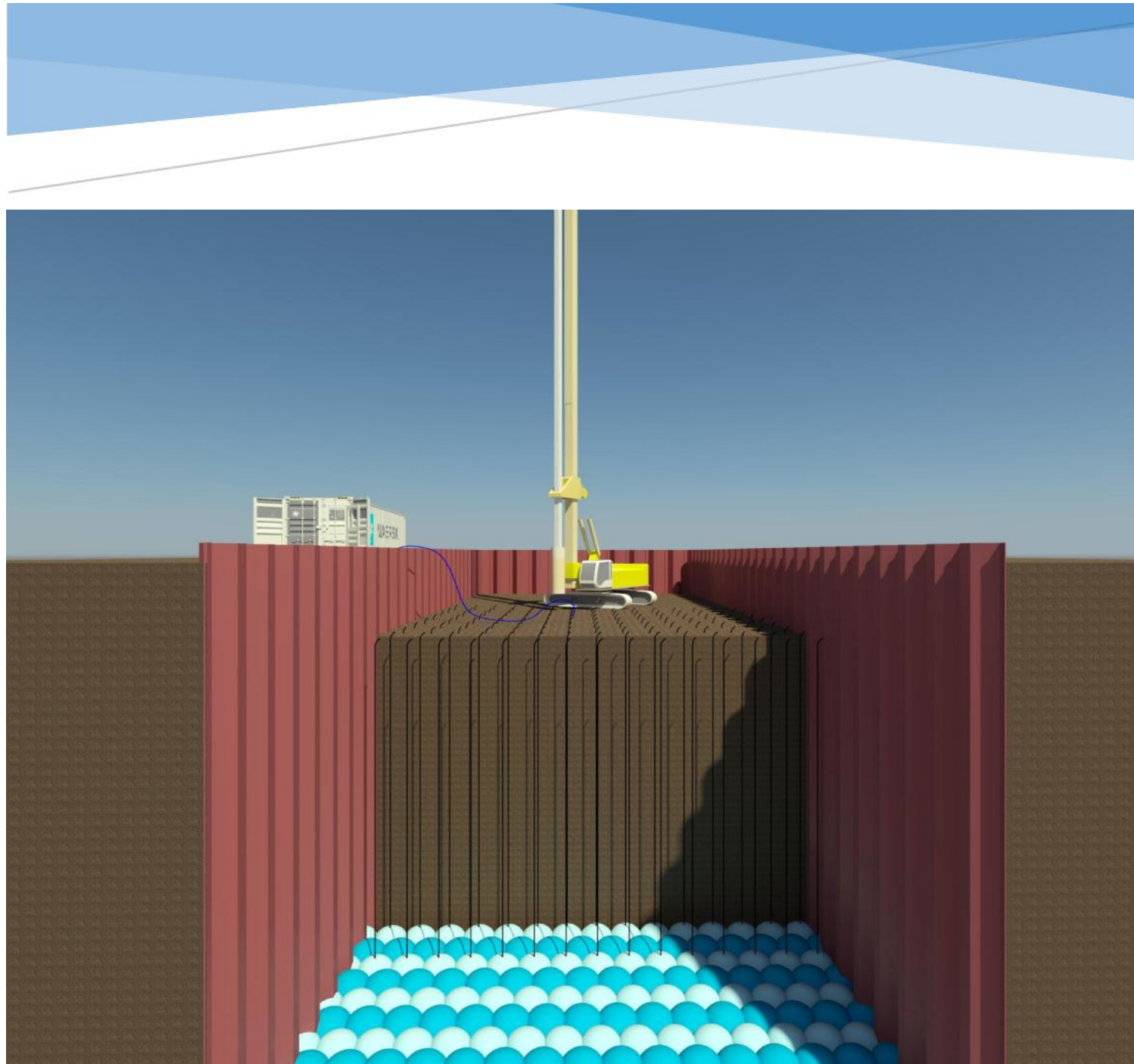




HORIZONTALE BODEMAFSLUITING DOOR MIDDEL VAN WATERGLASINJECTIE

Afstudeerrapport

*CRUX Engineering B.V.
B&P Bodeminjectie*

Robin Gerssen
Edward van de Werfhorst
Status
Versie
Printdatum

S1067036
S1074510
Definitief
2-6-2017
2-6-2017





Colofon

Afstudeerbedrijven

Naam:	Crux Engineering	B&P Bodeminjectie
Adres	Pedro de Medinalaan 3	Korte Dreef 9a
	1086 XK Amsterdam	4131 PM Vianen
Telefoon nr.:	020 – 494 3070	0347 – 370 303
E-mail:	info@cruxbv.nl	info@bodeminjectie.nl

Onderwijsinstelling

Naam:	Windesheim Zwolle
Adres	Campus 2-6
	8017 CA Zwolle
Telefoon nr.:	088 – 469 99 11
E-mail:	info@windesheim.nl

Studenten

Naam:	Robin Gerssen
Opleiding:	Civiele techniek, constructief
E-mail:	Robin_gerssen@hotmail.com
Telefoon nr.:	06 103 13 953
Naam:	Edward van de Werfhorst
Opleiding:	Civiele techniek, constructief
E-mail:	edwardvdwerfhorst@hotmail.com
Telefoon nr.:	06 578 63 591

Bedrijf begeleiders

Naam:	dr. Ir. ing. A.E.C. (Almer) van der Stoep	Nick de Groot
Functie:	Directeur Crux B.V.	Uitvoerder B&P Bodeminjectie
E-mail:	almer@h5s.com	nick@bodeminjectie.nl
Telefoon nr.:	06 484 29 255	06 202 11 335

Eerste begeleider

Naam:	Floor van den Berg
Functie:	Docent Civiele techniek
E-mail:	fh.vanden.berg@windesheim.nl
Telefoon nr.:	088 469 90 13

Tweede begeleider

Naam:	Stefan Zwerink
Functie:	Docent Civiele techniek
E-mail:	s.zwerink@windesheim.nl
Telefoon:	088 469 70 40



Voorwoord

Voor u ligt het afstudeerrapport: 'Horizontale bodemafluiting door middel van waterglasinjectie'. Het afstudeeronderzoek is uitgevoerd bij B&P Bodeminjectie in samenwerking met CRUX Engineering. Het afstudeerrapport is geschreven in het kader van het afstuderen aan de opleiding Civiele Techniek aan de Christelijke Hogeschool Windesheim te Zwolle. Het afstudeeronderzoek is met z'n tweeën uitgevoerd in de periode januari - juni 2017.

Na de verkennende fase waarbinnen het onderwerp, vraagstelling en doelstelling is geformuleerd, zijn wij begonnen met het opstellen van een onderzoeksplan. Vervolgens hebben wij hiermee het onderzoek uitgevoerd. Het praktische deel van het onderzoek is uitgevoerd met een zelf ontworpen en gebouwde proefopstellingen. Door middel van de net genoemde punten hebben we de hoofdvraag kunnen beantwoorden. Daarnaast hebben wij zowel vanuit school als vanuit het bedrijf de begeleiding gehad die nodig was om het onderzoek succesvol te laten zijn.

Onze speciale dank gaat uit naar onze begeleiders: Almer van der Stoel, Nick de Groot en Frans de Groot, voor de mogelijkheid die zij ons geboden hebben om op dit onderwerp af te studeren. Ook het kritisch meedenken heeft ons zeer geholpen. Daarnaast willen wij onze schoolbegeleider, Floor van den Berg bedanken voor het meedenken en begeleiden tijdens het onderzoek. Tevens willen wij de bedrijven en professionals die wij gesproken hebben in het kader van het afstuderen bedanken voor de informatie die is verstrekt. Zonder hun medewerking en inbreng had dit onderzoek niet afgerond kunnen worden.

Als laatste willen wij alle collega's van B&P bedanken voor de fijne samenwerking en het zo nu en dan sparren over het onderzoek. Dit heeft er voor gezorgd dat wij kunnen terugkijken op een fijne periode.

Namens allen wensen wij u veel leesplezier toe.

Edward van de Werfhorst
Robin Gerssen

Vianen, 19 mei 2017

Samenvatting

Het onderwerp voor het afstudeeronderzoek is ontstaan uit stage-ervaringen waarin is voorgekomen dat een waterglasinjectie niet het gewenste resultaat heeft behaald. Aan de hand van deze ervaringen is informatie op internet opgezocht en zijn een aantal artikelen gelezen waaruit bleek dat waterglasinjectie een actueel onderwerp is. Nadat een bedrijf gevonden is om het afstudeeronderzoek uit te voeren zijn aan de hand van gesprekken de hoofdvraag en deelvragen opgesteld. Hierbij zijn een tweetal factoren naar voren gekomen die invloed kunnen uitoefenen op de werking van een waterglasinjectie. Het doel van het onderzoek is om te onderzoeken welke invloed deze factoren hebben op de werking van een waterglasinjectie. Hiervoor zijn verschillende onderzoeksmethoden benodigd. Voor de complete beantwoording van de hoofdvraag wordt gebruikt gemaakt van zowel kwantitatieve als kwalitatieve onderzoeksmethoden. Aan de hand van de gesprekken met de injectiebedrijven wordt een projectenoverzicht opgesteld waarmee de uitgevoerde projecten met elkaar vergeleken kunnen worden. Verder wordt een literatuuronderzoek uitgevoerd en beproevingen uitgevoerd. Gezien de tijd die voor dit onderzoek beschikbaar is, wordt er geen geoptimaliseerde oplossing aangedragen, maar wel een advies op basis van de uitkomsten.

Waterglasinjectie valt onder de grondverbeteringstechnieken waarbij in dit geval een horizontale waterremmende laag wordt verkregen door een mengsel van waterglas, harder en water te injecteren. De injectiepunten en injectievloeistof kunnen op verschillende manieren worden aangebracht. De injectiepunten kunnen middels boren, laagfrequent, hoogfrequent en sonisch trillen aangebracht worden. Het injecteren gebeurt veelal aan de hand van de permeation grouting techniek op de evenwichtsdiepte die bepaald is volgens de wet van Archimedes. Hierbij is een veiligheidsfactor meegenomen op basis van de geldende normen. Indien de injectielaag goed is aangebracht en de bouwkuip rondom waterdicht is kan de theoretische doorlatendheid van 1×10^{-7} m/s of hoger gehaald worden. Dat deze waarde niet alleen theoretisch is, blijkt ook uit het opgenomen projectenoverzicht waarin het merendeel van de projecten een positieve classificatie hebben gekregen door de verschillende injectiebedrijven. De injectiedruk en trillingen die plaatsvinden na het uitharding van 72 uur hebben invloed op de doorlatendheid van een waterglasinjectie. Een bepaalde drukverhoging als gevolg van een verhoging in het injectiedebiet leidt tot fracturing. Hierbij ontstaan ruimtes in de injectielaag waarin geen menging plaatsvindt tussen het zand en de injectievloeistof. Door middel van monitoring van de injectiedruk kan eventueel een controleerbare aanpassing worden gedaan in de werkwijze indien de injectielaag niet het gewenste resultaat oplevert.

Het onderzoek heeft uitgewezen dat voor een complete lijst met projectgegevens van alle uitgevoerde waterglasinjectie projecten uitgebreider onderzoek benodigd is. Verder is naar voren gekomen dat injecteren volgens de permeation grouting techniek de laagste doorlatendheid oplevert. Aan de hand hiervan is het aan te bevelen om volgens deze techniek te injecteren. Door verder onderzoek te doen op een werkelijke schaal is het mogelijk om nog gedetailleerder te kunnen onderbouwen wanneer en hoe trillingen de laag kunnen beïnvloeden, en bij welke combinatie van injectiedebiet en injectiedruk fracturing optreedt. Om de invloed van trillingen beter te kunnen bepalen is het aan te bevelen om op meerdere momenten in het uitharden te trillen en meerdere beproevingen te doen met verschillende frequentie en amplitude.

Abstract

This graduation subject is arise at internship experiences in which a sodium silicate injection did not have reached a desirable result. Through this experiences, several articles were read to get information about sodium silicate injections. On the basis of this articles it became clear sodium silicate is an topical subject. After a company was found to do the graduation thesis with, the aim of this research became clear. In agreement with the company the research questions, based on two factors which can affect a sodium silicate injection, are formulated. The aim of the research is to explain the effect of injection pressure and environmental vibrations at the permeability of sodium silicate injections. To reach the aim of this research, several research methods are required. To answer the research question quantitative and qualitative research methods are used. On the basis of conversations with several companies which are specialized in sodium silicate injections, a project overview will be made in which the projects can be compare. A literature study and practical tests are used as well. Because of the available time, there will be not given an optimized solution or technique. Only an advice based on the conclusions of the research will be given.

A sodium silicate injection is part of the ground improvement techniques. In this case a horizontal injection with a low permeability will be created with a mixture of sodium silicate, water and hardener. The injection points and injection liquid can be set into the ground by several methods. The injection points can be placed by drilling, vibrating and sonic vibrating. In case of vibration, high frequent and low frequent are distinguished. Injecting the ground occurs mostly at the permeation grouting technique. The required depth of the injection will be determine by Archimedes' law. If the injection is injected well and the cover dam is watertight, a permeability of at least 1×10^{-7} m/s is possible to achieve. The fact that this permeability is not only theoretical, proves the project overview in which the projects are classified by the companies specialized in sodium silicate injections. The injection pressure and environmental vibrations affected the permeability of the injection. A certain increase in injection pressure as a result of an increase in injection flow led to fracturing. In this case areas are created in which no admixture between sand and injection liquid occurs. If the injection pressure is monitored, a controllable adjustment can be made if the injection does not have the desirable result.

The research has shown more and wider research is necessary to make a complete project overview of all sodium silicate injection projects in the Netherlands. Furthermore, injecting with the permeation grouting technique the injection gets the lowest permeability. On the basis of result it is recommended to inject in accordance with the permeation grouting technique. Doing further research at real scale it is possible to gain a more detailed explanation of how and when vibrations can affect the permeability of the injection, and which combination of injection flow and injection pressure results in fracturing. To increase the understanding of the influence of vibrations it is advisable to create vibrations at multiple moments in the hardening period and to do multiple tests with different frequencies and amplitude.

Begrippenlijst

Amplitude: De amplitude van een trilling wordt gedefinieerd als de grootste afwijking ten opzichte van de evenwichtsstand waartussen de trilling beweegt.

Bodeminjectie: Nederlandse benaming voor 'Permeation Grouting', definitie is hetzelfde.

Bouwkuip: Tijdelijke waterdichte (damwand)constructie waarbinnen ontgravingen plaatsvinden voor het realiseren van een bouwwerk.

Conus: Het kegelvormige puntje van een sondeerapparaat die de weerstand van de ondergrond ondervindt.

Conusweerstand: De weerstand die de conus tijdens sonderen ondervindt uitgedrukt in MPa.

Cutter soil mixing: Het vermengen van grond met een cementsuspensie met grond verbeteren of grond keren als doel. Voorbeelden zijn dijkversterkingen of soilmix wand.

Dambordmethode: Bepaalde volgorde van injecteren waarbij het injectiepatroon is opgedeeld in primaire en secundaire rijen. Eerst worden de primaire rijen geïnjecteerd en vervolgens de secundaire rijen. Binnen de primaire en secundaire rijen wordt bij injecteren steeds een punt overgeslagen om vervolgens, als de rij compleet is, de ontbrekende te injecteren. Deze methode is ontwikkeld om een zo hecht mogelijke injectielaag te verkrijgen.

Fracturing: Dit is een benaming voor het scheuren of wegdrukken van grond als gevolg van een hoge injectiedruk. Hierbij worden poriën dus niet meer gevuld, maar wordt de korrelstructuur aangetast. Als dit optreedt, is er geen sprake meer van permeation grouting.

Frequentie: het aantal trillingen per tijdseenheid, meestal uitgedrukt in Hz. Er geldt dat één trilling per seconde gelijk is aan één Hz.

H-bint: Staalprofiel waarbij in dwarsdoorsnede de H-vorm zichtbaar is. Het profiel is verkrijgbaar in verschillende afmetingen en staalkwaliteiten.

Injectiedebiet: Het aantal liters injectievloeistof dat per tijdseenheid, meestal minuten, de grond in wordt gepompt. Het is dus een verplaatsing van de injectievloeistof per tijdseenheid.

Injectiedruk: De druk die optreedt tijdens het injecteren van de injectievloeistof.

Injectielans: Slang of buis waarin de injectievloeistof op diepte wordt gebracht.

Jet grouten: Injectietechniek wat berust op het mengen van de grond met de injectievloeistof. Grout (soms een andere vloeistof) wordt onder hoge druk geïnjecteerd in de grond. Valt onder de stabiliserende injecties.

k_{10} -waarde: Geeft de waterdoorlatendheid aan, in m/s, van een grondmonster bij een watertemperatuur van 10 graden Celsius.

Kiptijd: Tijdsduur dat een WGI nodig heeft om uit te harden. Voor deze term wordt ook wel uithardingstijd of gelleringstijd gebruikt.

Permeation grouting: Injectietechniek wat berust op het vullen van de poriën in de grond. Bij permeation grouting wordt ook wel over een afdichtende injectie gesproken.

Porievolume: Het deel van een bepaald volume grondmonster wat uit holle ruimten (poriën) bestaat uitgedrukt in een percentage van het totale volume.

Waterglas: Scheikundige benaming voor natriumsilicaat. Is goed oplosbaar in water.

Waterglasinjectie (WGI): Techniek waarbij een mengsel van waterglas, harder en water wordt gemengd en geïnjecteerd in de grond om een waterremmende laag te creëren.

Inhoud

Voorwoord	3
Samenvatting.....	4
Abstract	5
Begrippenlijst.....	6
Figuren- en tabellenlijst.....	11
1. Inleiding	13
1.1. Aanleiding.....	13
1.2. Algemeen.....	13
1.3. Probleemanalyse	14
1.4. Doel en vraagstelling	15
1.5. Leeswijzer	15
2. Onderzoeksmethoden.....	16
2.1. Beschrijving type onderzoek	16
2.2. Beschrijving onderzoeksmethoden	16
2.2.1. Deelvraag 1.....	16
2.2.2. Deelvraag 2.....	17
2.2.3. Deelvraag 3.....	17
2.2.4. Deelvraag 4.....	18
2.2.5. Deelvraag 5.....	20
2.2.6. Beschrijving doorlatendheidsproef	21
2.3. Afbakening onderzoek.....	22
3. Theoriedeel waterglasinjectie	23
3.1. Injectietechnieken	23
3.1.1. Bodeminjectie.....	23
3.1.2. Jet grouten.....	23
3.1.3. Compenserend grouten	24
3.1.4. Samenvattend	25
3.2. Waterglasinjectie.....	25
3.2.1. Classificatie	26
3.3. Aanbrengen injectiepunten.....	26
3.3.1. Injectiestramien.....	27
3.3.2. Inboren	27
3.3.3. Intrillen	28
3.3.4. Nauwkeurigheid	28

3.4.	Werking waterglasinjectie.....	29
3.4.1.	Injectiedruk.....	30
3.4.2.	Omgevingstrillingen.....	32
3.5.	Waterglas als injectievloeistof	35
3.5.1.	Functie.....	35
3.5.2.	Eigenschappen.....	35
4.	Projectenoverzicht waterglasinjectie	37
4.1.	Algemeen.....	37
4.2.	Overzicht	37
4.3.	Analyse projectgegevens.....	38
4.4.	Tussenconclusie.....	41
5.	Praktijkdeel omgevingstrillingen	42
5.1.	Algemeen.....	42
5.2.	Resultaten nulmeting	42
5.3.	Waarnemingen beproevingen.....	43
5.4.	Resultaten beproevingen	44
5.5.	Vergelijking resultaten beproevingen en tussenconclusie.....	44
6.	Praktijkdeel injectiedruk.....	45
6.1.	Algemeen.....	45
6.2.	Resultaten 2 L/min	46
6.2.1.	Waarnemingen	46
6.2.2.	Doorlatendheid en Injectiedruk	47
6.2.3.	Analyse injectielaag.....	48
6.3.	Resultaten 5 L/min	50
6.3.1.	Waarnemingen	50
6.3.2.	Doorlatendheid en injectiedruk	51
6.3.3.	Analyse injectielaag.....	52
6.4.	Resultaten 8 L/min	52
6.4.1.	Waarnemingen	52
6.4.2.	Doorlatendheid en injectiedruk	53
6.4.3.	Analyse injectielaag.....	54
6.5.	Vergelijking resultaten beproevingen en tussenconclusie.....	55
7.	Conclusies en aanbevelingen	58
7.1.	Algemeen.....	58
7.2.	Conclusies: beantwoording deelvragen	58

7.3. Conclusies: beantwoording hoofdvraag.....	60
7.4. Aanbevelingen.....	60
Referenties	61
Bijlagen	63

Figuren- en tabellenlijst

Figuur 1: Visualisatie waterglasinjectie	13
Figuur 2: Hoogfrequent versus laagfrequent	19
Figuur 3: Proefopstelling doorlatendheidsproef	21
Figuur 4: Injectietechnieken	23
Figuur 5: K-waarden grondsoorten	25
Figuur 6: Classificatie Grondverbeteringstechnieken	26
Figuur 7: Voorbeeld injectiepuntje.....	27
Figuur 8: Voorbeeld inboren injectiepunt.....	27
Figuur 9: Voorbeeld intrillen injectiepunt.....	28
Figuur 10: Situatie voorbeeldberekening.....	29
Figuur 11: Injecteerbaarheidsdiagram ondergrenzen volgens (Van der Stoel, Waterremmende bodeminjectie: Volwassen techniek met gebruiksaanwijzing, 2013)	31
Figuur 12: Soorten golven volgens (Athanasopoulos, Pelekis, & Anagnostopoulos, 2000).....	33
Figuur 13: Schematische weergave voortplantingsrichting volgens (Woods, 1997)	34
Figuur 14: Overzicht projecten in Nederland	37
Figuur 15: Analyse aantal projecten per jaar	39
Figuur 16: Analyse classificatie.....	39
Figuur 17: Analyse gebruikt raster patroon	40
Figuur 18: proefopstelling nulmeting.....	42
Figuur 19: Getrild tijdens injectie	43
Figuur 20: Getrild tijdens kippen.....	43
Figuur 21: Getrild na uitharden	43
Figuur 22: Proefopstelling doorlatendheidsmetingen trilproef	44
Figuur 23: Injectielaag beproeving 1	46
Figuur 24: Injectielaag beproeving 2	46
Figuur 25: Injectielaag beproeving 3	47
Figuur 26: Hoogtetekening injectielaag beproeving 2	49
Figuur 27: Hoogtetekening injectielaag beproeving 3	49
Figuur 28: Tijdsinterval tussen naastgelegen elementen.....	50
Figuur 29: Injectielaag beproeving 4	51
Figuur 30: Injectielaag beproeving 4	51
Figuur 31: Hoogtetekening injectielaag beproeving 4	52
Figuur 32: Injectielaag beproeving 5	53
Figuur 33: Injectielaag beproeving 5	53
Figuur 34: Zandpakket beproeving 5.....	53
Figuur 35: Doorsnede injectielaag beproeving 5	53
Figuur 36: Hoogtetekening injectielaag beproeving 5	54
Figuur 37: Vergelijking hoogtes injectielagen	56
Figuur 38: Invloedsgebied a.d.h.v. k-waarden zand.....	57
Tabel 1: Aantal beproevingen omgevingstrillingen.....	18
Tabel 2: Aantal beproevingen injectiedruk	20
Tabel 3: Overzicht Injectietechnieken	25
Tabel 4: Overzicht basis stramienen	27
Tabel 5: Voorbeeld evenwichtsberekening.....	29

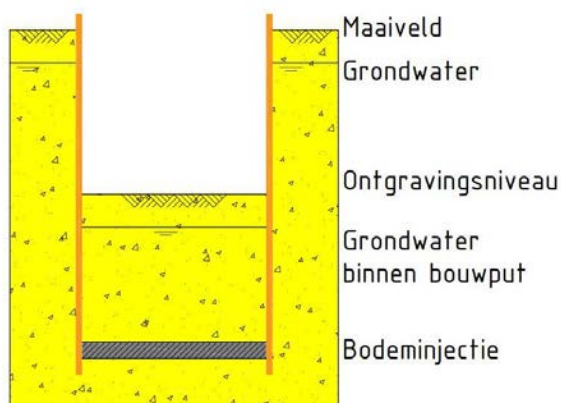
Tabel 6: Voorbeeldberekening limietwaarde volgens Regel 1.....	30
Tabel 7: Plaatsnamen projecten in Nederland.....	38
Tabel 8: Analyse werkvolgorde en classificatie	40
Tabel 9: Overzicht beproevingen omgevingstrillingen.....	42
Tabel 10: Doorlatendheid nulmeting	43
Tabel 11: Doorlatendheid beproevingen	44
Tabel 12: Overzicht beproevingen injectiedruk	45
Tabel 13: Doorlatendheid beproeving 1 t/m 3.....	47
Tabel 14: Betekenis doorlatendheid beproeving 1 t/m 3 voor praktijk.....	47
Tabel 15: Injectiedruk beproeving 1 t/m 3.....	48
Tabel 16: Doorlatendheid beproeving 4	51
Tabel 17: Betekenis doorlatendheid beproeving 4 voor praktijk.....	51
Tabel 18: Injectiedruk beproeving 4.....	51
Tabel 19: Doorlatendheid beproeving 5	53
Tabel 20: betekenis doorlatendheid beproeving 5 voor praktijk.....	54
Tabel 21: injectiedruk beproeving 5.....	54
Tabel 22: Overzicht resultaten relevante beproevingen.....	55

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

Waterglas is een zeer divers product wat vele mogelijkheden kent in verschillende toepassingen. Zo is het toepasbaar om kelderwanden waterdicht te maken, of kan het dienen als ondersteuning voor een pand waarnaast gegraven wordt. Naast vele industriële toepassingen wordt het in de civiele techniek gebruikt in de soft-gel variant om bouwputbodems waterremmend te maken. Tijdens Edwards stage gedurende zijn MBO opleiding is hij op meerdere projecten het product waterglas tegengekomen. Op deze projecten is een waterglasinjectie (hierna te noemen WGI) gebruikt om de bouwputbodem waterremmend te maken. Echter is dit niet altijd gegaan zoals vooraf werd gedacht. Het waterglas bleek uiteindelijk niet de gewenste waterremmende werking te hebben waardoor de afdichting van de bouwputbodem onvoldoende was. Deze ervaring heeft er mede toe geleid dat het waterglas onze interesse heeft gewekt en dat daarom een aantal artikelen zijn gelezen om meer informatie te verkrijgen over het onderwerp (Tissink, 2013; Van der Stoel, Waterremmende bodeminjectie: Volwassen techniek met gebruiksaanwijzing, 2013). Tijdens het doorlezen van deze artikelen is gebleken dat het gebruik van WGI met de bijbehorende faalmechanismen een actueel onderwerp is waar ook veel over geschreven is. Deze actualiteit en het feit dat het onderwerp ook behoorlijk speelt binnen de civiele techniek heeft ertoe geleid dat de interesse in WGI werd vergroot en dat uiteindelijk ook besloten is om voor het afstudeeronderzoek WGI als onderwerp te kiezen.

1.2. Algemeen



Figuur 1: Visualisatie waterglasinjectie

Door middel van een WGI wordt een waterremmende laag gecreëerd op een bepaalde diepte t.o.v. het ontgravingsniveau zoals te zien is in Figuur 1. Hierbij is een evenwichtsprincipe van toepassing. Het evenwichtsprincipe van de bouwkuip is gebaseerd op de wet van Archimedes. Deze stelt dat 'het gewichtsverlies bij onderdompeling in water gelijk is aan het gewicht van een gelijk volume water' (Kay, 2008). Dit betekent met een bodeminjectie dat de neerwaartse kracht in de bouwput op de onderkant van de bodeminjectielaag groter moet zijn dan de kracht uitgeoefend door de grondwaterkolom welke zich naast de bouwkuip bevindt. Als deze in evenwicht is zal de situatie stabiel zijn en zal de bodeminjectielaag niet opbarsten.

1.3. Probleemanalyse

Een WGI wordt binnen Nederland op een tal van projecten toegepast om bouwputbodems waterremmend te maken. Deze techniek geldt voornamelijk als een alternatief voor de onderwaterbetonvloer. Vanwege de bouwtijd en of het grondwater onttrekking bezwaar wordt steeds vaker gekozen voor een WGI dan voor een onderwaterbetonvloer als waterremmende laag in bouwkuipen. Het gebruik van een WGI verkort de bouwtijd aanzienlijk als het vergeleken wordt met de onderwaterbetonvloer. Echter kent de toepassing van een WGI ook meerdere kritische punten. In de praktijk kan het bijvoorbeeld voorkomen dat het waterglas de bodem van de bouwkuip niet voldoende afdicht, waardoor de bouwkuip niet waterremmend genoeg is om in den droge te kunnen ontgraven. De oorzaak hiervan is niet direct toe te schrijven aan een bepaalde keuze die gemaakt is, maar ligt veel dieper. Volgens experts is de oorzaak vaak niet bekend en is het lastig om een oorzaak aan te wijzen. Daarnaast zijn er meerdere mogelijke oorzaken op te noemen waardoor het lastig te definiëren is waarom een WGI niet voldoende waterremmend is. Een aantal factoren die als mogelijke oorzaak gezien worden zijn:

- Omgevingstrillingen;
- Injectiedruk;
- Injectievolgorde;
- Injectiemethode;
- Grondwaterstroming;
- Mengverhouding injectievloeistof;
- Injecteerbaarheid grondpakket;
- Diepte injectielaag.

De oorzaak omgevingstrillingen is naar voren gekomen omdat het injecteerbedrijf in de praktijk heeft meegemaakt dat injectievloeistof langs de injectielansen weer omhoog kwam als gevolg van het intrillen van damwanden in de naastgelegen bouwkuip. De hieruit volgende vraag is of de trillingen ten gevolge van het intrillen van de damwanden in de naastgelegen bouwkuip effect hebben op het uithardingsproces en doorlatendheid van een WGI. Ook de mogelijke oorzaak injectiedruk is naar voren gekomen uit de expertise van het injecteerbedrijf. De vraag die heerst, is of het kan om de injectiedruk te verhogen zonder dat fracturing optreedt. Naast de expertise van het injecteerbedrijf zijn de overige mogelijke oorzaken naar voren gekomen aan de hand van de gelezen literatuur. In het onderzoek wordt de focus gelegd op de door het injecteerbedrijf aangedragen factoren omgevingstrillingen en injectiedruk.

Aangezien het dus lastig is om de oorzaak van het falen van een WGI te achterhalen is het voor de injecteerbedrijven bijna onmogelijk om de werkwijze aan te passen zodat hetzelfde probleem niet nogmaals optreedt. Om de kans te vergroten de juiste oorzaak van het falen aan te wijzen zijn inzichten in de oorzaken wenselijk.

1.4. Doel en vraagstelling

Het onderzoek richt zich op de werking van een WGI, de soft-gel variant, waarbij gekeken wordt naar een tweetal factoren die hierop van invloed kunnen zijn. Het doel van het onderzoek is om aan de hand van de factoren omgevingstrillingen en injectiedruk te definiëren waarom een WGI soms niet het gewenste resultaat geeft met betrekking tot de waterremmende werking in bouwputbodems. Hierbij geeft het onderzoek verruimende inzichten in de werking van een WGI. Aan de hand van de genoemde doelstelling is de volgende hoofdvraag geformuleerd:

In hoeverre kunnen omgevingstrillingen en injectiedruk de doorlatendheid van een waterglasinjectie in bouwputbodems beïnvloeden en is er een mogelijkheid deze beïnvloedingen te beperken?

Vanwege de grootte en complexiteit van de hoofdvraag is voor de beantwoording van deze hoofdvraag een aantal deelvragen opgesteld die bijdragen aan een volledige beantwoording van de hoofdvraag. De deelvragen zijn als volgt geformuleerd:

1. Wat is een waterglasinjectie en welke injectiemethoden zijn er voor het aanbrengen van de injectiepunten en de injectievloeistof?
2. Hoe wordt de werking van een waterglasinjectie gedefinieerd en welke doorlatendheid hoort hierbij?
3. Wat is het resultaat van een waterglasinjectie bij verschillende uitgevoerde projecten en welke verbanden kunnen worden gelegd tussen de projecten met betrekking tot de omgevingstrillingen en injectiedruk? Zijn er nog andere verbanden te vinden?
4. Hoe gedraagt een waterglasinjectie zich onder invloed van omgevingstrillingen en wat is het effect hiervan op de doorlatendheid?
5. Hoe beïnvloedt de injectiedruk de doorlatendheid van een waterglasinjectie?

1.5. Leeswijzer

Het rapport beschrijft hoe het onderzoek wordt uitgevoerd en welke resultaten het onderzoek heeft opgeleverd. In hoofdstuk twee is het onderzoeksplan toegevoegd. Hierin staat uitgelegd wat is onderzocht en hoe het onderzoek is uitgevoerd. Hoofdstuk drie richt zich op de theorie. Hierin wordt de stof behandeld wat nodig is om de eerste twee deelvragen te kunnen beantwoorden. In hoofdstuk vier is het projectenoverzicht weergegeven welke informatie geeft voor de beantwoording van deelvraag drie. In hoofdstuk vijf en zes wordt stilgestaan bij het praktijkdeel van het onderzoek. Hierin worden de resultaten van de beproevingen behandeld. Hoofdstuk vijf richt zich op de beproevingen ten behoeve van deelvraag vier en hoofdstuk zes richt zich op de beproevingen ten behoeve van deelvraag vijf. In het laatste hoofdstuk, hoofdstuk zeven, wordt de hoofdvraag beantwoord. Daarnaast worden aanbevelingen voor een eventueel vervolgonderzoek geformuleerd.

2. Onderzoeksmethoden

2.1. Beschrijving type onderzoek

In dit onderzoek wordt de beïnvloeding van een tweetal factoren op de werking van een WGI bekeken en vergeleken. Dit gebeurt door middel van theorie en een aantal beproevingen. Vanwege het feit dat het grootste deel van het onderzoek te maken heeft met de beïnvloeding op de werking van een WGI is verklarend onderzoek het meest van toepassing. Dit onderzoek wordt getypeerd als een verklarend onderzoek omdat aan de hand van een tweetal factoren wordt verklaart waarom een WGI soms kan falen.

2.2. Beschrijving onderzoeksmethoden

2.2.1. Deelvraag 1

“Wat is een waterglasinjectie en welke injectiemethoden zijn er voor het aanbrengen van de injectiepunten en de injectievloeistof?”

Deelvraag één wordt beschouwd als een theoretische deelvraag waarbij kwalitatieve onderzoeksmethoden van belang zijn voor de beantwoording ervan. Deze deelvraag is op te delen in vier delen, namelijk, de definitie van een WGI, de injectiemethoden, het aanbrengen van de injectiepunten en als laatste het aanbrengen van de injectievloeistof. Deze deelvraag kan het beste beantwoord worden door middel van een literatuurstudie. De literatuurstudie is bij deze vraag beter toepasbaar dan een casestudie omdat er meerdere termen onderzocht dienen te worden. Het literatuurdeel voor deze deelvraag bestaat dus uit meerdere hoofdstukken.

De literatuur die benodigd is voor het beantwoorden van de deelvraag wordt gevonden in (digitale) databanken, bibliotheken en relevante technische vakbladen. Om specifieke informatie te verkrijgen zijn scherpe zoektermen belangrijk. Om de definitie van een WGI te kunnen formuleren wordt gezocht op de termen ‘waterglas’ en ‘bodeminjecties’. Ook de termen ‘wat is een WGI’ of het Engelse ‘sodium sillicate’ worden gebruikt als zoekterm. Voor de definitie van het andere deel van de deelvraag wordt gezocht op termen als ‘permeation grouting’, ‘doorlatend grouten’, ‘bodeminjectie’, ‘jet grouten’ en ‘compenserend grouten’. Naast deze zoektermen kunnen bronnen die gebruikt zijn tijdens het literatuuronderzoek ook gebruikt worden voor de beantwoording van deze deelvraag. Belangrijke bronnen voor de beantwoording van deze deelvraag zijn: (Admiraal, Symposium lekmanagement, 2004; Van der Stoel, Waterremmende bodeminjectie: Volwassen techniek met gebruiksaanwijzing, 2013; Moura, Pereboom, & Van der Zon, Grondverbeteringstechnieken door middel van injectie, 1998).

Deze deelvraag heeft als doel om de kennis over waterglas te vergroten. Dit wordt later gebruikt bij het beantwoorden van de overige deelvragen. Daarnaast is de kennis noodzakelijk om het onderzoek goed te kunnen uitvoeren.

2.2.2. Deelvraag 2

“Hoe wordt de werking van een waterglasinjectie gedefinieerd en welke doorlatendheid hoort hierbij?”

Deelvraag twee wordt beschouwd als een theoretische deelvraag en daarom is bij de beantwoording van deze deelvraag kwalitatieve onderzoeksmethoden van belang. Deze deelvraag wordt beantwoord door middel van een casestudie aangezien het een diepgaand onderzoek is naar één specifiek element, namelijk de werking van een WGI. Het antwoord op deze deelvraag draagt bij aan het theoretisch deel van het onderzoek. De definitie van de werking is nodig om te kunnen bepalen welke doorlatendheid erbij hoort. De literatuur die benodigd is, wordt op dezelfde wijze gevonden met de zoektermen zoals beschreven is bij deelvraag één.

In het onderzoek is het antwoord op deze deelvraag van belang om te kunnen begrijpen wat verstaan wordt onder de werking van een WGI en welke doorlatendheid hierbij hoort. Daarnaast worden een tweetal factoren beproeft op de werking, namelijk omgevingstrillingen en injectiedruk. Voor de beproevingen is het noodzakelijk een goede definitie te hebben van de werking van een WGI omdat er anders geen goed onderbouwde antwoorden uit de beproevingen kunnen komen.

2.2.3. Deelvraag 3

“Wat is het resultaat van een waterglasinjectie bij verschillende uitgevoerde projecten en welke verbanden kunnen worden gelegd tussen de projecten met betrekking tot de omgevingstrillingen en injectiedruk? Zijn er nog andere verbanden te vinden?”

Deelvraag drie wordt beschouwd als een theoretische deelvraag waarbij dus kwalitatieve onderzoeksmethoden van belang zijn. Voor de beantwoording van deze deelvraag wordt gesproken met verschillende injectiebedrijven om zo informatie te krijgen over verschillende projecten. Deze gesprekken worden gehouden omdat hiermee meer informatie kan worden verkregen dan met een literatuuronderzoek, aangezien het mogelijk is dat niet alle bedrijven de gegevens rondom de uitgevoerde projecten met WGI openbaar maken.

Het houden van de gesprekken met injectiebedrijven heeft als doel om door middel van het verzamelen van gegevens van projecten waar WGI is toegepast verbanden te kunnen leggen tussen de projecten om zo inzicht te kunnen krijgen waarom bij een bepaald project de WGI heeft gefaald en bij andere projecten juist niet. Om ervoor te zorgen dat de te leggen verbanden bijdragen aan de beantwoording van de hoofdvraag wordt er vooral gekeken naar de omgevingstrillingen en injectiedruk. Daarnaast wordt ook naar andere verbanden gezocht die ook te maken kunnen hebben met andere parameters dan omgevingstrillingen en injectiedruk. De sheet met gegevens die verkregen willen worden, is bijgevoegd als bijlage A.

Het antwoord op deze deelvraag komt tot stand door aan de hand van de verzamelde gegevens van de gesprekken verbanden te leggen en conclusies te trekken. Deze conclusies worden gebaseerd door middel van het maken van verschillende draaitabellen aan de hand van de verkregen gegevens van de verschillende projecten. De conclusies worden meegenomen in de conclusies van het gehele onderzoek. Eventuele belangrijke uitkomsten uit het overzicht die niet in onze vraagstelling past, zullen worden aangedragen als punten voor een eventueel vervolgonderzoek.

2.2.4. Deelvraag 4

“Hoe gedraagt een waterglasinjectie zich onder invloed van omgevingstrillingen en wat is het effect hiervan op de doorlatendheid?”

Deelvraag vier wordt beschouwd als een praktijkgerichte deelvraag waarbij kwantitatieve onderzoeksmethoden van belang zijn. Deze deelvraag vormt een beproeving van één van de bij deelvraag twee behandelde factoren, namelijk de omgevingstrillingen. Binnen de omgevingstrillingen zijn drie soorten te onderscheiden: industriële machine trillingen, weg- en spoorverkeer trillingen en constructie gerelateerde trillingen (Athanasopoulos & Pelekis, 2000). Bij deze beproeving zijn de constructie gerelateerde trillingen van toepassing. Deze deelvraag wordt beantwoord door middel van beproevingen wat onder de methode technische metingen valt. De beproevingen zijn noodzakelijk om een goed onderbouwd antwoord te kunnen geven op deze deelvraag. De deelvraag is onvoldoende te beantwoorden door middel van een literatuuronderzoek of een casestudie omdat er niet genoeg informatie van beschikbaar is. Dit is de voornaamste reden dat voor deze deelvraag kwantitatieve onderzoeksmethoden relevant zijn en niet de kwalitatieve onderzoeksmethoden.

Bij de beproeving wordt gekeken naar de trilling bestendigheid van het waterglas. Hierbij is het van belang dat er eenzelfde grondmonster wordt beproeft als ook geïnjecteerd word in bouwputbodems. De definitie van het te gebruiken grondmonster is vermeld in de afbakening. Om ervoor te zorgen dat de omgevingstrillingen aan de werkvolgorde gekoppeld kan worden, wordt de trilling van een heistelling nagebootst die een damwand intrilt (Tawfiq & Abichou, 2003; Woods, 1997). Door te kijken of het waterglas de trilling van een heistelling kan weerstaan of juist niet, wordt bepaald of er na het injecteren nog omgevingstrillingen toegestaan kunnen worden zonder dat de injectielaag bezwijkt. De beproeving wordt uitgevoerd op een trilbank waarbij het grondmonster in een jerrycan zit. Belangrijk om te weten is dat het grondwater onder de injectielaag dient te zitten. De proefopstelling is bijgevoegd in bijlage B.

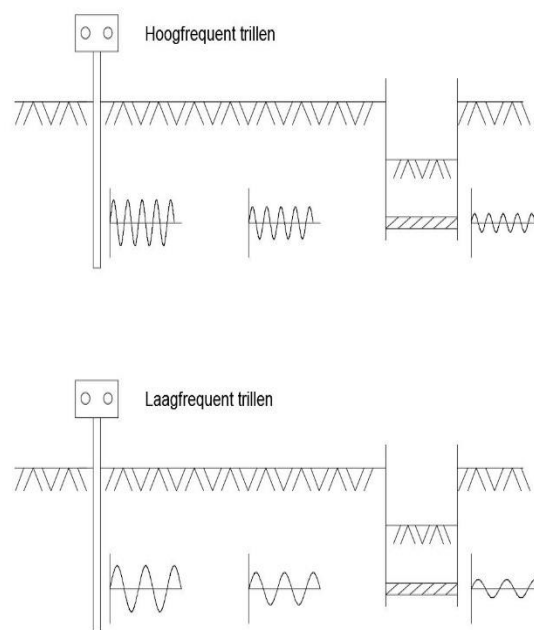
Deze beproeving wordt meerdere keren uitgevoerd waarbij het moment van trillen en de frequentie wordt gevarieerd. Op deze manier wordt onderzocht hoe waterglas zich gedraagt bij trillingen in een verschillend stadium en of trillingen in het ene stadium schadelijker zijn dan trillingen in een ander stadium. Bij de eerste beproeving wordt eerst geïnjecteerd waarna het monster na het uithardingsproces aan trillingen wordt blootgesteld. Bij de tweede beproeving wordt het monster tijdens het injecteren blootgesteld aan trillingen en bij de derde beproeving wordt het monster tijdens het uitharden, dus binnen de kiptijd blootgesteld aan trillingen. Daarna worden de drie beproevingen nogmaals uitgevoerd maar dan met een andere frequentie. Vervolgens worden de zes beproefde monsters na 72 uur uitharden op de doorlatendheid getest middels de doorlatendheidsproef volgens de NEN. (NEN-EN-5123, 2002). Deze doorlatendheidsproef is beschreven in paragraaf 2.2.6. Daarnaast wordt ook een nulmeting uitgevoerd. Voor uitvoering nulmeting zie bijlage B. Door de uitkomsten van de doorlatendheidsproeven, de k_{10} -waardes, te vergelijken kunnen conclusies getrokken worden. Hierbij is het vooral interessant in hoeverre de k_{10} -waardes verschillen van de k_{10} -waarde van de nulmeting. Voor een overzicht van de trilproeven zie Tabel 1. Hierin is de nulmeting niet opgenomen.

Beproevingstabel omgevingstrillingen		
Frequentie van trillen	Laagfrequent, 25Hz	Hoogfrequent, 40Hz
Tijdens aanbrengen	Ja	Ja
Tijdens kiptijd	Ja	Ja
Na uitharden	Ja	Ja
Totaal per onderdeel	3	3
Totaal aantal beproevingen omgevingstrillingen		6

Tabel 1: Aantal beproevingen omgevingstrillingen

De te beproeven omgevingstrillingen betreffen de trillingen welke buiten de bouwkuip door het damwand intrillen veroorzaakt wordt.

Trillingen op de bouwplaats worden onderverdeeld in drie groepen, deze zijn gerelateerd aan de frequentie van de trilblokken. Trillingen die ontstaan door het heien van damwanden worden in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten aangezien dit een techniek betreft die nauwelijks toegepast wordt. De drie groepen waarin de frequentie wordt ingedeeld zijn: laagfrequent, hoogfrequent en trilblokken met een variabel excentrisch moment (Azzouzi, 2003; Cur 166, 2008). In het onderzoek worden laag- en hoogfrequent gebruikt (zie Tabel 1 en Figuur 2). De tijdsduur dat trillingen plaatsvinden op een dag is gerelateerd aan de werkelijke triltijd en de handelingstijd welke 40/60 bedraagt. Dit betekent dat er 3,2 uur per dag getrild wordt als er een dagproductie damwand intrillen wordt gedraaid (Cur 166, 2008). Tijdens de beproeving wordt dan ook getrild met een tijdsduur van 3 uur en 12 minuten.



Figuur 2: Hoogfrequent versus laagfrequent

Bij deze beproeving wordt het waterglas niet geïnjecteerd, maar gemengd met het zand. Op deze manier wordt de eventuele onnauwkeurigheid die kan ontstaan tijdens het injecteerproces ontweken zodat voor de factor omgevingstrillingen een zo representatief mogelijk antwoord wordt verkregen. Op deze manier wordt goed vastgesteld wat de trillingen voor invloed uitoefenen op een WGI.

In het onderzoek is het antwoord op deze deelvraag relevant omdat twee factoren worden onderzocht. Aangezien de omgevingstrillingen een verband heeft met de werkvolgorde worden twee factoren tegelijk onderzocht welke mogelijk bepalend zijn voor de werkwijze om een WGI aan te brengen. De uitkomst van de beproeving geeft uiteindelijk een k_{10} -waarde waarmee bepaald wordt of de waterremmendheid voldoet aan de werking. Omdat het doel van het onderzoek deels gericht is op het vinden van een betrouwbare werkwijze of techniek om een WGI aan te brengen is het antwoord van deze deelvraag zeer relevant voor de complete beantwoording van de hoofdvraag. Ook draagt het antwoord van deze deelvraag bij aan de vraag of de beproefde factoren van invloed zijn op de doorlatendheid van een WGI.

2.2.5. Deelvraag 5

“Hoe beïnvloedt de injectiedruk de doorlatendheid van een waterglasinjectie”

Deelvraag vijf wordt beschouwd als een praktijkgerichte deelvraag waarbij kwantitatieve onderzoeksmethoden van belang zijn. Deze deelvraag vormt net als deelvraag vier een beproeving waarbij enkele bij deelvraag twee behandelde factoren zijn meegenomen. Omdat ook hier de deelvraag beantwoordt gaat worden door middel van beproevingen, is de onderzoeksmethoden technische metingen van toepassing. Bij deze deelvraag is het niet relevant om het antwoord te baseren op alleen bestaande literatuur omdat hier dan de deelvraag niet volledig te beantwoorden is.

Bij de beproevingen wordt gekeken wat de invloed is van de injectiedruk op de doorlatendheid van een WGI zoals is gedefinieerd bij deelvraag twee. Er worden meerdere injectiedrukken beproeft waardoor dus ook meerdere beproevingen worden uitgevoerd. Bij de beproevingen wordt geïnjecteerd met verschillende debieten. Hierbij geldt dat bij een toenemend debiet ook de injectiedruk toeneemt. Dit is te verklaren volgens de volgende formule:

$$q = v * A$$

Bij het injecteren blijft het doorstroomd oppervlak (A) gelijk. Dit betekent dus dat bij toenemend debiet (q) ook de stroomsnelheid (v) groter wordt. Aangezien een grotere stroomsnelheid een groter debiet betekent, geeft een hoger debiet dus ook een hogere injectiedruk.

In Tabel 2 zijn de debieten met de bijbehorende injectiedrukken weergegeven die beproeft gaan worden. De debieten zijn gekozen door te bepalen welke debieten als normaal worden gezien bij het injecteren van een WGI. Door debieten te beproeven die als normaal worden gezien en een aantal hogere debieten te beproeven kan worden bepaald wat een groter debiet, en dus ook een hogere injectiedruk met de grond en uiteindelijk met de werking van een WGI doet. Een debiet van 4 tot 10 L/min wordt bij permeation grouting als normaal gezien (Van der Stoel A. , 2001). Wel moet worden vermeld dat de injectiepomp die gebruikt wordt de injectievloeistof aan de hand van pulsen de grond in drukt. Hierdoor ontstaat een fluctuatie in je injectiedruk. Bij elk debiet zal daarom de hoogste druk, dus het gemiddelde van de pieken, uiteindelijk tijdens de beproeving in de tabel worden genoemd. Het injecteren gebeurt in eenzelfde grondmonster als gebruikt bij deelvraag vier. De beschrijving van het grondmonster is vermeld in de afbakening. Nadat het grondmonster geïnjecteerd is, wordt van elk monster de doorlatendheid bepaald door middel van een doorlatendheidsproef. De doorlatendheidsproef vindt plaats als het uithardingsproces van 72 uur voltooid is. Aan de hand van deze uitkomst, de k_{10} -waarde, worden de conclusies getrokken door de waardes te vergelijken met de theoretische doorlatendheid. De beschrijving van de doorlatendheidsproef is te vinden in paragraaf 2.2.6. De proefopstelling is bijgevoegd in bijlage C.

Beproevingstabel injectiedrukken		
proefnummer	Ingesteld debiet (l/min)	Bijbehorende injectiedruk (bar)
1	2	n.t.b.
2	5	n.t.b.
3	9	n.t.b.
4	11	n.t.b.
5	15	n.t.b.
Totaal aantal beproevingen		5

Tabel 2: Aantal beproevingen injectiedruk

Om de betrouwbaarheid van het resultaat van deze proef te vergoten wordt tijdens het beproeven gebruikt gemaakt van een deels doorzichtige bak zodat foto's gemaakt kunnen worden. Hierdoor kan waargenomen worden wat de grond doet tijdens het injecteren waardoor de betrouwbaarheid van het resultaat en conclusies van deze deelvraag wordt vergroot.

In het onderzoek is het antwoord op deze deelvraag relevant omdat een factor wordt beproefd die bepalend kan zijn voor de methodiek om een WGI aan te brengen. Aangezien het doel en de hoofdvraag gericht zijn op het achterhalen waarom een WGI niet altijd het gewenste effect geeft met betrekking tot de waterremmendheid is het van belang om te weten of de injectiedruk van invloed kan zijn op de doorlatendheid van een WGI. De uitkomst van deze beproeving geeft uiteindelijk een k_{10} -waarde aan waarmee geconcludeerd wordt of de injectiedruk invloed uitoefent op de waterremmendheid (of waterdoorlatendheid) van een WGI. De vijf k_{10} -waardes worden dus met elkaar vergeleken.

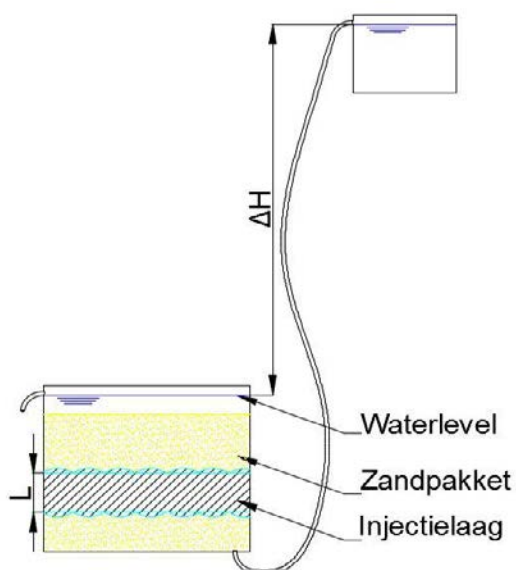
2.2.6. Beschrijving doorlatendheidsproef

Figuur 3 geeft de proefopstelling weer om de k_{10} -waarde van de te beproeven monsters te bepalen. Deze doorlatendheidsproef wordt uitgevoerd voor alle bij deelvraag vier en vijf beproefde monsters. De k_{10} -waarde, die de doorlatendheid van het monster aangeeft is bepalend voor de conclusie van deelvraag vier en vijf. De k_{10} -waarde wordt volgens (NEN-EN-5123, 2002) berekend met formule:

$$k_{10} = \frac{q}{i \cdot A} * f_t$$

Hierin betekenen de parameters het volgende:

- k_{10} : de waterdoorlatendheidscoëfficiënt bij een temperatuur van 10 °C, in m/s;
- q : het debiet in m³/s;
- f_t : de temperatuurcorrectiefactor volgens NEN-en 5123, par. 9.3.1. tabel 1;
- i : het verhang $\Delta H/L$ in m;
- A : de doorsnede van het proefmonster loodrecht op de stromingsrichting in m².



Figuur 3: Proefopstelling doorlatendheidsproef

2.3. Afbakening onderzoek

Tijdens het onderzoek wordt aan de hand van bepaalde factoren onderzocht waarom een WGI niet altijd het gewenste resultaat geeft met betrekking tot de waterremmende werking in bouwputbodems. Vanwege de beschikbare tijd voor het onderzoek en de hoeveelheid factoren die de werking van een WGI kunnen beïnvloeden wordt een selectief gekozen groep factoren onderzocht. Overige factoren die genoemd zijn in de probleemanalyse worden verder in het onderzoek niet nader behandeld. De factoren die worden behandeld in het onderzoek zijn:

- Omgevingstrillingen;
- Injectiedruk.

Het tweetal factoren wordt in het praktijkdeel van het onderzoek behandeld. Door middel van beproevingen worden de omgevingstrillingen en injectiedruk onderzocht. In deze beproevingen worden een aantal parameters constant gehouden. De zijn hieronder beschreven.

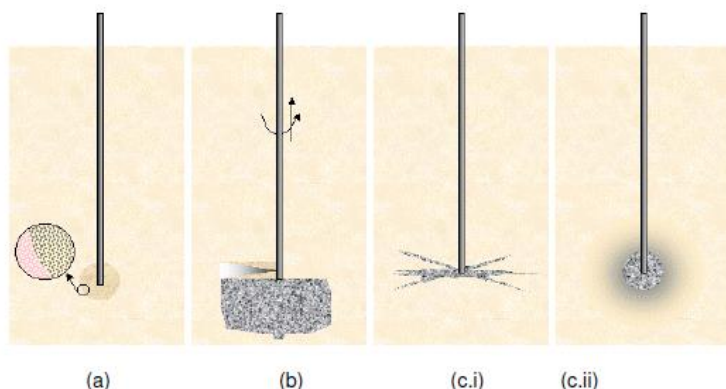
- Er wordt voor het injecteren een injecteerbaar zand gebruikt. Dit dient een standaard zand te zijn zodat bij elke beproeving zeker is dat dezelfde grondopbouw wordt gebruikt. hiertoe is besloten omdat altijd grondonderzoek plaatsvindt voordat er geïnjecteerd wordt. Er wordt alleen geïnjecteerd als een grondpakket een voldoende poriegehalte heeft. Daarom zal de parameter grondopbouw in dit onderzoek niet bepalend zijn. Het streven is om een zandpakket te kiezen met 35% poriegehalte.
- Er wordt bij alle beproevingen dezelfde mengverhouding WGI toegepast voor het mengsel, namelijk: 84% water, 13,5% waterglas en 2,5% harder.
- Bij alle beproevingen is er sprake van statisch grondwater. Dit wil zeggen dat er geen grondwaterstroming wordt nagebootst. Eventuele invloeden van grondwaterstroming op deze proef worden buiten beschouwing gelaten.
- Bij alle beproevingen wordt een uithardingstijd gehanteerd van 72 uur. Dit betekent dat na 72 uur begonnen mag worden met de doorlatendheidsproef.
- Er wordt een nulmeting uitgevoerd die gebruikt wordt bij de beantwoording van deelvraag vier en vijf. Bij de nulmeting wordt de doorlatendheid bepaald zonder invloed van omgevingstrillingen en injectiedruk. Door deze doorlatendheid, de k_{10} -waarde, te vergelijken met de k_{10} -waarden van de proefstukken uit deelvraag vier en vijf kunnen betrouwbare conclusies getrokken worden.

In een eventueel vervolgonderzoek kunnen andere factoren worden onderzocht en beproeft om zo een compleet overzicht te krijgen van alle factoren die de werking en doorlatendheid van een WGI kunnen beïnvloeden.

3. Theoriedeel waterglasinjectie

3.1. Injectietechnieken

Binnen de injectietechnieken worden verschillende technieken onderscheiden welke zijn weergegeven in Figuur 4. De technieken zijn: bodeminjectie (a), jet grouten (b) en compenserend grouten, waarbij compenserend grouten wordt onderverdeeld in fracturing (ci) en compaction grouting (cii) (Van der Stoel, Grouten bij funderingen, 2006). In deze paragraaf wordt duidelijk onder welke techniek WGI's vallen. In paragraaf 3.2 wordt dieper op de WGI's ingegaan.



Figuur 4: Injectietechnieken

3.1.1. Bodeminjectie

Bodeminjectie, ook wel permeation grouting genoemd, wordt in Nederland gezien als 'doorlatend grouten'. Het doorlatend grouten berust op het vullen van de poriën in een grondlichaam door middel van een injectievloeistof waarbij het korrel skelet van het grondlichaam volledig intact wordt gehouden. Vanwege de essentie van deze techniek kan permeation grouting makkelijker toegepast worden bij grondlichamen met een vrij grove korrelstructuur. De bepaling hiervan komt tot stand aan de hand van het korrelverdelingsdiagram. Bij een fijne korrelstructuur wordt het toepassen van deze techniek lastiger. Permeation grouting is voor het eerst toegepast met injectievloeistoffen op basis van cement. Later is een accentverschuiving opgetreden naar klei- en bentonietsuspensies en later ook naar chemische vloeistoffen. De reden van deze verschuiving berust op het feit dat het injecteren van cementsuspensies (grout) en klei- en bentonietsuspensies veel moeizamer ging ten opzichte van de chemische injectievloeistoffen in fijnere korrelstructuren. Cementdeeltjes zijn relatief groot ten opzichte van de chemische deeltjes waardoor dus grotere poriën nodig zijn en dus ook een grovere korrelstructuur om makkelijk te kunnen injecteren. Om deze techniek in zoveel mogelijk verschillende grondlichamen te gebruiken wordt vaak een chemische injectievloeistof, bijvoorbeeld waterglas gebruik (Van der Stoel, 2006; Kolymbas, 2005). De bodeminjecties worden ook wel afdichtende injecties genoemd aangezien een waterremmende laag creëren door middel van het vullen van poriën in de grond het doel is.

3.1.2. Jet grouten

Jet grouting, beter bekend als Very High Pressure grouting (VHP), (Van der Stoel, 2006) is een injectietechniek waarbij gebruik wordt gemaakt van hoge druk om de injectievloeistof te injecteren. Bij het aanbrengen van de vloeistof onder hoge druk wordt de grond in het grondlichaam los gespoten en in combinatie met water gemengd met de grond. De grond wordt in principe deels vervangen door een mengsel van water en een injectievloeistof. Vanwege de optredende overdruk aan de onderzijde van de injectie laag wordt het effluent langs de injectielans naar het maaiveld gestuwd (Kolymbas, 2005). Deze methode is dus eroderend en het korrel skelet blijft dus niet intact. De injectievloeistof kan met een één fasen systeem en een meerdere fasen systeem aangebracht worden. In het één fase

systeem wordt de injectievloeistof onder hoge druk aangebracht, in het twee fasen systeem wordt de injectievloeistof in combinatie met water of lucht onder hoge druk aangebracht. In het drie fasen systeem wordt de injectievloeistof in combinatie met water én lucht onder hoge druk aangebracht. Jet grouting is een techniek wat afkomstig is uit het buitenland. In de jaren 70 is de techniek ontwikkeld in Japan waarna het in Europa is geïntroduceerd. Later is de techniek in Europa door de Italianen verder geperfectioneerd. Het toepassingsgebied is door deze perfectionering erg uitgebreid en is nu toepasbaar in bijna alle grondtypen. De meest gebruikte injectievloeistof bij het jet grouten is grout (mengsel van water en cement). Omdat het grout wordt gemengd met het grondpakket en zo sterkte creëert wordt er ook wel gesproken over een stabiliserende injectie.

3.1.3. Compenserend grouten

Bij compenserend grouten wordt onderscheidt gemaakt tussen grondscheurend grouten (fracturing) en grondverdringend grouten (compaction grouting). Bij grondscheurend grouten wordt er een breukvlak gecreëerd in het grondlichaam als gevolg van het injecteren van een injectievloeistof onder hoge druk (Admiraal, Symposium lekmanagement, 2004). De injectievloeistof die hiervoor gebruikt wordt dient heel vloeibaar te zijn. In de meeste gevallen wordt water en cement gebruikt in een 1:1 verhouding. Het grondscheurend grouten is een techniek die ontwikkeld is in Frankrijk en daarnaast ook regelmatig is toegepast in het verenigd Koninkrijk. Het verschil tussen bodeminjectie en grondscheurend grouten rust op het feit dat grondscheurend grouten als doel heeft het verdringen of opkrikken van de grond. Deze techniek wordt dan ook vaak gebruikt om zettingen ongedaan te maken.

Grondverdringend grouten is een techniek waarbij de grond wordt verdicht tijdens het injecteren. Rond het injectiepunt wordt de grond in principe weggedrukt door de injectievloeistof wat zorgt voor een overspannen grond. Deze toepassing wordt vaak toegepast als zettingen ongedaan gemaakt dienen te worden. Het is essentieel dat de injectievloeistof, meestal een mengsel van water en cement, een dusdanige viscositeit en korrelverdeling hebben zodat de poriën in het korrelskelet niet gevuld worden. Hiermee is het verschil tussen bodeminjectie en grondverdringend grouten aangetoond. Deze techniek vindt zijn oorsprong in de Verenigde Staten (Van der Stoel, Grouten bij funderingen, 2006). Vanwege de onbekendheid van deze injectietechniek wordt grondverdringend grouten nog niet zo veel toegepast buiten de Verenigde Staten. Omdat het compenserend grouten als doel heeft het ongedaan maken van zettingen door middel van het veranderen van het korrelskelet in een grondpakket wordt deze injectietechniek ook wel een compenserende injectie genoemd.

3.1.4. Samenvattend

De onderscheidende aspecten van de drie behandelde injectietechnieken zijn ter verduidelijking in Tabel 3 weergegeven. De tabel is opgesteld aan de hand van: (Moura, Pereboom, & Van der Zon, Grondverbeteringstechnieken door middel van injectie, 1998; Van der Stoel, Grouten bij funderingen, 2006).

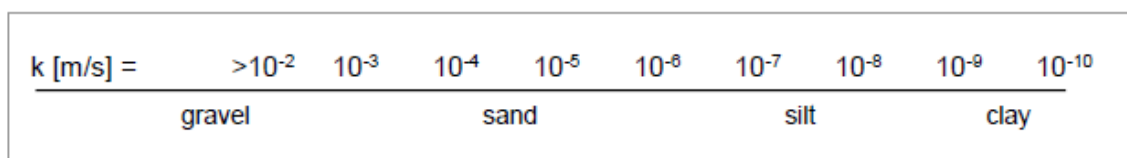
Techniek:		Soort injectie:	Functie injectie:	Invloed op grondpakket:	Invloed op korrelskelet:	Injectievloeistof:
Bodeminjectie		afdichtende injectie	waterremmende laag creëren	porievullend	blijft intact	watrglas (soft-gel variant)
		stabiliserende injectie	sterkte en stabiliteit grondpakket verhogen	porievullend	blijft intact	grout, watrglas (hard-gel variant)
Jet grouten		stabiliserende injectie	sterkte en stabiliteit grondpakket verhogen	grondmengend	veranderd	grout
Compenserend grouten	Fracturing	compenserende injectie	zettingen ongedaan maken	grondscheurend	veranderd	grout
	Compaction grouting	compenserende injectie	zettingen ongedaan maken	grondverdringend	veranderd	grout

Tabel 3: Overzicht Injectietechnieken

3.2. Watrglasinjectie

Binnen de WGI's zijn twee soorten te onderscheiden: de soft-gel variant en de hard-gel variant. Deze benaming is ontstaan om onderscheid te maken tussen watrglas wat gebruikt wordt voor bodemafluitingen en voor stabilisatiewerken. Om in het rapport dit onderscheid duidelijk te maken wordt gesproken over de soft-gel variant. In hoofdstuk 3.5 wordt het onderscheid tussen beiden soorten verder behandeld.

WGI volgens de soft-gel variant is een vorm van horizontale bodemafluiting waarbij de injectievloeistof een waterremmende laag vormt in de bodem van de bouwkuip. De injectielaag wordt de grond ingebracht door middel van injectielansen. De techniek rust op het verbeteren van het grondpakket waarbij de poriën gevuld worden met de vloeistof. Deze vloeistof kit de korrels in het grondpakket aaneen zodat een hechte laag ontstaat die de waterdoorlatendheid verkleint van $1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ à $1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ (k-waarde zand volgens Figuur 5) tot ongeveer $1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$. Binnen de grondverbetering zijn verschillende categorieën technieken te onderscheiden die ieder zijn eigen functie hebben (Van der Stoel, Grouten bij funderingen, 2006). In welke categorie een WGI valt wordt behandeld in de volgende paragraaf.



Figuur 5: K-waarden grondsoorten

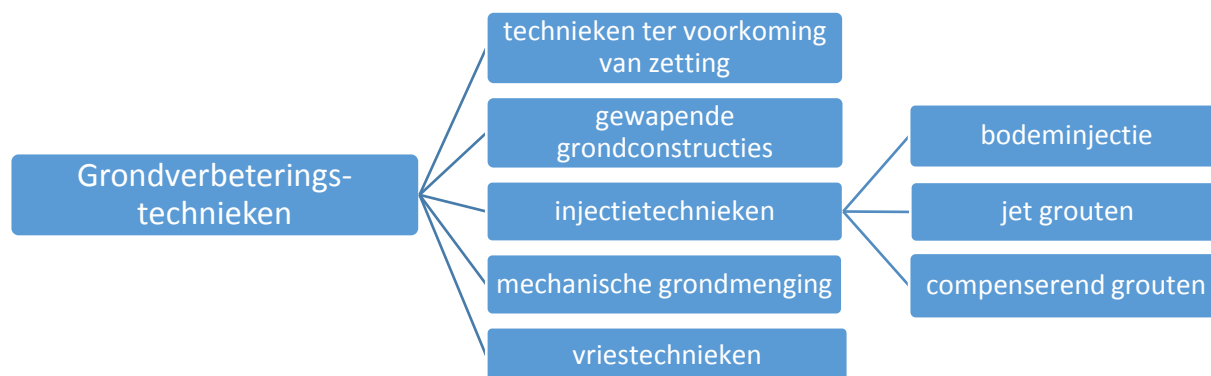
3.2.1. Classificatie

WGI's, in welke vorm dan ook, zijn in brede zin onderdeel van de grondverbeteringstechnieken. Binnen deze grondverbeteringstechnieken valt voor de verschillende soorten (tweede kolom in Figuur 6) primair een onderscheid naar functie te maken in:

- stabiliserende technieken
- afdichtende technieken
- compenserende technieken

Omdat de injectietechnieken een verzamelnaam is voor de verschillende injectietechnieken, is er binnen de injectietechnieken ook een onderscheid te maken naar functie. Een injectietechniek kan zowel een stabiliserende, afdichtende of compenserende techniek zijn. Binnen de injectietechnieken worden bodeminjecties als afdichtende injecties beschouwd en jet grouten als stabiliserende injecties beschouwd. Compenserend grouten is dus de verzamelnaam voor compenserende injecties.

Een WGI is een injectietechniek en valt onder de bodeminjecties. De classificatie rust op het feit dat een WGI een waterremmende laag in de bodem creëert en deze dus in feite afdicht. De soorten injectietechnieken zijn behandeld in paragraaf 3.1.



Figuur 6: Classificatie Grondverbeteringstechnieken

3.3. Aanbrengen injectiepunten

Het aanbrengen van injectiepunten kan met verschillende technieken. Over het algemeen wordt onderscheidt gemaakt tussen trillen en boren waarbij binnen deze twee systemen ook nog verschillende variaties bestaan (Van der Stoel, Waterremmende bodeminjectie: Volwassen techniek met gebruiksaanwijzing, 2013). In paragraaf 3.3.2. en 3.3.3. wordt verder ingegaan op het intrillen en inboren van de injectiepunten. Allereerst wordt in paragraaf 3.3.1. ingegaan op hetgeen wat voor het aanbrengen van de punten van belang is, namelijk het injectiestramien. Een voorbeeld van een injectiepunt is weergegeven in Figuur 7. Het gaasje wat om het onderste puntje zit heeft als functie om te voorkomen dat zand in het puntje komt tijdens het aanbrengen van de injectiepuntjes of tijdens injectie.



