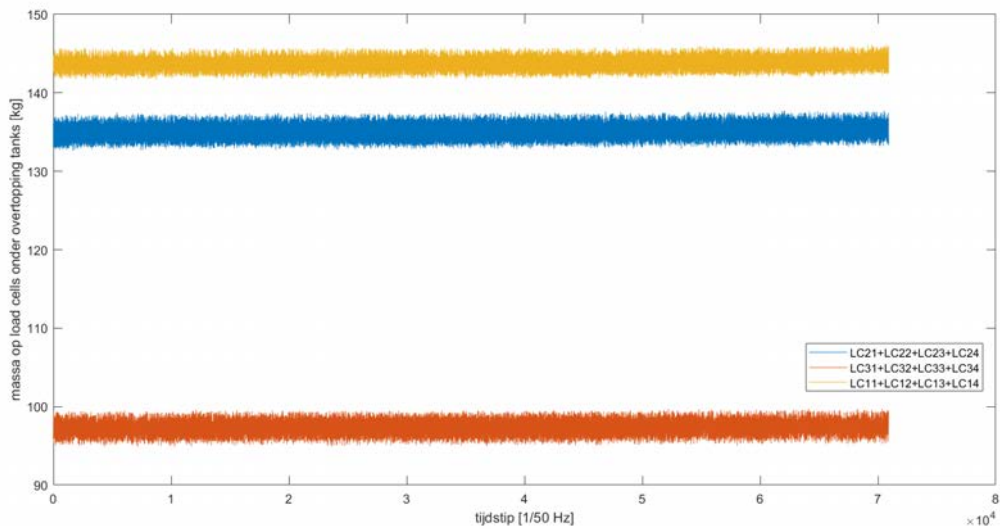
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE097



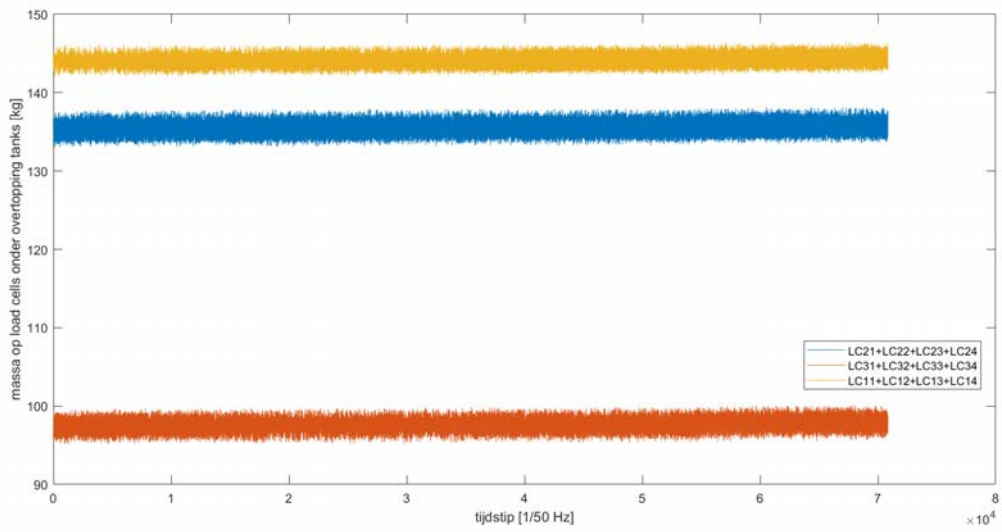
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE098



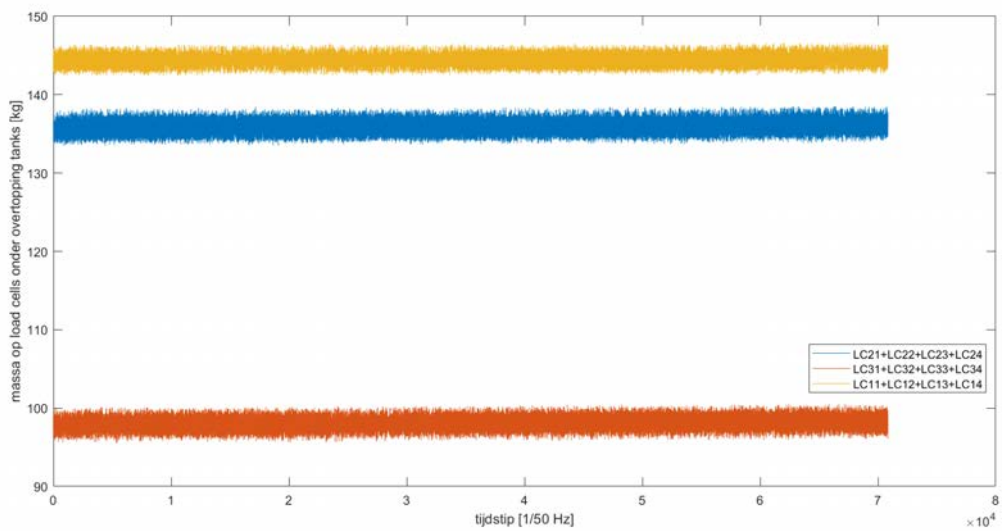
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE099



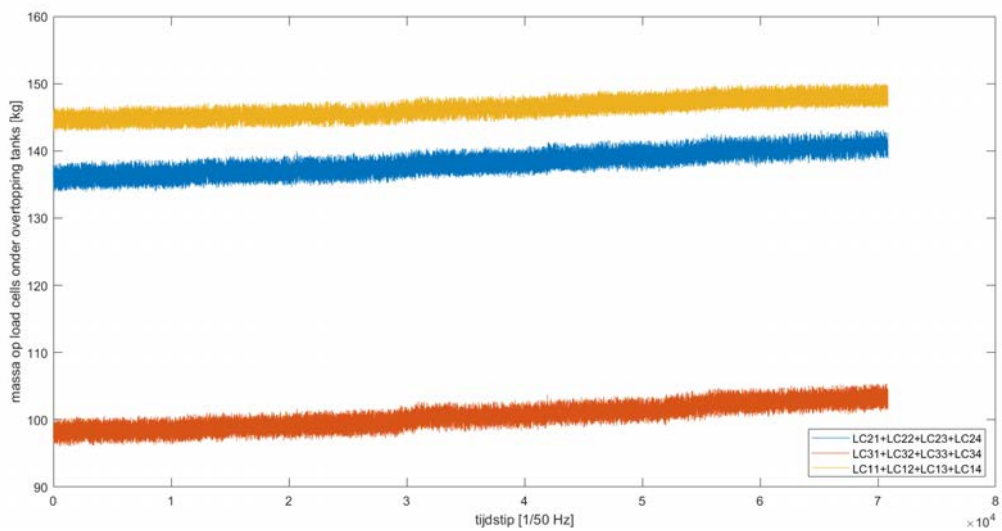
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE100



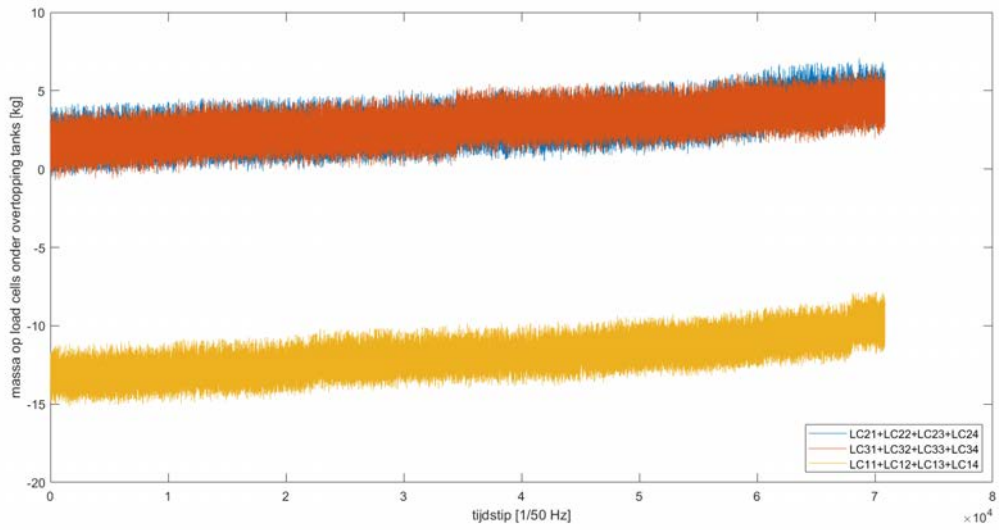
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE101



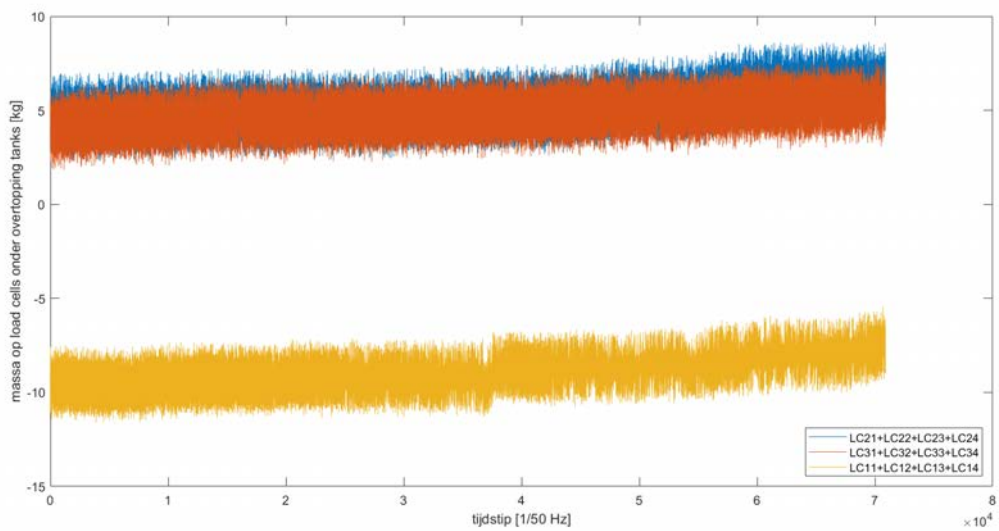
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE102



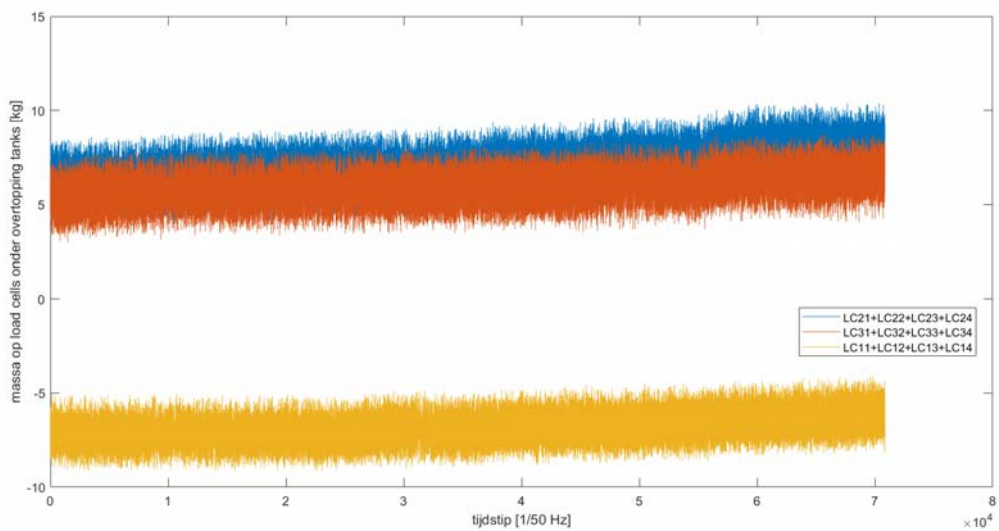
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE103



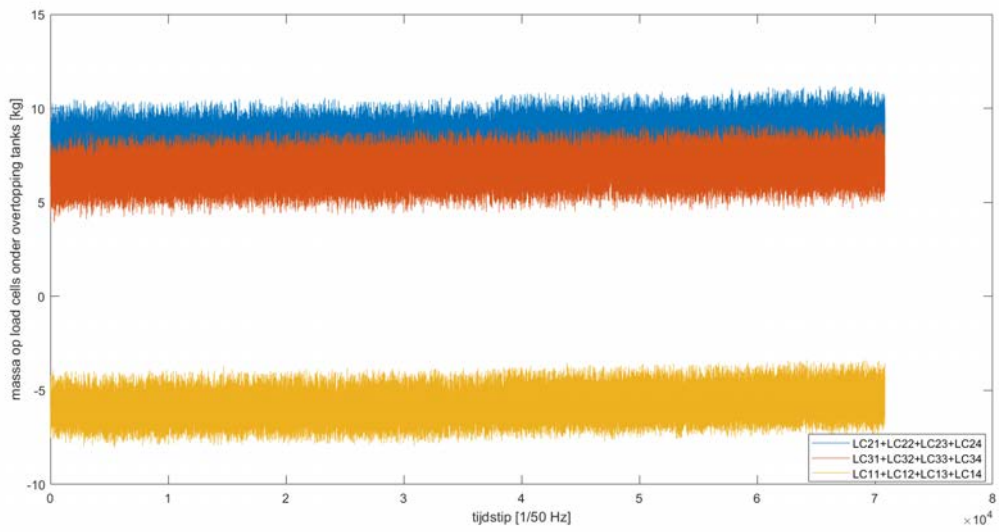
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE104



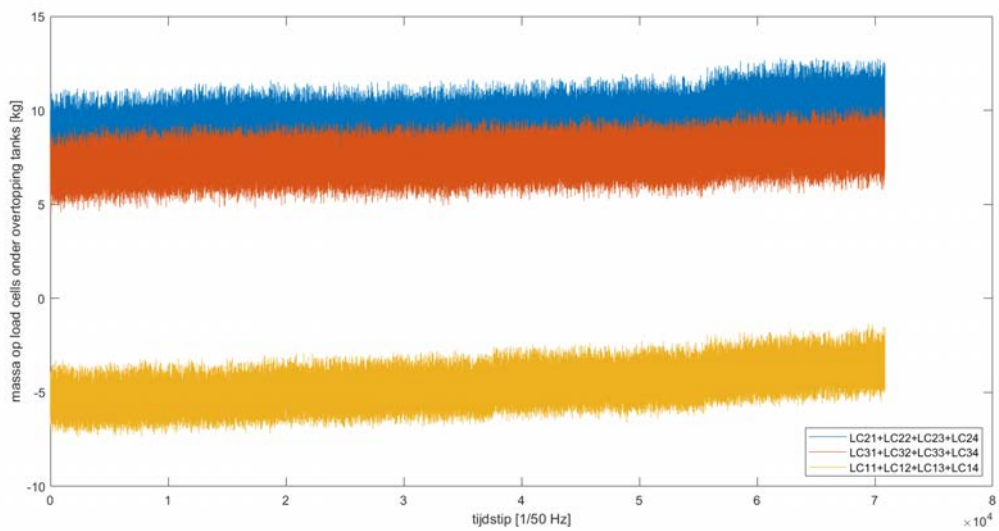
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE105



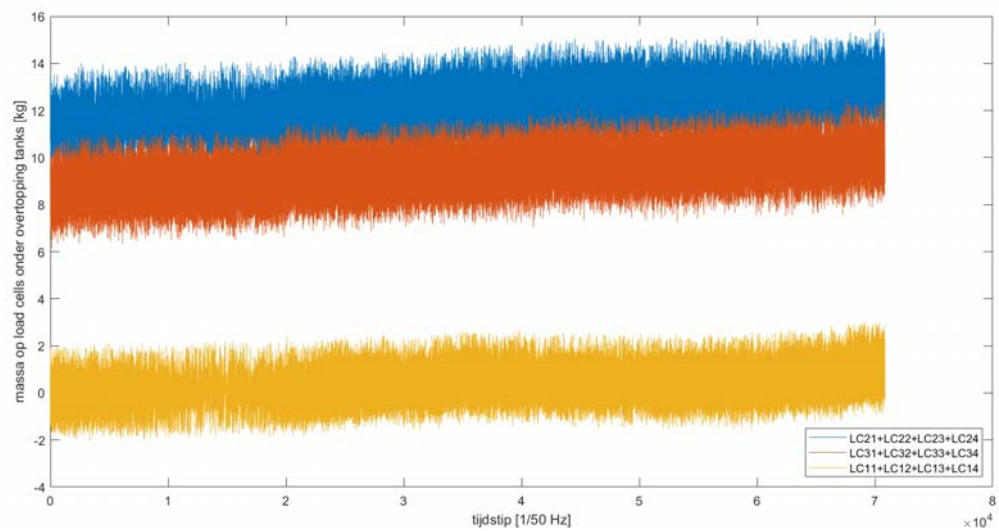
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE106



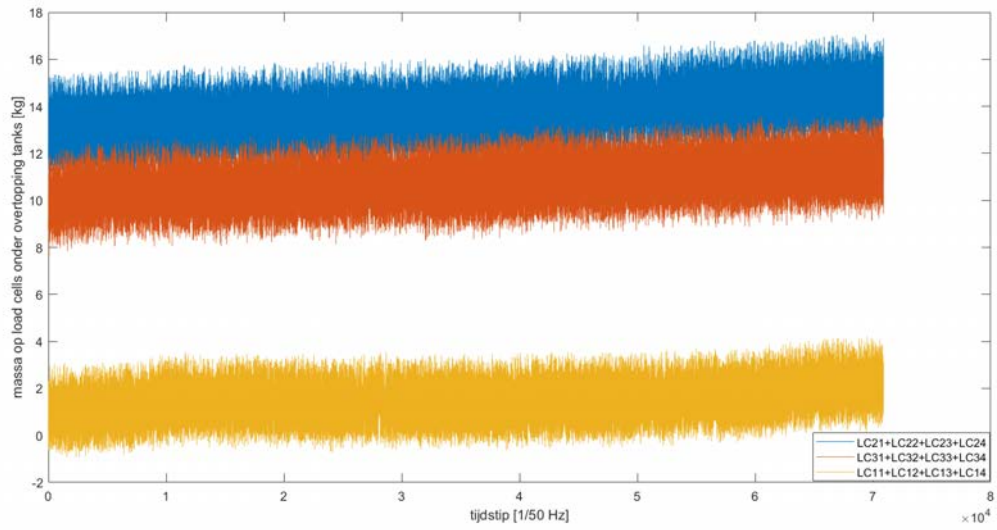
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE107



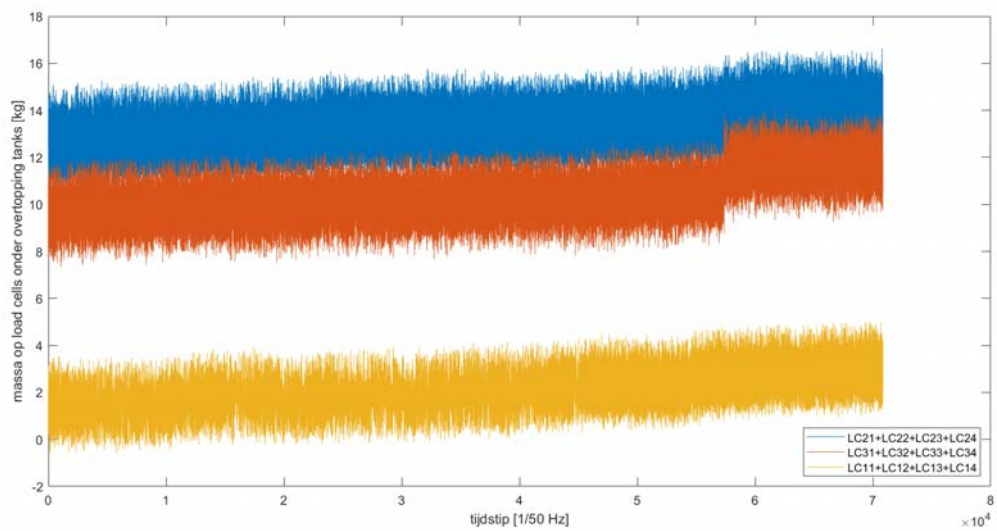
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE108



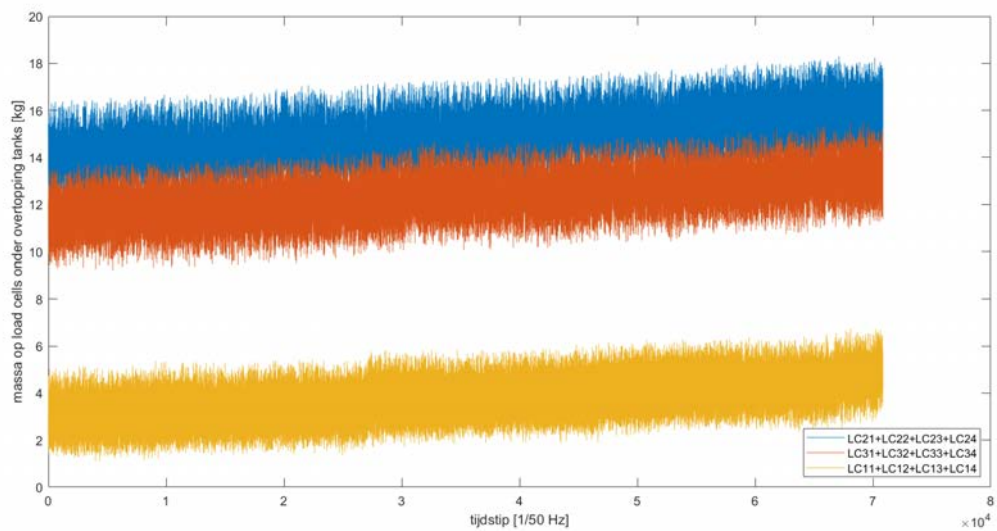
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE109



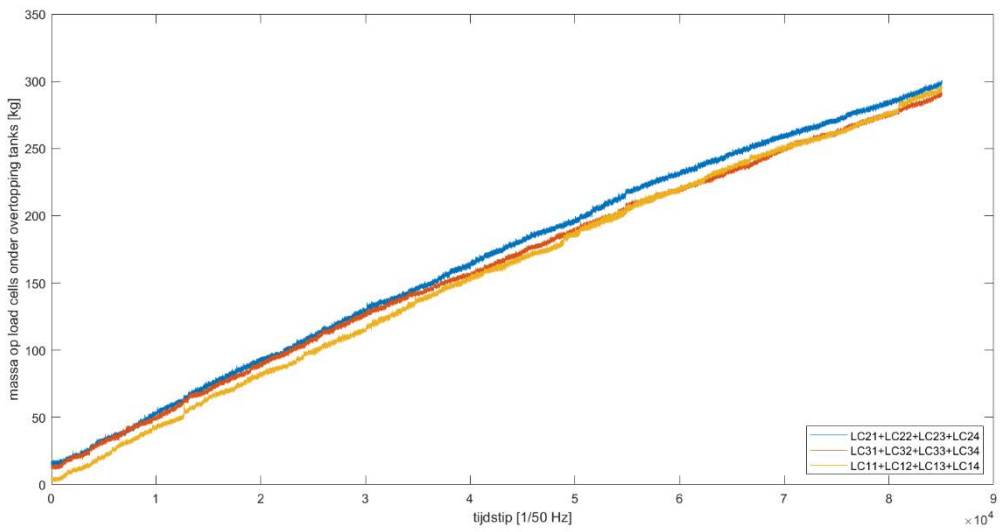
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE110



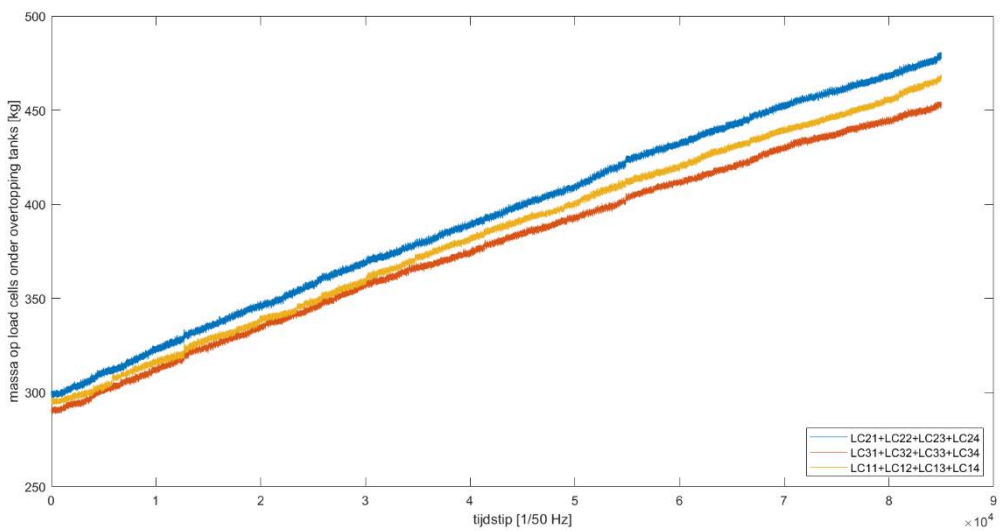
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE111



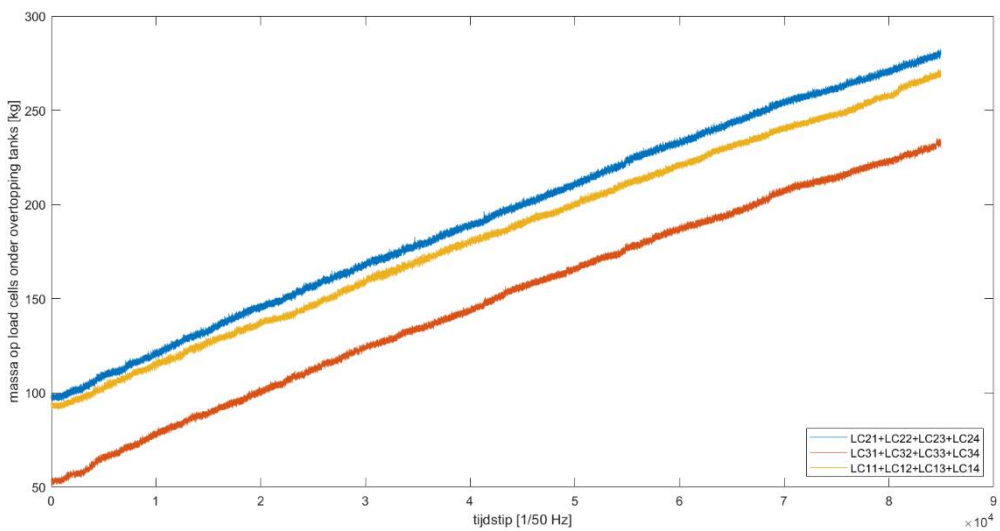
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE115



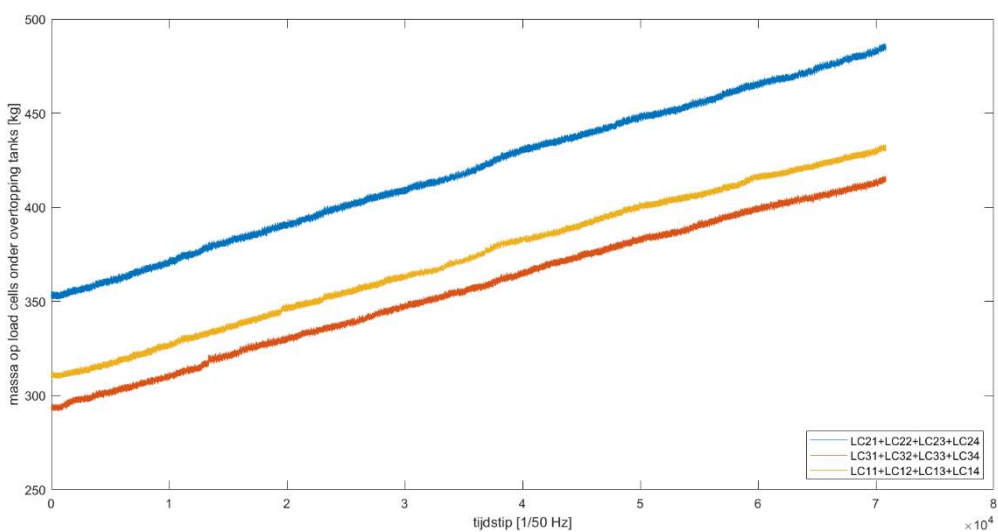
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE116



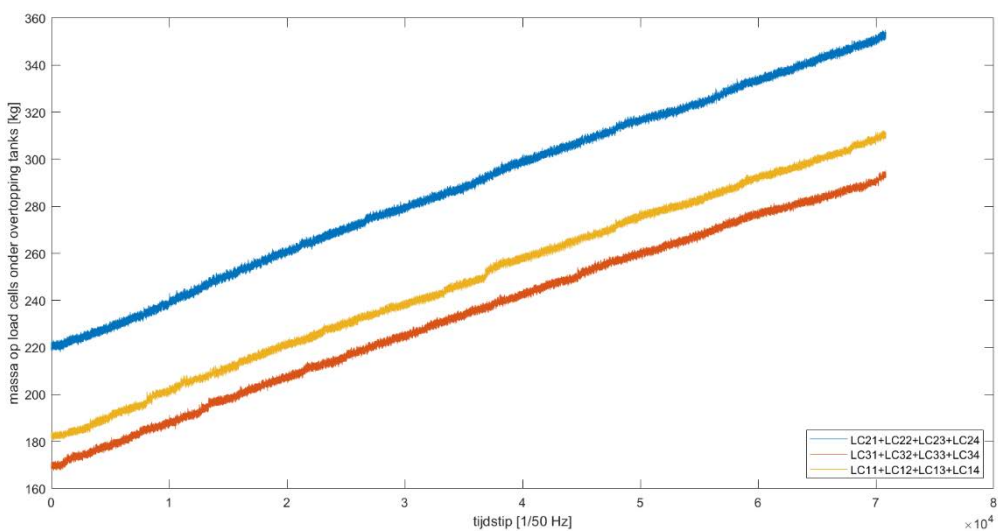
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE117



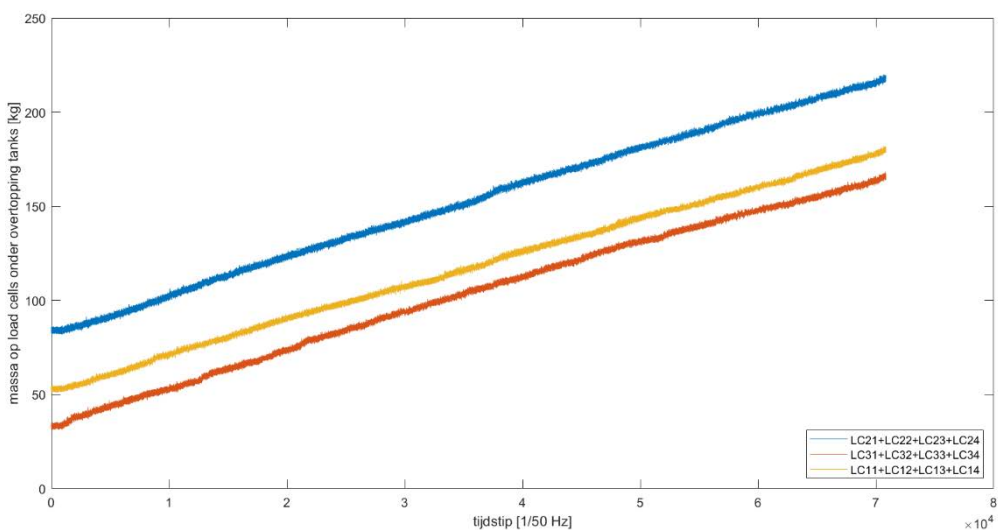
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE118



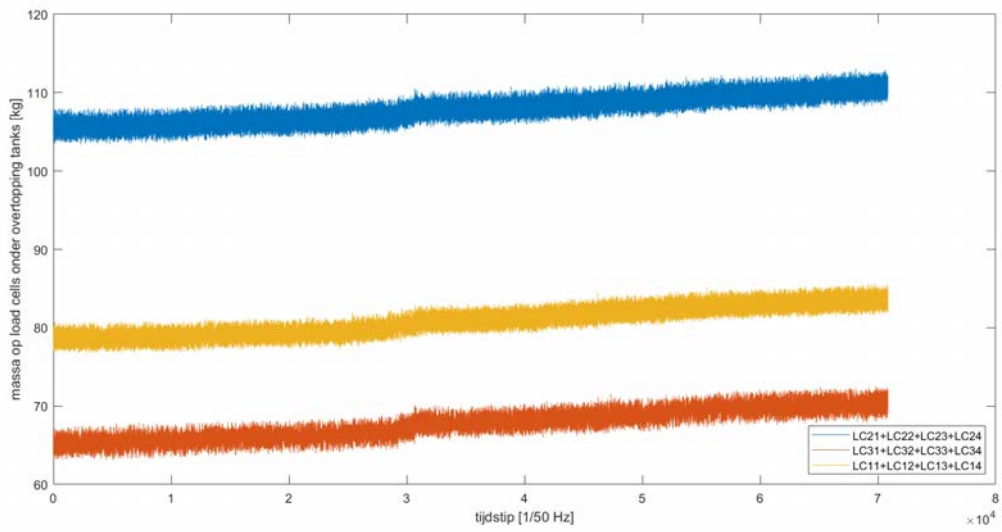
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE119



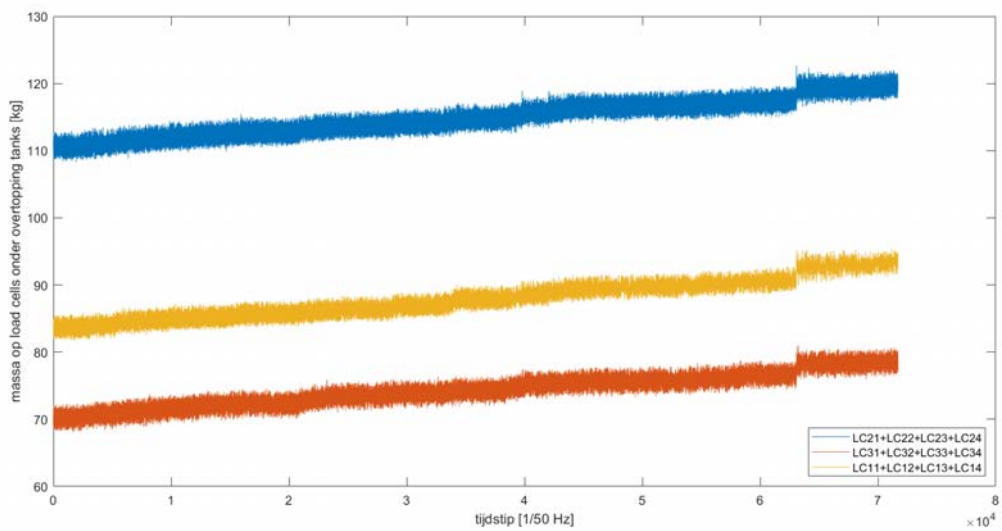
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE120



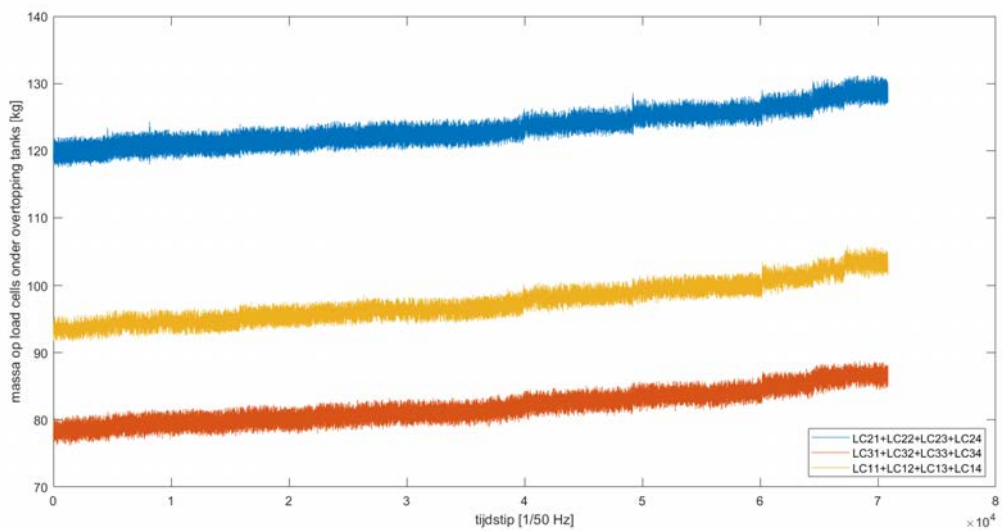
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE121