Figuur 7: Voorbeeld injectiepuntje

3.3.1. Injectiestramien

Het aanbrengen van de injectiepunten gebeurt volgens een injectiestramien. Veelal wordt er op basis van de grondclassificatie een stramien gedefinieerd waarbij een driehoekvorm aangehouden wordt met gelijke zijden. In de praktijk worden veelal gelijkzijdige driehoeken met zijden van 80 cm tot circa 120 cm aangehouden. Op basis van het gekozen injectiestramien kan een indicatie gegeven worden van het aantal puntjes dat per m^2 aangebracht wordt.

In Tabel 4 is voor een aantal basis stramienen een indicatie gegeven hoeveel injectiepuntjes nodig zijn voor een bepaald type bouwkuip. Tijdens injectie zitten de injectiepunten verticaal in de grond waarbij het hart van de punten ongeveer in het midden van de uiteindelijke injectielaag zitten. Per punt vormt zich een bolvormig element waardoor de totale injectielaag uit bolvormige elementen bestaat.

Stramien	Injectiepunten bij een bouwkuip van 10x10m(100m ²)	Injectiepunten bij een bouwkuip van 20x20m(400m ²)	Bol diameter (in cm)	Liters per bol o.b.v. 35% porie	Totaal liters bouwkuip á100m ²	Totaal liters bouwkuip á400m ²
120x120	88	346	140	502	44.176	173.692
110x110	109	416	130	402	43.818	167.232
100x100	132	506	120	316	41.712	159.896
90x90	158	630	105	212	33.496	133.560
80x80	207	798	95	157	32.499	125.286

Tabel 4: Overzicht basis stramienen

3.3.2. Inboren

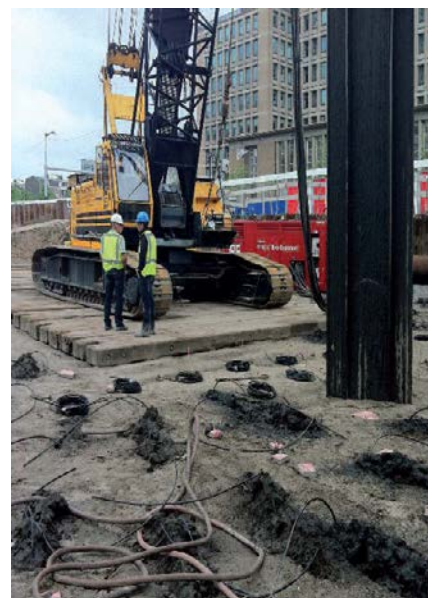
Het inboren is een manier welke trillingvrij is. Hierbij wordt een holle booravegaar de grond ingedraaid waarbij als deze op diepte is en teruggetrokken wordt, het injectiepunt op diepte achterblijft. In Figuur 8 is een voorbeeld gegeven van het inboren van injectiepunten. Het voordeel van inboren is dat er geen trillingen optreden naar de omgeving waardoor de dichtheid van de grond niet veranderd. Wel is het zo dat het boren grond verwijderend werkt waardoor er 'holle' ruimtes achterblijven in de grond. Afhankelijk van de injectietechniek kan dit als gevolg hebben dat het waterglas de weg van de minste weerstand kiest waardoor deze langs de injectieslang kan opbreken naar het maaiveld (Van der Stoel, 2013). Dit risico is te verkleinen door meerdere dagen te wachten voordat er geïnjecteerd wordt om zo de grond de tijd te geven om zich weer te stabiliseren.



Figuur 8: Voorbeeld inboren injectiepunt

3.3.3. Intrillen

Het trillend aanbrengen van de injectiepunten heeft zowel voor als nadelen. Het grote voordeel is dat dit sneller gaat dan het inboren. Het trillen heeft echter een aantal eigenschappen waarmee rekening gehouden dient te worden aangezien trillingen in de grond schade kunnen veroorzaken aan de omliggende constructies of zelfs aan de verticale bouwkuip wanden. Bij damwanden is het mogelijk dat door trillingen de damwanden uit het slot getrild worden terwijl bij cutter soil mix wanden de structuur vernielt kan worden waardoor scheuren ontstaan in de constructie. Daarnaast moet er rekening gehouden worden met het effect dat trillingen verdichting kan geven in de grond. Hierdoor kunnen de grondsterktes en de conusweerstand wijzigen waardoor het ontwerp van de palen als die benodigd zijn kan veranderen. Het feit is dat als het zand slecht verdicht is deze door het intrillen van de injectiepunten verder zal verdichten. Daarnaast is het zo dat als de grond goed verdicht is er dilatantie kan optreden. Dit betekent een volume toename van de grond waardoor de dichtheid en de conusweerstand afnemen. Een ander voordeel van het intrillen van de injectiepunten is dat de verdrongen grond tijdens intrillen zich weer sluit als de avegaar of H-balk weer omhoog getrokken wordt. Hierdoor is er weinig tot geen risico met betrekking tot het uitbreken van het waterglas tijdens injectie naar met maaiveld (Van der Stoel, 2013).



Figuur 9: Voorbeeld intrillen injectiepunt

Variaties binnen het trillen

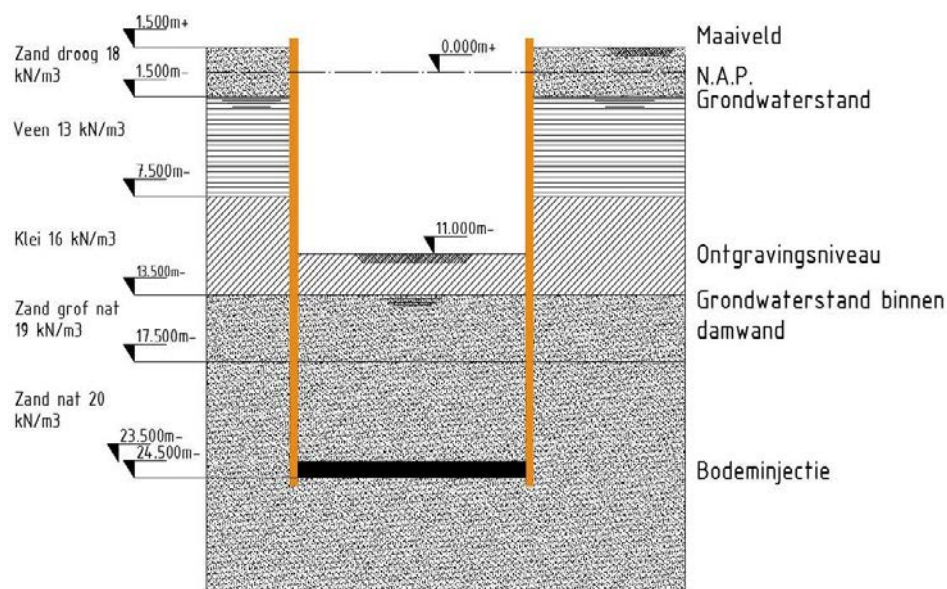
Het intrillen van de injectiepuntjes gebeurt op meerdere manieren. De meest voorkomende zijn het gebruik van een avegaar, een damwandplank en een H-bint. Intrillen middels een damwand is te zien in Figuur 9. Naast de genoemde manieren wordt ook onderscheidt tussen laagfrequent trillen en hoogfrequent trillen. Men spreekt over laagfrequent bij een frequentie tot 30 Hz. Hoogfrequent intrillen, is van toepassing bij een frequentie hoger dan 30 Hz (Cur 166, 2008). Indien de frequentie hoger ligt dan 60 Hz mag ook wel over sonisch trillen gesproken worden. Dit betekent dat de injectiepuntjes middels laagfrequent, hoogfrequent en sonisch trillen aangebracht kunnen worden.

3.3.4. Nauwkeurigheid

Een belangrijk aspect bij het aanbrengen van de injectiepunten is de locatie bepaling van de injectiepunten in de grond. Ten eerste moet deze op de juiste positie in het raster aangebracht worden. Hierbij wordt bij de berekening van de hoeveelheid injectievloeistof rekening gehouden met de afwijking welke naar gelang de diepte kan optreden. Deze afwijking is afhankelijk van het gekozen systeem om de injectiepunten aan te brengen. Bij het boren aanbrengen zal de afwijking met de diepte relatief klein zijn. Bij het trillen hangt deze afwijking af van de gekozen methodiek. Zo is een avegaar bijvoorbeeld gevoeliger voor afwijking dan een H-bint of een damwandplank. Dit is zo omdat een H-bint en een damwandplank een stuk stijver zijn dan een avegaar.

3.4. Werking waterglasinjectie

Om een WGI succesvol te laten zijn dient het ontwerp ervan goed en nauwkeurig te verlopen. De werking van een WGI kan het best omschreven worden als het creëren van een waterremmende laag door middel van een injectie in een grondpakket waarbij de gehele injectielaag is omsloten door constructieve elementen zoals damwanden of diepwanden. De waterremmende laag die ontstaat kan vergeleken worden met een natuurlijke klei- of veenlaag. Gezien de functie ligt de injectielaag altijd onder grondwaterniveau. Om ervoor te zorgen dat de injectielaag op zijn plek blijft liggen wordt bij het ontwerp uitgegaan van een evenwichtsprincipe. Hierbij wordt bepaald op welke diepte de injectielaag moet worden aangebracht zonder dat deze wil opbarsten. Over het algemeen geldt dat de waterdruk welke op de onderkant van de waterremmende laag werkt niet groter mag zijn dan de gronddruk die op de bovenkant van de waterremmende laag werkt. Aangezien de neerwaartse belasting ongunstig wordt meegerekend wordt een veiligheidsfactor van 1,1 over de neerwaartse belasting gerekend. Een voorbeeldberekening uitgaande van de situatie in Figuur 10 is weergegeven in Tabel 5.



Figuur 10: Situatie voorbeeldberekening

Rekenwaarde neerwaartse belasting op niveau onderkant injectielaag						
Bovenkant laagniveau	Onderkant laagniveau	Laagdikte (m)	Materiaal	Veiligheidsfactor	Neerwaartse belasting	Eenheid
11.000-	13.500-	2.500	Klei	$(2.5 \times 16) / 1.1$	36.0	kN/m ²
13.500-	17.500-	4.000	Zand grof	$(4 \times 19) / 1.1$	69.0	kN/m ²
17.500-	24.500-	7.000	Zand nat	$(7 \times 20) / 1.1$	127.0	kN/m ²
				Totaal	232.0	kN/m ²
Rekenwaarde waterdruk op niveau onderkant injectie laag						
Bovenkant grondwater niveau	Onderkant grondwater niveau	Laagdikte	Materiaal		Opwaartse belasting	Eenheid
1.500-	24.500-	23.000	Water	(23×10)	230.0	kN/m ²
				Totaal	230.0	kN/m ²
Omdat het grondgewicht van 232 kN/m ² groter is dan de opwaartse kracht van 230 kN/m ² wordt er aan de evenwichtsvoorwaarde voldaan. De injectielaag is op de juiste diepte aangebracht.						

Tabel 5: Voorbeeld evenwichtsberekening

Afbeelding gerefereerd aan (Van der Stoel, Waterremmende bodeminjectie: Volwassen techniek met gebruiksaanwijzing, 2013).

De injectielaag die bij een WGI ontstaat, bestaat uit bolvormige elementen. Per injectiepunt wordt één bolvormig element gevormd. De bolvormige elementen dienen elkaar te overlappen om een hechte laag te vormen en zo de theoretische doorlatendheid van 1×10^{-7} m/s te halen die als basiswaarde wordt aangehouden. In de praktijk kunnen deze waarden afwijkend zijn. Indien de bolvormige elementen niet aaneengesloten zijn zal de doorlatendheid hoger zijn dan de basiswaarde waardoor de werking van de injectielaag onvoldoende is. Om dit soort situaties te voorkomen is een goed ontwerp van het injectiestramien en bolgrootte essentieel. Hierbij geldt dat de bolgrootte afhankelijk is van welk injectiestramien gekozen wordt. Zie hiervoor Tabel 4.

3.4.1. Injectiedruk

Naast bovengenoemde ontwerpaspecten zijn er ook bepaalde aspecten die tijdens injecteren een grote rol spelen als het gaat om de werking van een WGI. Een daarvan is de injectiedruk. De injectiedruk is de druk die nodig is om de injectievloeistof het grondpakket in te pompen. Hierbij is de totale injectiedruk die ontstaat afhankelijk van een aantal factoren, namelijk het porievolume en het injectiedebiet. Verondersteld kan worden dat de injectiedruk toeneemt bij een hoger injectiedebiet. De relatie tussen porievolume en injectiedruk is precies andersom. Bij een hoger porievolume neemt de injectiedruk juist af bij een gelijk injectiedebiet. Om een goed werkende injectielaag te verkrijgen is de injectiedruk een belangrijk punt. Met behulp van Regel 1 (Van der Stoel A. , 2001) kan dit worden toegelicht. Deze regel is te gebruiken als vuistregel.

Regel 1: $Q_{max} * P_{max} \leq 20$

Hierbij geldt:

$$\begin{aligned} Q_{max} &= \text{injectiedebiet in L/min} \\ P_{max} &= \text{injectiedruk in bar} \end{aligned}$$

Het aanbrengen van een WGI gebeurt regelmatig middels de permeation grouting techniek. Indien de injectiedruk te hoog wordt, dan bestaat het risico dat grondscheuring optreedt waarbij de injectievloeistof de grond wegduwt. Dit fenomeen wordt ook wel aangeduid met de term fracturing. Als dit optreedt wordt er niet meer over permeation grouting gesproken maar over compenserend grouten. Het omslagpunt tussen permeation grouting en compenserend grouten is met behulp van Regel 1 te verklaren. Indien aan de voorwaarde wordt voldaan mag aangenomen worden dat er geen grondscheuring optreedt en dat het injecteren volgens de permeation techniek gebeurt. Indien een hogere waarde wordt gehaald dan de limietwaarde van 20 is de kans op grondscheuring dermate groot dat niet meer gesproken kan worden van permeation grouting.

Volgens Van der Stoel (2001) mag de gronddruk uitgedrukt in bar die op de injectielaag werkt bovenop de limietwaarde van 20 geteld worden zodat deze limietwaarde hoger wordt. De hogere nieuwe limietwaarde die ontstaat, is dan geldend. Als deze overschreden wordt is niet meer sprake van permeation grouting maar van compenserend grouten. Een voorbeeld is gegeven in Tabel 6.

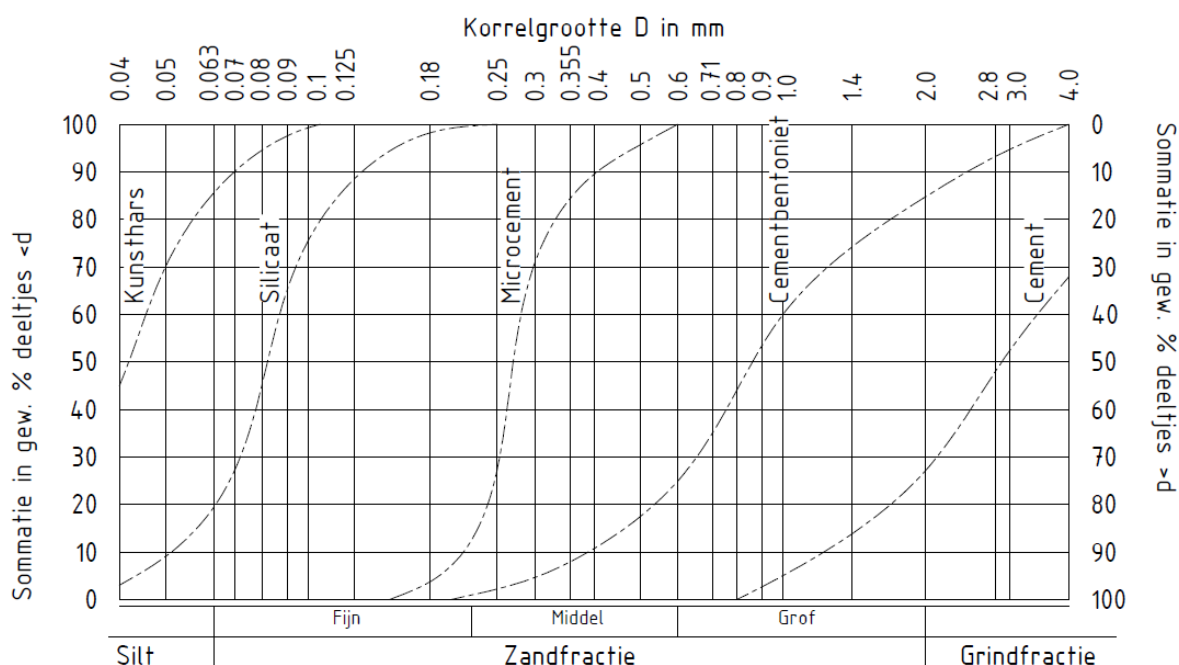
Diepte injectielaag (m):	Injectie debiet (l/min):	Injectiedruk (bar):	Limietwaarde 1 ($Q * P \leq 20$):	Gronddruk (bar)	Limietwaarde 2 ($Q * P + \gamma_g$):
8	6	3,5	21	1,5	21,5

Tabel 6: Voorbeeldberekening limietwaarde volgens Regel 1

Toelichting: De gronddruk is berekenend uitgaande het volumegewicht van 19 kN/m^3 voor nat zand. De gronddruk per m^2 is dan $19 \times 8 = 152 \text{ kN/m}^2$. Dit staat gelijk aan 1,52 bar.

Volgens het voorbeeld geldt dat de limietwaarde volgens Regel 1 na optelling van de gronddruk verhoogd mag worden naar een waarde van 21,5. Volgens de regel mag dan nog gesproken worden over permeation grouting aangezien de waarde van 21 binnen de waarde van 21,5 valt.

De limietwaarde kan overschreden worden door een te hoge druk, door een te hoog injectiedebiet en door een te laag porievolume. Om te voorkomen dat een te laag porievolume leidt tot fracturing wordt voor aanvang altijd gecontroleerd of het zandpakket injecteerbaar is. Indien het zandpakket te fijn is zijn de poriën te klein om te kunnen injecteren volgens het permeation grouting principe. Aan de andere kant geldt ook dat grof zand of grindlagen te grote poriën hebben om goed te injecteren. Door middel van een injecteerbaarheidsdiagram kan aan de hand van een korrelverdelingsdiagram van het gebruikte zand vastgesteld worden of het zand injecteerbaar is (Van der Stoel, Waterremmende bodeminjectie: Volwassen techniek met gebruiksaanwijzing, 2013). In Figuur 11 is het injecteerbaarheidsdiagram weergegeven. De lijnen geven de ondergrenzen weer van de kleinste korrelafmetingen waarmee met aangegeven type injectievloeistof geïnjecteerd kan worden.



Figuur 11: Injecteerbaarheidsdiagram ondergrenzen volgens (Van der Stoel, Waterremmende bodeminjectie: Volwassen techniek met gebruiksaanwijzing, 2013)

3.4.2. Omgevingstrillingen

Omgevingstrillingen worden onderscheiden in drie soorten: industriële machine trillingen, weg- en spoorverkeer trillingen en constructie gerelateerde trillingen (Athanasopoulos & Pelekis, 2000). In dit onderzoek wordt een nadere toelichting gegeven over de constructie gerelateerde trillingen, welke gerelateerd zijn aan werkzaamheden in de nabije omgeving van een bouwplaats en invloed kunnen uitoefenen op de injectielaag. Trillingen in de grond zijn net als geluid, golven die zich voortbewegen met een bepaalde frequentie en amplitude waarbij de trillingen in de grond onderverdeeld worden in meerdere typen golven (Athanasopoulos, Pelekis, & Anagnostopoulos, 2000). De verschillende golven (Figuur 12) waar onderscheid tussen gemaakt wordt zijn:

- P-golven;
- S-golven;
- R-golven;
- L-golven.

P-golven

De P-golven zijn onderdeel van de body golven en zijn samendrukkingsgolven. Dit betekent dat de golf zich van de bron af beweegt. Hierbij treedt geen verplaatsing van de grondmassa op. De zandkorrels bewegen een stukje mee met de beweging waarnaar deze weer terugkeert naar zijn oorspronkelijke positie. Deze beweging is vergelijkbaar met een veer welke vanaf één kant wordt ingedrukt en daarna weer losgelaten wordt.

S-golven

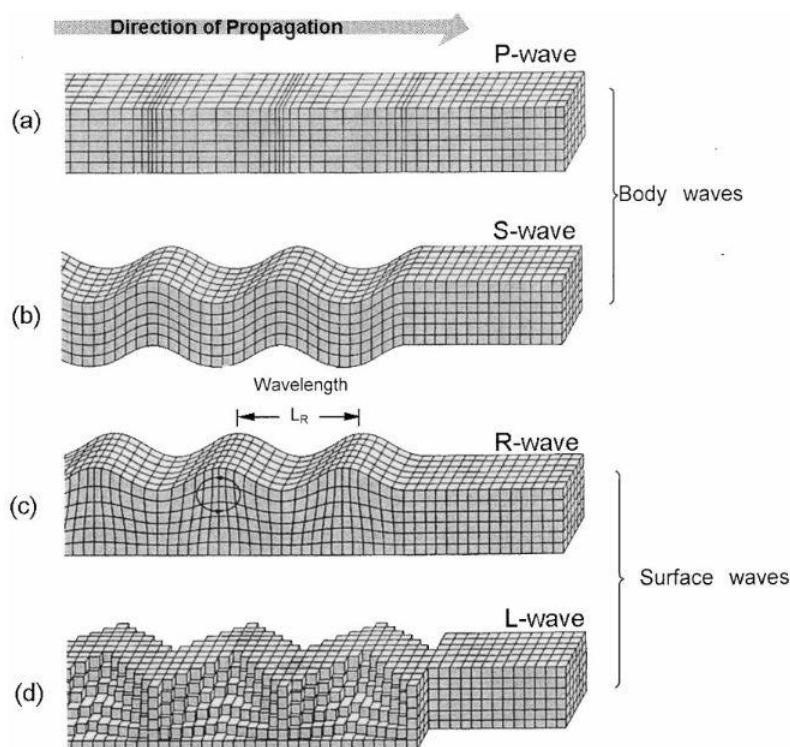
De S-golven zijn ook onderdeel van de body golven, deze bewegen zich haaks op de richting van de P-golven. Deze golven worden ook wel schuifgolven genoemd. De grootte en snelheid waarin deze beweging plaatsvindt, hangt af van de Poisson's ratio. De zandkorrels gedragen zich hierbij op dezelfde manier als bij de P-golven waarbij de korrels weer terugkeren naar de oorspronkelijke positie.

R-golven

De R-golven zijn de oppervlakte golven en worden veelal Rayleigh golven genoemd. Deze worden veroorzaakt door de P-golven welke de oppervlakte bereiken. Vanaf het moment dat deze golven de oppervlakte hebben bereikt, planten ze zich aan het oppervlak voort waarbij de zandkorrels over elkaar heen rollen in dezelfde richting van de bron af. Dit is vergelijkbaar met een overslaande watergolf. De dikte van de golven in de oppervlaktelaag is gelijk aan de lengte van de golven. De R-golven zijn daardoor de golven die schade aan objecten veroorzaken omdat hierbij dus de zandkorrels wel verplaatsen.

L-golven

De L-golven zijn ook oppervlakte golven. Deze bewegen haaks op de richting van de R-golven. De beweging van de zandkorrels is hierbij van links naar rechts gezien vanuit de voortplantingsrichting van de R-golf. Doordat deze golf zich op deze manier beweegt is dit een golf die veel schade kan veroorzaken.



Figuur 12: Soorten golven volgens (Athanasopoulos, Pelekis, & Anagnostopoulos, 2000)

Snelheid, frequentie en amplitude

De voortplantingssnelheid van de golven is afhankelijk van de ondergrond waarin deze zich voortbeweegt. In het geval van een rotsachtige ondergrond zullen de trillingsgolven zich snel voortplanten met een lage amplitude. Als de grond losgepakt zand betreft zal de snelheid afnemen waardoor de amplitude wordt verhoogd. Dit betekent dat in venige en kleiige bodems meer deformatie zal optreden met een passerende trilling dan in zandgrond. Ook de mate van verzadiging van de grond heeft invloed op de snelheid waarmee een golf zich voortplant. De mate van het bewegen van de grond wordt uitgedrukt in mm/s. De voortplantingssnelheid van de drukgolven (C_p) wordt berekend met Formule 1 (Koopmans & Eekhout, 2003).

Formule 1:
$$C_p = \sqrt{\frac{G \cdot 2(1-\nu)}{\rho(1-2\nu)}}$$

De snelheid van de schuifgolven (C_s) wordt berekend met Formule 2 (Koopmans & Eekhout, 2003).

Formule 2:
$$C_s = \sqrt{\frac{E}{2\rho(1+\nu)}}$$

Hierbij geldt:

E	=	elasticiteitsmodulus in N/m^2
G	=	afschuifmodulus in N/m^2
ν	=	Poisson ratio
ρ	=	dichtheid van de bodem in kg/m^3

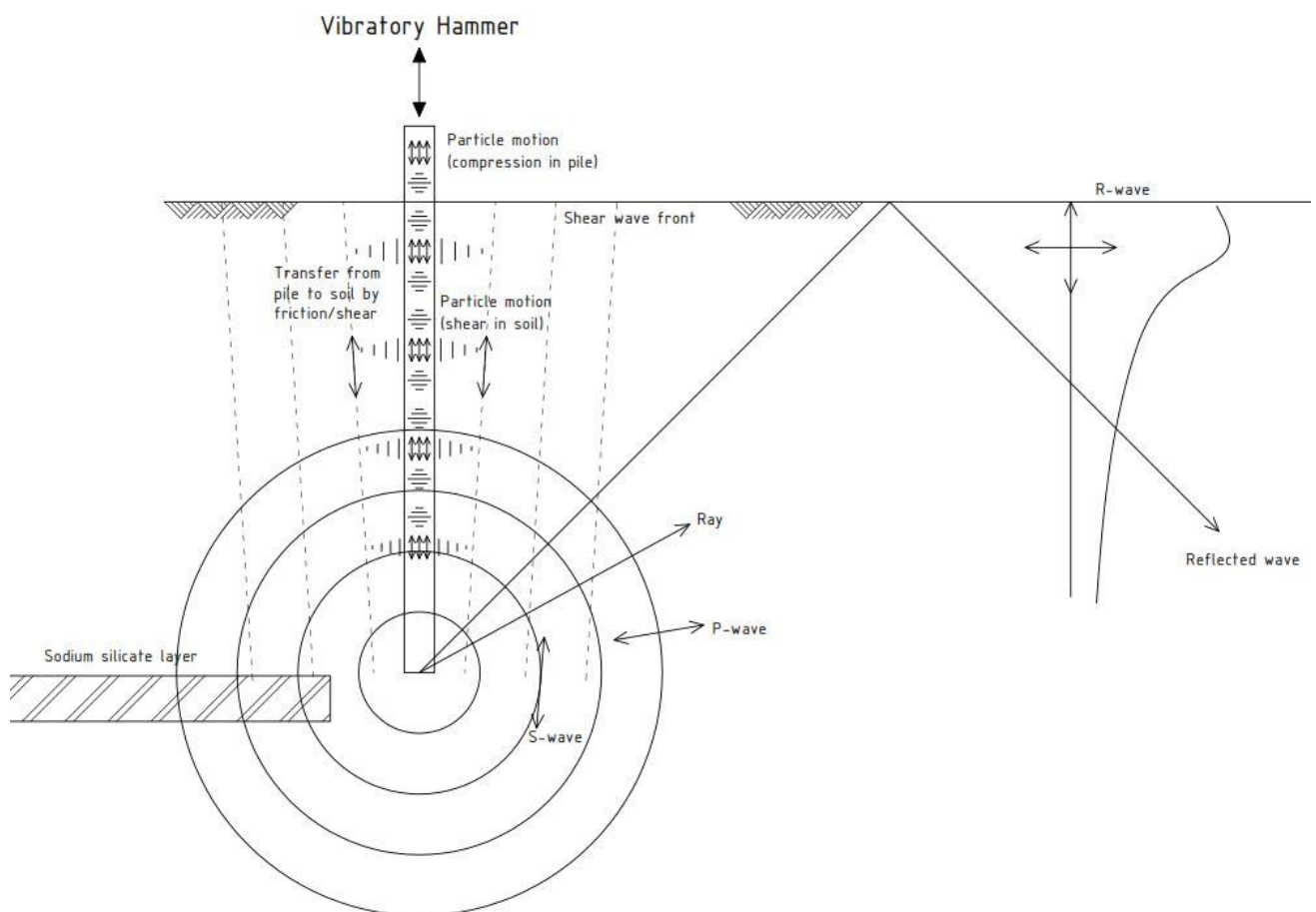
Het afzwakken van de trillingen ontstaat doordat de trillingsenergie constant blijft, maar de oppervlakte waarover deze verdeeld wordt toeneemt waardoor een trillingsgolf dus op een afstand x van de bron 'uitdooft'. De amplitude van de golven op een afstand vanaf de bron wordt bepaald met Formule 3 (Athanasopoulos, Pelekis, & Anagnostopoulos, 2000).

Formule 3:
$$W_2 = W_1 \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^n$$

Hierbij geldt:

W_1	=	amplitude op een afstand r_1 van de bron
W_2	=	amplitude op een afstand r_2 van de bron
N	=	verzwakking coëfficiënt door circulaire demping

De grootte van de n coëfficiënt is gerelateerd aan de bron locatie, het type bron en welk type golf er beschouwd wordt (Athanasopoulos, Pelekis, & Anagnostopoulos, 2000).



Figuur 13: Schematische weergave voortplantingsrichting volgens (Woods, 1997)

Raakvlak trillingen injectielaag

Uit Figuur 13 is af te leiden dat van de trillingen die veroorzaakt worden door werkzaamheden buiten de bouwkuip, alleen de P en de S- golven de toekomstige injectielaag kunnen bereiken. Deze golven kunnen de injectielaag en de werking daarvan beïnvloeden.

3.5. Waterglas als injectievloeistof

Waterglas is een transparante vloeistof en wordt ook wel aangeduid met de naam natriumsilicaat. Het natriumsilicaat (Na_2SiO_3) is een oplosbaar natriumzout (Moura, Pereboom, & Van der Zon, Grondverbeteringstechnieken door middel van injectie, 1998). Het opgeloste natriumzout in water vormt het waterglas. Als het waterglas in combinatie met water en een harder, deze kan organisch of anorganisch zijn, geïnjecteerd wordt, is er sprake van een WGI.

Het gaat te ver voor dit onderzoek om de chemische reactie van waterglas welke reageert met harder weer te geven. Dit aangezien er verschillende soorten harder bestaan en gebruikt worden welke elk hun eigen reactie en eindproduct produceren.

3.5.1. Functie

Het gebruik van waterglas kent verschillende toepassingen. In de bouwwereld wordt het gebruikt als injectievloeistof om een waterremmende laag te creëren in bodems van bouwputten. Deze laag vormt een barrière voor het grondwater dat vanaf onder de bouwkuip wil binnenstromen. Ook kan waterglas geïnjecteerd worden voor stabiliserende doeleinden. Als er gesproken wordt over afdichtende werken, dus het creëren van waterremmende lagen, wordt de soft-gel variant gebruikt. Bij stabiliserende werken wordt de hard-gel variant toegepast. Het verschil tussen de soft-gel en de hard-gel variant is gebaseerd op het volumepercentage harder of het type harder. Dit wordt in de volgende paragraaf onder sterkte eigenschappen nader toegelicht. Naast het gebruik als injectievloeistof in de bouwwereld wordt waterglas ook gebruikt in schoonmaakmiddelen, lijmsoorten en bindmiddelen.

3.5.2. Eigenschappen

Het mengsel van water, waterglas en harder kent verschillende eigenschappen. Hieronder zijn de belangrijkste eigenschappen benoemd en wordt aangegeven of de eigenschappen beïnvloedt kunnen worden.

Viskeuze eigenschappen

Het mengsel van waterglas, water en harder heeft de eigenschap dat het tijdens reageren uithardt en een gelachtige substantie vormt met als doel water tegen te houden. Dit proces, waar de harder reageert met het waterglas, wordt aangeduid met de term gellingstijd of kiptijd. De gellingstijd of kiptijd geeft de tijdsduur aan waarin een vloeistof uithardt en verandert in een gelachtige substantie. Deze gelachtige substantie werkt waterremmend, wat wil zeggen dat het niet volledig waterdicht is. De reactie tussen het waterglas en de harder in combinatie met water start op het moment dat de stoffen met elkaar in aanraking komen. Tijdens het uithardingsproces vindt een toename van de viscositeit plaats. Dit wil zeggen dat de vloeistof tijdens kippen naarmate de tijd vordert dikker wordt. Niet ieder waterglasmengsel heeft een even snelle kiptijd. De verhouding water, waterglas en harder heeft hier een invloed op. Dit betekent dat een mengsel met een bepaalde verhouding sneller viskeus wordt dan een mengsel met een andere verhouding. Indien een mengsel een hoger volumepercentage harder heeft zal de kiptijd korter worden en wordt het mengsel ook sneller viskeus. Naast de verhouding van het mengsel heeft ook de temperatuur invloed op de kiptijd. Een warmer mengsel wordt sneller viskeus dan een kouder mengsel waardoor de kiptijd van het warmere mengsel korter is.

Tijdens het injectieproces kan bepaald worden waar de stoffen met elkaar in aanraking komen. Indien geïnjecteerd wordt volgens de Joosten procedure, de zogenaamde 'two shot' methode, wordt het waterglas en harder na elkaar geïnjecteerd (Moura, Pereboom, & Van der Zon, Grondverbeteringstechnieken door middel van injectie, 1998; Kutzner, 1996). Op deze manier vindt de reactie tussen het waterglas en harder onder de grond plaats op de gewenste diepte. Naast de 'two

shot' methode is ook een 'single shot' methode ontwikkeld. Bij deze methode worden alle componenten eerst gemengd alvorens geïnjecteerd wordt. Hier begint de reactie tussen waterglas en harder boven de grond tijdens het mengen.

Sterkte eigenschappen

Afhankelijk van waar het waterglas voor gebruikt wordt kunnen de sterkte eigenschappen van het waterglas worden beïnvloed. De sterkte eigenschappen van het waterglas worden o.a. bepaald door het volumepercentage silicaat, oftewel het waterglas. Dit verklaart ook dat voor stabilisatiewerken een hoger volumepercentage waterglas toegepast wordt aangezien hiervoor meer sterkte benodigd is. Bij afdichtende werken, dus het creëren van een waterremmende laag, is minder sterkte benodigd aangezien het doel van de injectie het vullen van de poriën in een grondpakket is. Hier wordt dan ook een lager volumepercentage waterglas gebruikt ten opzichte van stabilisatiewerken (Moura, Pereboom, & Van der Zon, Grondverbeteringstechnieken door middel van injectie, 1998; Kutzner, 1996). Ook het type en hoeveelheid harder kan invloed hebben op de sterkte van een WGI. Daarnaast wordt bij het ontwerp van de injectielaag de diepte van de laag bepaald aan de hand van een evenwichtsprincipe op basis van de wet van Archimedes.

Synerese

Tijdens het uithardingsproces vertoont de gel synerese. Dit wil zeggen dat de gel als gevolg van volumeverlies water afscheidt. De hoeveelheid water dat uittreedt, hangt af van de mengverhouding waterglas, water en harder. Bij een hoog waterglasgehalte (60% - 80%) in het mengsel blijft het synerese effect beperkt (Moura, Pereboom, & Van der Zon, Grondverbeteringstechnieken door middel van injectie, 1998; Kutzner, 1996).

4. Projectenoverzicht waterglasinjectie

4.1. Algemeen

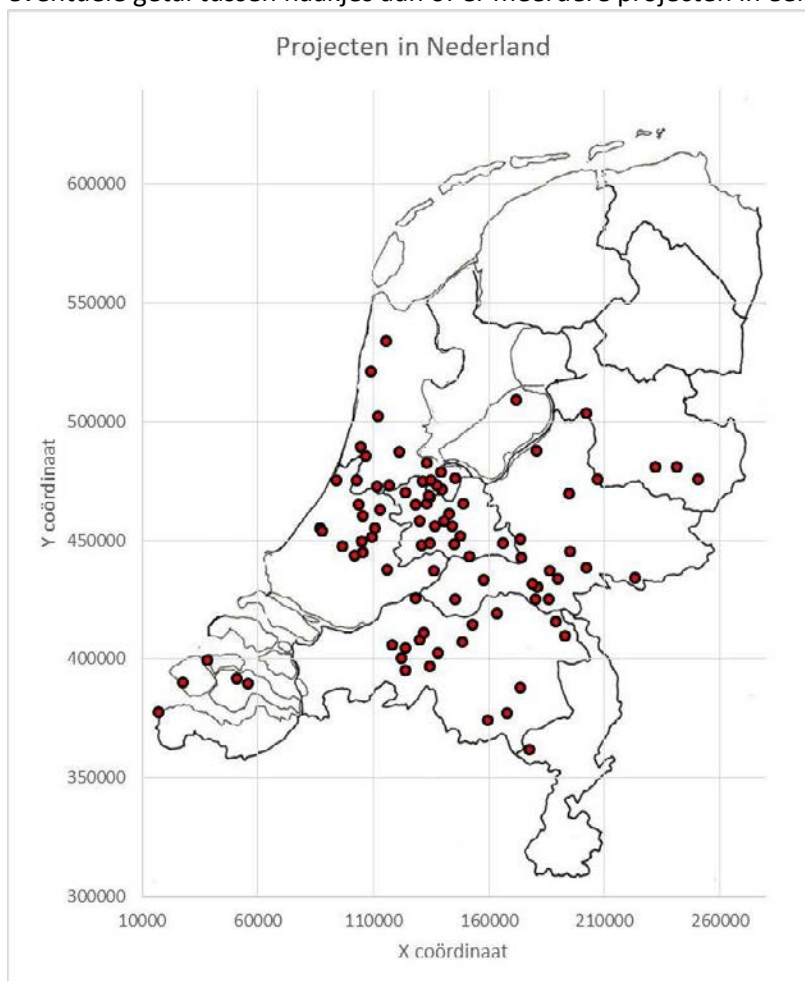
De overzichten en analyses die in dit hoofdstuk behandeld worden hebben betrekking op deelvraag drie en zijn opgesteld aan de hand van een invulsheet welke is bijgevoegd als bijlage D. De projecten en projectgegevens zijn ter beschikking gesteld door de volgende bedrijven:

- B&P Bodeminjectie: De ter beschikking gestelde projecten zijn uitgevoerd tussen 2002 en 2016.
- Volker Staal en Funderingen: De ter beschikking gestelde projecten zijn uitgevoerd tussen 2011 en 2017.
- Soil-ID: De ter beschikking gestelde projecten zijn uitgevoerd tussen 2009 en 2013.

De overige injectiebedrijven zijn wel benaderd maar hadden door omstandigheden niet de mogelijkheid deze ter beschikking te stellen.

4.2. Overzicht

Figuur 14 geeft een overzicht van 152 uitgevoerde WGI projecten binnen Nederland. Het werkelijke aantal projecten ligt hoger aangezien niet elk bedrijf de meest recente en/of oudere projecten gearchiveerd heeft. Tabel 7 geeft aan in welke plaatsen de projecten zijn uitgevoerd. Hierbij geeft het eventuele getal tussen haakjes aan of er meerdere projecten in één plaats zijn uitgevoerd.



Figuur 14: Overzicht projecten in Nederland

Alphen a/d Rijn	Hilversum	Schoonrewoerd
Amsterdam (2)	Ijsselstein (2)	Soest (2)
Ankeveen	Kaatsheuvel	Swifterband
Apeldoorn	Kamperland	Tiel (2)
Bemmel (2)	Kapelle	Tilburg (3)
Bergen (2)	Koudekerke	Udenhout
Beugen	Krommenie	Uithoorn
Beuningen	Kudelstaart	Ulf
Bilthoven (3)	Leidschendam	Utrecht (25)
Blaricum (3)	Leidschenveen	Valkenswaard
Bleiswijk (2)	Loosdrecht	Veenendaal
Bodegraven	Moordrecht	Velp (2)
Bornebroek	Muiden (4)	Vijfhuizen
Breukelen	Naarden	Vinkeveen
Breukeleveen	Nederhorst den Berg	Vleuten
Cadzand	Nieuwegein (2)	Vught
Cuijk	Nieuwerkerk a/d IJssel	Waalwijk
De Bilt (2)	Nieuwkoop (2)	Waddinxveen (2)
Deventer (2)	Nieuw-Vennep (2)	Wageningen (2)
Dongen	Nijmegen	Weert
Driebergen	Noordwijkerhout	Werkhoven
Ede	Nunspeet	Wijchen (2)
Elst	Oosterhout (3)	Wijk bij Duurstede
Ewijk	Oss (2)	Woubrugge
Gilze	Oud-Loosdrecht	Woudrichem
Goes	Reeuwijk (3)	Zaltbommel
Groot-Amers	Rijen	Zeist
Haarlem (2)	Rijssen (2)	Zevenaar
Heeze	Rosmalen	Zwolle (4)
Helmond (2)	s Graveland (2)	
Hengelo	Schagen	

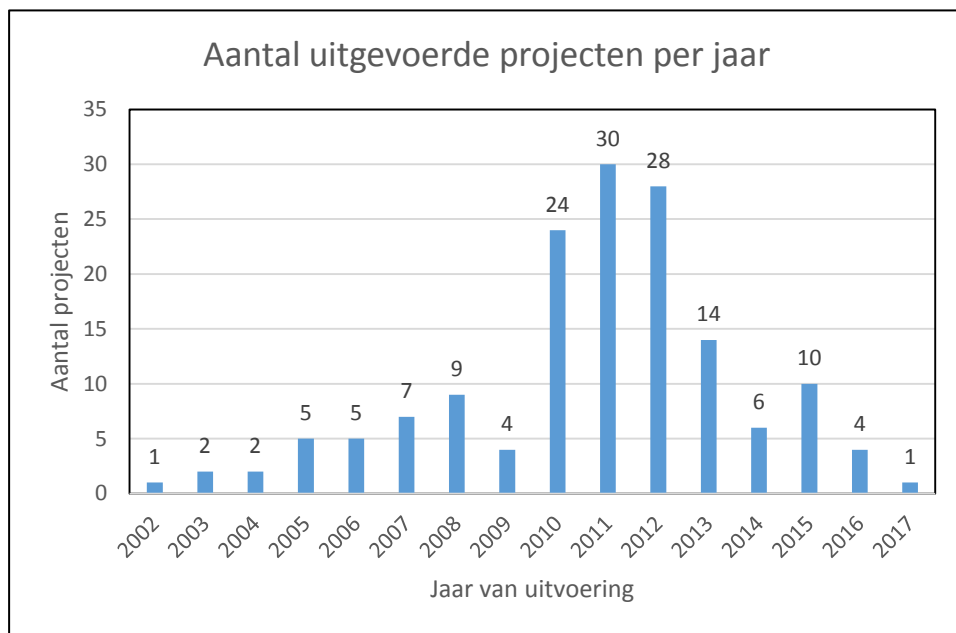
Tabel 7: Plaatsnamen projecten in Nederland

4.3. Analyse projectgegevens

De analyses zijn gemaakt aan de hand van de projectgegevens van de projecten uit het overzicht van Figuur 14 en hebben betrekking op de volgende vragen uit de invulsheet:

- Jaar van uitvoering;
- Projectclassificatie;
- Toegepast raster patroon;
- Werkvolgorde.

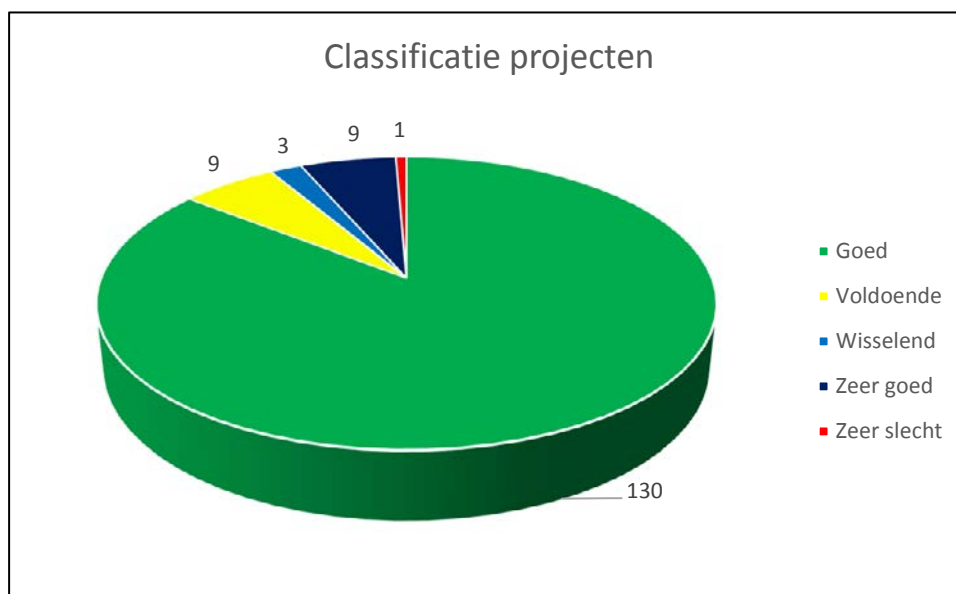
Figuur 15 laat zien in welke jaren de meeste projecten zijn uitgevoerd. Hierbij valt op dat in 2011 een piek is.



Figuur 15: Analyse aantal projecten per jaar

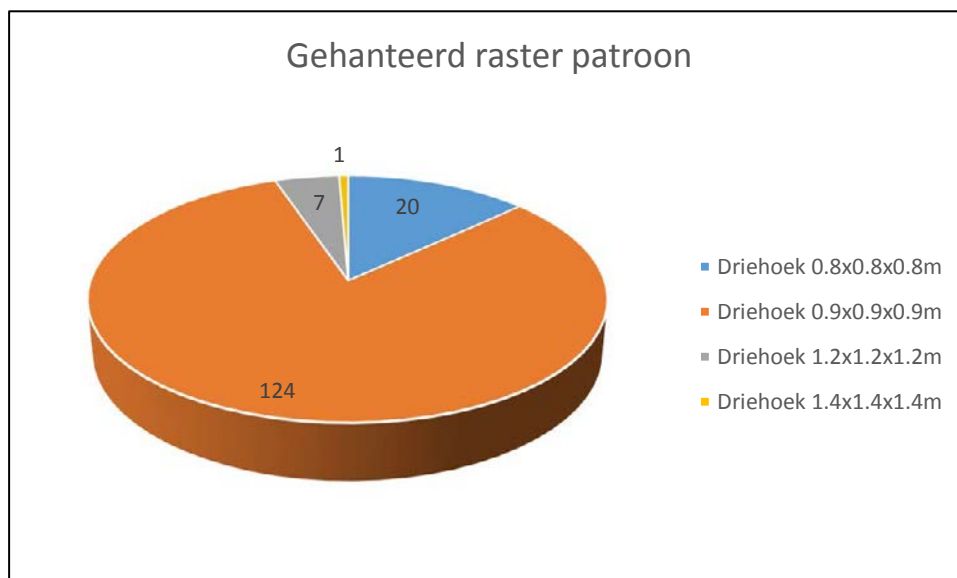
Opmerkingen: Het figuur is niet compleet. Zoals eerder vermeld komt dit omdat niet alle projecten bij bedrijven zijn gearchiveerd en niet alle bedrijven de mogelijkheid hadden de projectgegevens ter beschikking te stellen. Bij projecten die in meerdere jaren zijn uitgevoerd is het laatste jaar van uitvoering gebruikt in de analyse.

Figuur 16 laat zien hoe de injecteerbedrijven de projecten hebben geclassificeerd op basis van hun bevindingen van en inzichten in het verloop van de projecten.



Figuur 16: Analyse classificatie

Figuur 17 weergeeft een analyse van de gebruikte stramienen in de 152 projecten. Hieruit kan opgemaakt worden dat het driehoeksstramien 0.9x0.9x0.9m het meest toegepast is.



Figuur 17: Analyse gebruikt raster patroon

Tabel 8 weergeeft een analyse van de werkvolgorde en classificatie.

Werkvolgorde:	Classificatie					
	Goed	Voldoende	Wisselend	Zeer goed	Zeer slecht	Eindtotaal
Damwanden-injectiepunten-injecteren- vibrocom/prefab palen door de laag heen			3			3
Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	54	6		8	1	69
Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	74	3				77
Palen-damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	1					1
Tubexpalen-boorpalen-wandankers-injectiepunten-waterglas-constructie				1		1
Damwand-injectiepunten-waterglas-tubexpalen-constructie	1					1
Eindtotaal	130	9	3	9	1	152

Tabel 8: Analyse werkvolgorde en classificatie

4.4. Tussenconclusie

Van de 152 geanalyseerde projecten is het grootste aantal als goed geclassificeerd. Dit betreft 130 projecten. Een negental projecten is zelfs als zeer goed geclassificeerd. Uiteindelijk is van alle projecten één project als zeer slecht beoordeeld. De andere 13 projecten zijn beoordeeld als voldoende of wisselend. Uitgaande van de projectgegevens uit bijlage D kan worden gezegd dat iedereen bij de classificatie bepaalde aspecten belangrijker acht. De manier van classificeren kan dus per bedrijf verschillen.

Wat verder opvalt, is dat de spreiding van de projecten in Nederland volgens Figuur 14 zich grotendeels beperken tot in en rondom de randstad.

Op basis van Tabel 8 kan worden geconcludeerd dat damwand, (heipalen), injectiepunten, waterglas, constructie de meest toegepaste werkvolgorde is. Hierbij wordt dus eerst de bouwkuip gerealiseerd en vervolgens de injectiepunten uitgezet. De injectielaag aanbrengen gebeurt dus veelal voordat de uiteindelijke constructie gebouwd wordt.

Aan de hand van de verstrekte gegevens is het niet mogelijk en/of relevant om meerdere verbanden te analyseren aangezien dit een vertekend beeld geeft van de projecten. Dit heeft te maken met het ontbreken van veel gegevens.

5. Praktijkdeel omgevingstrillingen

5.1. Algemeen

De beproevingen die beschreven zijn in dit hoofdstuk hebben betrekking op deelvraag vier. Hierin wordt behandeld hoe omgevingstrillingen een WGI beïnvloedt. De waarnemingen en resultaten worden per beproefd monster genoemd. In tegenstelling tot wat in het onderzoeksplan is vermeld zijn er drie beproevingen uitgevoerd welke zijn weergegeven in Tabel 9. Dit zijn de drie beproevingen die met een hoogfrequent trilblok van ongeveer 50 Hz zijn beproefd. Vanwege de tijd is laagfrequent trillen niet beproefd. Ook is beproefd in een PVC pijp met een diameter van 125 mm en een lengte van 250 mm, zie hiervoor de linker pijp in Figuur 18. De methode hoe de beproevingen zijn uitgevoerd is beschreven onder werkwijze in bijlage B.

Proefnummer:	Moment van trillen:	Duur trillen (min):
1	Tijdens injectie	30
2	Tijdens kippen	30
3	Na uitharding	30

Tabel 9: Overzicht beproevingen omgevingstrillingen



Figuur 18: proefopstelling nulmeting

5.2. Resultaten nulmeting

Tabel 10 weergeeft de resultaten van de nulproef. Aangezien de waarde die verkregen is bij meting één veel afwijkt van meting twee en drie is bij het bepalen van het gemiddelde meting één buiten beschouwing gelaten. Zoals is te zien in de tabel is de theoretische doorlatendheid van $1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ ruim gehaald.

Meting:	k_{10} (m/s):
1	$0,05 \cdot 10^{-7}$
2	$0,18 \cdot 10^{-7}$
3	$0,13 \cdot 10^{-7}$
Gemiddelde:	$0,16 \cdot 10^{-7}$

Tabel 10: Doorlatendheid nulmeting

Opmerking: Bij het meten van de doorlatendheid is achteraf gezien gebruikt gemaakt van een te grote stijgbuis waardoor de geregistreerde zakking niet voldoet aan de minimale zakking van 50 mm zoals de (NEN-EN-5124, 2013) aangeeft.

5.3. Waarnemingen beproevingen

In deze paragraaf zijn de belangrijkste waarnemingen opgenomen na het trillen. Meer waarnemingen zijn te vinden in bijlage E.



Figuur 19: Getrild tijdens injectie



Figuur 20: Getrild tijdens kippen



Figuur 21: Getrild na uitharden

In Figuur 19 is te zien dat door het rechtop staand trillen tijdens injectie het zandpakket nog beter is verdicht waardoor een laag injectievloeistof op het zandpakket is blijven liggen. Dit betekent dus dat het grondmonster korter is geworden aangezien de PVC buis helemaal vol zat met zand. In Figuur 20 is te zien dat door het liggend trillen tijdens de kiptijd een deel van het waterglas niet in het zandpakket is gaan zitten. Dit is ontstaan doordat tijdens trillen het zand nog beter werd verdicht en de poriën dus kleiner werden terwijl de injectievloeistof nog niet is uitgehard. Dit resulteert dus in een klein laagje puur waterglas. Ook is te zien dat een open plek is ontstaan. Dit duidt erop dat er nog lucht in de buis gezeten heeft of dat tijdens trillen injectievloeistof naar buiten is getreden. Na injecteren zijn alle poriën gevuld met injectievloeistof aangezien uit de uitstroomopening waterglas is gekomen. In Figuur 21 is te zien dat door het liggend trillen na uitharden breukvlakjes of onregelmatigheden zijn ontstaan. Ook voelde het geheel minder sterk aan dan het monster van Figuur 19.

5.4. Resultaten beproevingen

Tabel 11 weergeeft de resultaten van beproeving één t/m drie. Zoals hier is te zien is alleen bij beproeving één, waarbij getrild is tijdens injectie, de theoretische doorlatendheid van $1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ gehaald. Figuur 22 weergeeft de proefopstelling van de doorlatendheidsmetingen.

Meting:	$k_{10} \text{ (m/s) beproeving 1:}$	$k_{10} \text{ (m/s) beproeving 2:}$	$k_{10} \text{ (m/s) beproeving 3:}$
1	$0,03 \cdot 10^{-7}$	$13,57 \cdot 10^{-7}$	$1,58 \cdot 10^{-7}$
2	$0,03 \cdot 10^{-7}$	$13,66 \cdot 10^{-7}$	$1,70 \cdot 10^{-7}$
3	$0,02 \cdot 10^{-7}$	$13,47 \cdot 10^{-7}$	$1,72 \cdot 10^{-7}$
Gemiddelde:	$0,03 \cdot 10^{-7}$	$13,57 \cdot 10^{-7}$	$1,67 \cdot 10^{-7}$

Tabel 11: Doorlatendheid beproevingen



Figuur 22: Proefopstelling doorlatendheidsmetingen trilproef

5.5. Vergelijking resultaten beproevingen en tussenconclusie

Als de resultaten van de doorlatendheidsmetingen worden vergeleken met die van de nulmeting kan worden geconcludeerd dat de doorlatendheid bij beproeving één iets lager ligt dan bij de nulmeting. Bij beproeving drie is de doorlatendheid bij benadering een factor tien hoger in vergelijking met de nulmeting. Bij beproeving twee is dit verschil zelfs bijna een factor 100. Hieruit blijkt dat het trillen tijdens de kiptijd een relatief grote invloed heeft op de doorlatendheid van de injectielaag. Het feit dat de doorlatendheid bij het trillen tijdens injectie niet toeneemt, kan verklaard worden met het gegeven dat trillingen een verdichtende werking heeft op het zandpakket. Hierdoor zijn de poriën tijdens injectie steeds verkleint waarbij het overtollige injectievloeistof eruit getrild wordt en zo dus een hecht pakket ontstaat met een lage doorlatendheid.

Als vervolgens wordt gekeken naar de waarnemingen kan achterhaald worden waardoor de doorlatendheid van beproeving twee relatief hoog is. Dit komt omdat aan de zijkant een open plek zit waardoor het water langs de injectielaag heen kan stromen. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de doorlatendheidsmetingen voor beproeving twee niet betrouwbaar zijn. Verder is de betrouwbaarheid van de metingen van beproeving één ook te betwijfelen aangezien de doorlatendheid van het laagje pure waterglas op het monster anders kan zijn dan de doorlatendheid van het monster zelf. Het is dus niet met zekerheid te zeggen welke doorlatendheid gemeten is. Het kan de doorlatendheid van het monster zijn, maar ook de doorlatendheid van het laagje waterglas. De doorlatendheid van beproeving drie is tien maal hoger dan de nulmeting. Gezien de waarnemingen is te begrijpen waardoor deze doorlatendheid hoger is aangezien er onregelmatigheden in de injectielaag zitten die minder hard aanvoelde.

6. Praktijkdeel injectiedruk

6.1. Algemeen

De beproevingen die zijn beschreven in dit hoofdstuk hebben betrekking op deelvraag vijf. Hierin wordt behandeld hoe de injectiedruk de doorlatendheid van een WGI beïnvloedt. De belangrijkste waarnemingen en resultaten worden apart per beproefd debiet behandeld in de paragrafen 6.2 t/m 6.4. In deze context wordt met het debiet de hoeveelheid vloeistof die de injectiepomp per minuut verpompt bedoeld, dus de hoeveelheid vloeistof die per minuut wordt geïnjecteerd. Verder zijn de verkregen resultaten behaald met rivierzand waarbij bepaalde gegevens zoals het porievolume en het korrelverdelingsdiagram zijn opgenomen in bijlage F. De gehanteerde injectievolgorde is per beproeving weergegeven in de bijhorende bijlagen G t/m K. Hierbij heeft elke beproeving een eigen bijlage. Beproeving één is bijlage G, beproeving twee is bijlage H etc.

Ten opzichte van het onderzoeksplan zijn minder debieten beproefd dan beschreven. Omwille van de tijd door het niet verkrijgen van de gewenste resultaten bij de eerste twee beproevingen is hiertoe besloten. Ook het maximale debiet wat de gebruikte pomp per minuut kan verpompen heeft in deze beslissing een rol gespeeld. Tabel 12 geeft een overzicht van de beproevingen die zijn uitgevoerd. In tegenstelling tot wat in het onderzoeksplan is vermeld zijn de doorlatendheidsmetingen uitgevoerd door middel van de 'falling head' methode zoals beschreven in (NEN-EN-5124, 2013). De methode hoe de beproevingen zijn uitgevoerd is onder werkwijze beschreven in bijlage C.

Proefnummer:	Ingesteld debiet (l/min):	Liters per bol:	Interval gehanteerd:
1	2	6	Nee, achter elkaar geïnjecteerd
2	2	7	Ja, om de 10 min geïnjecteerd
3	2	9	Ja, om de 10 min geïnjecteerd
4	5	9	Ja, om de 10 min geïnjecteerd
5	8	9	Ja, om de 10 min geïnjecteerd

Tabel 12: Overzicht beproevingen injectiedruk

6.2. Resultaten 2 L/min

De beproeving met het debiet van 2 L/min is meerdere keren uitgevoerd omdat bij de eerste twee beproevingen de theoretische doorlatendheid van 1×10^{-7} m/s niet gehaald of benaderd werd zoals bij de waarnemingen in de volgende paragraaf is te zien. Ter indicatie: de afmeting van de proefbak zoals op de afbeeldingen bij de waarnemingen is te zien is 1,20x1,25m.

6.2.1. Waarnemingen

In deze paragraaf zijn de belangrijkste waarnemingen weergegeven van de injectielaag van beproeving één t/m drie. Overige waarnemingen zijn vermeld in de desbetreffende bijlage.

Waarnemingen beproeving 1

In Figuur 23 is de injectielaag te zien van de eerste test. Zoals is te zien bestaat de injectielaag grotendeels uit bolvormige elementen. Het grote minpunt is alleen dat deze elementen elkaar niet tot nauwelijks raken waardoor geen hechte laag verkregen is. Een aantal elementen, vooral aan de zijkanten, hebben niet de vorm van een bol. Hier is de injectievloeistof uitgevloeid. Een oorzaak hiervoor is dat tijdens injectie een waterstandsverlaging in de bak is opgetreden van 525 mm wat overeenkomt met ongeveer 270 liter water wat is weggelekt. Dit heeft geresulteerd in grondwaterstroming tijdens injectie waardoor de vorming van bepaalde injectie-elementen niet als verwacht is verlopen. Een deel van de injectievloeistof is met het aanwezige water mee gestroomd.



Figuur 23: Injectielaag beproeving 1

Waarnemingen beproeving 2

Figuur 24 geeft de injectielaag weer van test twee. Aan de hand van de waarnemingen uit test één is besloten om bij test twee meer liters per bol te injecteren. Zie hiervoor Tabel 12. Deze beslissing heeft ertoe geleid dat de injectielaag beter is afgedicht. Alleen in het midden zijn nog een aantal openingen in de laag te zien. De elementen zijn nog steeds bolvormig, alleen is dit door de verhoging in het aantal liters minder goed te zien. Ook is ten opzichte van de eerste test geïnjecteerd met een interval van 10 min. Dit is gedaan om de voorgaande elementen meer uithardingstijd te geven waardoor de werkelijkheid beter benaderd wordt. Ook is er een aanpassing doorgevoerd in de injectievolgorde. Deze aanpassingen zijn vanaf deze test in stand gehouden.



Figuur 24: Injectielaag beproeving 2

Waarnemingen beproeving 3

Figuur 25 geeft de injectielaag weer van de derde test. Aan de hand van het gegeven dat bij de tweede test de injectielaag nog niet helemaal dicht was is besloten om bij de derde test nog één keer met meer liters per bol te injecteren volgens Tabel 12. Deze beslissing heeft ertoe geleid dat nu wel de injectielaag dicht is. Wel is het zo dat de elementen na opgraven niet meer bolvormig eruit zien. Aangezien de injectielaag bij deze test dicht zit zal voor de beantwoording van de deelvraag de doorlatendheid van deze test worden vergeleken met de doorlatendheid van de testen met een hoger ingesteld debiet.



Figuur 25: Injectielaag beproeving 3

6.2.2. Doorlatendheid en Injectiedruk

Tabel 13 geeft de resultaten van de doorlatendheidsmetingen overzichtelijk in een tabel weer. Hierin zijn alle resultaten meegenomen die horen bij een debiet van 2 l/min.

	<i>k_{10} (m/s) beproeving 1:</i>	<i>k_{10} (m/s) beproeving 2:</i>	<i>k_{10} (m/s) beproeving 3:</i>
Meting 1:	$17,60 \cdot 10^{-7}$	$58,17 \cdot 10^{-7}$	$6,20 \cdot 10^{-7}$
Meting 2:	n.v.t.	$38,95 \cdot 10^{-7}$	$6,08 \cdot 10^{-7}$
Meting 3:	n.v.t.	$48,99 \cdot 10^{-7}$	$6,51 \cdot 10^{-7}$
Gemiddelde:	$17,60 \cdot 10^{-7}$	$48,70 \cdot 10^{-7}$	$6,26 \cdot 10^{-7}$

Tabel 13: Doorlatendheid beproeving 1 t/m 3

Opmerking: Bij het meten tijdens meting 1 van test 1 is het water wat uit de proefbak gelekt is niet meegerekend. Dit betekent dat de doorlatendheid groter is dan in Tabel 13 en Tabel 14 is weergegeven.

Zoals is te zien bij beproeving één t/m drie is de theoretische doorlatendheid van 1×10^{-7} m/s niet gehaald. Bij beproeving drie is deze waarde het meest benaderd. Uit de waarnemingen is ook gebleken dat deze laag het meest dicht is. Tabel 14 laat zien wat deze verkregen waarden voor de doorlatendheid betekenen voor een tweetal fictieve bouwkuipen in de praktijk. Het resterend bemalingsdebiet is berekend op basis van de verkregen doorlatendheid en een waterstandsverschil van vijf meter.

Beproeving:	Gemiddelde doorlatendheid k_{10} (m/s):	Resterend bemalings-debiet kuip 100 m² (m³/u):	Resterend bemalings-debiet 400 m² (m³/u):
1	$17,60 \cdot 10^{-7}$	3,2	12,7
2	$48,70 \cdot 10^{-7}$	8,8	35,1
3	$6,26 \cdot 10^{-7}$	1,1	4,5

Tabel 14: Betekenis doorlatendheid beproeving 1 t/m 3 voor praktijk

Tabel 15 geeft de optredende druk weer die per beproeving tijdens injectie is opgetreden. De waarde die in de tabel is weergegeven is de modus, oftewel de meest voorkomende waarde, van de gemiddelde druk van alle 30 injectiepuntjes. De modus geeft een beter beeld dan de gemiddelde waarde van alle injectiepuntjes aangezien de uitschieters op deze wijze minder zwaar worden meegerekend. Tijdens injectie heeft het drukverloop gefluctueerd tussen de 0 en 0,3 a 0,7 bar bij

beproeving één, en tussen de 0 en 0,1 a 0,3 bar bij beproeving twee en drie. Het volledige drukverloop per injectiepuntje tijdens injectie voor de beproevingen 1 t/m 3 is toegevoegd in de bijbehorende bijlages F, G en H.

Beproeving:	Debiet (l/min):	Druk (bar):	Gronddruk (bar):	Limietwaarde (Q*P):
1	2,0	0,25	0,33	0,50
2	2,0	0,02	0,33	0,04
3	2,0	0,12	0,33	0,24

Tabel 15: Injectiedruk beproeving 1 t/m 3

Opmerking: Bij beproeving twee is tijdens injectie minder water op de injectielaag gezet waardoor de druk lager is uitgevallen dan bij beproeving één en drie.

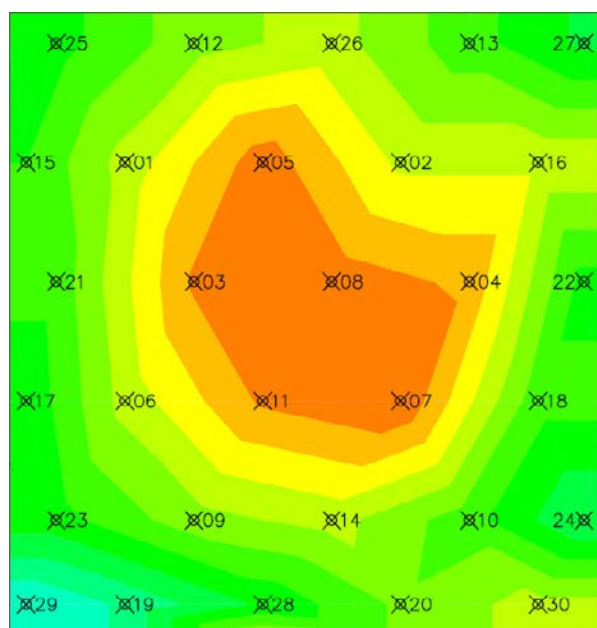
Uitgaande het gegeven dat voor permeation grouting volgens Regel 1 het product van de injectiedruk en het debiet niet de waarde van 20 mag overschrijden, kan gezegd worden dat tijdens injectie van beproeving één t/m drie volgens Tabel 15 deze limietwaarde niet is benaderd. Dit betekent dat volgens de permeation grouting techniek geïnjecteerd is.

Regel1: $Q_{max} * P_{max} \leq 20$

Opmerking: Volgens de theorie mag de gronddruk bij de waarde van 20 worden opgeteld waardoor de limietwaarde hoger wordt. Aangezien de gronddruk bij deze beproevingen minimaal is vanwege de relatief lage bovenbelasting en dus weinig invloed heeft op de limietwaarde, wordt de gronddruk buiten beschouwing gelaten.

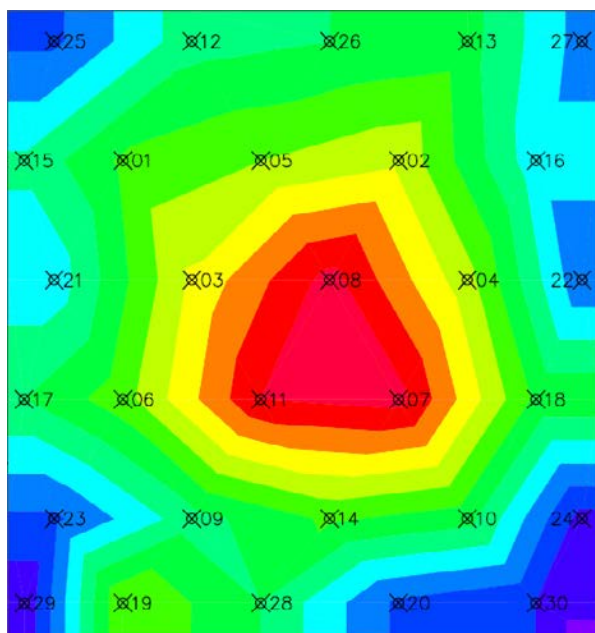
6.2.3. Analyse injectielaag

Figuur 26 en Figuur 27 geven de hoogtetekeningen weer van beproeving twee en drie, beiden uitgevoerd met een debiet van 2 l/min. De hoogte, in mm, die is uitgezet is de hoogte van hart injectielaag tot bovenkant injectielaag gemeten ter hoogte van ieder genummerd element. Van de eerste beproeving is geen hoogtetekening beschikbaar aangezien daar de hoogte van de bolvormige elementen niet is opgemeten. De theoretische hoogte van de injectielaag van beproeving twee bedraagt 168 mm. Bij beproeving drie bedraagt dit 183 mm.