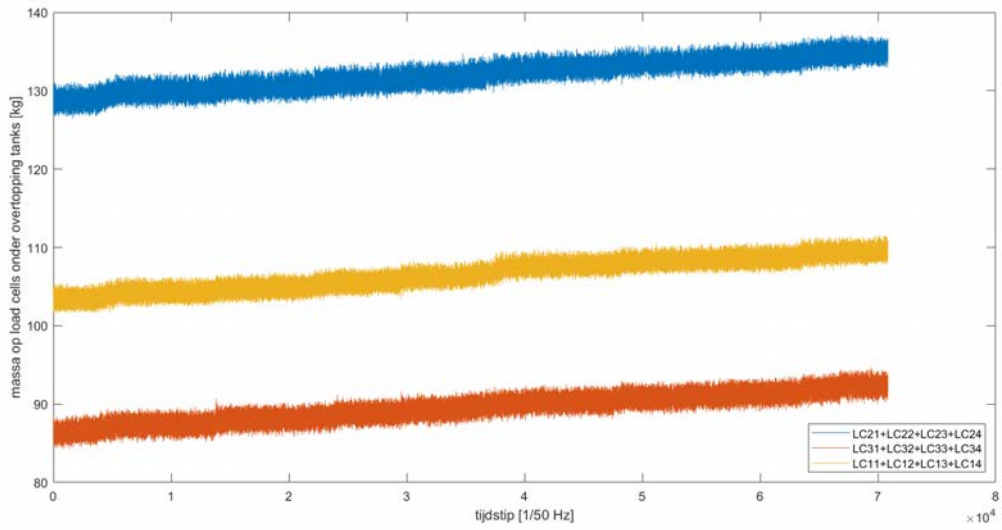
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE122



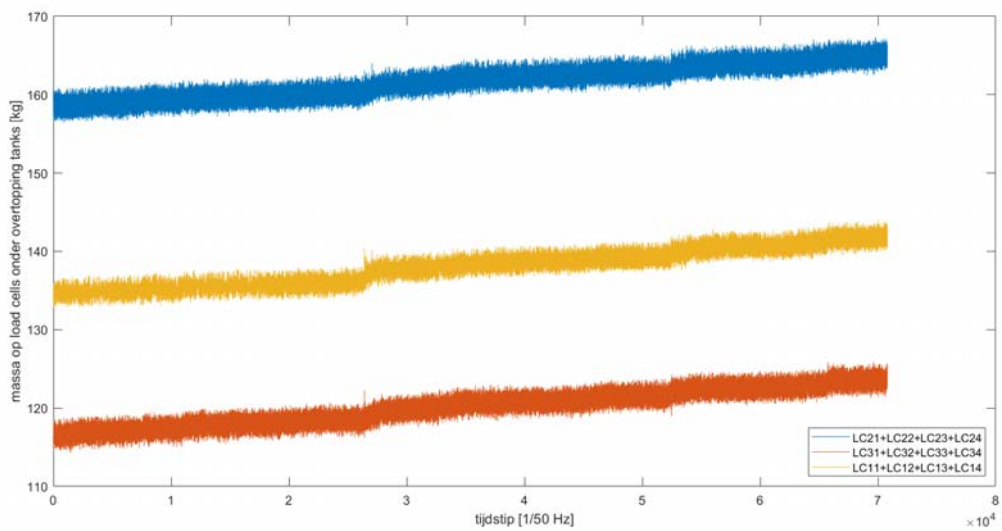
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE123



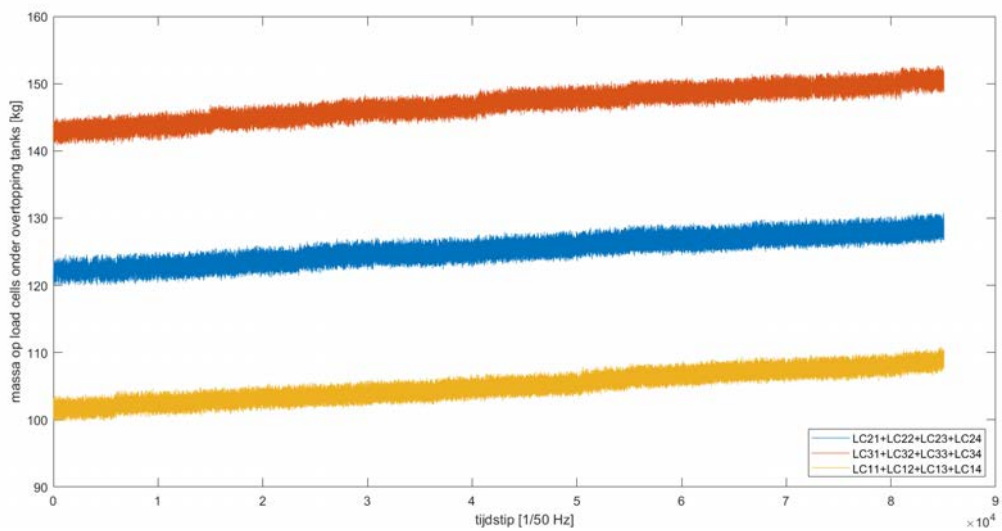
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE124



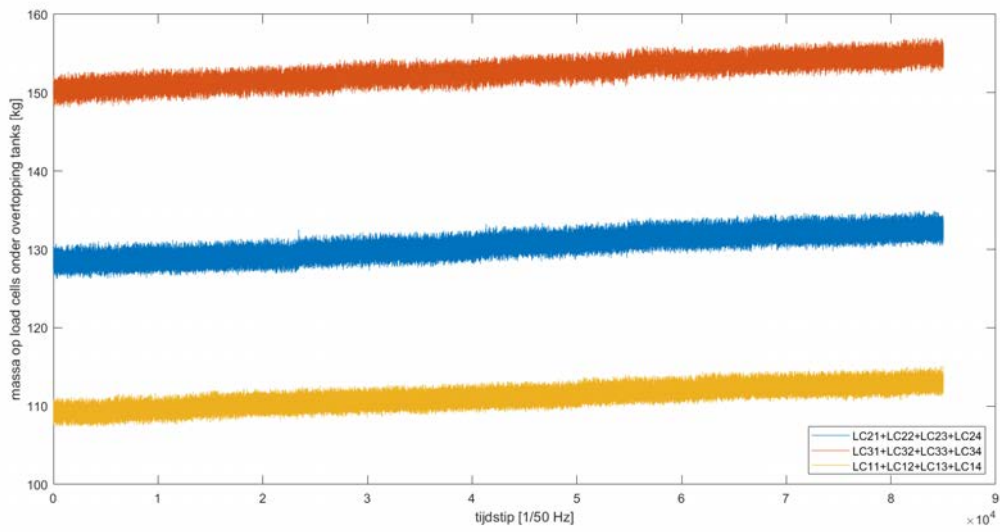
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE125



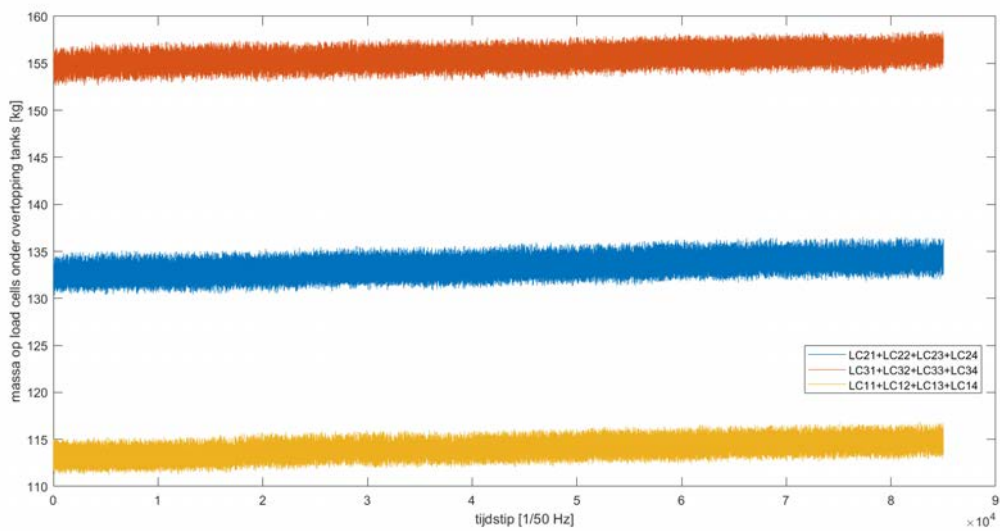
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE126



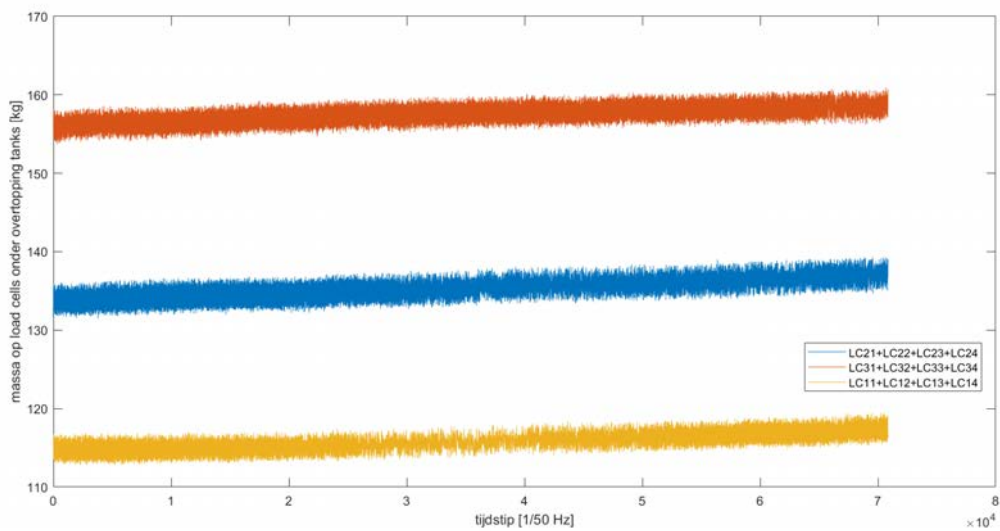
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE127



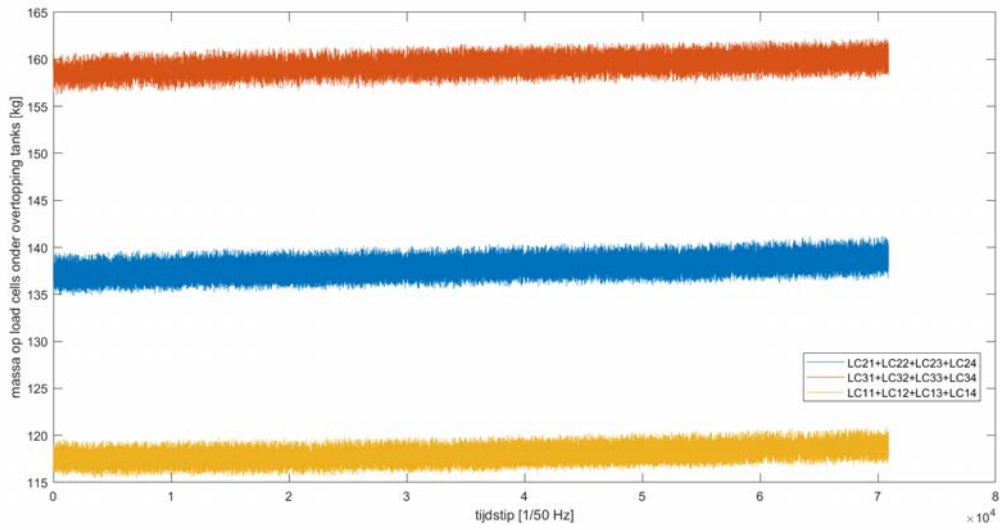
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE128



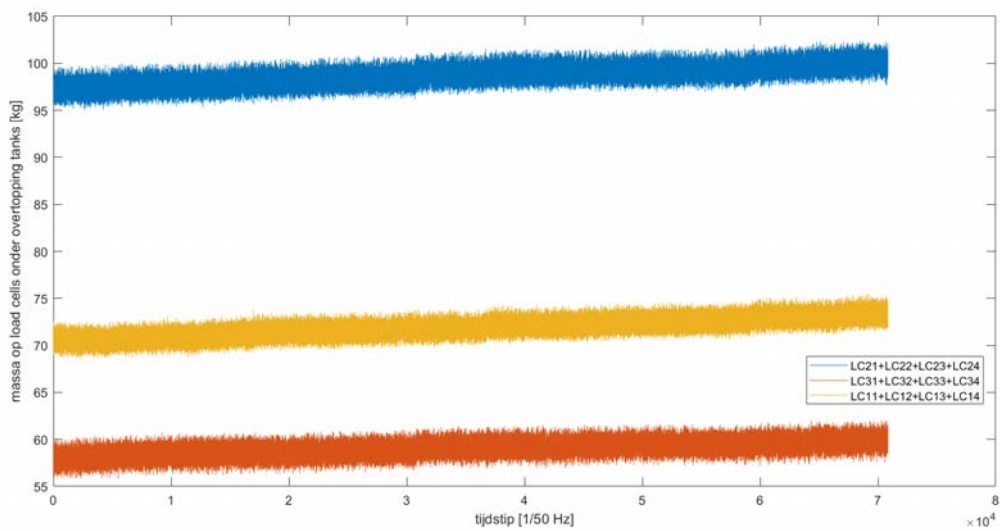
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE129



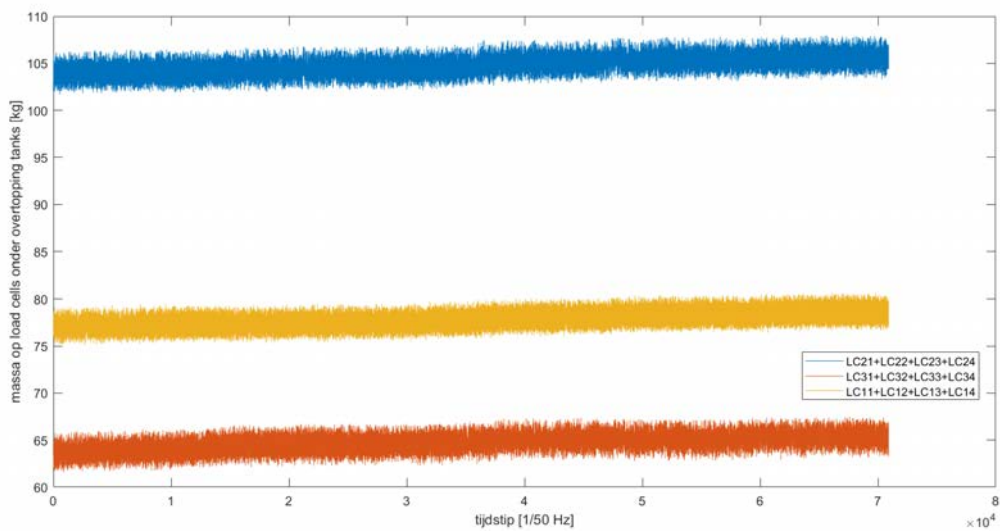
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE130



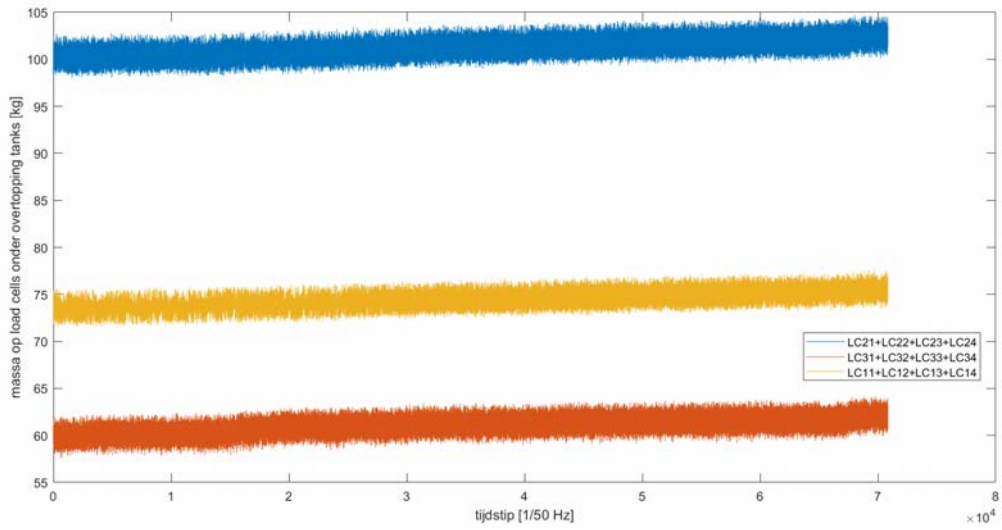
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE131



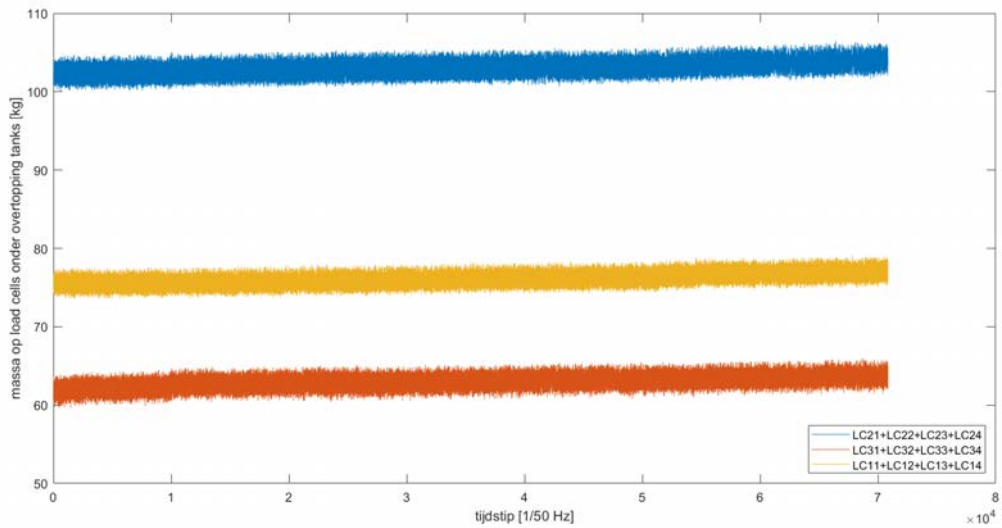
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE132



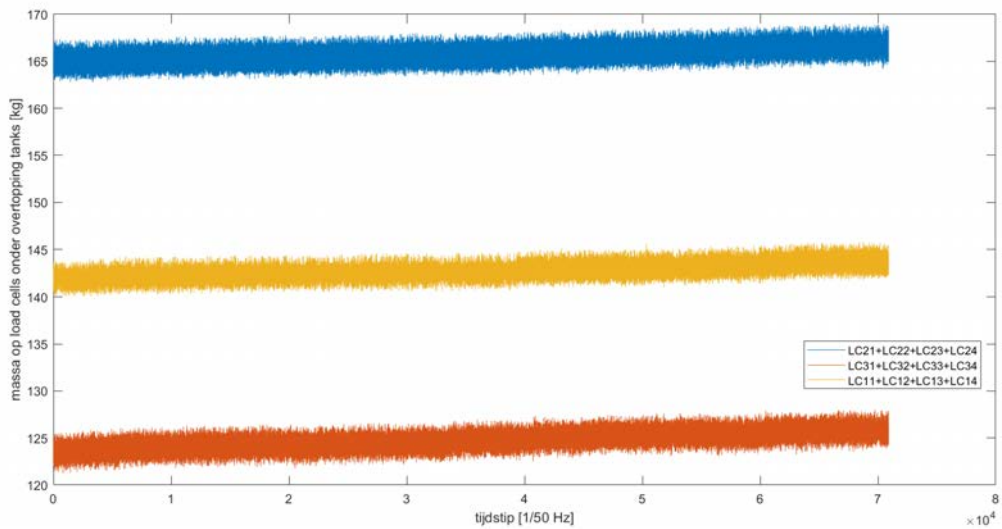
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE133



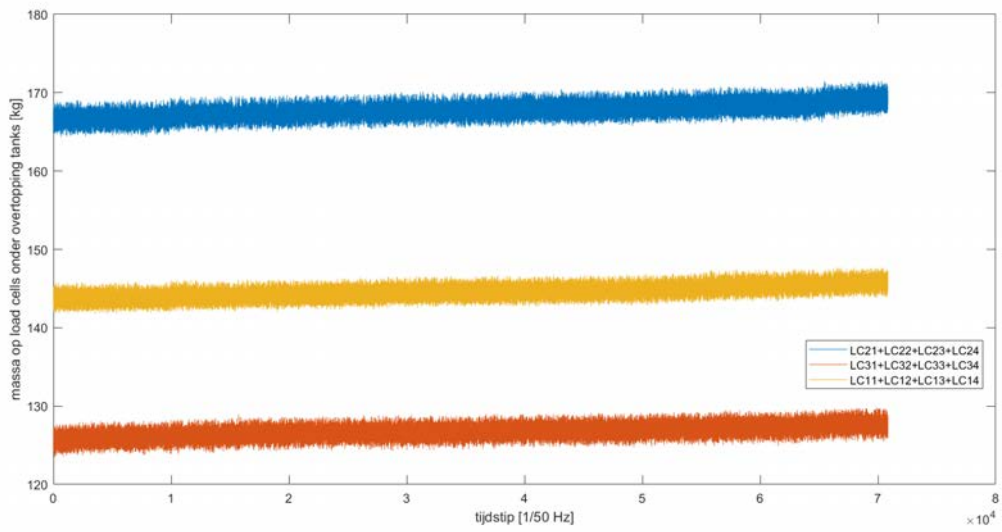
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE134



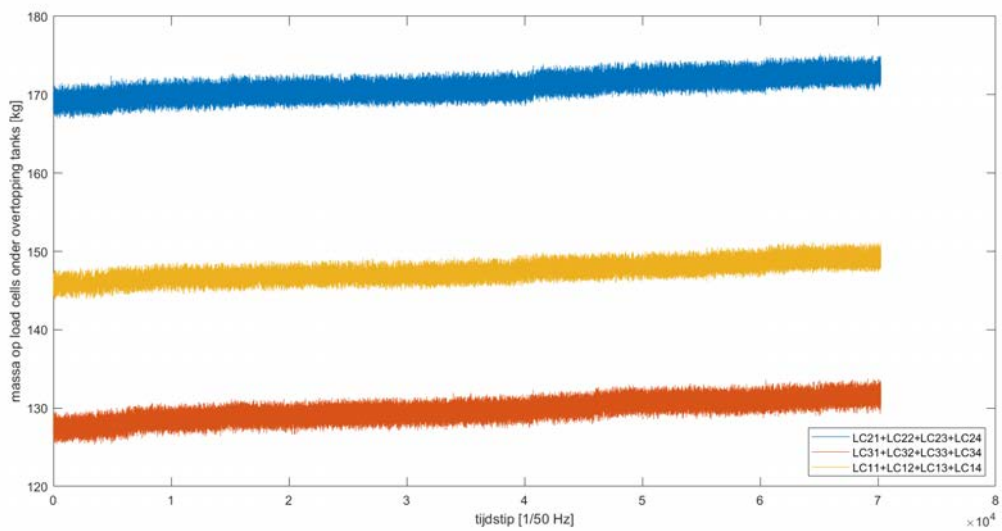
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE135



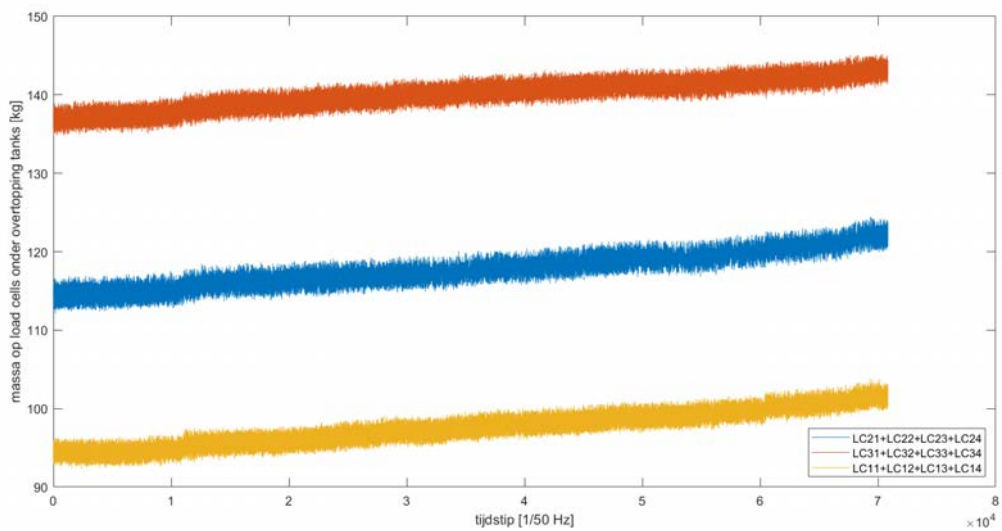
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE136



Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE137



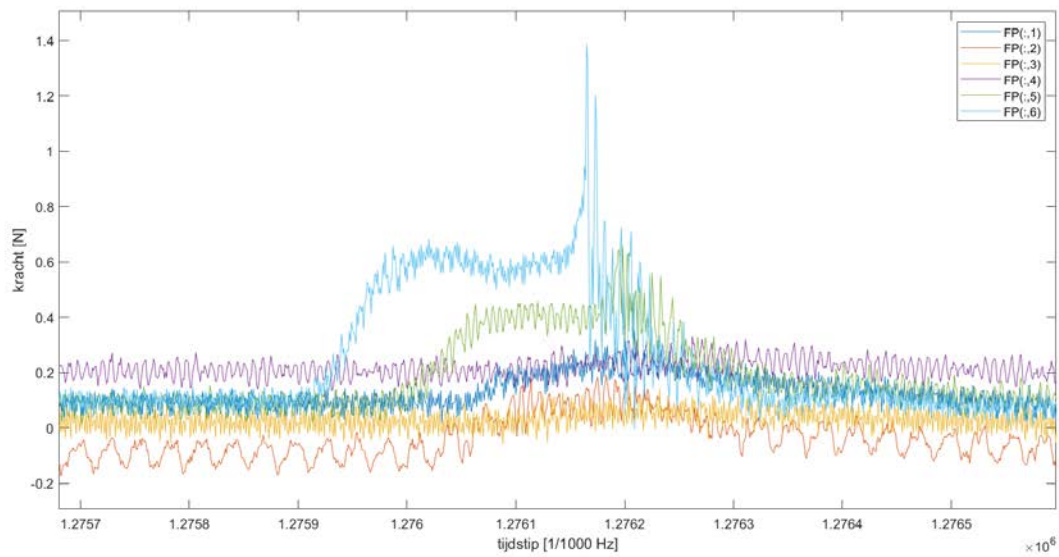
Figuur – opgemeten overtopping door drie keer 4 load cells tijdens de simulatie CRE138



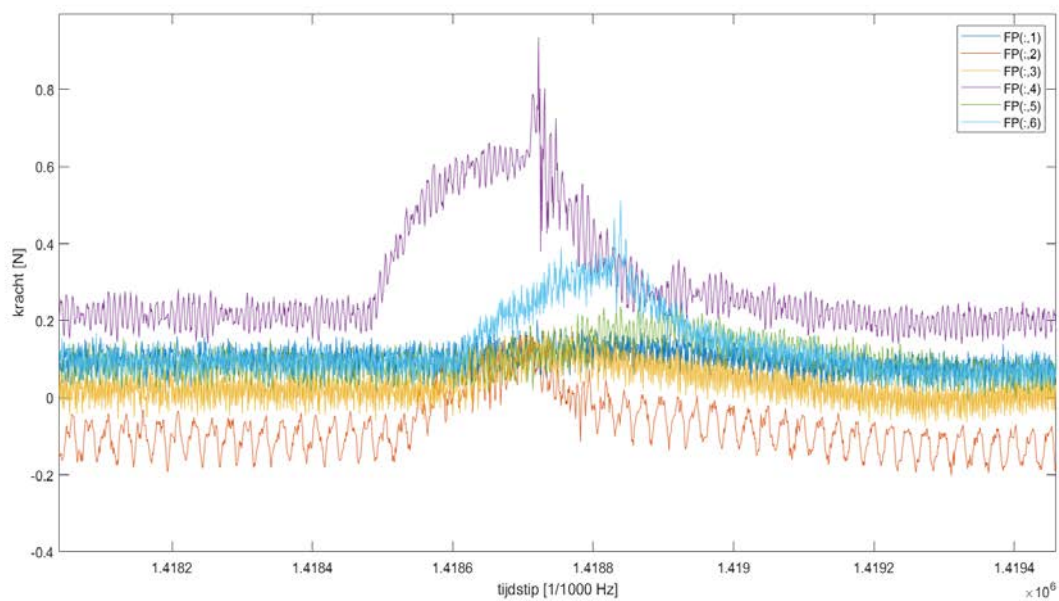
Bijlage 3: grafieken hydraulische belasting

In deze bijlage wordt voor elke simulatie een plot gegeven van de opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het event met de maximale krachtpiek. Het betreft de ruwe data. Voor een aantal simulaties werd er geen enkele krachtpiek gedetecteerd; op deze figuren is er enkel ruis te zien.

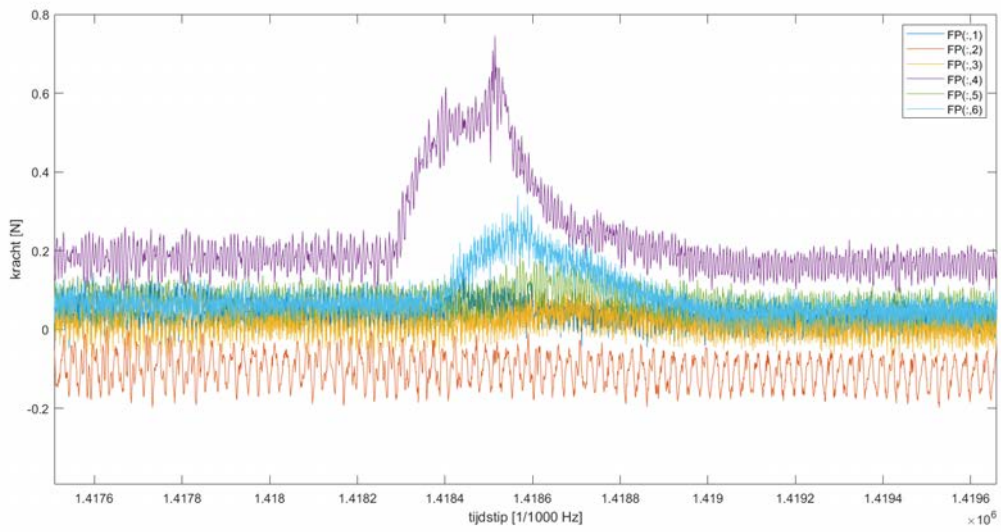
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van simulatie CRE003



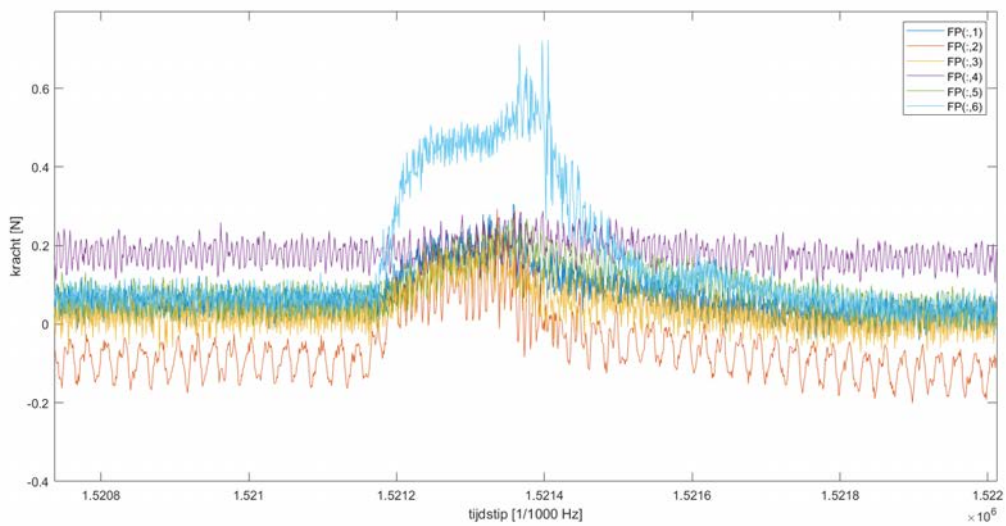
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van simulatie CRE004



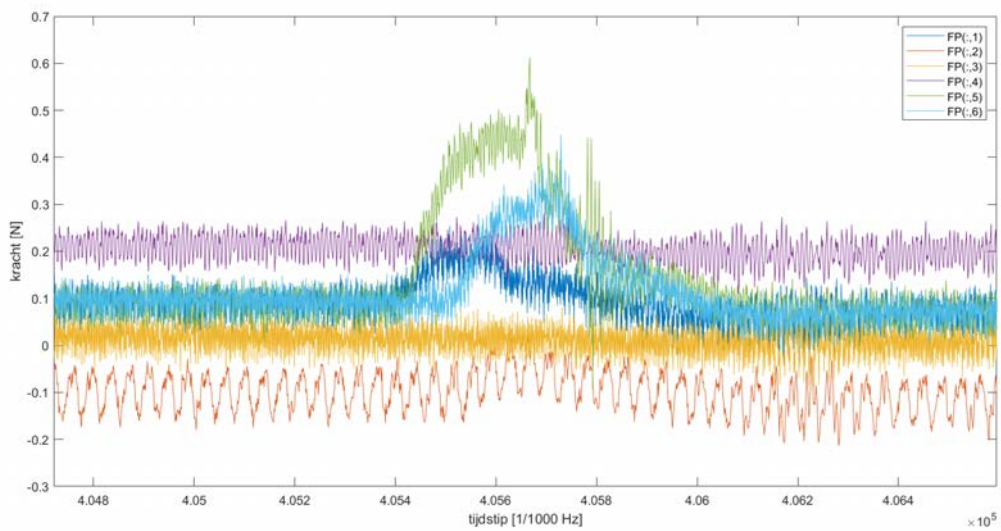
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van simulatie CRE005



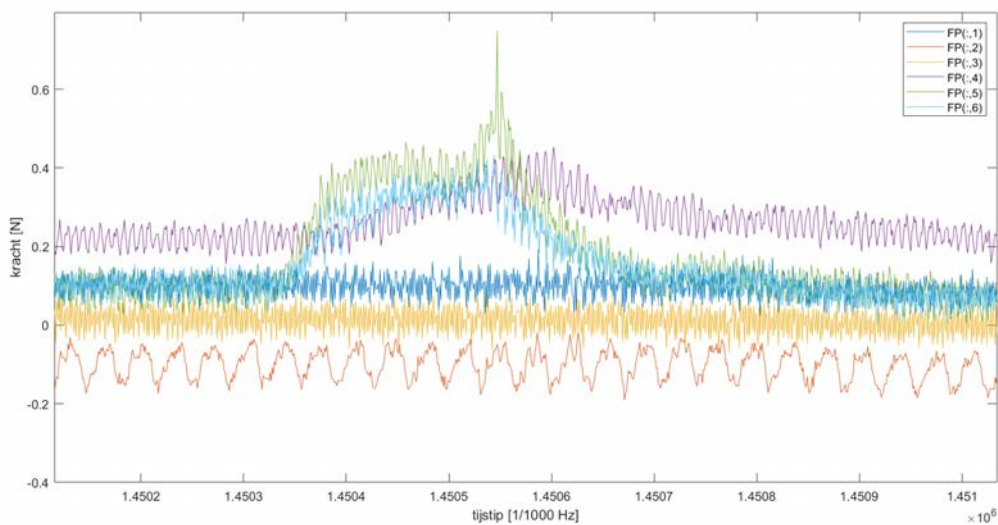
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van simulatie CRE006