Elevations Table			
Number	Minimum Elevation	Maximum Elevation	Color
1	150	175	Red
2	175	200	Dark Red
3	200	225	Orange
4	225	250	Light Orange
5	250	275	Yellow
6	275	300	Light Green
7	300	325	Green
8	325	350	Dark Green
9	350	375	Light Green
10	375	400	Green
11	400	425	Dark Green
12	425	450	Light Green
13	450	475	Green

Figuur 26: Hoogtetekening injectielaag beproeving 2

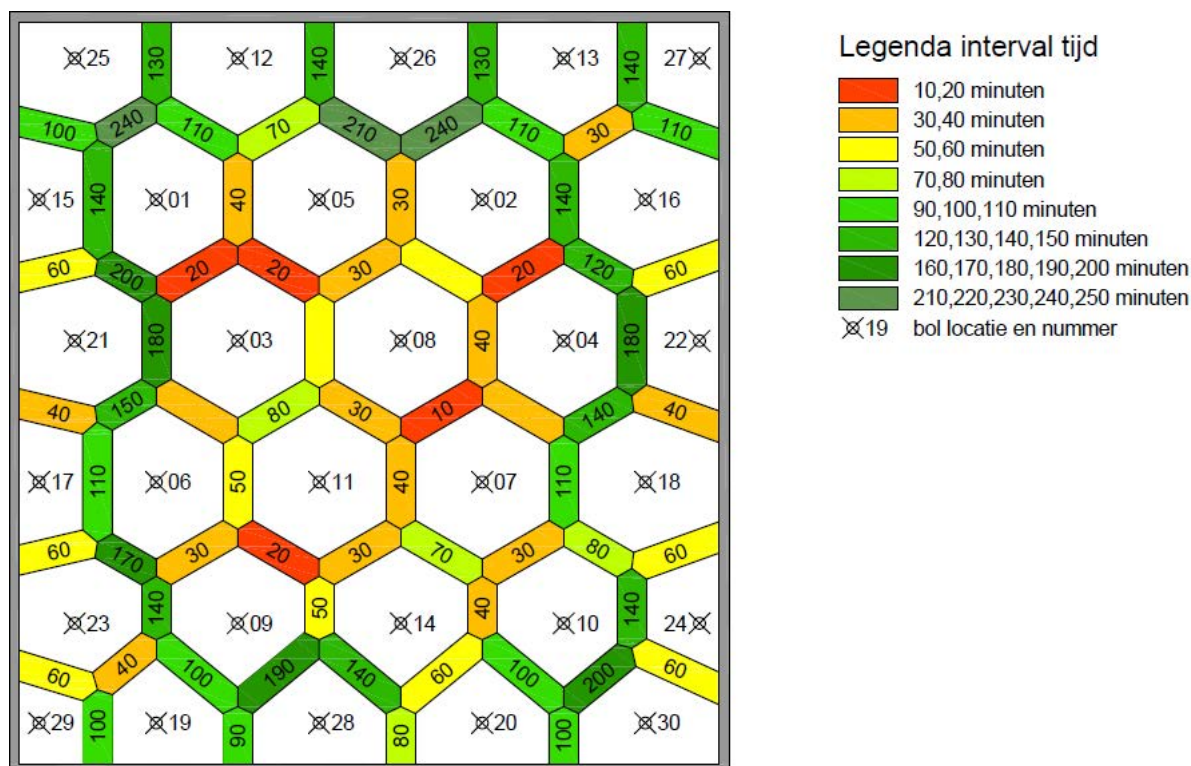


Elevations Table			
Number	Minimum Elevation	Maximum Elevation	Color
1	150	175	Red
2	175	200	Red
3	200	225	Orange
4	225	250	Yellow
5	250	275	Light Green
6	275	300	Green
7	300	325	Green
8	325	350	Light Blue
9	350	375	Blue
10	375	400	Blue
11	400	425	Dark Blue
12	425	450	Dark Blue
13	450	475	Dark Blue

Figuur 27: Hoogtetekening injectielaag beproeving 3

Deze hoogtetekening geeft een beeld hoe de injectielaag eruit ziet en waar de hoge en lage punten van de injectielaag zitten. Uit de hoogtetekeningen van beproeving twee en drie blijkt dat de middens van de injectielaag lager liggen dan de zijanten van de injectielaag. De theoretische hoogte van de injectielaag is bij beproeving twee gehaald. Bij beproeving drie is deze waarde in het midden van de injectielaag niet gehaald. De hoogtetekeningen verduidelijken de waarnemingen aangezien uit deze tekening kan worden opgemaakt wat het hoogteverschil tussen het midden en de zijanten van de injectielaag bij benadering is. Hieruit kan opgemaakt worden of er een verschil zit in de dikte van de injectielaag. Deze informatie is interessant omdat de doorlatendheid van een dikkere injectielaag anders kan zijn dan bij een dunnere injectielaag.

Uit Figuur 26 is op te maken dat het midden van de injectielaag bij beproeving twee 200 tot 250 mm lager ligt dan de zijanten. In Figuur 27 is te zien dat dit verschil bij beproeving drie 275 tot 325 mm bedraagt. Een verklaring hiervoor is dat tijdens injectie bij de opsluitende bolvormige elementen, dit zijn de elementen die aan de zijanten van de proefbak zitten, de vloeistof enkel verticaal naar boven of naar beneden kan uitvloeien. Horizontaal uitvloeien is minder goed mogelijk dan bij de bolvormige elementen die in het midden zitten aangezien hier de wanden en/of de elementen in het midden, die vaak al uitgehard zijn, in de weg zitten. Figuur 28 laat zien in hoeverre de naastgelegen bolvormige elementen zijn uitgehard bij het injecteren van een willekeurig element. De kiptijd van het toegepaste mengsel bedraagt circa 80 minuten. De nummers 1 t/m 30 geven de injectievolgorde aan.



Figuur 28: Tijdsinterval tussen naastgelegen elementen

Door bolvormig element 25 als voorbeeld te nemen kan dit worden verduidelijkt. Tijdens injecteren van dit element is in Figuur 28 te zien dat de drie naastgelegen elementen 100, 130 en 240 minuten eerder zijn geïnjecteerd. Aangezien de kiptijd circa 80 minuten bedraagt zijn alle drie de bolvormige elementen uitgehard waardoor tijdens injectie van punt 25 de injectievloeistof alleen verticaal kan uitvloeien. Hierdoor is op dit punt de bovenkant van de injectielaag hoger komen te liggen in vergelijking met het midden. Figuur 26 en Figuur 27 bevestigen dit gegeven.

Een verklaring voor het feit dat de zijanten bij beproeving drie nog wat hoger liggen dan bij beproeving twee kan zijn dat bij beproeving drie geïnjecteerd is met meer liters per bolvormig element. Zie hiervoor Tabel 12.

6.3. Resultaten 5 L/min

6.3.1. Waarnemingen

In deze paragraaf zijn de belangrijkste waarnemingen weergegeven van de injectielaag. Overige waarnemingen zijn vermeld in de bijlage J. Figuur 29 geeft de injectielaag weer. Zoals is te zien is de injectielaag egaler dan de voorgaande beproevingen met 2 l/min. In de injectielaag bevinden zich geen noemenswaardige gaten of kuilen. Wel zijn net zoals bij de vorige test (2 l/min test 3) de zijanten van de injectielaag hoger dan het midden. Figuur 30 laat een hoekpunt zien waar dit het geval is. Verder zien de injectie-elementen er niet meer bolvormig uit op het moment van uitgraven. Wel is het zo dat de laag dicht is.



Figuur 29: Injectielaag beproeving 4



Figuur 30: Injectielaag beproeving 4

6.3.2. Doorlatendheid en injectiedruk

Tabel 16 geeft de resultaten van de doorlatendheidsmetingen weer. Hierin zijn alle resultaten opgenomen die horen bij een debiet van 5 l/min.

	<i>k₁₀ (m/s) beproeving 4:</i>
Meting 1:	$5,69 \cdot 10^{-7}$
Meting 2:	$5,40 \cdot 10^{-7}$
Meting 3:	$5,10 \cdot 10^{-7}$
Gemiddelde:	$5,40 \cdot 10^{-7}$

Tabel 16: Doorlatendheid beproeving 4

Zoals is te zien is bij beproeving vier de theoretische doorlatendheid van 1×10^{-7} m/s niet gehaald. Wel is de waarde benaderd. Volgens de waarnemingen is ook gebleken dat de injectielaag volledig dicht is. Tabel 17 laat zien wat deze verkregen waarden voor de doorlatendheid betekenen voor een tweetal bouwkuipen in de praktijk. Het resterend bemalingsdebiet is berekend op basis van de verkregen doorlatendheid en een waterstandsverschil van vijf meter.

Beproeving:	<i>Gemiddelde doorlatendheid k_{10} (m/s):</i>	<i>Resterend bemalings-debiet 100 m² (m³/u):</i>	<i>Resterend bemalings-debiet 400 m² (m³/u):</i>
4	$5,40 \cdot 10^{-7}$	1,0	3,9

Tabel 17: Betekenis doorlatendheid beproeving 4 voor praktijk

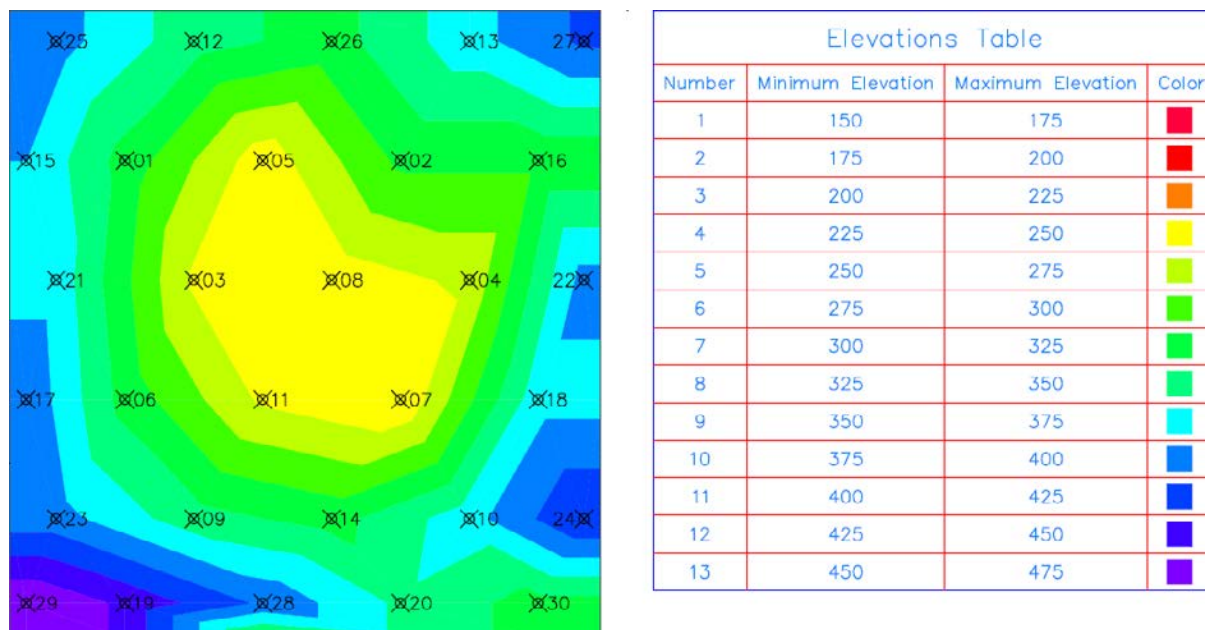
Tabel 18 weergeeft de optredende druk tijdens injectie van beproeving vier. Ook hier is de waarde de modus van de gemiddelde druk van alle injectiepuntjes. Daarnaast geldt net zoals bij de drie eerdere beproevingsen dat de limietwaarde van 20 volgens Regel 1 niet is benaderd. Dit betekent dat volgens de permeation grouting techniek geïnjecteerd is. Tijdens injectie heeft het drukverloop gefluctueerd tussen 0,1 en 0,8 a 1,0 bar. Het volledige drukverloop per injectiepuntje tijdens injectie voor beproeving vier is bijgevoegd in bijlage I.

<i>Beproeving:</i>	<i>Debiet (l/min):</i>	<i>Druk (bar):</i>	<i>Gronddruk (bar):</i>	<i>Limietwaarde (Q*P):</i>
4	5,0	0,48	0,33	2,40

Tabel 18: Injectiedruk beproeving 4

6.3.3. Analyse injectielaag

Figuur 31 geeft de hoogtetekening weer van beproeving vier uitgevoerd met 5 l/min. De hoogte die is uitgezet is de hoogte van hart injectielaag tot bovenkant injectielaag gemeten ter hoogte van ieder genummerd element. De theoretische hoogte bedraagt voor deze beproeving 183 mm.



Figuur 31: Hoogtetekening injectielaag beproeving 4

Uit het figuur blijkt dat het midden van de injectielaag bij beproeving vier 200 tot 250 mm lager ligt dan de zijanten van de injectielaag. Hiervoor kan dezelfde verklaring worden gegeven als beschreven in paragraaf 6.2.3. Over de gehele injectielaag is de theoretische hoogte gehaald.

6.4. Resultaten 8 L/min

6.4.1. Waarnemingen

In deze paragraaf zijn de belangrijkste waarnemingen weergegeven van de injectielaag. Overige waarnemingen zijn vermeld in de bijlage K. Figuur 32 geeft een overzicht van de injectielaag weer. Zoals te zien is in Figuur 33 is de injectielaag in tegenstelling tot beproeving vier minder egaal. De injectielaag bevat, veelal in het midden van de laag, veel onregelmatigheden zoals relatief diepe gaatjes. Net zoals bij de voorgaande beproevings is de zijkant van de injectielaag hoger dan het midden. Ook zien de injectie-elementen er niet bolvormig uit vanaf de bovenkant gezien. Tijdens opgraven leek de injectielaag dicht, terwijl de doorlatendheidsmetingen dit niet bevestigen. Mogelijk dat de onregelmatigheden ervoor zorgen dat water makkelijker door de laag kan stromen. Figuur 34 en Figuur 35 laten zien dat in de injectielaag holle ruimtes zitten, allemaal op 20 a 25 cm boven hart injectielaag.



Figuur 32: Injectielaag beproeving 5



Figuur 33: Injectielaag beproeving 5



Figuur 34: Zandpakket beproeving 5



Figuur 35: Doorsnede injectielaag beproeving 5

6.4.2. Doorlatendheid en injectiedruk

Tabel 19 weergeeft de resultaten van de doorlatendheidsmetingen. Hierin zijn alle resultaten opgenomen die horen bij een debiet van 8 l/min.

	<i>k₁₀ (m/s) beproeving 5:</i>
Meting 1:	$12,35 \cdot 10^{-7}$
Meting 2:	$11,92 \cdot 10^{-7}$
Meting 3:	$11,61 \cdot 10^{-7}$
Gemiddelde:	$11,96 \cdot 10^{-7}$

Tabel 19: Doorlatendheid beproeving 5

Zoals is te zien is bij beproeving vijf de theoretische doorlatendheid van 1×10^{-7} m/s niet gehaald. Tabel 20 laat zien wat deze verkregen waarden voor de doorlatendheid betekenen voor een tweetal bouwkuipen in de praktijk. Het resterend bemalingsdebiet is berekend op basis van de verkregen doorlatendheid en een waterstandsverschil van vijf meter.

Beproeving:	Gemiddelde doorlatendheid k_{10} (m/s):	Resterend bemalings-debiet 100 m ² (m ³ /u):	Resterend bemalings-debiet 400 m ² (m ³ /u):
5	$11,96 \cdot 10^{-7}$	2,2	8,6

Tabel 20: betekenis doorlatendheid bepoeving 5 voor praktijk

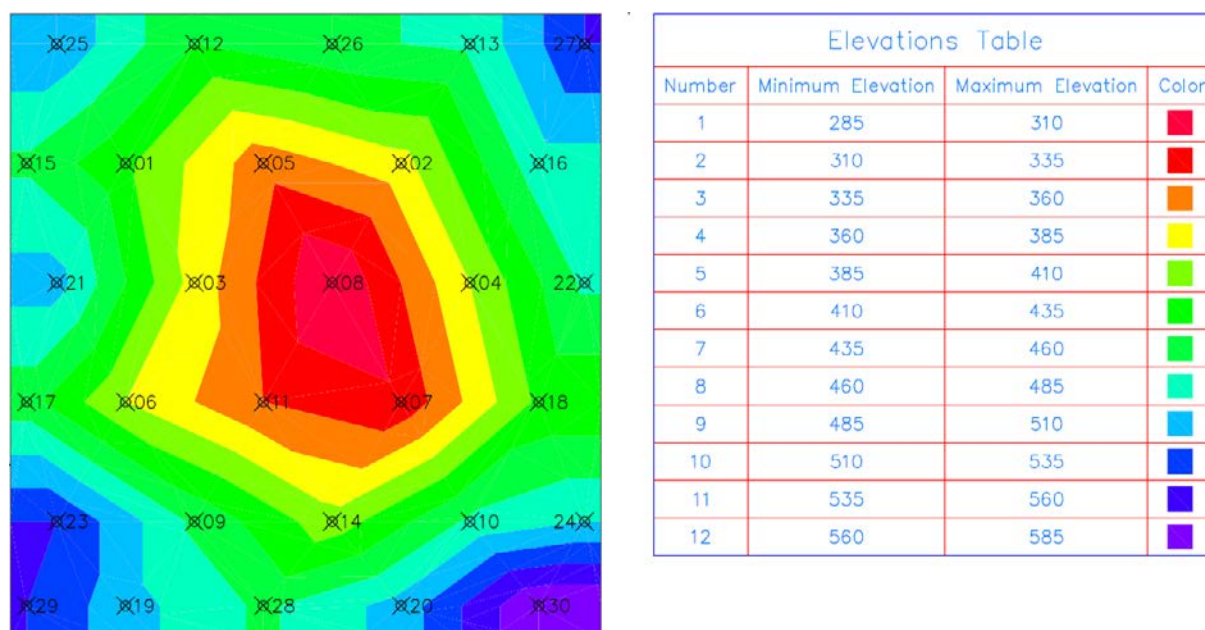
Tabel 21 weergeeft de optredende injectiedruk tijdens bepoeving vijf. Ook hier is de waarde de modus van de gemiddelde druk van alle injectiepuntjes. Volgens de tabel is hier de limietwaarde volgens Regel 1 niet benaderd. Wel is tijdens injectie van bepoeving vijf waargenomen dat in het zandpakket holle ruimtes ontstonden die zich later vulden met alleen het waterglasmengsel en/of water (zie Figuur 34). Dit kan ertoe geleid hebben dat toch fracturing is opgetreden. Daarnaast geldt ook dat de piekdruk dit keer veel hoger lag dan de druk uit Tabel 21. Tijdens injectie heeft het drukverloop gefluctueerd tussen 0,1 a 0,3 en 1,8 a 2,0 bar. Het volledige drukverloop per injectiepuntje tijdens injectie voor bepoeving vijf is toegevoegd in bijlage J.

Beproeving:	Debiet (l/min):	Druk (bar):	Gronddruk (bar):	Limietwaarde ($Q \cdot P$):
5	8,0	0,94	0,33	7,52

Tabel 21: injectiedruk bepoeving 5

6.4.3. Analyse injectielaag

Figuur 36 geeft de hoogtetekening weer van bepoeving vier uitgevoerd met 8 l/min. De hoogte die is uitgezet is de hoogte van hart injectielaag tot bovenkant injectielaag gemeten ter hoogte van ieder genummerd element. De theoretische hoogte bedraagt voor deze bepoeving 183 mm.



Figuur 36: Hoogtetekening injectielaag bepoeving 5

Uit het figuur blijkt dat het midden van de injectielaag bij bepoeving vier 250 tot 300 mm lager ligt dan de zijken van de injectielaag. Hiervoor kan dezelfde verklaring worden gegeven als beschreven in paragraaf 6.2.3. Over de gehele injectielaag is de theoretische hoogte gehaald.

6.5. Vergelijking resultaten beproevingen en tussenconclusie

Tabel 22 geeft een overzicht weer van de beproevingen die betrekking hebben op deelvraag vijf. Beproeving één en twee worden hier buiten beschouwing gelaten aangezien deze niet bruikbaar zijn voor de beantwoording van deelvraag vijf. Aan de hand van deze tabel worden de drie relevante beproevingen vergeleken en een tussenconclusie geformuleerd.

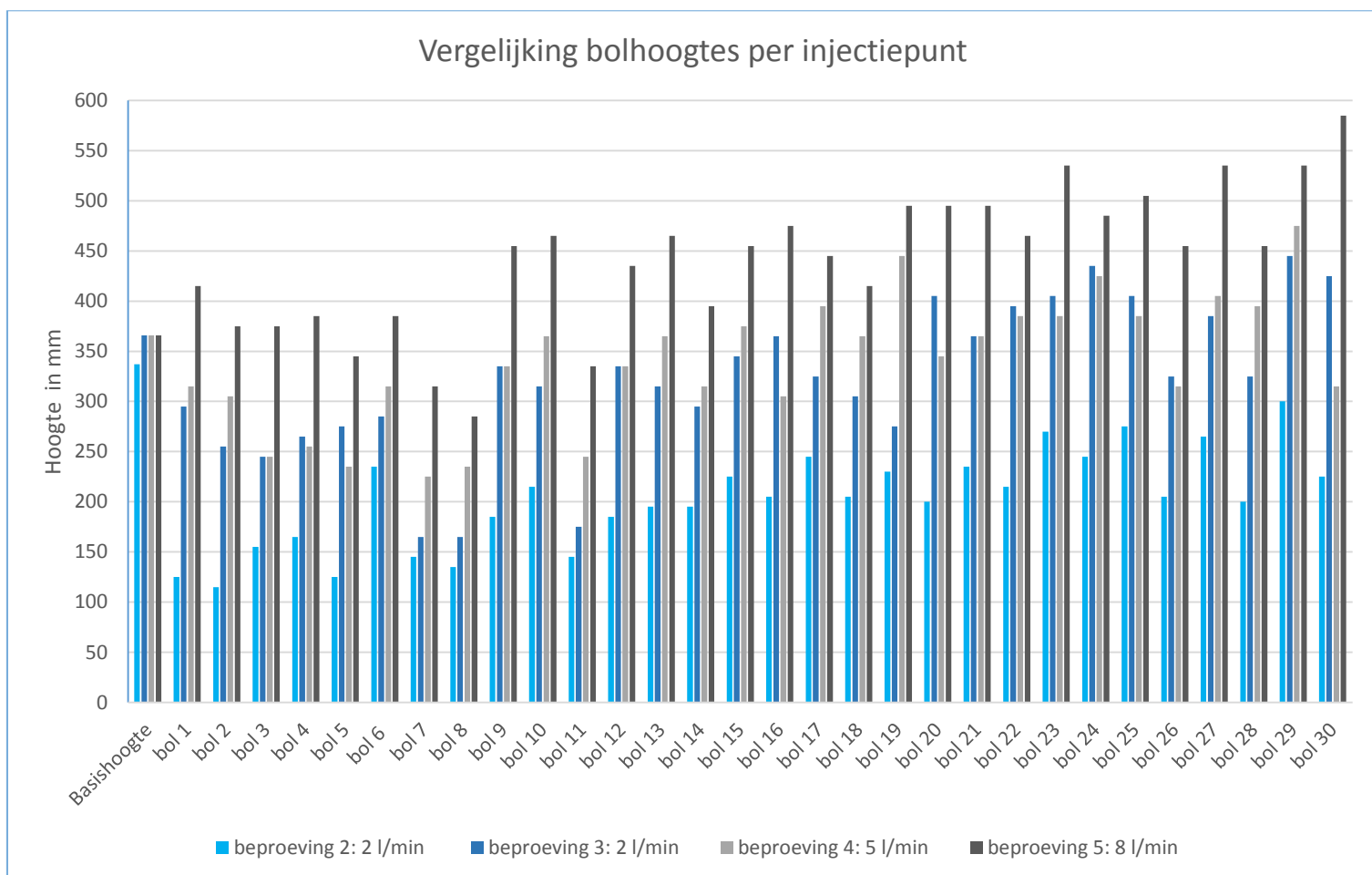
Beproeving:	Debiet (l/min):	Gemiddelde doorlatendheid k_{10} (m/s):	Druk (bar):	Limietwaarde ($Q \cdot P$):
3	2,0	$6,26 \cdot 10^{-7}$	0,12	0,24
4	5,0	$5,40 \cdot 10^{-7}$	0,48	2,40
5	8,0	$11,96 \cdot 10^{-7}$	0,94	7,52

Tabel 22: Overzicht resultaten relevante beproevingen

De tabel laat zien dat de laagste doorlatendheid is gehaald met beproeving vier en de hoogste doorlatendheid is gehaald met beproeving vijf. Wel is het verschil tussen beproeving drie en vier minimaal. Zoals de tabel aangeeft is de theoretische doorlatendheid van $1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ bij alle drie de beproevingen niet gehaald. Als gekeken wordt naar beproeving drie t/m vijf kan gezegd worden dat bij een verhoging van het debiet van 2 l/min naar 5 l/min, met een constant aantal liters per bol, de doorlatendheid bijna niet veranderd. Deze verhoging heeft voor een minimale afname van de doorlatendheid gezorgd. Bij een verdere verhoging naar 8 l/min veranderd de doorlatendheid sneller. Deze verhoging heeft ertoe geleid dat de doorlatendheid is gestegen. Ten opzichte van de beproeving drie en vier komt er bij beproeving vijf bij benadering twee keer zoveel water door de injectielaag heen.

Als gekeken wordt naar de voorwaarde van Regel 1 kan gezegd worden dat bij alle beproevingen de limietwaarde van 20 niet is gehaald. Volgens deze gegevens zijn alle beproevingen geïnjecteerd volgens de permeation grouting techniek. Uitgaande van de waarnemingen is dit voor de vijfde beproeving niet zo. De holle ruimtes in de injectielaag duiden op fracturing. Dit betekent dat de voorwaarde volgens Regel 1 niet van toepassing is op onze bak vanwege de verschalig die is toegepast. De injectiedruk die verkregen is per beproeving zal dan ook in de praktijk een andere waarde hebben.

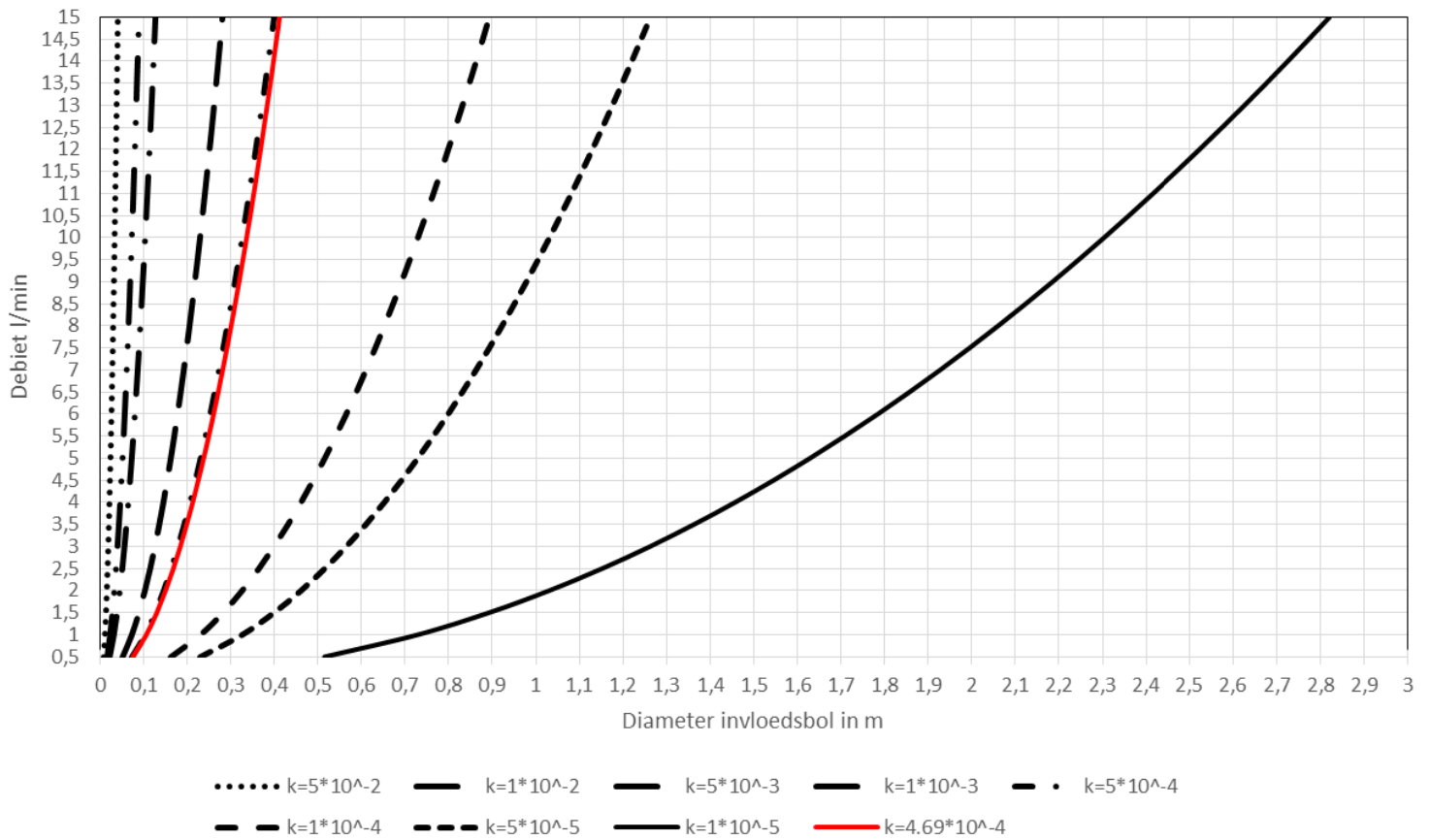
Uitgaande van de hoogtetekeningen laat Figuur 37 een vergelijking per injectie-element zien tussen de hoogtes die verkregen zijn bij de beproevingen. Hieruit blijkt dat de drie injectie-elementen in het midden van de laag, elementen zeven, acht en elf, bij elke beproeving het laagst liggen en de opsluitende bollen aan de zijkanten het hoogst. Een opvallend gegeven is dat bij beproeving vijf de bovenkant van injectielaag over het totale oppervlak hoger ligt dan bij de andere beproevingen terwijl hetzelfde aantal liters per element geïnjecteerd is. Het verschil bedraagt 50 tot 100 mm. Met de waarnemingen in acht nemend kan aan de hand van Figuur 37 geconcludeerd worden dat tijdens beproeving vijf fracturing is opgetreden. Door de snelheid van injecteren is tijdens injectie de grond gescheurd waardoor ruimtes zonder waterglas zijn ontstaan in de injectielaag die ervoor gezorgd hebben dat de bovenkant van de gehele injectielaag hoger ligt dan bij de voorgaande beproevingen. Doordat de injectielaag deze ruimtes bevat en dus door de injectiesnelheid is gespleten en de doorlatendheid bij beproeving vijf is toegenomen kan worden aangenomen dat bij een bepaalde drukverhoging de doorlatendheid groter wordt vanwege het optreden van fracturing tijdens injectie.



Figuur 37: Vergelijking hoogtes injectielagen

Figuur 38 laat zien dat bij een verhoging van het injectiedebiet het Invloedsgebied in het gebruikte zand groter wordt. De rode lijn is hierbij het zand wat is gebruikt. Dit betekent dat het gebied waarbinnen het zandpakket overspannen raakt tijdens injectie groter wordt bij een verhoging van het injectiedebiet. Bij beproeving vijf was het injectiedebiet 8 l/min en bedroeg de theoretische diameter van het Invloedsgebied ongeveer 30 cm. Bij beproeving drie (2 l/min) was dit 15 cm en bij beproeving vier (5 l/min) bedroeg dit 24 cm. Aangezien bij toenemende injectiedruk de diameter van het invloedsgebied groter wordt, betekent dit dat het zandpakket over een groter bereik overspannen raakt dankzij de injectievloeistof die tijdens injectie het zandpakket enigszins wegdukt. Wellicht gaat dit voor de opsluitende elementen niet op aangezien naastliggende elementen al zijn uitgehard. Hierdoor wordt een grotere spanning in een kleiner invloedsgebied gecreëerd aangezien de injectievloeistof wordt tegengehouden door de uitgeharde elementen.

Relatie flow/k-waarde invloedsgebied



Figuur 38: Invloedsgebied a.d.h.v. k-waarden zand

7. Conclusies en aanbevelingen

7.1. Algemeen

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de deelvragen en de hoofdvraag. De deelvragen worden apart beantwoord in de volgorde zoals aangehouden in het onderzoeksplan. Vervolgens wordt de hoofdvraag beantwoord.

7.2. Conclusies: beantwoording deelvragen

Wat is een waterglasinjectie en welke injectiemethoden zijn er voor het aanbrengen van de injectiepunten en de injectievloeistof?

Een WGI is een vorm van horizontale bodemafluiting waarbij in de bodem van een bouwkuip een waterremmende injectielaag gecreëerd wordt die ervoor zorgt dat het grondpakket een lagere doorlatendheid krijgt zodat grondwater grotendeels wordt tegengehouden. De injectievloeistof die wordt gebruikt is een mengsel van natriumsilicaat (waterglas), harder en water waarbij het type harder en de mengverhouding kan variëren. Binnen de grondverbeteringstechnieken wordt een waterglasinjectie onderverdeeld in de groep bodeminjecties. Doorgaans worden WGI's volgens de permeation grouting techniek geïnjecteerd. Daarnaast wordt ook wel een techniek gebruikt waarbij de injectievloeistof sneller en onder hoge druk achter elkaar geïnjecteerd wordt. De injectiepuntjes kunnen op verschillende manieren aangebracht worden. Hiervoor gelden de volgende mogelijkheden:

- Laagfrequent intrillen waarbij de frequentie van het trillen niet hoger is dan 30 Hz;
- Hoogfrequent intrillen waarbij de frequentie tussen 30 en 60 Hz ligt;
- Sonisch intrillen waarbij de frequentie hoger dan 60 Hz ligt;
- Inboren middels een holle avegaar.

Hoe wordt de werking van een waterglasinjectie gedefinieerd en welke doorlatendheid hoort hierbij?

Een goede werking van een WGI is van meerdere aspecten afhankelijk. Bij het ontwerp van de toekomstige injectielaag is de diepte waar de laag komt te liggen van belang. Middels een evenwichtprincipe, de wet van Archimedes, die zegt dat de waterdruk die op de onderzijde van de laag werkt niet groter mag zijn dan de gronddruk die op de bovenzijde werkt, wordt de diepte bepaald. Hierbij geldt dat voor de gronddruk een veiligheidsfactor meegerekend wordt. Dit principe voorkomt dat de injectielaag opbarst. Naast ontwerpaspecten zijn ook de aspecten die tijdens injecteren een rol spelen als het om de werking van de injectielaag gaat. Bij een goed werkende injectielaag wordt een doorlatendheid van minimaal 1×10^{-7} m/s gehaald.

Wat is het resultaat van een waterglasinjectie bij verschillende uitgevoerde projecten en welke verbanden kunnen worden gelegd tussen de projecten met betrekking tot de omgevingstrillingen en injectiedruk? Zijn er nog andere verbanden te vinden?

Het grootste gedeelte, namelijk 139 van de 152 geanalyseerde projecten, heeft een positief resultaat behaald uitgaande van de classificatie van de injectiebedrijven. Omdat niet alle bedrijven de mogelijkheid hadden gegevens te verstrekken voor het totaaloverzicht zijn de 152 projecten niet het totale aantal. Ook hebben bepaalde bedrijven oudere of recente projecten nog niet gearchiveerd waardoor deze ook niet opgenomen zijn. De verbanden met betrekking tot de injectiedruk en omgevingstrillingen kunnen aan de hand van dit onderzoek niet worden bepaald wegens het ontbreken van noodzakelijke gegevens. Omdat niet bij ieder project alle gegevens bekend zijn, is het niet mogelijk of relevant om verdere verbanden te analyseren aangezien dit dan een vertekend beeld geeft.

Hoe gedraagt een waterglasinjectie zich onder invloed van omgevingstrillingen en wat is het effect hiervan op de doorlatendheid?

Bij het trillen tijdens injectie kan niet gezegd worden welke invloed dit heeft op de doorlatendheid van een WGI aangezien de beproeving niet is gelukt. Dit geldt ook voor de metingen van het trillen tijdens het kippen. Het trillen na het uitharden (72 uur) heeft invloed op de doorlatendheid van een WGI. De doorlatendheid wordt hierbij bij benadering een factor tien groter. Vanwege de grootte van de proef, de proef is in vergelijking met de werkelijkheid op zeer kleine schaal uitgevoerd, kan de factor tien niet rechtstreeks vertaald worden naar de praktijk. Dit kan in de praktijk een andere factor zijn.

Een kritisch punt op deze conclusie is dat de positie van het trillen niet is opgenomen in de werkwijze. Het trilblok is hierbij niet bij iedere beproeving op exact dezelfde plek op de PVC pijp gemonteerd. Daarnaast geldt dat alleen na 72 uur uitharden gezegd kan worden dat een verhoging in doorlatendheid optreedt. Voor elk ander willekeurig moment in het uithardingsproces of na het uitharden kan niks gezegd worden over de invloed van trillingen op de doorlatendheid. Tijdens de beproevingen zijn waarden als de zakking, watertemperatuur en doorstroomtijd gemeten waarbij een meetfout opgetreden kan zijn. Aangezien de beproevingen waar getrild is tijdens injectie en kiptijd onbetrouwbaar is, heeft de meetfout betrekking op de beproeving waar getrild is na uitharding. Hierbij is een meetfout aangehouden van 3 mm op de zakking, 5 seconden op de doorstroomtijd en 1 graad Celsius op de watertemperatuur. Deze meetfout is bepaald aan de hand van de meetmethode. Hierdoor kan de berekende doorlatendheid tot maximaal 4% afwijken als gevolg van een meetfout van de zakking, maximaal 3% als gevolg van een meetfout van de doorstroomtijd en maximaal 3% als gevolg van een meetfout van de watertemperatuur.

Hoe beïnvloedt de injectiedruk de doorlatendheid van een waterglasinjectie?

De injectiedruk kan de werking en daarmee ook de doorlatendheid van een WGI beïnvloeden. Uit de resultaten is gebleken dat bij een verhoging van het injectiedebiet naar 8 l/min waarbij de gemiddelde druk ongeveer 1 bar bedroeg, fracturing is opgetreden. Van de drie beproefde debieten is de doorlatendheid bij deze beproeving meer dan twee keer zo hoog als bij de beproeving met 5 l/min waarbij de doorlatendheid het laagste was. Ook waren er in de injectielaag ruimtes ontstaan zonder waterglas en lag de injectielaag over het gehele oppervlak 50 tot 100 mm hoger. Een bepaalde verhoging van de injectiedruk als gevolg van een verhoging van het injectiedebiet heeft als gevolg dat tijdens injectie de grond dusdanig overspannen raakt dat de injectievloeistof het zand wegdukt. Hierdoor ontstaan ruimtes in het zandpakket waarbinnen geen menging tussen het zandpakket en de injectievloeistof heeft plaatsgevonden. Het gevolg hiervan is dat de laagdikte, door deze ruimtes, groter wordt.

Een kritisch punt op deze conclusie is dat de proefbak en injectielaag verschaald is. De verkregen waarden van de injectiedruk zullen in de praktijk afwijken. Er is aangetoond dat fracturing optreedt als geïnjecteerd wordt met een bepaalde injectiedruk. Er kan niet gezegd worden vanaf welke injectiedruk fracturing plaatsvindt. Hierdoor is de voorwaarde volgens Regel 1 niet toepasbaar op de gebruikte proefbak. De vuistregel geldt dus niet voor elke (verschaalde) proefopstelling. Daarnaast is de verdichtingsgraad van belang. Deze is niet bij elke beproeving even groot geweest terwijl dit wel de invloed heeft op de verkregen injectiedruk en het wel of niet optreden van fracturing. Ook hieruit blijkt dat de verkregen waarden niet rechtstreeks gelden voor de praktijk. Tijdens de beproevingen zijn waarden als de zakking, watertemperatuur en doorstroomtijd gemeten waarbij een meetfout opgetreden kan zijn. Hierbij is een meetfout aangehouden van 3 mm op de zakking, 1 minuut op de doorstroomtijd en 1 graad Celsius op de watertemperatuur. Deze meetfout is bepaald aan de hand van de meetmethode. Hierdoor kan de berekende doorlatendheid tot maximaal 6% afwijken als gevolg van een meetfout van de zakking, maximaal 5% als gevolg van een meetfout van de doorstroomtijd en maximaal 3% als gevolg van een meetfout van de watertemperatuur.

7.3. Conclusies: beantwoording hoofdvraag

In hoeverre kunnen omgevingstrillingen en injectiedruk de doorlatendheid van een waterglasinjectie in bouwputbodems beïnvloeden en is er een mogelijkheid deze beïnvloedingen te beperken?

Uit de resultaten van het onderzoek is gebleken dat trillingen na uitharden (72 uur) en de injectiedruk invloed hebben op de doorlatendheid van een waterglasinjectie. Een bepaalde verhoging van de injectiedruk als gevolg van een hogere injectiedebiet leidt tot fracturing. De doorlatendheid van de injectielaag wordt hierbij hoger. Trillingen die optreden na het uitharden (72 uur) van de injectielaag zorgen voor een verhoging van de doorlatendheid. Voor trillingen die optreden tijdens injectie of tijdens de kiptijd kan niet gezegd worden welke invloed dit heeft op de doorlatendheid gezien het resultaat. De beïnvloedingen ontstaan door de injectiedruk zijn te beperken door de injectiedruk tijdens injectie te monitoren. Door deze registratie kan worden ingegrepen en eventueel een controleerbare aanpassing worden doorgevoerd bij een volgend project indien de injectielaag niet het gewenste resultaat behaalt. Gezien het feit dat de beproevingen verschaald zijn uitgevoerd is niet te zeggen vanaf welke druk fracturing, en dus ook een verhoging van de doorlatendheid in de praktijk optreedt. De beïnvloedingen ontstaan door trillingen na uitharden (72 uur) kunnen beperkt worden door een werkvolgorde te hanteren waarbij na 72 uur uitharden niet getrild wordt. De beïnvloedingen ontstaan door trillingen op een ander moment tijdens uitharden kan aan de hand van dit onderzoek niks over worden gezegd.

7.4. Aanbevelingen

Op basis van het onderzoek komen de volgende aanbevelingen naar voren:

- Om het totaal aantal uitgevoerde WGI projecten in Nederland in kaart te kunnen brengen en verbanden hiertussen te leggen is diepgaander onderzoek benodigd. Dit komt doordat bedrijven (nog) niet alle projecten gearhiveerd hebben waardoor het tijd vergt deze gegevens te verkrijgen.
- Om de invloed van trillingen op de doorlatendheid van de injectielaag tijdens uitharden te bepalen is het aan te bevelen om op meerdere momenten in het uitharden te trillen. Aan de hand van dit onderzoek is alleen te bepalen dat na 72 uur uitharden trillingen een invloed hebben op de doorlatendheid. In het vervolgonderzoek dienen meerdere beproevingen uitgevoerd te worden met verschillende frequenties en amplitude. Hierin dienen laagfrequente en hoogfrequente frequenties te worden gekozen.
- Indien een waterglasinjectie met een zo laag mogelijke doorlatendheid verkregen moet worden is injecteren volgens de permeation grouting techniek aan te bevelen. Er is aangetoond dat de doorlatendheid bij fracturing hoger wordt. Het onderzoek heeft uitgewezen dat de compactheid van de laag, oftewel de aanwezigheid van ruimten waarbinnen geen menging heeft plaatsgevonden met het zand en de injectievloeistof, van invloed is.
- Uitgaande de beïnvloeding van de injectiedruk op de doorlatendheid is het aan te bevelen om op werkelijke schaal een proefkuip met dezelfde condities als in de beproevingen in dit onderzoek te maken en hierin beproevingen uit te voeren. Door stap voor stap een hogere injectiedebiet te beproeven en bijbehorende injectiedrukken te registreren, kan bepaald worden bij welke injectiedruk en injectiedebiet fracturing optreedt.

Referenties

- Admiraal, B. (2004, Maart 30). *Symposium lekmanagement*. Opgehaald van Geo Net:
<http://www.geonet.nl/upload/documents/dossiers/metenenmonitoring/lekmanagement/admiraal.doc.pdf>
- Admiraal, B. (2004, Maart 30). *Symposium lekmanagement*. Opgehaald van Geo Net:
<http://www.geonet.nl>
- Athanasopoulos, G. A., Pelekis, P. C., & Anagnostopoulos, G. A. (2000). Effect of soil stiffness in the attenuation of Rayleigh-wave motions from field measurements. In *Soil Dynamics and Earthquake Engineering Volume 19 Issue 4* (pp. 277-288). Patras, Greece: Elsevier.
Opgeroepen op Februari 19, 2017, van www.sciencedirect.com
- Athanasopoulos, G., & Pelekis, P. (2000). Ground vibrations from sheetpile driving in urban environment: measurements, analysis and effects on buildings and occupants. In *Soil Dynamics and Earthquake Engineering Volume 19 Issue 5* (pp. 371-387). Patras, Greece: Elsevier. Opgeroepen op Februari 9, 2017, van www.sciencedirect.com
- Azzouzi, S. (2003). *Intrillen van stalen damwanden in niet-cohesieve gronden*. Faculteit der Civiele Techniek en Geowetenschappen. Delft: TU Delft. Opgeroepen op Februari 28, 2017, van <https://www.cob.nl>
- Cur 166. (2008). *Damwandconstructies*. Gouda: SBRCURnet. Opgeroepen op Februari 17, 2017, van <https://www.sbrcur.net>
- Kay, M. (2008). *Practical Hydraulics* (Second Edition ed.). Abingdon: Taylor & Francis. Opgeroepen op Februari 23, 2017
- Kolymbas, D. (2005, Januari). *Tunneling and tunnel mechanics: A rational approach to tunneling*. Opgehaald van Springer Link: <http://link.springer.com/book/10.1007/3-540-28500-8>
- Koopmans, J., & Eekhout, F. v. (2003, December). Onderzoek naar trillingen in de bodem met behulp van Eindige Elementen Methode. *Geluid*(5), 5. Opgeroepen op Februari 2017, van www.peutz.nl
- Kutzner, C. (1996). *Grouting of Rock and Soil*. Opgeroepen op februari 2017
- Moura, M., Pereboom, D., & Van der Zon, W. (1998). *Grondverbeteringstechnieken door middel van injectie*. Opgehaald van Kenniscentrum voor ondergronds bouwen en ondergronds ruimtegebruik:
<http://www.cob.nl/nc/kennisbank/webshop/artikel/grondverbeteringstechnieken-door-middel-van-injectie.html>
- Moura, M., Pereboom, D., & Van der Zon, W. (1998). *Grondverbeteringstechnieken door middel van injectie*. Opgehaald van Kenniscentrum voor ondergronds bouwen en ondergronds ruimtegebruik: <http://www.cob.nl>
- NEN-EN-5123. (2002). *Geotechniek - Laboratoriumbepaling van de waterdoorlatendheid van grond met behulp van de "Constant-Head" methode*. Geotechniek. Delft: Nederlands Normalisatie-instituut. Opgeroepen op Februari 14, 2017, van <https://www.nen.nl>

NEN-EN-5124. (2013). *Laboratoriumbepaling van de doorlatendheid van grond met behulp van de falling-head-methode.*

Tawfiq, K., & Abichou, T. (2003). *Effect of Vibration on Concrete Strenght During Foundation Construction*. Florida Department of Transportation, Department of Civil and Environmental Engineering. Tallahassee: Florida A&M University - Florida State University. Opgeroepen op Februari 13, 2017, van <http://www.fdot.gov>

Tissink, A. (2013). Lees goed de bijsluiter bij bodeminjectie. *Cobouw*, 2.

Van der Stoel. (2006, November 2). *Grouten bij funderingen*. Opgehaald van Joostdevree: http://www.joostdevree.nl/bouwkunde2/jpgc/compenserend_grouten_3_cobcurdagnov2006_almer_van_der_stoel_www_cruxbv_nl.pdf

Van der Stoel. (2013). Waterremmende bodeminjectie: Volwassen techniek met gebruiksaanwijzing. *Geotechniek*, 6.

Van der Stoel, A. (2001). *Grouting for pile foundation improvement*. Delft: Delft University Press. Opgeroepen op november 2016

Woods, R. D. (1997). *Dynamic Effects of Pile Installation on Adjacent Structures*. University of Michigan. Washington D.C.: National Academy press. Opgeroepen op Februari 13, 2017, van <https://ntrl.ntis.gov>



Bijlagen

Bijlage A:	Invulgegevens projectenoverzicht waterglasinjecties
Bijlage B:	Proefopstelling omgevingstrillingen
Bijlage C:	Proefopstelling injectiedruk
Bijlage D:	Projectenoverzicht waterglasinjecties
Bijlage E:	Beproevingen omgevingstrillingen
Bijlage F:	Gegevens gebruikt zand
Bijlage G:	Beproeving 1
Bijlage H:	Beproeving 2
Bijlage I:	beproeving 3
Bijlage J:	Beproeving 4
Bijlage K:	Beproeving 5



BIJLAGE A: INVULSHEET PROJECTENOVERZICHT WATERGLASINJECTIE

Behorend bij onderzoek:
Horizontale bodemafluiting doormiddel van waterglasinjectie

CRUX Engineering B.V.
B&P Bodeminjectie

Robin Gerssen
Edward van de Werfhorst
Status
Versie
Printdatum

S1067036
S1074510
Definitief
02-03-2017
2-6-2017





Inhoud

Invulsheet	2
------------------	---

Uitleg Celkleuren

In te vullen Cel

Dropdown menu

Niet invullen

	Vragen tbv Basis gegevens										
Vraag:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Project nr:	Wat is de projectnaam:	Wat is de projectlocatie:	Wat is het jaar van uitvoering:	Wat is de maand van uitvoering:	Wat is de afmeting van de bouwkuip:	Wat is het gehanteerde raster patroon:	Op welke wijze zijn de injectie punten aangebracht:	Wat was het berekende lekdebiet:	Wat was het werkelijke lekdebiet [m ³ /h]:	Wat is de gehanteerde werkvolgorde:	Hoe zou u het project resultaat classificeren:
Uitleg/eenheden	[-]	[-]	[-]	[-]	[m ²]	zie keuzes dropdown menu	zie keuzes dropdown menu	[m ³ /h]	[m ³ /h]	zie keuzes dropdown menu	zie keuzes dropdown menu
Voorbeeld project	ABC	Zwolle	2017	Januari	2500	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Holle avegaar	10	9	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Zeer goed
Project 1											
Project 2											
Project 3											
Project 4											
Project 5											

	Specifieke project gegevens										
Vraag:	1	2	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Project nr:	Wat is de projectnaam:	Wat is de projectlocatie:	Wat is de injectielaag diepte	Wat is de Beoogde basis dikte van de injectielaag:	Wat is de damwanddiepte:	Welke grondopbouw had de te injecteren grond:	Wat is de hoeveelheid geïnjecteerde vloeistof totaal	Wat is de hoeveelheid geïnjecteerde vloeistof per primaire bol	Wat is de hoeveelheid geïnjecteerde vloeistof per secundaire bol	Wat was het type (dam)wand waarop aangesloten werd:	Wat is het porie volume van de geïnjecteerde grond:
Uitleg/eenheden	[-]	[-]	[M - maaiveld]	[m ¹]	[m ¹]	Indien mogelijk foto kopie/PDF toevoegen	[m ³]	[L]	[L]		[%/0.x]
Voorbeeld project	ABC	Zwolle	15	1	16		3000	400	600	Az28	40
Project 1											
Project 2											
Project 3											
Project 4											
Project 5											

Vraag:	1	2	21	22	23	24	25
Project nr:	Wat is de projectnaam:	Wat is de projectlocatie:	Wat is de toegepaste injectietechniek:	Wat was de gemiddelde injectiedruk tijdens injectie	Welk mengsel is toegepast:	Wat is de gemiddelde verhouding van het mengsel	Wat is de kiptijd van het toegepaste mengsel:
Uitleg/eenheden	[-]	[-]	Permeation Golffront	[Bar] indien andere eenheid vermeld deze	Type waterglas en harder?	water 88%, waterglas 10%, harder 2%	[min]
Voorbeeld project	ABC	Zwolle	Permeation	5	Monosol en condabts	85-12-3	25
Project 1							
Project 2							
Project 3							
Project 4							
Project 5							

BIJLAGE B: PROEFOPSTELLING OMGEVINGSTRILLINGEN

Behorend bij onderzoek:
Horizontale bodemafluiting doormiddel van waterglasinjectie

CRUX Engineering B.V.
B&P Bodeminjectie

Robin Gerssen
Edward van de Werfhorst
Status
Versie
Printdatum

S1067036
S1074510
Definitief
12-05-2017
2-6-2017



Inhoud

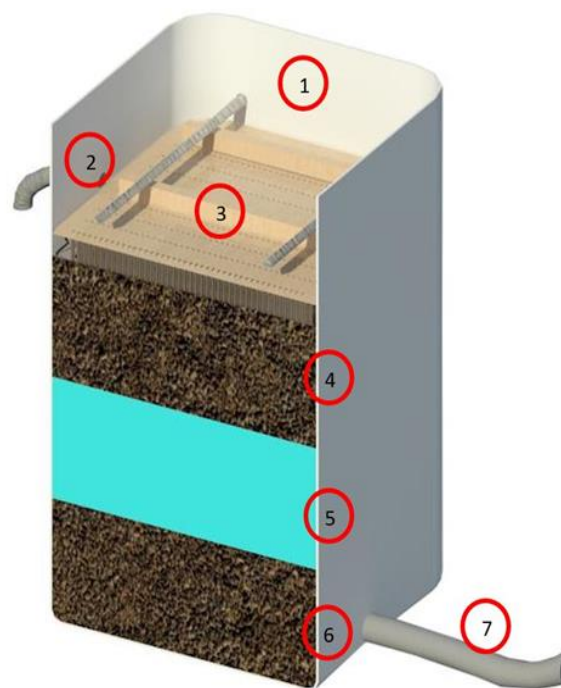
Algemeen.....	3
Benodigdheden per beproeving.....	3
Benodigdheden doorlatendheidsproef.....	4
Werkwijze.....	4
Nulmeting.....	5
Hypothese	5

Algemeen

Figuur 1 geeft de opstelling van de proef weer. De nummers geven de onderdelen van de proef weer. De betekenis is als volgt:

1. Jerrycan
2. Uitstroomopening
3. Geperforeerde deksel(grond tegenhouden)
4. Bovenlaag zand
5. Gemengde laag zand + waterglas
6. Onderlaag zand
7. Watertoevoer vanuit drukkak

In onderstaand overzicht zijn de benodigdheden voor de beproeving en doorlatendheidsproef genoemd. Onder het kopje 'werkwijze' wordt kort en bondig de stappen genoemd die achtereenvolgens worden uitgevoerd om de beproevingen te kunnen uitvoeren. De werkwijze van de nulmeting is als laatst beschreven.



Figuur 1: Proefopstelling beproeving omgevingstrillingen

Benodigdheden per beproeving

- Jerrycan met een inhoud 20 – 30 liter;
- Trilbron;
- Injectievloeistof 2,70 liter totaal, waarvan:
 - o 2,27 liter water (84%)
 - o 0,36 liter waterglas (13,5%)
 - o 0,07 liter harder (2,5%)
- Injecteerbaar zand met poriegehalte van 35%;
- Stopwatch;
- Trilling meter

Bepaal poriegehalte zand en doorsnede oppervlak jerrycan. Bereken met deze gegevens en een laagdikte van 10 cm de hoeveelheid benodigde waterglasmengsel. Reken voor de monsternamen 0,25l.

Waterglasmengsel en zand één dag in dezelfde ruimte laten acclimatiseren om gelijke temperatuur te krijgen.

Benodigheden doorlatendheidsproef

- Drukbak;
- Verbindingsstuk voor tussen injectiebak en drukkak;
- Water voor in de drukkak;
- Grondmonster met waterglas om de k-waarde te bepalen.

Werkwijze

- Breng een laag van 10 cm zand aan in de jerrycan en verdicht deze (glad afwerken);
- Voeg water toe, totdat het zand verzadigd is;
- Breng een laag zand vermengd met het waterglasmengsel aan van 10 cm dikte (een gedeelte waterglasmengsel apart houden om kiptijd te noteren);
- Breng een laag van 10 cm zand aan en verdicht deze;
- Voeg opnieuw water toe tot het proefstuk verzadigd is (Let op: werk snel i.v.m. trilmoment);
- Afhankelijk van beproeving schakel trilmotor in met vermelde frequentie en tijdsduur. zie tabel 1;
- Laat het monster 72 uur uitharden;
- Start beproeving waterdoorlatendheid door drukkak te vullen met water en aan te sluiten op het proefstuk;
- Laat het monster 20 minuten doorstromen alvorens het debiet drie maal te meten met intervallen van 20 minuten (registreer het debiet en tijd met een nauwkeurigheid van 15 ml en 10 seconden);
- Herhaal het debietmeten na 23 uur opnieuw;
- Registreer bij elke debietmeting de watertemperatuur in de drukkak en het opgevangen debiet. Let op, als het debiet (l/h) meer dan 10% afwijkt tussen de metingen moet de meting opnieuw uitgevoerd worden (NEN-EN-5124, 2003);
- Als aan bovenstaande voldaan wordt is de bepaling van de doorlatendheid geslaagd. Indien dit zo is, kan de bak worden klaargemaakt voor de volgende proef;
- Herhaal voor de andere trilproeven alle bovengenoemde stappen.

Tijdsduur en frequentie omgevingstrillingen				
			Lage frequentie	Hoge frequentie
	Start trillingen	Tijdsduur trillingen	Frequentie in Hz	Frequentie in Hz
Tijdens aanbrengen	Binnen 5-10 minuten na mengen	192 Min (3:12 h:m)	25	40
Tijdens kiptijd	5 minuten voor kippen	192 Min (3:12 h:m)	25	40
Na uitharden	Na 72 uur	192 Min (3:12 h:m)	25	40

Tabel 1: Frequentie en trilmoment beproeving omgevingstrillingen



Nulmeting

De opstelling van de nulmeting is conform opstelling van de trilproef welke is weergegeven in Figuur 1. Voor uitvoering volg onderstaande stappen:

- Breng een laag van 10 cm zand aan in de jerrycan en verdicht deze (glad afwerken);
- Voeg water toe, totdat het zand verzadigd is;
- Breng een laag zand vermengd met het waterglasmengsel aan van 10 cm dikte;
- Breng een laag van 10 cm zand aan en verdicht deze;
- Voeg opnieuw water toe tot het proefstuk verzadigd is;
- Laat 72 uur uitharden en bepaal vervolgens de doorlatendheid.

Hypothese

De verwachting is dat bij omgevingstrillingen de waterdoorlatendheid groter wordt omdat er kleine tot grote scheuren kunnen ontstaan in de injectielaag.

BIJLAGE C: PROEFOPSTELLING INJECTIEDRUK

Behorend bij onderzoek:
Horizontale bodemafluiting doormiddel van waterglasinjectie

CRUX Engineering B.V.
B&P Bodeminjectie

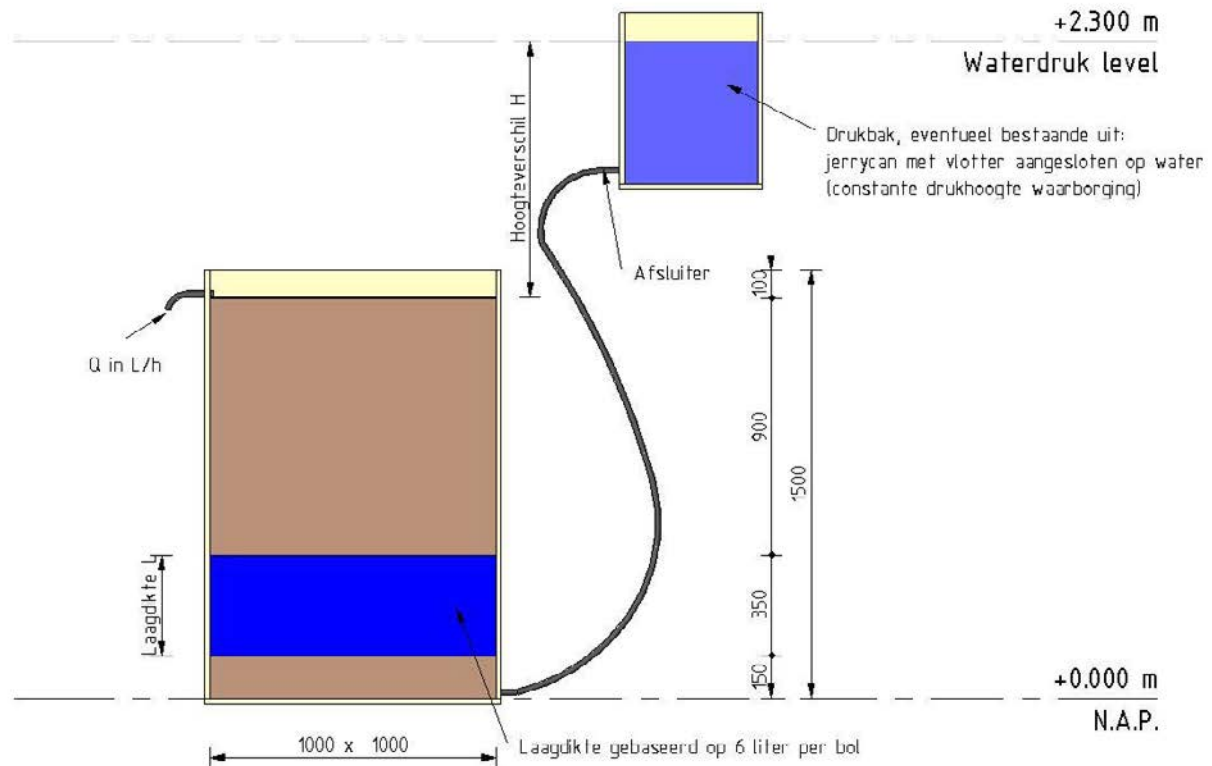
Robin Gerssen
Edward van de Werfhorst
Status
Versie
Printdatum

S1067036
S1074510
Definitief
12-05-2017
2-6-2017



Inhoud

Algemeen.....	3
Benodigdheden per beproeving.....	3
Benodigdheden doorlatendheidsproef.....	4
Werkwijze.....	4
Hypothese:	5
Technische tekeningen proefopstelling	5



Figuur 1: Proefopstelling beproeving injectiedruk

Algemeen

Figuur 1 geeft de opstelling weer van de totale proef, dus inclusief de doorlatendheidsproef die aan het einde wordt uitgevoerd. In onderstaand overzicht zijn de benodigheden genoemd per beproeving, gesplitst voor de injectieproef en doorlatendheidsproef. De totale proef wordt in totaal vijf keer uitgevoerd. Onder het kopje 'werkwijze' wordt kort en bondig de stappen genoemd die achtereenvolgens worden uitgevoerd om de beproevingen te kunnen uitvoeren.

Benodigheden per beproeving

- Rechtopstaande bak (1,25x1,25x2.5m) om in te injecteren;
- Computer voor regeling debiet (en druk);
- Peristaltische pomp als injectiepomp;
- Injectieslangen 30 stuks;
- Injectiepuntjes 30 stuks;
- Injecteerbaar zand met poriegehalte van 35%;
- Injectievloeistof 180 liter totaal per beproeving, waarvan:
 - 151,2 liter water;
 - 24,3 liter waterglas;
 - 4,5 liter harder (triacetin).

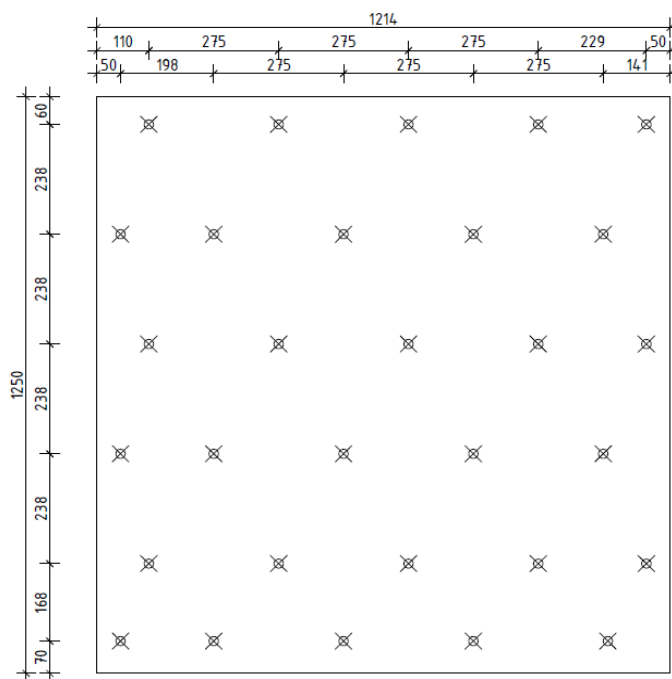
Benodigheden doorlatendheidsproef

- Drukbak;
- Verbindingsstuk tussen injectiebak en druibak;
- Water voor in de druibak;
- Geïnjecteerd grondmonster om de k-waarde te bepalen.

Tijdens het injecteren wordt een vast patroon aangehouden welke is weergegeven in Figuur 1. Hierbij is elk hoekpunt een injectiepunt. Per injectiepunt wordt er één injectiebol gevormd. Op basis van Figuur 2 worden dus 30 injectiepunten geplaatst en dus ook 30 bolletjes gevormd.

Werkwijze

- Breng een laag van 52 cm zand aan en verzadig deze;
- Zet de injectiepunten uit volgens vastgesteld injectiepatroon.
- Vul aan met zand en laat de slangen plat naar de zijkanten lopen zodat ruimte ontstaat om een bigbag erop te plaatsen;
- Breng bovenbelasting aan doormiddel van bigbags gevuld met zand;
- Breng water aan totdat het zandpakket verzadigd is;
- Stel de injectiepomp af op vooraf bepaald debiet en aantal liters per bol;
- Injecteer het grondpakket volgens dambordmethode;
- Na voltooiing van injectie, laat het geheel 72 uur uitharden;
- Start beproeving waterdoorlatendheid door druibak te vullen met water en aan te sluiten op het proefstuk;
- Laat het monster 20 minuten doorstromen alvorens het debiet drie maal te meten met intervallen van 20 minuten (registreer het debiet en tijd met een nauwkeurigheid 15 ml en 10 seconden);
- Registreer bij elke debietmeting de watertemperatuur in de druibak en het opgevangen debiet. Let op, als het debiet (l/h) meer dan 10% afwijkt tussen de metingen moet de meting opnieuw uitgevoerd worden (NEN-EN-5123, 2002);
- Als aan bovenstaande voldaan wordt is de bepaling van de doorlatendheid geslaagd. Indien dit zo is, kan de bak worden klaargemaakt voor de volgende proef;
- Herhaal voor de andere debieten alle bovengenoemde stappen.

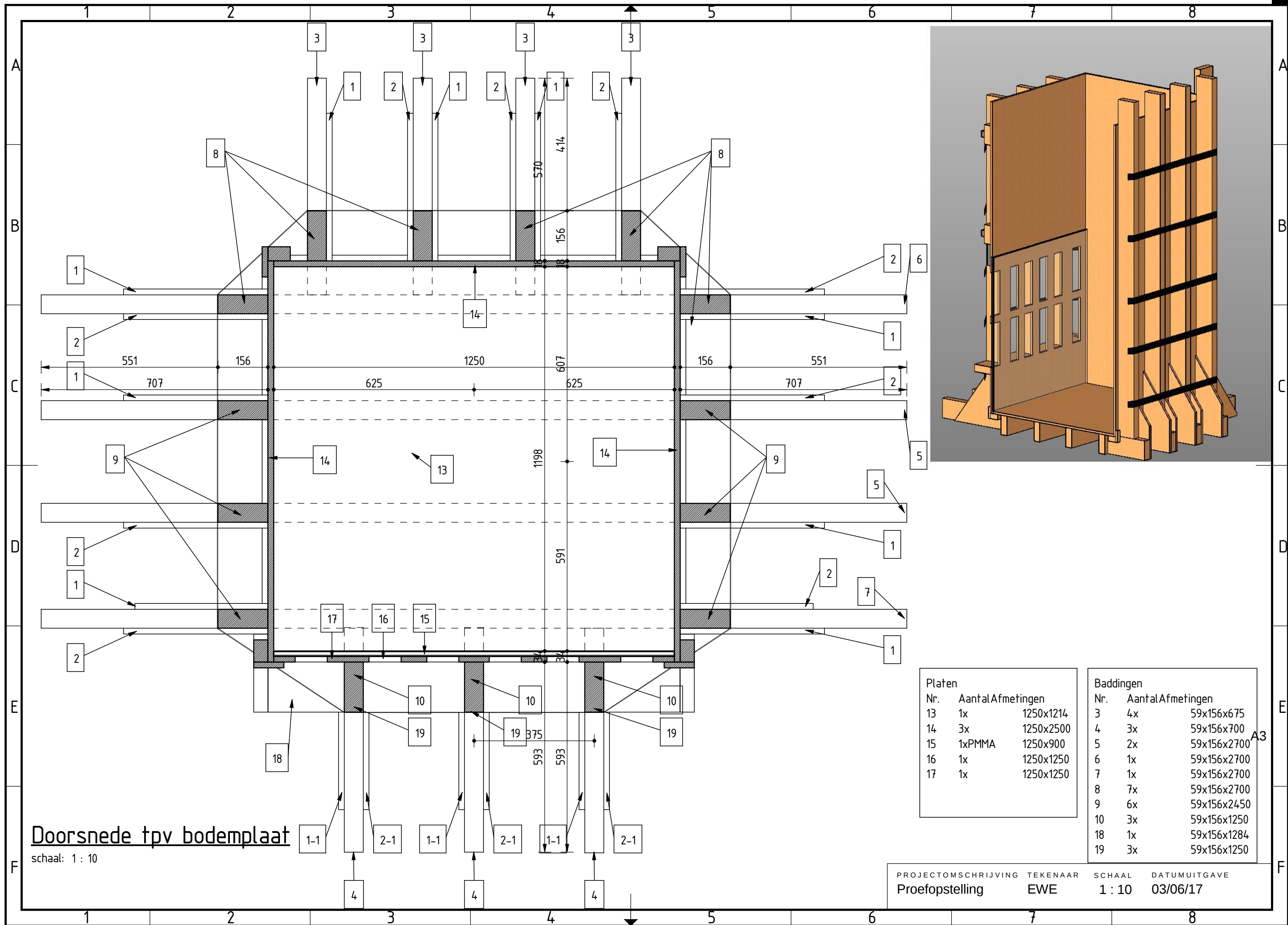


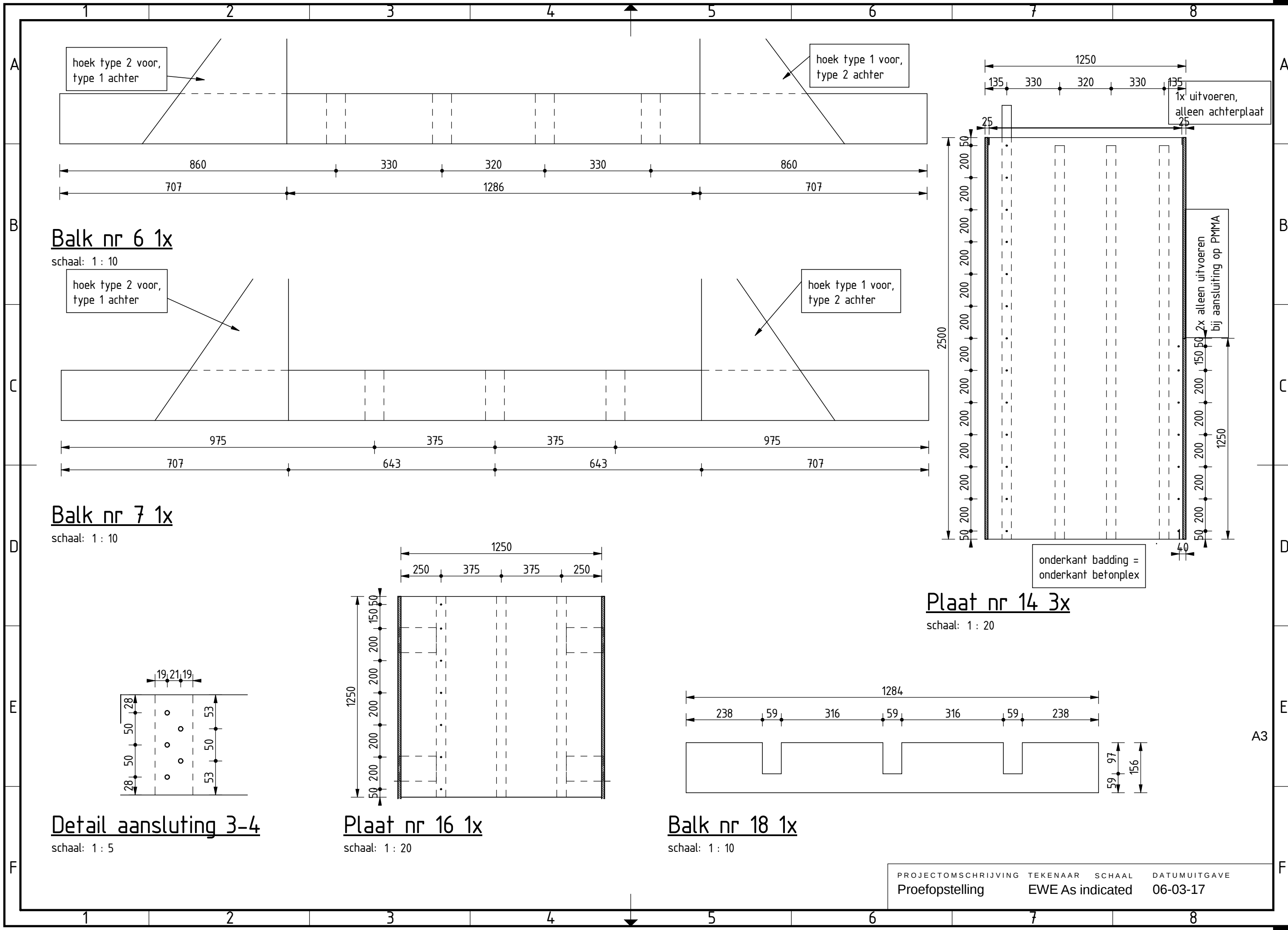
Figuur 2: Injectiepatroon



Hypothese:

De verwachting is dat bij een hogere druk en dus ook een groter debiet de korrelstructuur van het te injecteren grondmonster kan worden aangetast. Bij toenemende druk verandert de functie van het injecteerproces van porievullend naar grondscheurend. Dit betekent dat bij een bepaalde druk een minder hechte laag wordt gecreëerd waardoor dus de verwacht wordt dat de doorlatendheid van de injectielaag groter wordt.





BIJLAGE D: PROJECTENOVERZICHT WATERGLASINJECTIE

Behorend bij onderzoek:
Horizontale bodemafluiting doormiddel van waterglasinjectie

CRUX Engineering B.V.
B&P Bodeminjectie

Robin Gerssen
Edward van de Werfhorst
Status
Versie
Printdatum

S1067036
S1074510
Definitief
31-05-2017
31-5-2017





Inhoud

Basis project gegevens	2
Specifieke project gegevens	2

Bijlage D: Projectenoverzicht waterglasinjectie											
Datum		31-5-2017									
		Basis project gegevens									
Vraag:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Project indicatie nr:	Wat is de projectnaam:	Wat is de projectlocatie:	Wat is het jaar van uitvoering:	Wat is de maand van uitvoering:	Wat is de afmeting van de bouwkuip:	Wat is het gehanteerde raster patroon:	Op welke wijze zijn de injectie punten aangebracht:	Wat was het berekende lekdebiet:	Wat was het werkelijke lekdebiet [m3/h]:	Wat is de gehanteerde werkvolgorde:	Hoe zou u het project resultaat classificeren:
Uitleg/eenheden	[-]	[-]	[-]	[-]	[m2]	zie keuzes dropdown menu	zie keuzes dropdown menu	[m3/h]	[m3/h]	zie keuzes dropdown menu	zie keuzes dropdown menu
Project 1	Opslagtank	Schoonrewoerd	2002		162	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		1.5	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 2	Ontruiming bom	Vinkeveen	2003		Onbekend	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Anders		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 3	Afslag Nootdorp	Leidschenveen	2003		Onbekend	Driehoek 0.8x0.8x0.8m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 4	Parkeer garage	Utrecht	2004		1515	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		4.0	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 5	De Kwakel	Onbekend	2004		176	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Anders		1.4	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 6	Onbekend	Nieuw-Vennep	2005		296	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		3.0	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 7	Bergbezink bassin	Wijchen	2005	Onbekend		Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		4.0	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 8	Bergbezink bassin	Wageningen	2005		590	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		1.5	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 9	Aurelia Spoorstraat	Nieuw-Vennep	2005		296	Driehoek 0.8x0.8x0.8m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 10	Rozenlaan	Uithoorn	2005		176	Driehoek 0.8x0.8x0.8m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 11	Kelder villa	Blaricum	2006		760	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		2.0	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 12	Bergbezink bassin	Velp	2006		3200	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		4.0	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 13	Bergbezink bassin	Zaltbommel	2006		875	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		1.5	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 14	Kelder appartementen	Driebergen	2006		400	Driehoek 0.8x0.8x0.8m	Damwandplank		1.0	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 15	Multifunctionele Accommodatie	Velp	2006		330	Driehoek 0.8x0.8x0.8m	Damwandplank		3.0	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 16	Kelder appartementen	Oud-Loosdrecht	2007		275	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		3.0	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 17	Bergbezink bassin	Wageningen	2007		1400	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		3.0	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 18	Kelder villa	Werkhoven	2007		800	Driehoek 0.8x0.8x0.8m	Damwandplank		1.6	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 19	Kelder Hotel	Gilze	2007		2000	Driehoek 0.8x0.8x0.8m	Anders		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Zeer slecht
Project 20	Parkeer garage	s Graveland	2007		1450	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		5.0	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 21	Parkeer garage	Beuningen	2007		2550	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Voldoende
Project 22	De Heister	Bemmel	2007		300	Driehoek 0.8x0.8x0.8m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 23	Kelder verpleeghuis	Dongen	2008		1089	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Anders		5.0	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 24	Kelder villa	Blaricum	2008		440	Driehoek 0.8x0.8x0.8m	Damwandplank		3.0	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 25	Parkeer garage	Zevenaar	2008		2600	Driehoek 0.8x0.8x0.8m	Anders		3.5	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 26	Bergbezink bassin	Bemmel	2008		300	Driehoek 0.8x0.8x0.8m	Damwandplank		2.5	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 27	Parkeer garage	Kamperland	2008		4200	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		7.0	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 28	Parkeer garage	Veenendaal	2008		3000	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		5.0	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 29	Parkeer garage	Cuijk	2008		3550	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		4.0	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Zeer goed
Project 30	Noordereinde	s Graveland	2008		1450	Driehoek 0.8x0.8x0.8m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 31	Blauwkapweg	Utrecht	2008		90	Driehoek 0.8x0.8x0.8m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 32	Opslagtank	Bodegraven	2009		88	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Holle avegaar		Geen	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Zeer goed
Project 33	Energieweg	Nijmegen	2009		84	Driehoek 0.8x0.8x0.8m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 34	Bouwkuip appartementencomplex	Nieuwkoop	2009		1800	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			5.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 35	Bouwkuip ondergrondse parkeergarage	Uft	2009		2527	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			3.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 36	Opslagtank	Tiel	2010		745	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		2.0	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 37	Parkeer garage	Zeist	2010		1600	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Holle avegaar		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 38	Station lunetten	Utrecht	2010		2510	Driehoek 0.8x0.8x0.8m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 39	Zuiderstraat	Haarlem	2010		650	Driehoek 0.8x0.8x0.8m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 40	2 bouwkuipen voor onderdoorgang Twentekanaal	Bornebroek	2010		550	Driehoek 1.2x1.2x1.2m			3.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 41	Uitbreiding villa	Bergen	2010		400	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			2.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 42	Bouwkuip voor appartementencomplex	Nieuwkoop	2010		1200	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			1.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 43	2 bouwkuipen voor standskantoor utrecht	Utrecht	2010		1360	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			4.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 44	2 injectielagen, een bouwkuip en onder bestaande fundering	Oosterhout	2010		100	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			1.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 45	Aanbouw woning	Hengelo	2010		390	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			4.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 46	Archeologisch onderzoek biddingweg voorafgaand aan bouw N3	Swifterband	2010		6800	Driehoek 1.2x1.2x1.2m			8.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 47	Bouwkuip voor appartementencomplex	Wijk bij Duurstede	2010		400	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			1.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 48	Bouwkuip voor liftput	Nieuwegein	2010		150	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			1.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 49	Nieuwbouw Villa	Blaricum	2010		815	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			5.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 50	Bouwkuip nieuwbouw	Alphen a/d Rijn	2010		3100	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			8.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 51	Bouwkuip te Breukelen	Breukelen	2010		1100	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			3.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 52	Bouwkuip voor woonhuis	Bergen	2010		600	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			3.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 53	Bouwkuip voor appartementencomplex	Vleuten	2010		1200	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			5.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 54	Bouwkuip voor stadskantoor	Utrecht	2010		3300	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			4.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 55	Bouwkuip voor winkels en appartementen	Zwolle	2010		995	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			5.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 56	2 bouwkuipen voor onderdoorgang	Kapelle	2010		800	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			3.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 57	bouwkuip uitbreiding KNMI	De Bilt	2010		180	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			0.5	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 58	Bouwkuip voor Diakonessehuis	Utrecht	2010		3300	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			4.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 59	Bouwkuip	Koudekerke	2010		690	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			2.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 60	Rioolwaterzuiveringsinstallatie	Nederhorst den Berg	2011		2600	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		6.0	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 61	Middenweg	Soest	2011		65	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 62	Maatweg	Soest	2011		106	Driehoek 0.8x0.8x0.8m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 63	Dwarsweg	Ede	2011		161	Driehoek 0.8x0.8x0.8m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 64	Platteweg	Reeuwijk	2011		171	Driehoek 0.8x0.8x0.8m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 65	V/d Valk Hotel	Nieuwerkerk a/d IJssel	2011		560	Driehoek 0.8x0.8x0.8m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 66	Bouwkuip voor nieuwbouw	Haarlem	2011		510	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			6.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed

Bijlage D: Projectenoverzicht waterglasinjectie											
Datum 31-5-2017											
Basis project gegevens											
Vraag:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Project indicatie nr:	Wat is de projectnaam:	Wat is de projectlocatie:	Wat is het jaar van uitvoering:	Wat is de maand van uitvoering:	Wat is de afmeting van de bouwkuip:	Wat is het gehanteerde raster patroon:	Op welke wijze zijn de injectie punten aangebracht:	Wat was het berekende lekdebiet:	Wat was het werkelijke lekdebiet [m3/h]:	Wat is de gehanteerde werkvolgorde:	Hoe zou u het project resultaat classificeren:
Uitleg/eenheden	[-]	[-]	[-]	[-]	[m2]	zie keuzes dropdown menu	zie keuzes dropdown menu	[m3/h]	[m3/h]	zie keuzes dropdown menu	zie keuzes dropdown menu
Project 67	Bouwkuip voor nieuwbouw stadhuis	Weert	2011		6732	Driehoek 1.2x1.2x1.2m			11.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 68	2 bouwkuipen voor Parkeergarage en hotel	Amsterdam	2011		2950	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			8.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 69	Bouwkuip voor nieuwbouw appartementencomplex	Cadzand	2011		768	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			2.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 70	14 bouwkuipen voor brug Ewijk A50	Ewijk	2011		1540	Driehoek 0.9x0.9x0.9m		3 tot 6		Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 71	Bouwput voor Zwembad	Udenhout	2011		136	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			1.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 72	Diverse bouwkuip voor onderdoorgang Megensebaan te Oss	Oss	2011		6900	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			31.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Voldoende
Project 73	Bouwkuip voor nieuwbouw	Oosterhout	2011		560	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			4.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 74	Bouwkuip voor appartementencomplex	Utrecht	2011		3100	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			5.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 75	Bouwkuip voor Stadskantoor Utrecht	Utrecht	2011		300	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			1.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-tubexpalen-constructie	Goed
Project 76	Bouwput markt te Schagen	Schagen	2011		800	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			2.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 77	Bouwkuip voor nieuwbouw	Noordwijkerhout	2011		3000	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			3.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 78	Bouwkuip voor nieuwbouw	Valkenswaard	2011		550	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			4.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 79	Bouwkuip voor parkeergarage	Utrecht	2011		2200	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			2.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 80	Bouwkuip voor nieuwbouw lab Danone	Utrecht	2011		4200	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			5.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 81	Bouwkuip Onderdoogang Prorail	Rijssen	2011		2000	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			6.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 82	Diverse bouwkuipen	Oss	2011		14000	Driehoek 0.9x0.9x0.9m		3,25,28		Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Voldoende
Project 83	Bouwkuip voor nieuwbouw Amstelcampus Wiboutstraat	Amsterdam	2011		6800	Driehoek 1.4x1.4x1.4m			5.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 84	Bouwkuipen voor onderdoorgang en brug bij Zuidwillemsvaart	Rosmalen	2011		990	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			4.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 85	Bouwkuip voor onderdoorgang spoorzone	Helmond	2011		4000	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			14.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 86	Bouwkuip Kruisvaardersstraat	Tilburg	2011		300	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			3.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 87	Bouwkuipen voor Bergbezinkbassin	Utrecht	2011		1220	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			4.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 88	Bouwkuip voor appertementencomplex	Reeuwijk	2011		1600	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			1.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 89	Bouwkuip voor parkeergarage	Apeldoorn	2011		4270	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			55.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Voldoende
Project 90	ODG Veeneslagen	Rijssen	2011-2012	oktober/februari	1932	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	H-bint		2.5	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 91	Parkeer garage	Krommenie	2012		5400	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		4.5	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 92	Parkeer garage	Beugen	2012		1000	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		5.5	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 93	Parkeer garage	Nieuwegein	2012		2600	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		3.0	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Voldoende
Project 94	Graad van Roggeweg	Utrecht	2012		133	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 95	Zoetemeerslaan	Bleiswijk	2012		175	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 96	ODG Soestdijkseweg	Bilthoven	2012	Juni/juli/november	2048	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	H-bint	geen overschrijding		Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 97	Bergbezinkbassin	Utrecht	2012		600	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			2.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 98	Bergbezinkbassin	Utrecht	2012		800	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			1.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 99	Bouwkuipen voor nieuwbouw Forum Reeshof	Tilburg	2012		7015	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			16.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 100	bouwkuip nieuwbouw appartementen en winkels	Woudrichem	2012		2918	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			3.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 101	Bouwkuip voor parkeergarage Mijnsheerlijkheid	Kudelstaart	2012		1847	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			2.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 102	Bouwkuip Sportlaan	Zwolle	2012		188	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			4.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 103	Onderdoorgang snelverkeertunnel Bilthoven	Bilthoven	2012		400	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			5.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 104	Bouwkuip voor nieuwbouw woning	Groot-Ammers	2012		437	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			4.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 105	2 Bouwkuipen voor station Goes	Goes	2012		120	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			1.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 106	Bouwkuip voor nieuwbouw appartementen	Vught	2012		3570	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			6.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 107	Bouwkuip voor nieuwbouw woning	Moordrecht	2012		125	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			1.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 108	Bouwkuip voor nieuwbouw appartementen	Oosterhout	2012		1850	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			2.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 109	Bergbezinkbassin Croeselaan	Utrecht	2012		800	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			1.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 110	Onderdoorgang ProRail	Bilthoven	2012		600	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			5.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 111	Bouwkuip voor appertementencomplex	Helmond	2012		1170	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			1.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 112	Bergbezinkbassin Uraniumweg	Utrecht	2012		810	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			2.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 113	Bouwkuip voor Pompstation Shell	Deventer	2012		150	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			1.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 114	Bouwkuip voor nieuwbouw Villa Vermaat	Ijsselstein	2012		540	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			4.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 115	Bouwkuip voor tunnel Amstellaan	Deventer	2012		2037	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			12.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 116	Bouwkuip voor nieuwbouw appartementen	Tilburg	2012		2505	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			3.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 117	Bouwkuip voor winkels en appartementen	De Bilt	2012		1573	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			5.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 118	Riool	Utrecht	2013		2160	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		3.0	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 119	Parkeer garage	Utrecht	2013		3685	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		3.3	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 120	Inrit parkeergarage	Utrecht	2013		1150	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		3.0	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Zeer goed
Project 121	Stortkelder	Bleiswijk	2013		92	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Anders	Onbekend		Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Voldoende
Project 122	Villa	Breukeleveen	2013		138	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank	Onbekend		Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Voldoende
Project 123	ODG Bredeweg	Waddinxveen	2013	mei-augustus	1300	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	H-bint	geen overschrijding		Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 124	Bouwkuip voor nieuwbouw zorgcentrum te Naarden	Naarden	2013		1220	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			2.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 125	pompput riolering Kardinaal de Jong weg	Utrecht	2013		151	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			10.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 126	Bouwkuip voor nieuwbouw woonhuis	Heeze	2013		367	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			3.0	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 127	Onderdoorgang ProRail	Waddinxveen	2013		500	Driehoek 0.9x0.9x0.9m		Onbekend		Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 128	Bouwkuip	Ankeveen	2013		151	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			0.5	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 129	Bouwkuip	Reeuwijk	2013		321	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			0.5	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 130	Bergbezinkbassin Nijverheidskade	Utrecht	2013		445	Driehoek 0.9x0.9x0.9m		Onbekend		Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 131	Bergbezinkbassin Rijksweg	Rijen	2013		110	Driehoek 0.9x0.9x0.9m		Onbekend		Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed

Bijlage D: Projectenoverzicht waterglasinjectie											
Datum		31-5-2017									
		Basis project gegevens									
Vraag:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Project indicatie nr:	Wat is de projectnaam:	Wat is de projectlocatie:	Wat is het jaar van uitvoering:	Wat is de maand van uitvoering:	Wat is de afmeting van de bouwkuip:	Wat is het gehanteerde raster patroon:	Op welke wijze zijn de injectie punten aangebracht:	Wat was het berekende lekdebiet:	Wat was het werkelijke lekdebiet [m3/h]:	Wat is de gehanteerde werkvolgorde:	Hoe zou u het project resultaat classificeren:
Uitleg/eenheden	[-]	[-]	[-]	[-]	[m2]	zie keuzes dropdown menu	zie keuzes dropdown menu	[m3/h]	[m3/h]	zie keuzes dropdown menu	zie keuzes dropdown menu
Project 132	Poldergemaal	Woubrugge	2014		105	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Anders		0.5	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Zeer goed
Project 133	Parkeer garage	Utrecht	2014		2720	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		2.0	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Zeer goed
Project 134	Nieuwbouw woningen	Waalwijk	2014		828	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		0.5	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Zeer goed
Project 135	Gemeenschapshuis	Kaatsheuvel	2014		800	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		1.5	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Zeer goed
Project 136	Stationsplein Oost	Utrecht	2014		4400	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Voldoende
Project 137	Toegang station Zwolle	Zwolle	2014		870	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			Onbekend	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 138	Stationsplein Oost Fase 2-a	Utrecht	2015		1150	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 139	Heumenseweg	Wijchen	2015	Onbekend		Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 140	Onderdoorgang	Elst	2015		935	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 141	Pasewaayse Hogeweg	Tiel	2015		230	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 142	Hobbemalaan 15	Ijsselstein	2015		550	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 143	Mickerelersstraat	Hilversum	2015		14	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 144	K043 aquaduct, mt 8-9	Muiden	2012/2015	december/januari	8825	Driehoek 1.2x1.2x1.2m	damwand met opgelaste bind	120.0	130.0	Damwanden-injectiepunten-injecteren- vibrocom/prefab palen door de laag heen	Wisselend
Project 145	K043 aquaduct, mt 11-13	Muiden	2012/2015	december/januari	7863	Driehoek 1.2x1.2x1.2m	damwand met opgelaste bind	75.0	50.0	Damwanden-injectiepunten-injecteren- vibrocom/prefab palen door de laag heen	Wisselend
Project 146	K043 aquaduct	Muiden	2012/2015	december/januari	2 kuipen, elk ca. 7500	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	3 dunne buizen gelijktijdig		geen overschrijding	Damwanden-injectiepunten-injecteren- vibrocom/prefab palen door de laag heen	Wisselend
Project 147	Aquaduct Weesperweg (Diemen-Almere)	Muiden	2012/2015		42000	Driehoek 0.9x0.9x0.9m			Onbekend	Damwand-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 148	Laan van Puntenburg	Utrecht	2016		165	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Anders		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Goed
Project 149	Horndijk	Loosdrecht	2016		275	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Voldoende
Project 150	Pardijsstraat	Leidschendam	2016		260	Driehoek 0.9x0.9x0.9m	Damwandplank		Onbekend	Damwand-heipalen-injectiepunten-waterglas-constructie	Zeer goed
Project 151	Nestle GOOPL	Nunspeet	2016	Februari	350	Driehoek 1.2x1.2x1.2m	anders		geen overschrijding	Tubexpalen-boorpalen-wandankers-injectiepunten-waterglas-constructie	Zeer goed
Project 152	380 KV mastlocatie 213	Vijfhuizen	2016/2017	December/januari	592	Driehoek 1.2x1.2x1.2m	Holle avegaar		geen overschrijding	Palen-damwand-injectiepunten-waterglas-conructie	Goed

Bijlage D: Projectenoverzicht waterglasinjectie														
Datum		31-5-2017												
	Specifieke project gegevens													
Vraag:	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Project indicatie nr:	Wat is de injectielaag diepte	Wat is de Beoogde basis dikte van de injectielaag:	Wat is de damwanddiepte:	Welke grondopbouw had de te injecteren grond:	Wat is de hoeveelheid geïnjecteerde vloeistof totaal	Wat is de hoeveelheid geïnjecteerde vloeistof per primaire bol	Wat is de hoeveelheid geïnjecteerde vloeistof per secundaire bol	Wat was het type (dam)wand waarop aangesloten werd:	Wat is het porie volume van de geïnjecteerde grond:	Wat is de toegepaste injectietechniek:	Wat was de gemiddelde injectiedruk tijdens injectie	Welk mengsel is toegepast:	Wat is de gemiddelde verhouding van het mengsel	Wat is de kiptijd van het toegepaste mengsel:
Uitleg/eenheden	[M - maaiveld]	[m1]	[m1]	Indien mogelijk foto kopie/PDF toevoegen	[m3]	[L]	[L]		[%/0.x]	Permeation Golf front	[Bar] indien andere eenheid vermeld deze	Type waterglas en harder?	water 88%, waterglas 10%, harder 2%	[min]
Project 1	8.00	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	57	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 2	22.00		0,50 m onder injectielaag	zand		212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 3		1.00	0,50 m onder injectielaag	zand		158	158	Onbekend	35%	Permeation		harder R-100	wg 20 - h 4	
Project 4	9.00	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	530	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 5	10.00	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	62	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 6	13.00	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	104	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 7	8.00	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand		212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 8	6.00	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	206	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 9	Onbekend	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	98	158	158	Onbekend	35%	Permeation		harder R-100	wg 20 - h 4	
Project 10		1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	58	158	158	Onbekend	35%	Permeation		harder R-100	wg 20 - h 4	
Project 11	7.00	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	266	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 12	6.30	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	1119	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 13	6.00	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	306	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 14	7.00	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	132	158	158	Onbekend	35%	Permeation		harder R-100	wg 20 - h 4	
Project 15	8.85	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	109	158	158	Onbekend	35%	Permeation		harder R-100	wg 20 - h 4	
Project 16	9.00	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	96	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 17	9.00	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	490	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 18	10.18	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	264	158	158	Onbekend	35%	Permeation		harder R-100	wg 20 - h 4	
Project 19	8.75	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	660	158	158	Onbekend	35%	Permeation		harder R-100	wg 20 - h 4	
Project 20	8.00	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	507	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 21	10.00	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	892	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 22	8.50	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	99	158	158	Onbekend	35%	Permeation		harder R-100	wg 20 - h 4	
Project 23	9.30	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	381	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 24	7.00	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	145	158	158	Onbekend	35%	Permeation		harder R-100	wg 20 - h 4	
Project 25	5.66	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	859	158	158	Onbekend	35%	Permeation		harder R-100	wg 20 - h 4	
Project 26	8.85	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	99	158	158	Onbekend	35%	Permeation		harder R-100	wg 20 - h 4	
Project 27	10.20	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	1469	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 28	5.50	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	1049	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 29	7.00	1.00	0,50 m onder injectielaag		1242	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 30	9.50	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	479	158	158	Onbekend	35%	Permeation		harder R-100	wg 20 - h 4	
Project 31	10.00	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	30	158	158	Onbekend	35%	Permeation		harder R-100	wg 20 - h 4	
Project 32	10.10	1.00	0,50 m onder injectielaag		31	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 33	9.00	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	28	158	158	Onbekend	35%	Permeation		harder R-100	wg 20 - h 4	
Project 34														
Project 35														
Project 36	9.50	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	261	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 37	30.00	1.00	0,50 m onder injectielaag		560	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 38	divers	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	829	158	158	Onbekend	35%	Permeation		harder R-100	wg 20 - h 4	
Project 39	9.50	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	215	158	158	Onbekend	35%	Permeation		harder R-100	wg 20 - h 4	
Project 40														
Project 41														
Project 42														
Project 43														
Project 44														
Project 45														
Project 46														
Project 47														
Project 48														
Project 49														
Project 50														
Project 51														
Project 52														
Project 53														
Project 54														
Project 55														
Project 56														
Project 57														
Project 58														
Project 59														
Project 60	6.20	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	909	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 61	9.00	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	23	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 62	8.00	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	35	158	158	Onbekend	35%	Permeation		harder R-100	wg 20 - h 4	
Project 63	9.00	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	53	158	158	Onbekend	35%	Permeation		harder R-100	wg 20 - h 4	
Project 64	10.50	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	56	158	158	Onbekend	35%	Permeation		harder R-100	wg 20 - h 4	
Project 65	13.00	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	185	158	158	Onbekend	35%	Permeation		harder R-100	wg 20 - h 4	
Project 66														

[illegible]

	Specifieke project gegevens													
Vraag:	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Project indicatie nr:	Wat is de injectielaag diepte	Wat is de Beoogde basis dikte van de injectielaag:	Wat is de damwanddiepte:	Welke grondopbouw had de te injecteren grond:	Wat is de hoeveelheid geïnjecteerde vloeistof totaal	Wat is de hoeveelheid geïnjecteerde vloeistof per primaire bol	Wat is de hoeveelheid geïnjecteerde vloeistof per secundaire bol	Wat was het type (dam)wand waarop aangesloten werd:	Wat is het porie volume van de geïnjecteerde grond:	Wat is de toegepaste injectietechniek:	Wat was de gemiddelde injectiedruk tijdens injectie	Welk mengsel is toegepast:	Wat is de gemiddelde verhouding van het mengsel	Wat is de kiptijd van het toegepaste mengsel:
Uitleg/eenheden	[M - maaiveld]	[m1]	[m1]	Indien mogelijk foto kopie/PDF toevoegen	[m3]	[L]	[L]		[%/0.x]	Permeation Golffront	[Bar] indien andere eenheid vermeld deze	Type waterglas en harder?	water 88%, waterglas 10%, harder 2%	[min]
Project 132	10.00	1.00	0,50 m onder injectielaag		37	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 133	8.35	1.00	0,50 m onder injectielaag		951	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 134	8.70	1.00	0,50 m onder injectielaag		290	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 135	8.00	1.00	0,50 m onder injectielaag		280	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 136	10.00	1.00	0,50 m onder injectielaag		1539	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 137														
Project 138	8.00	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	402	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 139	Onbekend	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand		212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 140	divers	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	327	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 141	5.30	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	80	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 142	8.50	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	192	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 143	2.70	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	5	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 144	-22/-23,50	1.50	var. (+1,50 m tov injectie nivo		5880	1000	800	divers damwand	36%	Golffront	15	natrium silicaat / kemera sax 14	80-18-2	?
Project 145	-19,5/-21,50	1.50	var. (+1,50 m tov injectie nivo		4730	900	675	divers damwand	36%	Golffront	20	natrium silicaat / kemera sax 14	80-18-2	?
Project 146	-15 /-17	1.00	var. (+1,50 m tov injectie nivo		4500	400	300	divers damwand	36%	Golffront	12	natrium silicaat / kemera sax 14	80-18-2	?
Project 147														
Project 148	9.50	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	58	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 149	9.60	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	96	212	212	Onbekend	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 150	9.50	1.00	0,50 m onder injectielaag	zand	91	212	212	soilmixwand	35%	Permeation		harder triacetin	wg 13,5-h 2,5	
Project 151	13.00	1.00	14		188	570	570	palenwand	40%	Permeation	6	Ligasil 39 en condastab soft	85,8-13-1,2	?
Project 152	11.00	1.00	?		329	600	600	divers damwand	40%	Permeation	6	Sodium Silicate en Kemira SAX 14	80,2-18-1,8	?

BIJLAGE E: BEPROEVINGEN OMGEVINGSTRILLINGEN

Behorend bij onderzoek:
Horizontale bodemafluiting doormiddel van waterglasinjectie

CRUX Engineering B.V.
B&P Bodeminjectie

Robin Gerssen
Edward van de Werfhorst
Status
Versie
Printdatum

S1067036
S1074510
Definitief
24-05-2017
2-6-2017



Inhoud

Berekeningen doorlatendheid 0-meting	2
Berekeningen doorlatendheid trilmomenten	2
Waarnemingen 0-meting	3
Waarnemingen met trilmomenten	4

Overzicht Trilproef nulmeting

Algemeen

Datum injectie:	11-4-2017
Starttijd:	17:33
Eindtijd:	17:39
Trilmoment:	geen

Basisgegevens

Doorsnede PVC:	118.6 mm1
Doorsnede slang:	10 mm1
Totale doorsnede stijgbuis 1:	78.5 mm2
Totale doorsnede stijgbuis 2:	11125.9 mm2
Doorsnede proefstuk:	11047.4 mm2
Theoretisch porievolumen:	35 %
Kiptijd:	68 min

<i>meetgegevens buis 0,25m</i>	meting 1	meting 2	meting 3	<i>meetgegevens buis 0,50m</i>	meting 1	meting 2	meting 3	<i>meetgegevens buis 1,00m</i>	meting 1	meting 2	meting 3
Startdatum meting	18-apr	19-apr	19-apr	Startdatum meting	24-apr	24-apr	25-apr	Startdatum meting	18-apr	19-apr	19-apr
Starttijd meting	12:25	8:25	16:25	Starttijd meting	13:30	17:30	13:30	Starttijd meting	15:25	8:25	16:25
Duur meting (s)	72000	28800	81900	Duur meting (s)	14400	72000	86400	Duur meting (s)	61200	28800	81900
Eindtijd meting	8:25	16:25	15:10	Eindtijd meting	17:30	13:30	13:30	Eindtijd meting	8:25	16:25	15:10
Einddatum meting	19-apr	19-apr	20-apr	Einddatum meting	24-apr	25-apr	26-apr	Einddatum meting	19-apr	19-apr	20-apr
Proefstukhoogte (m)	250	250	250	Proefstukhoogte (m)	500	500	500	Proefstukhoogte (m)	1000	1000	1000
Stijghoogte begin (mm)	4010	4010	4010	Stijghoogte begin (mm)	4222	4221	4217	Stijghoogte begin (mm)	4010	4010	4010
Stijghoogte eind (mm)	4004	4001	3992	Stijghoogte eind (mm)	4221	4217	4212	Stijghoogte eind (mm)	3015	3620	3304
zakking (mm)	6	9	18	zakking (mm)	1	4	5	zakking (mm)	995	390	706
Watertemperatuur (°C)	13	13	13	Watertemperatuur (°C)	13	13	13	Watertemperatuur (°C)	13	13	13

Berekeningen buis 0,25m	i_b	H_0 (mm)	i_e	H_i (min)	h (mm)	A_i (mm ²)	A_m (mm ²)	t (s)	f_i	k_{10} (mm/s)	k_{10} (x10 ⁻⁷ m/s)	
meting 1		16.0	4010	16.0	4004	250	11126	11047	72000	0.9244	0.0000048	0.05
meting 2		16.0	4010	16.0	4001	250	11126	11047	28800	0.9244	0.0000182	0.18
meting 3		16.0	4010	16.0	3992	250	11126	11047	81900	0.9244	0.0000128	0.13
gemiddelde											0.0000119	0.12

Berekeningen buis 0,50m	i_b	H_0 (mm)	i_e	H_t (min)	h (mm)	A_s (mm ²)	A_m (mm ²)	t (s)	f_t	k_{10} (mm/s)	k_{10} (x10 ⁻⁷ m/s)	
meting 1		8.4	4222	8.4	4221	500	11126	11047	14400	0.9244	0.0000077	0.08
meting 2		8.4	4221	8.4	4217	500	11126	11047	72000	0.9244	0.0000061	0.06
meting 3		8.4	4217	8.4	4212	500	11126	11047	86400	0.9244	0.0000064	0.06
gemiddelde											0.0000067	0.07

Berekeningen buis 1,00m	i_b	H_0 (mm)	i_e	H_t (min)	h (mm)	A_s (mm ²)	A_m (mm ²)	t (s)	f_t	k_{10} (mm/s)	k_{10} (x10 ⁷ m/s)	
meting 1		4.0	4010	3.0	3015	1000	78.5	11047	61200	0.9244	0.0000306	0.31
meting 2		4.0	4010	3.6	3620	1000	78.5	11047	28800	0.9244	0.0000233	0.23
meting 3		4.0	4010	3.3	3304	1000	78.5	11047	81900	0.9244	0.0000155	0.16
gemiddelde											0.0000232	0.23

Definities	
i_b	verhang aan het begin van de meting
H_0	stijghoogte aan het begin van de meting, in mm
i_e	verhang aan het eind van de meting
H_t	stijghoogte aan het eind van de meting, in mm
h	proefstukhoogte, in mm
A_s	doorsnede van de totale stijgbuis, in mm ²
A_m	doorsnede proefstuk, in mm ²
t	doorstroomtijd, in s
f_t	temperatuurcorrectiefactor
k_{10}	waterdoorlatendheidscoëfficiënt

Bouwkuip

Berekeningen gemiddelde	k_{10} ($\times 10^{-7}$ m/s)	$l = \Delta H/L$	bouwput 100m ²	bouwput 400m ²
Berekeningen buis 0,25m	0.12	5	0.021 M ³ /h	0.086 M ³ /h
Berekeningen buis 0,50m	0.07	5	0.012 M ³ /h	0.048 M ³ /h
Berekeningen buis 1,00m	0.23	5	0.042 M ³ /h	0.167 M ³ /h

Grondwaterstands verschil binnen en buiten de bouwkuip 5 meter
Laagdikte injectielaag 1m

Overzicht Trilproef met diverse trillingsmomenten

Algemeen		Project:	
Datum injectie:	16-5-2017	Horizontale bodemafluiting door middel van waterglasinjectie	
Starttijd:	11:15		
Eindtijd:	12:15		

Basisgegevens		Trillen tijdens Injectie		Basisgegevens		Trillen tijdens Kip		Basisgegevens		Trillen na Uitharding	
Doorsnede PVC:		118.6	mm1	Doorsnede PVC:		118.6	mm1	Doorsnede PVC:		118.6	mm1
Doorsnede slang:		10	mm1	Doorsnede slang:		10	mm1	Doorsnede slang:		10	mm1
Doorsnede slang:		12.5	mm1	Doorsnede slang:		25	mm1	Doorsnede slang:		30	mm1
Totale oppervlakte stijgbuis 1:		78.5	mm2	Totale oppervlakte stijgbuis 1:		78.5	mm2	Totale oppervlakte stijgbuis 1:		78.5	mm2
Totale oppervlakte stijgbuis 2:		122.7	mm2	Totale oppervlakte stijgbuis 2:		490.9	mm2	Totale oppervlakte stijgbuis 2:		706.9	mm2
Gecombineerde oppervlakte		201.3	mm2	Gecombineerde oppervlakte		569.4	mm2	Gecombineerde oppervlakte		785.4	mm2
Doorsnede proefstuk:		11047.4	mm2	Doorsnede proefstuk:		11047.4	mm2	Doorsnede proefstuk:		11047.4	mm2
Theoretisch porievolume:		35	%	Theoretisch porievolume:		35	%	Theoretisch porievolume:		35	%
Kiptijd:		50	min	Kiptijd:		50	min	Kiptijd:		50	min

meetgegevens	meting 1	meting 2	meting 3	meetgegevens	meting 1	meting 2	meting 3	meetgegevens	meting 1	meting 2	meting 3
Startdatum meting	19-mei	22-mei	24-mei	Startdatum meting	22-mei	22-mei	22-mei	Startdatum meting	22-mei	22-mei	22-mei
Starttijd meting	15:03	9:36	7:59	Starttijd meting	10:03	10:10	10:16	Starttijd meting	9:36	10:11	10:45
Duur meting (s)	16612	14550	26160	Duur meting (s)	300	300	300	Duur meting (s)	1950	1920	1920
Eindtijd meting	19:40	13:39	15:15	Eindtijd meting	10:08	10:15	10:21	Eindtijd meting	10:08	10:43	11:17
Einddatum meting	19-mei	22-mei	24-mei	Einddatum meting	22-mei	22-mei	22-mei	Einddatum meting	22-mei	22-mei	22-mei
Proefstukhoogte (m)	250	250	250	Proefstukhoogte (m)	250	250	250	Proefstukhoogte (m)	250	250	250
Stijghoogte begin (mm)	4200	4200	4200	Stijghoogte begin (mm)	4200	4200	4200	Stijghoogte begin (mm)	4200	4200	4200
Stijghoogte eind (mm)	4144	4153	4156	Stijghoogte eind (mm)	4055	4054	4056	Stijghoogte eind (mm)	4120	4115	4114
zakking (mm)	56	47	44	zakking (mm)	145	146	144	zakking (mm)	80	85	86
Watertemperatuur (°C)	14	14	14	Watertemperatuur (°C)	14	14	14	Watertemperatuur (°C)	14	14	14

Berekening trillen tijdens injectie											
	i _b	H ₀ (mm)	i _e	H _t (min)	h (mm)	A _s (mm ²)	A _m (mm ²)	t (s)	f _t	k ₁₀ (mm/s)	k ₁₀ (x10 ⁻⁷ m/s)
meting 1	16.8	4200	16.6	4144	250	201	11047	16612	0.8992	0.0000033	0.03
meting 2	16.8	4200	16.6	4153	250	201	11047	14550	0.8992	0.0000032	0.03
meting 3	16.8	4200	16.6	4156	250	201	11047	26160	0.8992	0.0000016	0.02
gemiddelde										0.0000027	0.03

Berekening trillen tijdens kip											
	i _b	H ₀ (mm)	i _e	H _t (min)	h (mm)	A _s (mm ²)	A _m (mm ²)	t (s)	f _t	k ₁₀ (mm/s)	k ₁₀ (x10 ⁻⁷ m/s)
meting 1	16.8	4200	16.2	4055	250	569	11047	300	0.8992	0.001357	13.57
meting 2	16.8	4200	16.2	4054	250	569	11047	300	0.8992	0.001366	13.66
meting 3	16.8	4200	16.2	4056	250	569	11047	300	0.8992	0.001347	13.47
gemiddelde										0.001357	13.57

Berekening trillen na uitharden											
	i _b	H ₀ (mm)	i _e	H _t (min)	h (mm)	A _s (mm ²)	A _m (mm ²)	t (s)	f _t	k ₁₀ (mm/s)	k ₁₀ (x10 ⁻⁷ m/s)
meting 1	16.8	4200	16.5	4120	250	785.4	11047	1950	0.8992	0.000158	1.58
meting 2	16.8	4200	16.5	4115	250	785.4	11047	1920	0.8992	0.000170	1.70
meting 3	16.8	4200	16.5	4114	250	785.4	11047	1920	0.8992	0.000172	1.72
gemiddelde										0.000167	1.67

Definities		Bouwkuip				
i _b	verhang aan het begin van de meting					
H ₀	stijghoogte aan het begin van de meting, in mm					
i _e	verhang aan het eind van de meting					
H _t	stijghoogte aan het eind van de meting, in mm					
h	proefstukhoogte, in mm					
A _s	doorsnede van de totale stijgbuis, in mm2					
A _m	doorsnede proefstuk, in mm2					
t	doorstroomtijd, in s					
f _t	temperatuurcorrectiefactor					
k ₁₀	waterdoorlatendheidscoëfficiënt					
		Berekeningen gemiddeld				
		k ₁₀ (x10 ⁻⁷ m/s)	I=Δ H/L	bouwput 100m ²	bouwput 400m ²	
		Trillen tijdens Injectie	0.03	5	0.0 M ³ /h	0.0 M ³ /h
		Trillen tijdens Kip	13.57	5	2.4 M ³ /h	9.8 M ³ /h
		Trillen na Uitharding	1.67	5	0.3 M ³ /h	1.2 M ³ /h
		Grondwaterstands verschil binnen en buiten de bouwkuip 5 meter				
		Laagdikte injectielaag 1m				

Waarnemingen 0-meting

	De proefopstelling met de verschillende buislengtes zijn geïnjecteerd met waterglas. Alleen het meten van de kleinste buis is gelukt aangezien het deksel bij de andere buizen tijdens het meten omhoog kwamen als gevolg van de waterdruk.
	Meten van de zakking.
	Monster uit de buis van 0,25 m.

Waarnemingen met trilmomenten

	De monsters voor de verschillende trilmomenten klaar gemaakt.
	Tijdens de injectie met het trillen liep de druk om te injecteren op. Dit is geregistreerd door de computer en was ook zichtbaar bij ons monster, waarbij het deksel van de injectiebuis rond is gaan staan tot de druk weer afgenomen was. Dat dit is gebeurt is te verklaren doordat het zand verdicht wordt tijdens het trillen en hierdoor zijn er dus minder poriën om de injectievloeistof door te laten.
	Het trillen tijdens kip is gestart 38 minuten na injectie.

	Het monster voor het trillen na het uitharden is van onderuit geïnjecteerd, dit om te voorkomen dat er lucht insluiting plaatsvindt.
19-05-2017 voorbereiden monster om doorlatendheid te meten	
	De monsters zijn geplaatst in de monsterhouder en aangesloten op de stijgbuizen. De stijgbuis met de grootste oppervlakte is gekoppeld aan de buis trillen na uitharding. De stijgbuis met de gemiddelde oppervlakte is gekoppeld aan de buis trillen tijdens kip. De stijgbuis met het kleinste oppervlak is gekoppeld aan de buis trillen tijdens injectie.
	De verschillende stijgbuizen zijn hier zichtbaar. Links in beeld de verschillende diameter ten behoeve van de oppervlakte, rechts in beeld de gekoppelde stijgbuizen ten behoeve van het meten van de zakking.

24-5-2017 Analyse monsters na meten doorlatendheid



Bovenop het monster is door het trillen tijdens injectie een laagje puur waterglas ontstaan. Tijdens het trillen is het zand nog beter verdicht en ongeveer 2 cm korter geworden.



Het complete monster die getrild is tijdens injectie.



Na meten bleek het monster ongeveer 2 cm korter geworden.

24-5-2017 Analyse monsters na meten doorlatendheid

	Tijdens het trillen binnen de kiptijd is aan de zijkant een laagje waterglas ontstaan. De opening is over de gehele lengte van de buis.
	Hier is het laagje waterglas te zien.

24-5-2017 Analyse monsters na meten doorlatendheid



Hier is het monster te zien die getrild is na uitharden.



Bij het trillen na uitharden zijn een tweetal breukvlakken te zien.

BIJLAGE F: GEGEVENS GEBRUIKT ZAND

Behorend bij onderzoek:
Horizontale bodemafluiting doormiddel van waterglasinjectie

CRUX Engineering B.V.
B&P Bodeminjectie

Robin Gerssen
Edward van de Werfhorst
Status
Versie
Printdatum

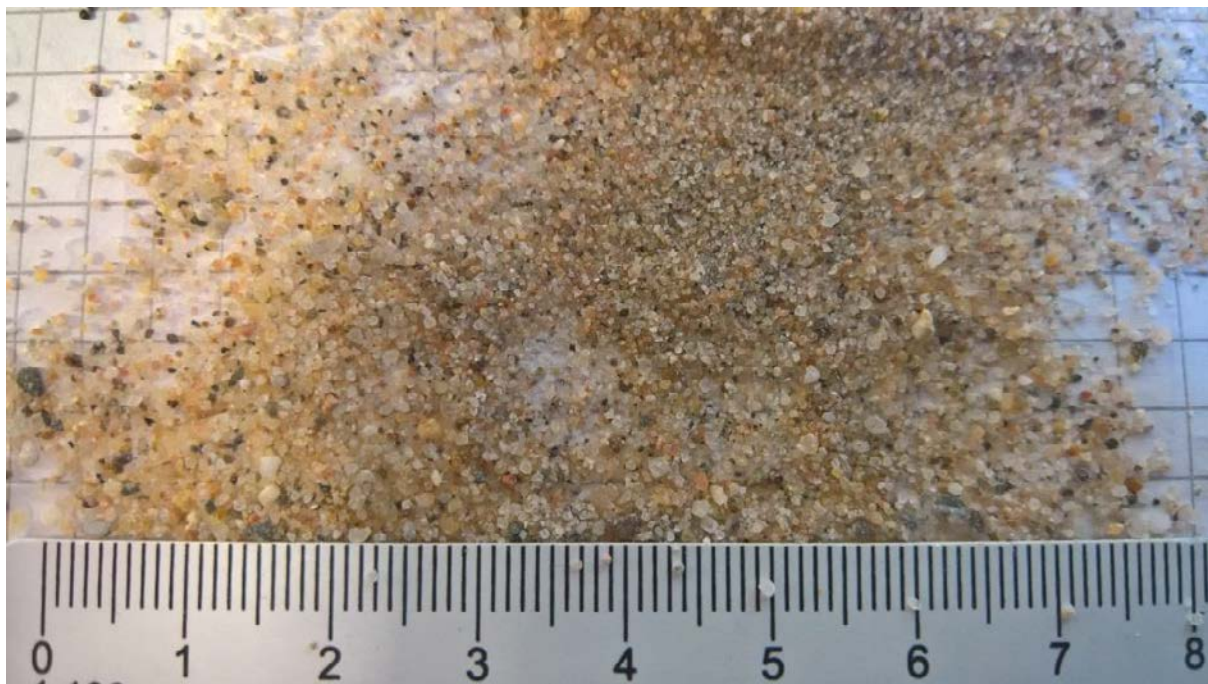
S1067036
S1074510
Definitief
19-05-2017
2-6-2017



Inhoud

Herkomst	3
Porievolume	4
Soortelijk gewicht	4
Waterdoorlatendheid	5
Zeefanalyse	5
Korrelverdelingsdiagram	5

Herkomst



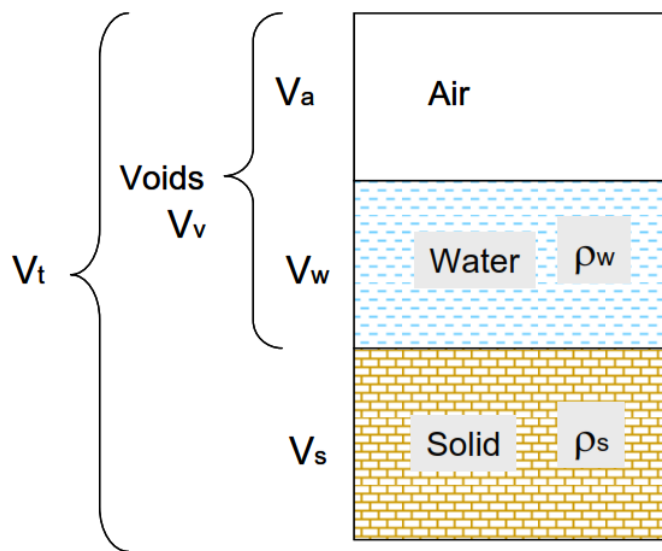
Figuur 1 Weergave korrelstructuur

Het gebruikte zand voor de beproevingen is gewonnen in het Lingemeer (Gelderland) wat ten Noorden van de rivier de Linge ligt. Dit betekent dat het zand rivierzand betreft en wordt geleverd onder het CE keurmerk en een Declaration of Performance (DoP). Het toegepaste zand wordt geleverd onder de naam ophoogzand met een opgegeven korrelafmeting van 0-1 mm. In Figuur 1 is een detailfoto weergegeven van de korrelstructuur. De zandkorrels zijn relatief hoekig.

Porievolume



Figuur 2 Bepalen porievolume



Figuur 3 Schematische weergave zandopbouw

Bepalen porie volume zand met onderstaande formule:

$$n = \frac{V_v}{V_t}$$

Waarin:

n = Porievolume in %

V_v = volume van de poriën in ml

V_t = volume totaal van het zand in ml

Meetgegevens:

V_t = 100ml droog zand

V_v = 36ml water toegevoegd om zand te verzadigen

$$n = \frac{V_v}{V_t} \rightarrow \frac{36}{100} = 0.36 \rightarrow 36\% \text{ porievolume}$$

Soortelijk gewicht

Bepaling soortelijk gewicht

Droog zand: Volume: 100ml Gewicht: 146gr $\rho_{dr} = 1460 \text{ kg/m}^3$	Nat zand: Volume: 92ml Gewicht: 175gr $\rho_{nat} = 1900 \text{ kg/m}^3$
---	---

Waterdoorlatendheid



Figuur 4 Waterdoorlatendheidstoestel

Gegevens:		
Diameter monster	38	Mm
Lengte monster	307	Mm
Waterdruk	4.4	Bar
Stroomsnelheid	4.57	L/min
Berekening		
Doorstroomd oppervlak	1.13×10^{-3}	M ²
Debiet	7.616×10^{-5}	M ³ /s
Δ hoogteverschil	44	M ¹
l Verhang	143	[-]
K-waarde	4.69×10^{-4}	M/s

Meetgegevens tbv zeefanalyse**Algemeen**

Datum meting: 28-3-2017

Aantal monsters: 4 st

Project:

Horizontale bodemafsluiting door middel van waterglasinjectie

Gewicht zeven bij:

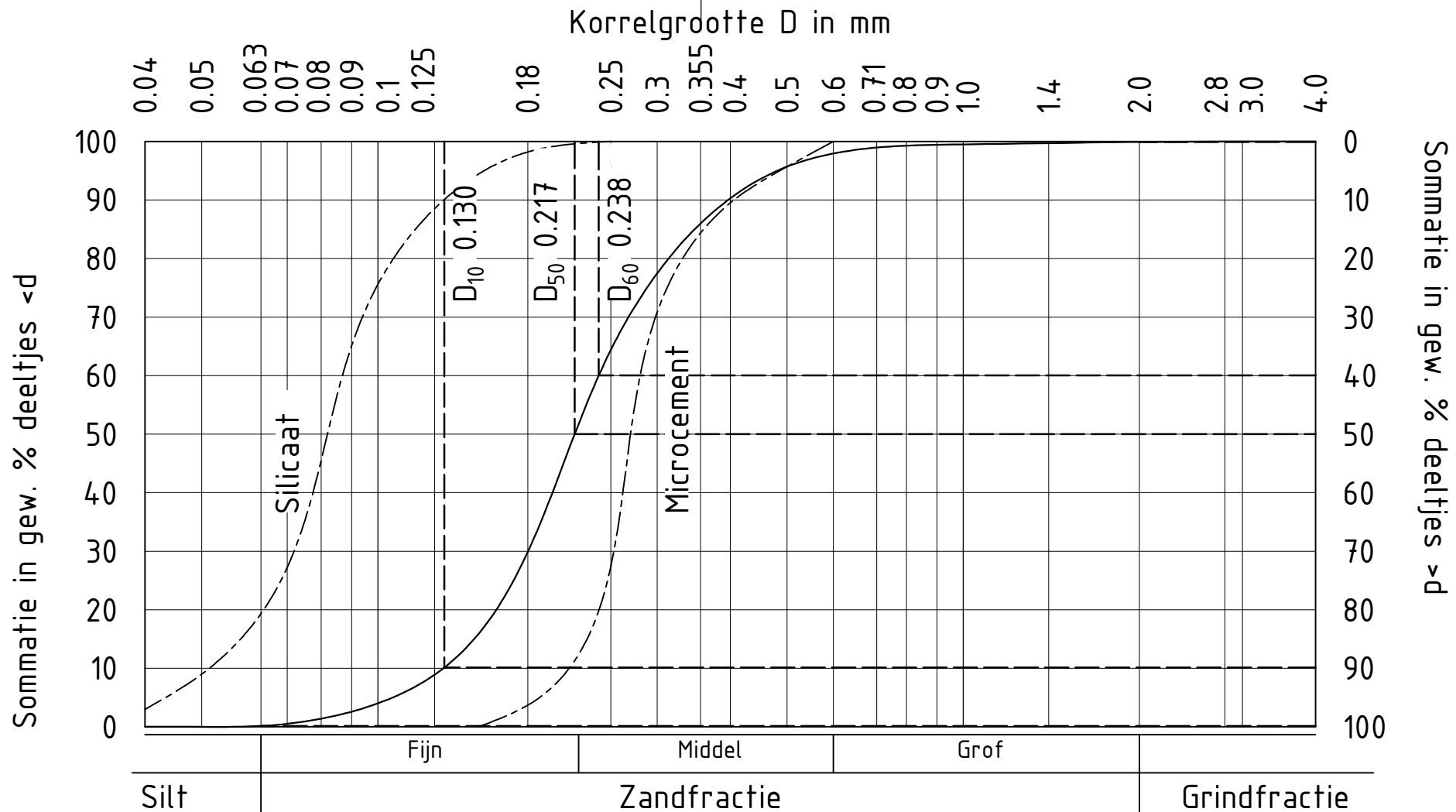
Zeef grootte	Start meten	Einde meten	Gemiddeld
4 mm	633.8 gr	633.5 gr	633.6 gr
2 mm	537.1 gr	536.9 gr	537.0 gr
1 mm	498.3 gr	497.6 gr	497.9 gr
0.5 mm	471.3 gr	471.4 gr	471.4 gr
0.25 mm	405.9 gr	405.9 gr	405.9 gr
0.125 mm	413.7 gr	413.6 gr	413.6 gr
Pan	542.2 gr	542.1 gr	542.2 gr

Gewogen gewicht 'zeven met zeefrest'

Zeef	Monster 1	Monster 2	Monster 3	Monster 4
4 mm	633.6 gr	633.6 gr	633.7 gr	633.7 gr
2 mm	538.4 gr	537.9 gr	538.5 gr	537.6 gr
1 mm	507.9 gr	504.8 gr	509.5 gr	502.9 gr
0.5 mm	549.6 gr	530.3 gr	555.7 gr	524.9 gr
0.25 mm	524.7 gr	533.3 gr	517.8 gr	536.4 gr
0.125 mm	425.4 gr	439.1 gr	424.2 gr	443.1 gr
Pan	542.2 gr	542.6 gr	542.3 gr	542.8 gr

Werkelijk gewicht zeefrest van fractie

Zeef	Monster 1	Monster 2	Monster 3	Monster 4	Gemiddelde	Cumulatief	Gewichtspercentage
4 mm	0.0 gr	0.0 gr	0.1 gr	0.0 gr	0.0 gr	220.1 gr	100.00%
2 mm	1.4 gr	0.9 gr	1.4 gr	0.6 gr	1.1 gr	220.0 gr	99.99%
1 mm	10.0 gr	6.9 gr	11.6 gr	5.0 gr	8.4 gr	219.0 gr	99.50%
0.5 mm	78.3 gr	58.9 gr	84.3 gr	53.6 gr	68.8 gr	210.6 gr	95.70%
0.25 mm	118.8 gr	127.4 gr	111.9 gr	130.5 gr	122.2 gr	141.8 gr	64.44%
0.125 mm	11.8 gr	25.5 gr	10.5 gr	29.4 gr	19.3 gr	19.6 gr	8.92%
Pan mm	0.1 gr	0.5 gr	0.2 gr	0.6 gr	0.3 gr	0.3 gr	0.15%
Totaal	220.3 gr	220.1 gr	220.1 gr	219.8 gr	220.1 gr		



Gegevens monstername:

Aantal monsters: 4

Gewicht monsters: $\pm 220\text{gr}$

Datum monsters: 28-03-2017

D_{60}/D_{10} : 1.831

D_{50} : 0.217mm

PROJECTOMSCHRIJVING TEKENAAR SCHAALE DATUMUITGAVE
Korrelverdelingsdiagram EWE-RGE Logaritmisch 28-03-2017

A4

BIJLAGE G: BEPROEVING 1

Behorend bij onderzoek:
Horizontale bodemafluiting doormiddel van waterglasinjectie

CRUX Engineering B.V.
B&P Bodeminjectie

Robin Gerssen
Edward van de Werfhorst
Status
Versie
Printdatum

S1067036
S1074510
Definitief
19-05-2017
2-6-2017



Inhoud

Injectiepatroon	2
Injectie gegevens	2
Berekeningen	2
Waarnemingen	3

1

2

3

4

A

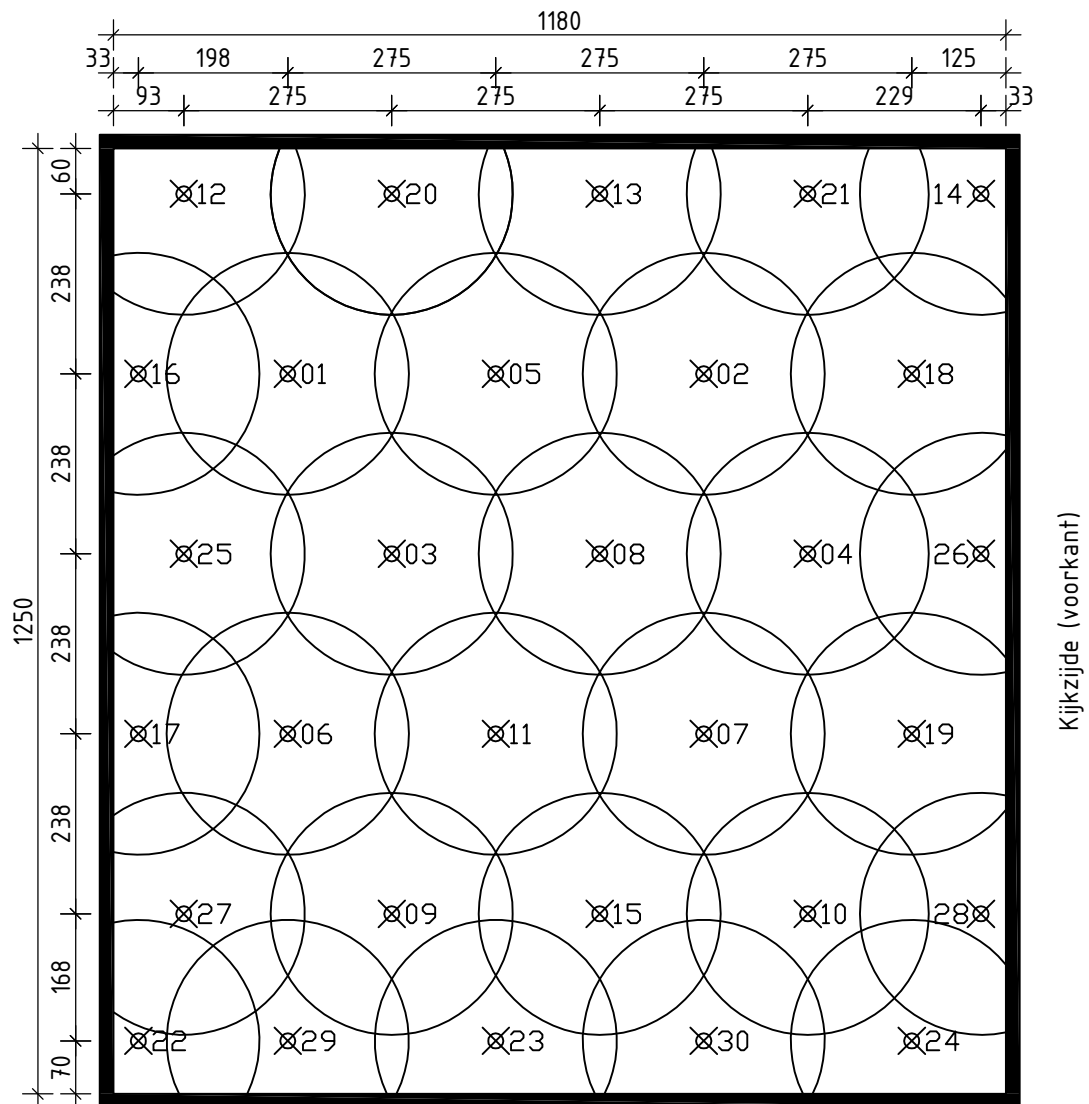
B

C

D

E

F



B&P Bodeminjectie B.V.	Injectie-Rapport SG-1.3
B_P Druktest 2L_min	

Lans	Manchet	Fase	Datum	Tijd (uu:mm:ss)	Druk (Bar)	Flow (L/Min)	Setpoint (L)	Totaal (L)	Cumulatief (L)
1/1	1	2	31-03-2017	00:00:00	0.00	2.38	10.00	0.00	
1/01	1	1	31-03-2017	00:03:12	0.36	1.74	6.50	6.70	
1/02	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.32	1.65	6.50	6.70	
1/03	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.33	1.66	6.50	6.20	
1/04	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.31	1.68	6.50	6.70	
1/05	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.26	1.67	6.50	6.20	
1/06	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.25	1.64	6.50	6.70	
1/07	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.25	1.65	6.50	6.70	
1/08	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.25	1.66	6.50	6.20	
1/09	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.26	1.68	6.50	6.20	
1/10	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.17	1.68	6.50	6.70	
1/11	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.31	1.67	6.50	6.20	
1/12	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.28	1.64	6.50	6.70	
1/13	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.29	1.68	6.50	6.20	
1/14	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.34	1.64	6.50	6.70	
1/15	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.35	1.67	6.50	6.20	
1/16	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.28	1.66	6.50	6.20	
1/17	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.33	1.64	6.50	6.70	
1/18	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.22	1.65	6.50	6.70	
1/19	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.22	1.64	6.50	6.70	
1/20	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.23	1.67	6.50	6.20	
1/21	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.42	1.67	6.50	6.20	
1/22	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.21	1.69	6.50	6.20	
1/23	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.19	1.65	6.50	6.70	
1/24	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.18	1.65	6.50	6.70	
1/25	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.21	1.67	6.50	6.70	
1/26	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.20	1.67	6.50	6.70	
1/27	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.21	1.62	6.50	6.70	
1/28	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.16	1.63	6.50	6.70	
1/29	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.19	1.65	6.50	6.70	
1/30	1	1	31-03-2017	00:03:08	0.19	1.68	6.50	6.70	
			Totaal	01:34:04			205.00	195.50	

Opmerkingen

Opdrachtgever

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Datum

Handtekening

Handtekening

B_P Druktest 2L_min

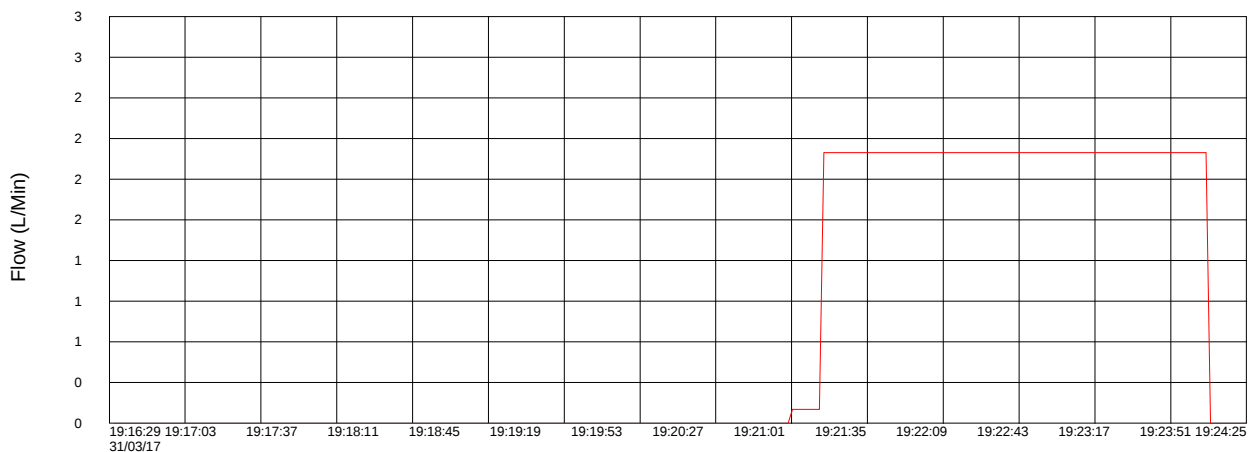
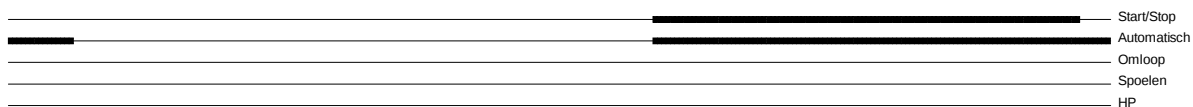
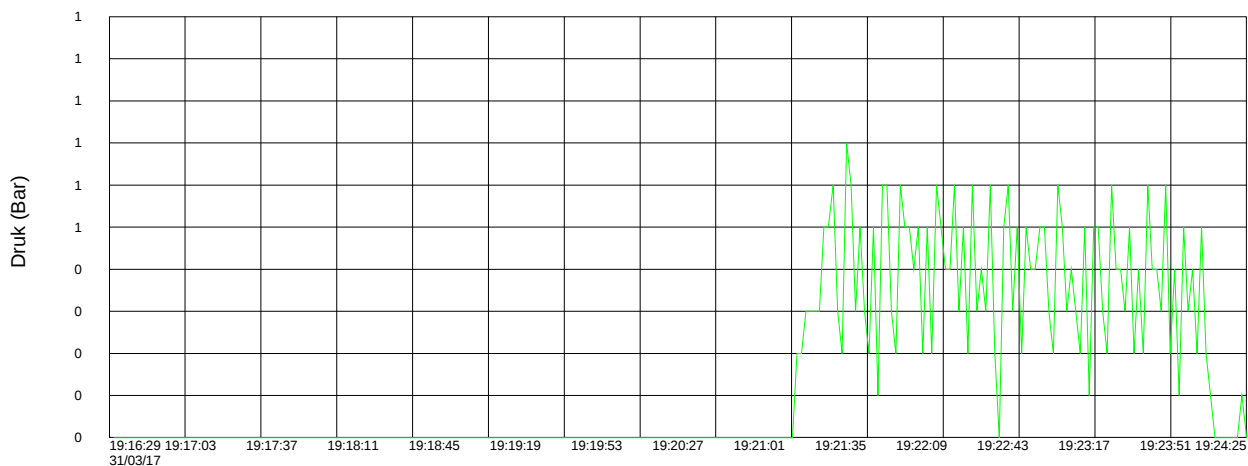
Lans 01

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 19:21:25
 Injectie einde : 31-03-2017 om 19:24:41
 Pompenlooptijd : 00:08:32
 Injectietijd : 00:03:12

E&R
 E&R

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.4	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.7	Vlst :	6.7