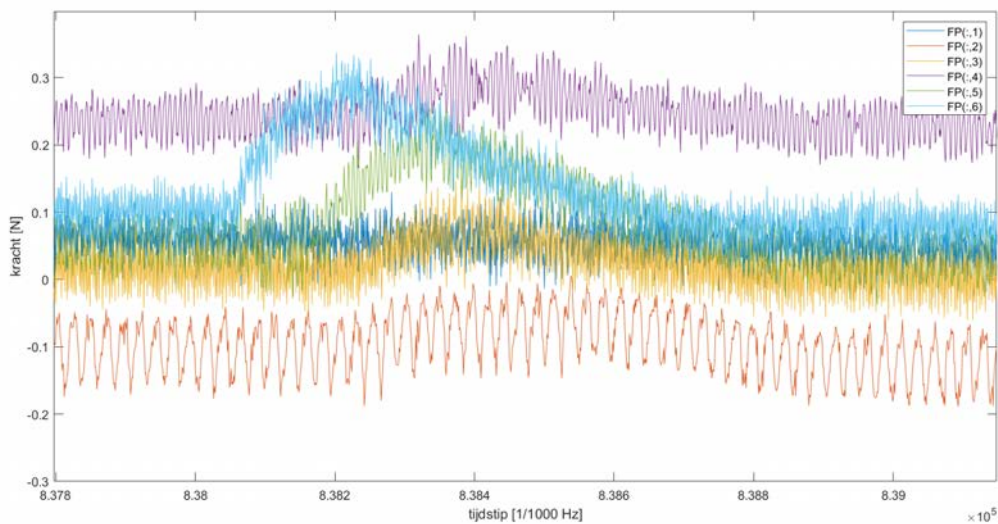
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van simulatie CRE007



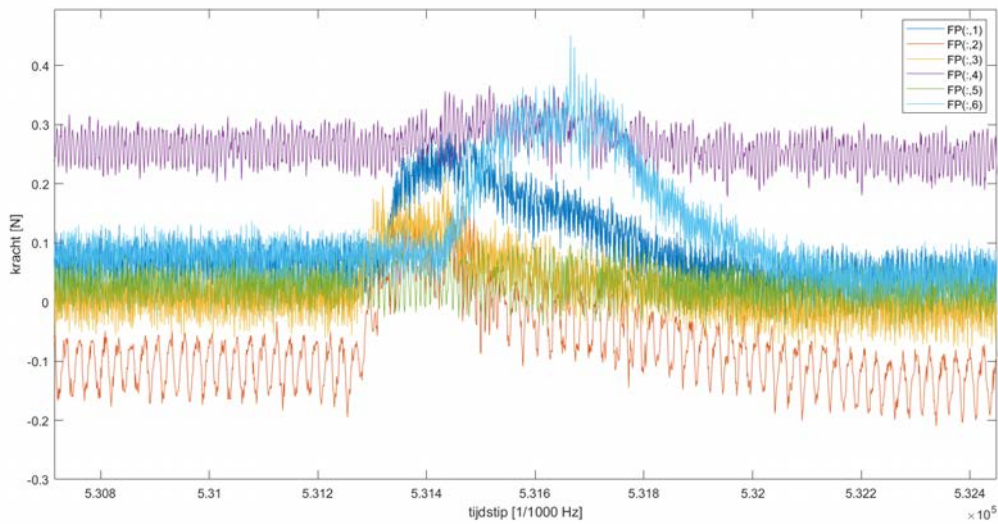
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van simulatie CRE008



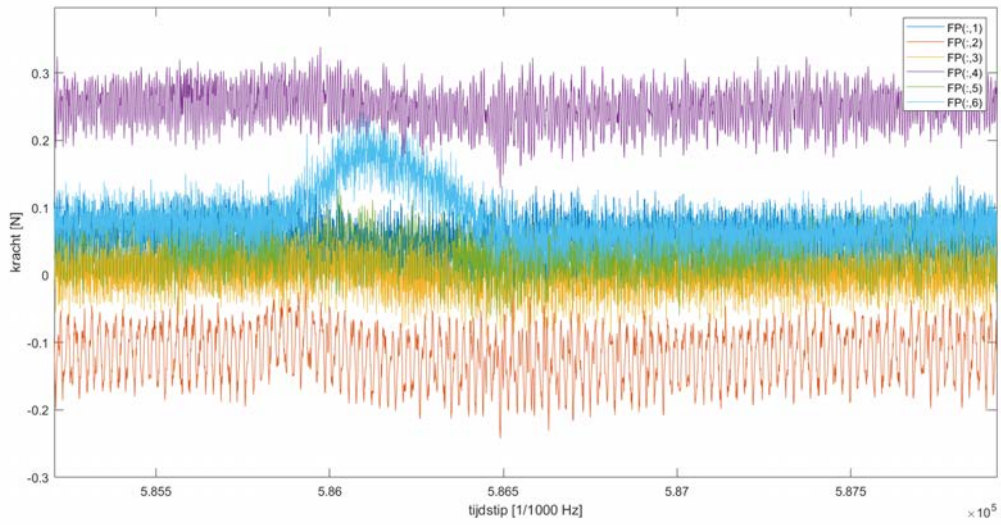
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van simulatie CRE009



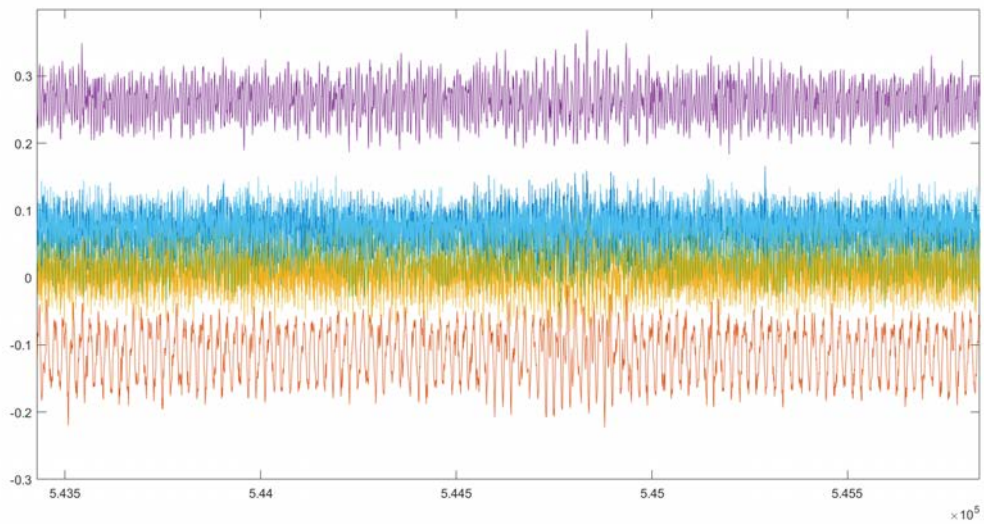
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van simulatie CRE010



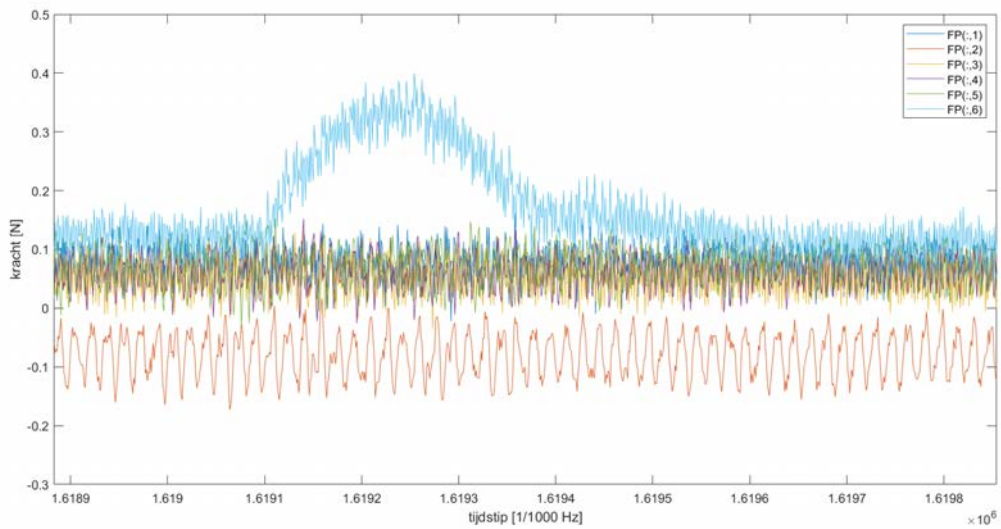
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van simulatie CRE011



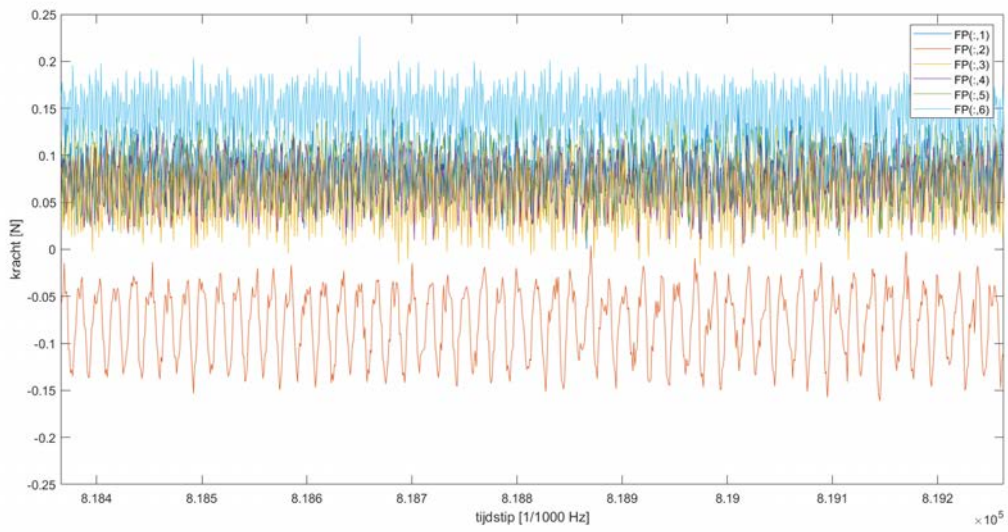
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens simulatie CRE012 : enkel ruis



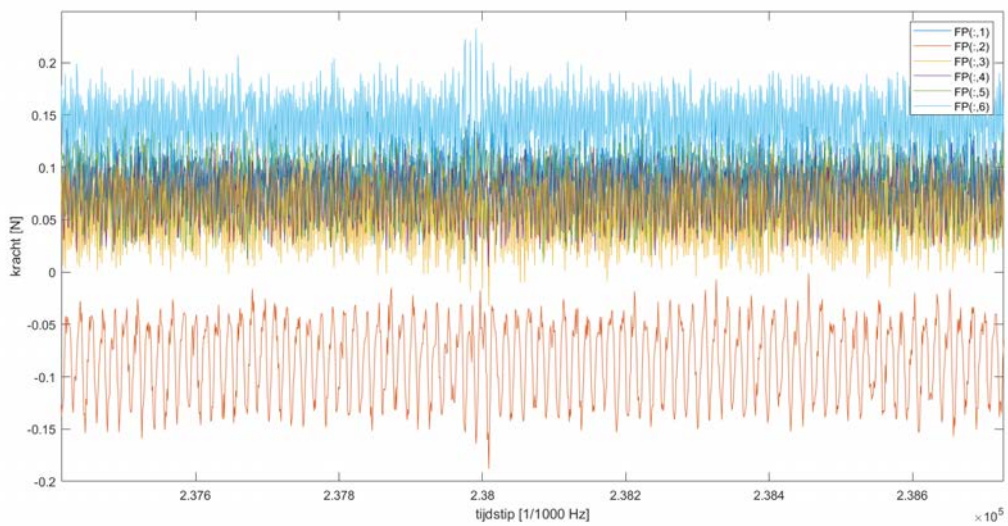
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van simulatie CRE013



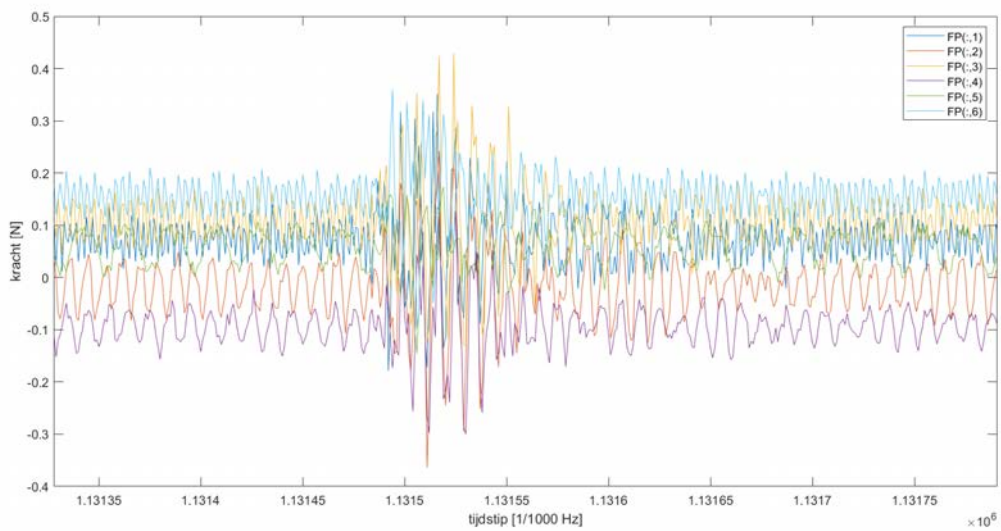
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens simulatie CRE014 : enkel ruis



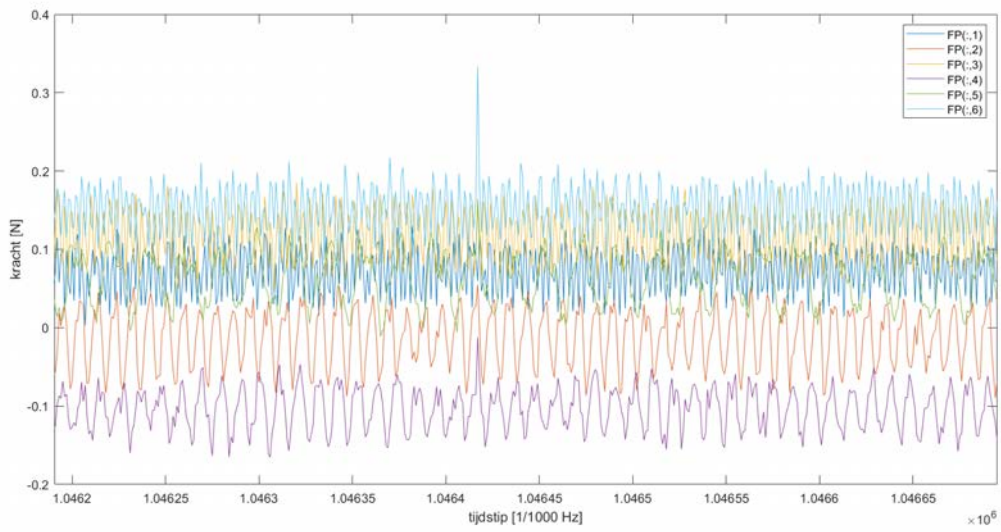
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens simulatie CRE015 : enkel ruis



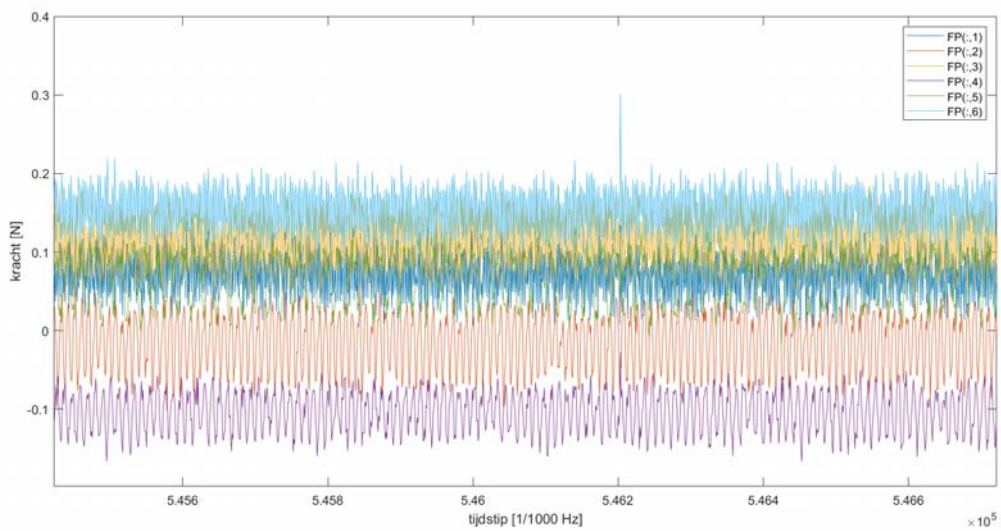
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens simulatie CRE016 : enkel ruis



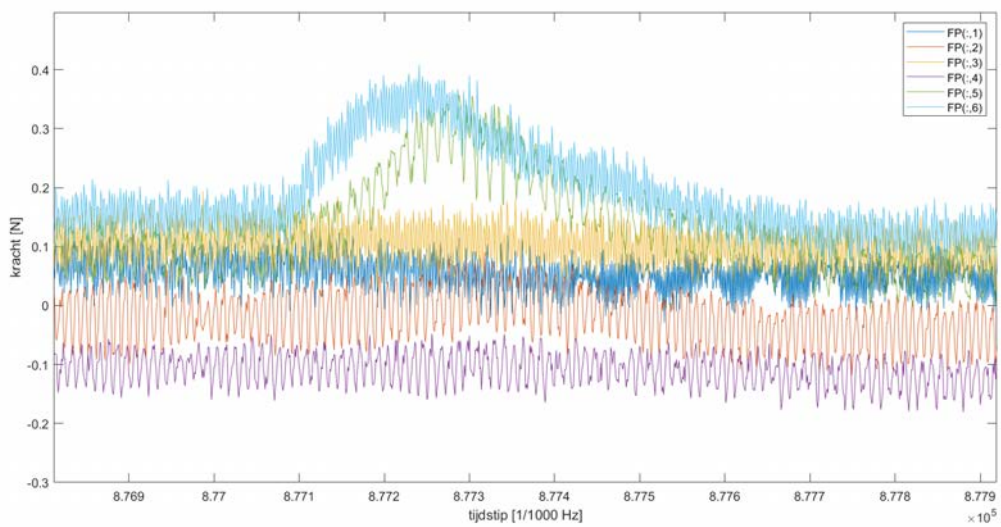
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE017 : enkel ruis



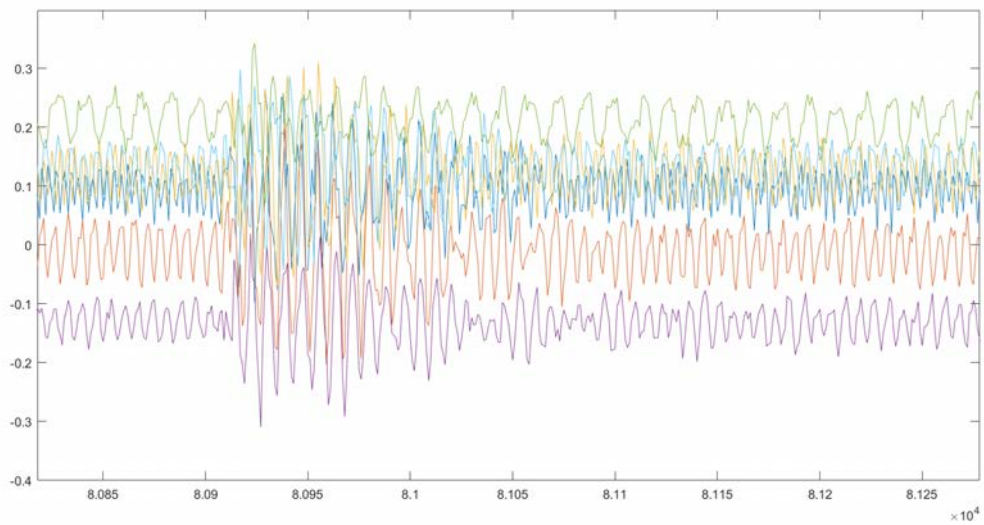
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens simulatie CRE018 : enkel ruis



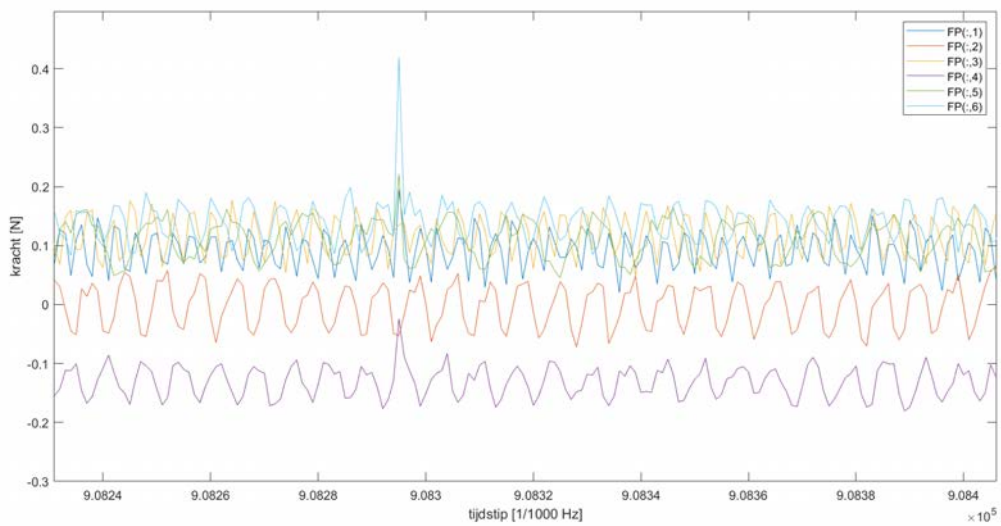
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE019



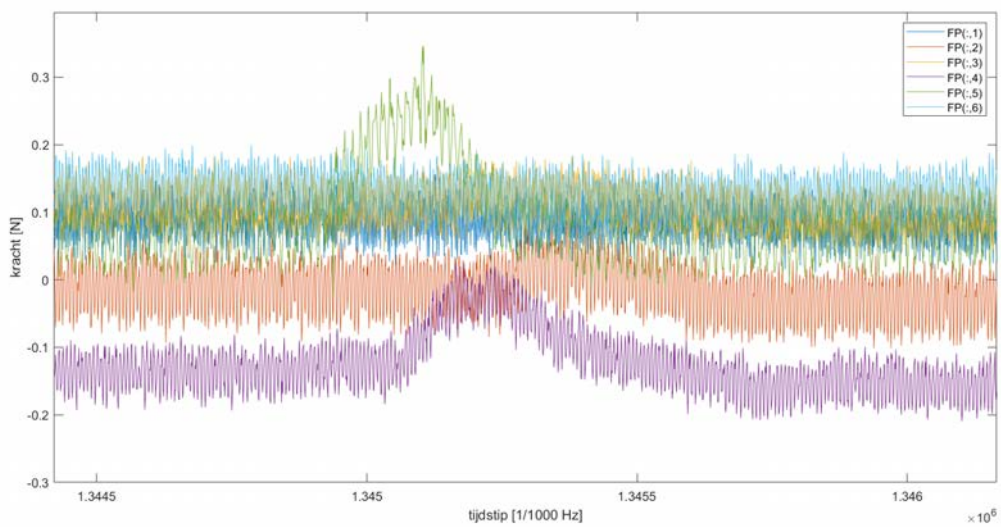
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens simulatie CRE020 : enkel ruis



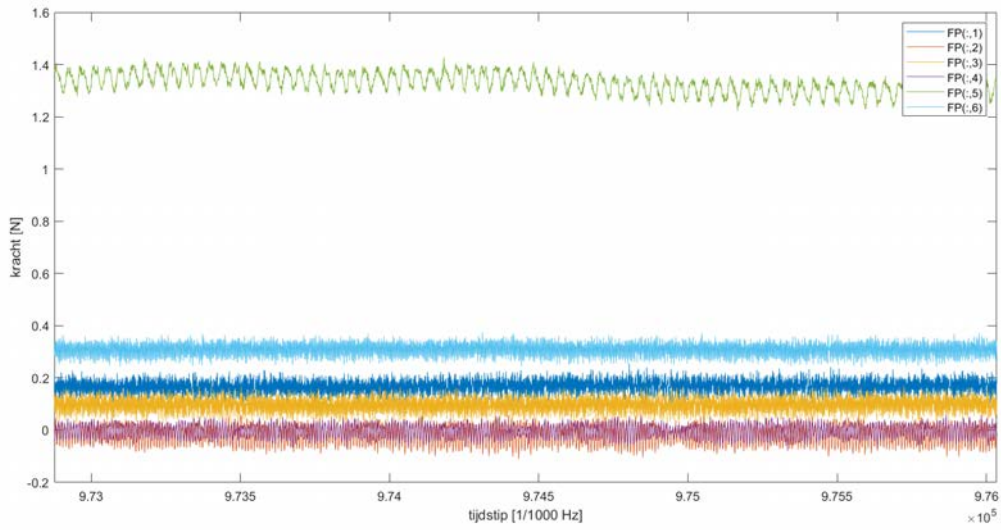
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE021 : enkel ruis



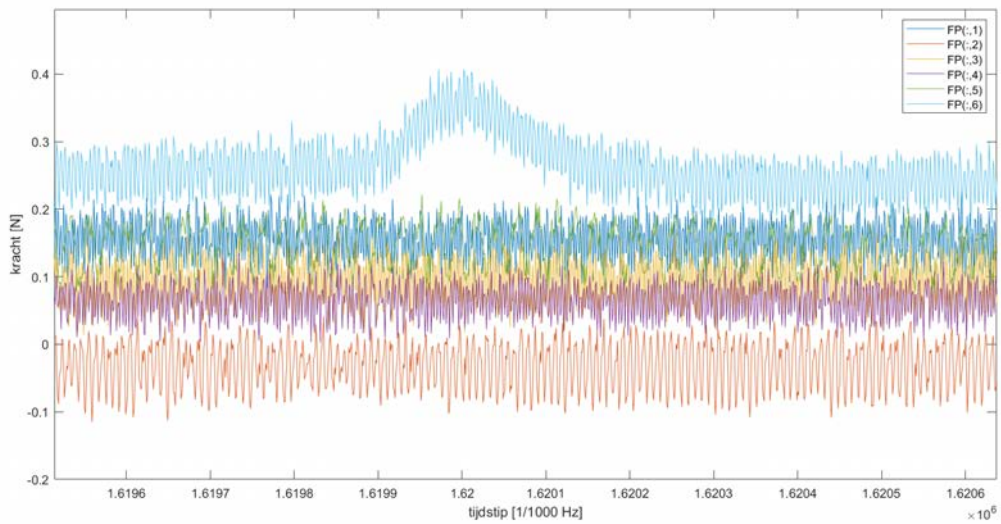
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE022



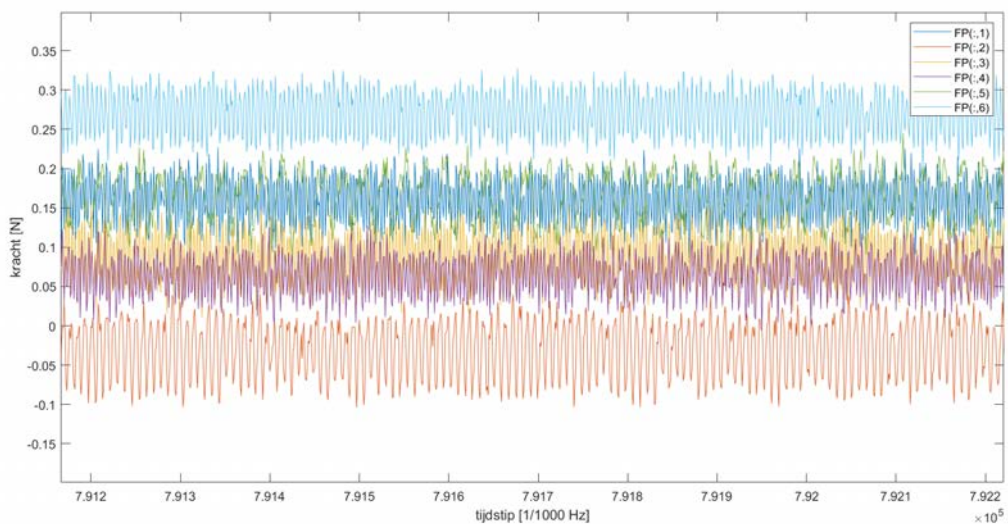
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE024 : enkel ruis



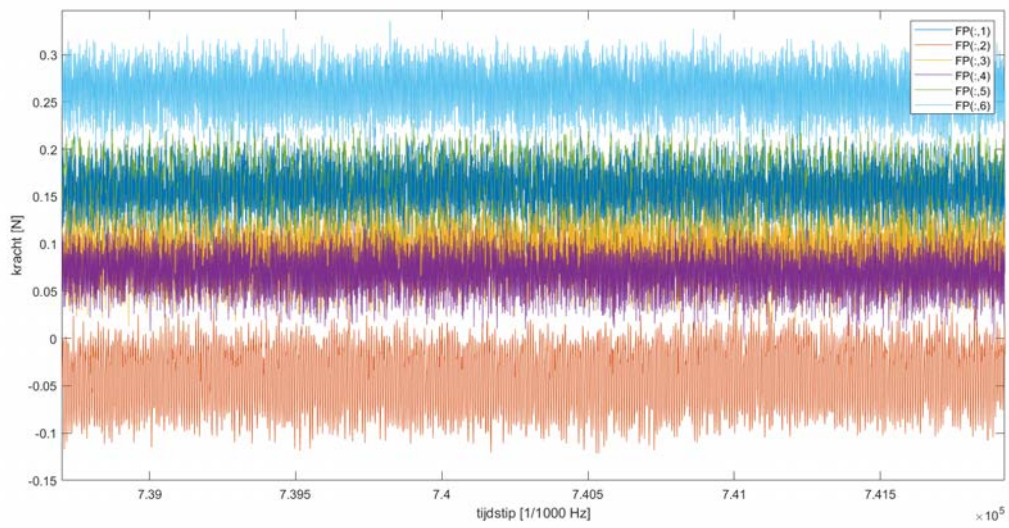
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE025



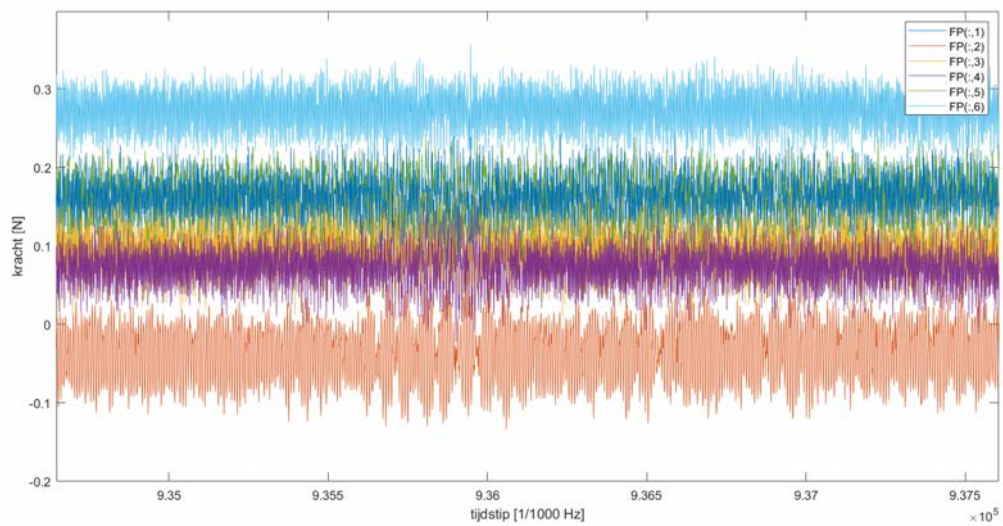
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE026 : enkel ruis



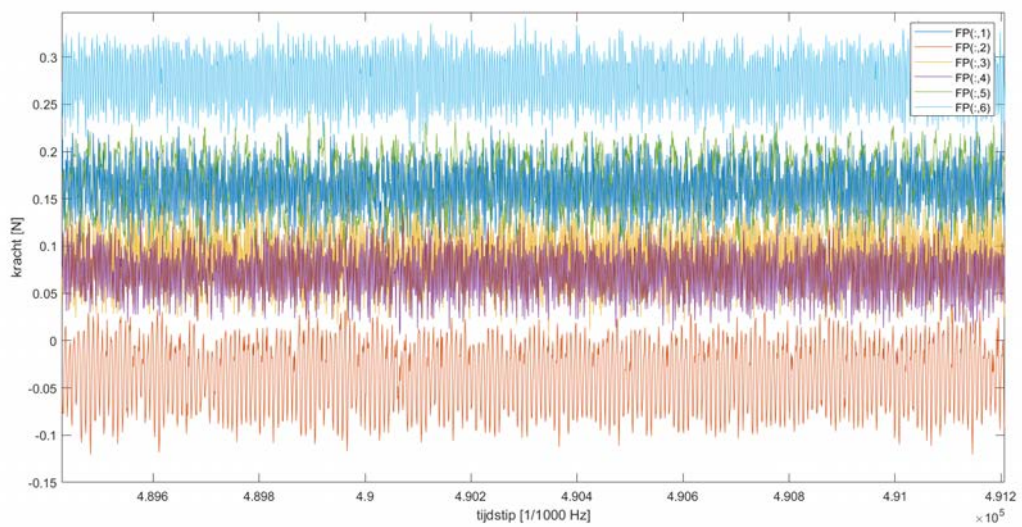
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE027 : enkel ruis



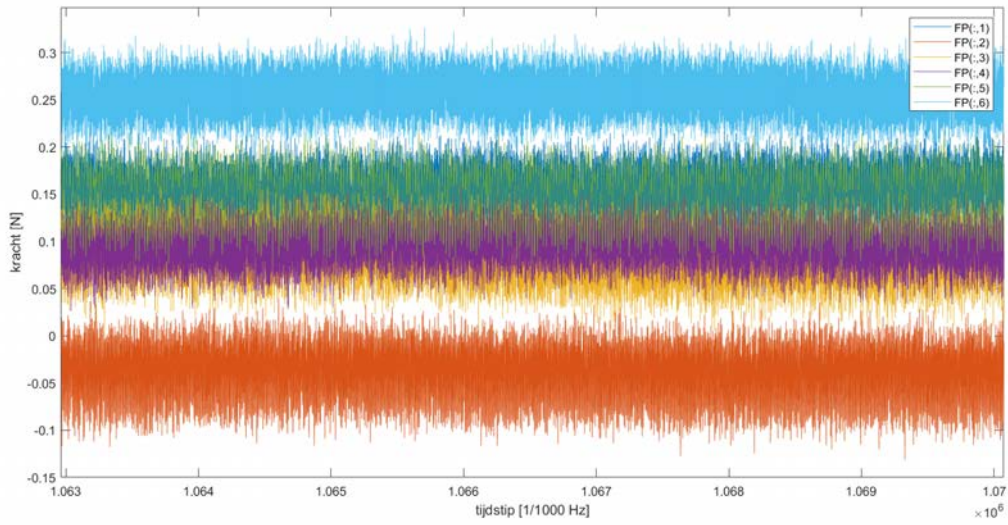
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE028 : enkel ruis



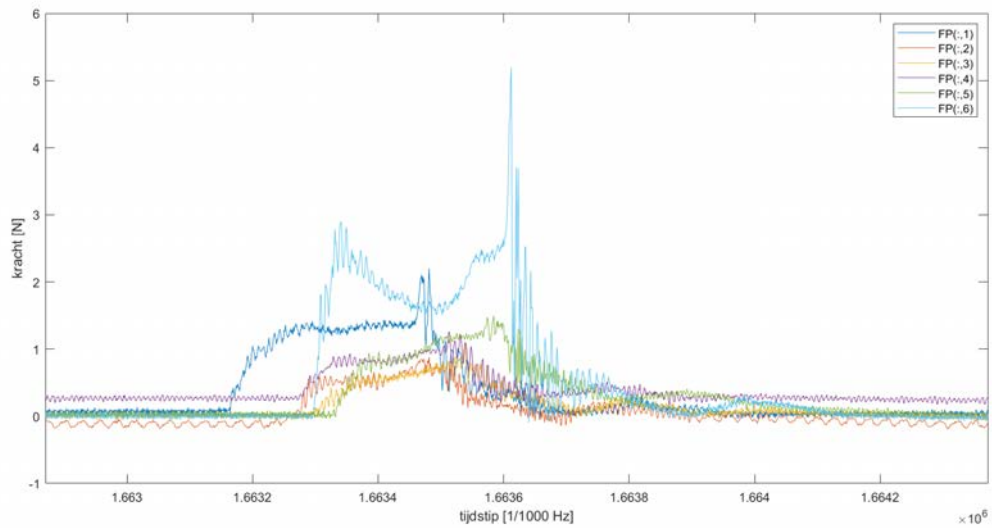
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE029 : enkel ruis



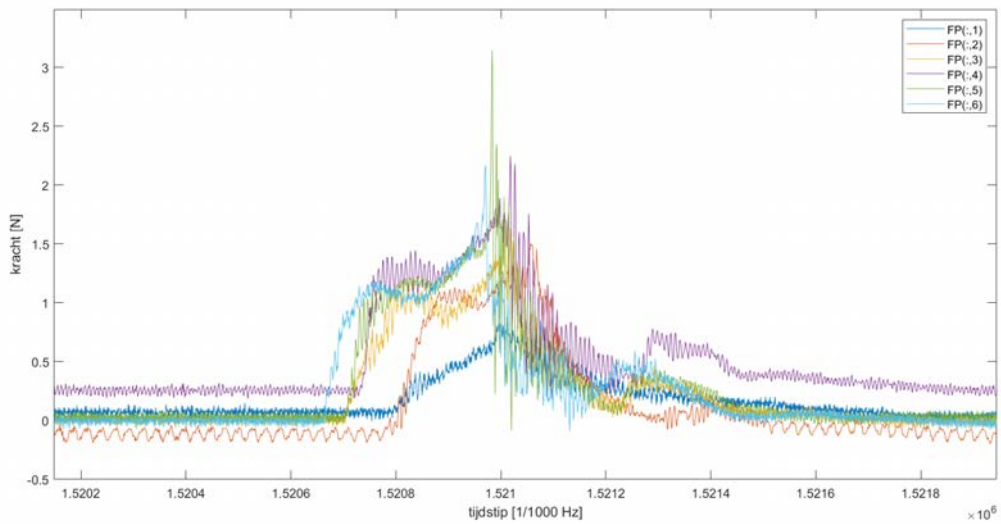
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE030 : enkel ruis



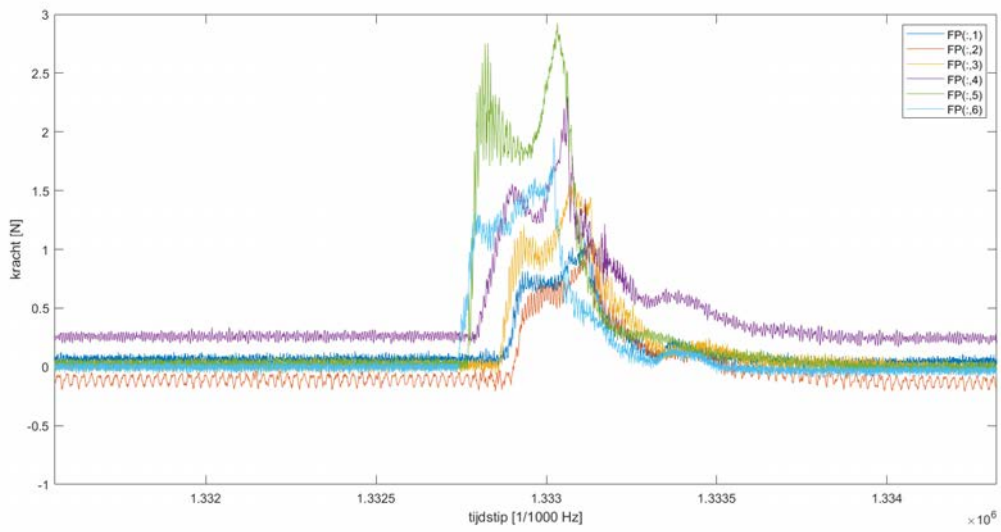
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE031



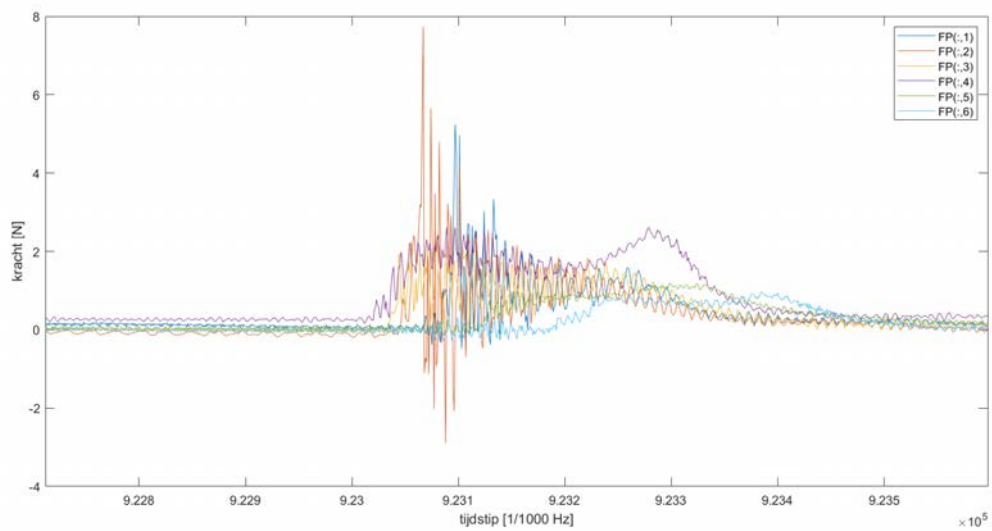
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE032



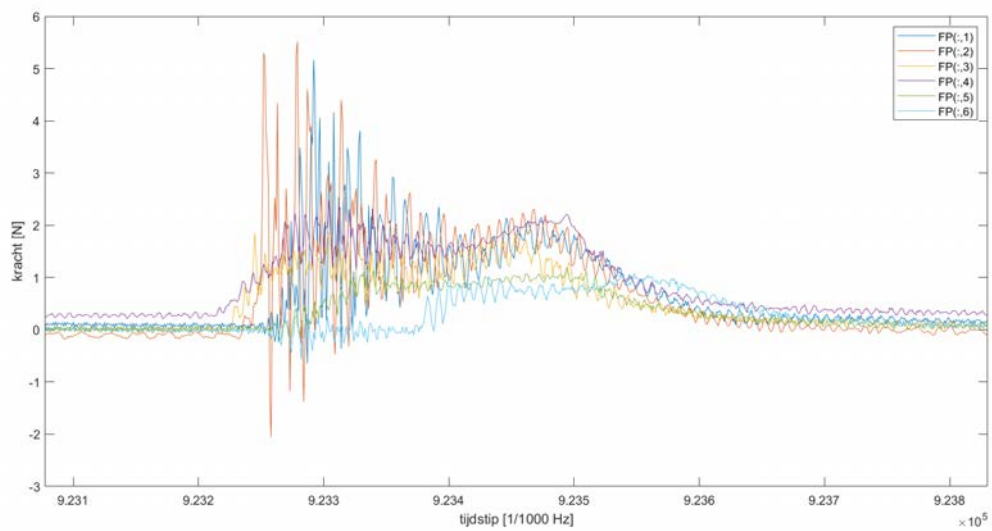
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE033



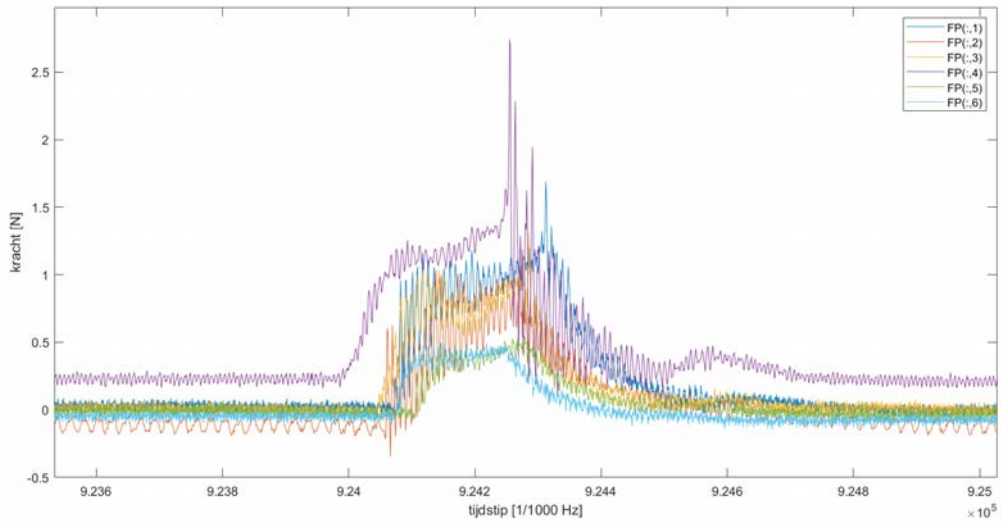
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE034



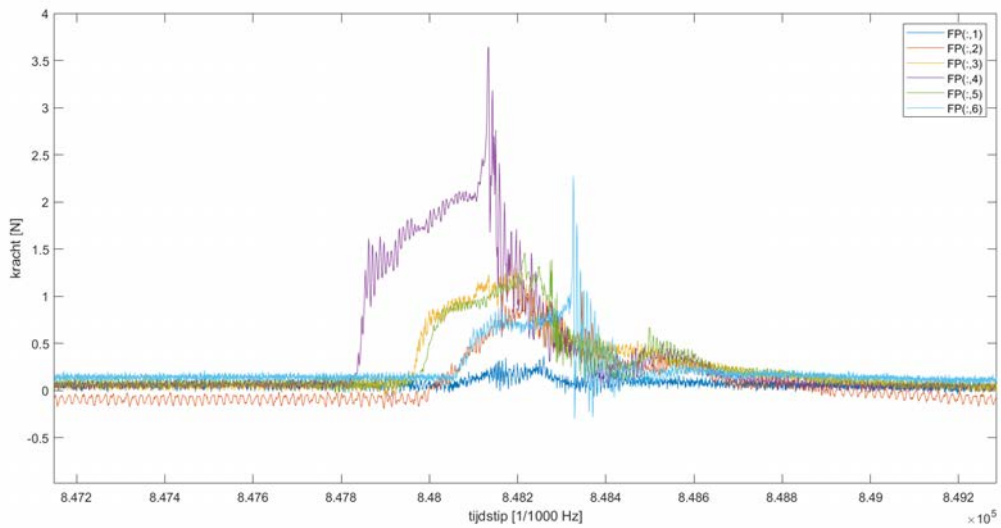
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE035



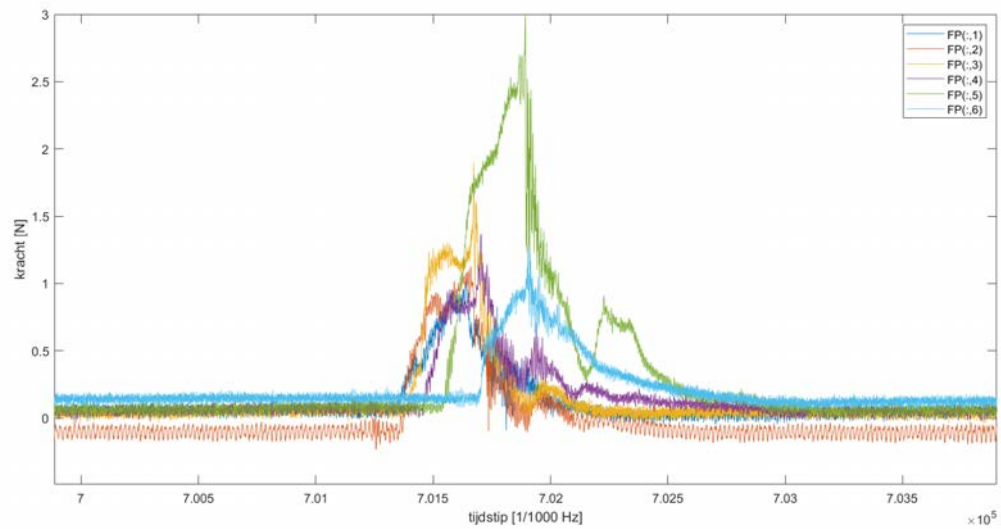
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE036



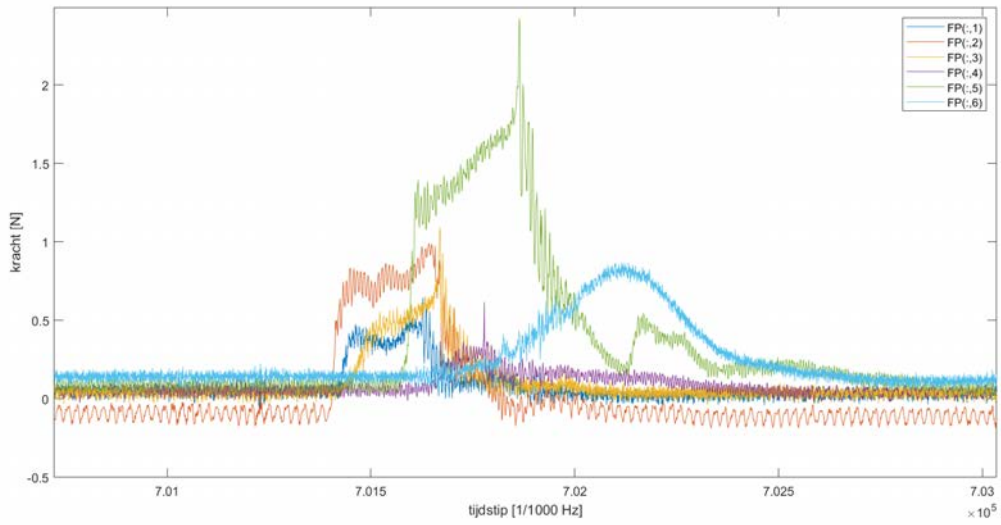
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE037



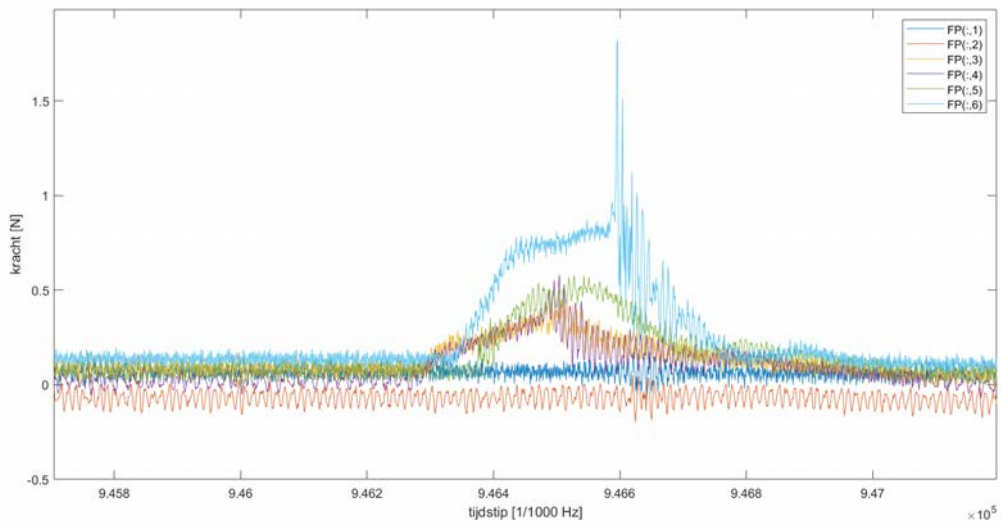
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE038



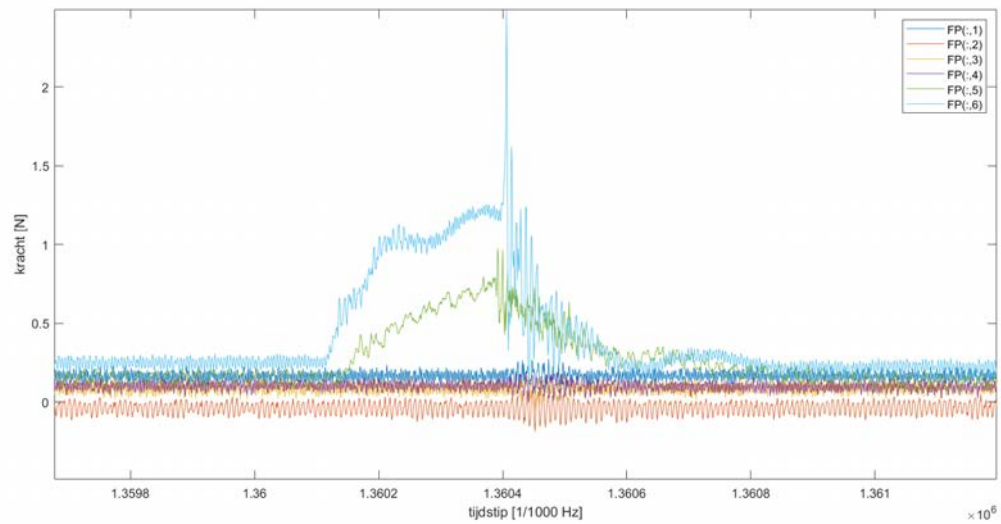
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE039



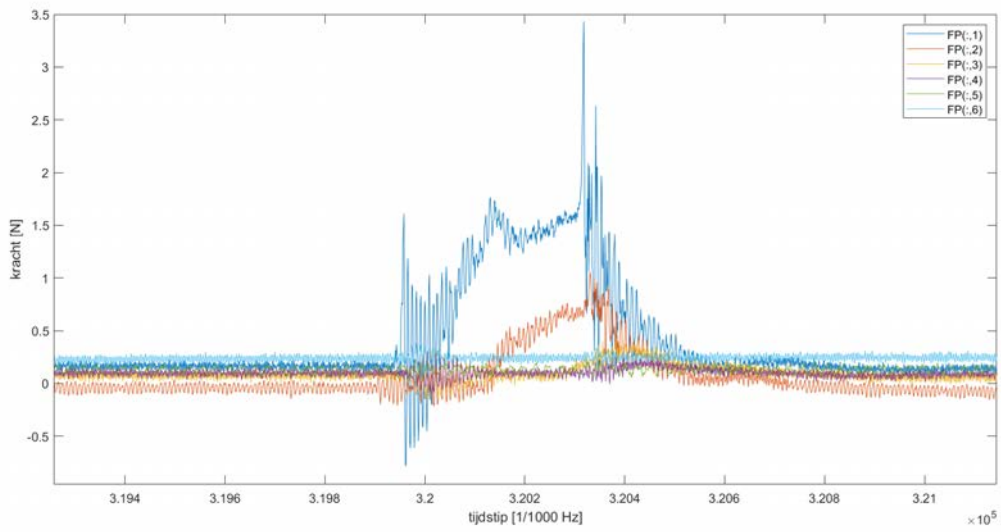
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE040



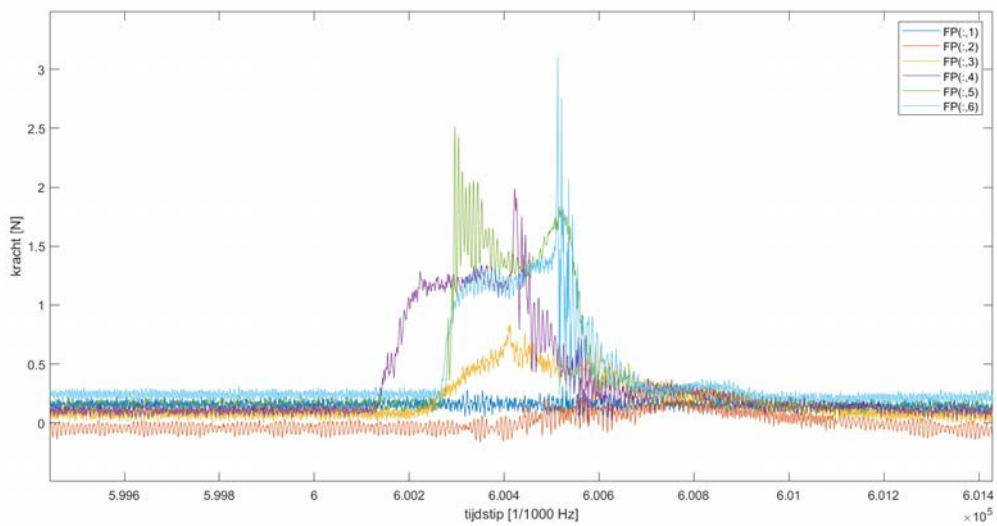
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE041



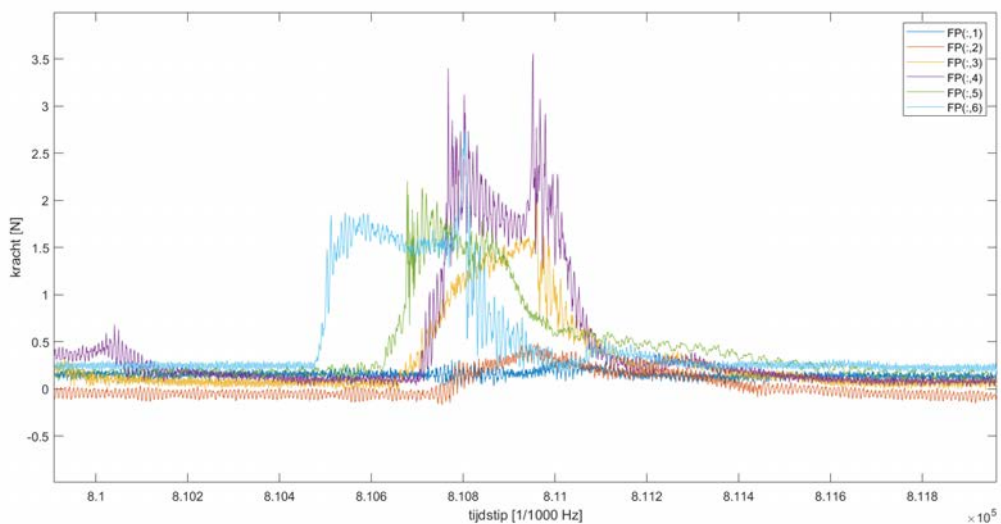
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE042



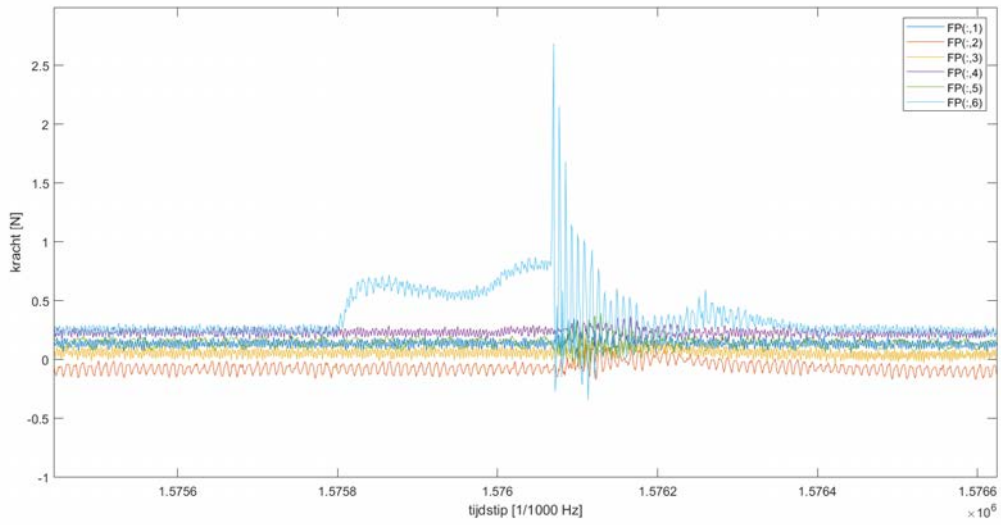
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE043



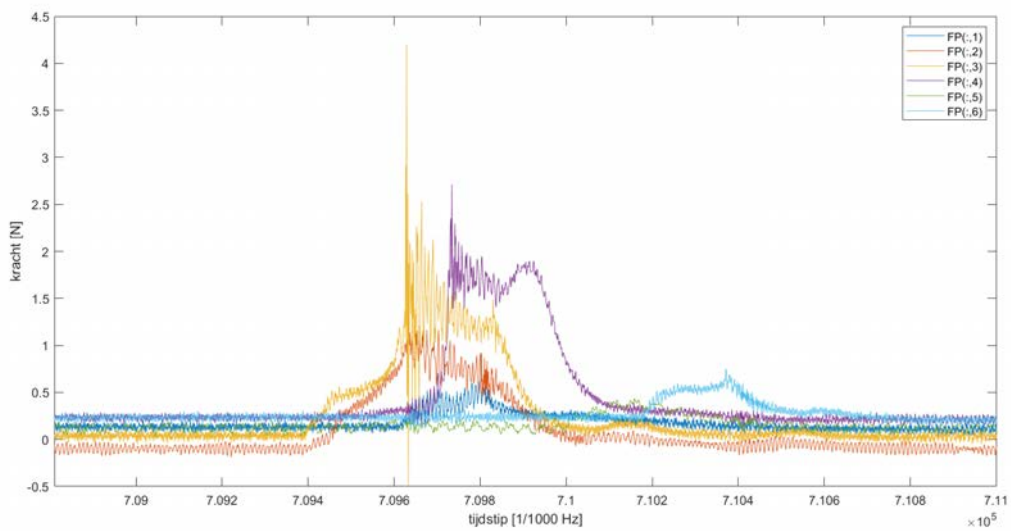
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE044



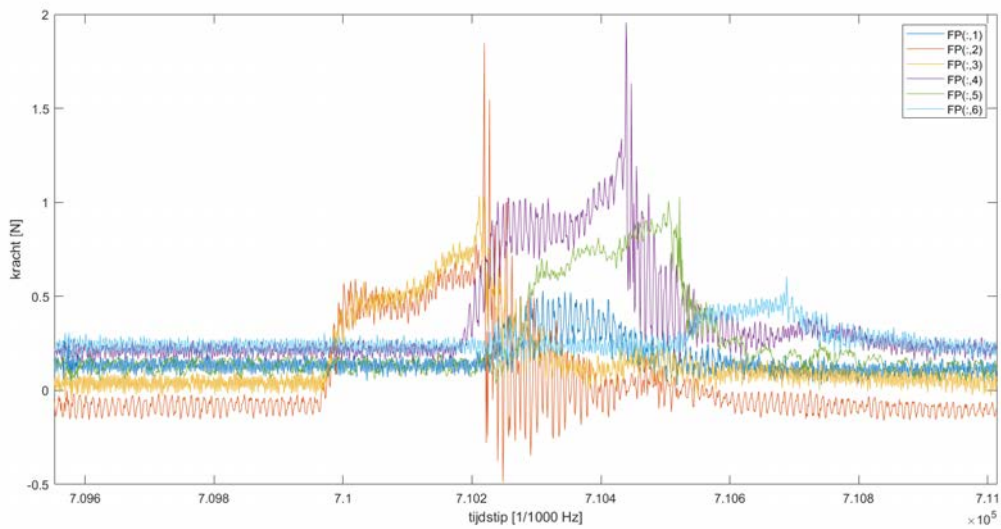
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE045



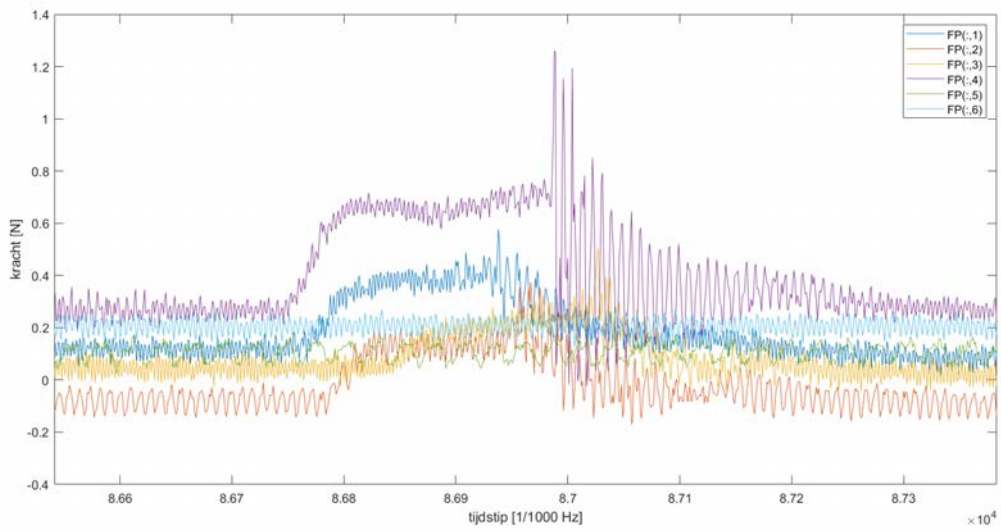
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE046



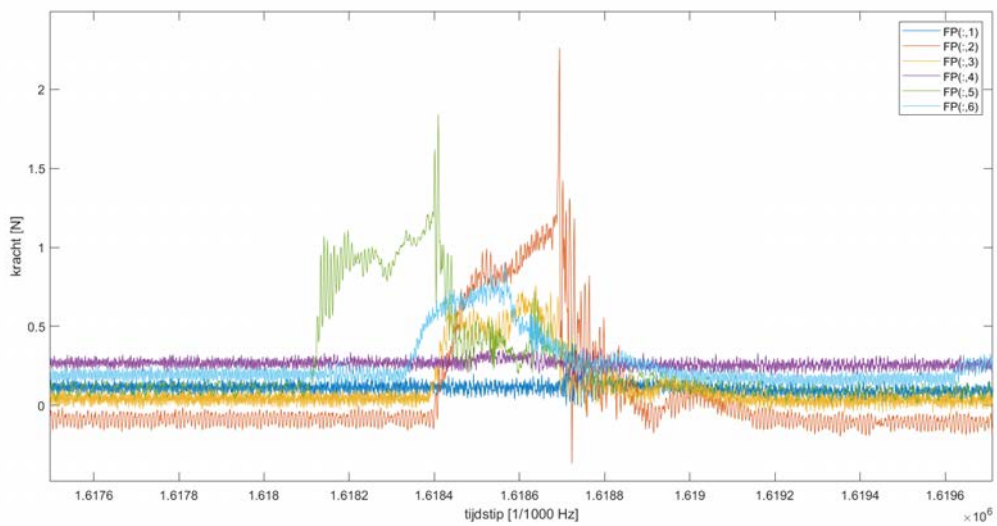
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE047



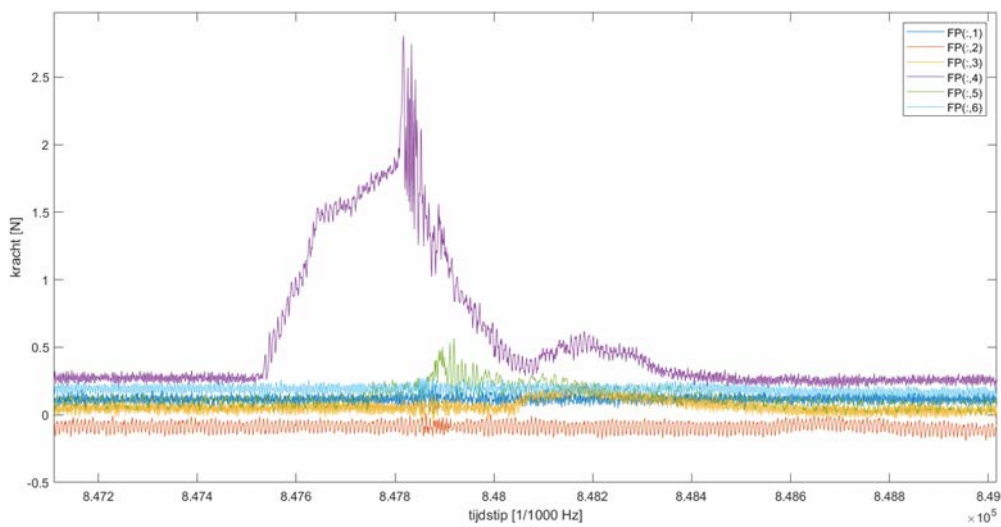
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE048



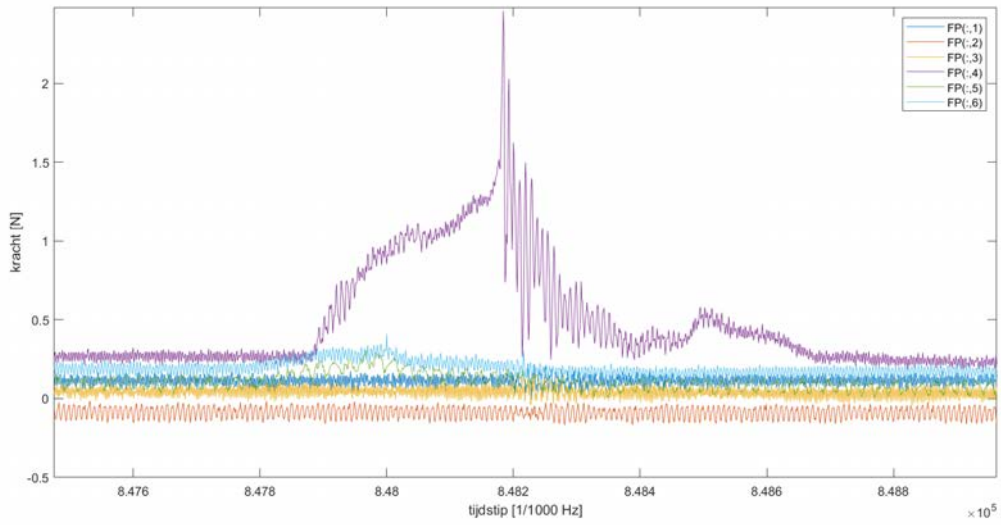
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE049