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

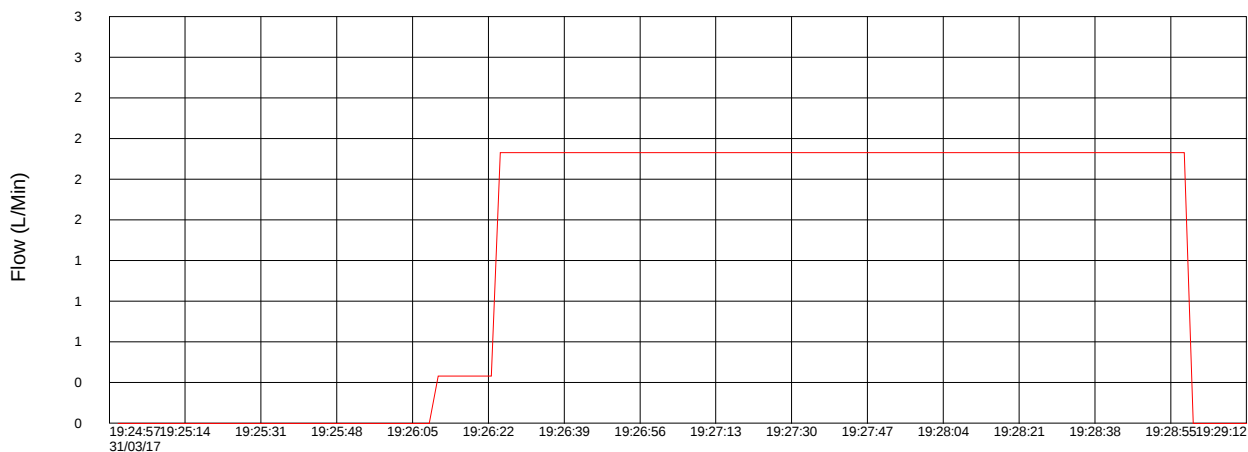
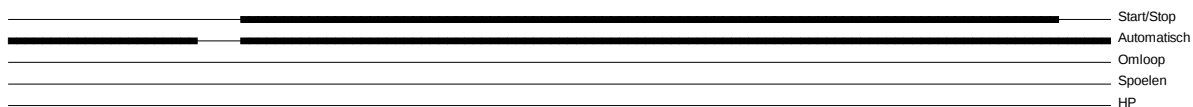
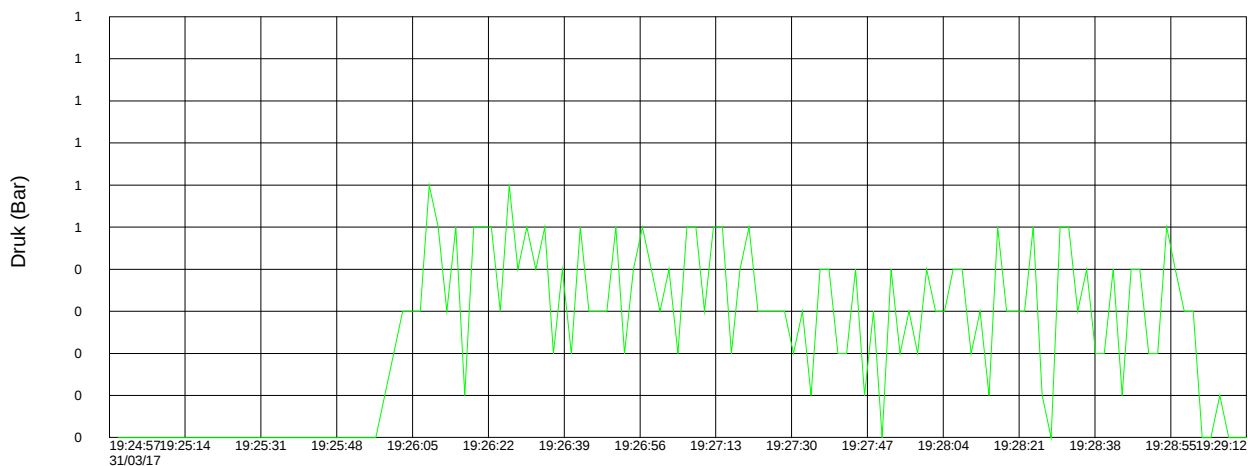
B_P Druktest 2L_min

Lans 02

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 19:25:51
 Injectie einde : 31-03-2017 om 19:29:01
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.3	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.6	Vlst :	6.7



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

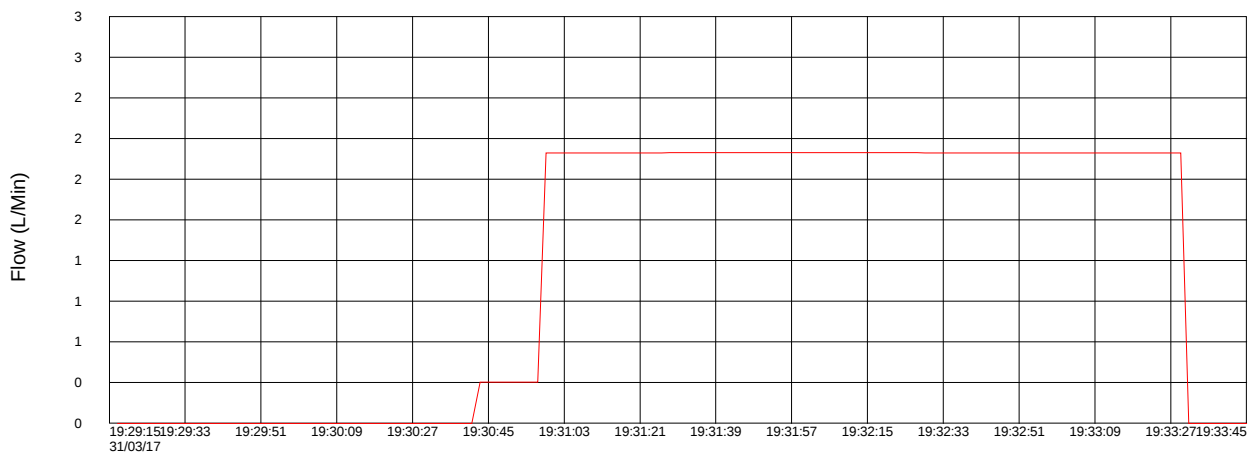
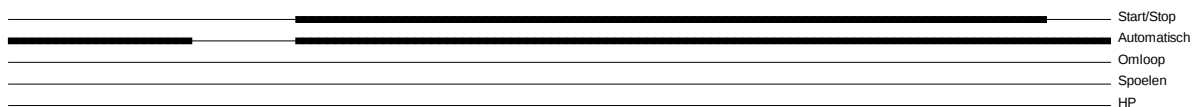
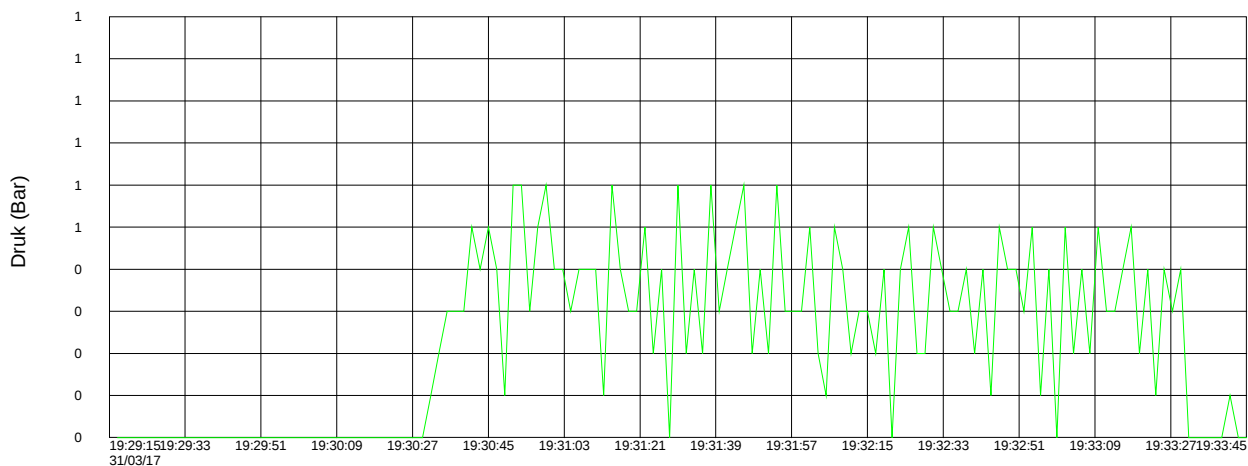
B_P Druktest 2L_min

Lans 03

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 19:30:27
 Injectie einde : 31-03-2017 om 19:33:35
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

PMin:	0.0	PMa:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.3	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.7	VlSt :	6.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

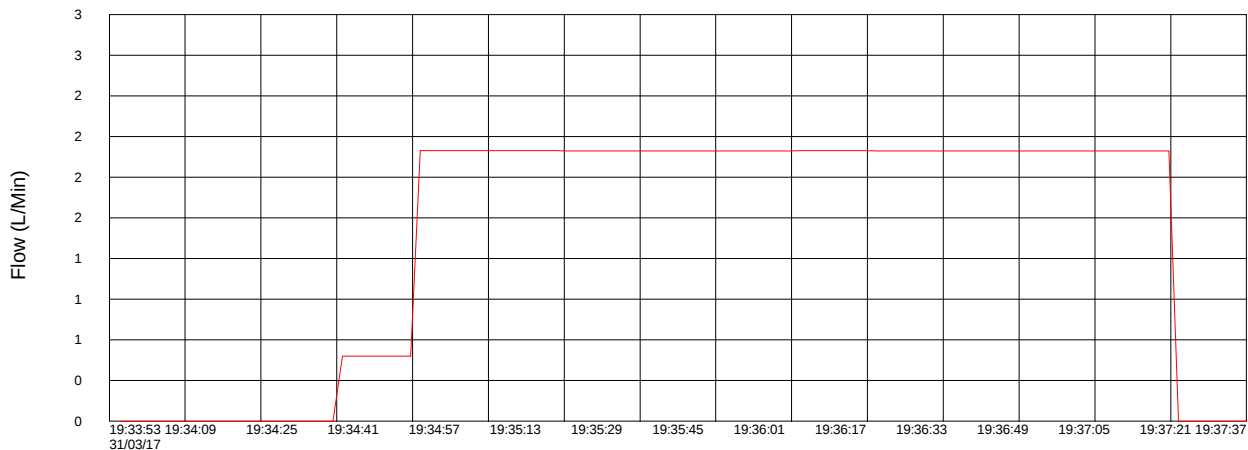
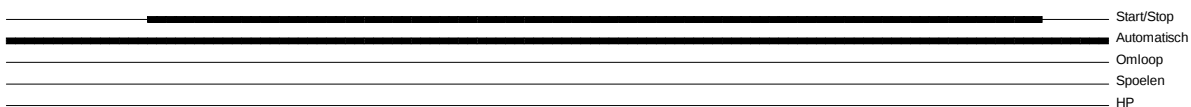
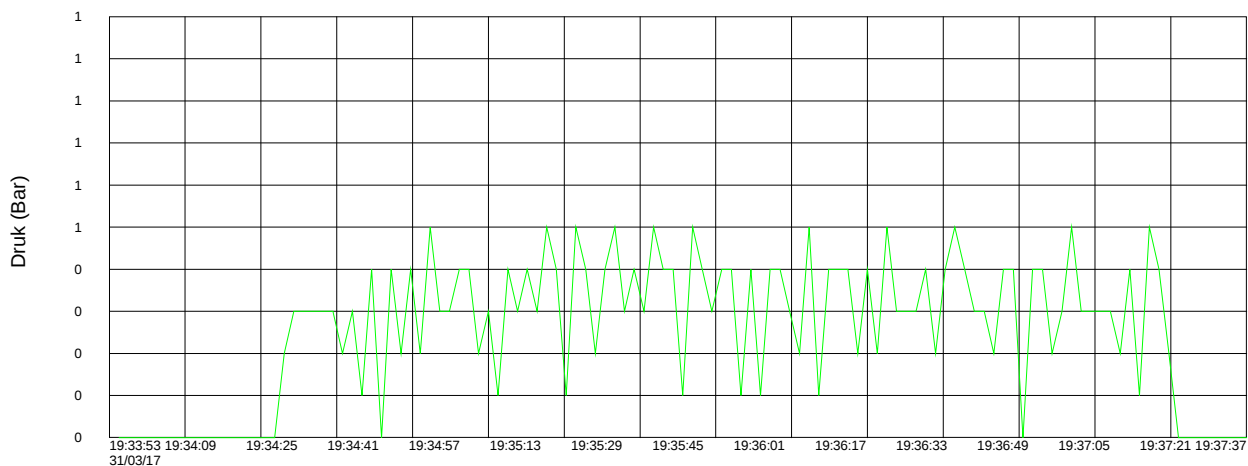
B_P Druktest 2L_min

Lans 04

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 19:34:25
 Injectie einde : 31-03-2017 om 19:37:33
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.3	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.7	Vlst :	6.7



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

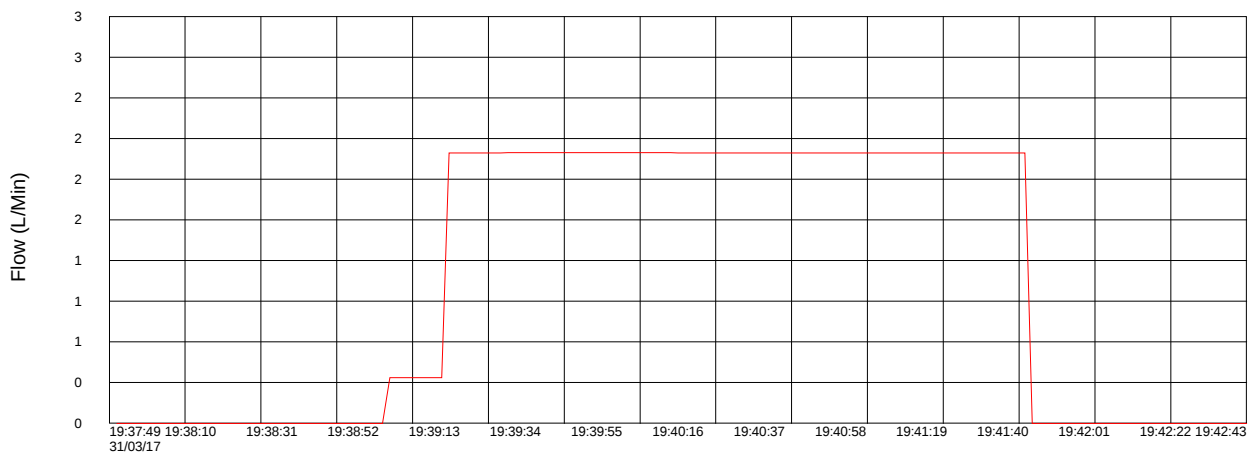
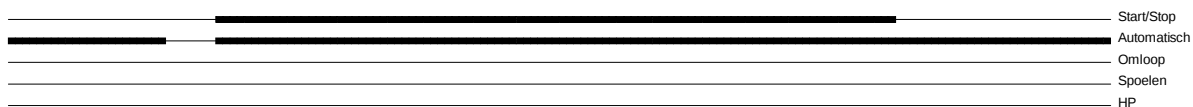
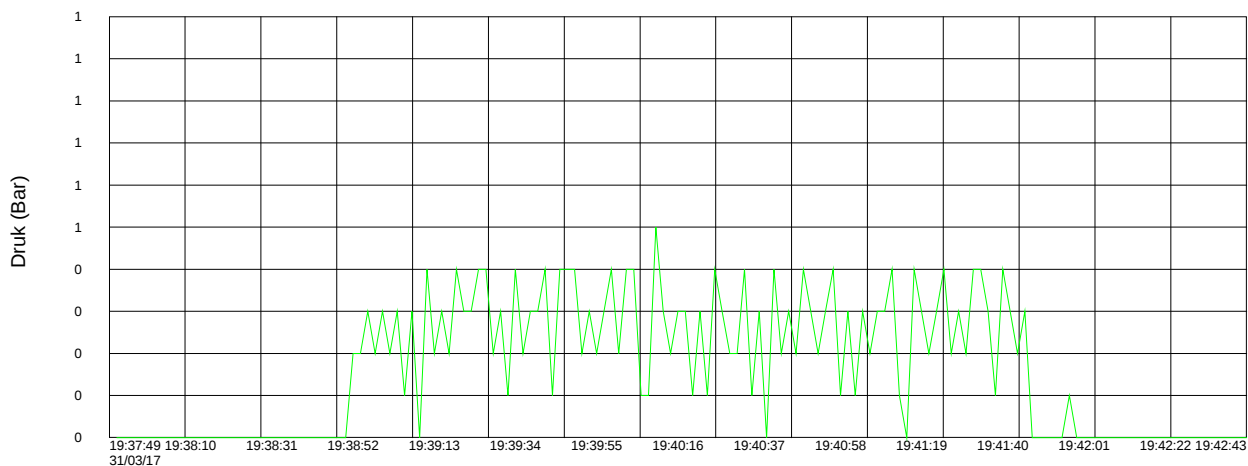
B_P Druktest 2L_min

Lans 05

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 19:38:47
 Injectie einde : 31-03-2017 om 19:41:57
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.3	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.7	Vlst :	6.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

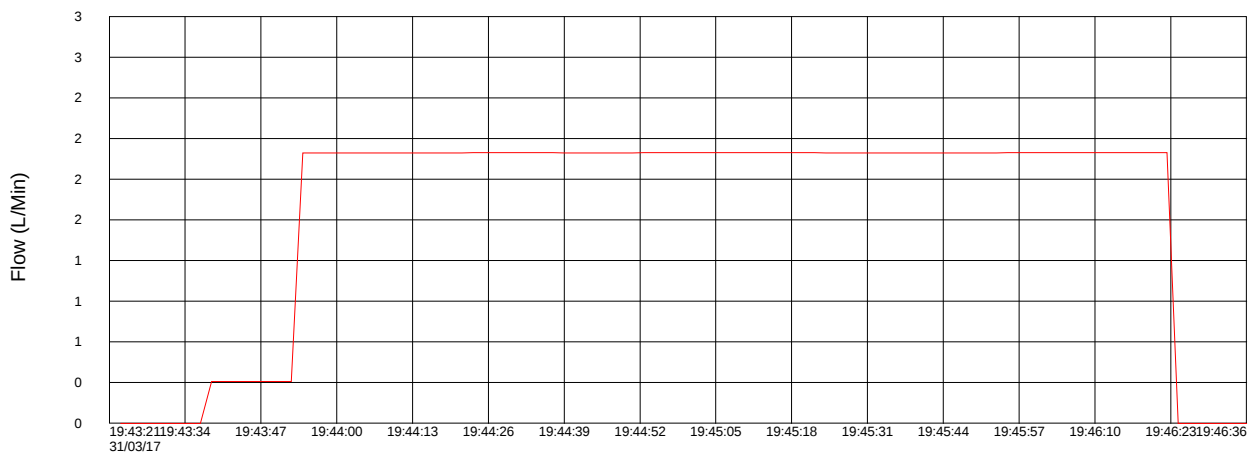
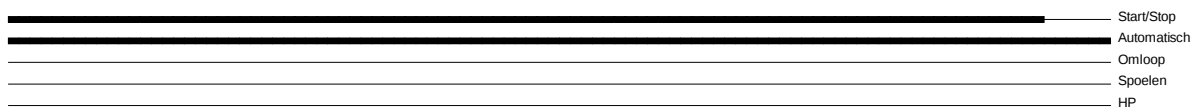
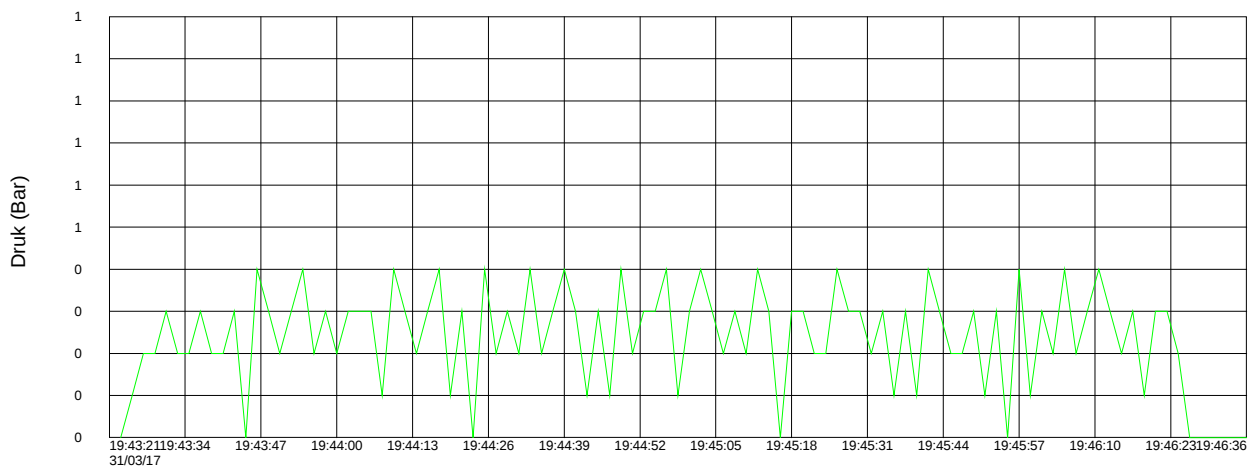
B_P Druktest 2L_min

Lans 06

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 19:43:21
 Injectie einde : 31-03-2017 om 19:46:29
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.2	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.6	Vlst :	6.7



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

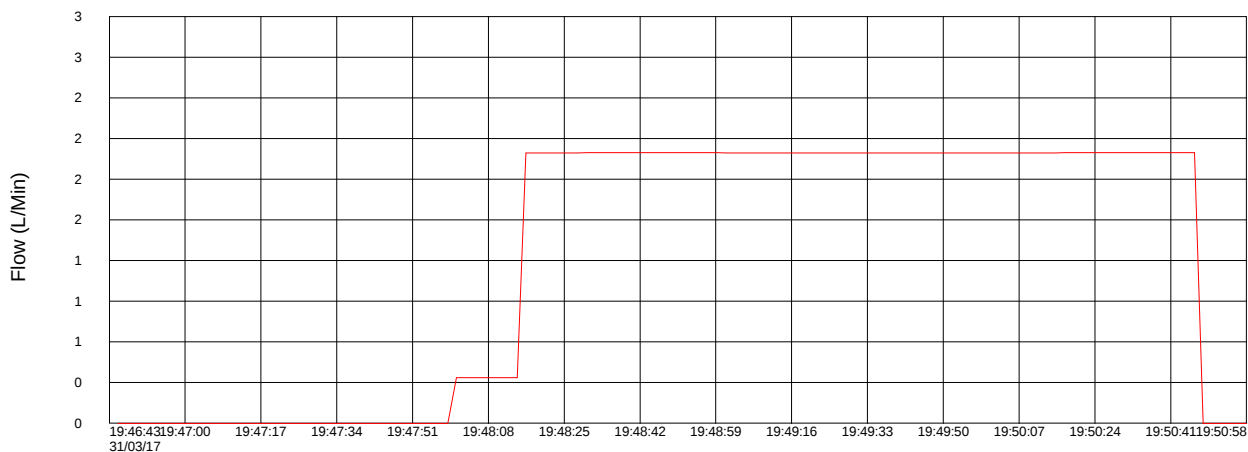
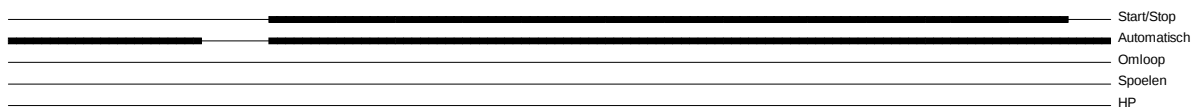
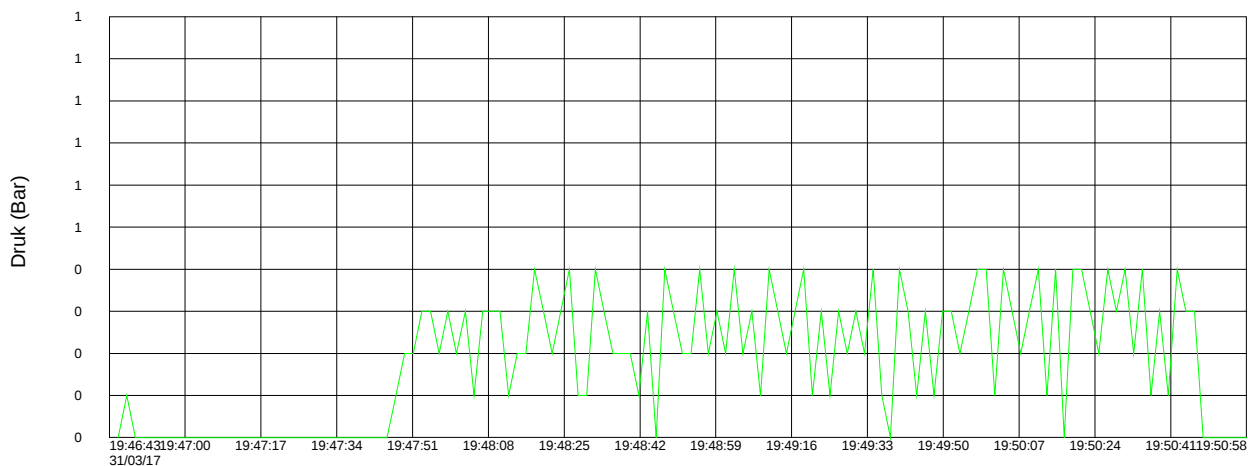
B_P Druktest 2L_min

Lans 07

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 19:47:45
 Injectie einde : 31-03-2017 om 19:50:55
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.2	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.6	Vlst :	6.7



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

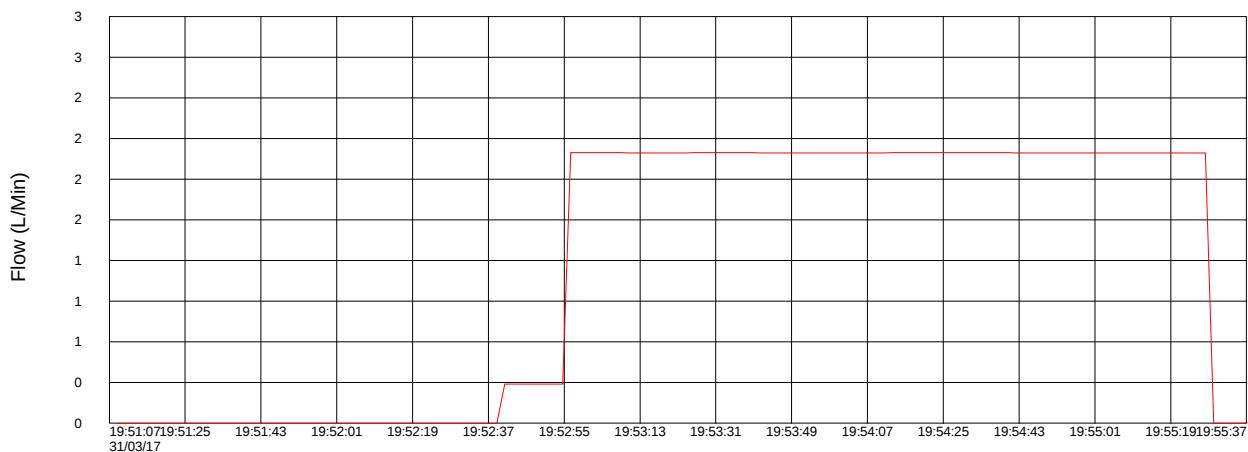
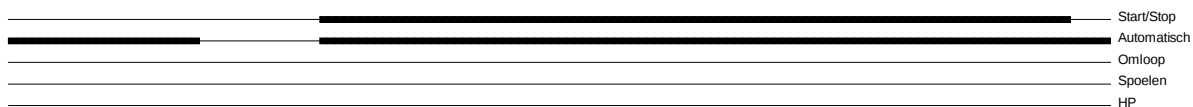
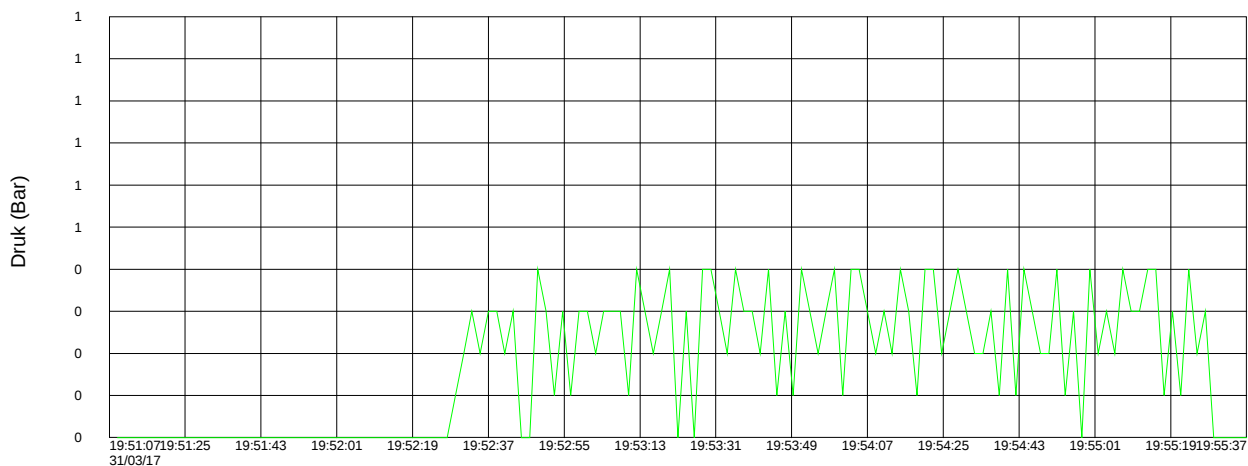
B_P Druktest 2L_min

Lans 08

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 19:52:25
 Injectie einde : 31-03-2017 om 19:55:33
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.3	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.7	VlSt :	6.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

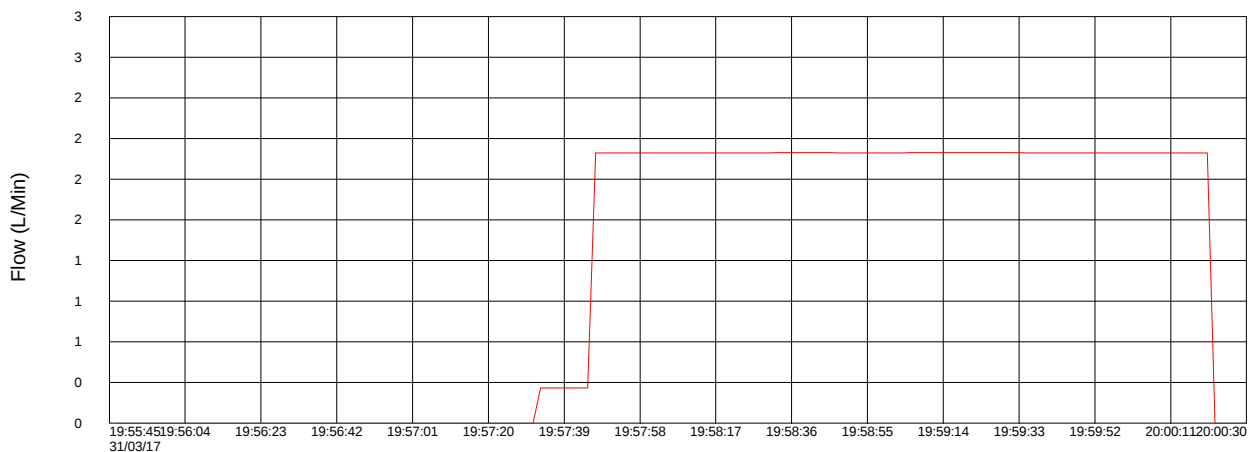
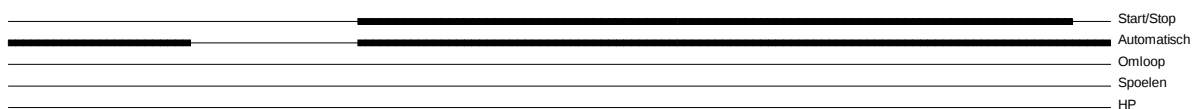
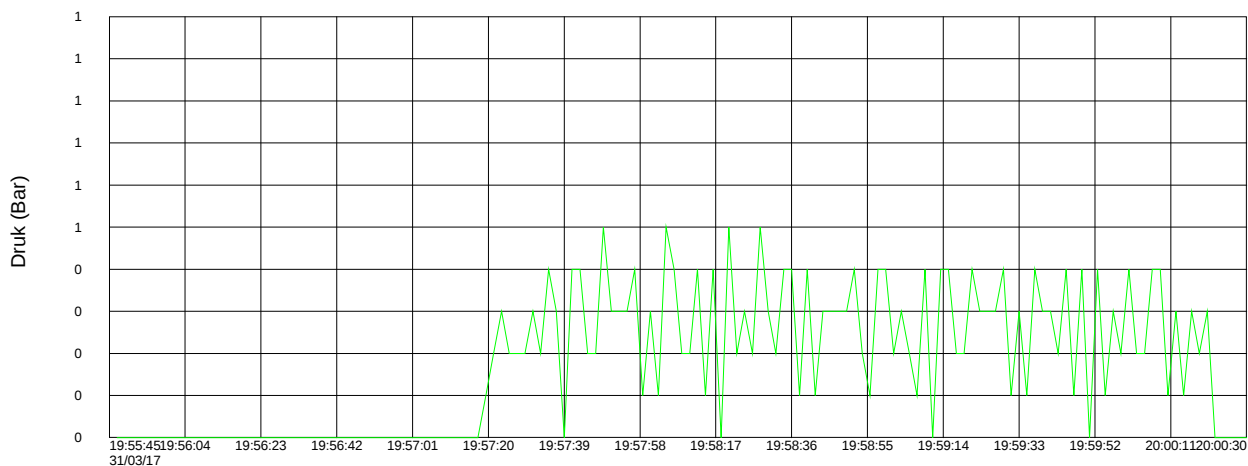
B_P Druktest 2L_min

Lans 09

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 19:57:17
 Injectie einde : 31-03-2017 om 20:00:25
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.3	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.7	Vlst :	6.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

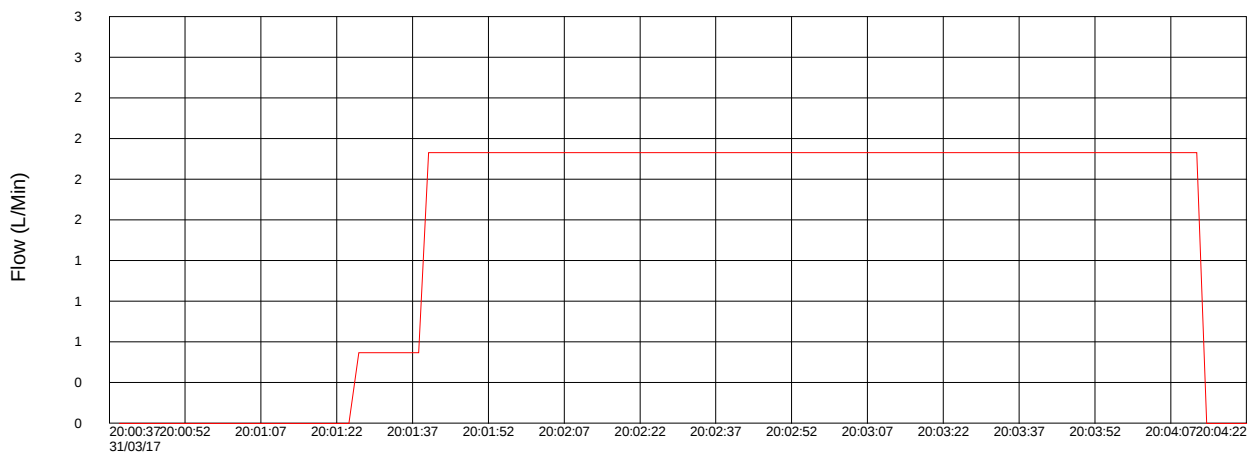
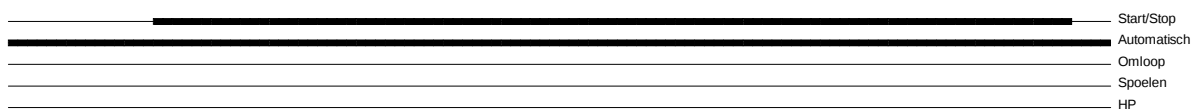
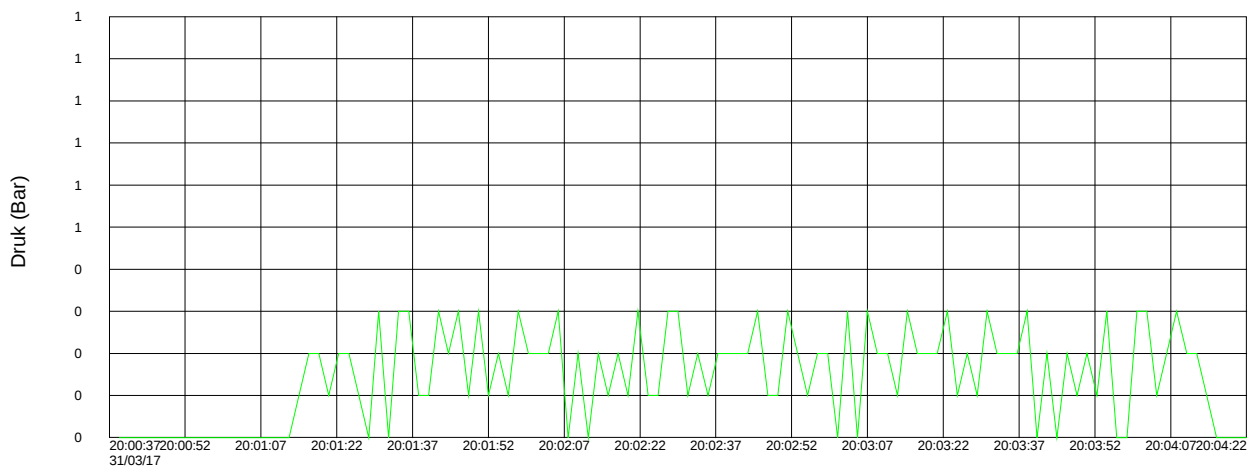
B_P Druktest 2L_min

Lans 10

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 20:01:09
 Injectie einde : 31-03-2017 om 20:04:17
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.2	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.7	Vlst :	6.7



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

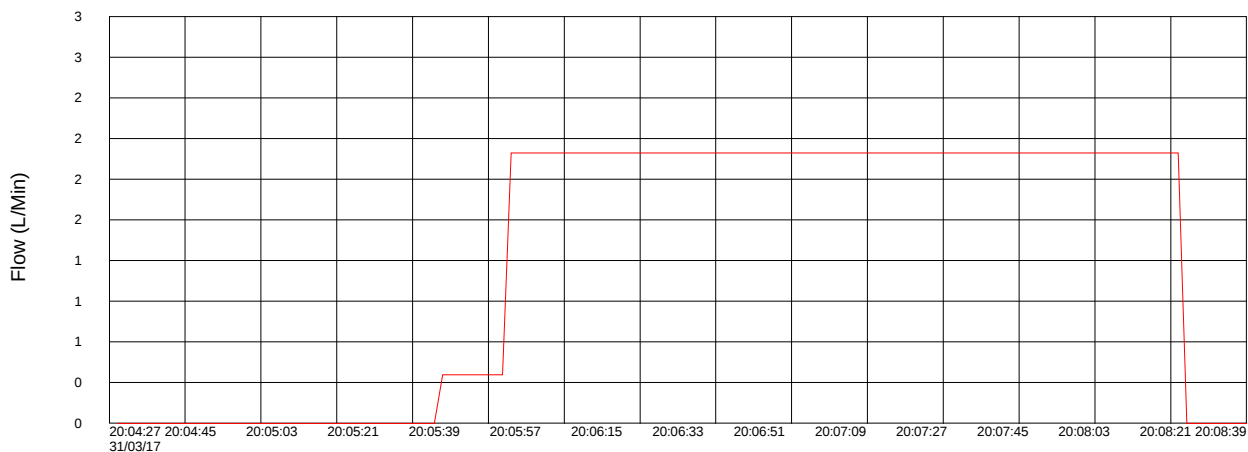
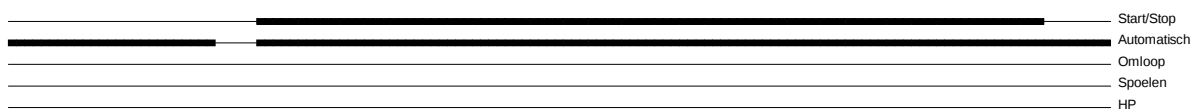
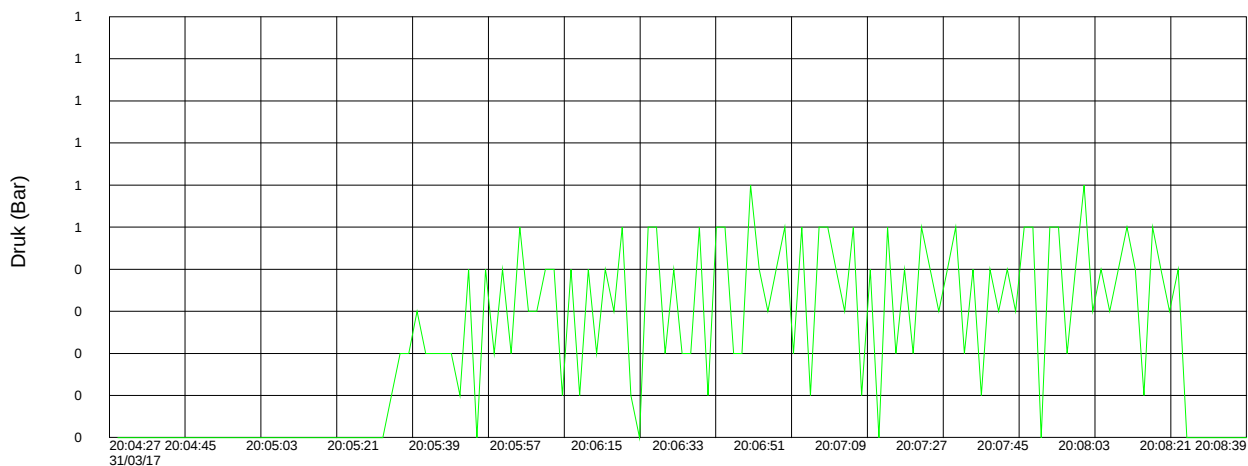
B_P Druktest 2L_min

Lans 11

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 20:05:27
 Injectie einde : 31-03-2017 om 20:08:37
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.3	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.7	Vlst :	6.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

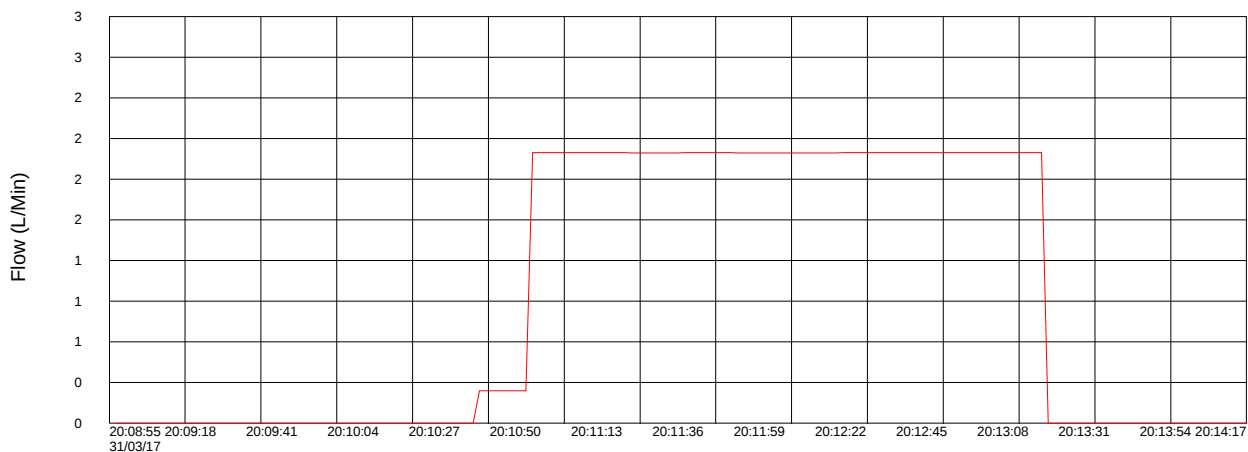
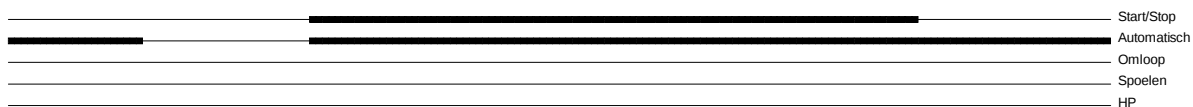
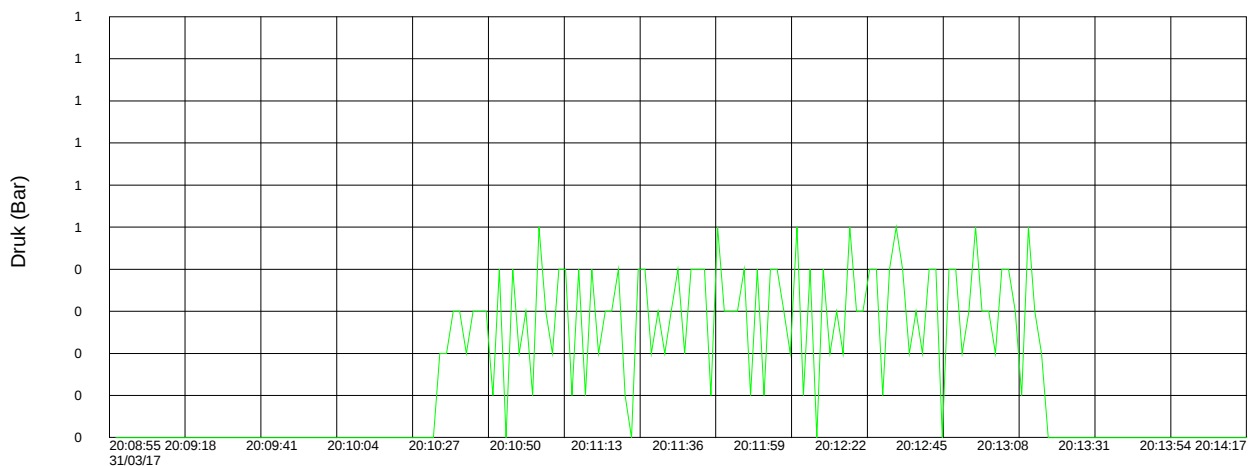
B_P Druktest 2L_min

Lans 12

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 20:10:29
 Injectie einde : 31-03-2017 om 20:13:39
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.3	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.6	VlSt :	6.7



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Druktest 2L_min

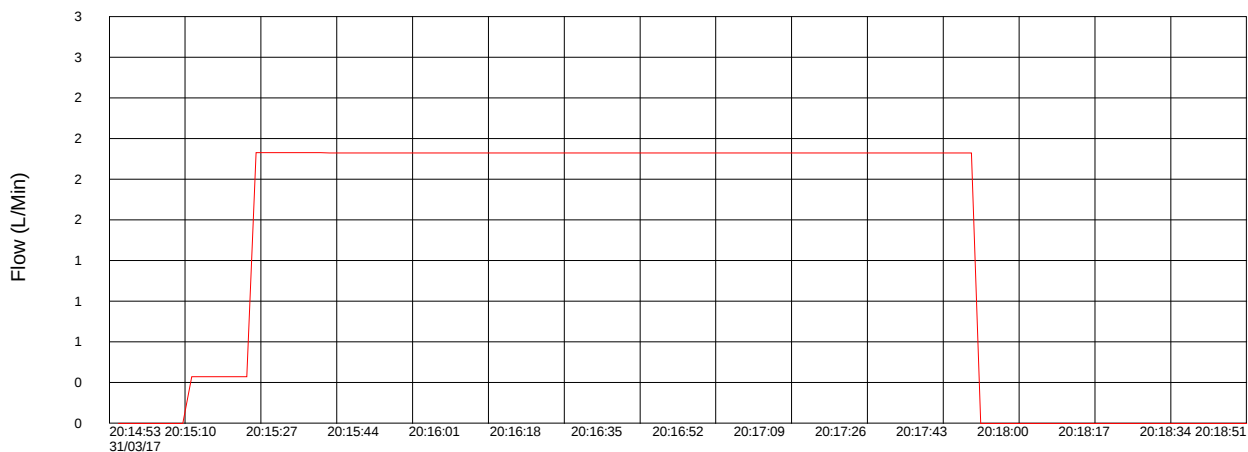
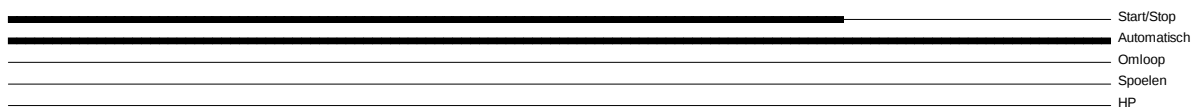
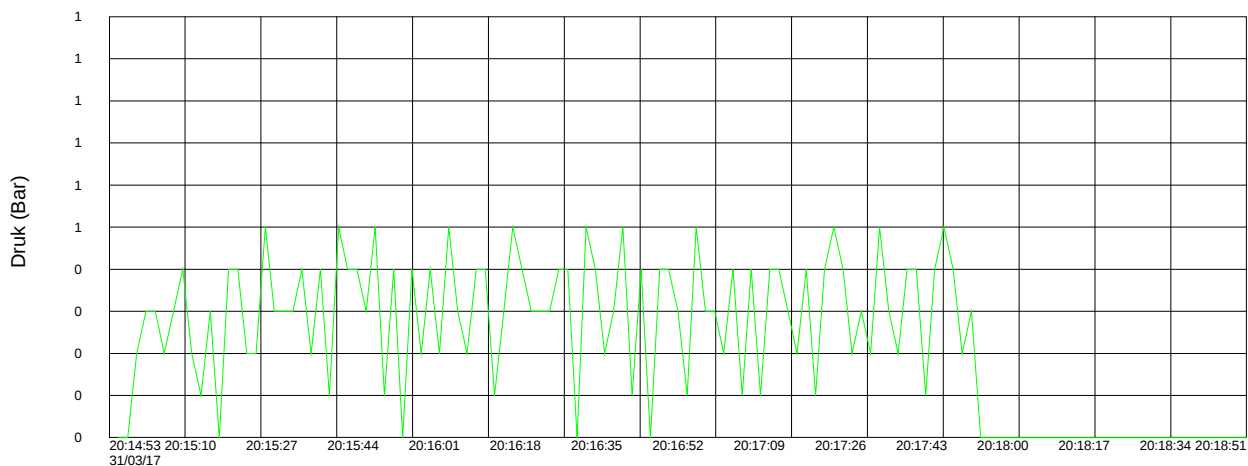
Lans 13

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 20:14:53
 Injectie einde : 31-03-2017 om 20:18:01
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

E&R
 E&R

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.3	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.7	Vlst :	6.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Druktest 2L_min

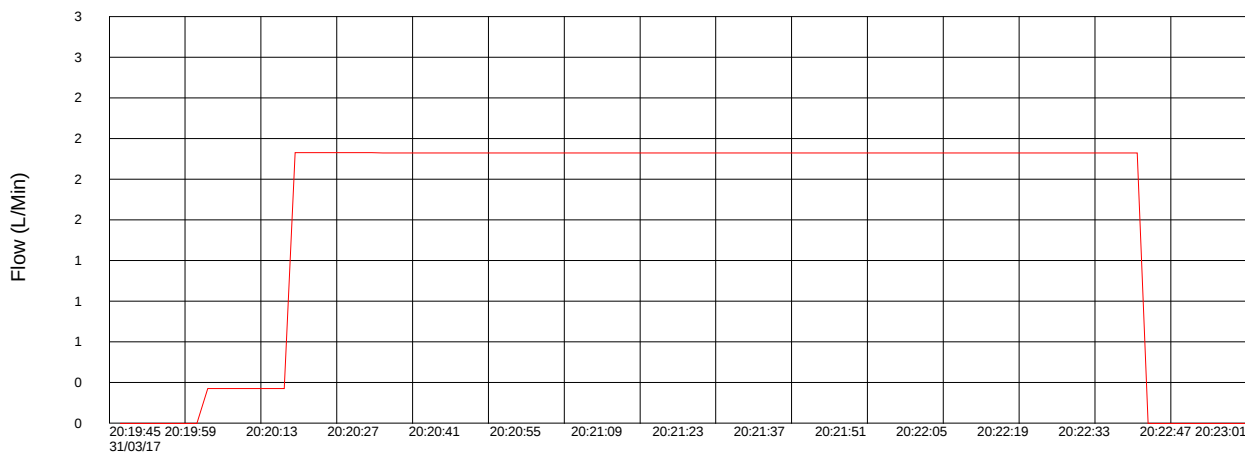
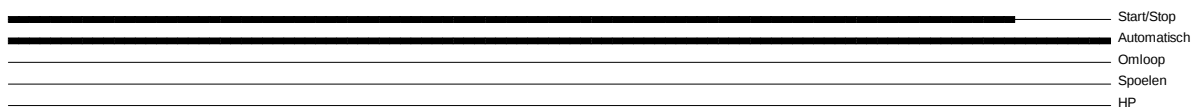
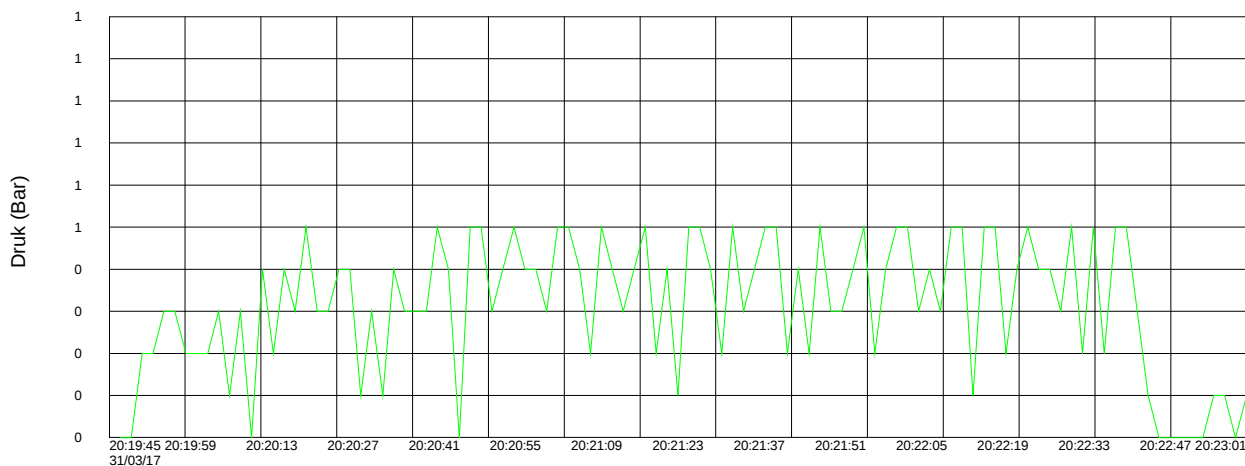
Lans 14

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 20:19:45
 Injectie einde : 31-03-2017 om 20:22:55
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

E&R
 E&R
 31-03-2017 om 20:19:45
 31-03-2017 om 20:22:55
 00:08:28
 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.3	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.6	Vlst :	6.7



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

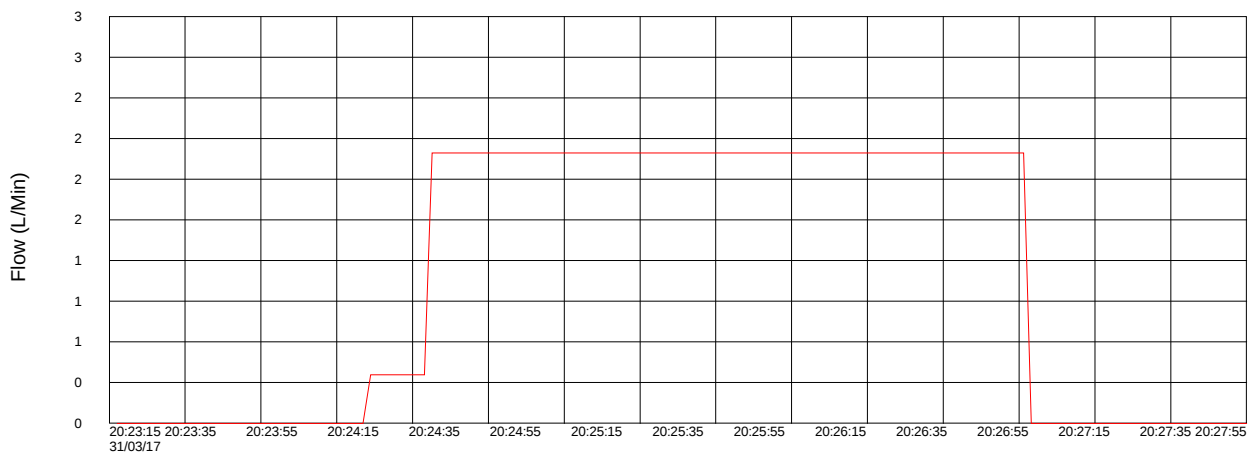
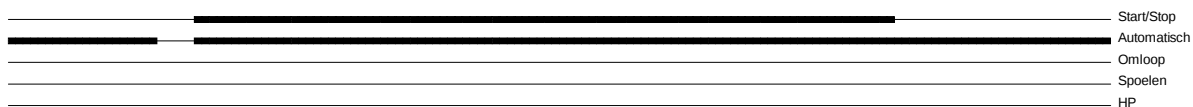
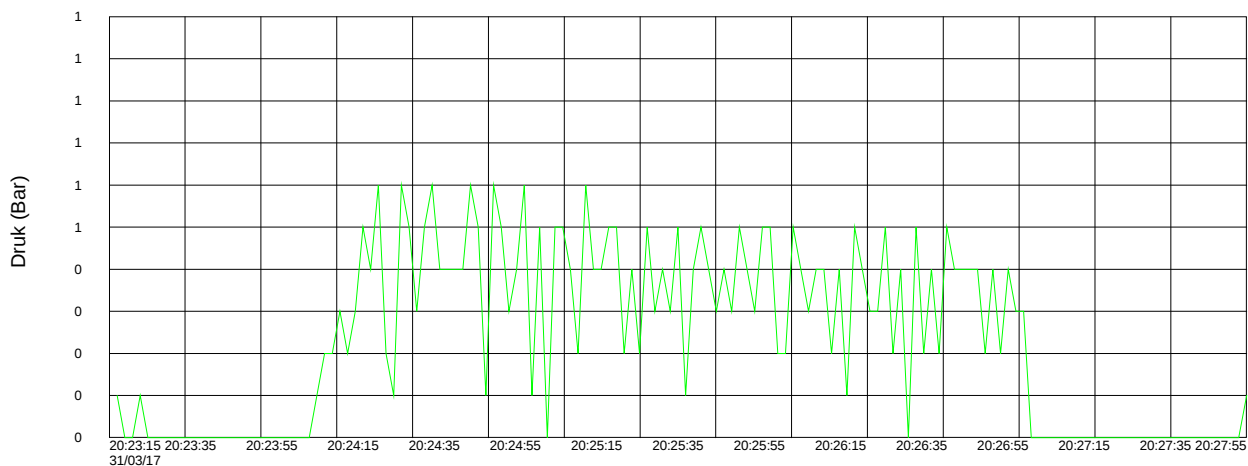
B_P Druktest 2L_min

Lans 15

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 20:24:05
 Injectie einde : 31-03-2017 om 20:27:13
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.4	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.7	Vlst :	6.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

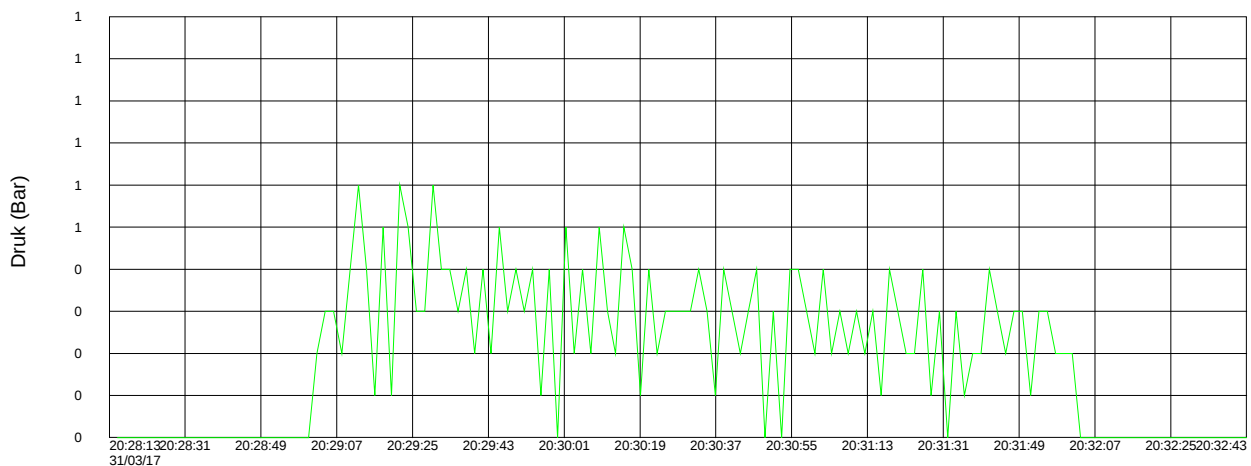
B_P Druktest 2L_min

Lans 17

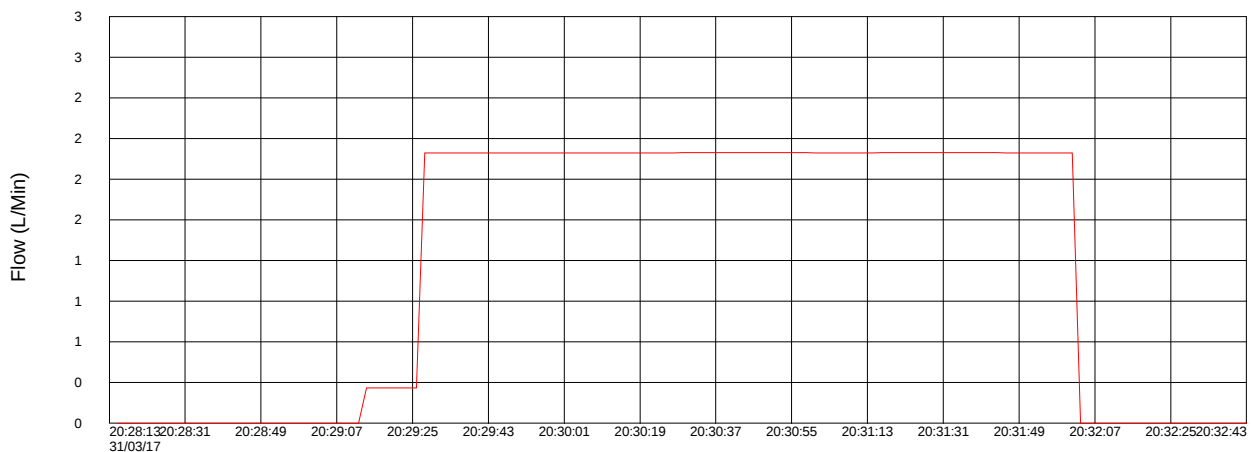
Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman : E&R
 Ploeg : E&R
 Injectie start : 31-03-2017 om 20:28:55
 Injectie einde : 31-03-2017 om 20:32:05
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.3	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.7	Vlst :	6.2



Start/Stop
 Automatisch
 Omloop
 Spoelen
 HP



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

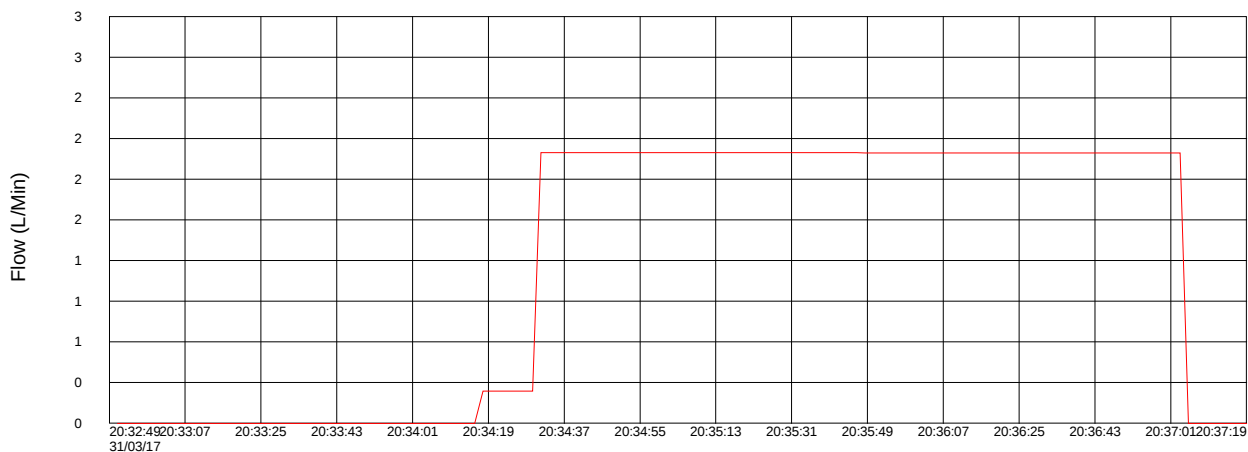
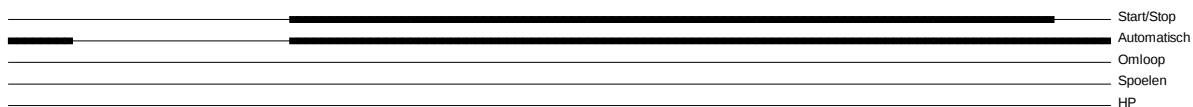
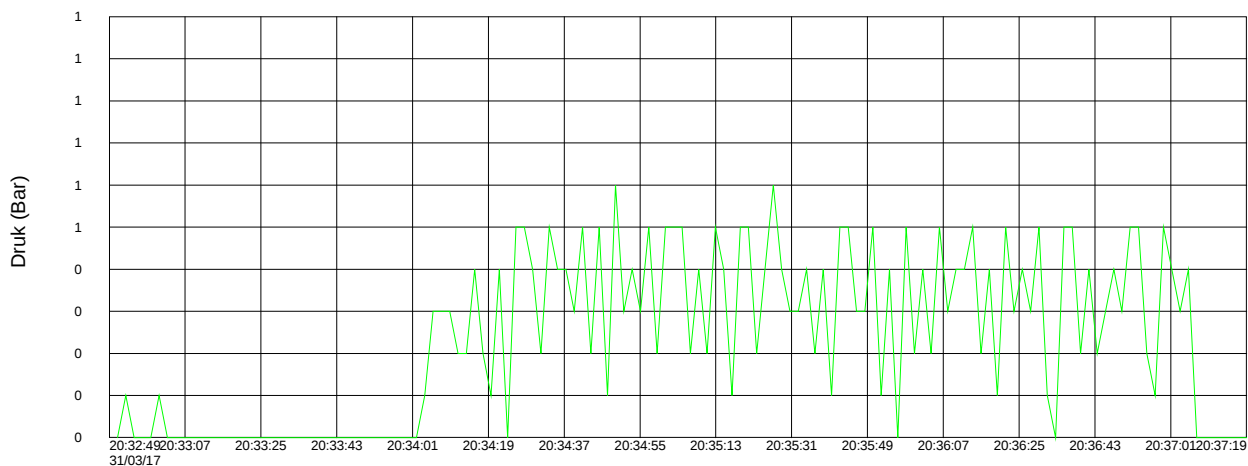
B_P Druktest 2L_min

Lans 17

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 20:33:59
 Injectie einde : 31-03-2017 om 20:37:09
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.3	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.6	Vlst :	6.7



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

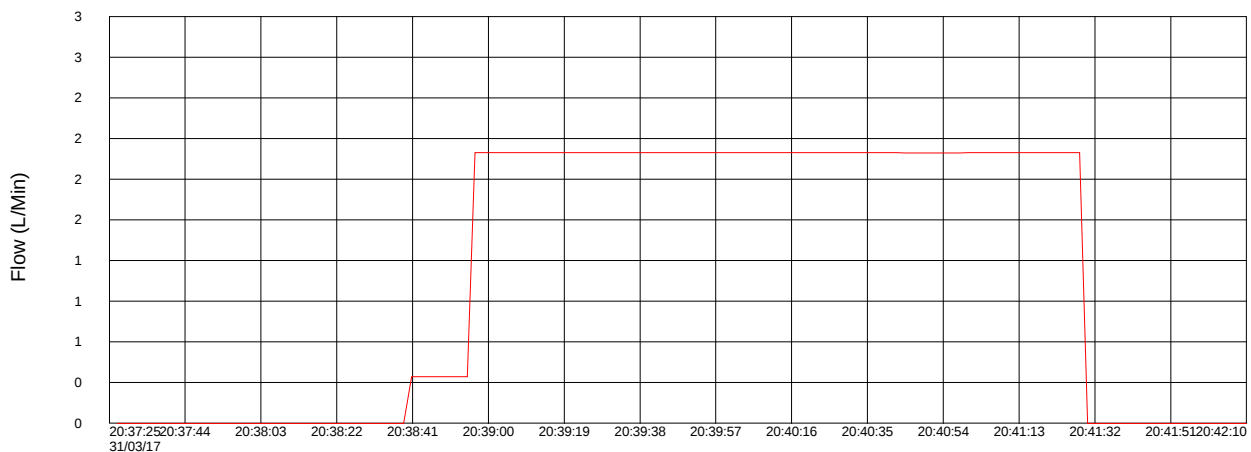
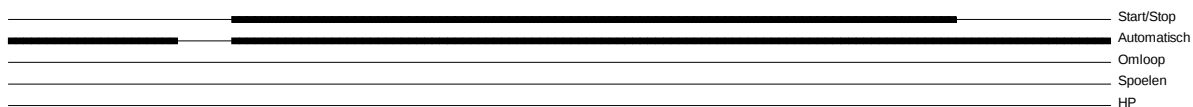
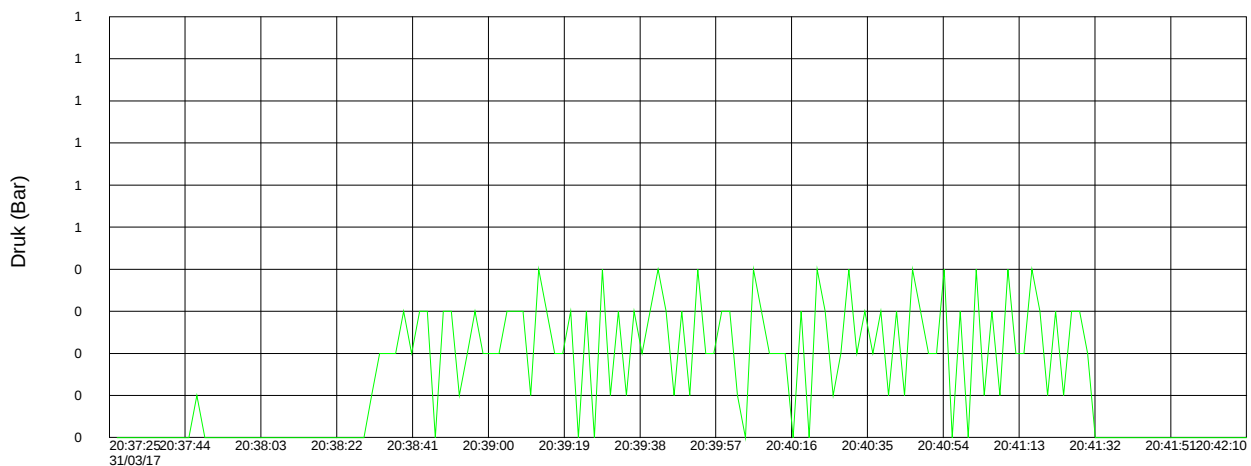
B_P Druktest 2L_min