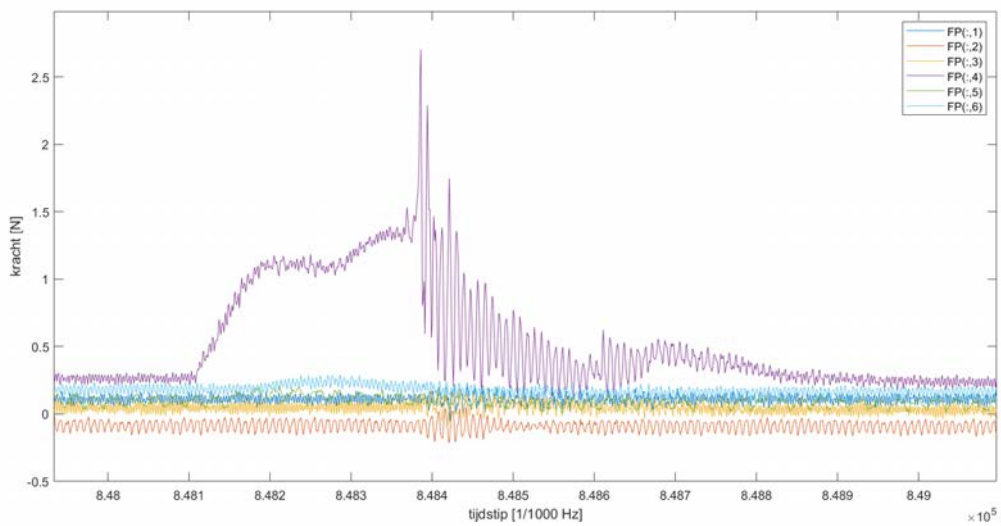
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE050



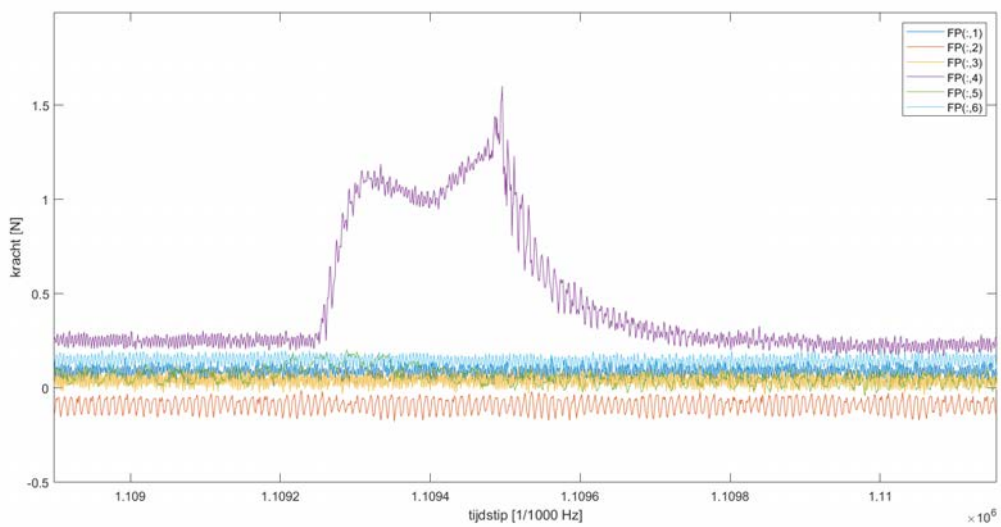
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE051



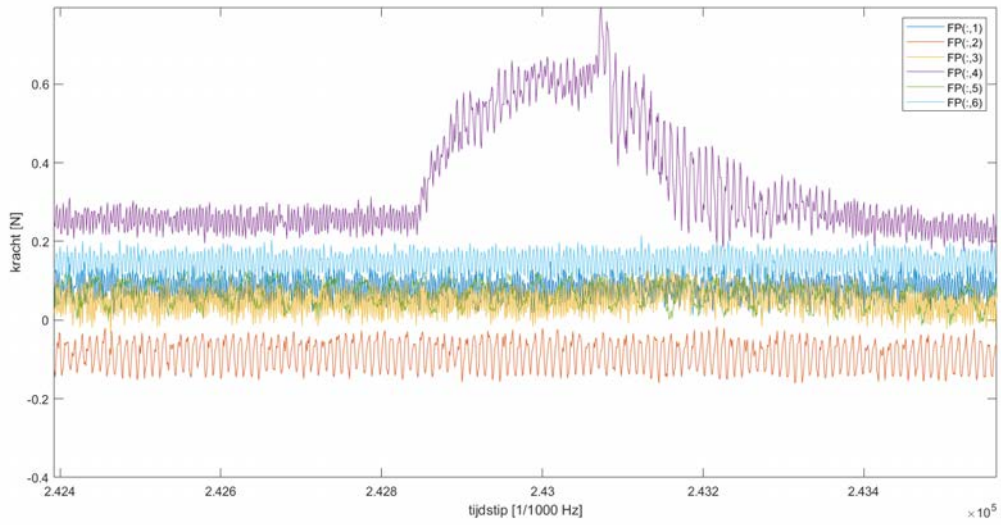
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE052



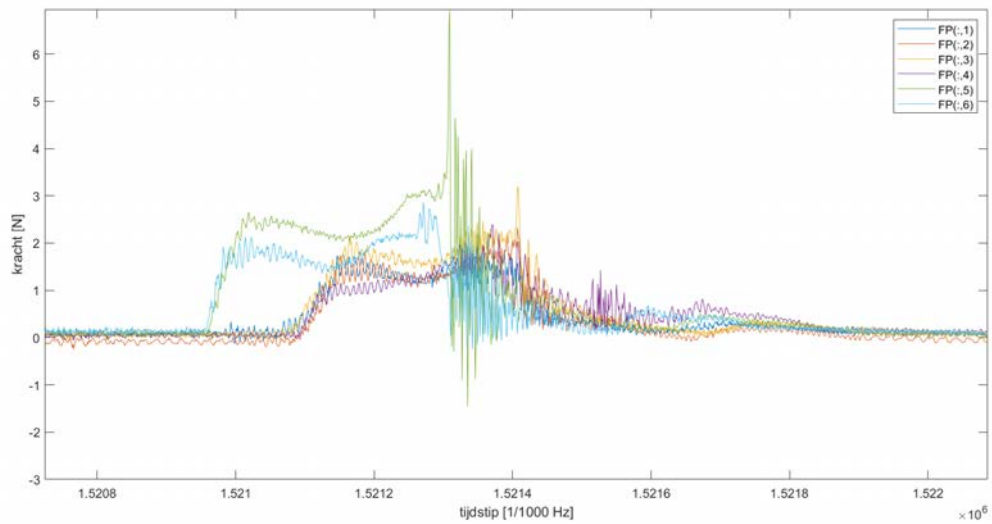
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE053



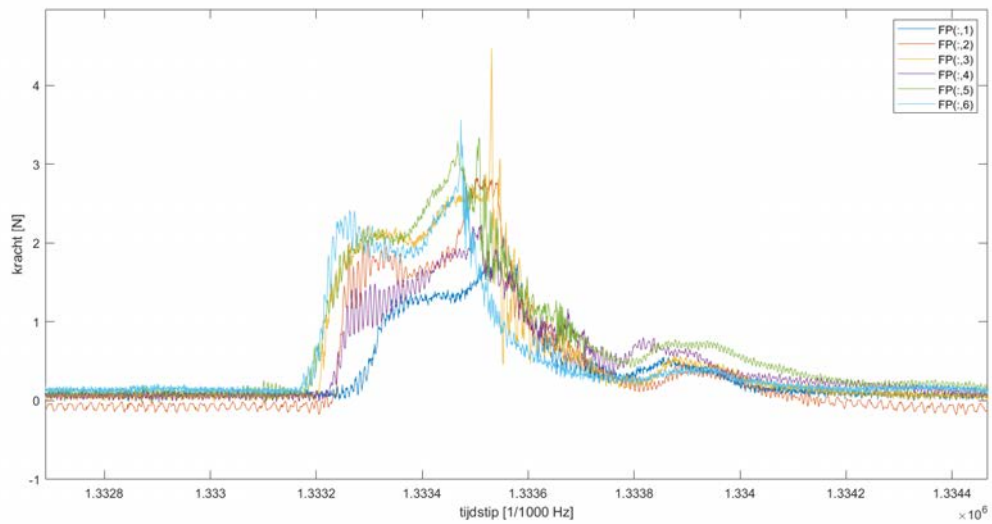
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE054



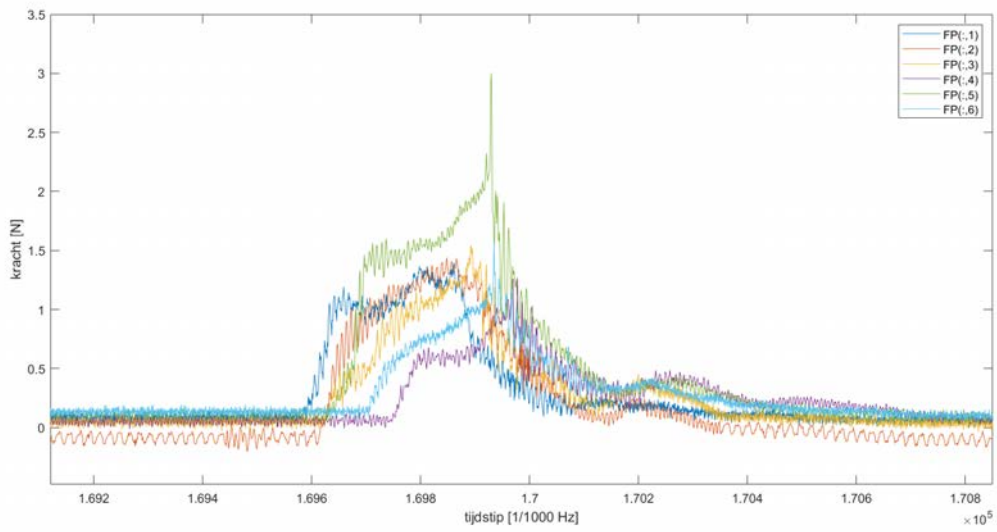
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE055



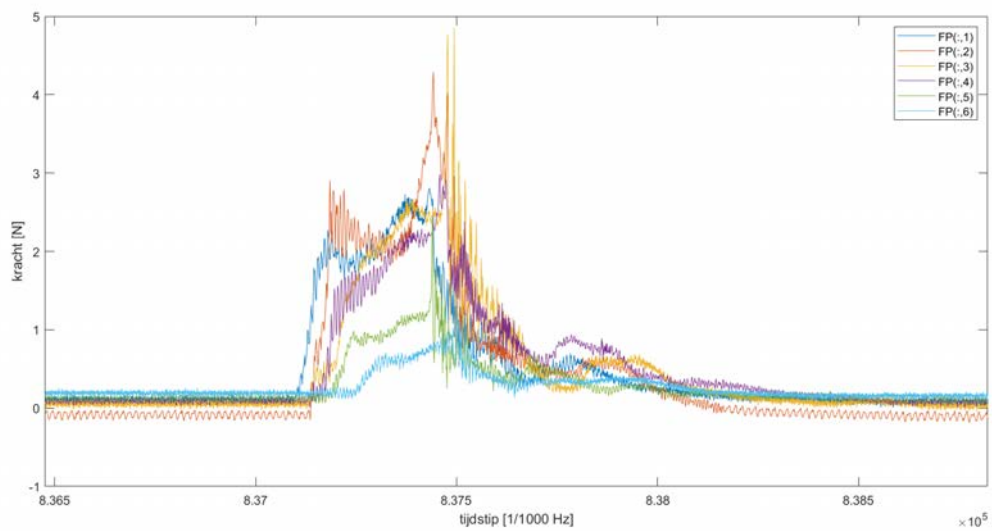
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE056



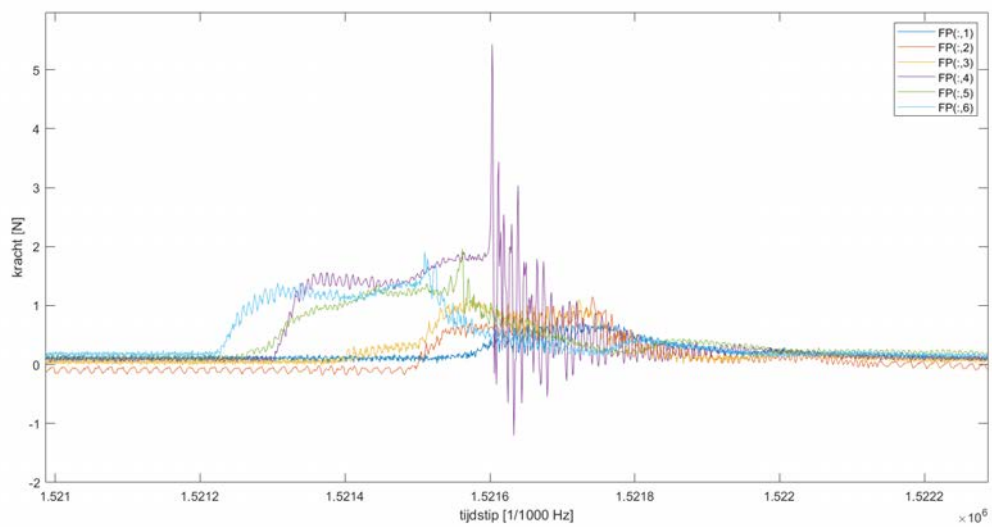
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE057



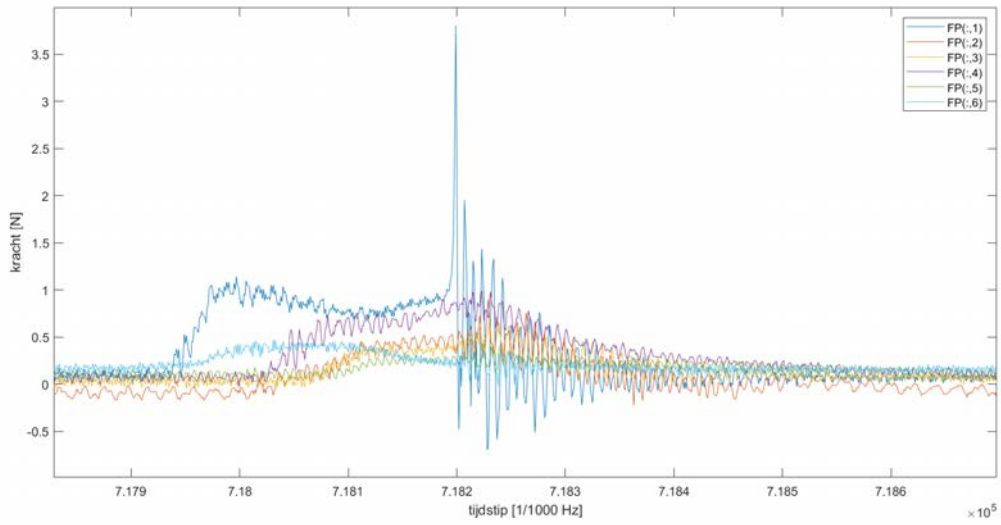
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE058



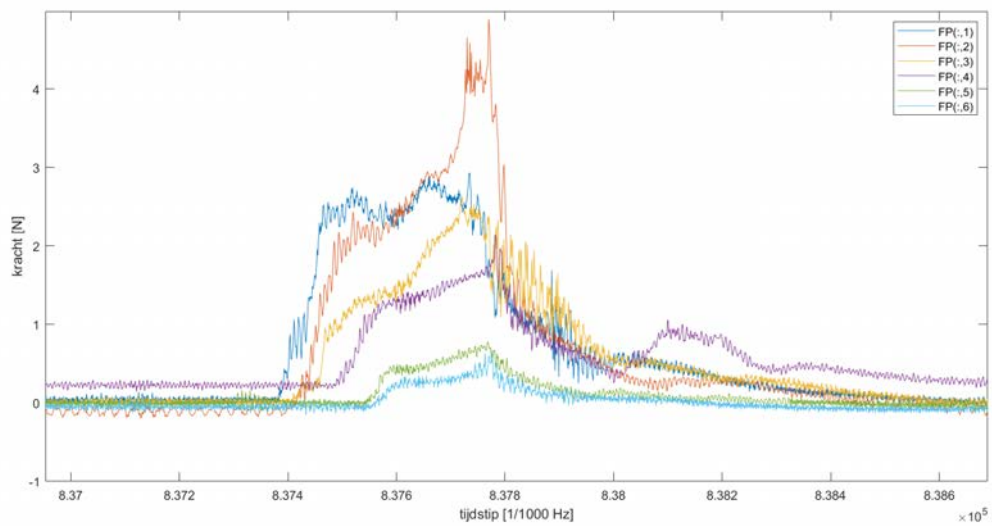
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE059



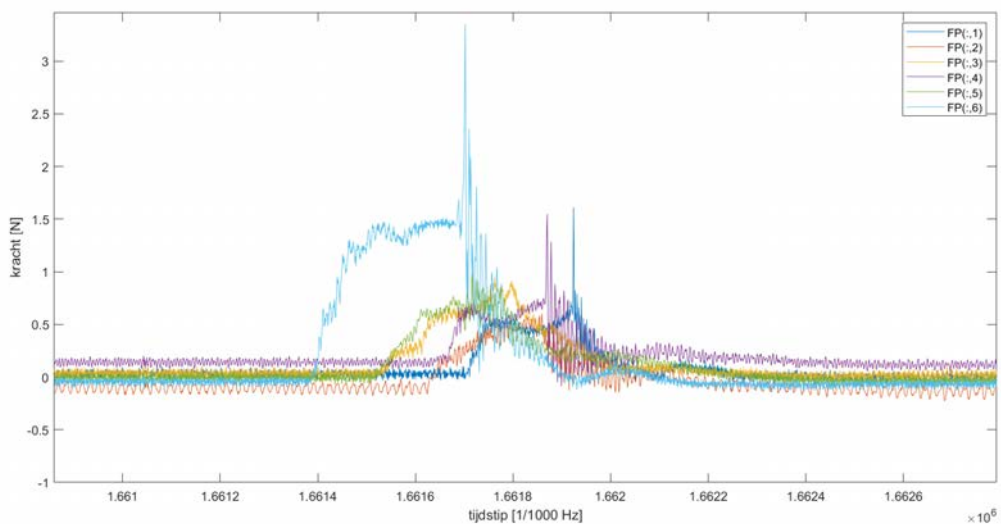
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE060



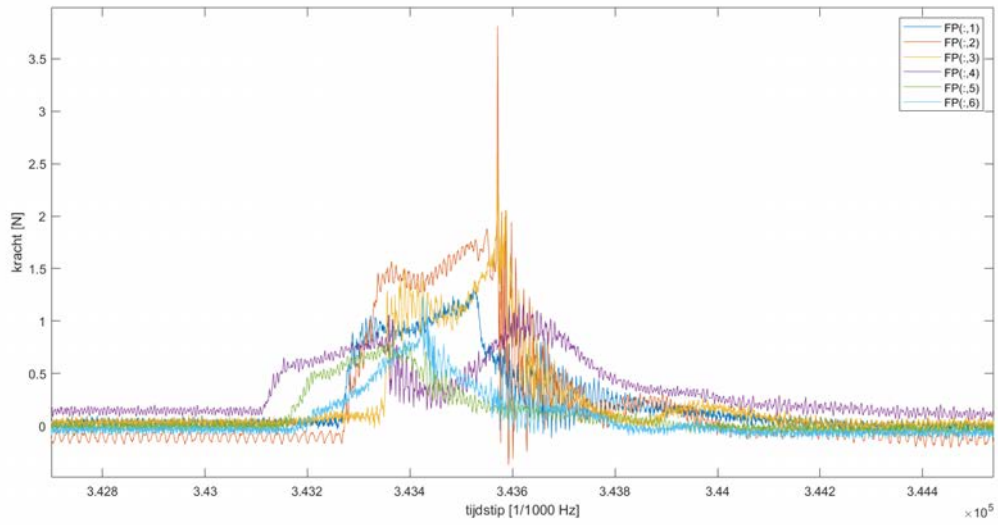
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE061



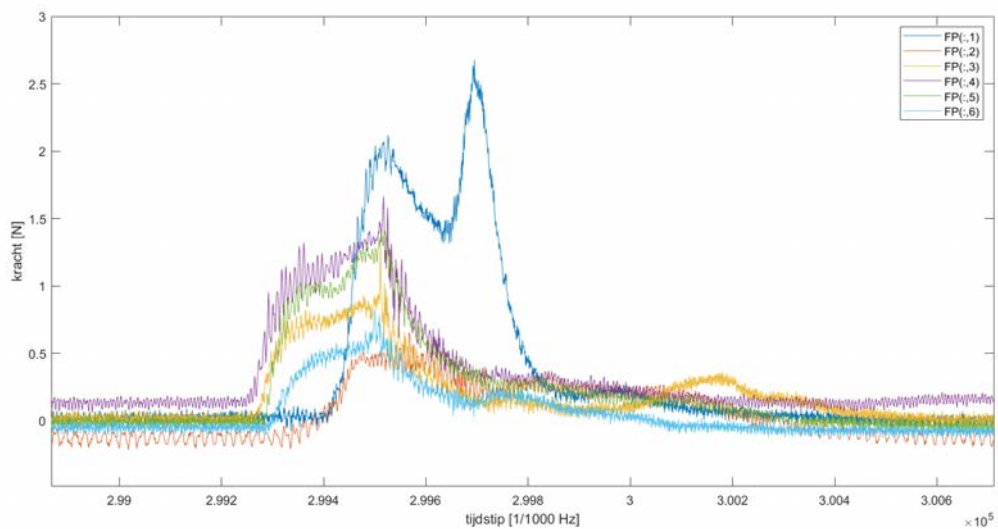
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE062



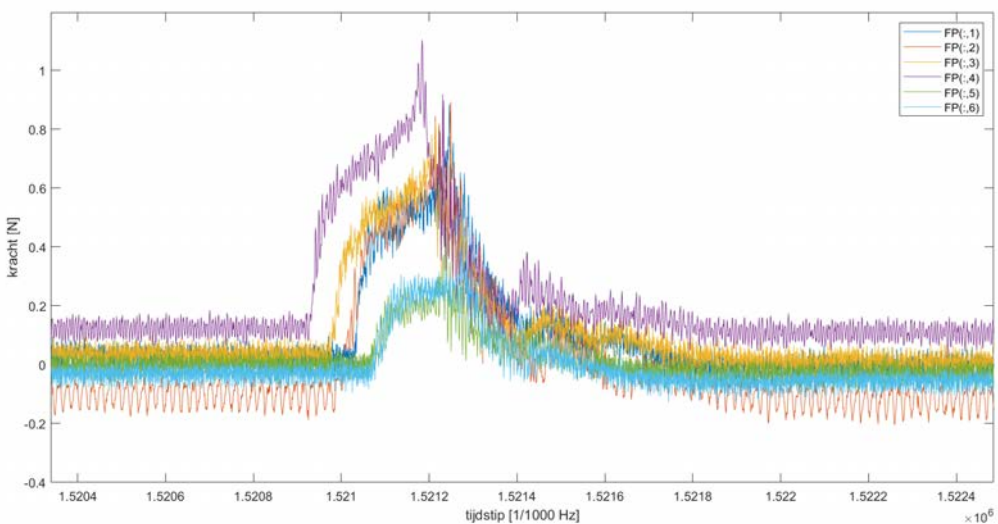
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE063



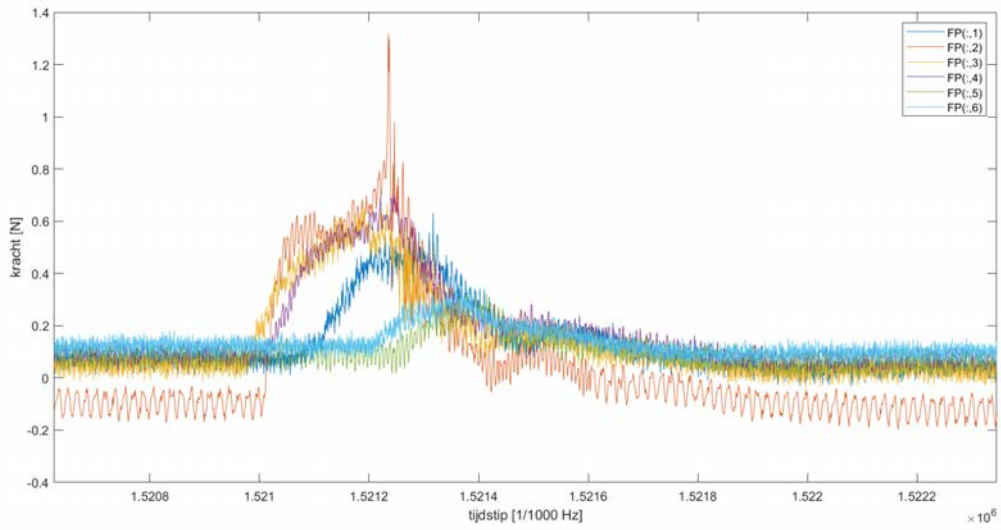
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE064



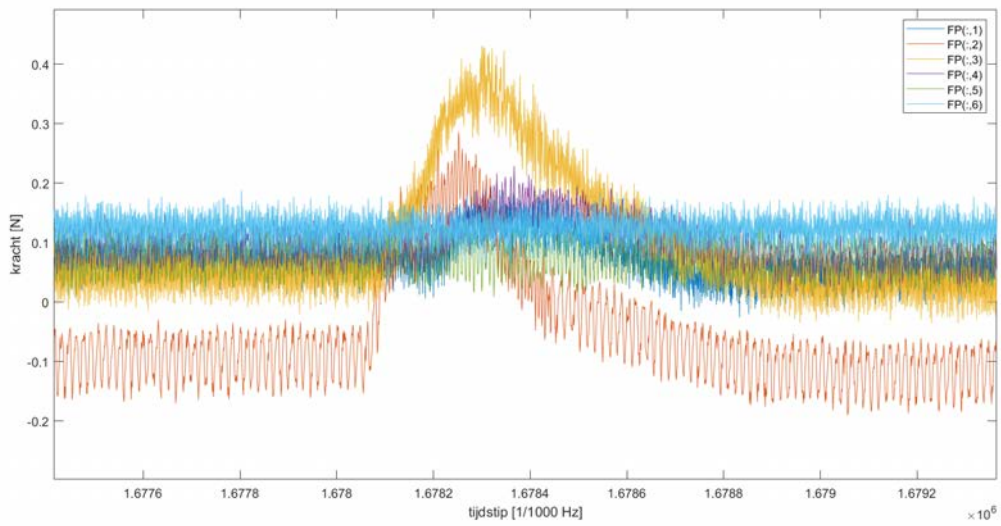
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE065



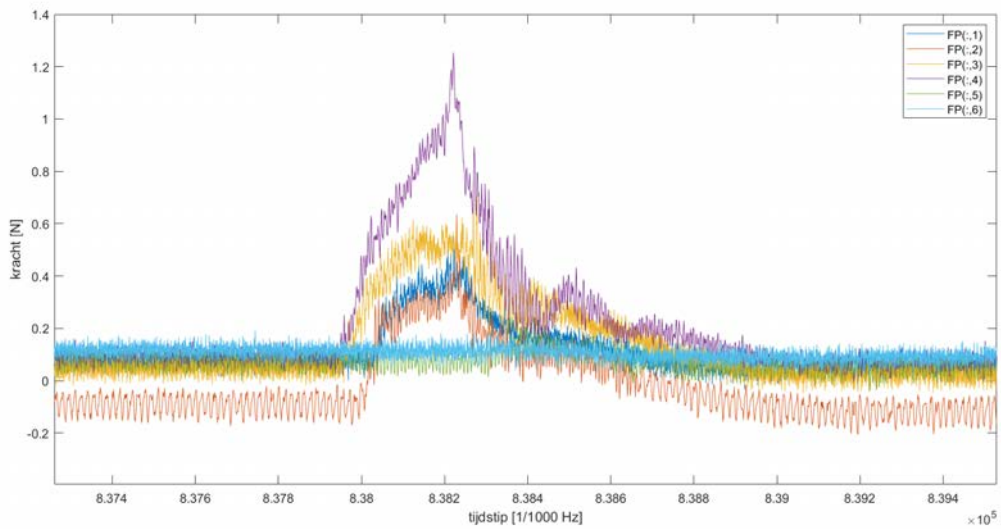
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE066



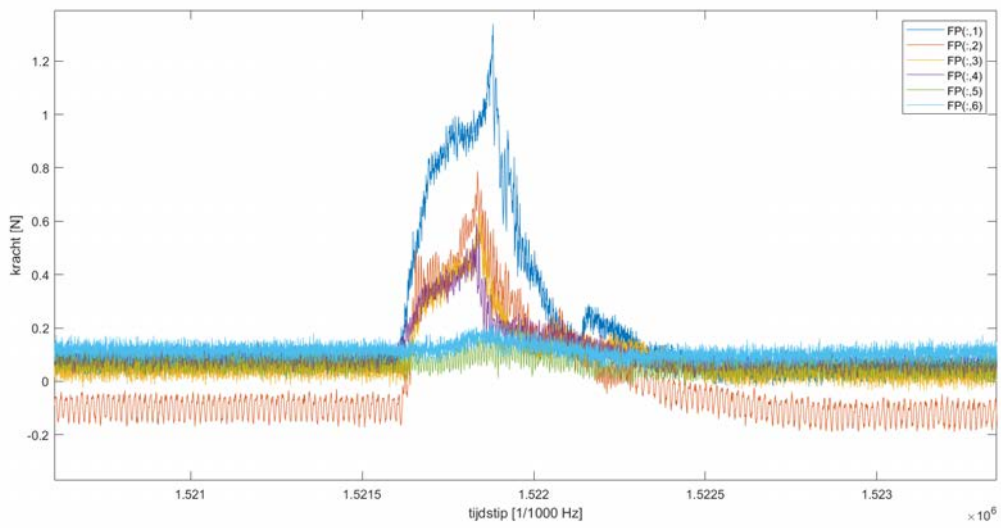
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE067



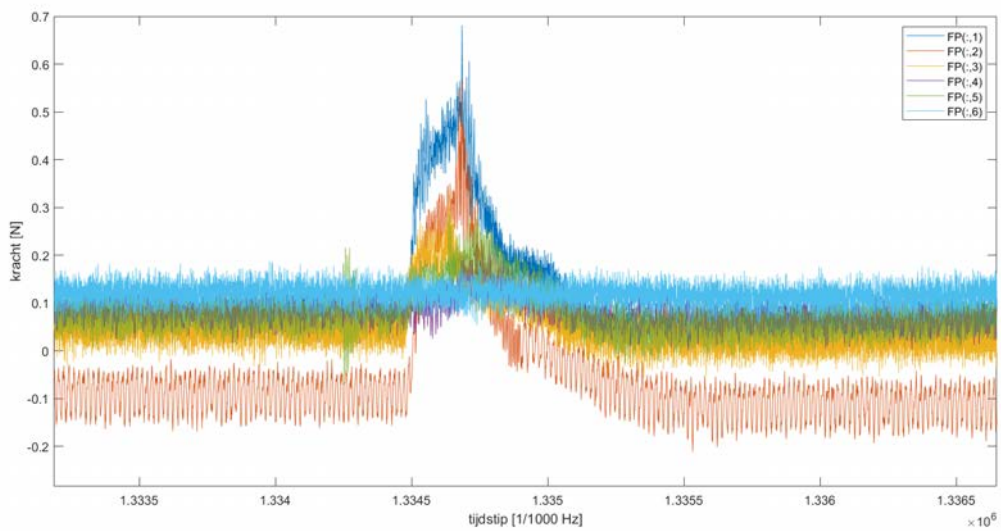
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE068



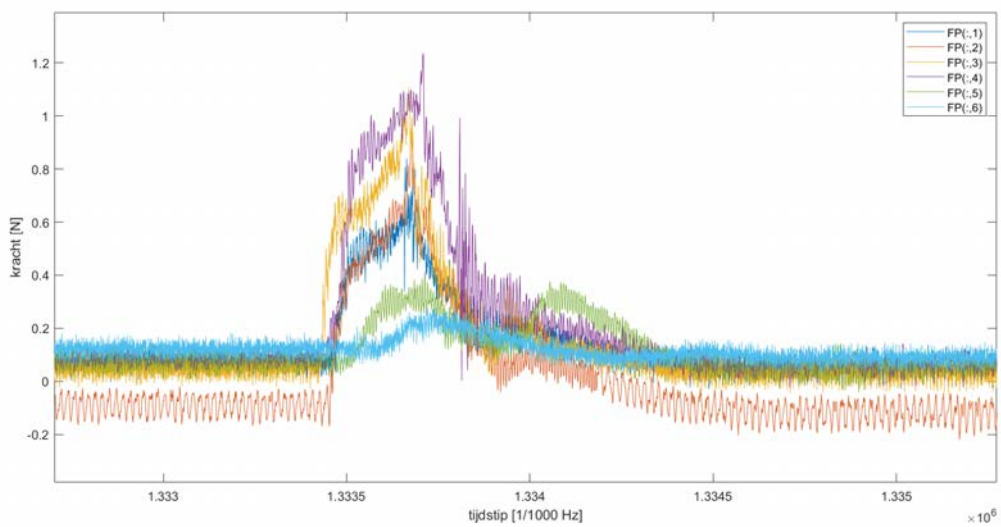
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE069



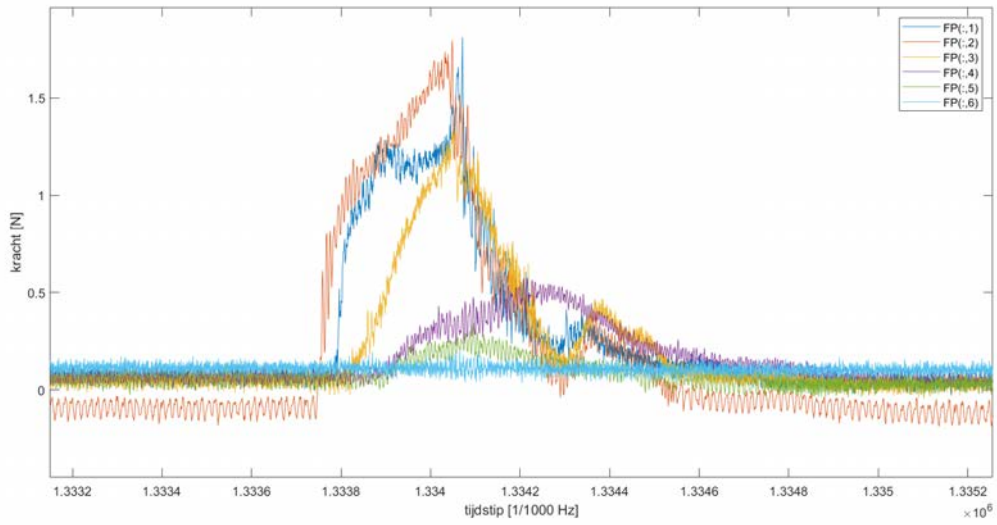
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE070



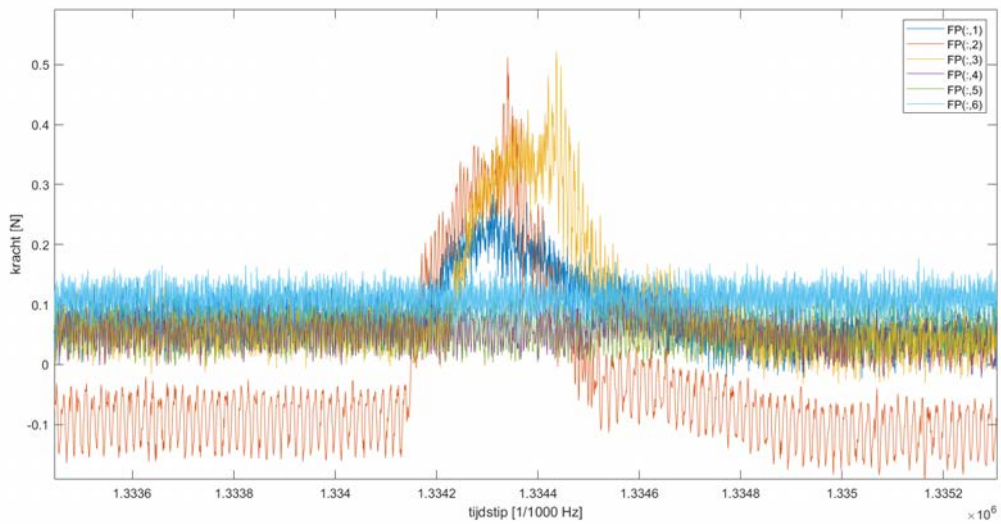
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE071



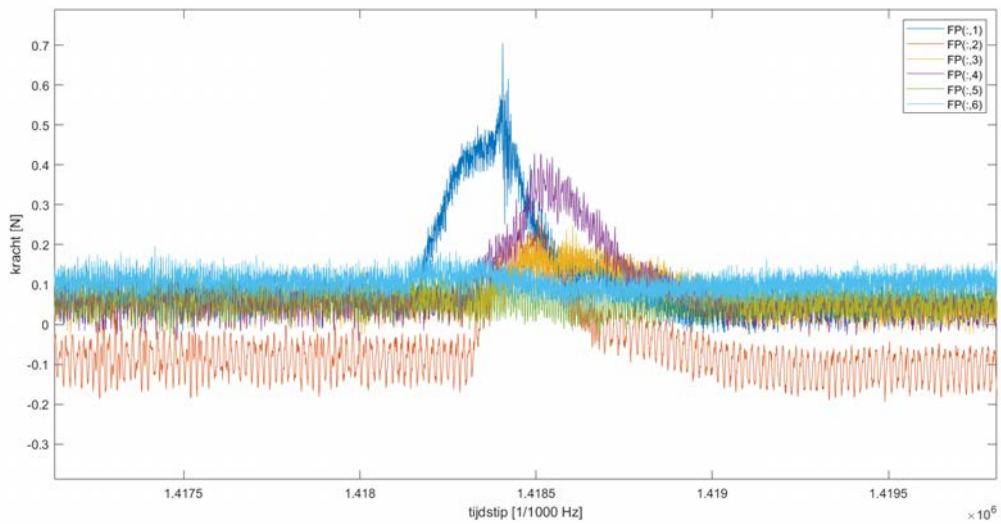
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE072



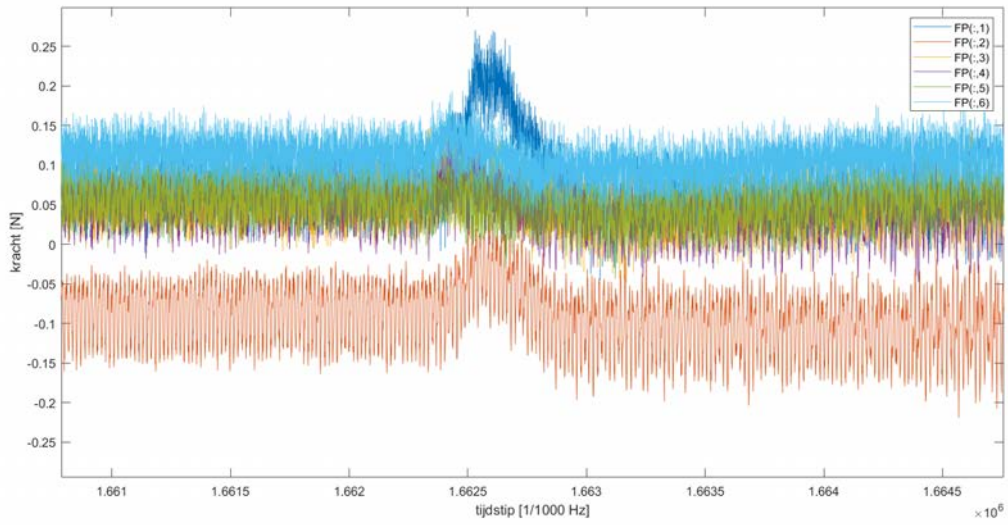
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE073



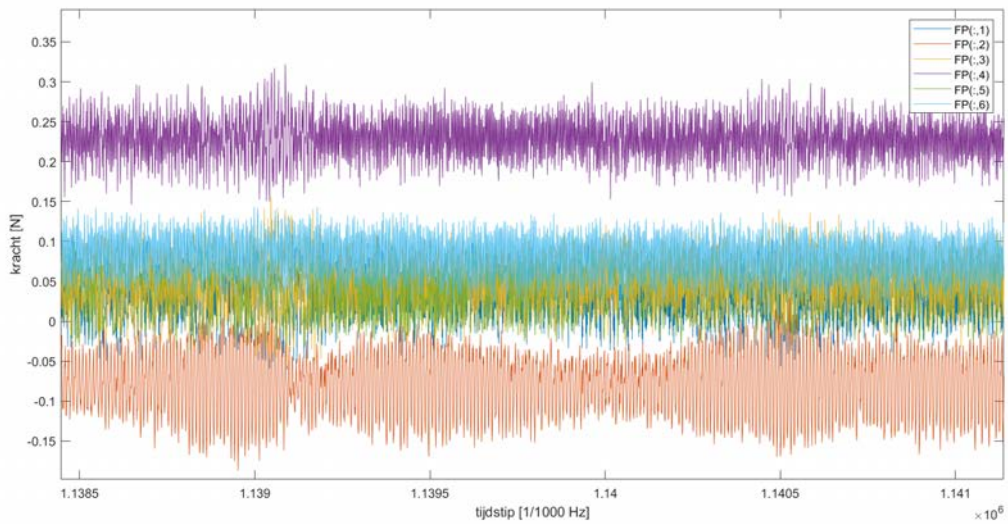
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE074



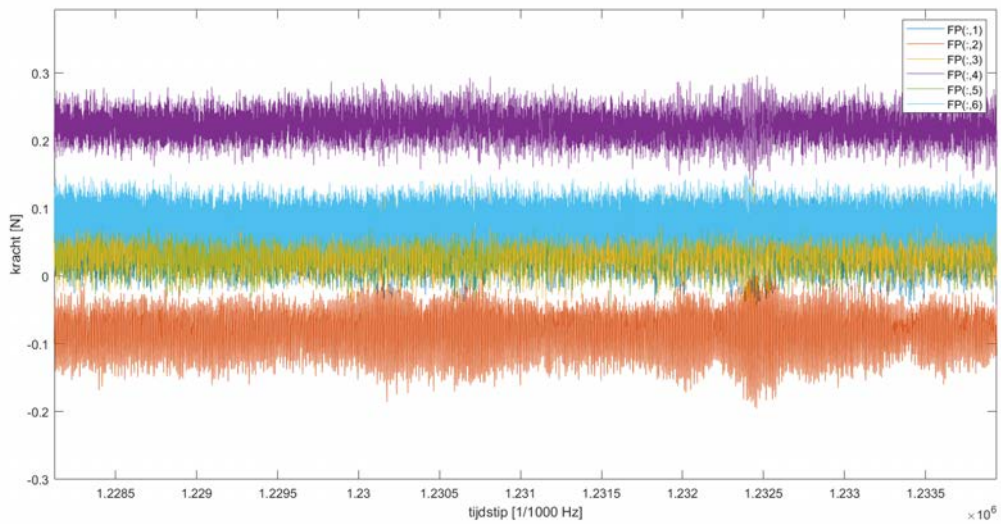
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE075



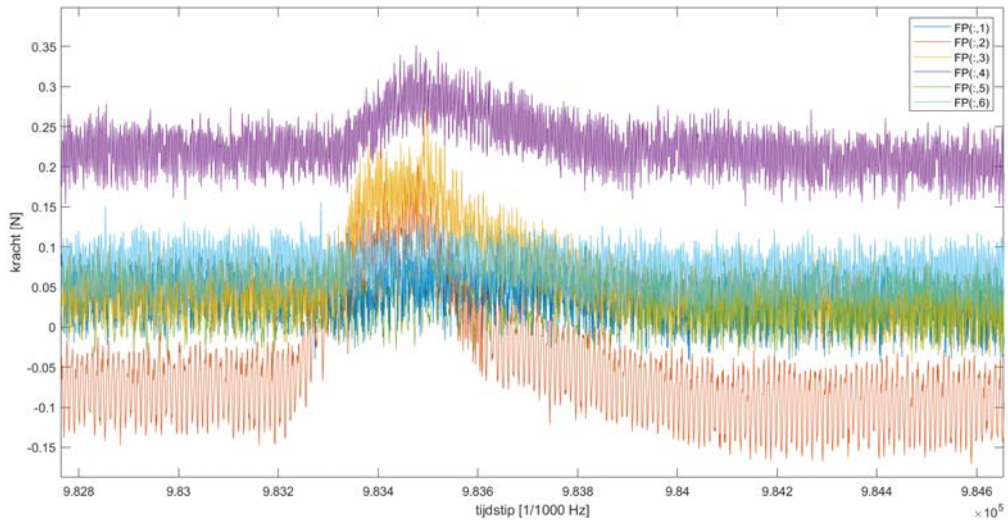
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE077 : enkel ruis



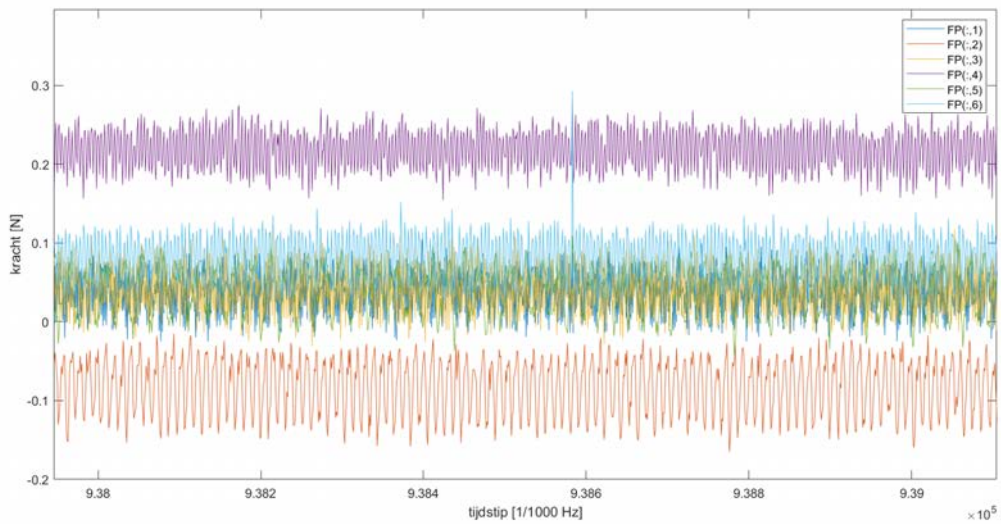
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE078 : enkel ruis



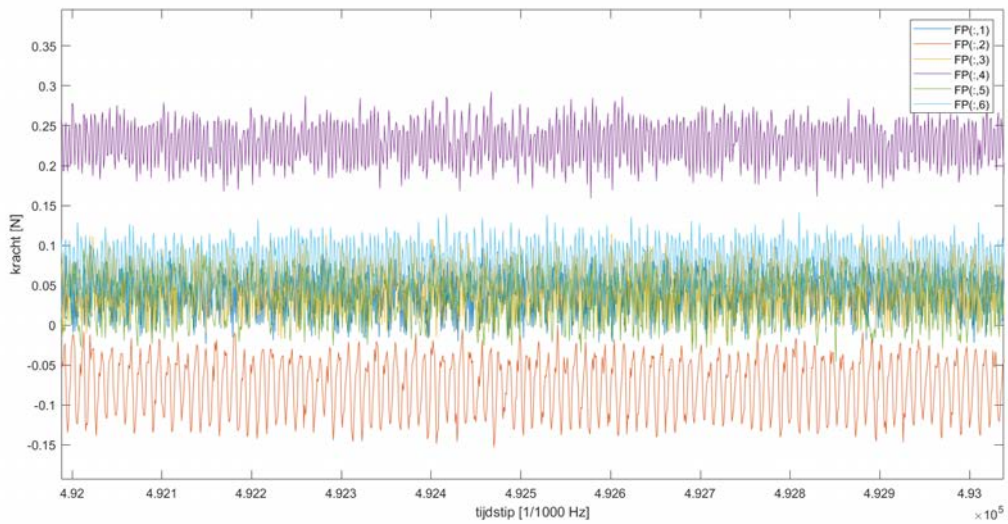
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE079



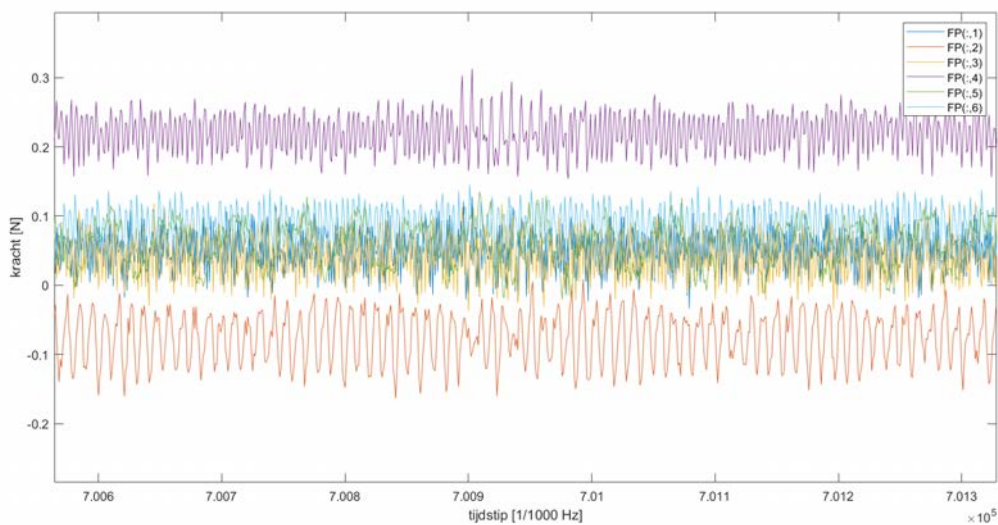
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE080 : enkel ruis



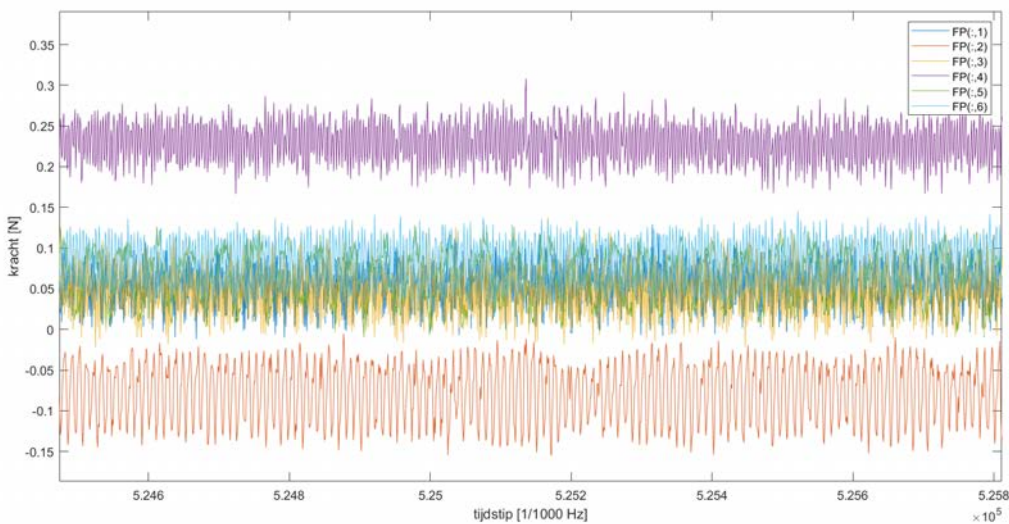
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE081 : enkel ruis



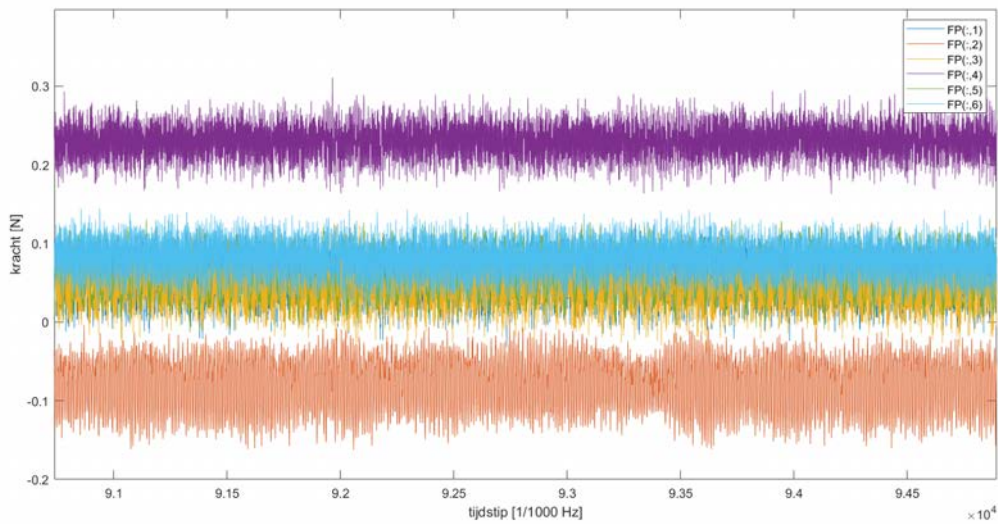
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE082 : enkel ruis



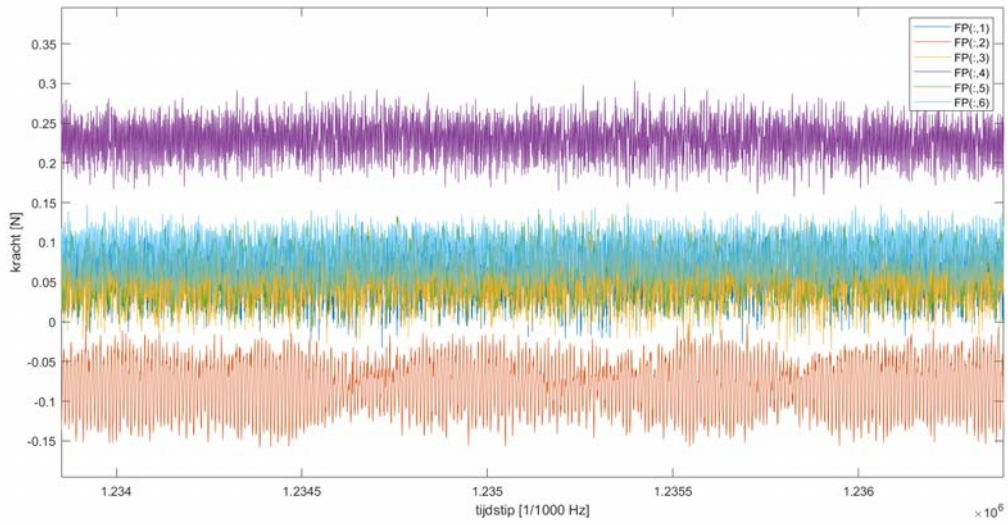
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE083 : enkel ruis



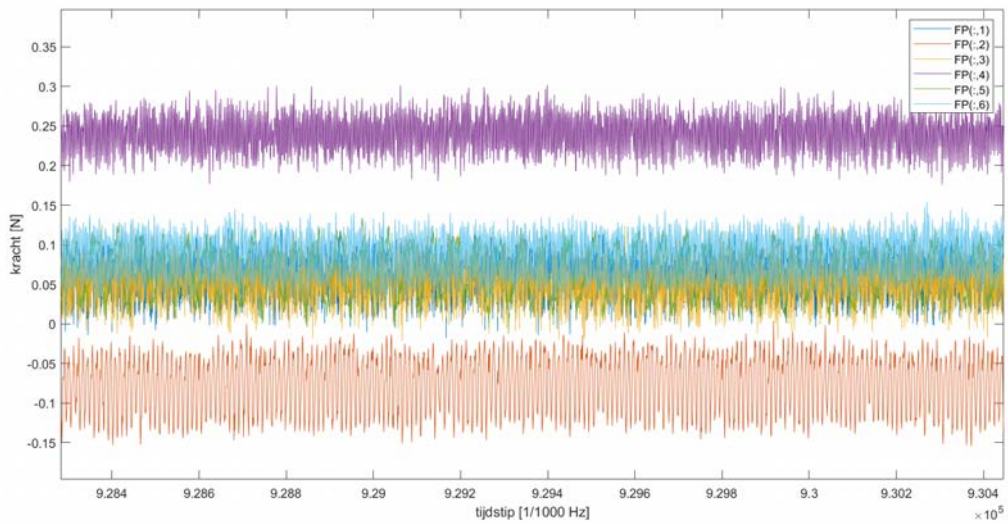
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE084 : enkel ruis



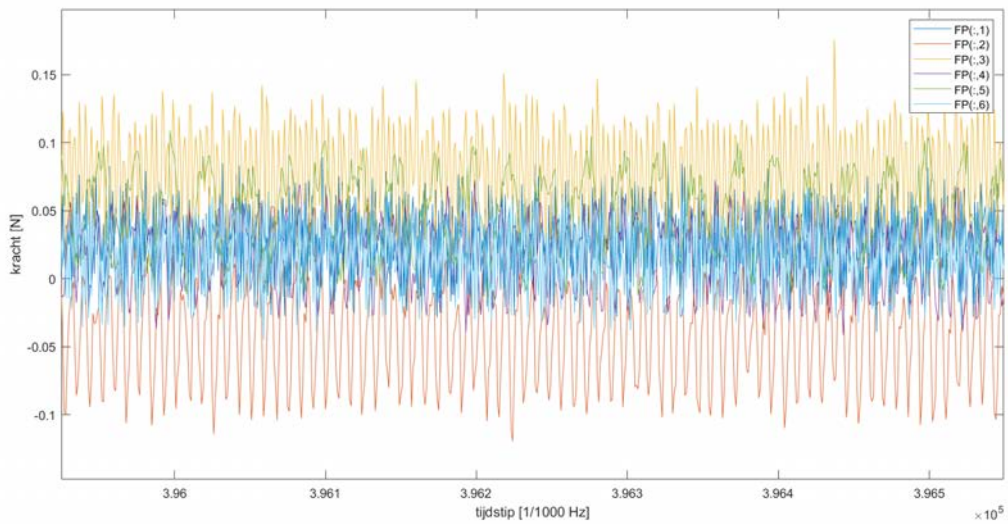
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE085 : enkel ruis



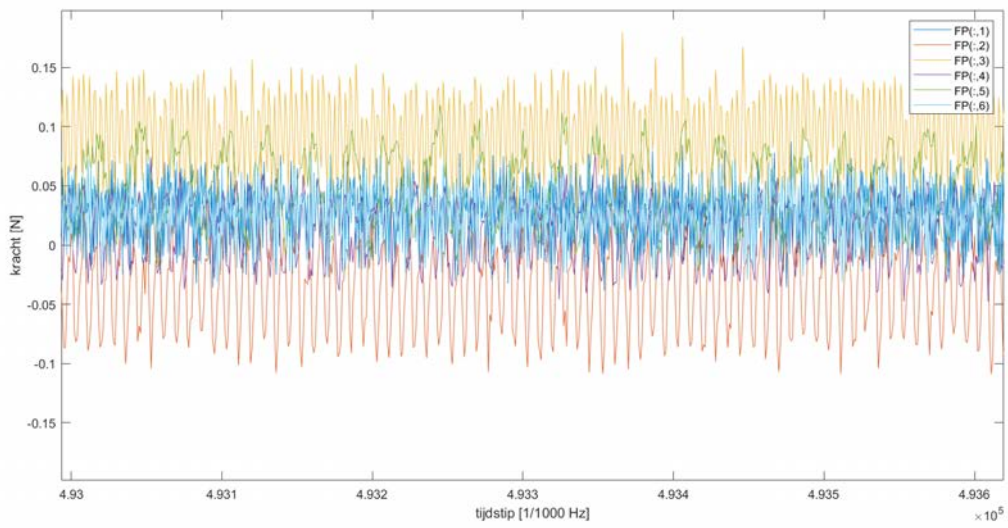
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE086 : enkel ruis



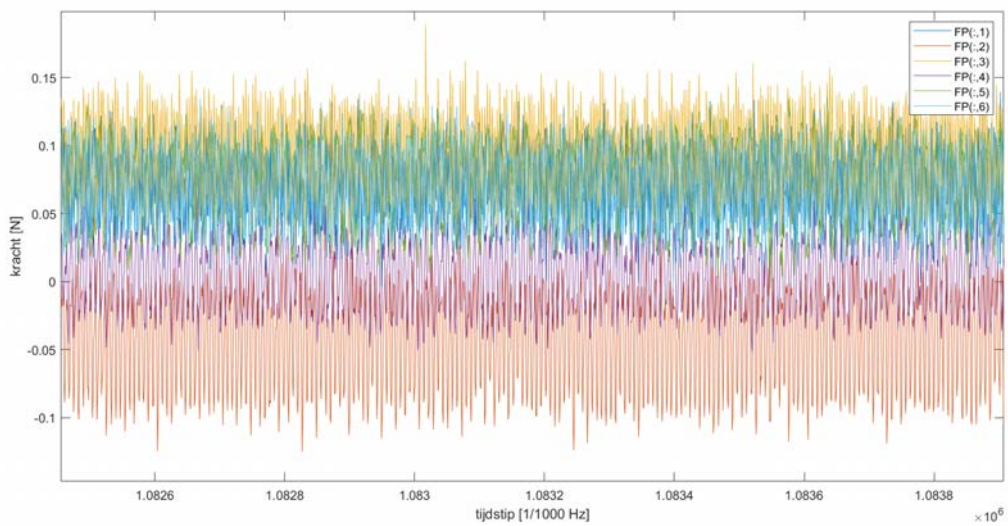
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE087 : enkel ruis



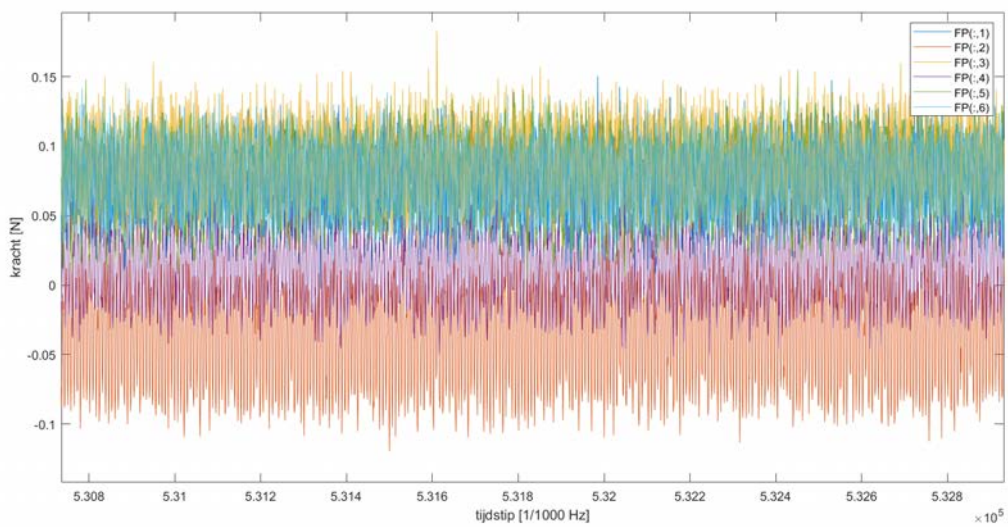
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE088 : enkel ruis



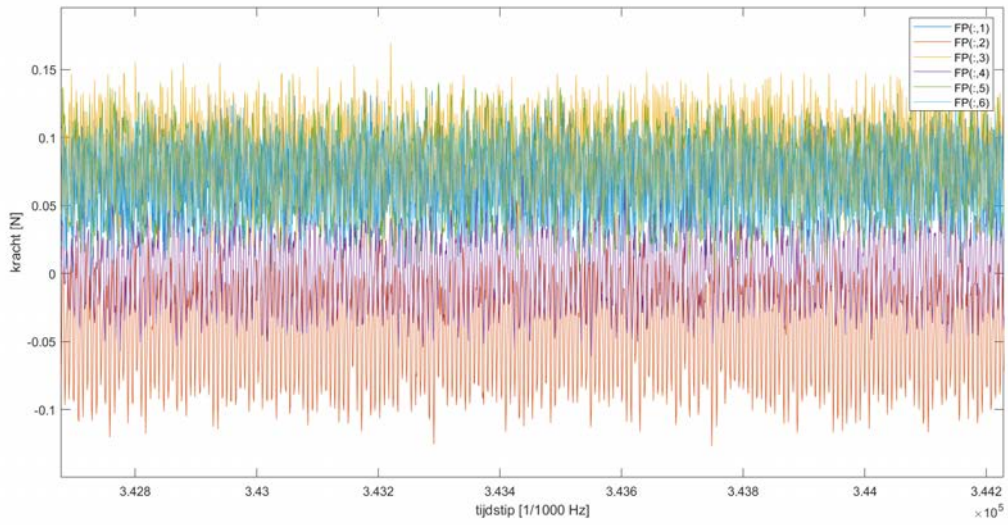
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE089 : enkel ruis



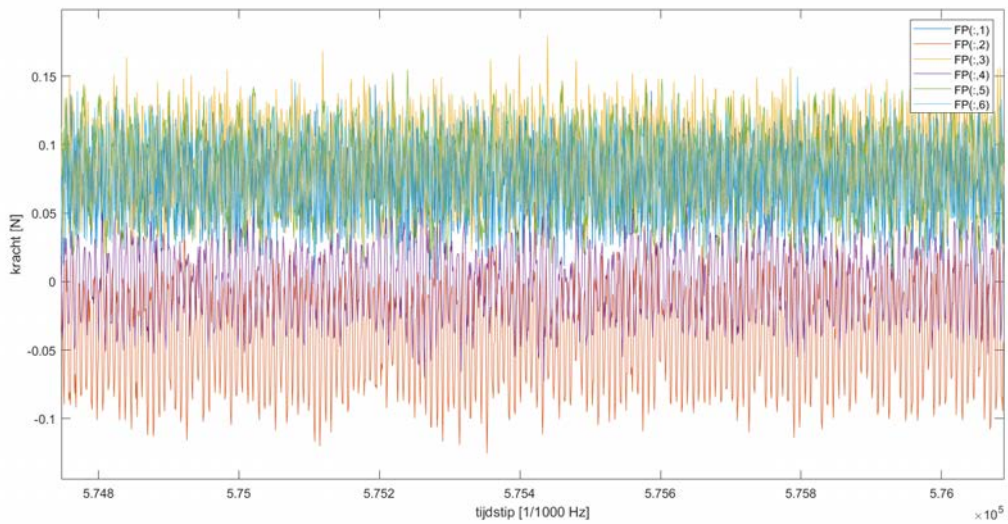
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE090 : enkel ruis



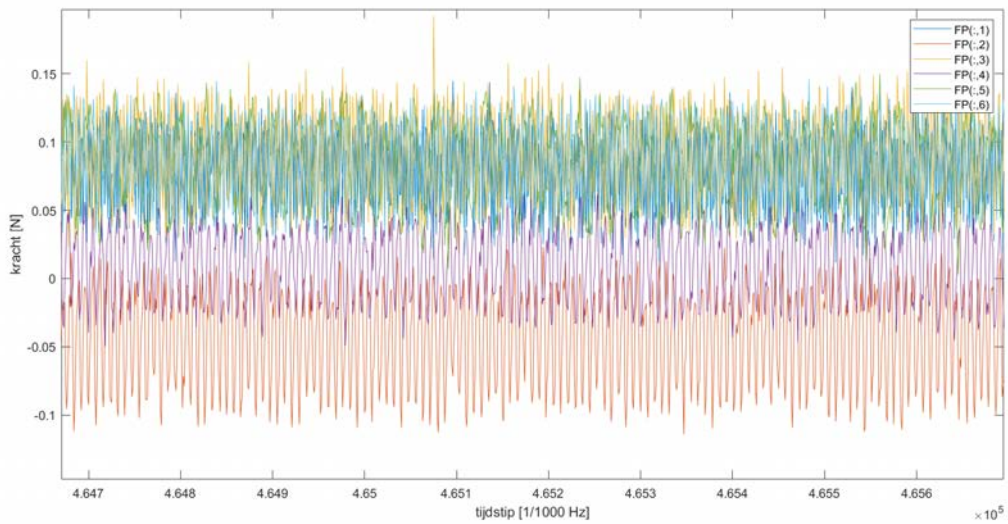
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE091 : enkel ruis



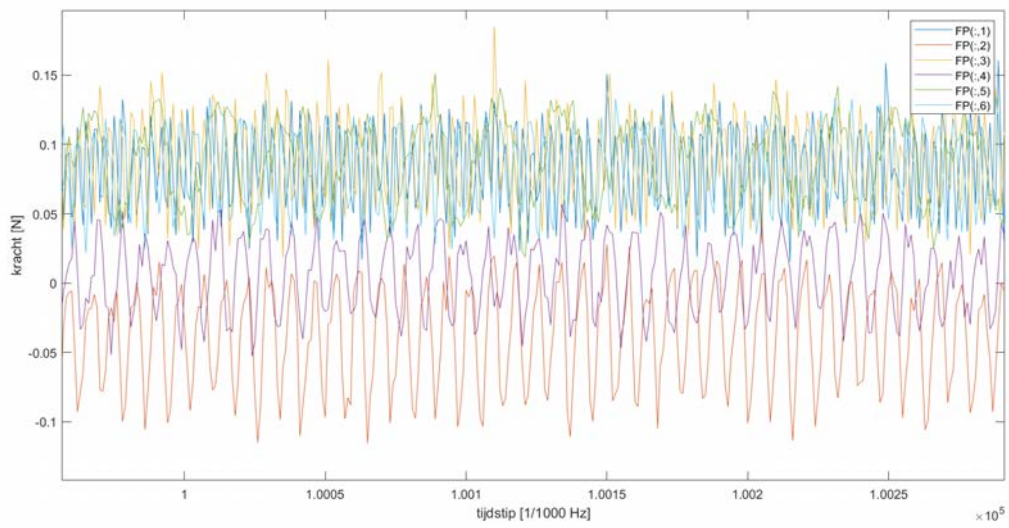
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE092 : enkel ruis



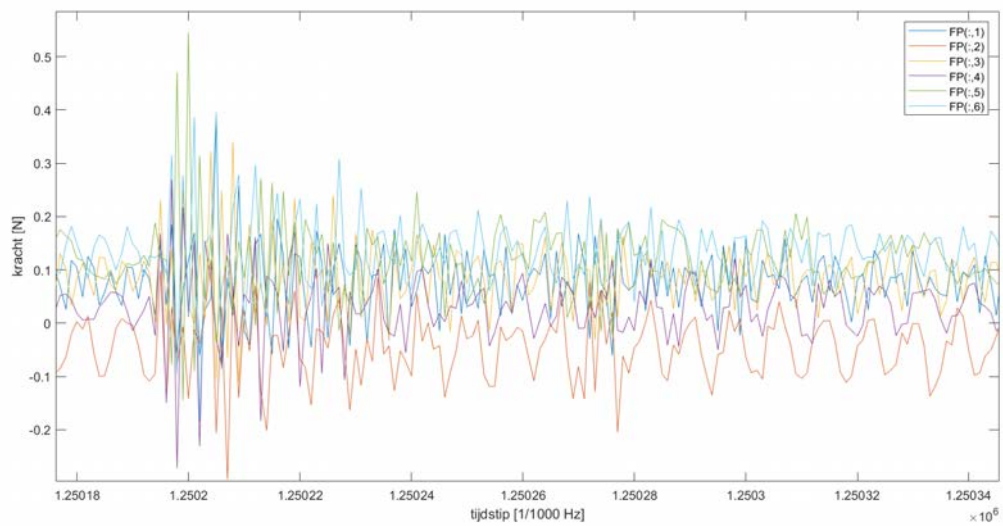
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE093 : enkel ruis