Lans 18

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 20:38:23
 Injectie einde : 31-03-2017 om 20:41:31
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.2	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.6	VlSt :	6.7



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

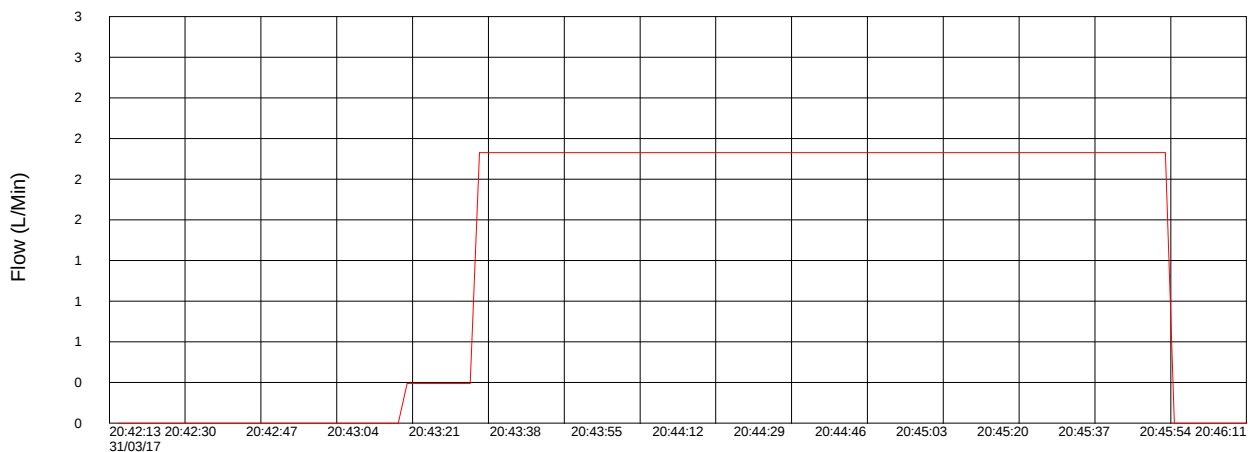
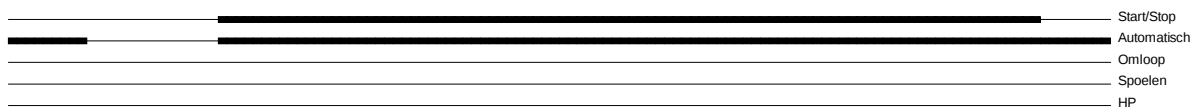
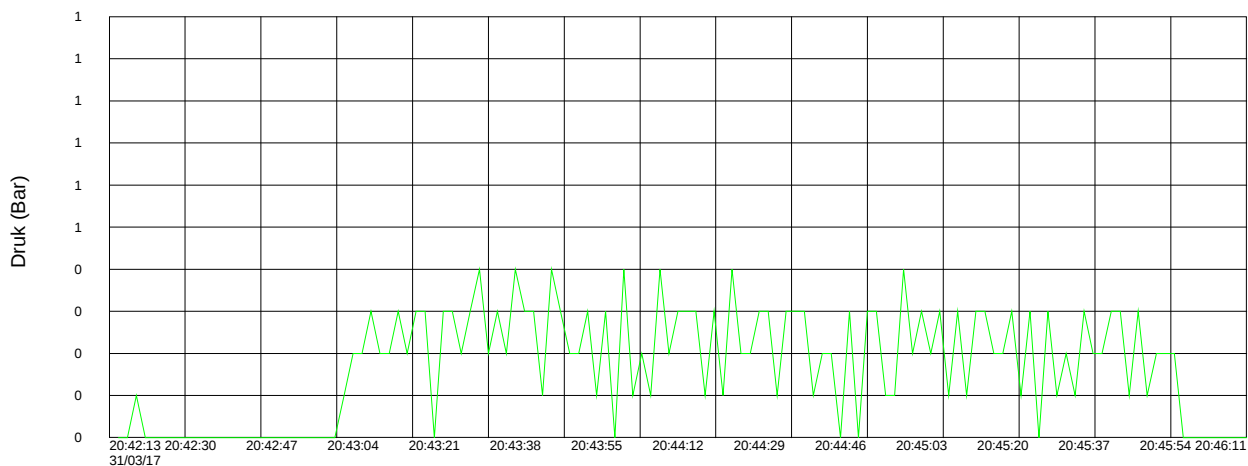
B_P Druktest 2L_min

Lans 19

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 20:43:01
 Injectie einde : 31-03-2017 om 20:46:09
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.2	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.6	VlSt :	6.7



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Druktest 2L_min

Lans 20

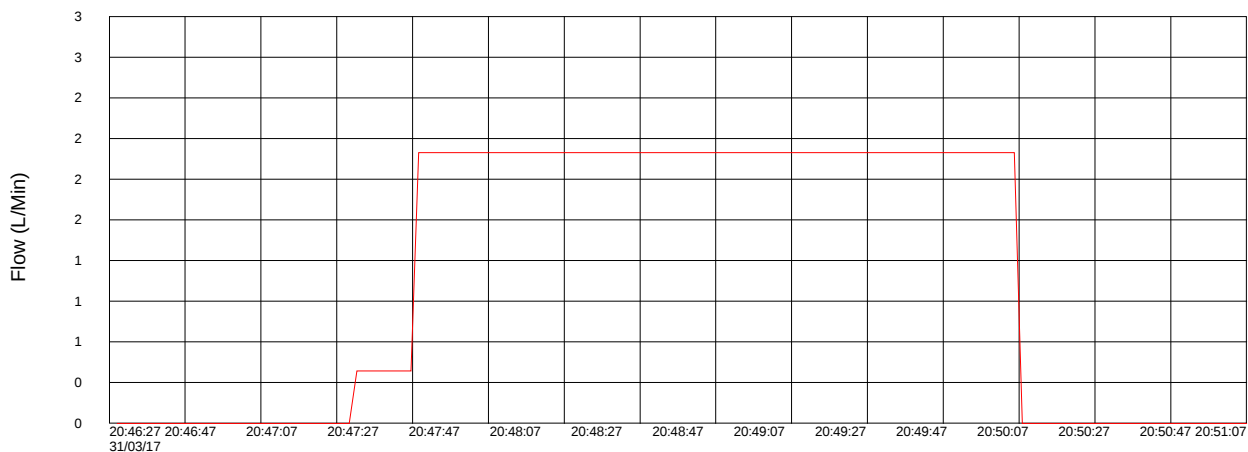
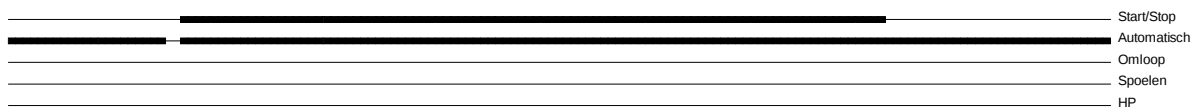
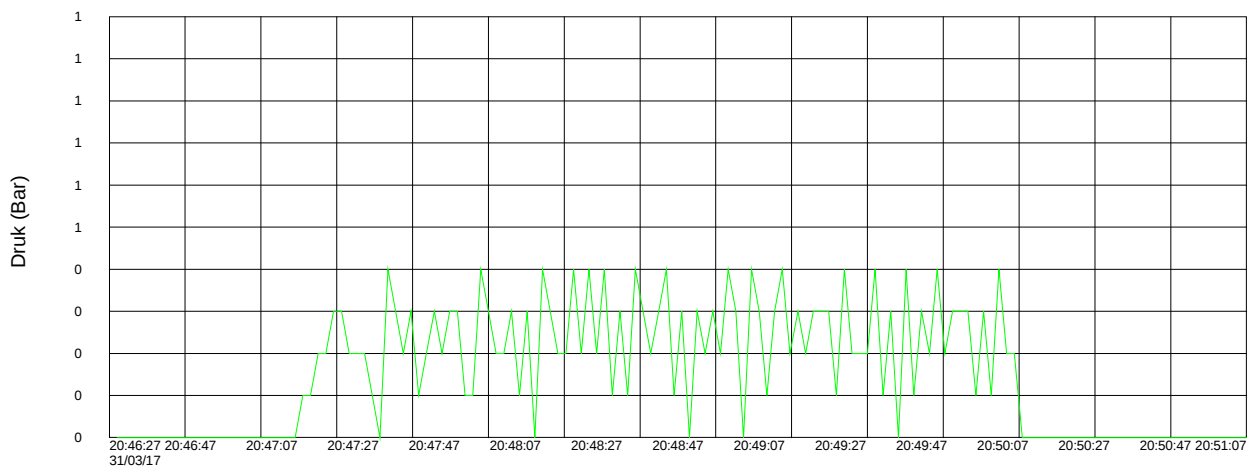
Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 20:47:13
 Injectie einde : 31-03-2017 om 20:50:21
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

E&R

E&R

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.2	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.7	Vlst :	6.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Druktest 2L_min

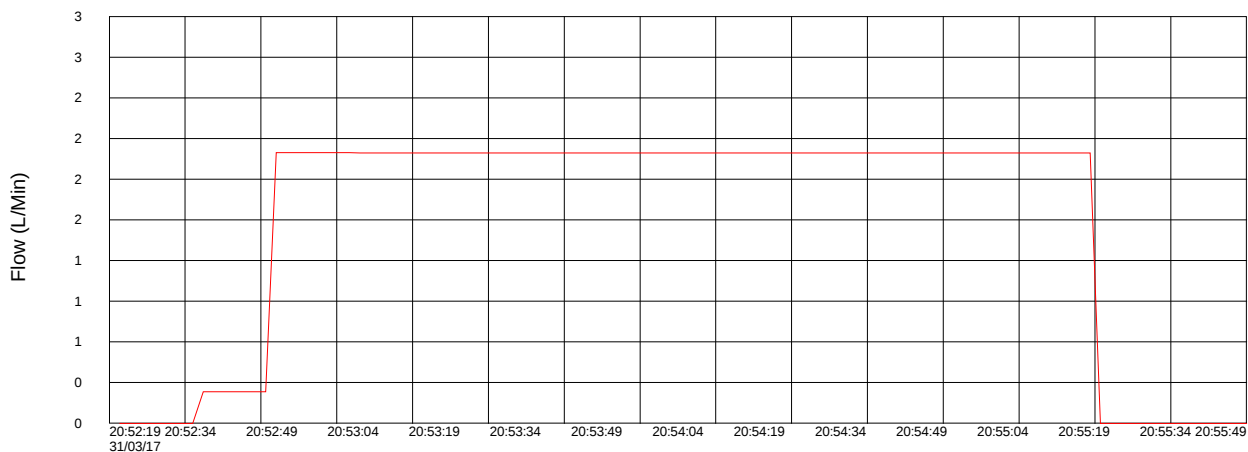
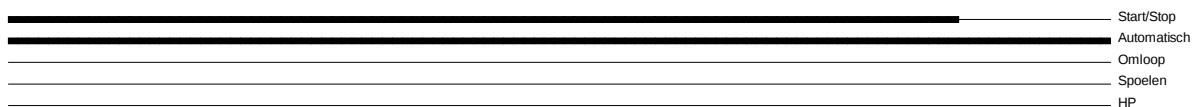
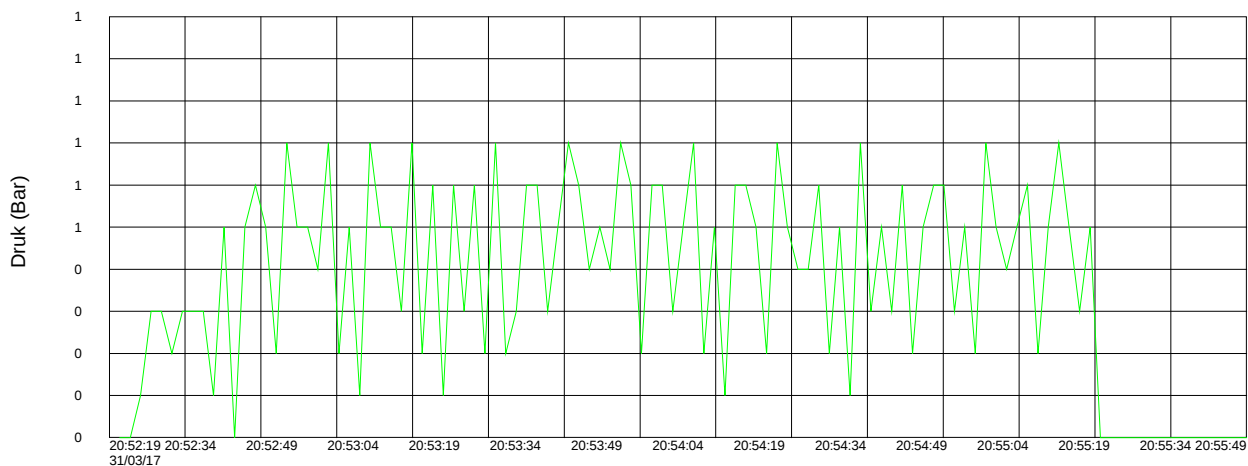
Lans 21

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 20:52:19
 Injectie einde : 31-03-2017 om 20:55:27
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

E&R
 E&R

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.4	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.7	Vlst :	6.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

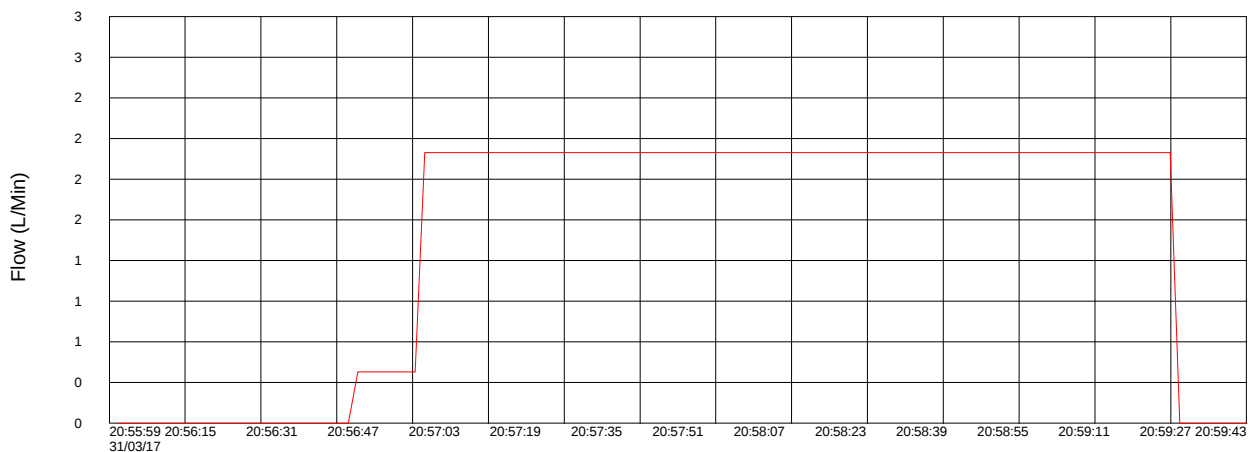
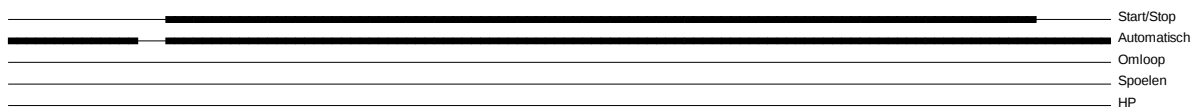
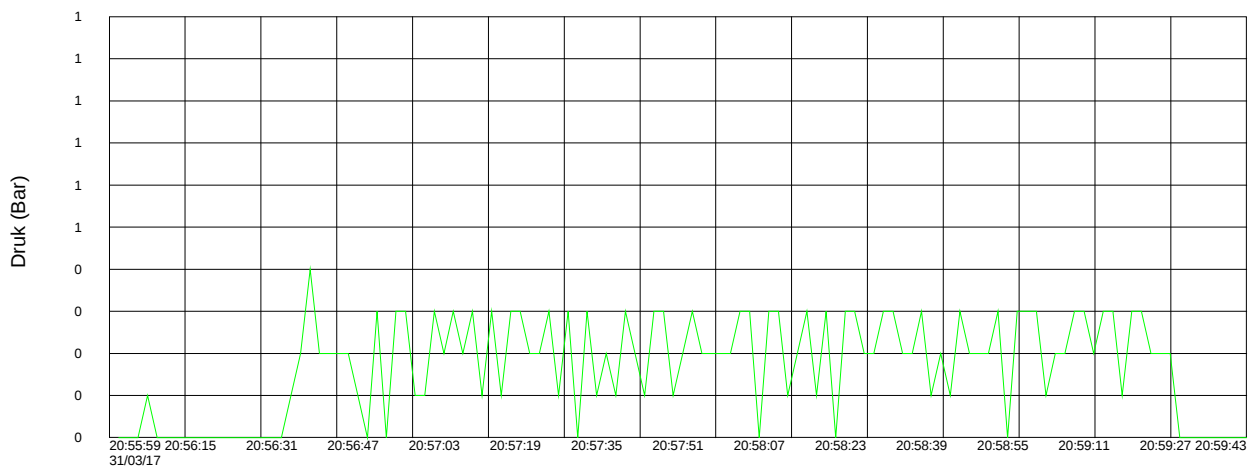
B_P Druktest 2L_min

Lans 22

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 20:56:33
 Injectie einde : 31-03-2017 om 20:59:41
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.2	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.7	Vlst :	6.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

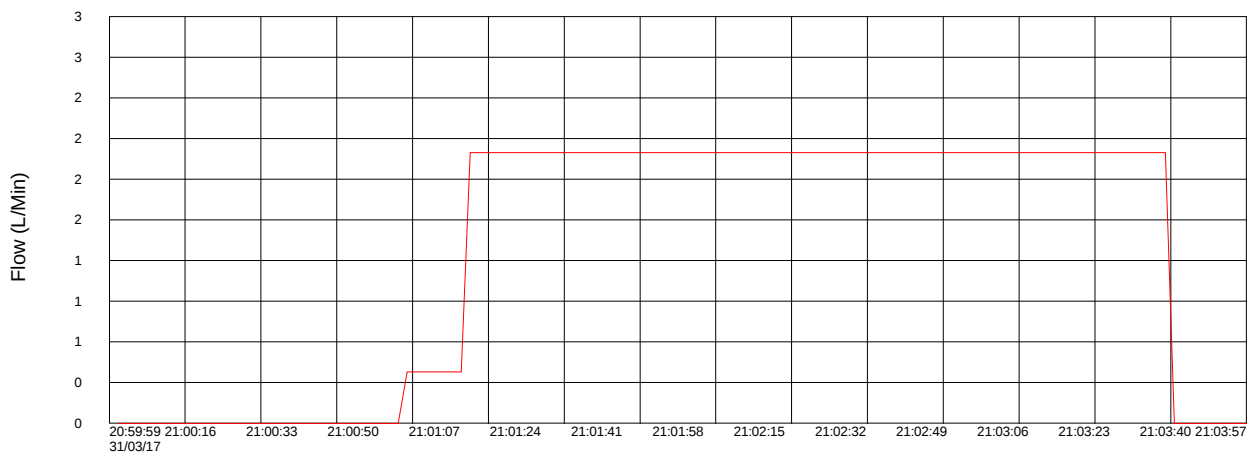
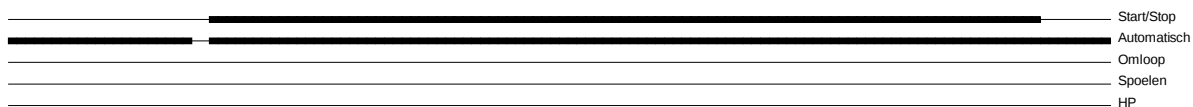
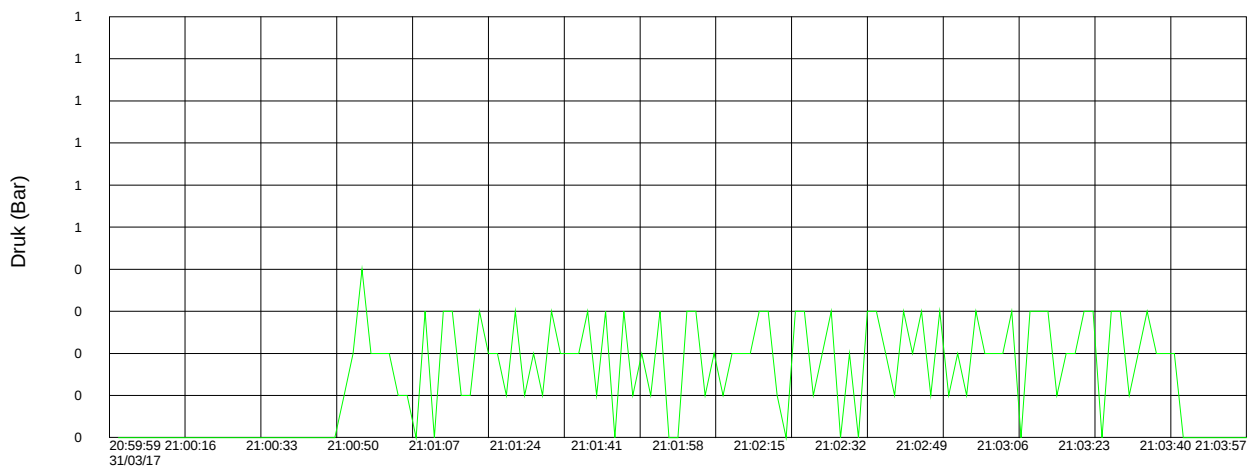
B_P Druktest 2L_min

Lans 23

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 21:00:45
 Injectie einde : 31-03-2017 om 21:03:55
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.2	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.6	VlSt :	6.7



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Druktest 2L_min

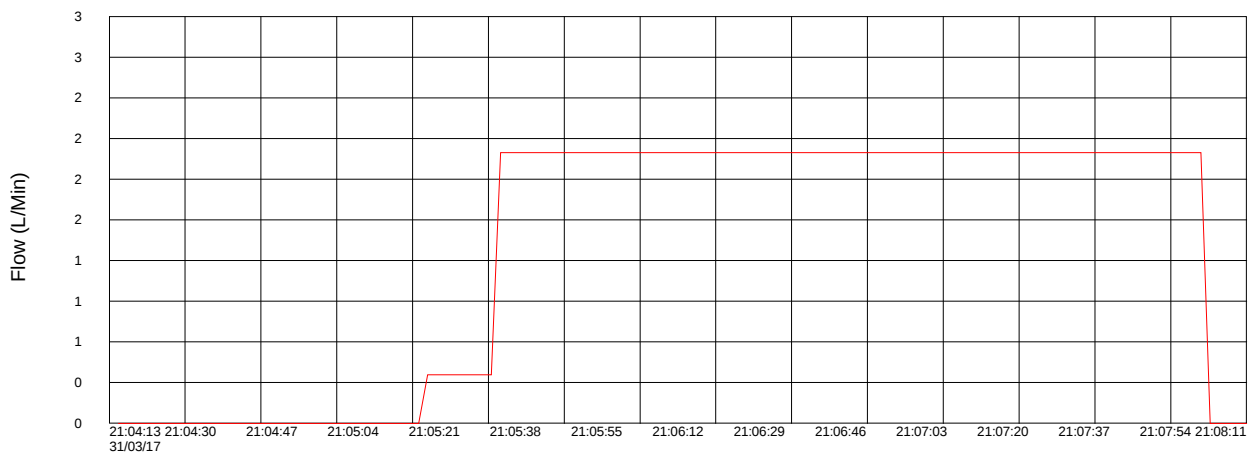
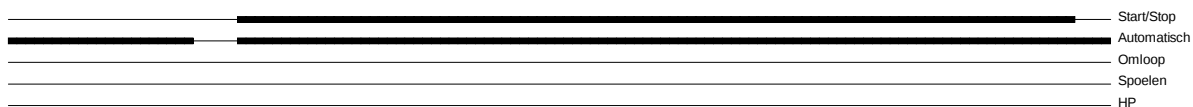
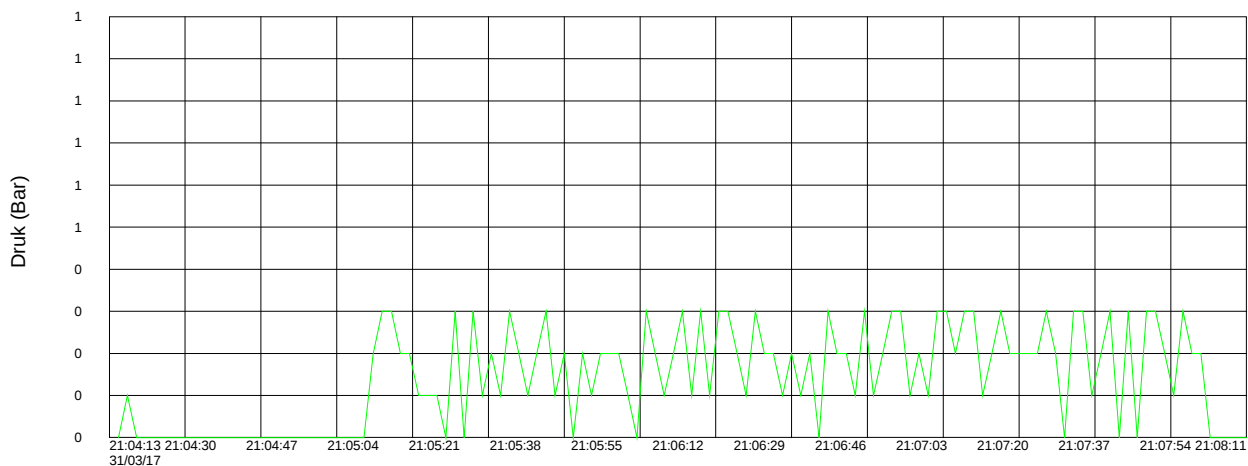
Lans 24

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 21:05:05
 Injectie einde : 31-03-2017 om 21:08:15
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

E&R
 E&R
 31-03-2017 om 21:05:05
 31-03-2017 om 21:08:15
 00:08:28
 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.2	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.7	Vlst :	6.7



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

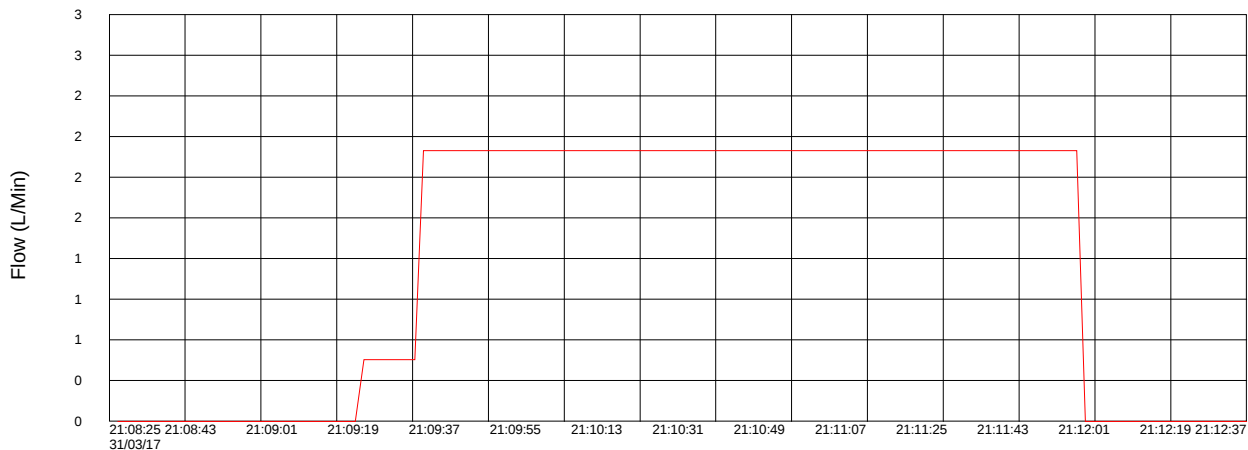
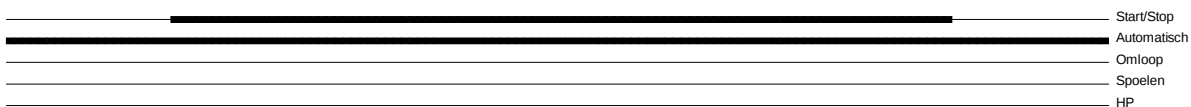
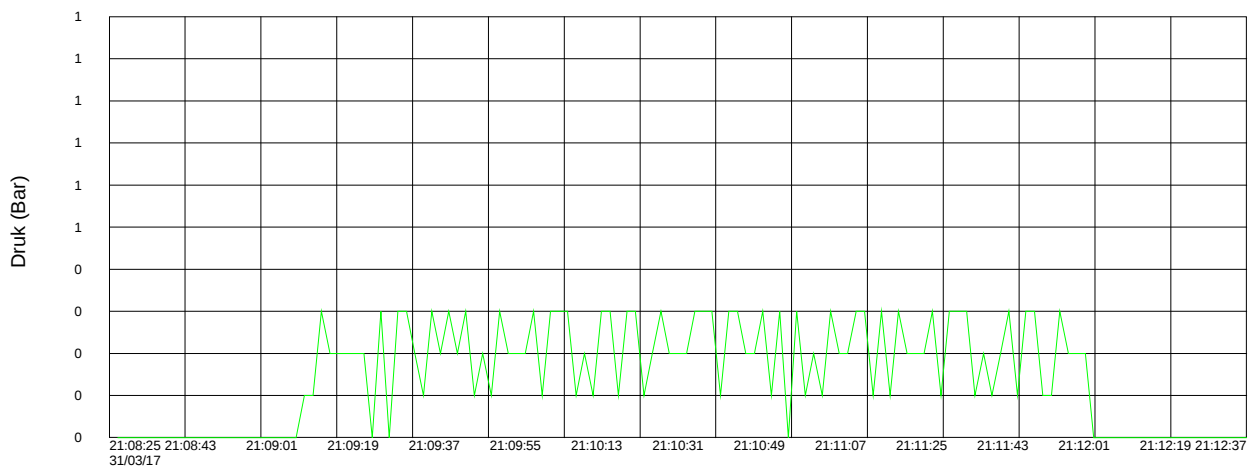
B_P Druktest 2L_min

Lans 25

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 21:09:07
 Injectie einde : 31-03-2017 om 21:12:15
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.2	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.7	Vlst :	6.7



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

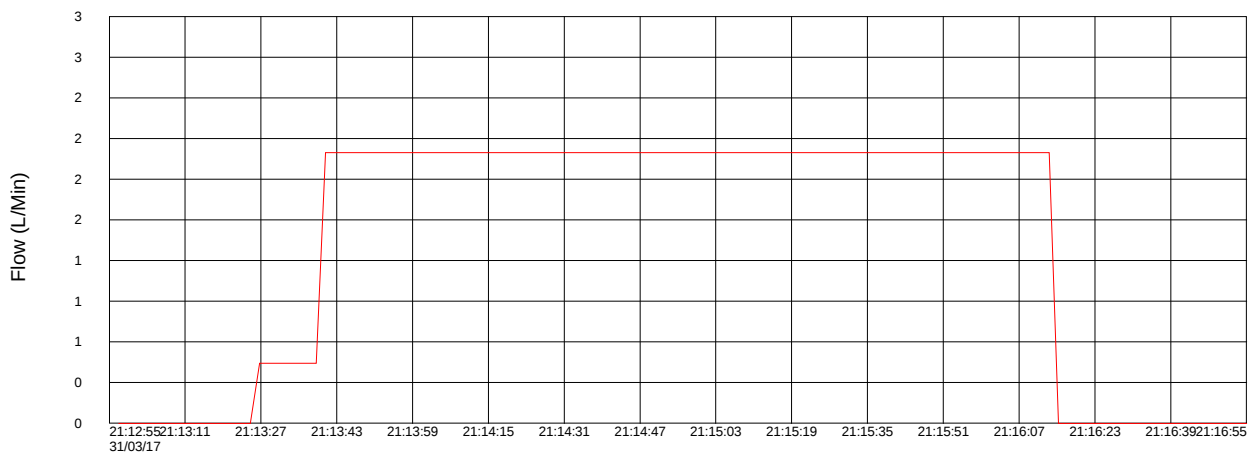
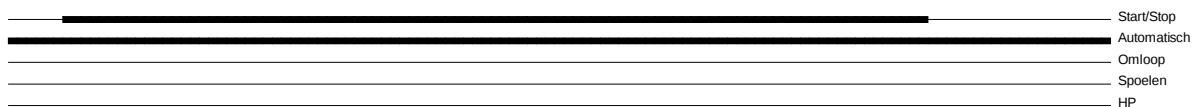
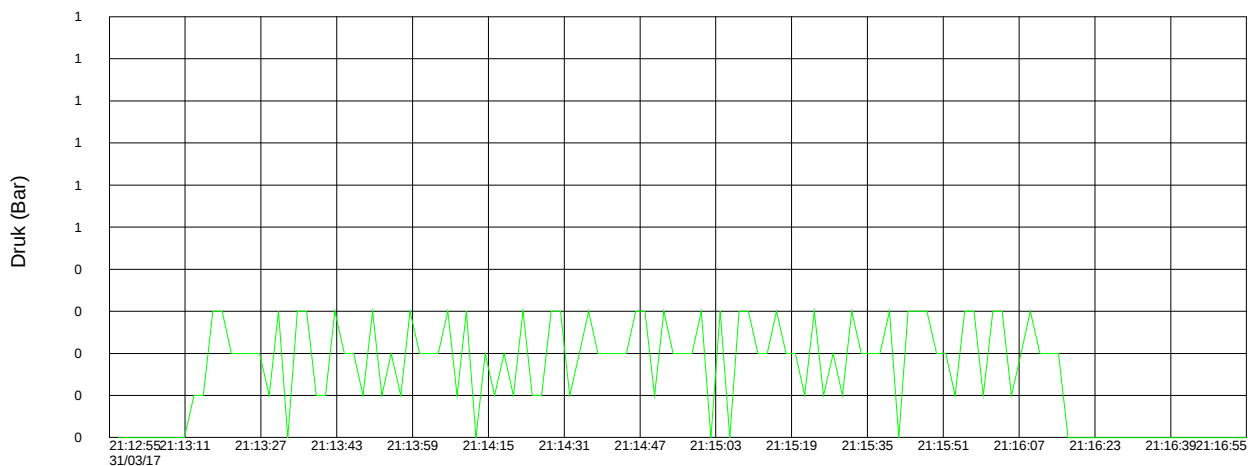
B_P Druktest 2L_min

Lans 26

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 21:13:09
 Injectie einde : 31-03-2017 om 21:16:17
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.2	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.7	Vlst :	6.7



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Druktest 2L_min

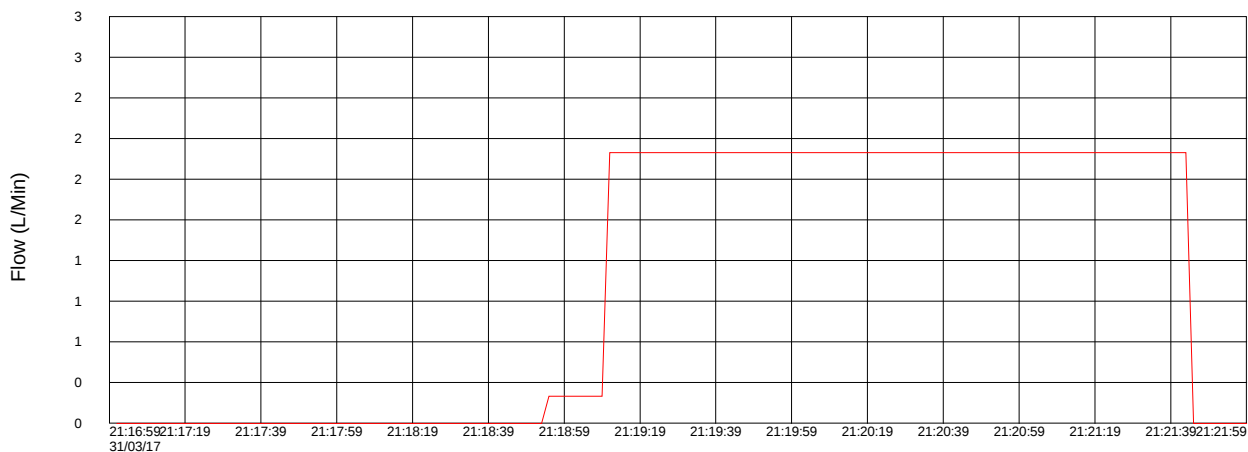
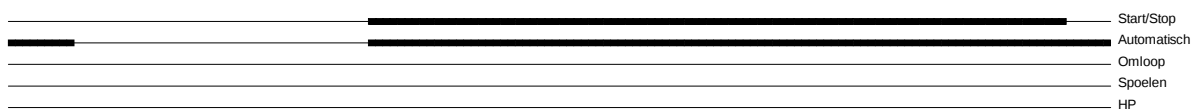
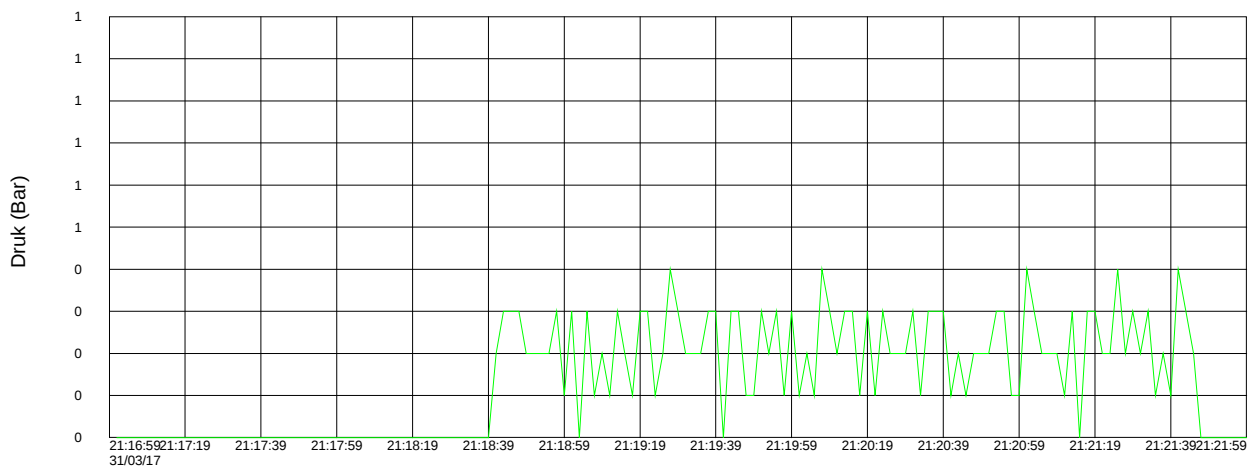
Lans 27

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 21:18:37
 Injectie einde : 31-03-2017 om 21:21:47
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

E&R
 E&R
 31-03-2017 om 21:18:37
 31-03-2017 om 21:21:47
 00:08:28
 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.2	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.6	Vlst :	6.7



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Druktest 2L_min

Lans 28

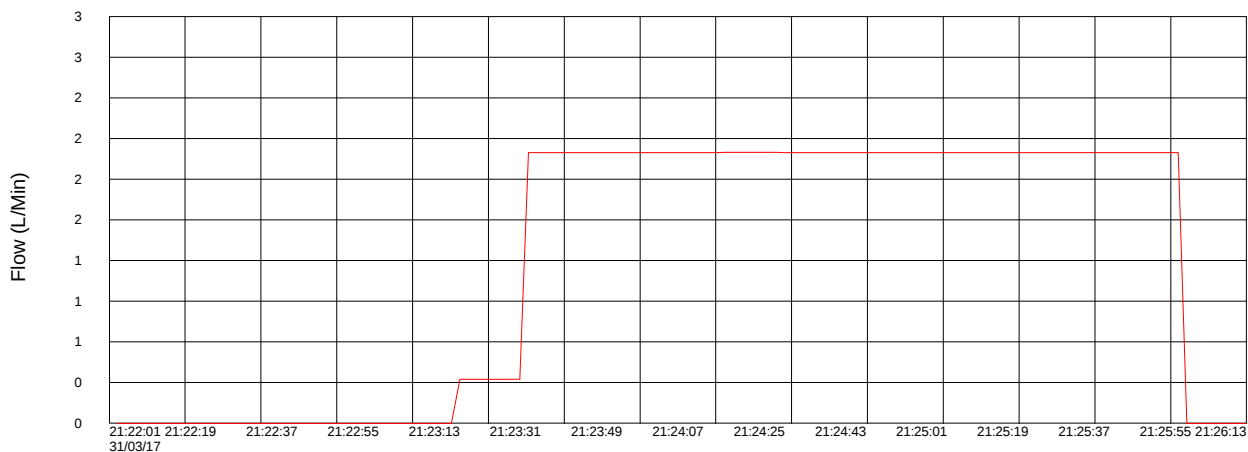
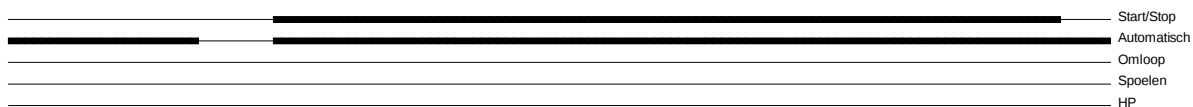
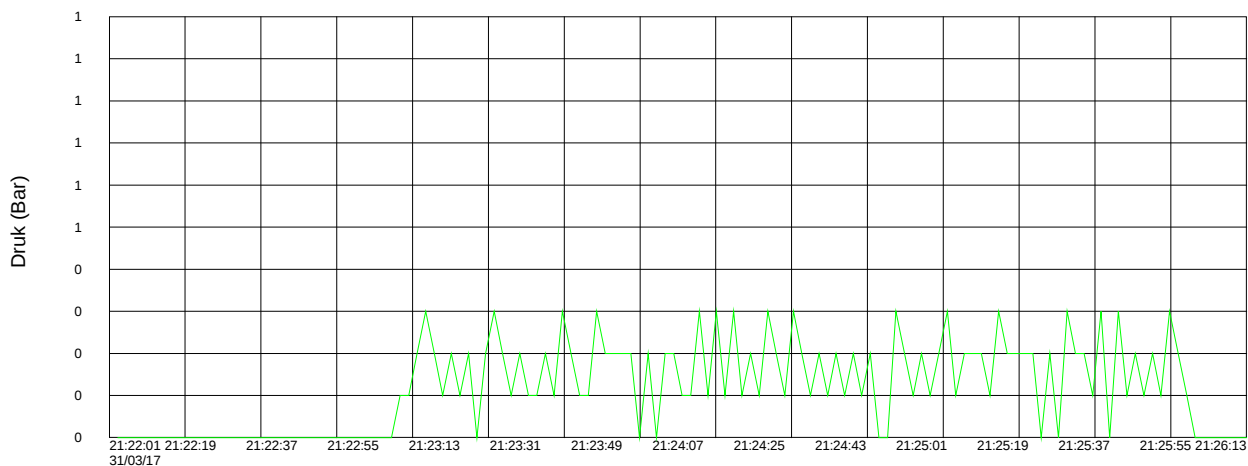
Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 21:23:05
 Injectie einde : 31-03-2017 om 21:26:15
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

E&R

E&R

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.2	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.6	VlSt :	6.7



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

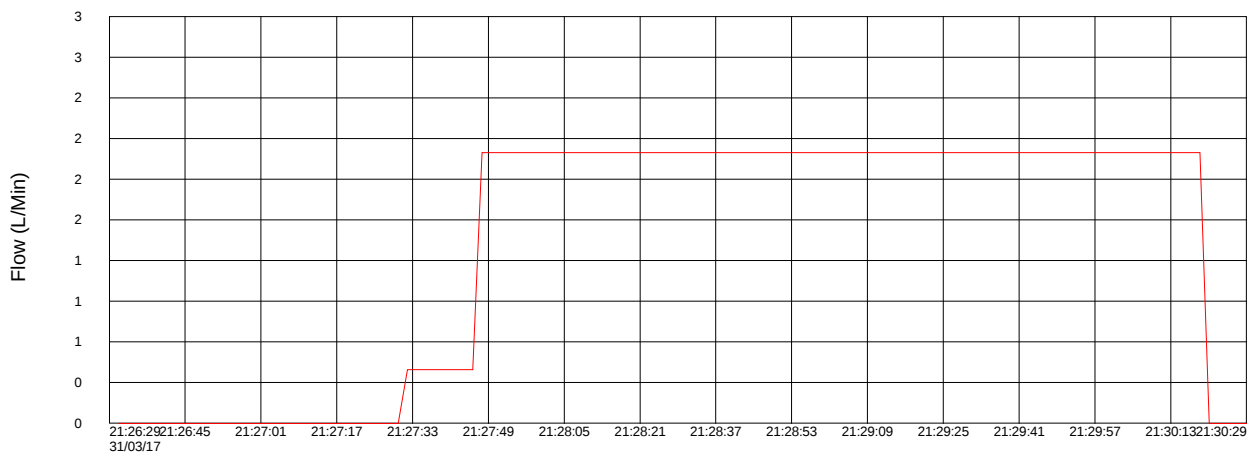
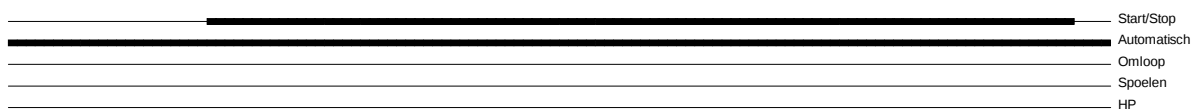
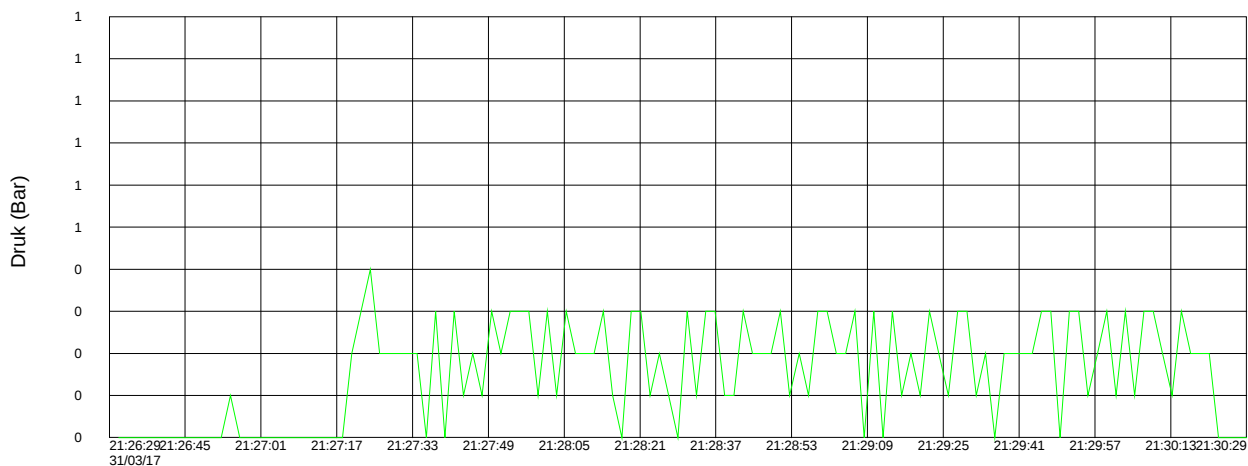
B_P Druktest 2L_min

Lans 29

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 21:27:15
 Injectie einde : 31-03-2017 om 21:30:25
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.2	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.7	VlSt :	6.7



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Druktest 2L_min

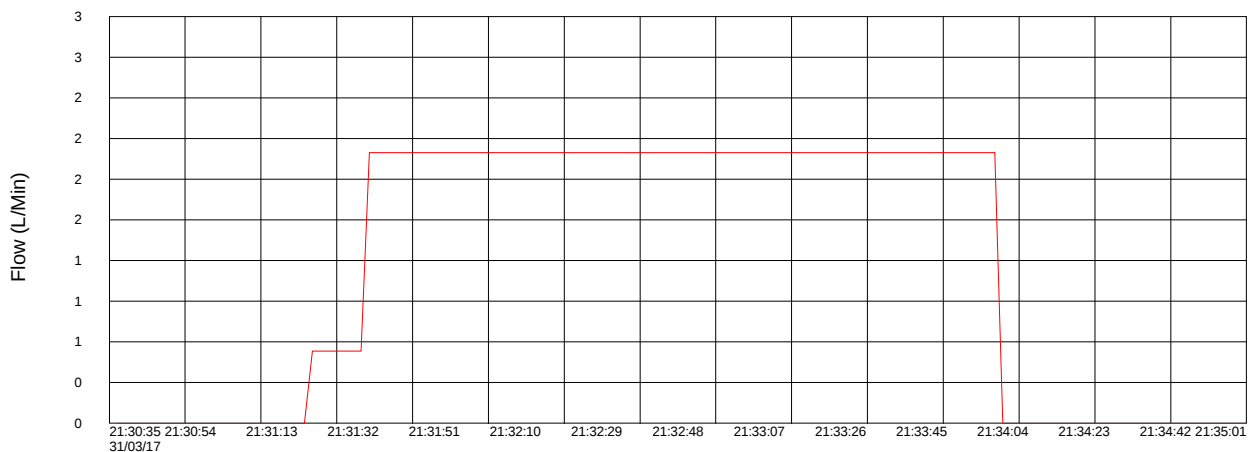
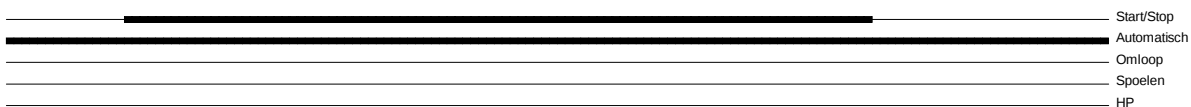
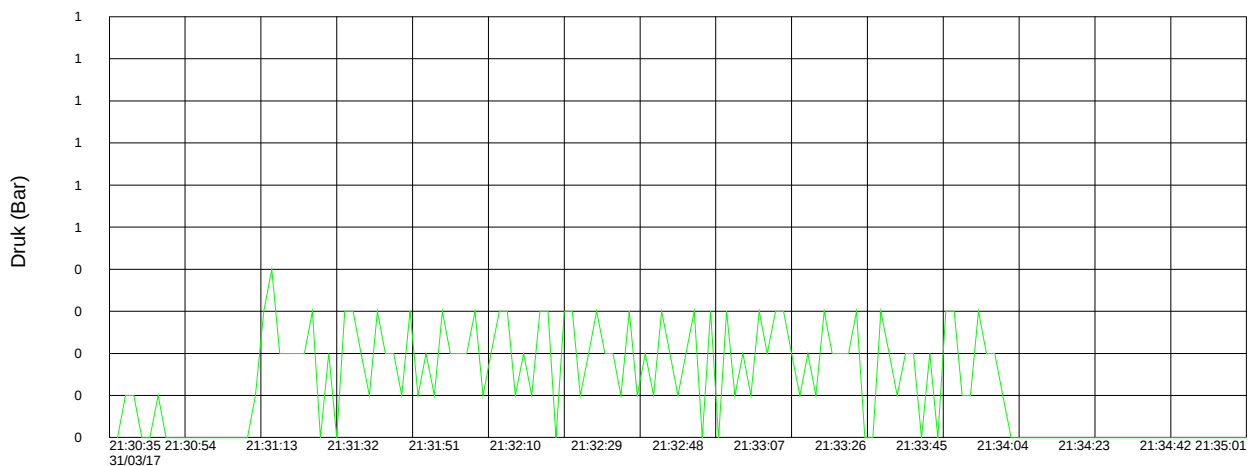
Lans 30

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 31-03-2017 om 21:31:07
 Injectie einde : 31-03-2017 om 21:34:15
 Pompenlooptijd : 00:08:28
 Injectietijd : 00:03:08

E&R
 E&R

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.2	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	6.5	Q0:	1.7	Vlst :	6.7



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

Overzicht injectiedrukproef 2 L/min beproeving 1

Algemeen

Datum injectie:	31-3-2017
Datum meting:	3-4-2017
Starttijd:	15:00
Eindtijd:	15:26
Uithardingsduur:	72 uur

Project:

Horizontale bodemafluiting door
middel van waterglasinjectie

Basisgegevens

Doorsnede proefbak:	1.4925 m ²
Drukhoogte water:	1.5 m
Ingestelde liters per bol:	6 L
Beoogde boldoorsnede:	320 mm
Werkelijke (gemiddelde) boldoorsnede:	0.273 m
Theoretisch porievolumen:	35 %
Kiptijd:	32 min

meetgegevens

	meting 1	meting 2	meting 3
Starttijd meting	15:00		
Duur meting (s)	1590		
Eindtijd meting	15:26		
Opgevangen water (L)	25.5		
Opgevangen water (m ³)	0.0255		
Watertemperatuur (°C)	14		

Berekeningen

	q (m ³ /s)	i	A (m ²)	f _t	k ₁₀ (x10 ⁻⁷ m/s)
Meting 1	1.6E-05	5.50	1.49	0.90172	17.60
Meting 2					
Meting 3					

Gemiddelde Let op: het lekwater is niet opgevangen en meegerekend in het debiet.

Bouwkuip

Berekeningen	k ₁₀ (x10 ⁻⁷ m)	l=Δ H/L	bouwput 100m ²	bouwput 400m ²
Meting 1	17.60	5	3.17 M ³ /h	12.67 M ³ /h

Grondwaterstands verschil binnen en buiten de bouwkuip 5 meter

Laagdikte injectielaag 1m

Definities

q	debiet, in m ³ /s
i	verhang
A	doorsnede proefbak, in m ²
f _t	temperatuurcorrectiefactor
k ₁₀	waterdoorlatendheidscoëfficiënt

Waarnemingen

Tijdens injectie: 31-03-2017	
	De bak was niet waterdicht tijdens het uitvoeren van de injectie. Gedurende de injectie heeft er een waterstandsverlaging plaatsgevonden van ongeveer 525 mm. Dit betekent dat er ongeveer 270 liter water is weggestroomd door de onderkant van de proefbak, en daarbij de injectielaag gepasseerd is.
Tijdens debiet meten: 3-4-2017	
	Het water stroomt sneller door dan de prognose. Ervoor gekozen om één meting uit te voeren, aangezien met de verkregen gegevens: 25,5 liter in 26 minuten en 30 seconden de doorlatendheid 21x hoger is dan verwacht.
Tijdens opgraven injectielaag: 4-4-2017	
	Sommige injectieslangen zitten los in het zandpakket. Dit betrof de slangen met nummers: 13,18,19,20,23,25,26,30 van het injectiepatroon.

	Op deze foto is te zien dat de genoemde slangen ontbreken.
	Sommige bollen bevinden zich boven en andere onder het raster. Dit terwijl alle injectiepunten op dezelfde hoogte zijn aangebracht.
	De bollen hebben niet de verwachte afmeting, getoonde bol heeft een doorsnede van ongeveer 27 cm terwijl deze theoretisch 32 cm zou moeten zijn.

	Relatief veel bollen zijn afwijkend in hun vorm. Dit is te herleiden aan de injectievolgorde en de grondwaterstroming.
	Op deze foto is zichtbaar dat enkele toppen van de bollen op de hoogte van hart injectielaag aanwezig zijn. Daarnaast is te zien dat het op zichzelf staande bollen zijn waardoor er geen afdichting is.

BIJLAGE H: BEPROEVING 2

Behorend bij onderzoek:
Horizontale bodemafluiting doormiddel van waterglasinjectie

CRUX Engineering B.V.
B&P Bodeminjectie

Robin Gerssen
Edward van de Werfhorst
Status
Versie
Printdatum

S1067036
S1074510
Definitief
19-05-2017
2-6-2017



Inhoud

Injectiepatroon	2
Injectie gegevens	2
Berekeningen	2
Waarnemingen	3

B&P Bodeminjectie B.V.	Injectie-Rapport SG-1.3
B_P Drukproef 2L_min test 2	

Lans	Manchet	Fase	Datum	Tijd (uu:mm:ss)	Druk (Bar)	Flow (L/Min)	Setpoint (L)	Totaal (L)	Cumulatief (L)
1/1	1	3	11-04-2017	00:01:31	0.00	2.91	5.00	3.10	8.30
1/1	1	4	12-04-2017	00:02:29	0.00	1.70	5.00	5.20	
1/01	1	1	12-04-2017	00:03:39	0.02	1.69	7.50	7.80	
1/02	1	1	12-04-2017	00:03:39	0.11	1.72	7.50	7.20	
1/03	1	1	12-04-2017	00:03:38	0.03	1.72	7.50	7.20	
1/04	1	1	12-04-2017	00:03:38	0.00	1.70	7.50	7.20	
1/05	1	1	12-04-2017	00:03:38	0.06	1.70	7.50	7.20	
1/06	1	1	12-04-2017	00:03:38	0.07	1.72	7.50	7.20	
1/07	1	1	12-04-2017	00:03:39	0.01	1.70	7.50	7.20	
1/08	1	1	12-04-2017	00:03:38	0.02	1.72	7.50	7.20	
1/09	1	1	12-04-2017	00:03:38	0.02	1.70	7.50	7.20	
1/10	1	1	12-04-2017	00:03:39	0.01	1.68	7.50	7.80	
1/11	1	1	12-04-2017	00:03:38	0.02	1.70	7.50	7.20	
1/12	1	1	12-04-2017	00:03:39	0.02	1.72	7.50	7.20	
1/13	1	1	12-04-2017	00:03:38	0.01	1.70	7.50	7.20	
1/14	1	1	12-04-2017	00:03:39	0.04	1.68	7.50	7.80	
1/15	1	1	12-04-2017	00:03:38	0.04	1.72	7.50	7.20	
1/16	1	1	12-04-2017	00:03:38	0.01	1.69	7.50	7.80	
1/17	1	1	12-04-2017	00:03:39	0.21	1.67	7.50	7.80	
1/18	1	1	12-04-2017	00:03:39	0.05	1.72	7.50	7.20	
1/19	1	1	12-04-2017	00:03:39	0.01	1.67	7.50	7.80	
1/20	1	1	12-04-2017	00:03:38	0.01	1.70	7.50	7.80	
1/21	1	1	12-04-2017	00:03:38	0.03	1.69	7.50	7.80	
1/22	1	1	12-04-2017	00:03:39	0.08	1.70	7.50	7.20	
1/23	1	1	12-04-2017	00:03:39	0.03	1.70	7.50	7.80	
1/24	1	1	12-04-2017	00:03:39	0.03	1.70	7.50	7.80	
1/25	1	1	12-04-2017	00:03:39	0.04	1.72	7.50	7.80	
1/26	1	1	12-04-2017	00:03:38	0.02	1.69	7.50	7.80	
1/27	1	1	12-04-2017	00:03:39	0.03	1.67	7.50	7.80	
1/28	1	1	12-04-2017	00:03:38	0.02	1.68	7.50	7.80	
1/29	1	1	12-04-2017	00:03:38	0.12	1.70	7.50	7.20	
1/30	1	1	12-04-2017	00:03:39	0.03	1.69	7.50	7.80	
			Totaal	01:53:15			235.00	233.30	

Opmerkingen

Opdrachtgever

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Datum

Handtekening

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

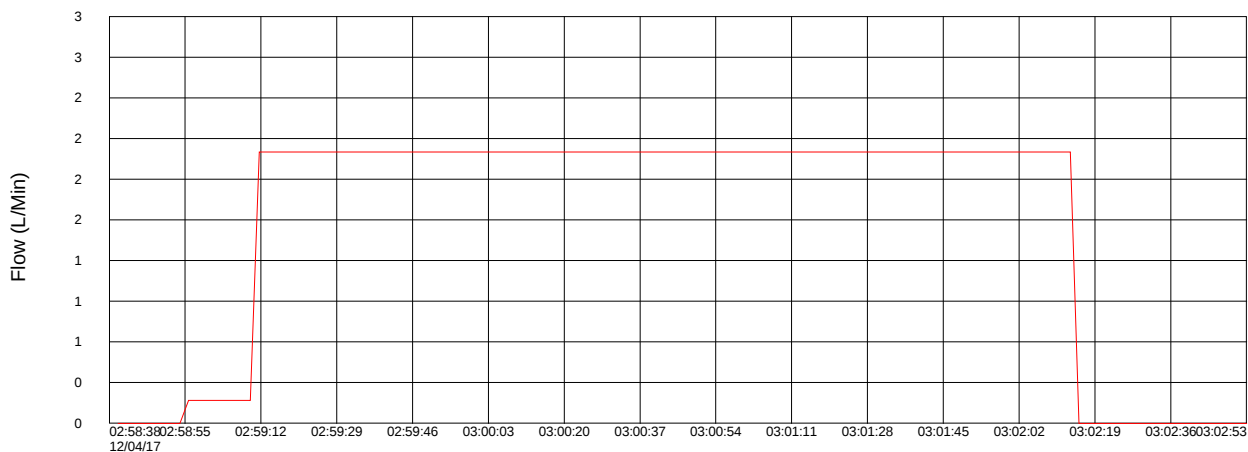
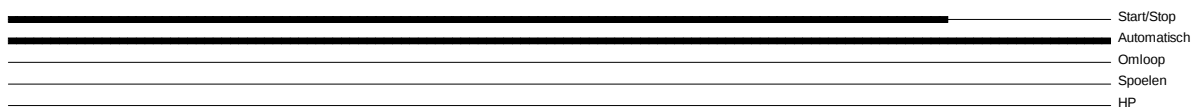
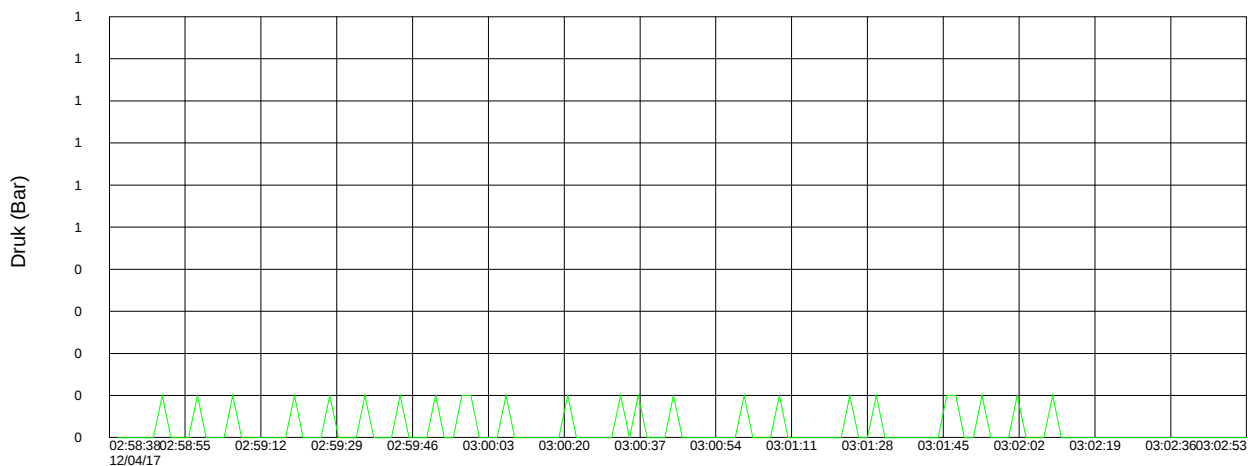
Lans 01

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 02:58:38
 Injectie einde : 12-04-2017 om 03:02:18
 Pompenlooptijd : 00:19:37
 Injectietijd : 00:03:39

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 02:58:38
 12-04-2017 om 03:02:18
 00:19:37
 00:03:39

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

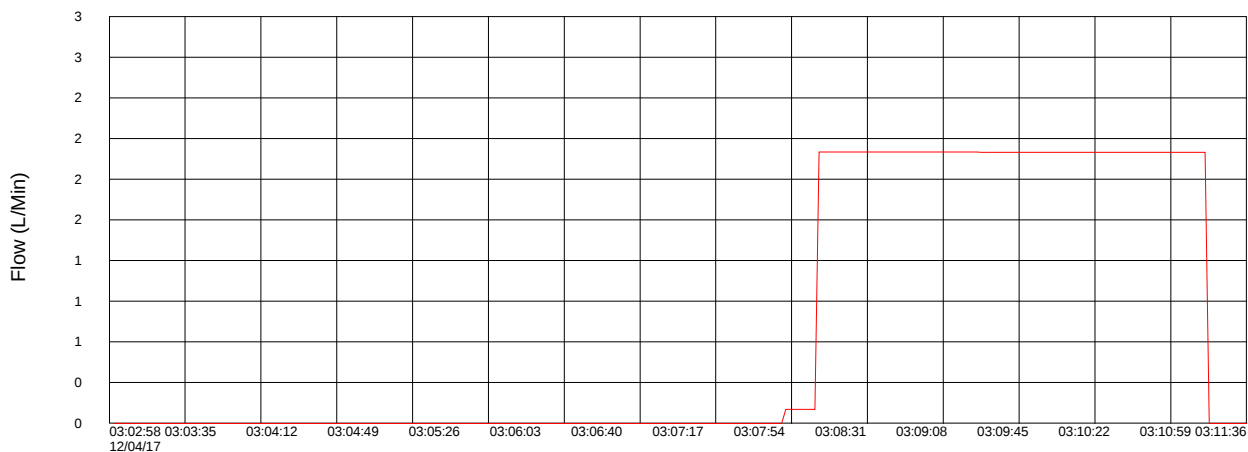
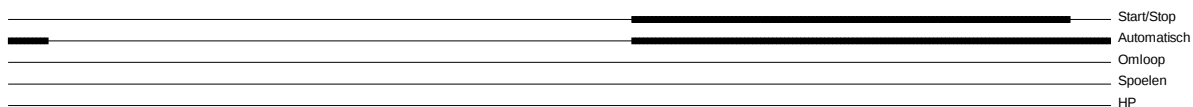
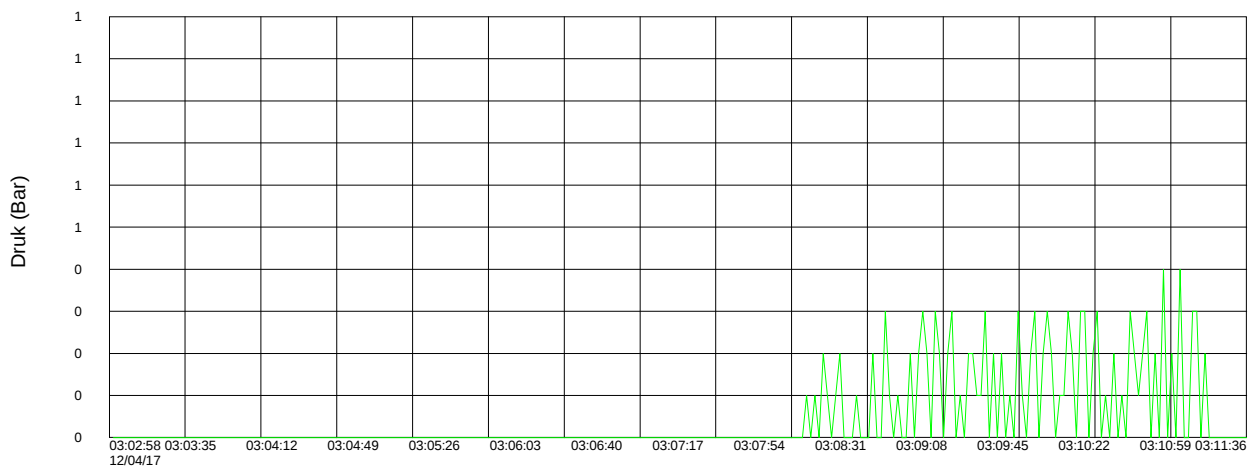
Lans 02

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 03:08:08
 Injectie einde : 12-04-2017 om 03:11:46
 Pompenlooptijd : 00:19:37
 Injectietijd : 00:03:39

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 03:08:08
 12-04-2017 om 03:11:46
 00:19:37
 00:03:39