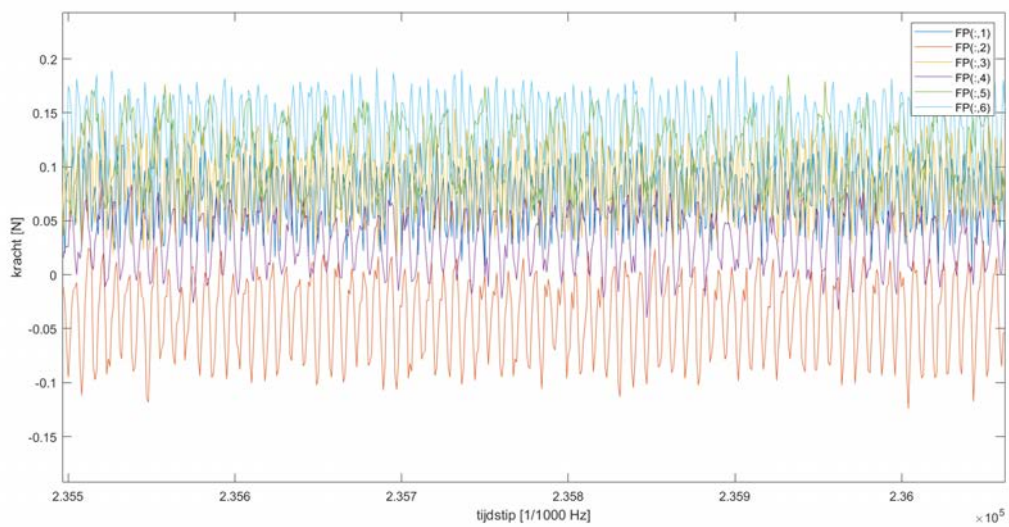
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE094 : enkel ruis



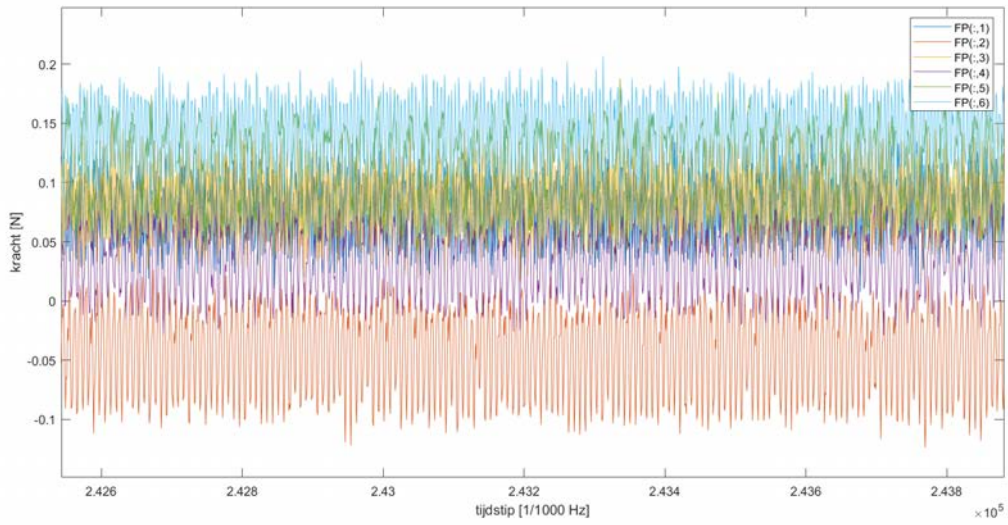
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE095 : enkel ruis



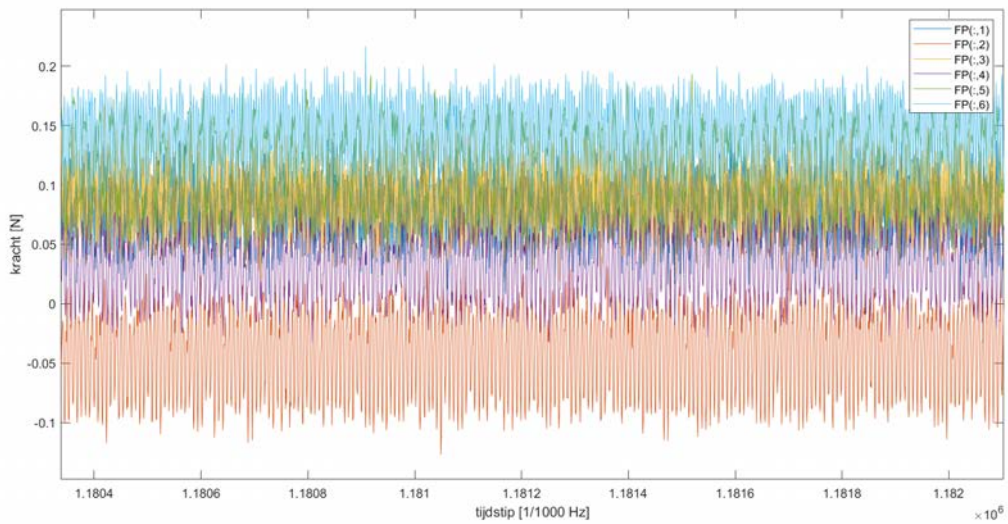
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE096 : enkel ruis



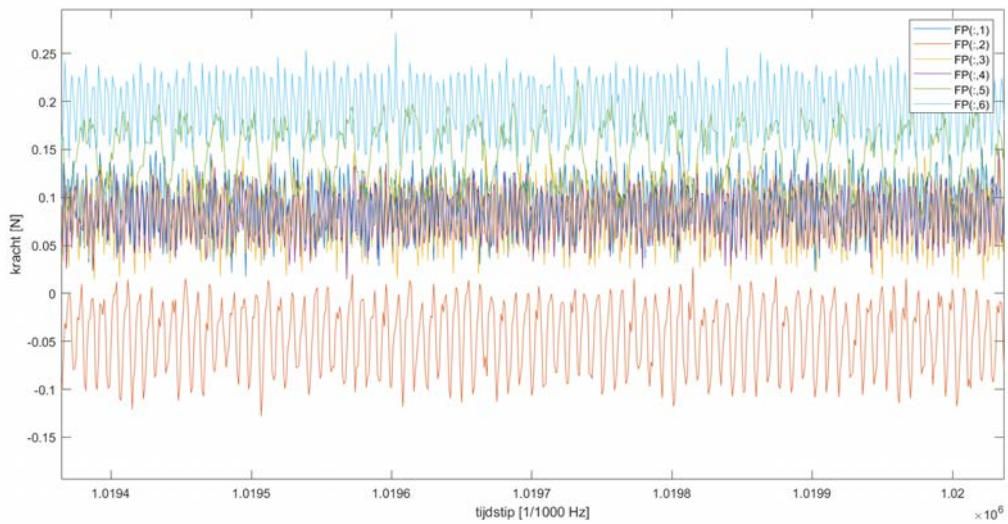
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE097 : enkel ruis



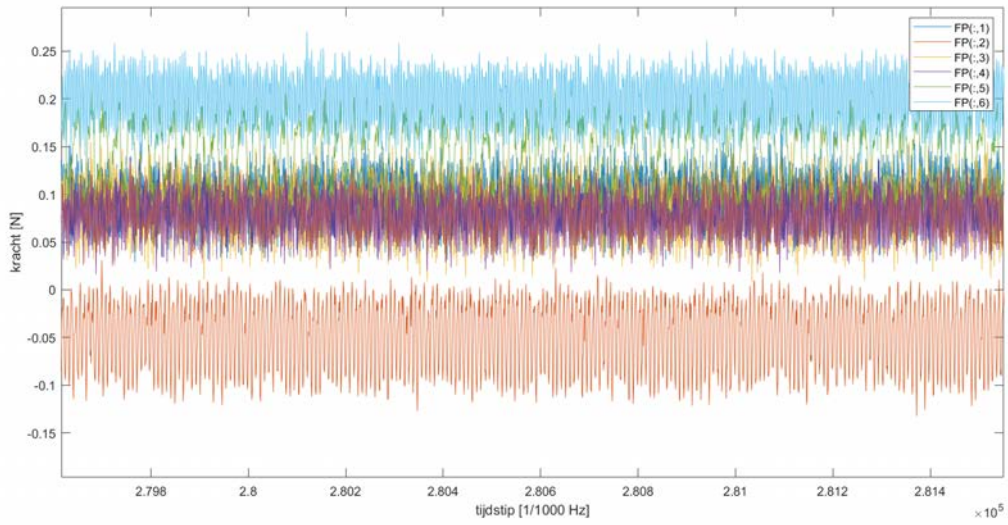
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE098 : enkel ruis



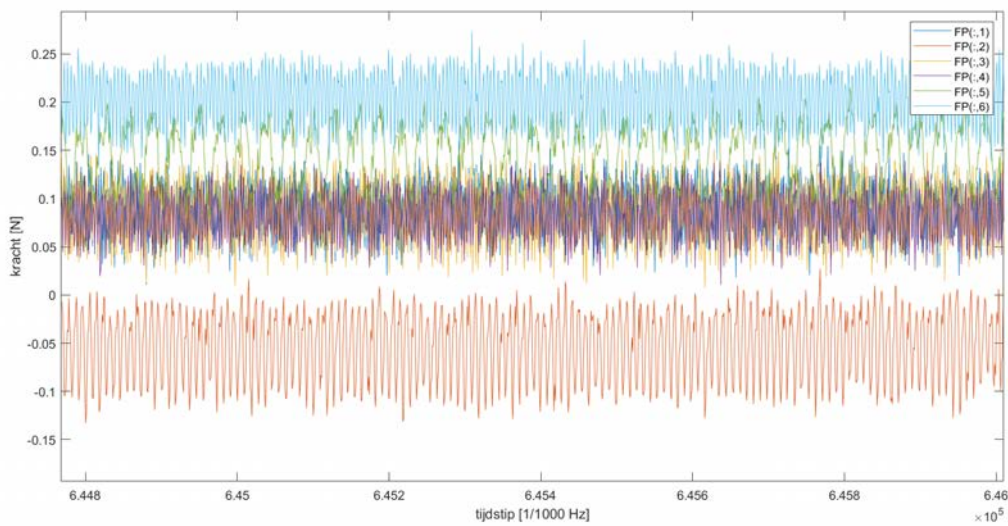
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE099 : enkel ruis



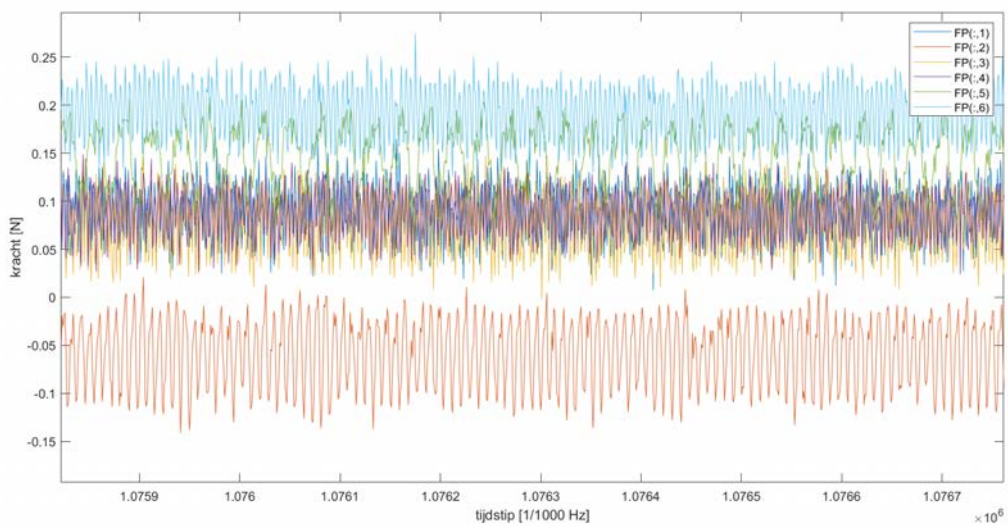
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE100 : enkel ruis



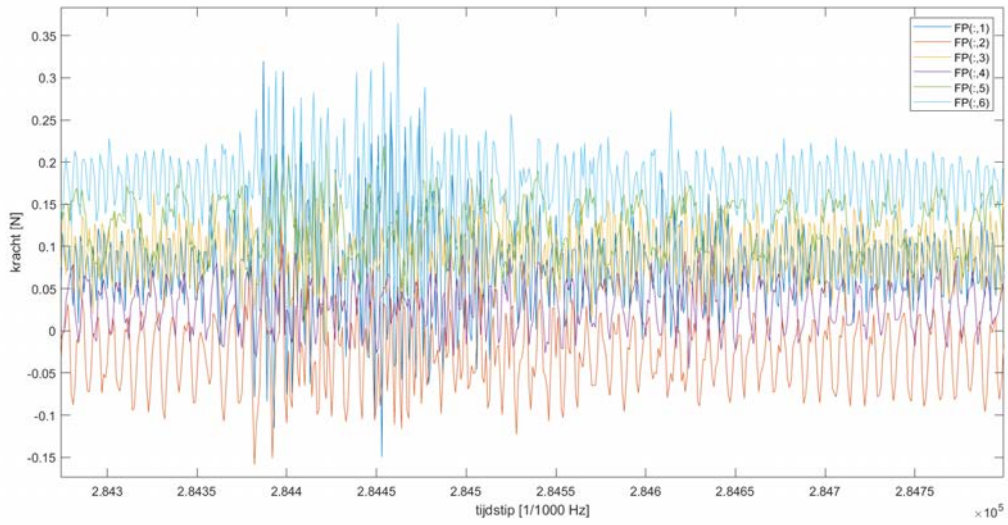
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE101 : enkel ruis



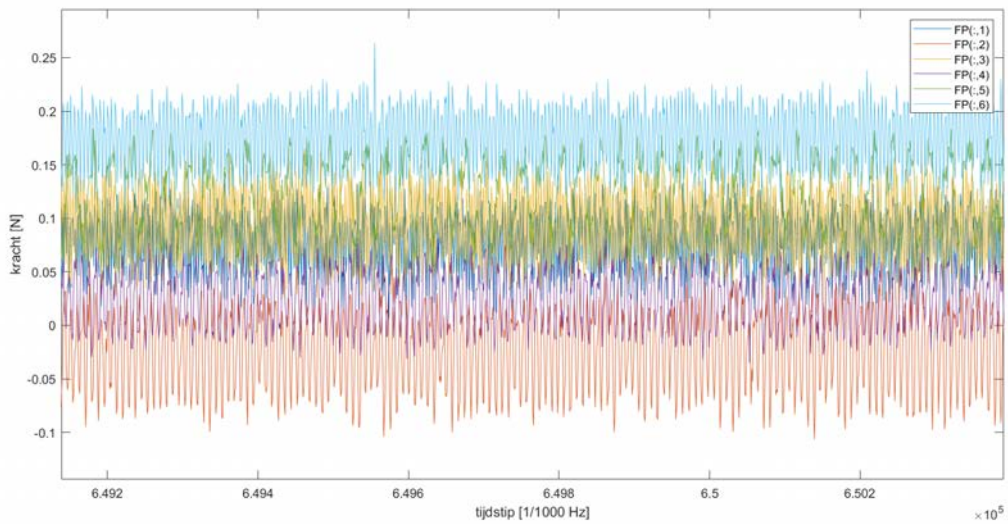
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE102 : enkel ruis



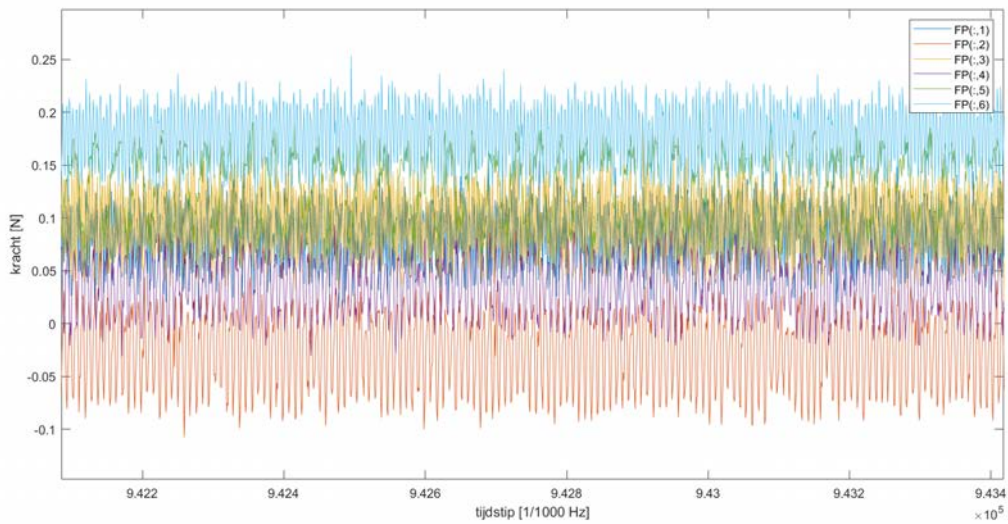
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE103 : enkel ruis



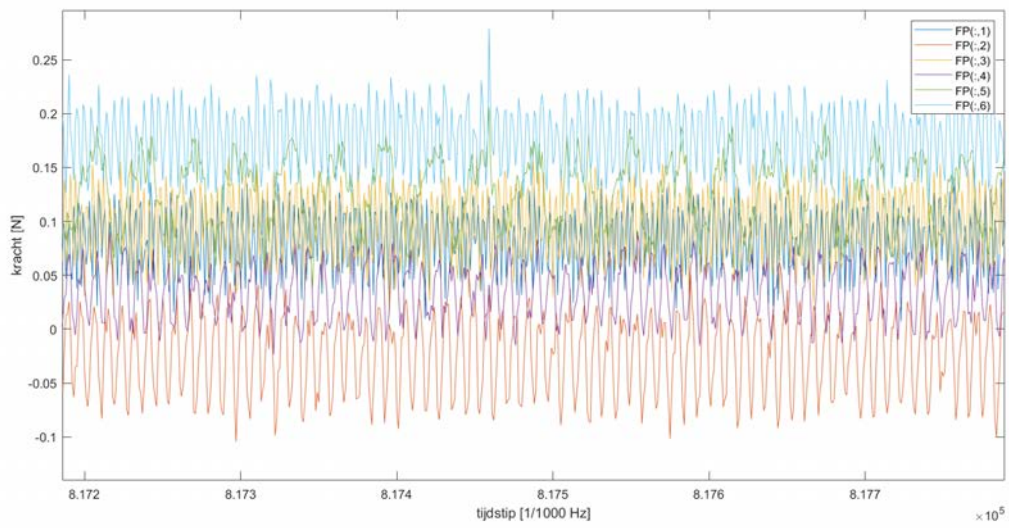
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE104 : enkel ruis



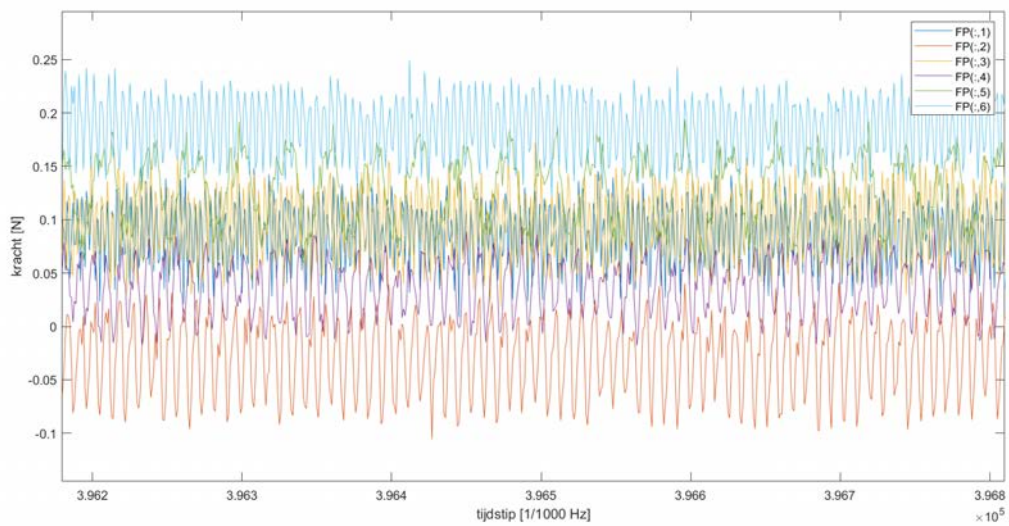
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE105 : enkel ruis



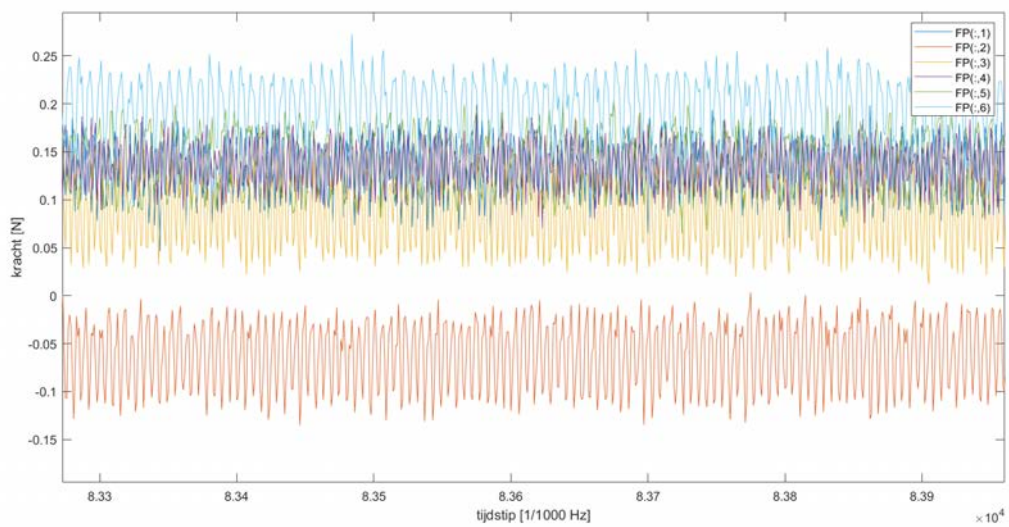
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE106 : enkel ruis



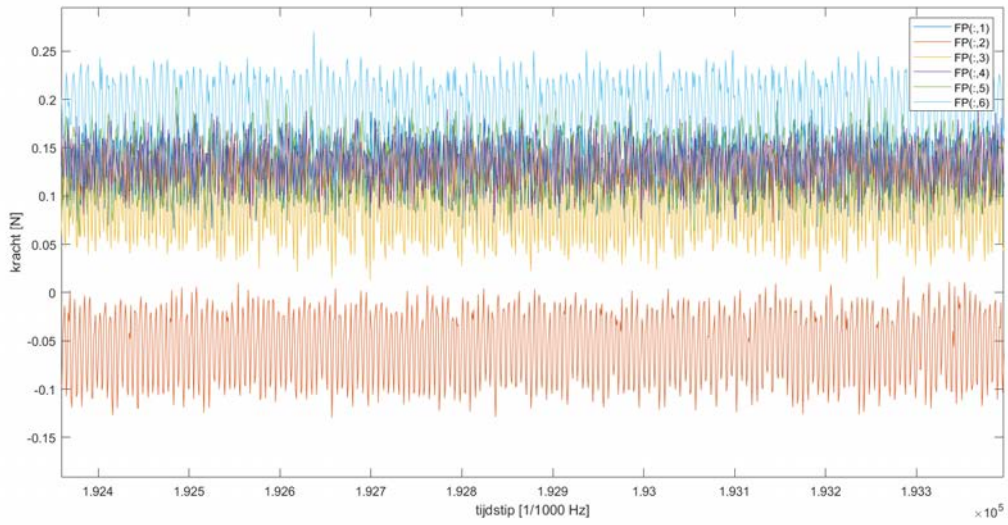
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE107 : enkel ruis



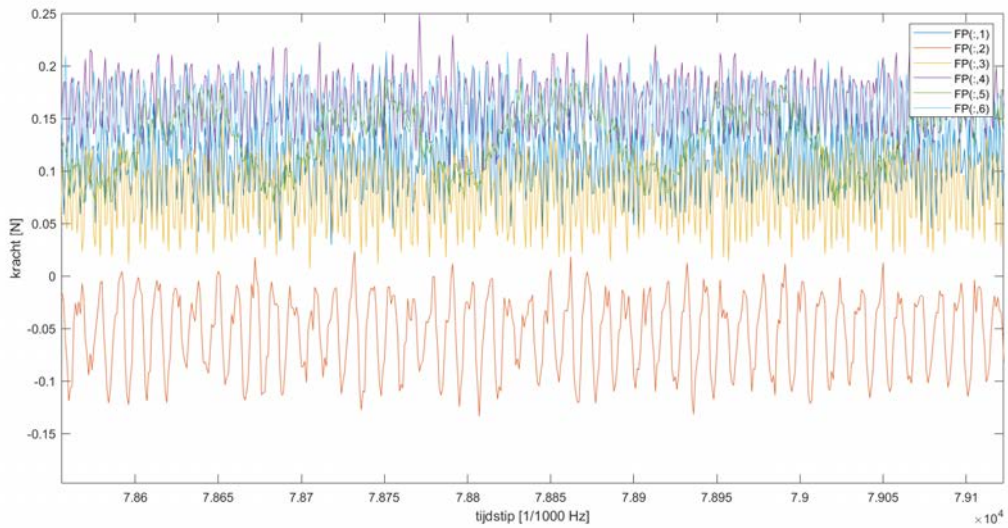
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE108 : enkel ruis



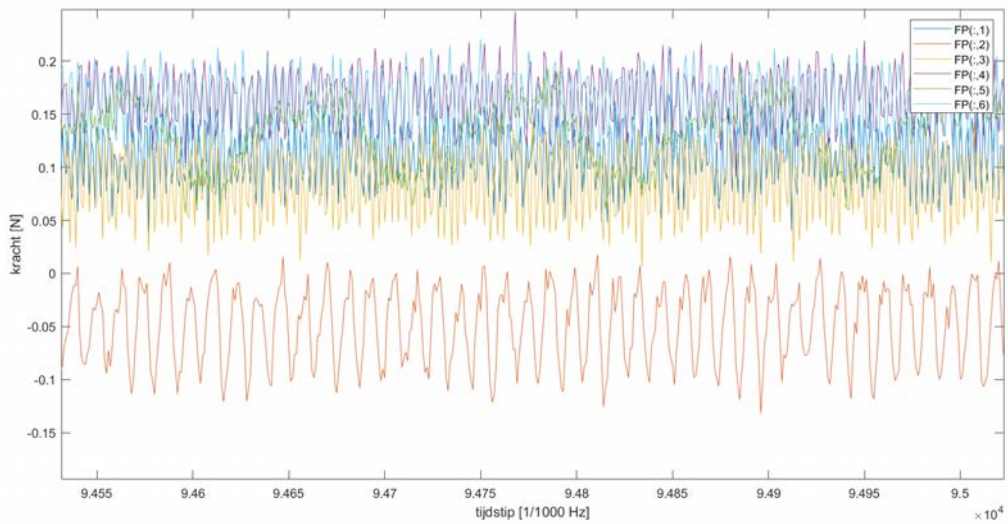
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE109 : enkel ruis



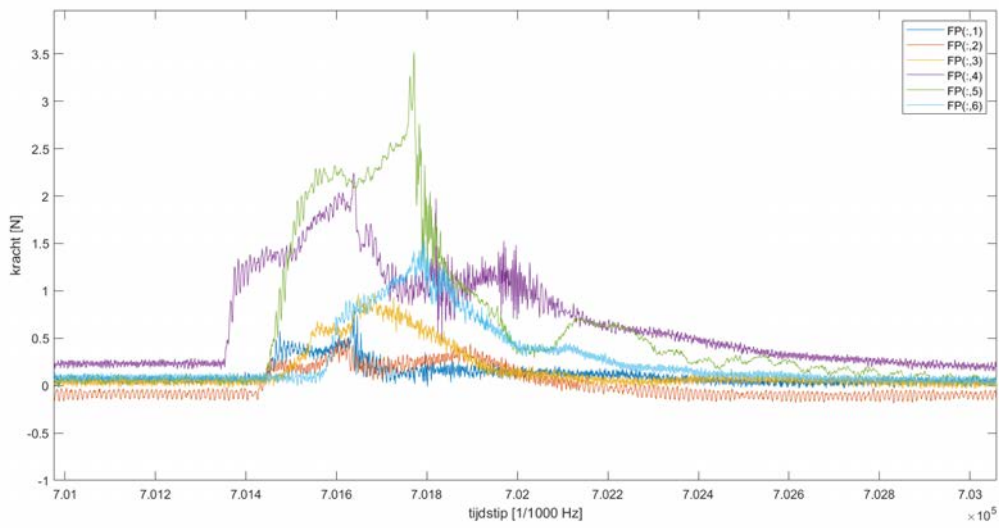
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE110 : enkel ruis



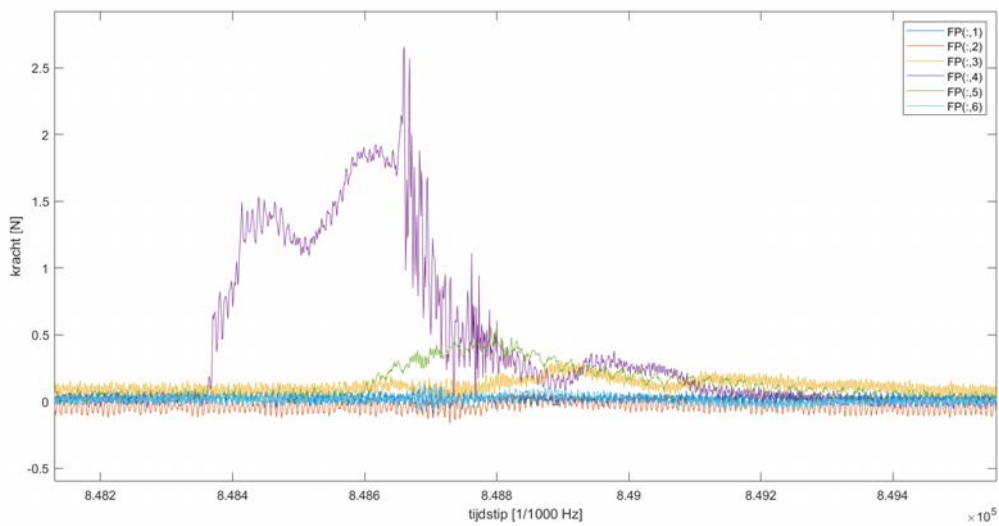
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE111 : enkel ruis



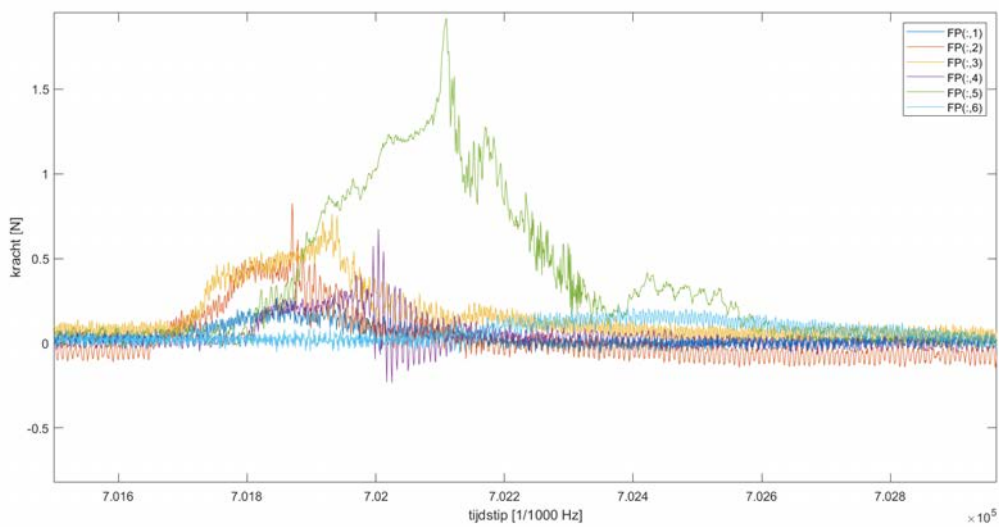
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE112



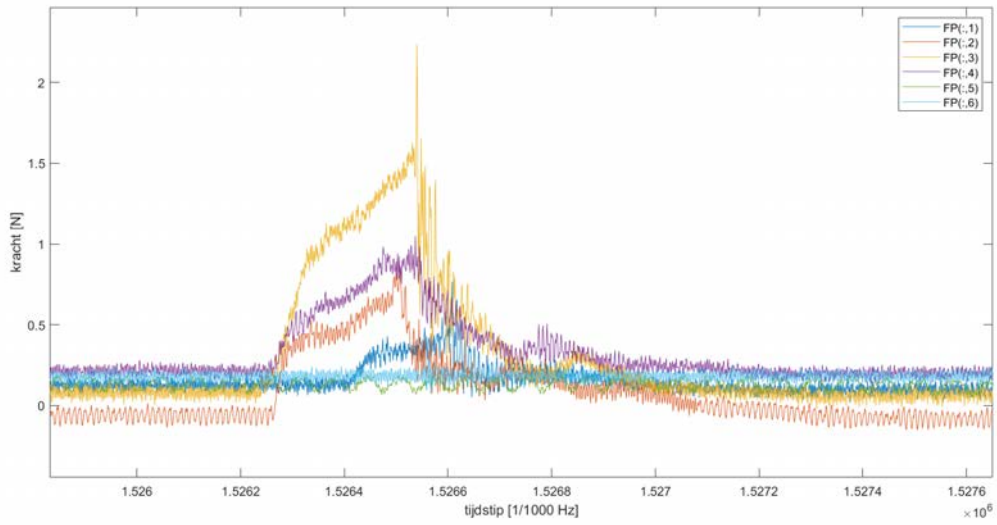
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE113



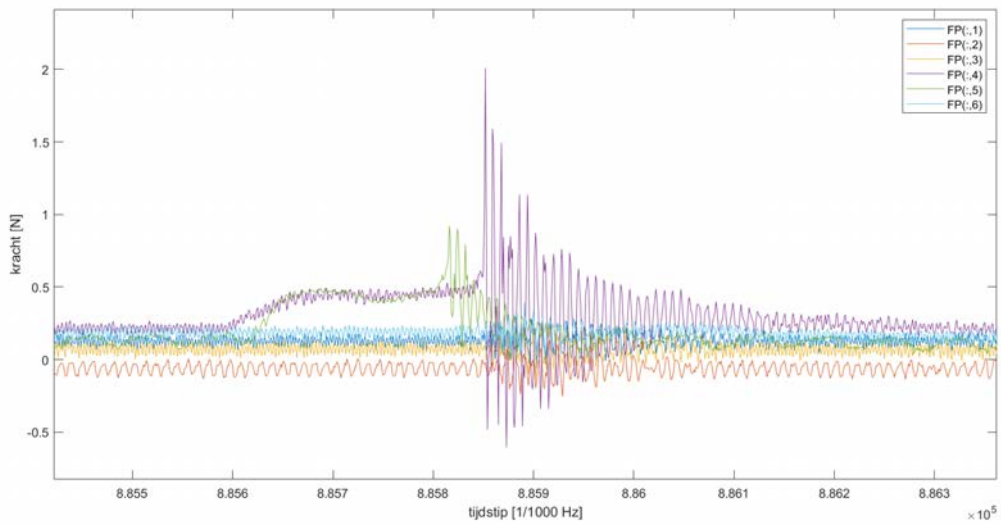
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE114



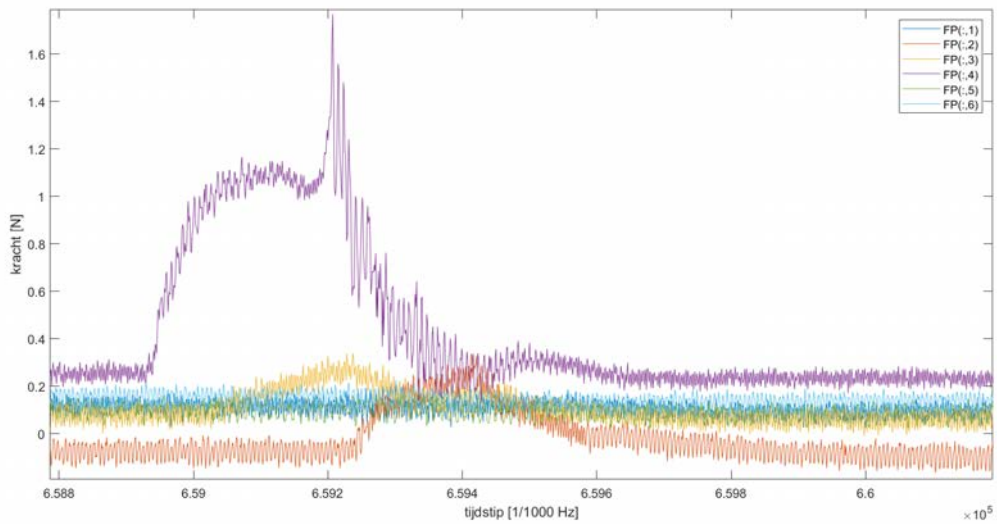
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE115



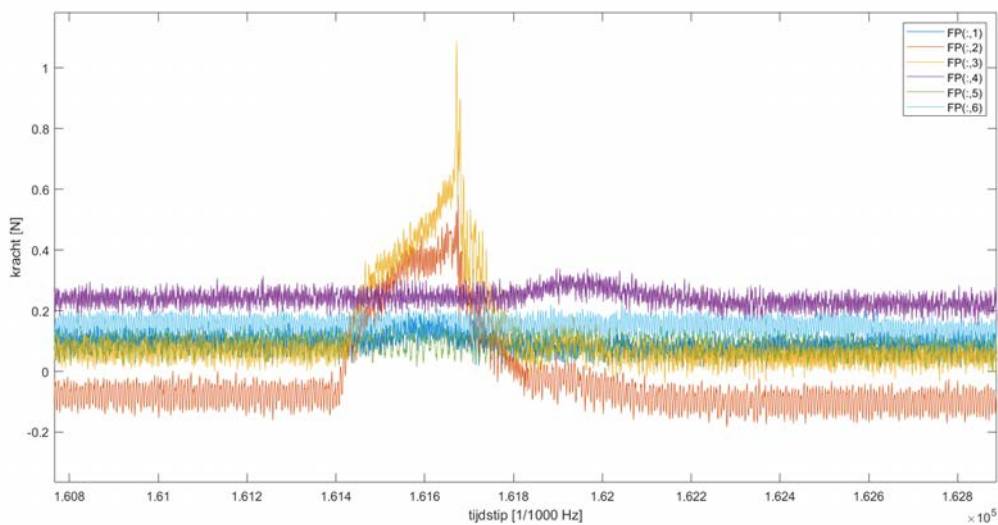
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE116



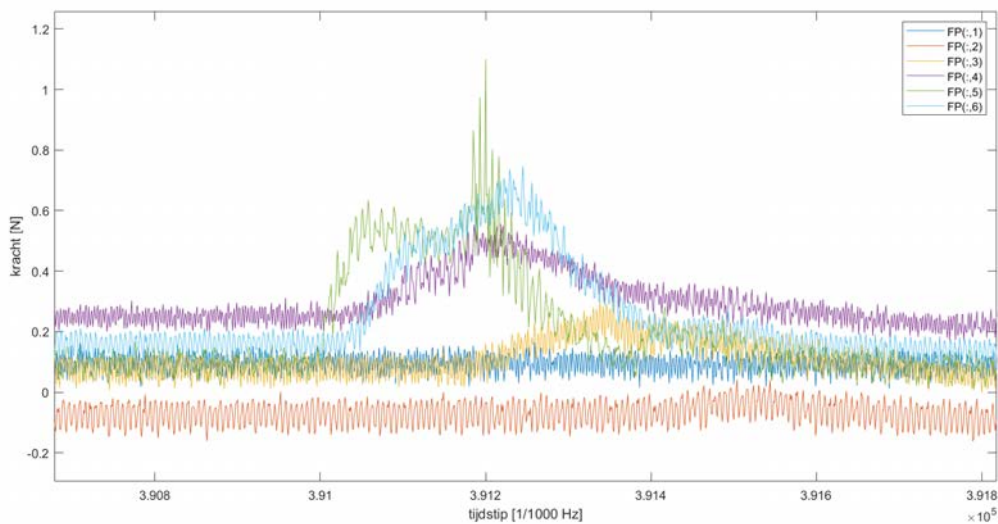
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE117



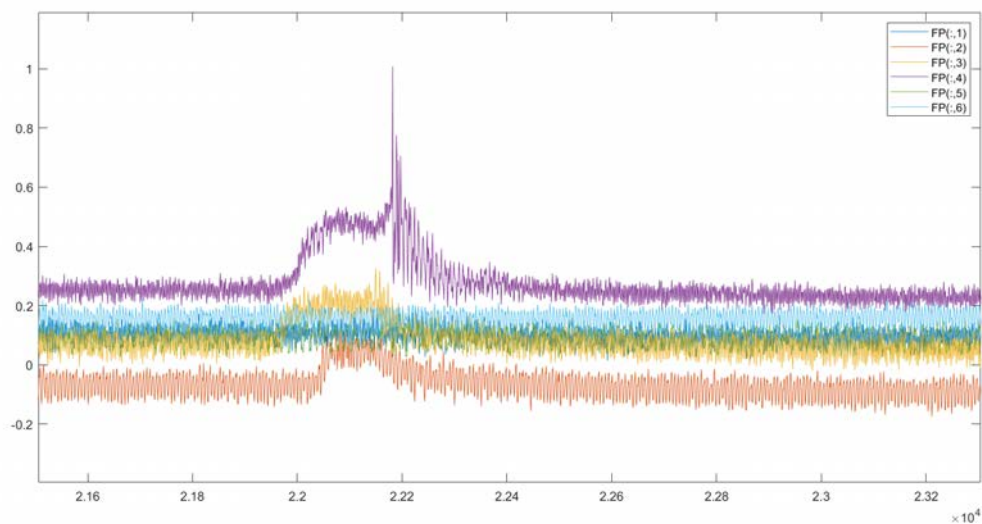
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE118



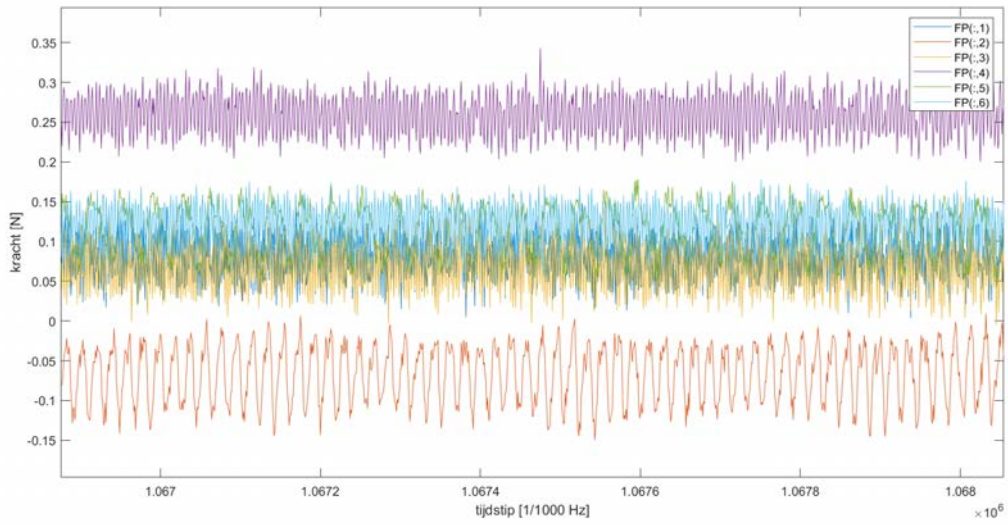
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE119



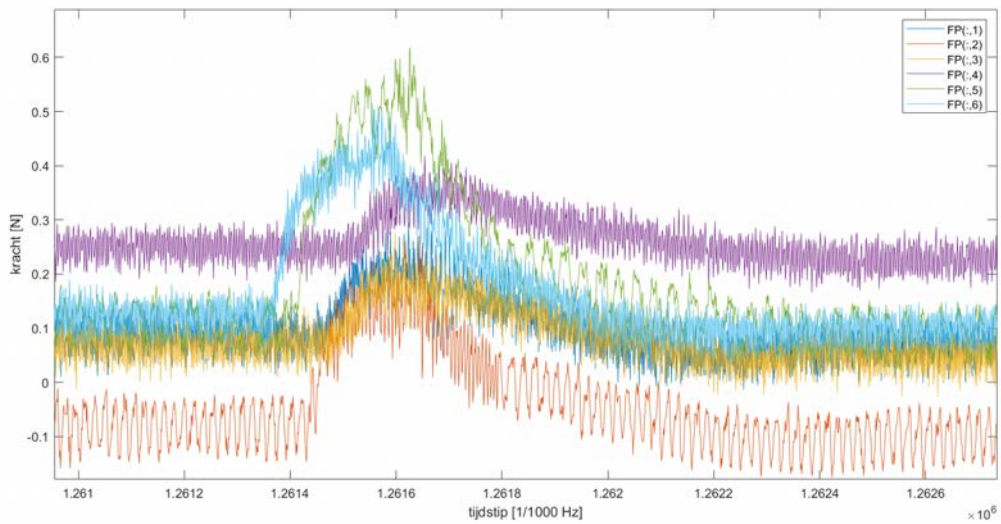
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE120



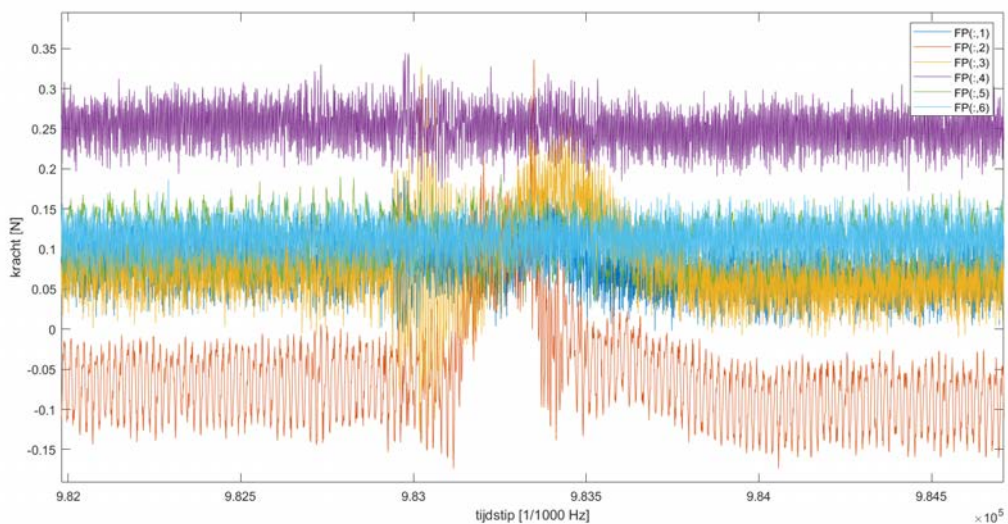
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE121 : enkel ruis



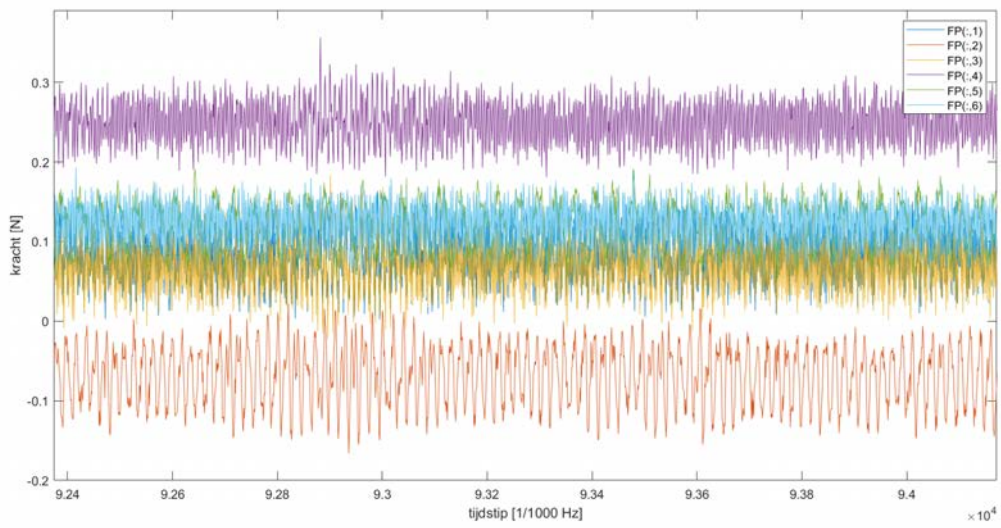
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE122



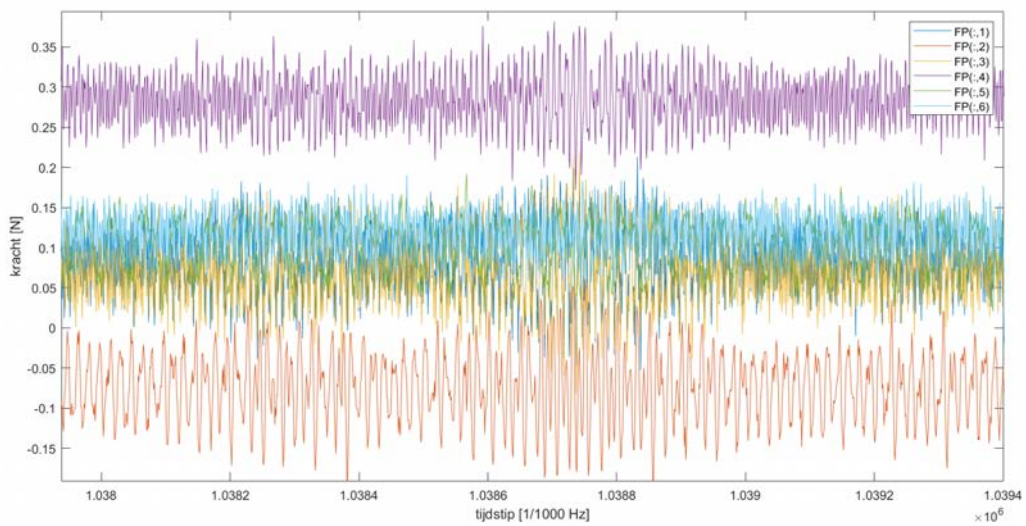
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE123



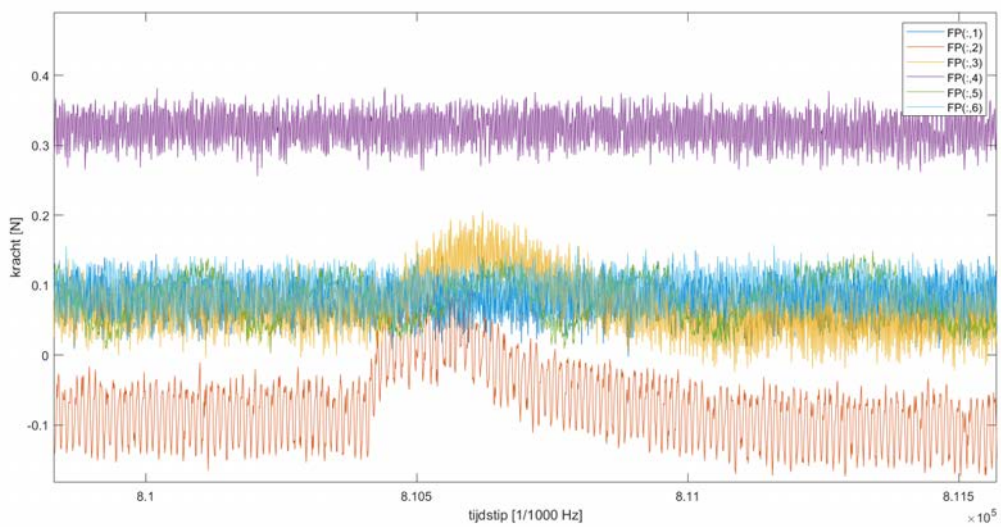
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE124 : enkel ruis



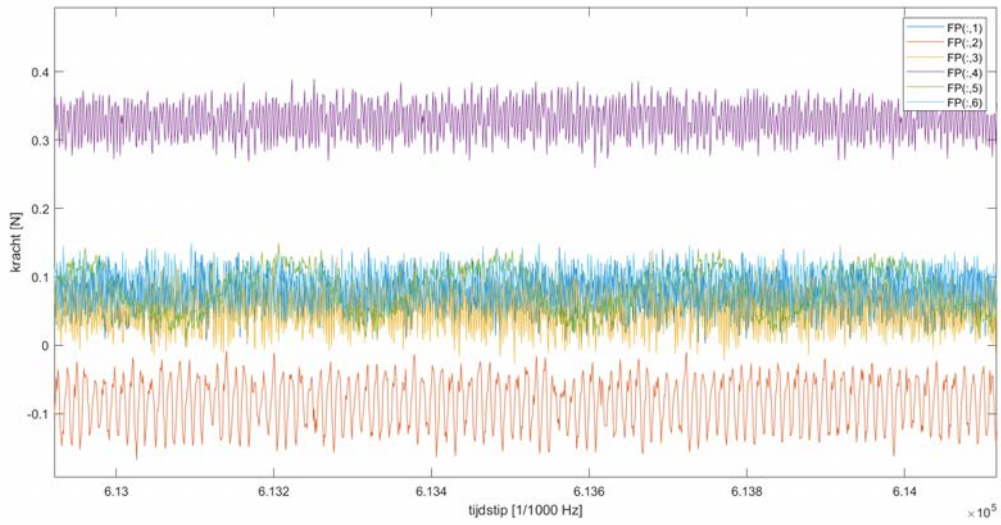
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE125 : enkel ruis



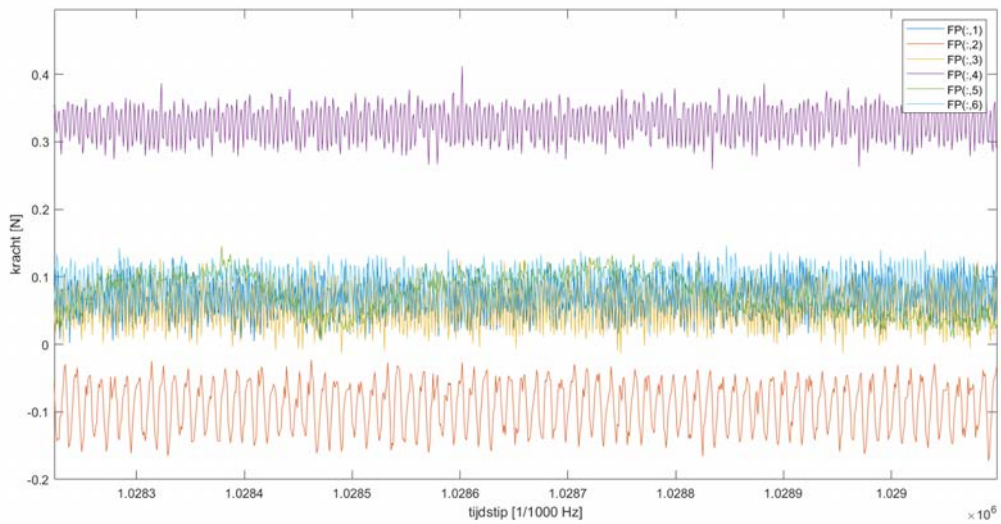
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens het maximale event van de simulatie CRE126



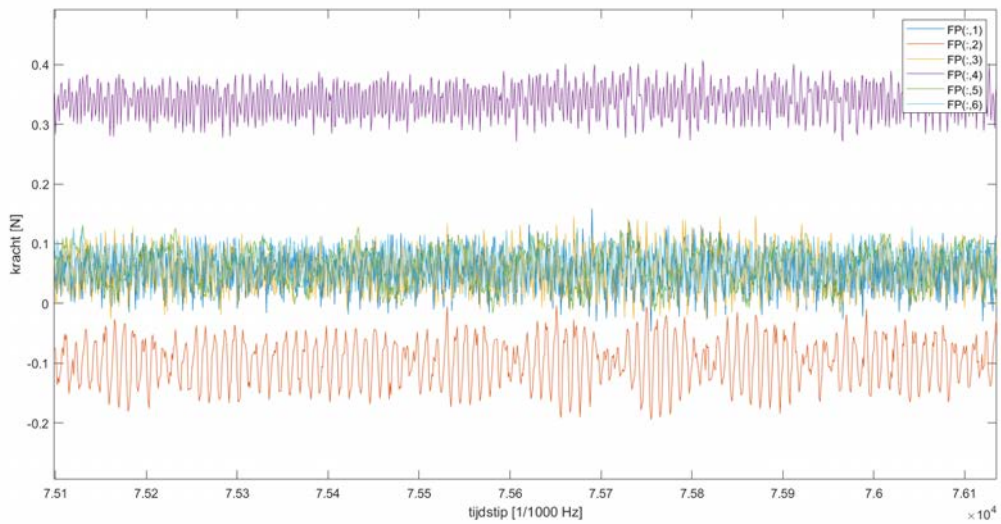
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE127 : enkel ruis



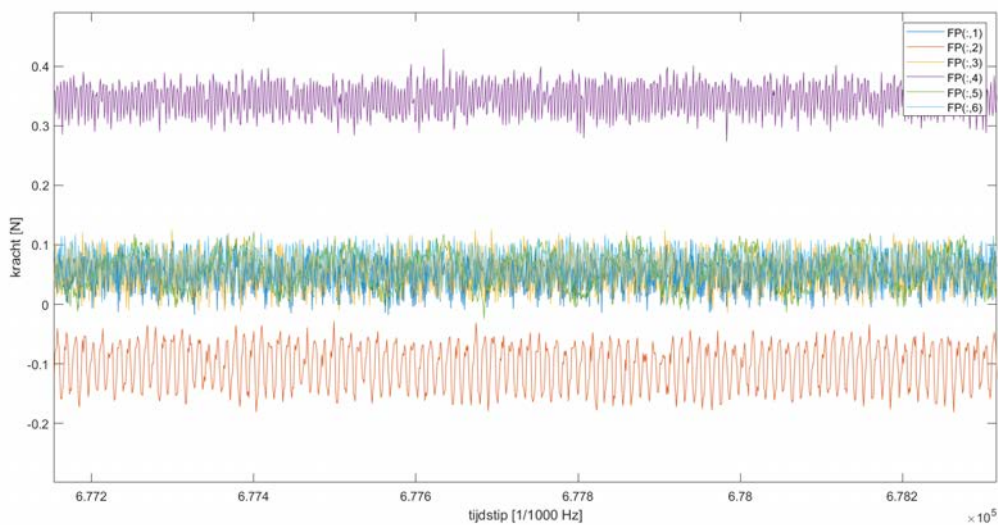
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE128 : enkel ruis



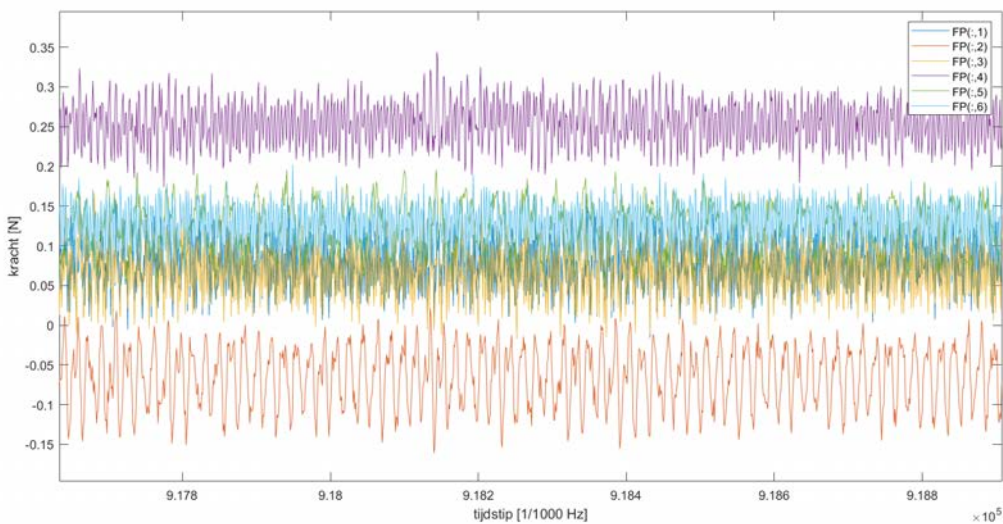
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE129 : enkel ruis



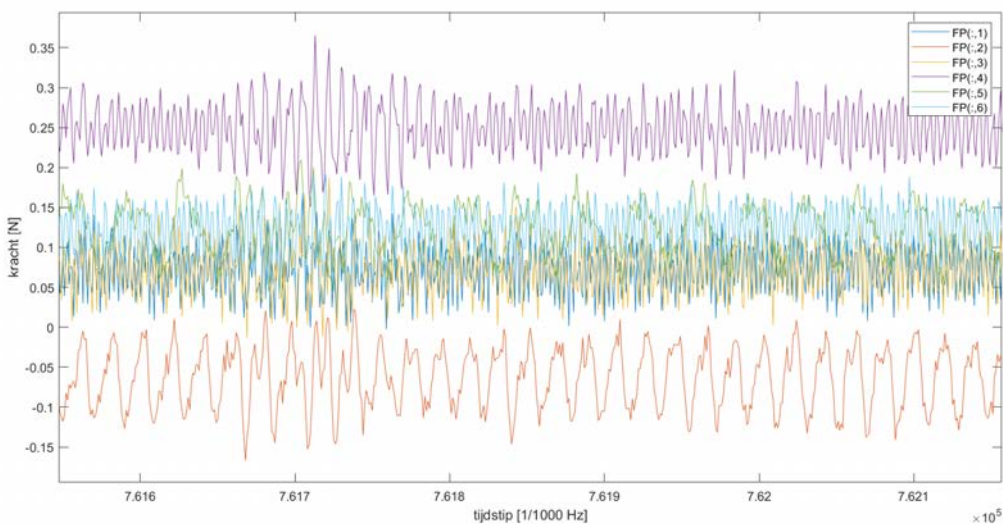
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE130 : enkel ruis



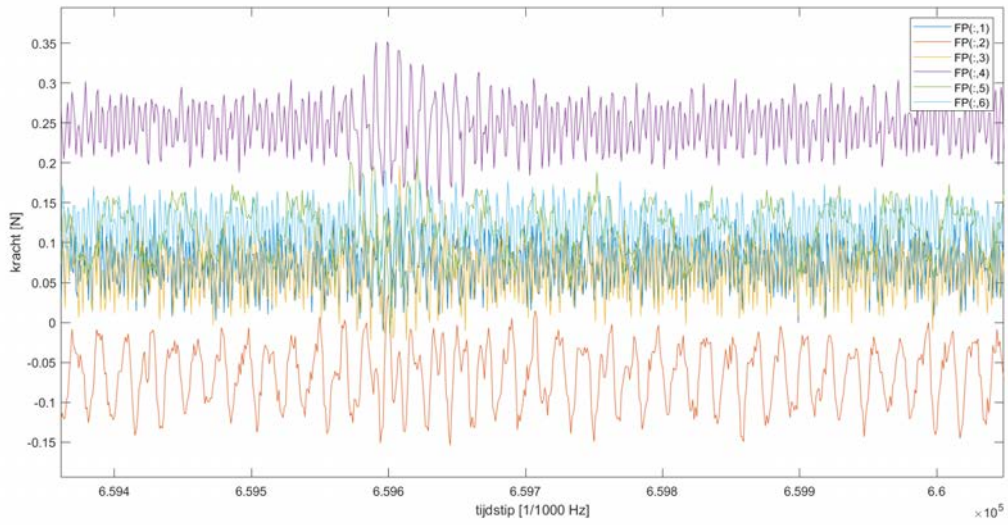
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE131 : enkel ruis



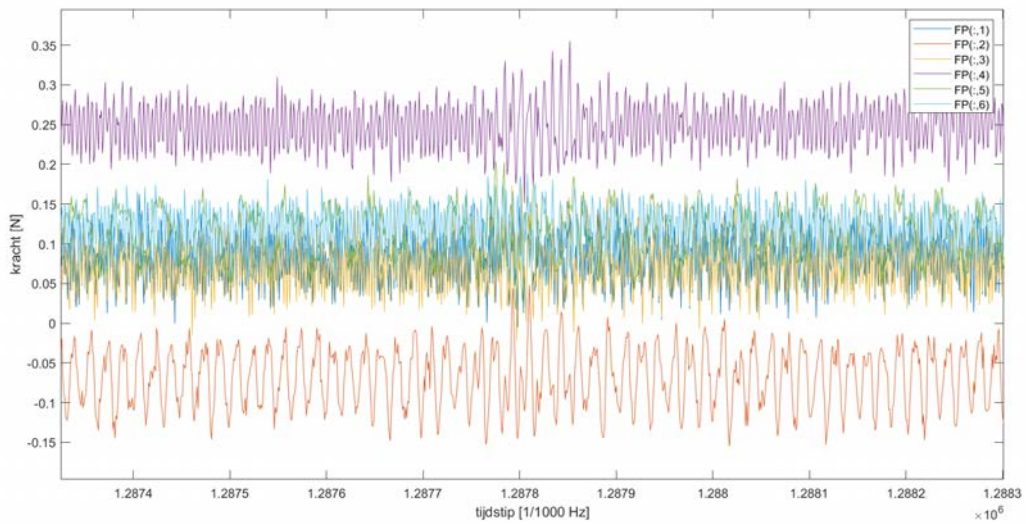
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE132 : enkel ruis



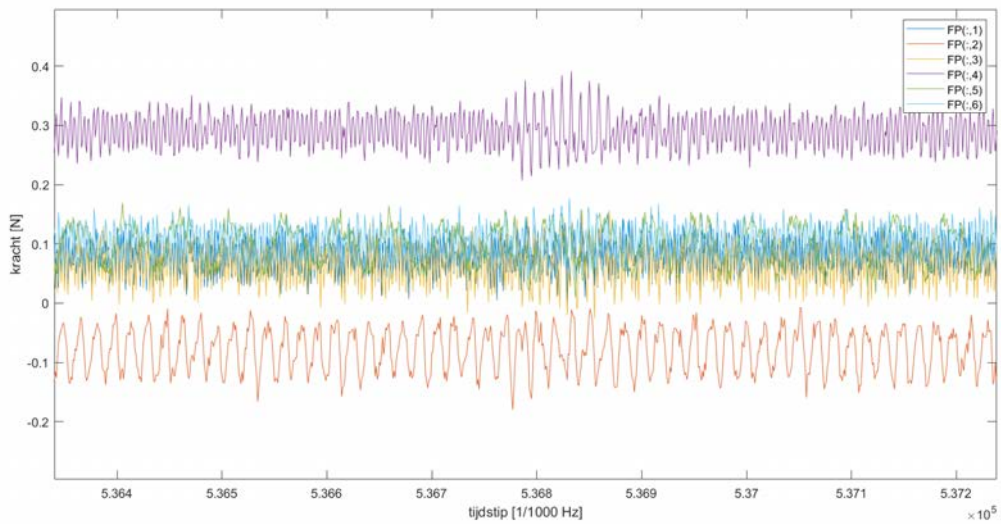
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE133 : enkel ruis



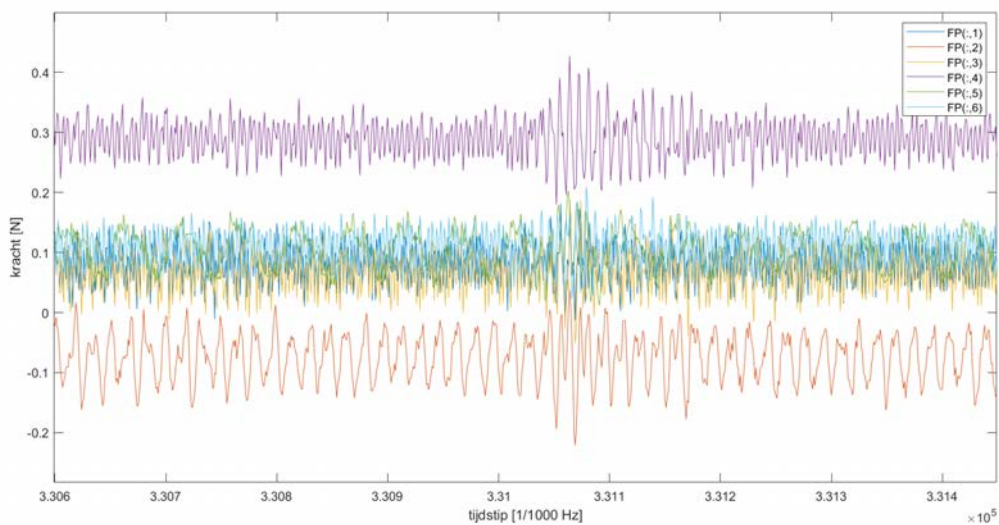
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE134 : enkel ruis



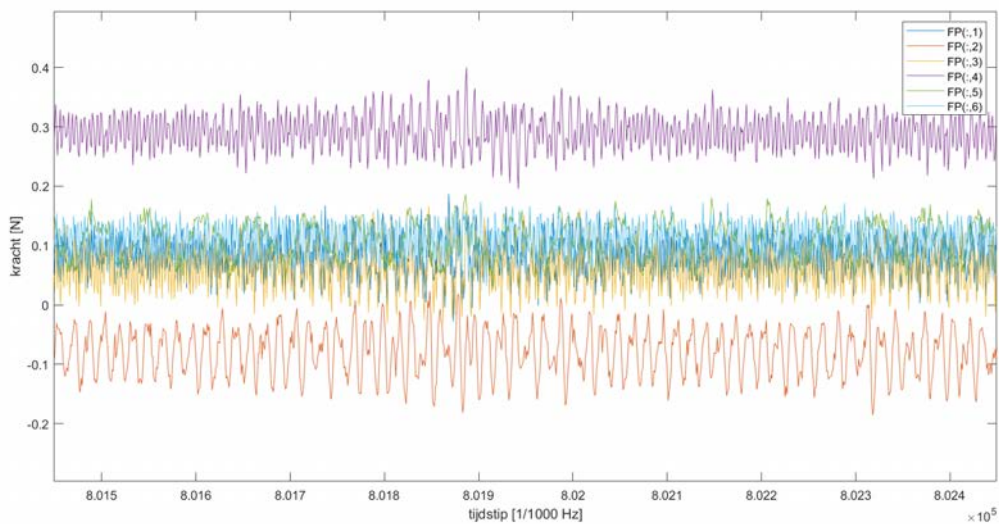
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE135 : enkel ruis



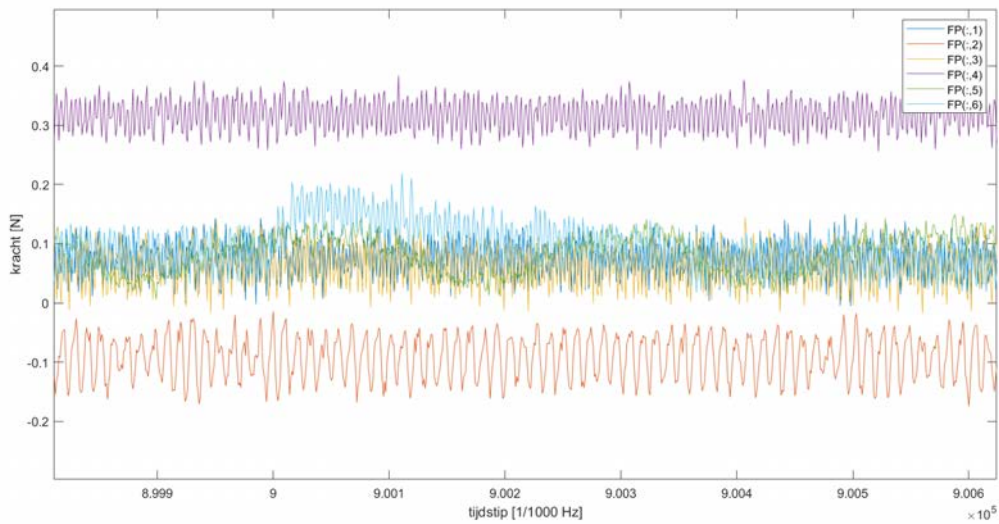
Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE136 : enkel ruis



Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE137 : enkel ruis



Figuur – opgemeten krachten door de 6 load cells tijdens de simulatie CRE138 : enkel ruis



DEPARTEMENT **MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN**
Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen

T +32 (0)3 224 60 35

F +32 (0)3 224 60 36

waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

www.waterbouwkundiglaboratorium.be