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

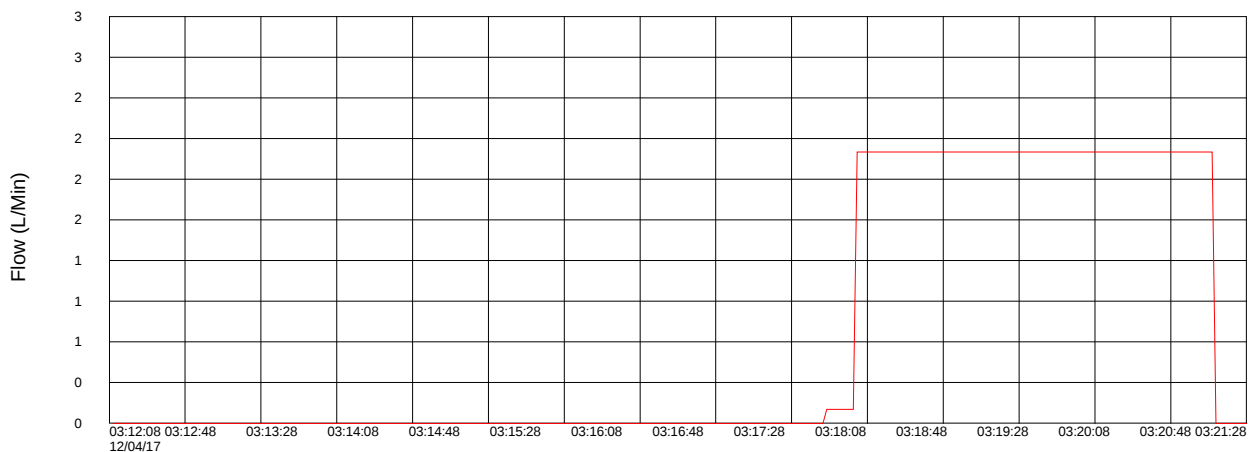
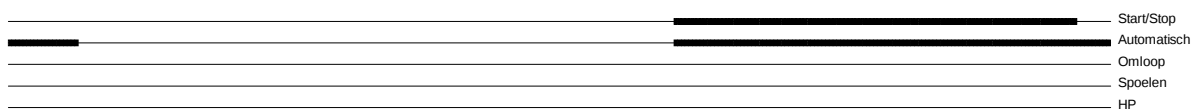
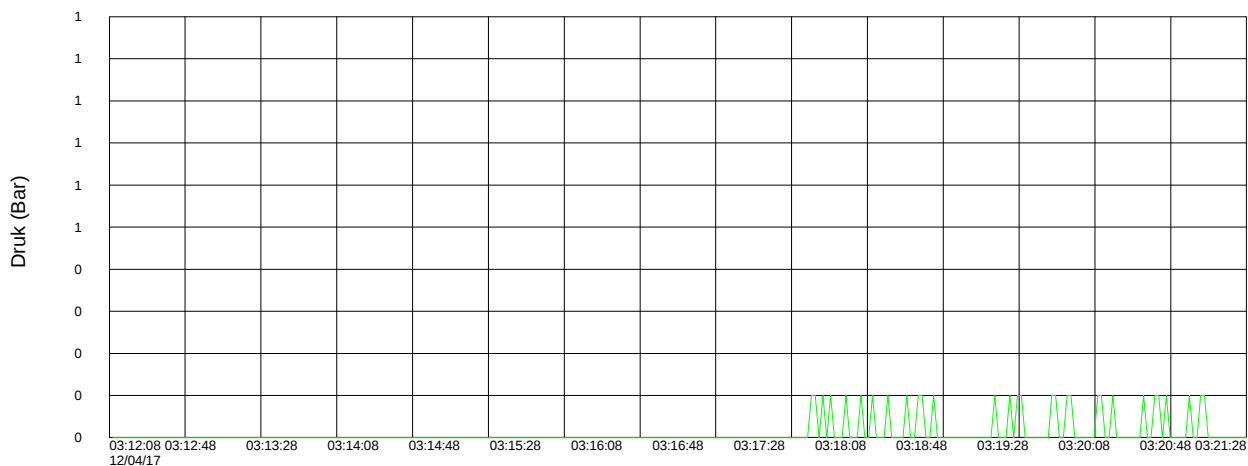
Lans 03

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 03:18:08
 Injectie einde : 12-04-2017 om 03:21:46
 Pompenlooptijd : 00:19:36
 Injectietijd : 00:03:38

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 03:18:08
 12-04-2017 om 03:21:46
 00:19:36
 00:03:38

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

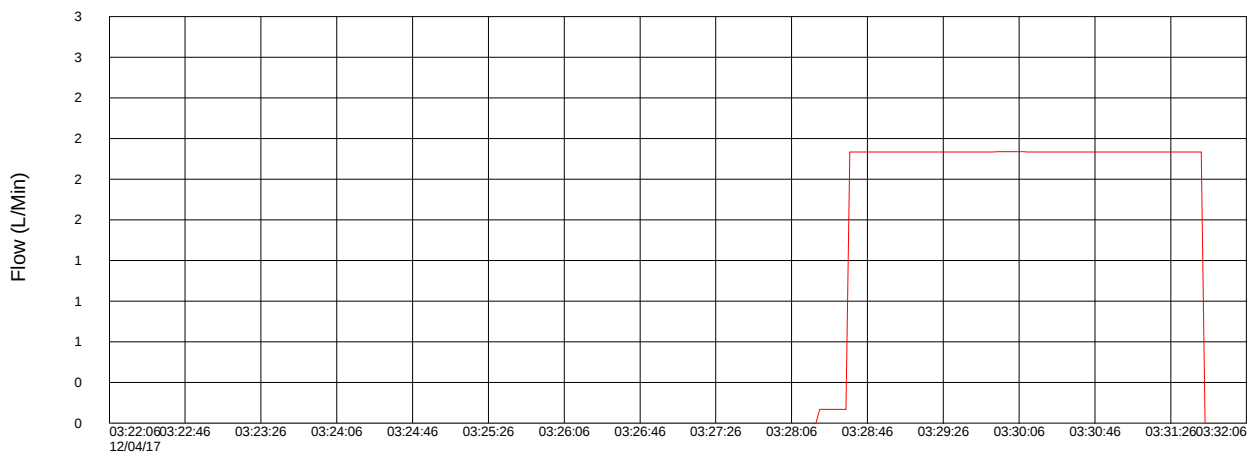
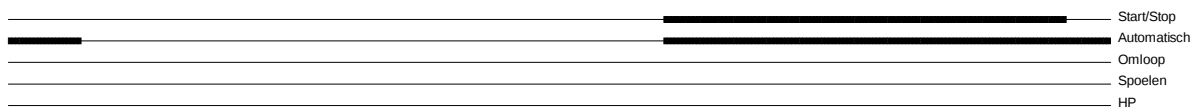
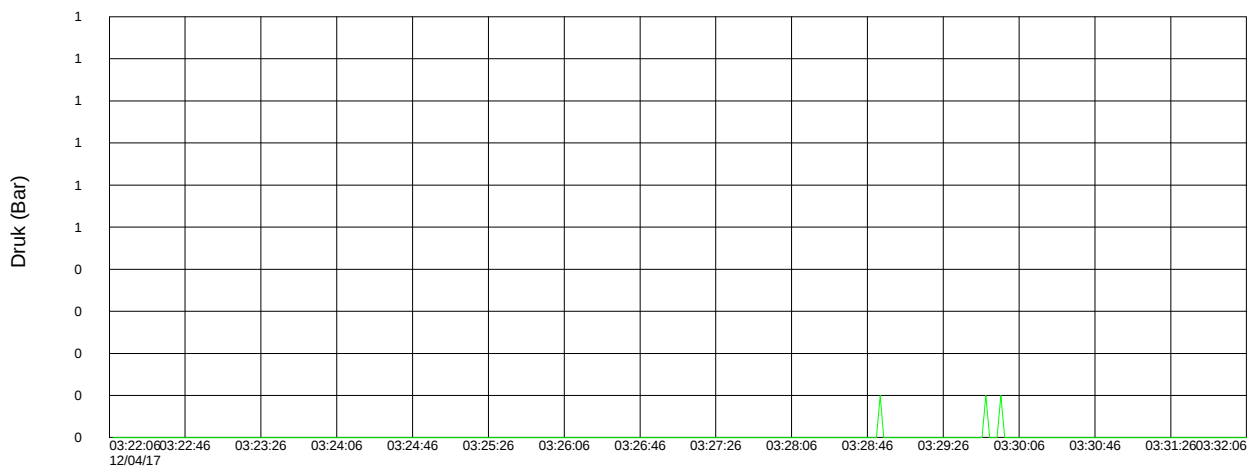
Lans 04

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 03:28:04
 Injectie einde : 12-04-2017 om 03:31:44
 Pompenlooptijd : 00:19:36
 Injectietijd : 00:03:38

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 03:28:04
 12-04-2017 om 03:31:44
 00:19:36
 00:03:38

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

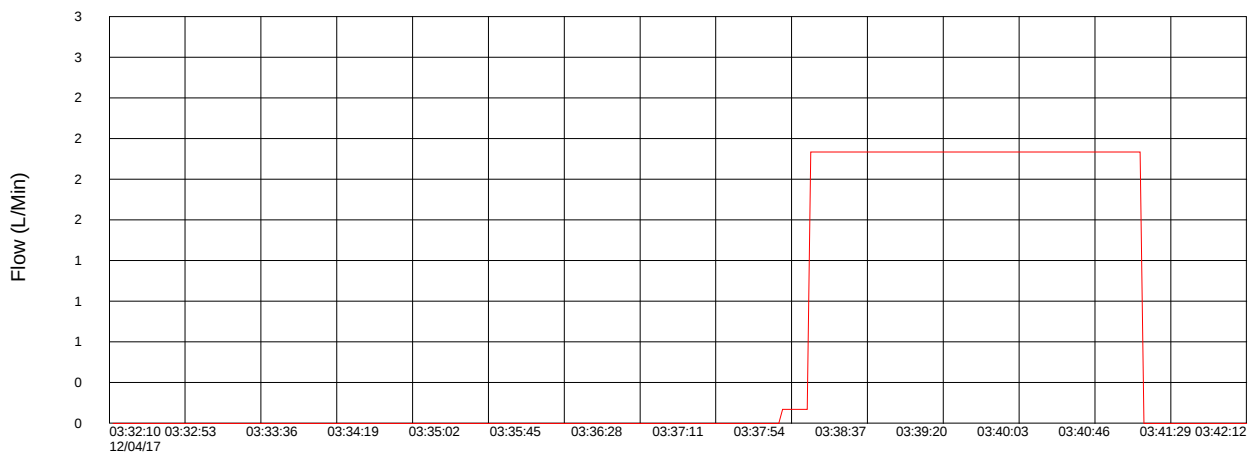
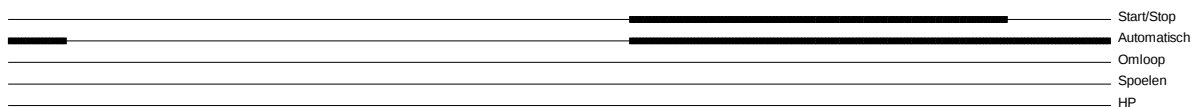
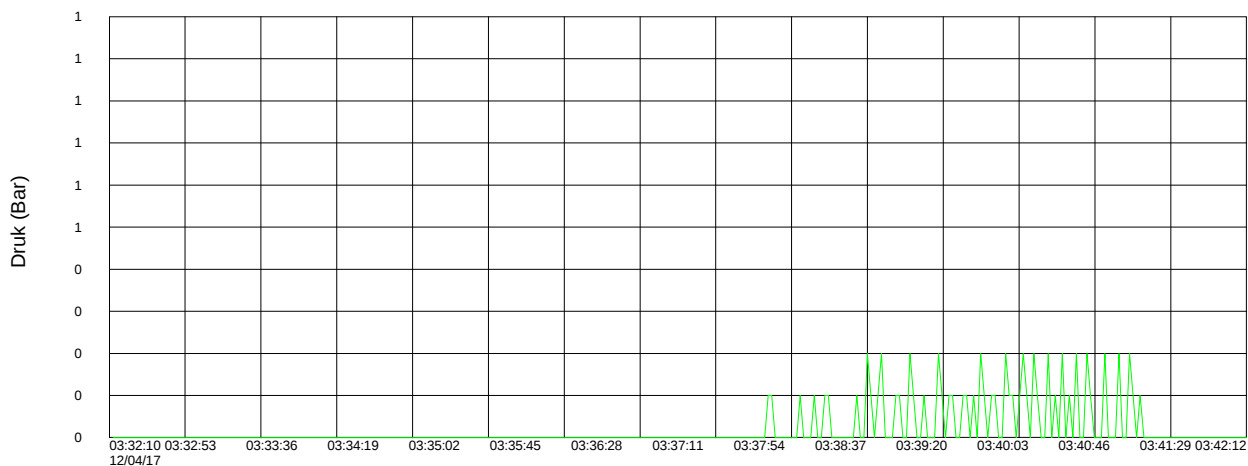
Lans 05

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 03:38:12
 Injectie einde : 12-04-2017 om 03:41:52
 Pompenlooptijd : 00:19:36
 Injectietijd : 00:03:38

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 03:38:12
 12-04-2017 om 03:41:52
 00:19:36
 00:03:38

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

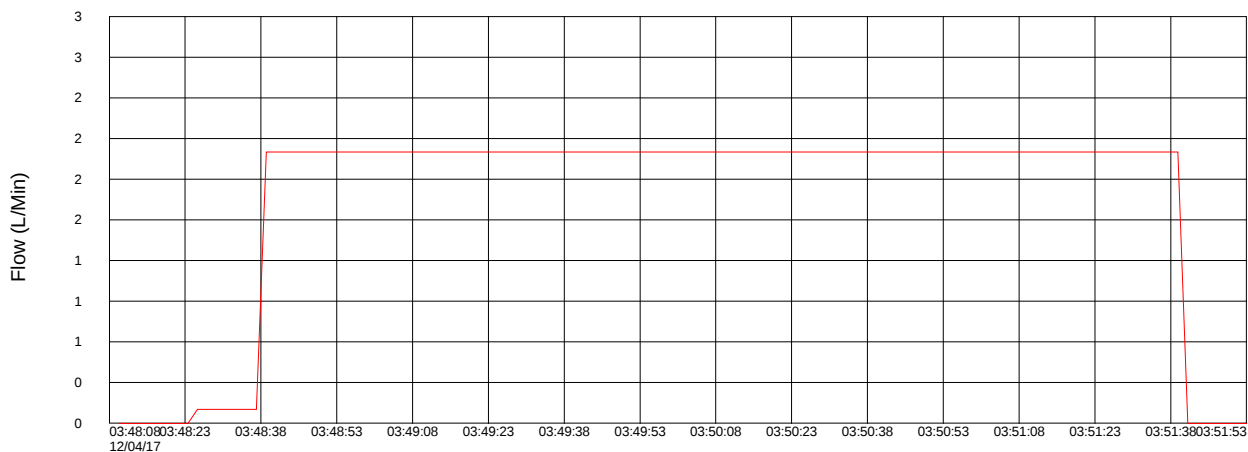
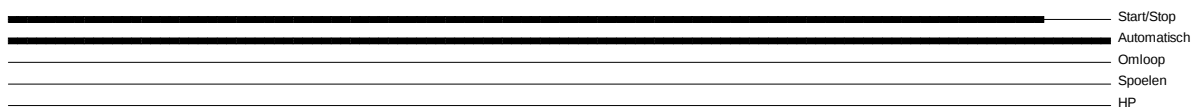
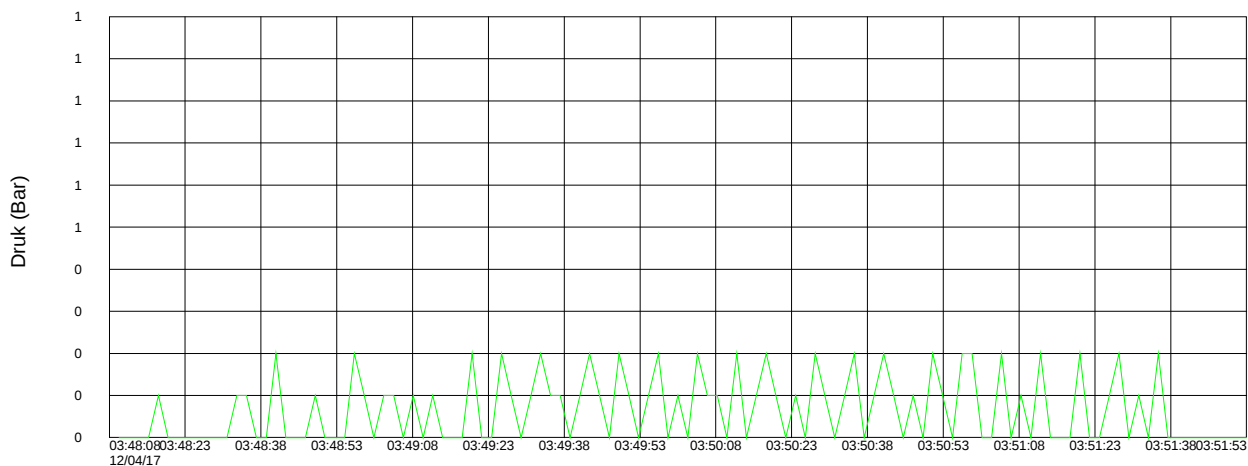
Lans 06

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 03:48:08
 Injectie einde : 12-04-2017 om 03:51:46
 Pompenlooptijd : 00:19:36
 Injectietijd : 00:03:38

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 03:48:08
 12-04-2017 om 03:51:46
 00:19:36
 00:03:38

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

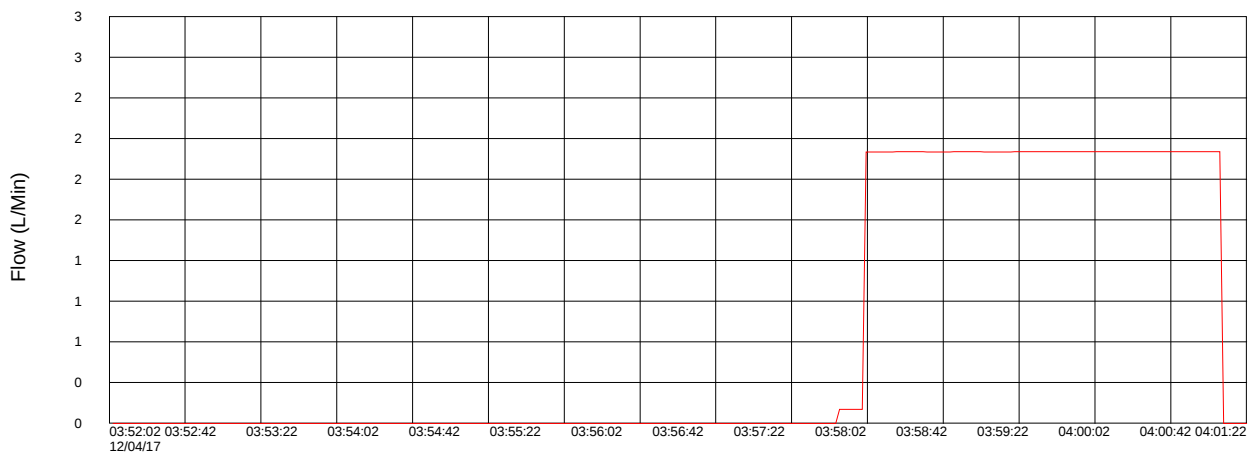
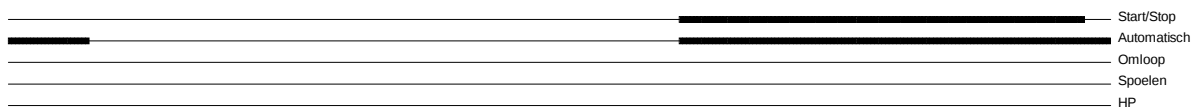
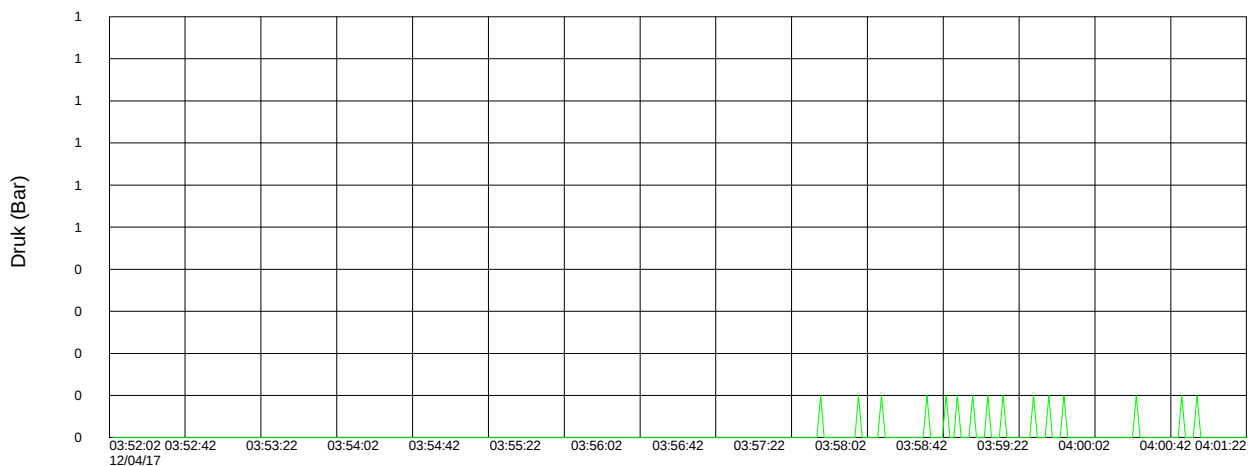
Lans 07

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 03:58:06
 Injectie einde : 12-04-2017 om 04:01:46
 Pompenlooptijd : 00:19:37
 Injectietijd : 00:03:39

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 03:58:06
 12-04-2017 om 04:01:46
 00:19:37
 00:03:39

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

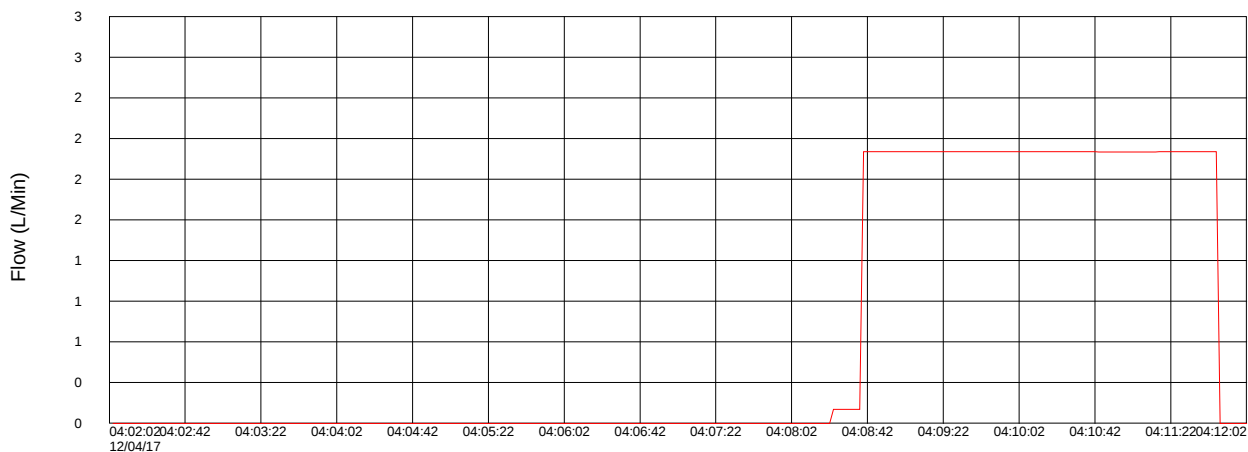
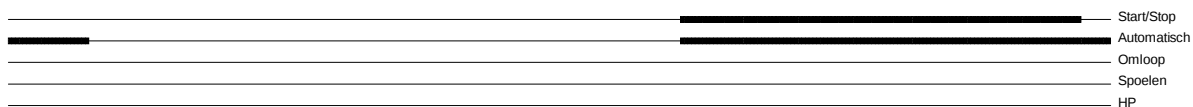
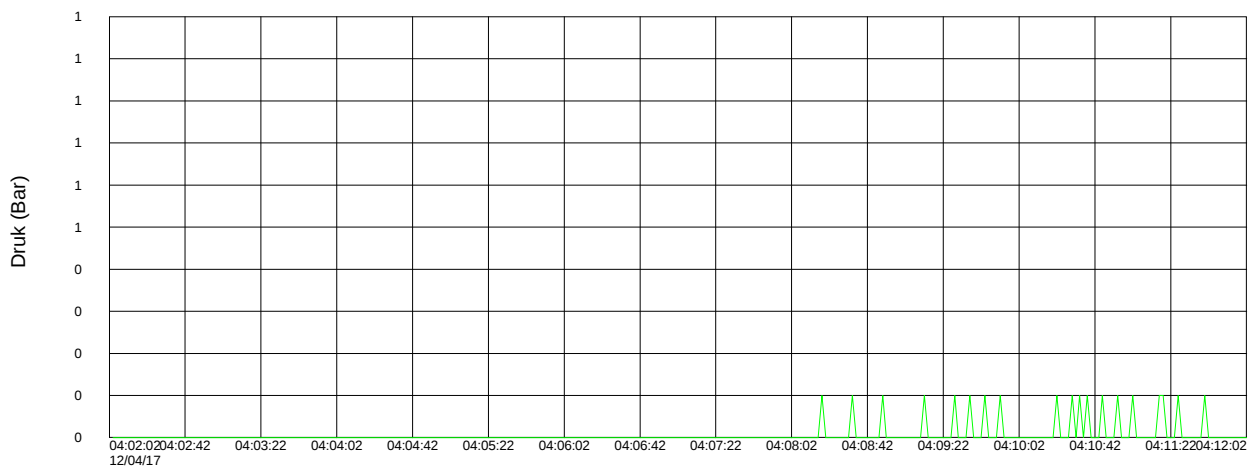
Lans 08

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 04:08:08
 Injectie einde : 12-04-2017 om 04:11:46
 Pompenlooptijd : 00:19:36
 Injectietijd : 00:03:38

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 04:08:08
 12-04-2017 om 04:11:46
 00:19:36
 00:03:38

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	VlSt :	7.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

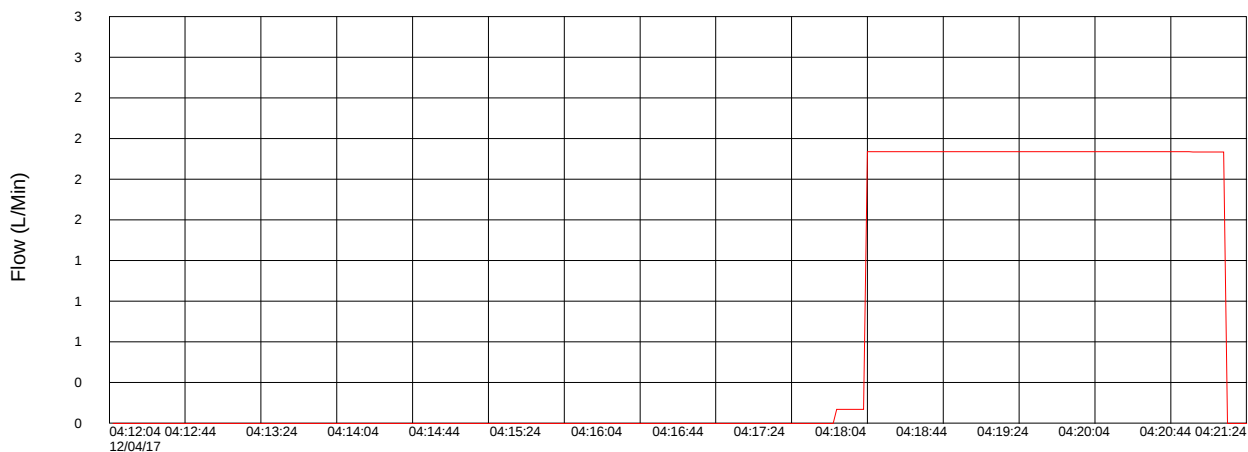
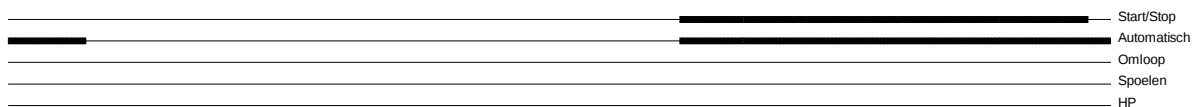
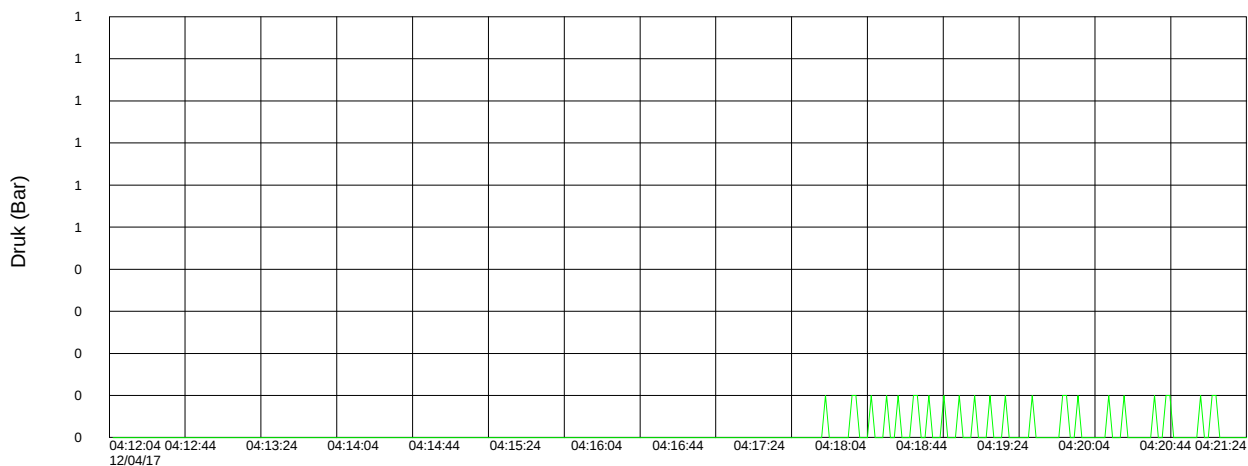
Lans 09

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 04:18:06
 Injectie einde : 12-04-2017 om 04:21:46
 Pompenlooptijd : 00:19:36
 Injectietijd : 00:03:38

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 04:18:06
 12-04-2017 om 04:21:46
 00:19:36
 00:03:38

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

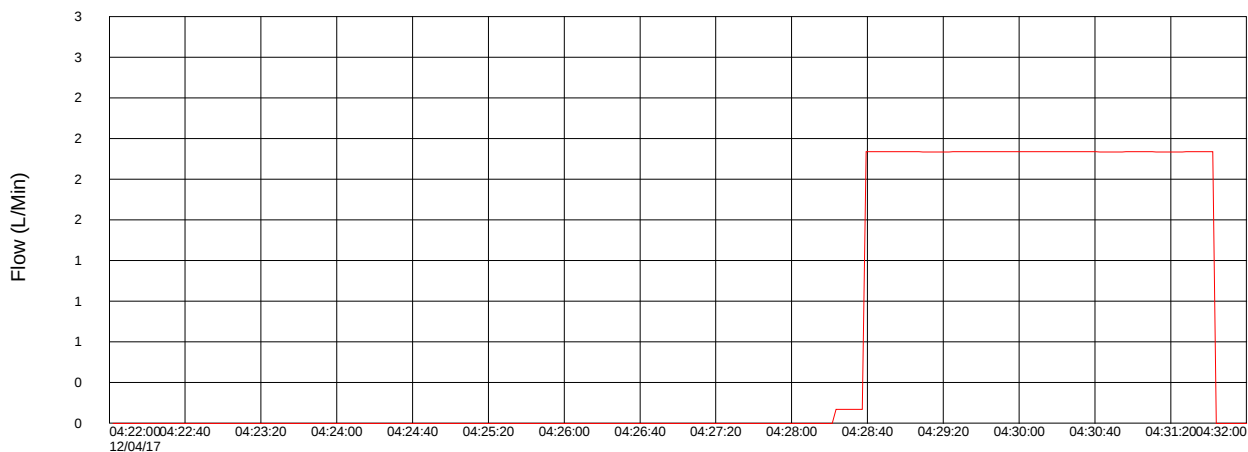
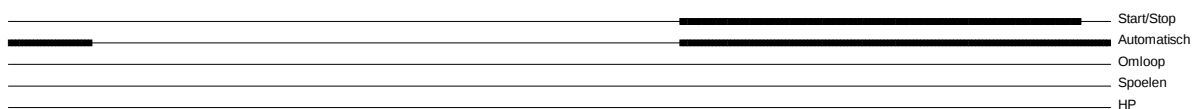
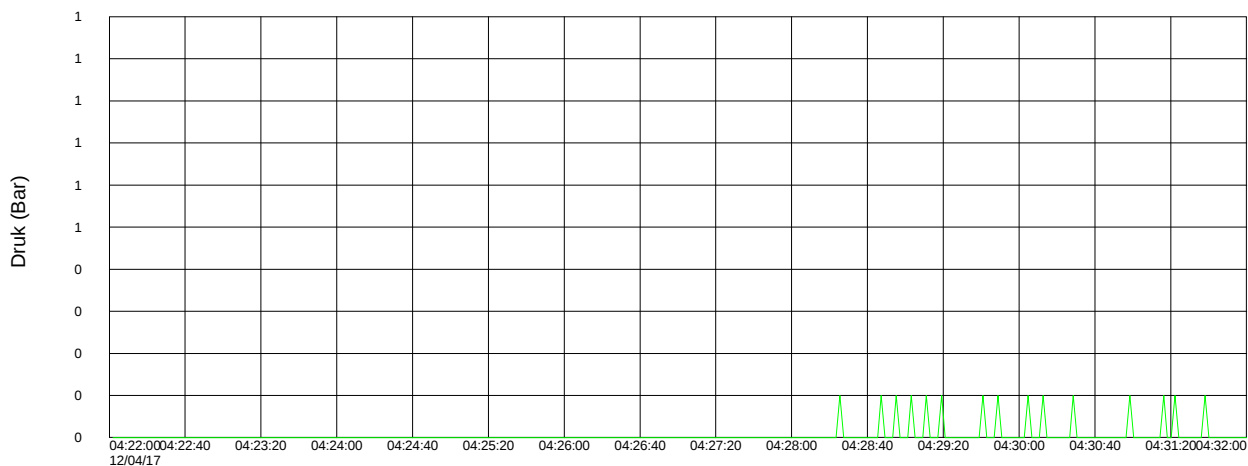
Lans 10

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 04:28:08
 Injectie einde : 12-04-2017 om 04:31:48
 Pompenlooptijd : 00:19:37
 Injectietijd : 00:03:39

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 04:28:08
 12-04-2017 om 04:31:48
 00:19:37
 00:03:39

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

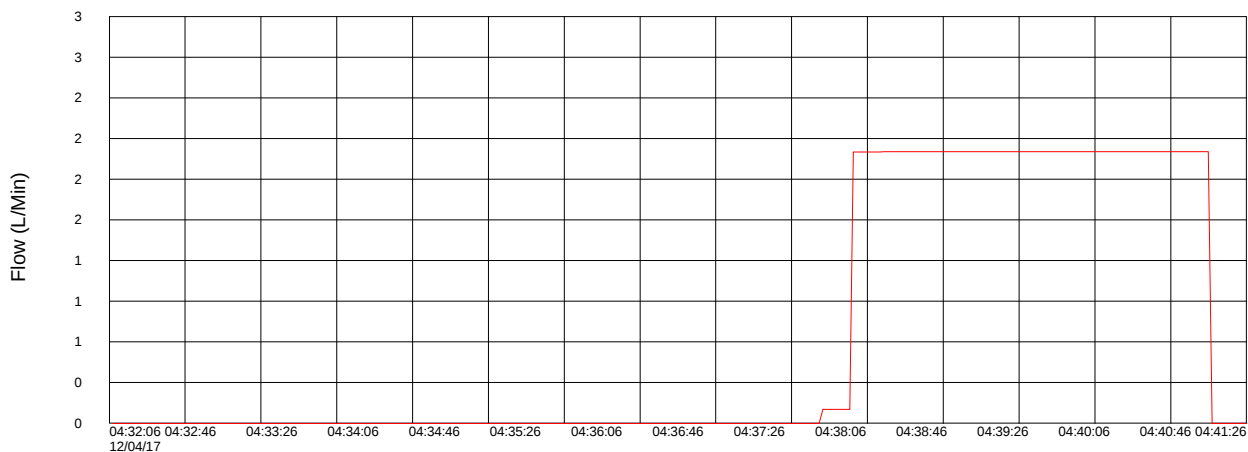
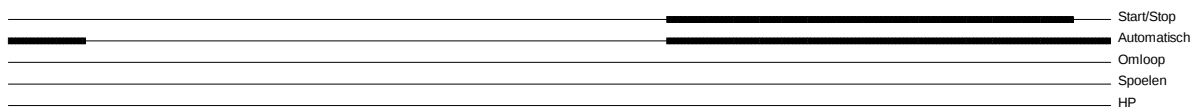
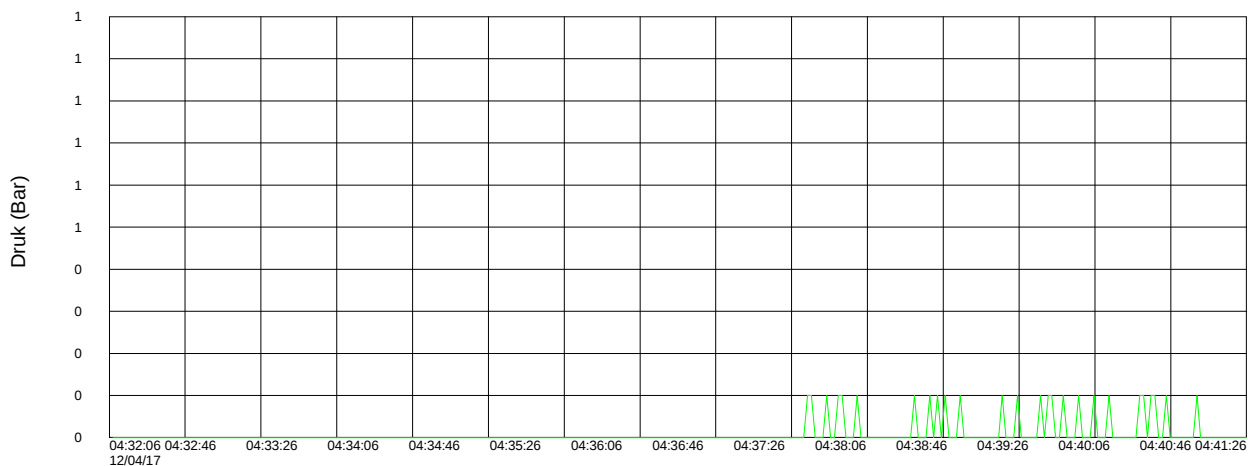
Lans 11

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 04:38:02
 Injectie einde : 12-04-2017 om 04:41:42
 Pompenlooptijd : 00:19:36
 Injectietijd : 00:03:38

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 04:38:02
 12-04-2017 om 04:41:42
 00:19:36
 00:03:38

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

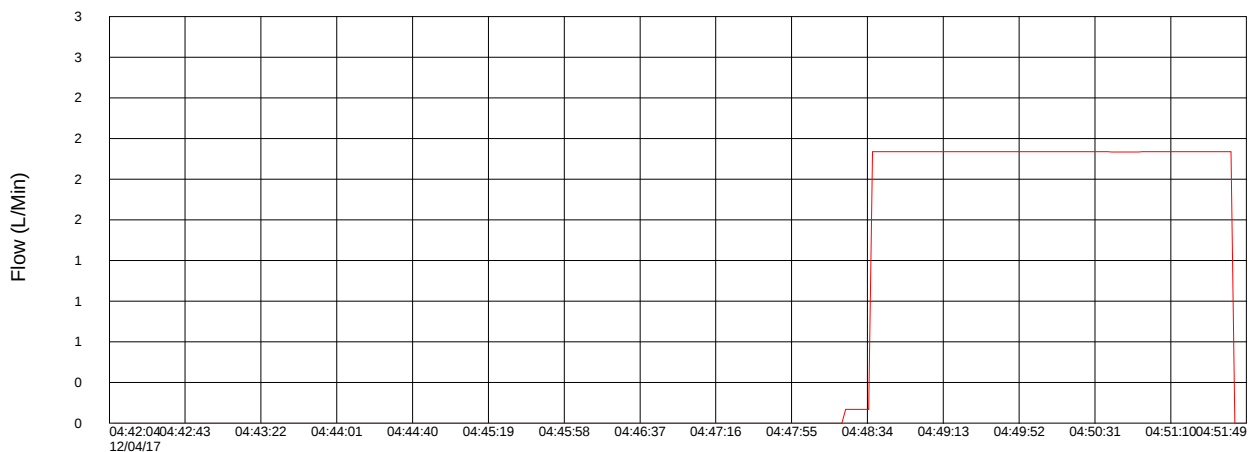
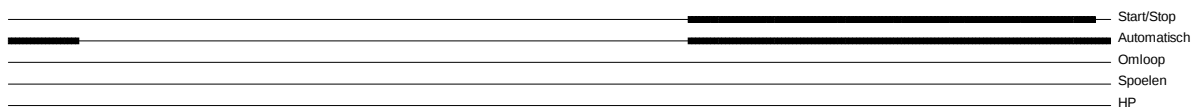
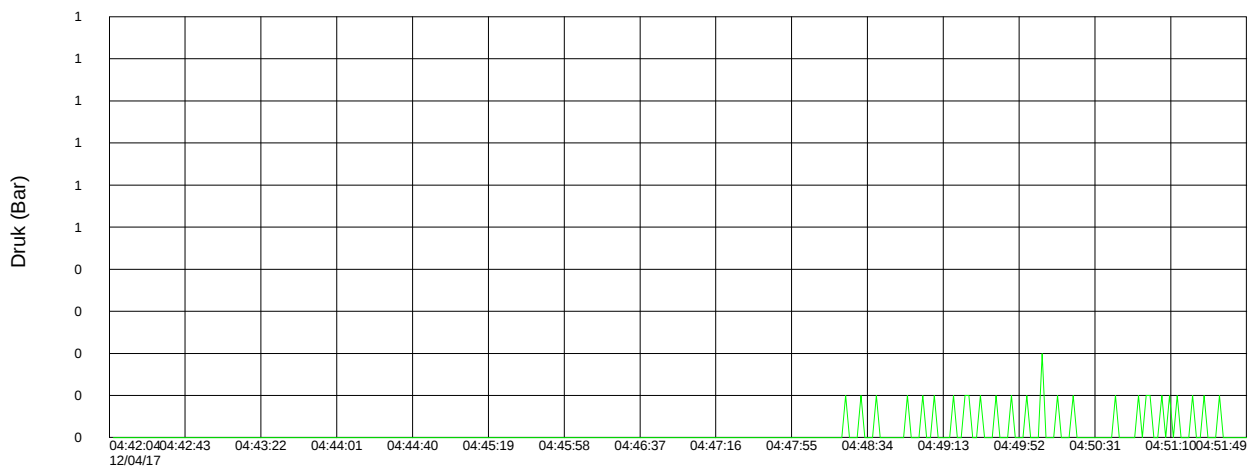
Lans 12

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 04:48:08
 Injectie einde : 12-04-2017 om 04:51:46
 Pompenlooptijd : 00:19:37
 Injectietijd : 00:03:39

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 04:48:08
 12-04-2017 om 04:51:46
 00:19:37
 00:03:39

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

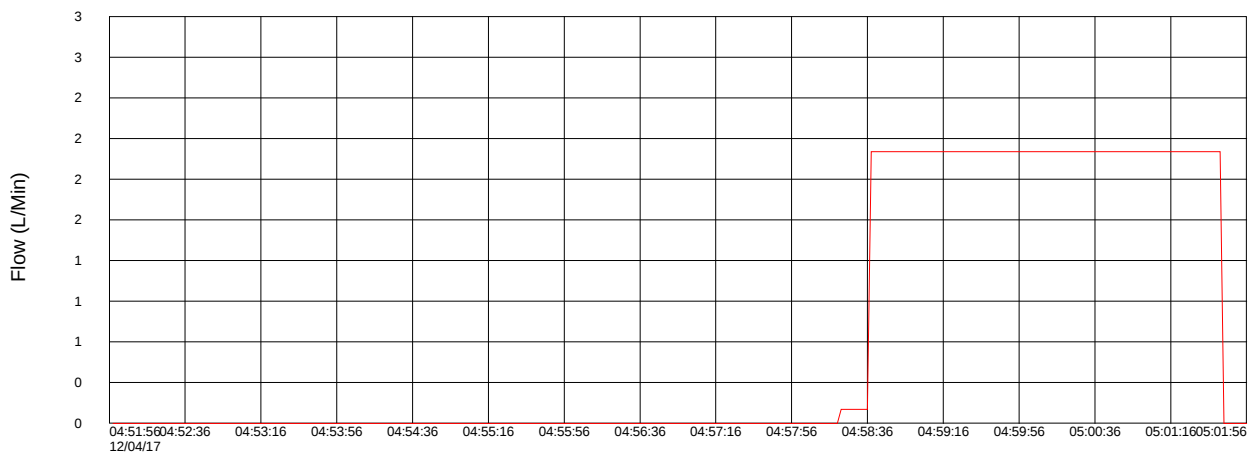
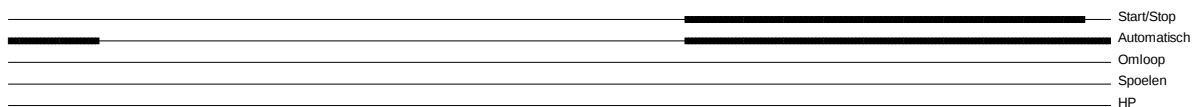
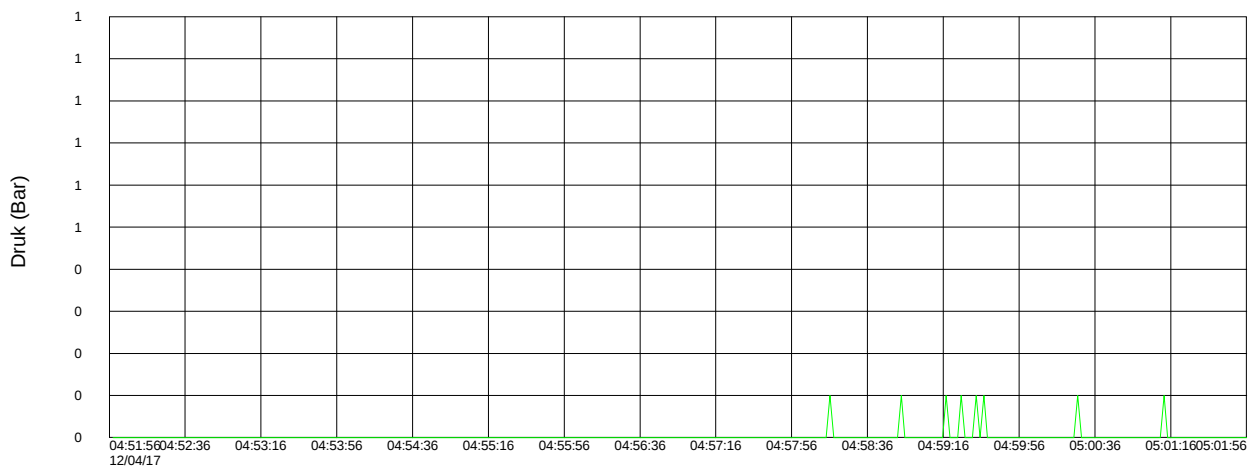
Lans 13

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 04:58:08
 Injectie einde : 12-04-2017 om 05:01:48
 Pompenlooptijd : 00:19:36
 Injectietijd : 00:03:38

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 04:58:08
 12-04-2017 om 05:01:48
 00:19:36
 00:03:38

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

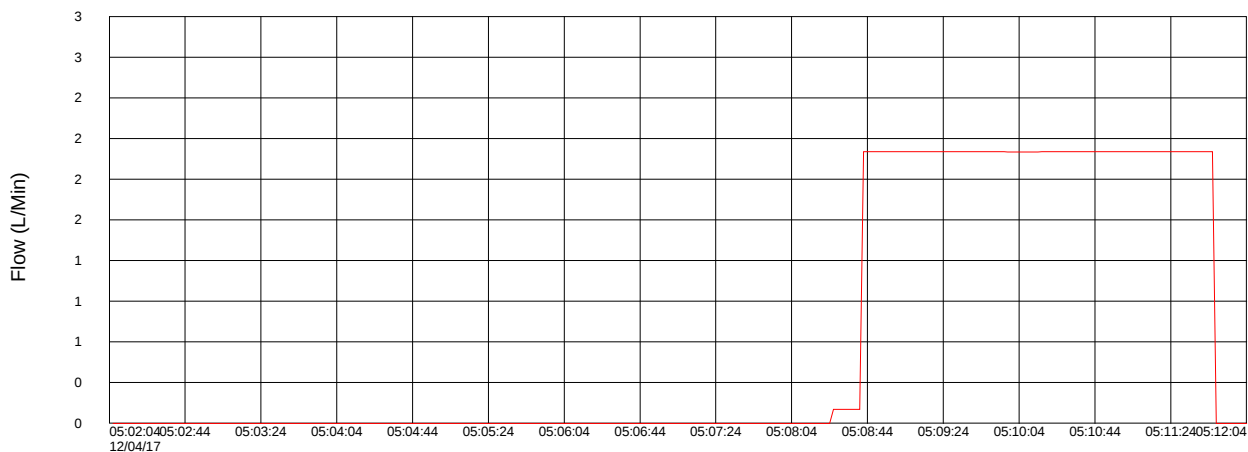
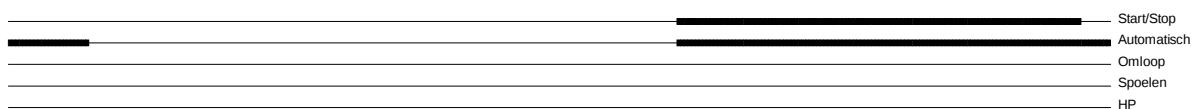
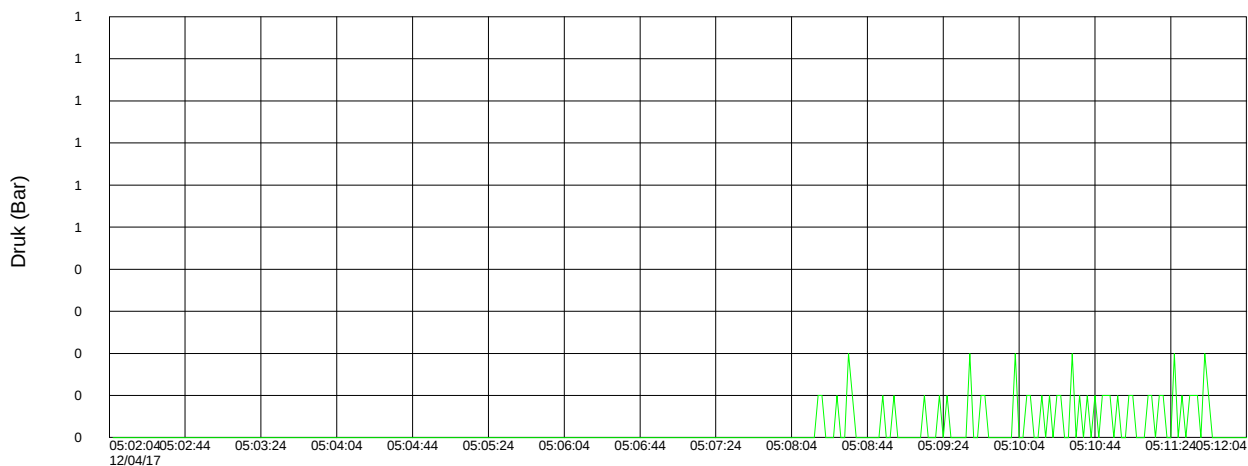
Lans 14

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 05:08:08
 Injectie einde : 12-04-2017 om 05:11:48
 Pompenlooptijd : 00:19:37
 Injectietijd : 00:03:39

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 05:08:08
 12-04-2017 om 05:11:48
 00:19:37
 00:03:39

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

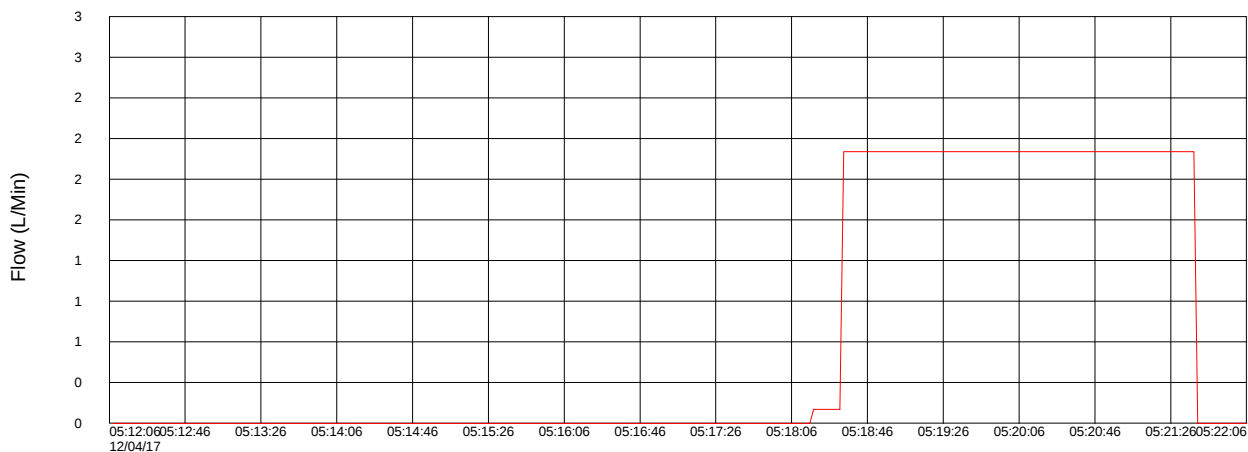
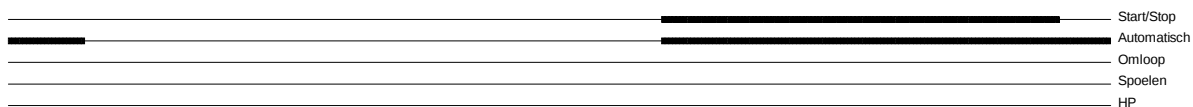
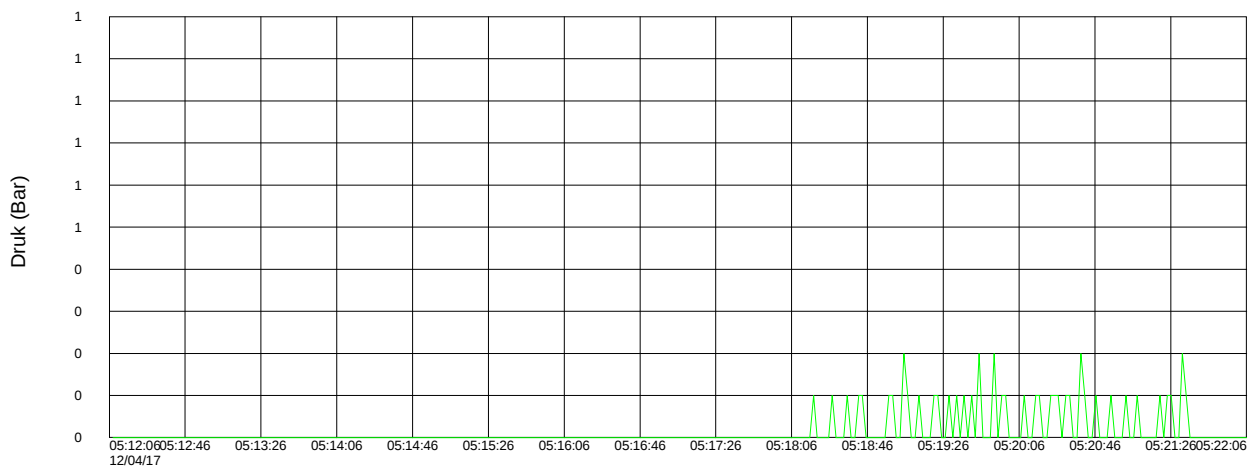
Lans 15

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 05:18:04
 Injectie einde : 12-04-2017 om 05:21:42
 Pompenlooptijd : 00:19:36
 Injectietijd : 00:03:38

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 05:18:04
 12-04-2017 om 05:21:42
 00:19:36
 00:03:38

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

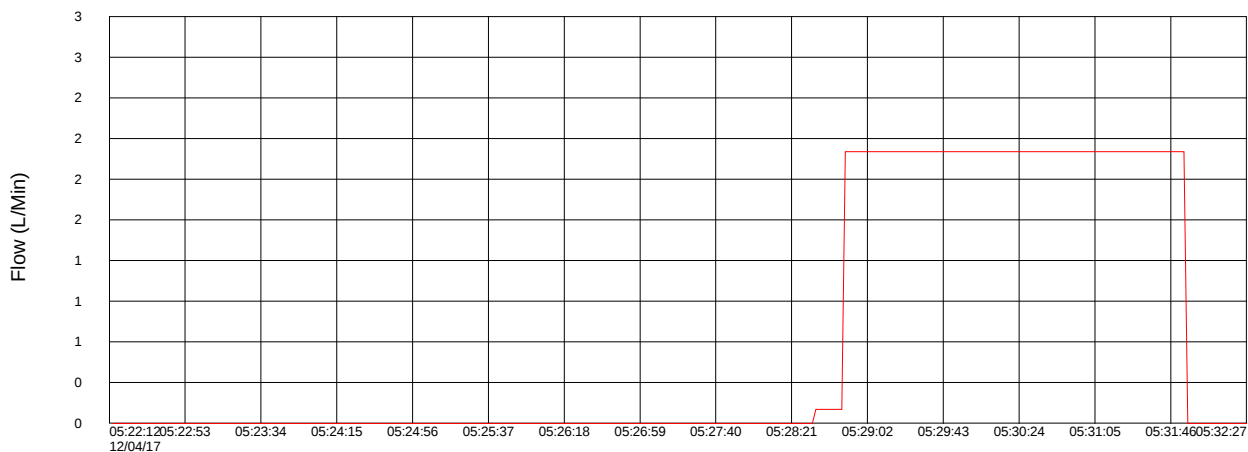
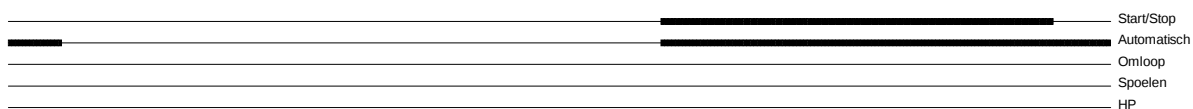
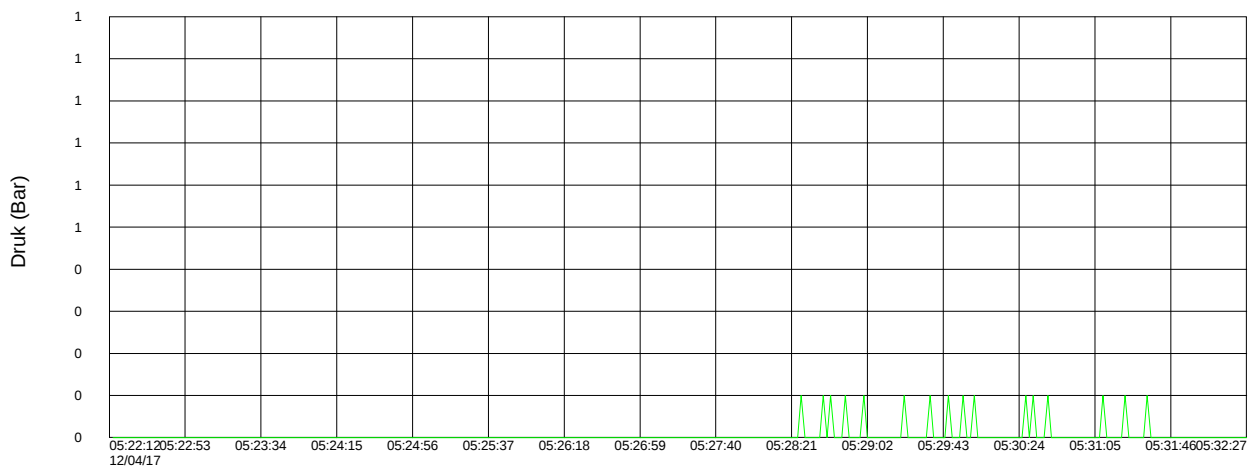
Lans 16

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 05:28:18
 Injectie einde : 12-04-2017 om 05:31:58
 Pompenlooptijd : 00:19:36
 Injectietijd : 00:03:38

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 05:28:18
 12-04-2017 om 05:31:58
 00:19:36
 00:03:38

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

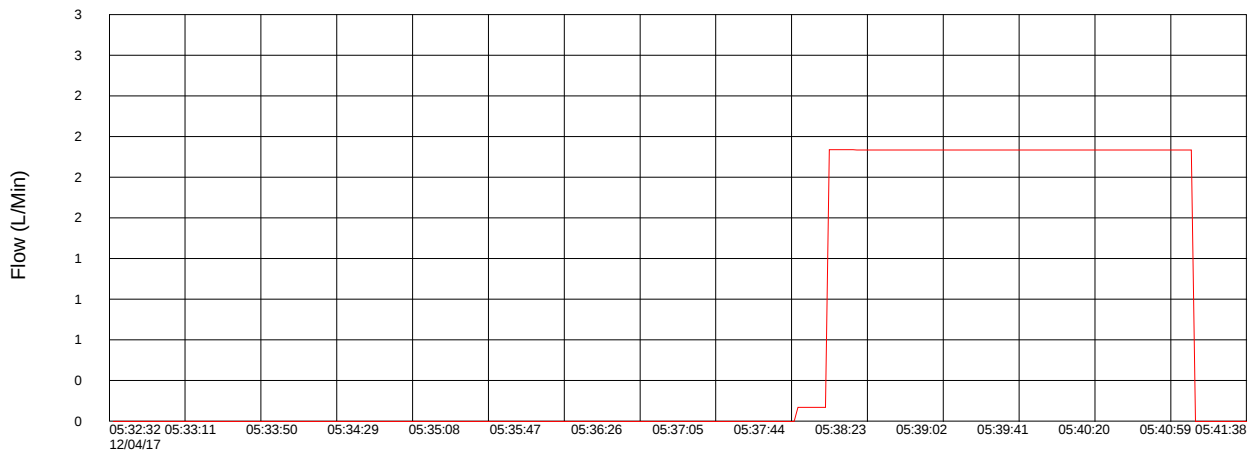
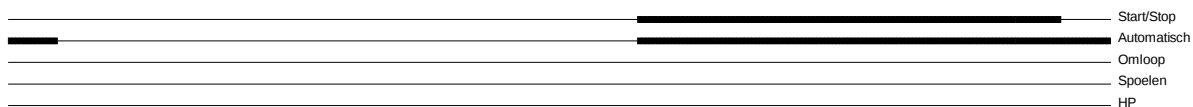
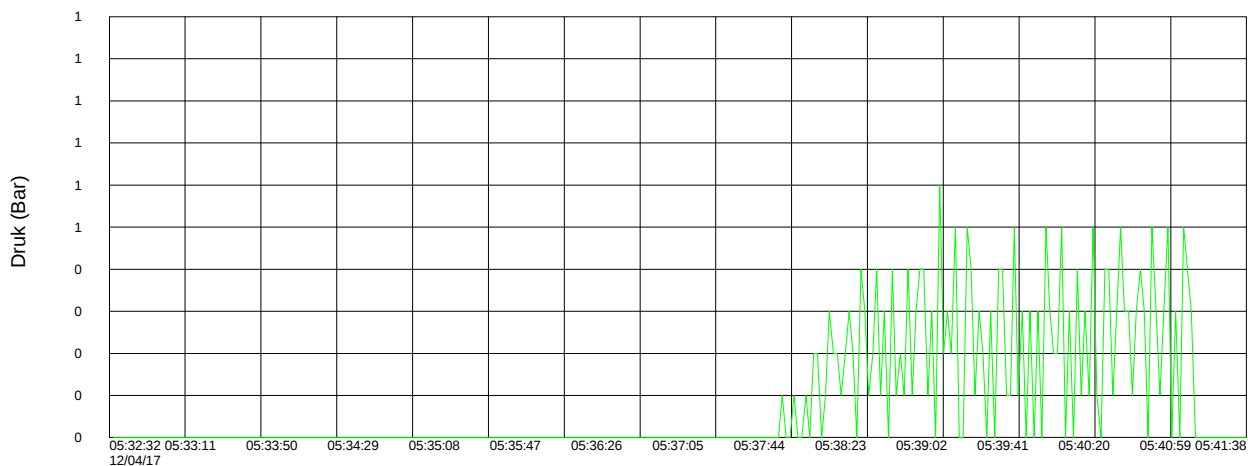
Lans 17

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 05:38:02
 Injectie einde : 12-04-2017 om 05:41:44
 Pompenlooptijd : 00:19:37
 Injectietijd : 00:03:39

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 05:38:02
 12-04-2017 om 05:41:44
 00:19:37
 00:03:39

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.2	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

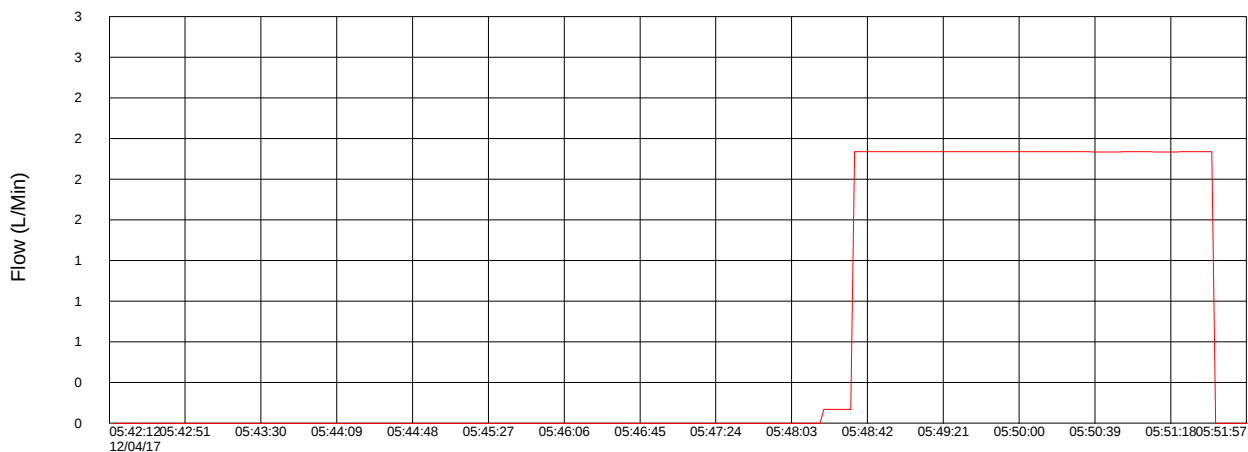
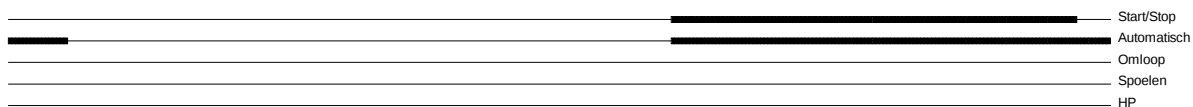
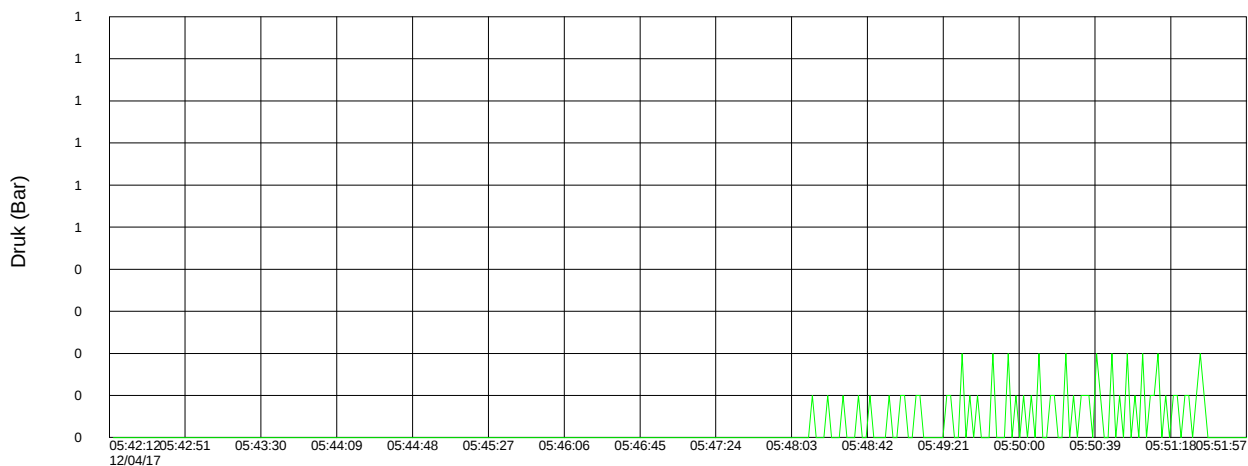
Lans 18

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 05:48:08
 Injectie einde : 12-04-2017 om 05:51:46
 Pompenlooptijd : 00:19:37
 Injectietijd : 00:03:39

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 05:48:08
 12-04-2017 om 05:51:46
 00:19:37
 00:03:39

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

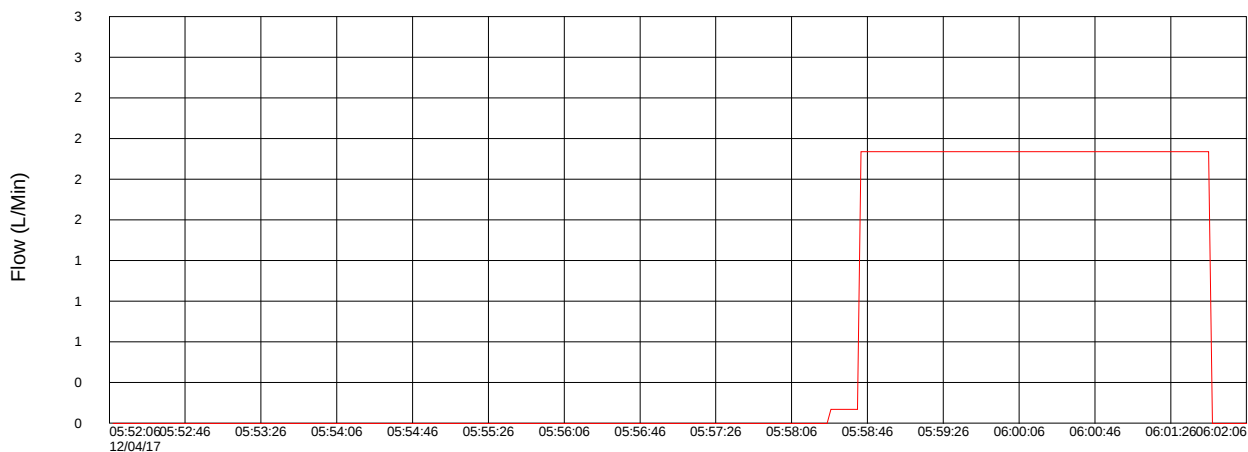
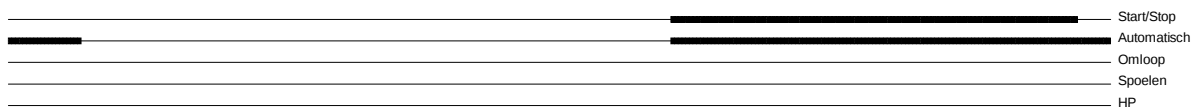
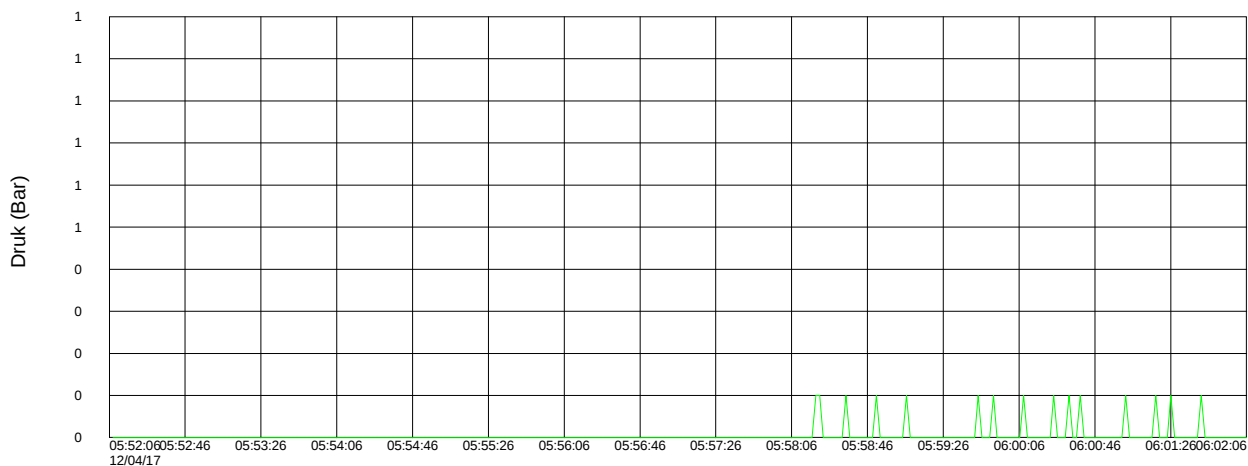
Lans 19

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 05:58:08
 Injectie einde : 12-04-2017 om 06:01:50
 Pompenlooptijd : 00:19:37
 Injectietijd : 00:03:39

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 05:58:08
 12-04-2017 om 06:01:50
 00:19:37
 00:03:39

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

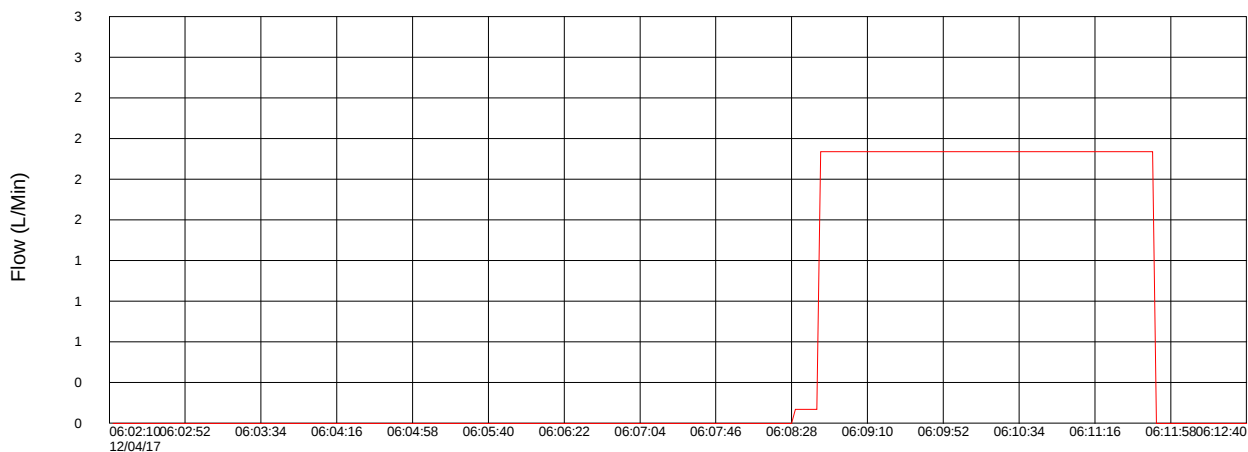
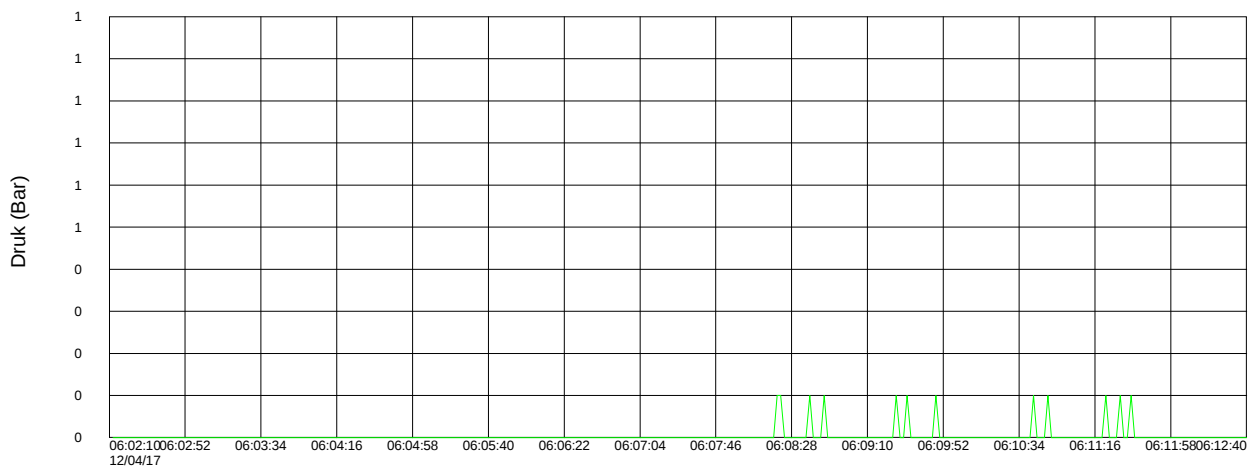
Lans 20

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 06:08:12
 Injectie einde : 12-04-2017 om 06:11:50
 Pompenlooptijd : 00:19:36
 Injectietijd : 00:03:38

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 06:08:12
 12-04-2017 om 06:11:50
 00:19:36
 00:03:38

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

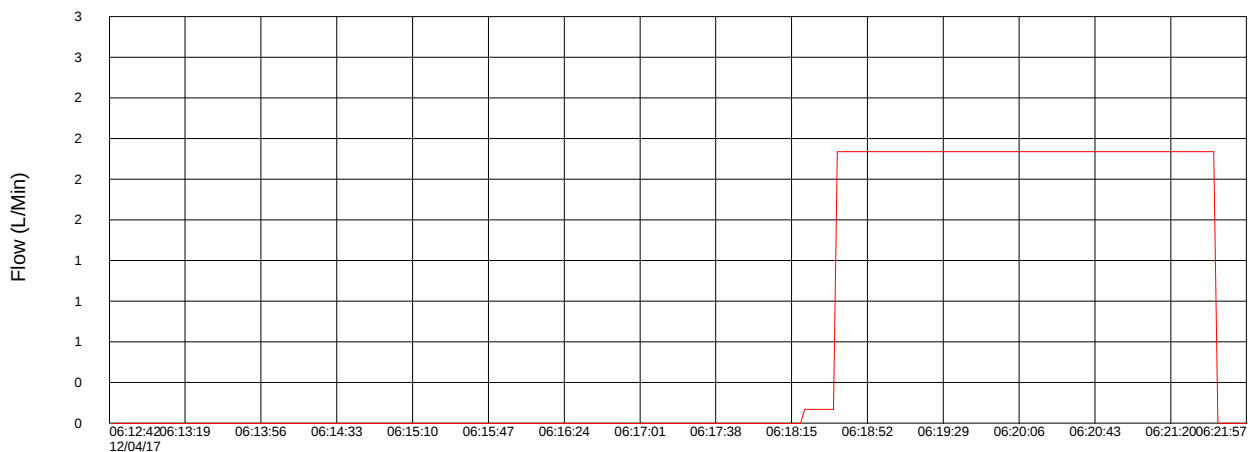
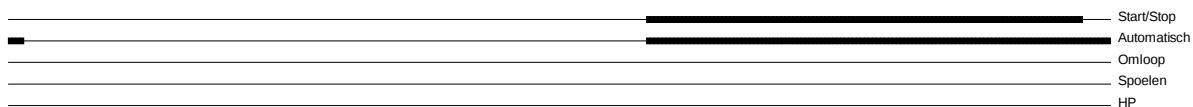
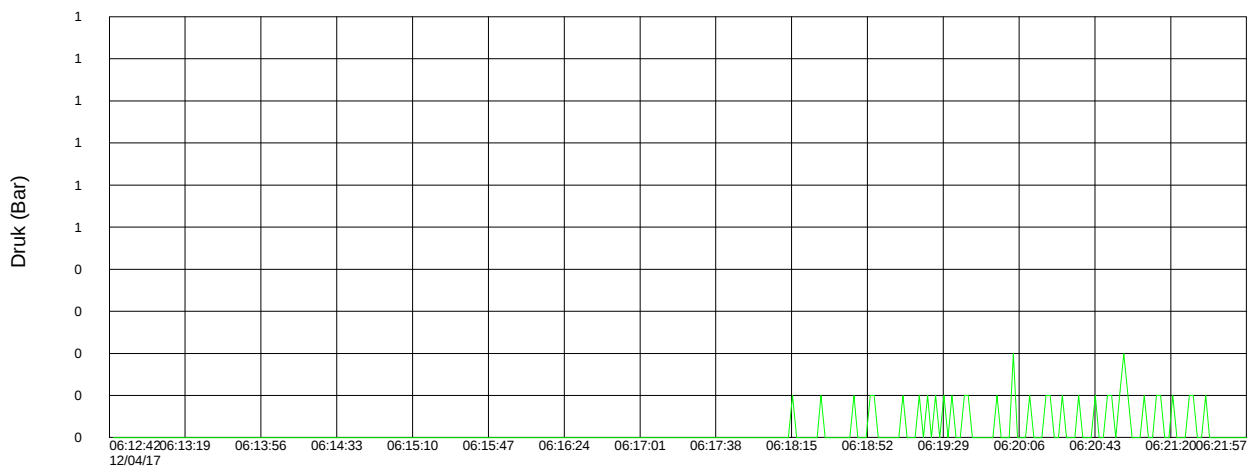
Lans 21

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 06:18:04
 Injectie einde : 12-04-2017 om 06:21:44
 Pompenlooptijd : 00:19:36
 Injectietijd : 00:03:38

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 06:18:04
 12-04-2017 om 06:21:44
 00:19:36
 00:03:38

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

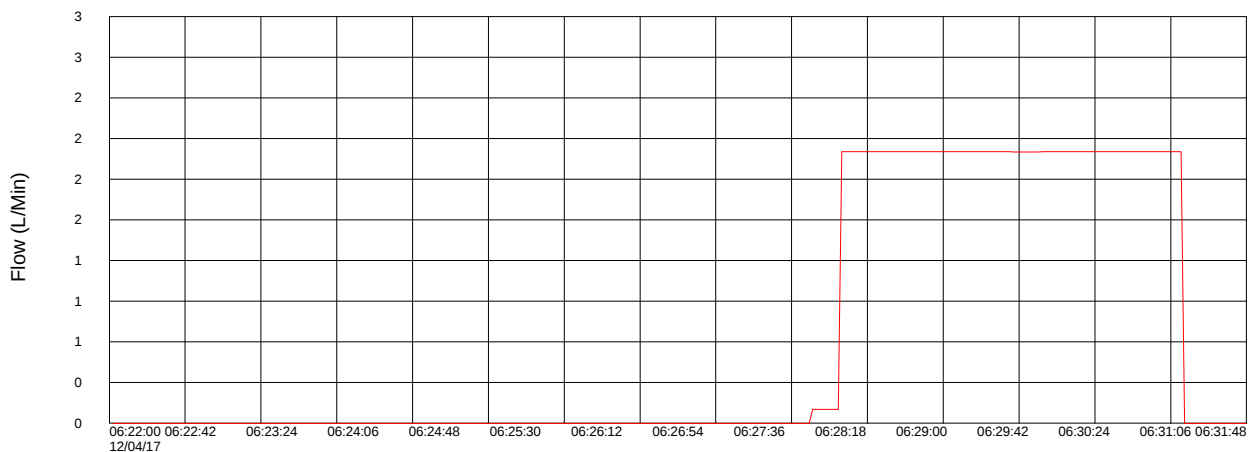
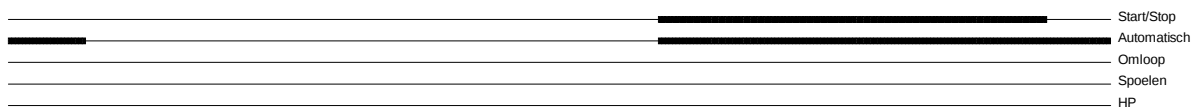
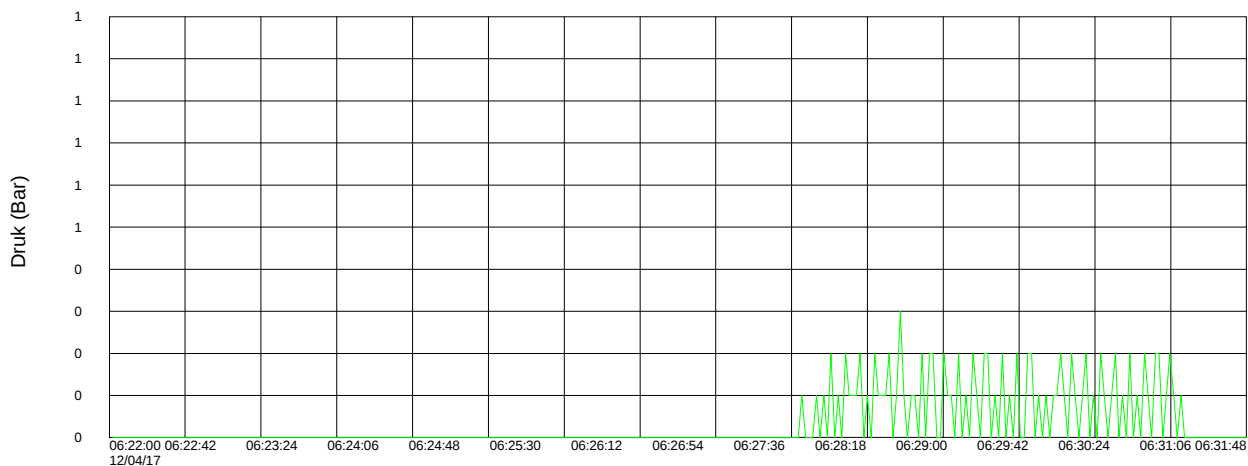
Lans 22

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 06:28:08
 Injectie einde : 12-04-2017 om 06:31:48
 Pompenlooptijd : 00:19:37
 Injectietijd : 00:03:39

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 06:28:08
 12-04-2017 om 06:31:48
 00:19:37
 00:03:39

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

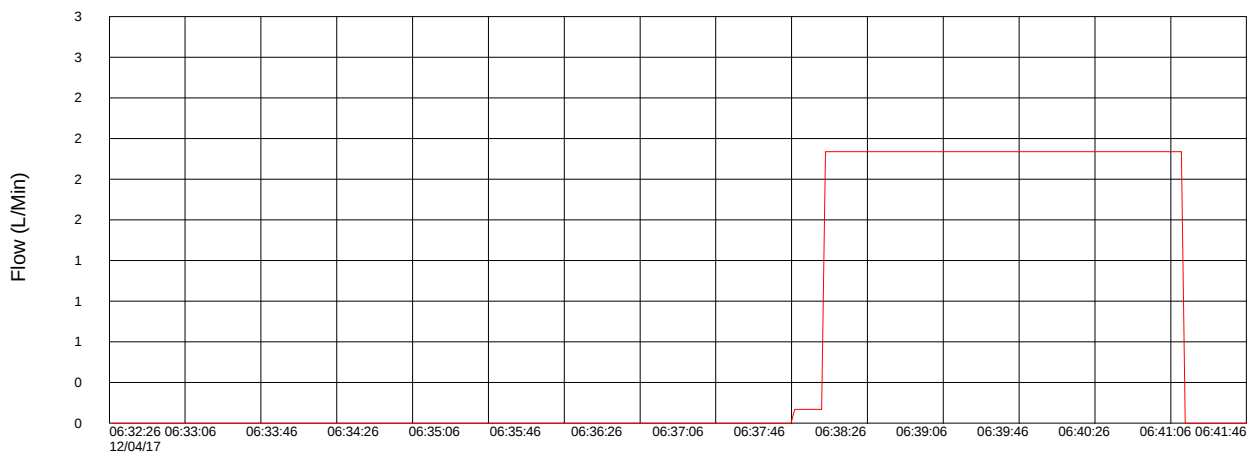
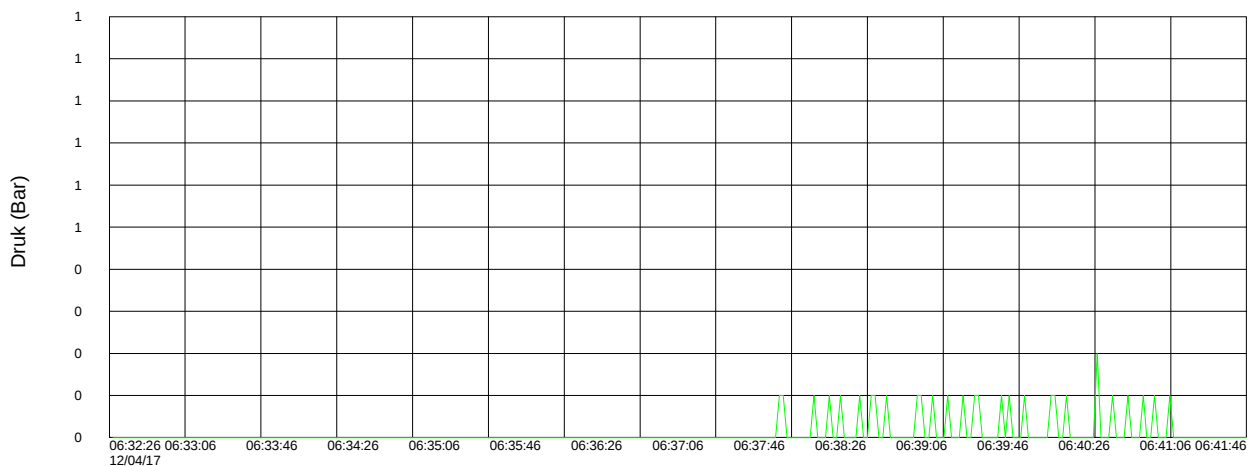
Lans 23

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 06:38:06
 Injectie einde : 12-04-2017 om 06:41:46
 Pompenlooptijd : 00:19:37
 Injectietijd : 00:03:39

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 06:38:06
 12-04-2017 om 06:41:46
 00:19:37
 00:03:39

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

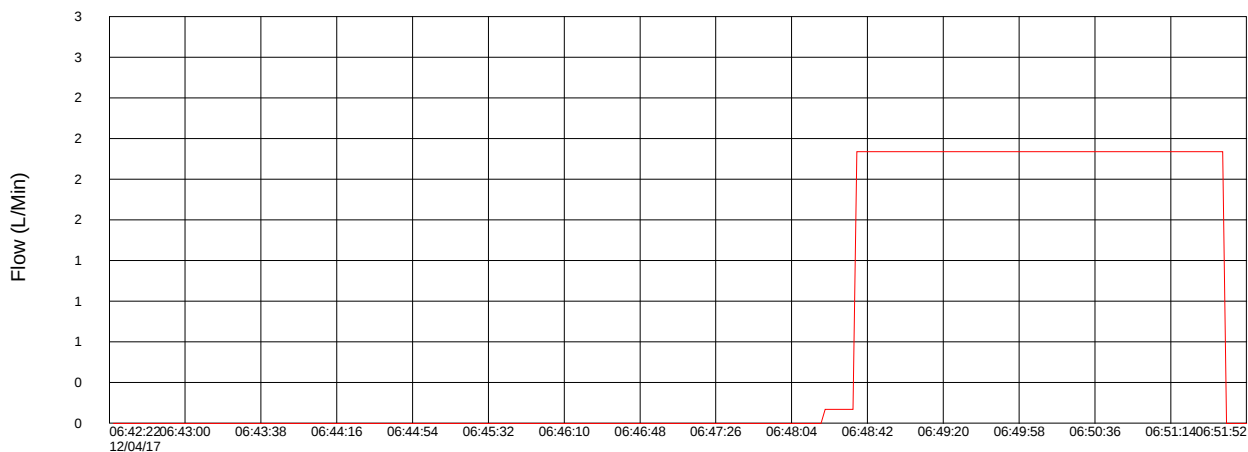
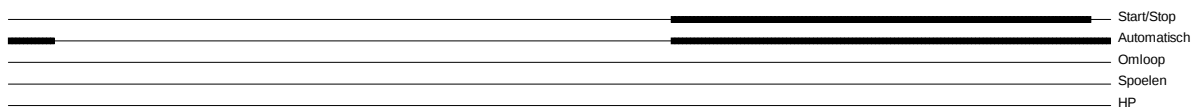
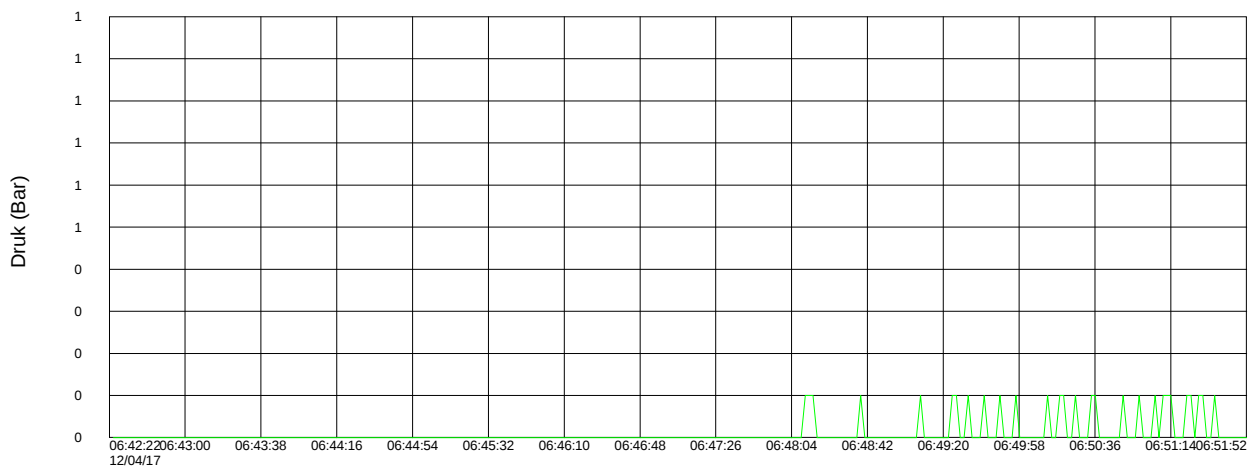
Lans 24

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 06:48:06
 Injectie einde : 12-04-2017 om 06:51:44
 Pompenlooptijd : 00:19:37
 Injectietijd : 00:03:39

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 06:48:06
 12-04-2017 om 06:51:44
 00:19:37
 00:03:39

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

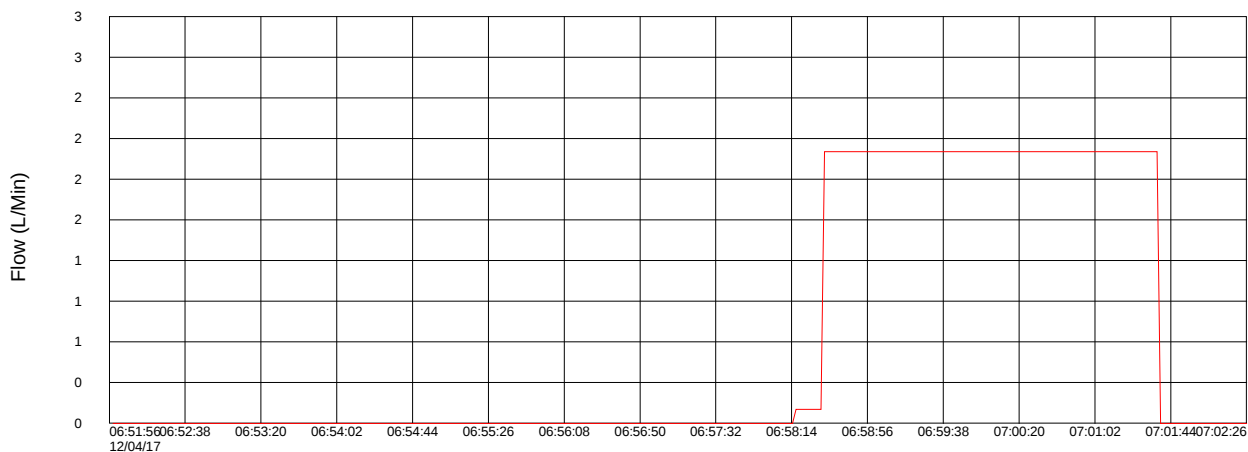
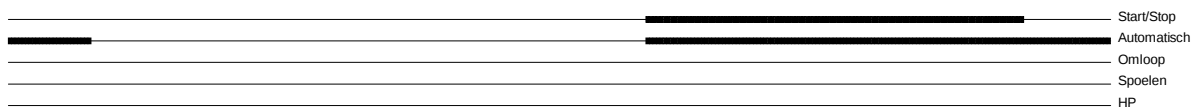
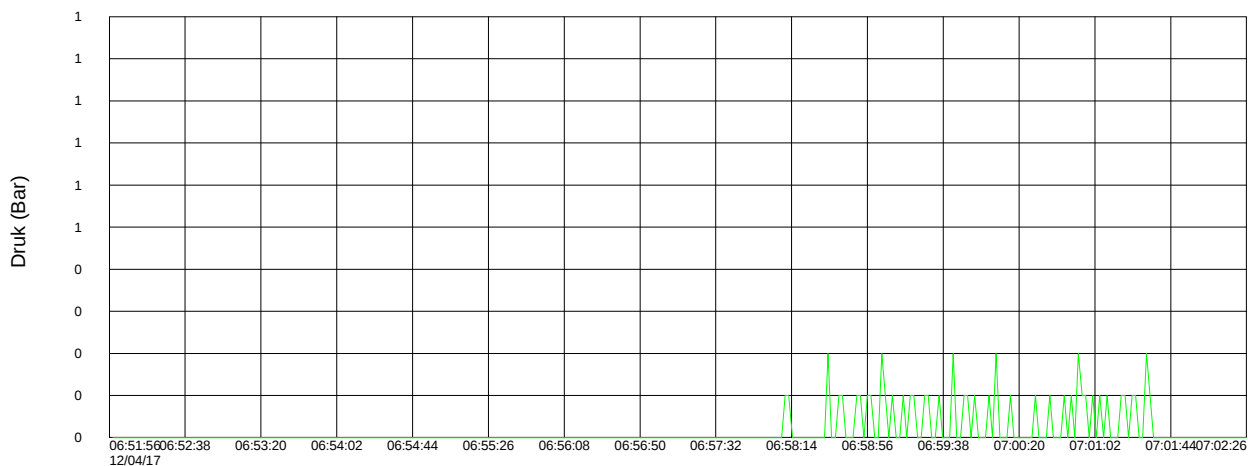
Lans 25

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 06:58:04
 Injectie einde : 12-04-2017 om 07:01:42
 Pompenlooptijd : 00:19:37
 Injectietijd : 00:03:39

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 06:58:04
 12-04-2017 om 07:01:42
 00:19:37
 00:03:39

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	VlSt :	7.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

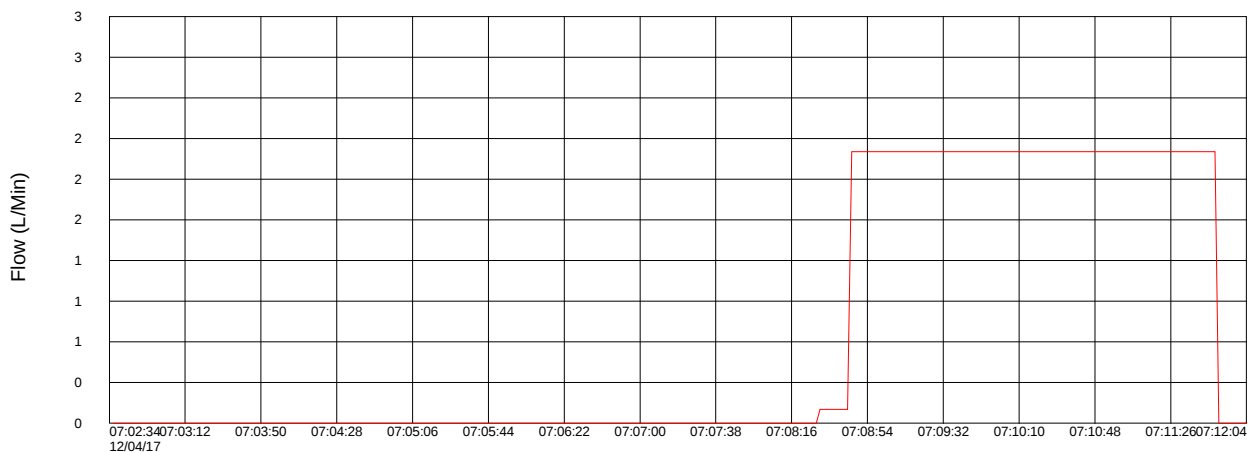
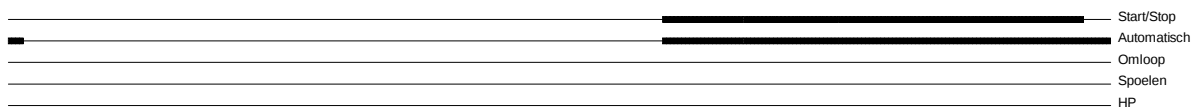
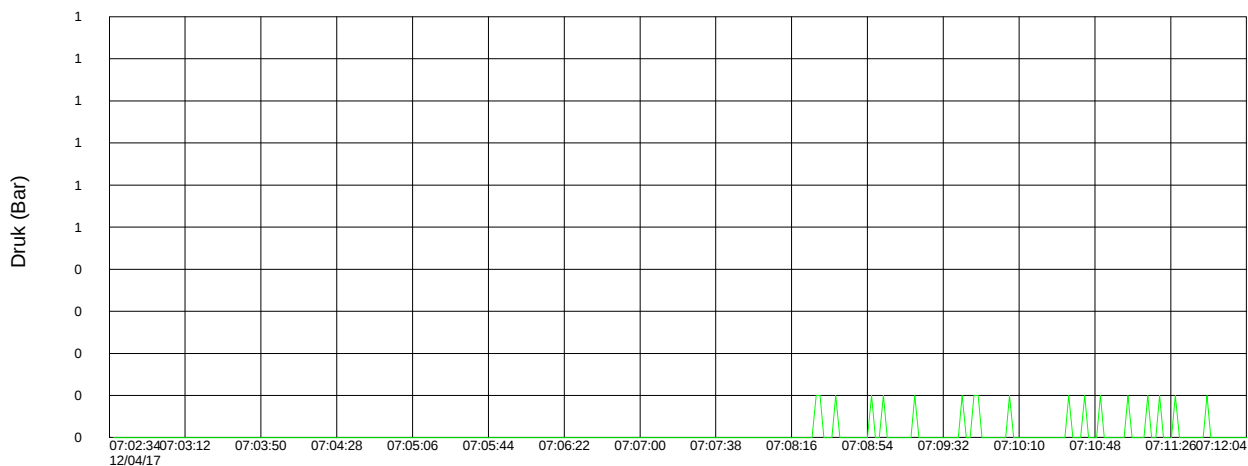
Lans 26

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 07:08:16
 Injectie einde : 12-04-2017 om 07:11:56
 Pompenlooptijd : 00:19:36
 Injectietijd : 00:03:38

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 07:08:16
 12-04-2017 om 07:11:56
 00:19:36
 00:03:38

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

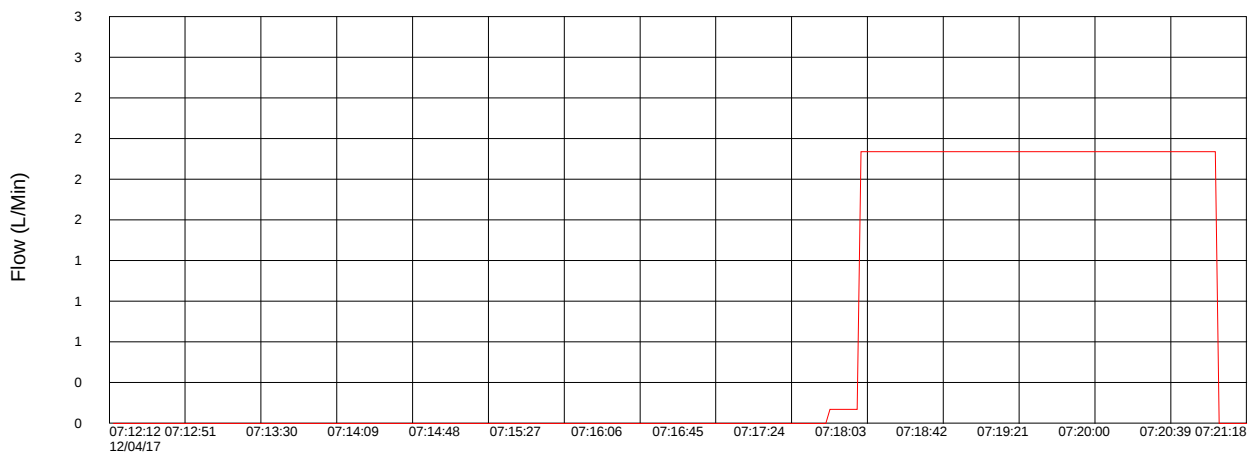
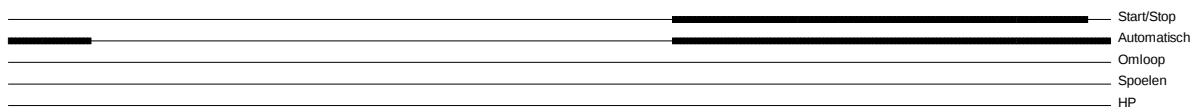
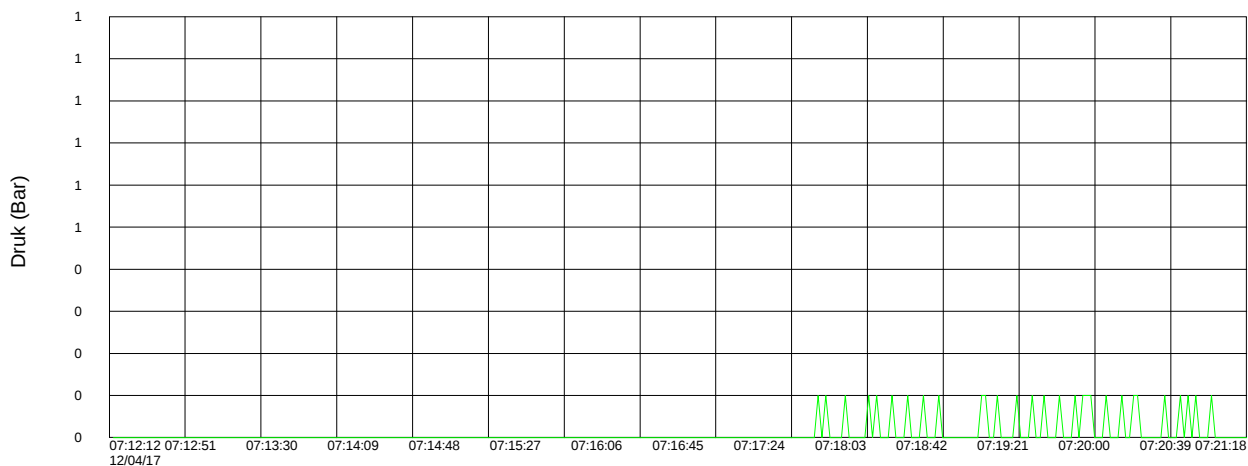
Lans 27

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 07:18:04
 Injectie einde : 12-04-2017 om 07:21:44
 Pompenlooptijd : 00:19:37
 Injectietijd : 00:03:39

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 07:18:04
 12-04-2017 om 07:21:44
 00:19:37
 00:03:39

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

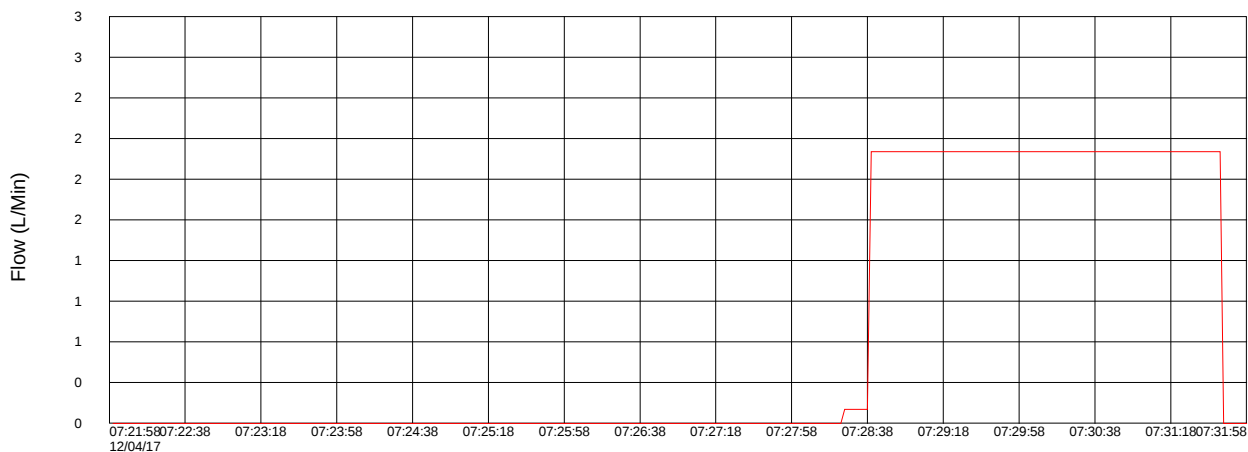
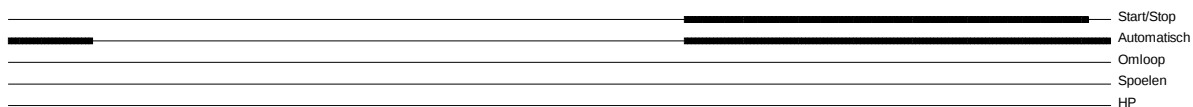
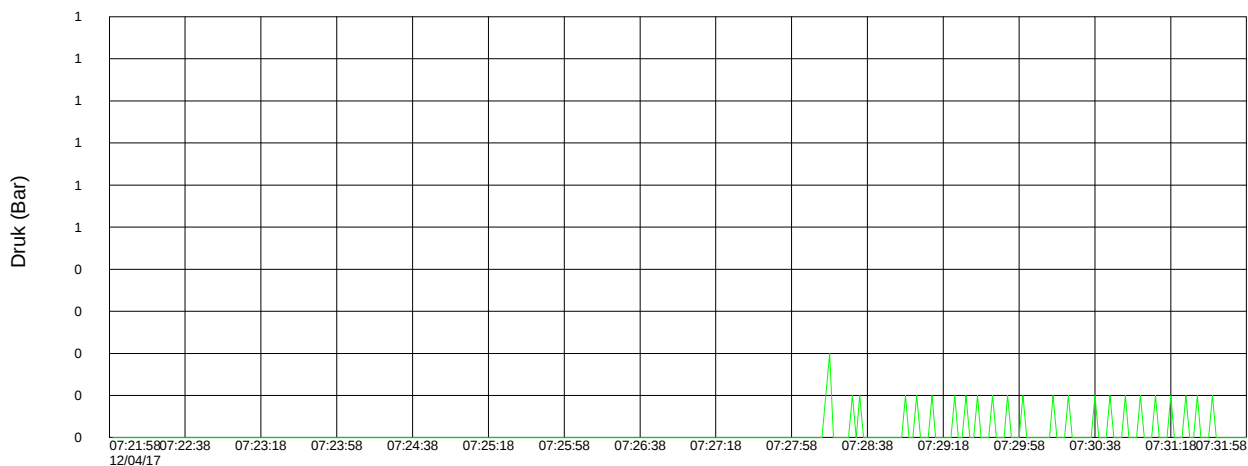
Lans 28

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 07:28:06
 Injectie einde : 12-04-2017 om 07:31:46
 Pompenlooptijd : 00:19:36
 Injectietijd : 00:03:38

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 07:28:06
 12-04-2017 om 07:31:46
 00:19:36
 00:03:38

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

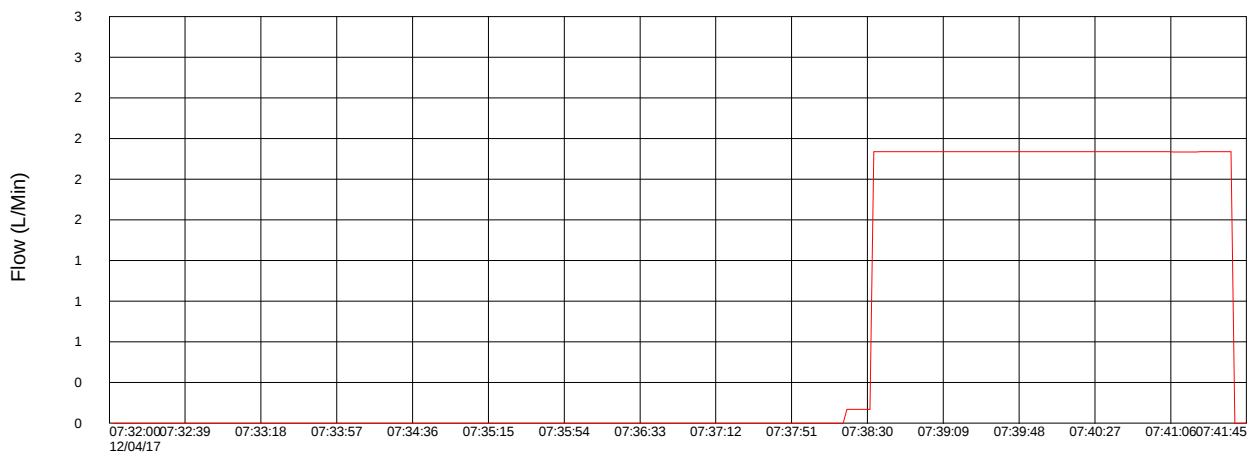
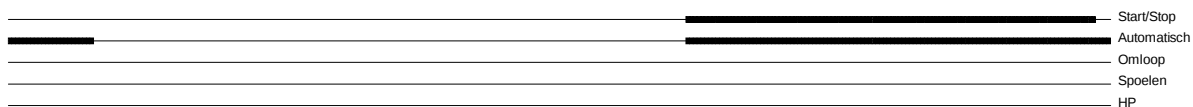
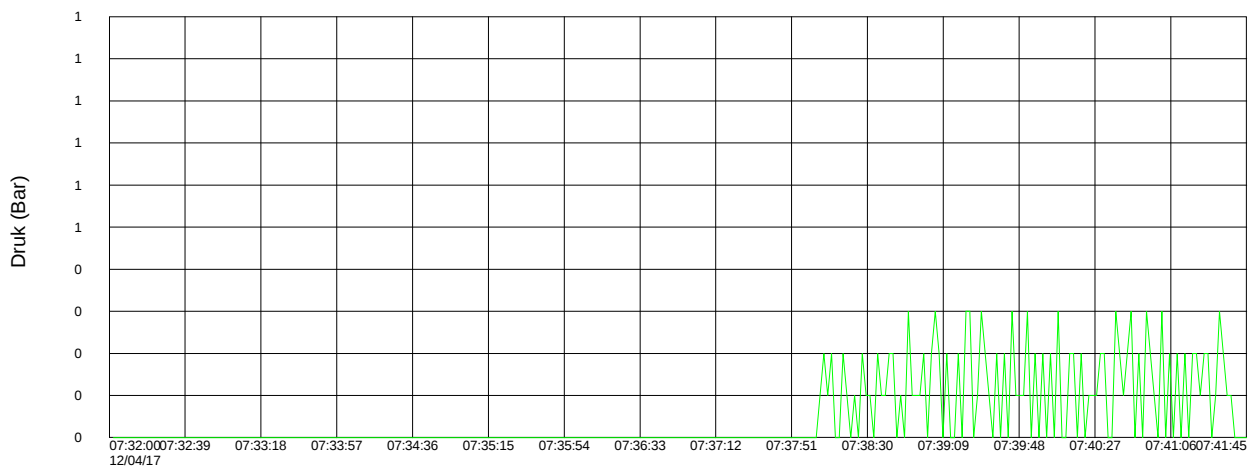
Lans 29

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 07:38:04
 Injectie einde : 12-04-2017 om 07:41:44
 Pompenlooptijd : 00:19:36
 Injectietijd : 00:03:38

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 07:38:04
 12-04-2017 om 07:41:44
 00:19:36
 00:03:38

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.3
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.2



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 2L_min test 2

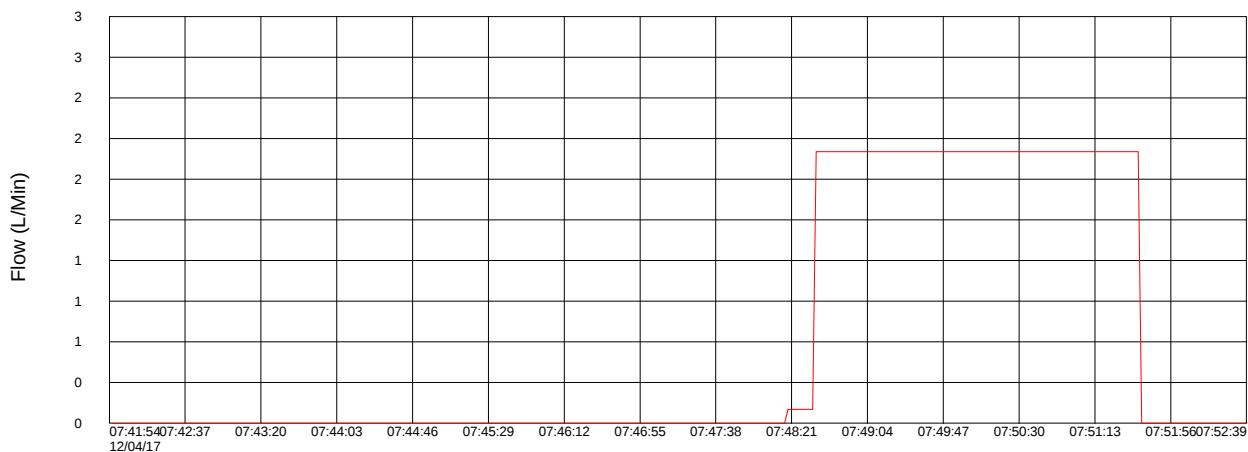
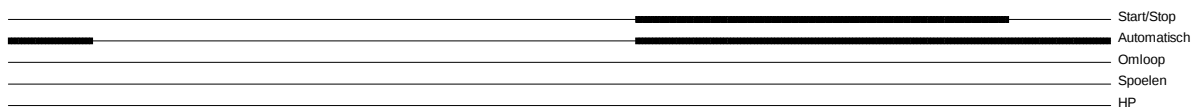
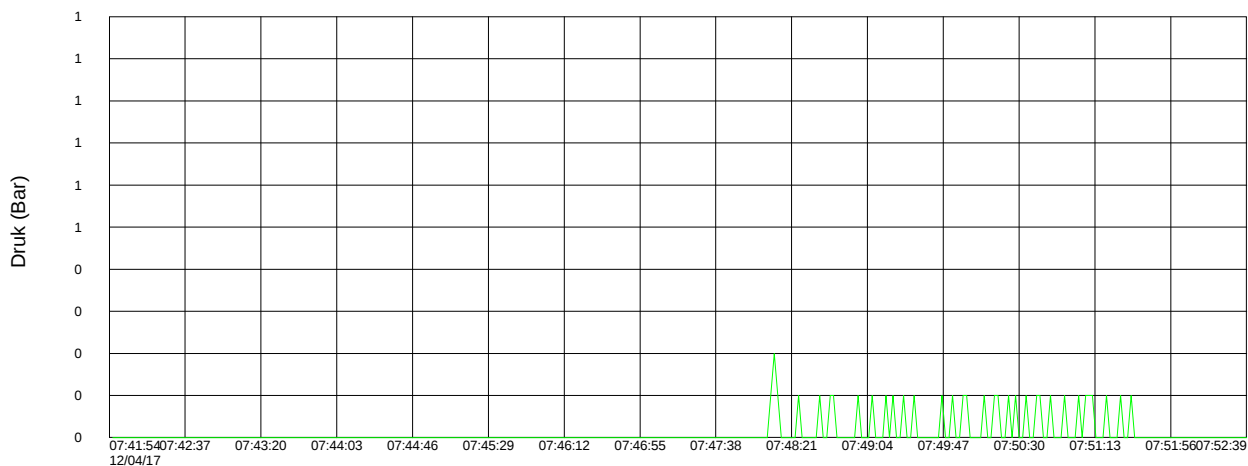
Lans 30

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 12-04-2017 om 07:48:04
 Injectie einde : 12-04-2017 om 07:51:44
 Pompenlooptijd : 00:19:37
 Injectietijd : 00:03:39

E&R
 E&R
 12-04-2017 om 07:48:04
 12-04-2017 om 07:51:44
 00:19:37
 00:03:39

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	7.5	Q0:	1.7	Vlst :	7.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

Overzicht Drukproef 2 L/min beproeving 2**Algemeen**

Datum injectie:	11-4-2017
Datum meting:	18-4-2017
Starttijd:	11:00
Eindtijd:	12:43
Uithardingsduur:	162 uur

Project:

Horizontale bodemafsluiting door middel van waterglasinjectie

Basisgegevens

Oppervlak injectielaag	1492500 mm ²
Doorsnede jerrycan	690141 mm ²
Drukhoogte water:	1500 mm
Ingestelde liters per bol:	7 L
Beoogde boldoorsnede:	337 mm
Theoretisch porievolumen:	35 %
Kiptijd:	68 min

Meetgegevens

	meting 1	meting 2	meting 3
Startdatum meting	18-apr	18-apr	18-apr
Starttijd meting	11:00	11:30	12:12
Duur meting (s)	1595	2382	1894
Eindtijd meting	11:26	12:09	12:43
Einddatum meting	18-apr	18-apr	18-apr
Dikte injectielaag (mm)	222	222	222
Stijghoogte begin (mm)	3910	3910	3910
Stijghoogte eind (mm)	3555	3555	3555
zakking (mm)	355	355	355
Watertemperatuur (°C)	12	12	12

Berekeningen	i _b	H ₀ (mm)	i _e	H _t (min)	h (mm)	A _s (mm ²)	A _m (mm ²)	t (s)	f _t	k ₁₀ (mm/s)	k ₁₀ (x10 ⁻⁷ m/s)
Meting 1	11.6	3910	10.6	3555	222	690141	1492500	1595	0.9496	0.0058172	58.17
Meting 2	11.6	3910	10.6	3555	222	690141	1492500	2382	0.9496	0.0038952	38.95
Meting 3	11.6	3910	10.6	3555	222	690141	1492500	1894	0.9496	0.0048988	48.99
Gemiddelde										0.0048704	48.70

Definities

i _b	verhang aan het begin van de meting
H ₀	stijghoogte aan het begin van de meting, in mm
i _e	verhang aan het eind van de meting
H _t	stijghoogte aan het eind van de meting, in mm
h	proefstukhoogte, in mm
A _s	doorsnede van de totale stijgbuis, in mm ²
A _m	doorsnede proefstuk, in mm ²
t	doorstroomtijd, in s
f _t	temperatuurcorrectiefactor
k ₁₀	waterdoorlatendheidscoëfficiënt

Bouwkuip

Berekeningen	k ₁₀ (x10 ⁻⁷ m)	l=Δ H/L	bouwput 100m ²	bouwput 400m ²
Meting 1	58.17	5	10.5 M ³ /h	41.9 M ³ /h
Meting 2	38.95	5	7.0 M ³ /h	28.0 M ³ /h
Meting 3	48.99	5	8.8 M ³ /h	35.3 M ³ /h
Gemiddelde	48.70	5	8.8 M ³ /h	35.1 M ³ /h

Grondwaterstands verschil binnen en buiten de bouwkuip 5 meter
Laagdikte injectielaag 1m

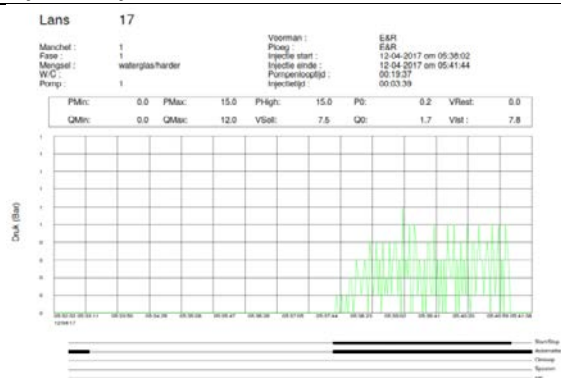
Waarnemingen

Tijdens aanbrengen injectieslangen: 10-04-2017



Meten verdichting voor het aanbrengen van de injectieslangen. Aflezing manometer: 8 wat resulteert in een gronddruk van ongeveer 0,63 Mpa.

Tijdens injectie: 11-04-2017



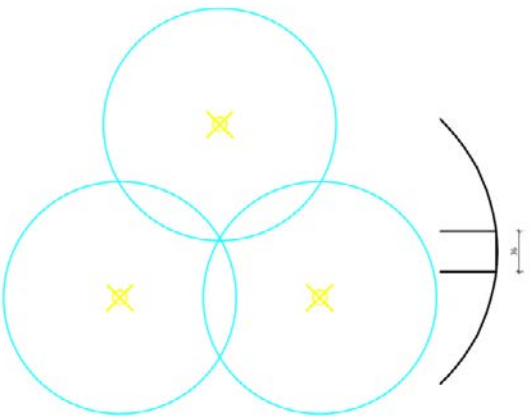
Bij punt 17 zijn veel hogere drukken gezien dan bij de andere injectiepunten.

Tijdens debietmeten: 18-04-2017



De evenwicht situatie is aangebracht. Tijdens het meten stroomt het doorstroomde water weg via de uitstroomopening zoals is bedoeld.

Tijdens opgraven injectielaag: 19-04-2017	
	Er worden holle ruimtes zichtbaar tijdens het onttrekken van het resterende grondwater. Geen verklaring gevonden waarom dit gebeurt.
	De buitenrand is relatief egaal, naar binnen toe bevinden zich 2 bollen die redelijk op zichzelf staan.
	Op deze foto zouden de bollen aan moeten sluiten, echter dit is niet het geval. Hierdoor wordt het grootste gedeelte van het lekdebiët veroorzaakt.

	De theoretische analyse geeft aan dat bij een aansluiting tussen 3 bollen maar over een hoogte van 36 mm een overlap van 1 mm aanwezig zou zijn.
	De laatste test op deze laag betrof het onderdruk zetten van de laag, op de foto is zichtbaar dat op de omschreven aansluiting inderdaad als eerste water omhoog komt.

BIJLAGE I: BEPROEVING 3

Behorend bij onderzoek:
Horizontale bodemafluiting doormiddel van waterglasinjectie

CRUX Engineering B.V.
B&P Bodeminjectie

Robin Gerssen
Edward van de Werfhorst
Status
Versie
Printdatum

S1067036
S1074510
Definitief
19-05-2017
2-6-2017



Inhoud

Injectiepatroon	2
Injectie gegevens	2
Berekeningen	2
Waarnemingen	3

1

2

3

4

A

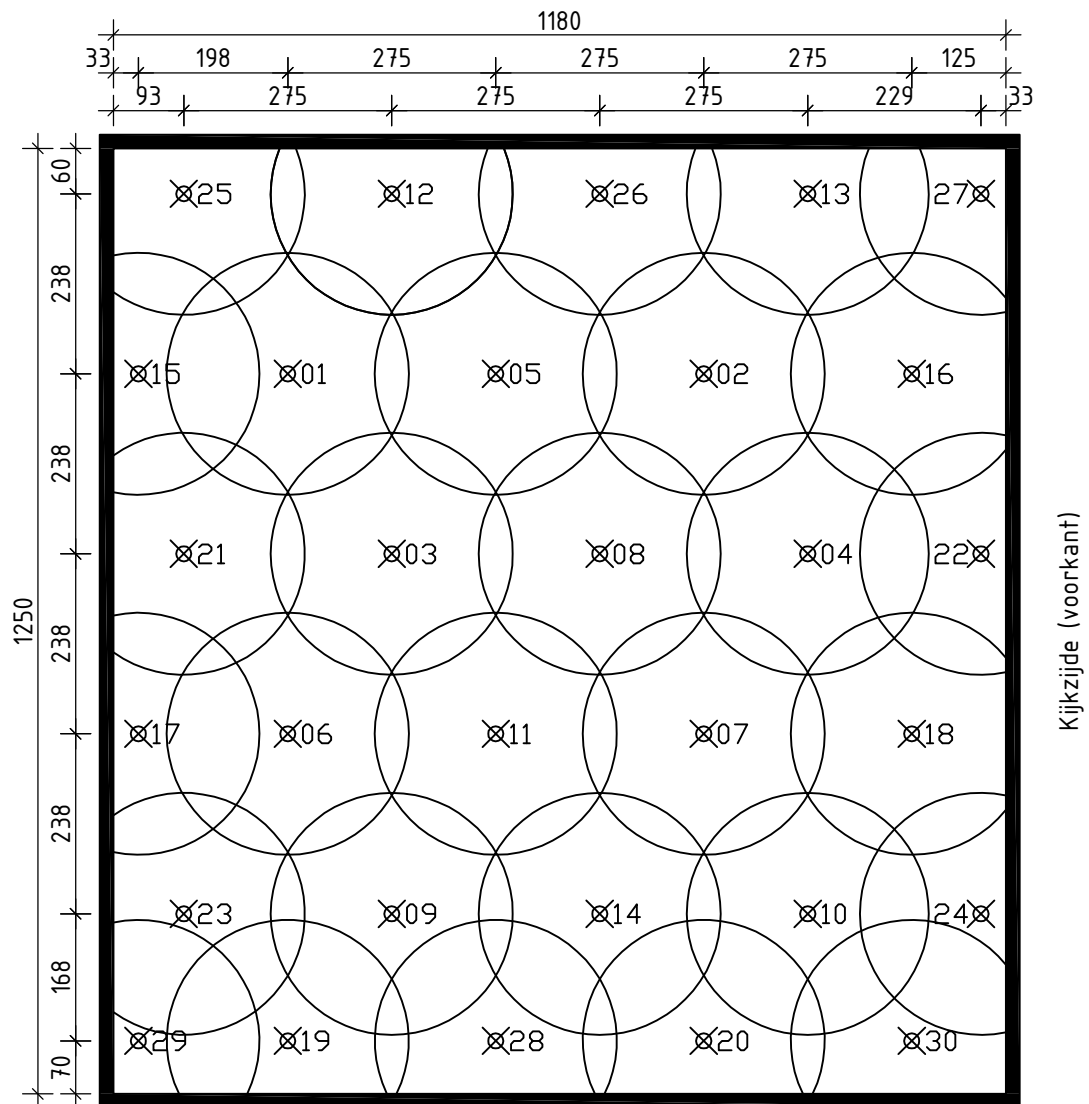
B

C

D

E

F



B&P Bodeminjectie B.V.	Injectie-Rapport SG-1.3
B_P 2 L_min test 3	

Lans	Manchet	Fase	Datum	Tijd (uu:mm:ss)	Druk (Bar)	Flow (L/Min)	Setpoint (L)	Totaal (L)	Cumulatief (L)
1/01	1	1	22-04-2017	00:04:59	0.15	1.77	9.50	9.80	9.80
1/01	1	10	22-04-2017	00:00:00	0.00	2.99	20.00	0.00	
1/02	1	1	22-04-2017	00:04:46	0.12	1.72	9.50	9.80	
1/03	1	1	22-04-2017	00:04:45	0.11	1.72	9.50	9.80	
1/04	1	1	22-04-2017	00:04:46	0.11	1.74	9.50	9.80	
1/05	1	1	22-04-2017	00:04:46	0.14	1.73	9.50	9.80	
1/06	1	1	22-04-2017	00:04:46	0.10	1.73	9.50	9.80	
1/07	1	1	22-04-2017	00:04:46	0.12	1.74	9.50	9.80	
1/08	1	1	22-04-2017	00:04:45	0.12	1.74	9.50	9.80	
1/09	1	1	22-04-2017	00:04:45	0.13	1.74	9.50	9.80	
1/10	1	1	22-04-2017	00:04:46	0.09	1.73	9.50	9.80	
1/11	1	1	22-04-2017	00:04:46	0.12	1.72	9.50	9.80	
1/12	1	1	22-04-2017	00:04:45	0.09	1.74	9.50	9.80	
1/13	1	1	22-04-2017	00:04:45	0.10	1.73	9.50	9.80	
1/14	1	1	22-04-2017	00:04:46	0.10	1.73	9.50	9.80	
1/15	1	1	22-04-2017	00:04:46	0.18	1.73	9.50	9.80	
1/16	1	1	22-04-2017	00:04:45	0.11	1.73	9.50	9.80	
1/17	1	1	22-04-2017	00:04:45	0.10	1.73	9.50	9.80	
1/18	1	1	22-04-2017	00:04:46	0.12	1.73	9.50	9.80	
1/19	1	1	22-04-2017	00:04:46	0.10	1.73	9.50	9.80	
1/20	1	1	22-04-2017	00:04:45	0.11	1.73	9.50	9.80	
1/21	1	1	22-04-2017	00:04:45	0.11	1.73	9.50	9.80	
1/22	1	1	22-04-2017	00:04:45	0.16	1.74	9.50	9.80	
1/23	1	1	22-04-2017	00:04:45	0.12	1.74	9.50	9.80	
1/24	1	1	22-04-2017	00:04:46	0.13	1.74	9.50	9.30	
1/25	1	1	22-04-2017	00:04:45	0.17	1.74	9.50	9.30	
1/26	1	1	22-04-2017	00:04:45	0.15	1.74	9.50	9.30	
1/27	1	1	22-04-2017	00:04:45	0.17	1.73	9.50	9.80	
1/28	1	1	22-04-2017	00:04:45	0.15	1.74	9.50	9.80	
1/29	1	1	22-04-2017	00:04:45	0.16	1.73	9.50	9.80	
1/30	1	1	22-04-2017	00:04:45	0.16	1.74	9.50	9.30	
1/30	1	9	22-04-2017	00:00:00	0.03	4.32	9.50	0.00	9.30
			Totaal	02:22:56			314.50	292.00	

Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

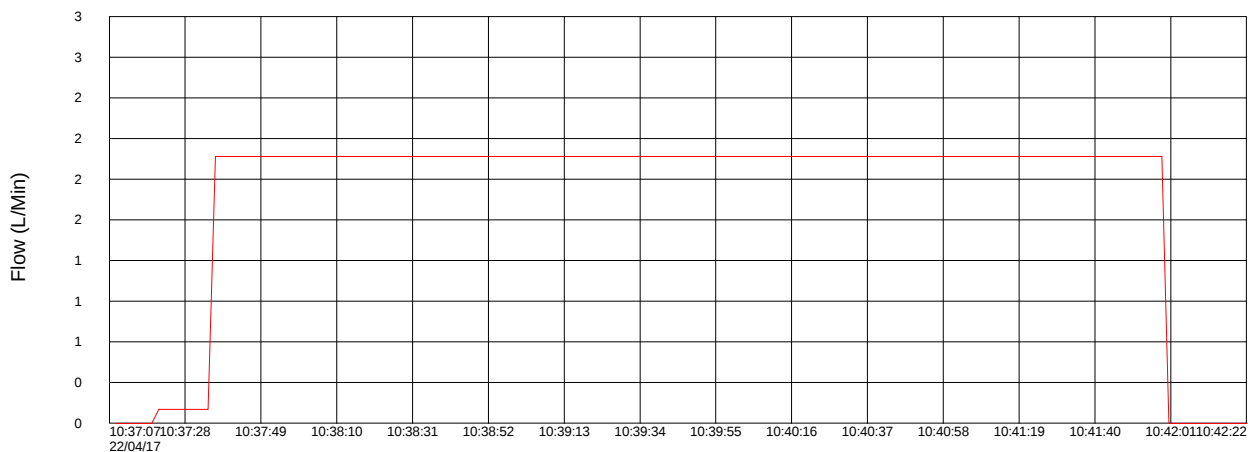
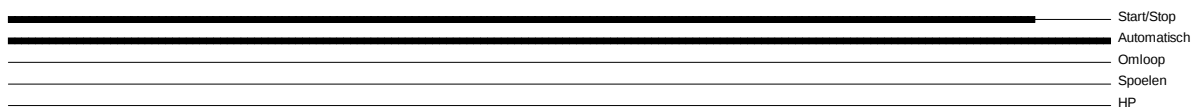
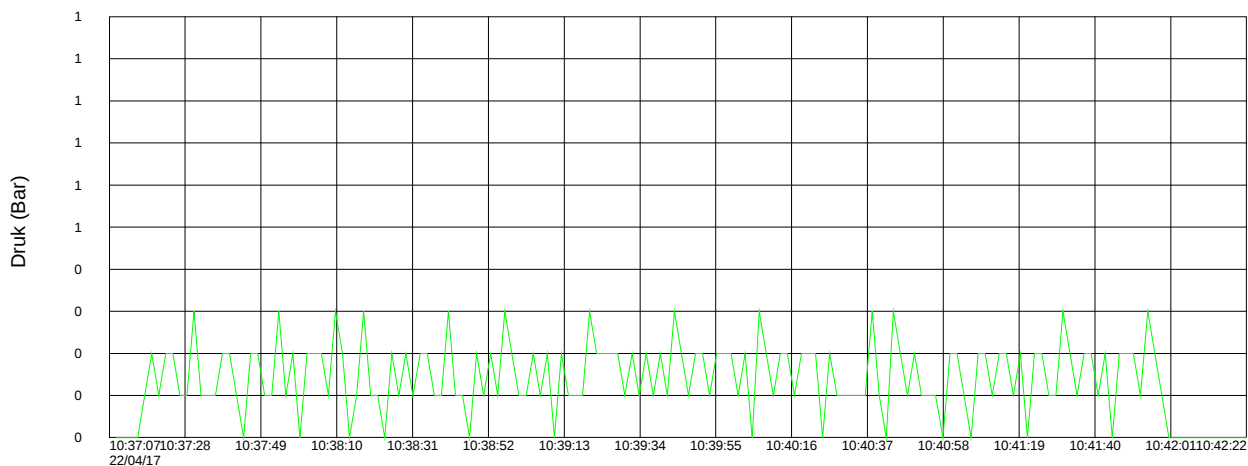
Lans 01

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 10:37:07
 Injectie einde : 22-04-2017 om 10:42:07
 Pompenlooptijd : 00:10:02
 Injectietijd : 00:04:59

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 10:37:07
 22-04-2017 om 10:42:07
 00:10:02
 00:04:59

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.8	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

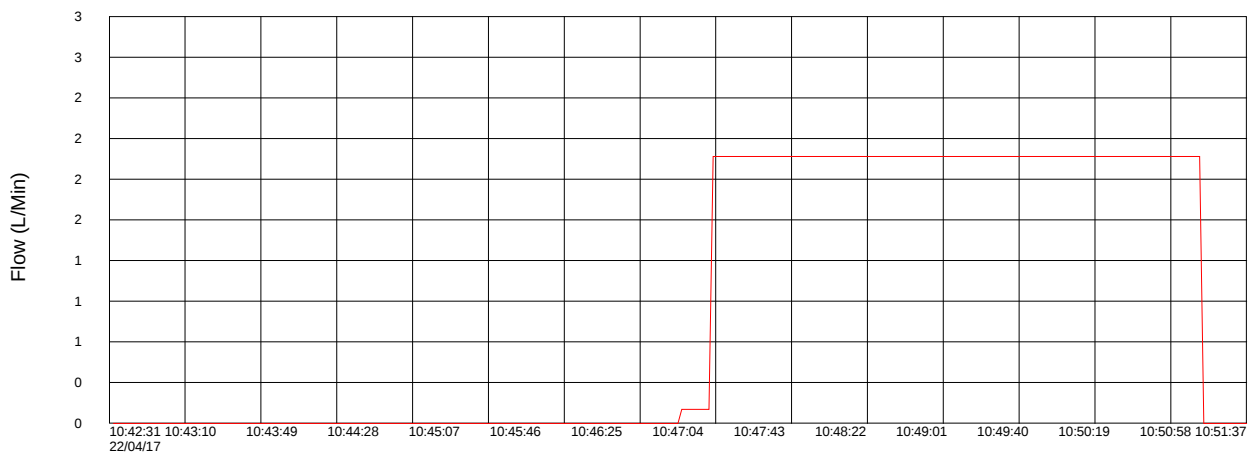
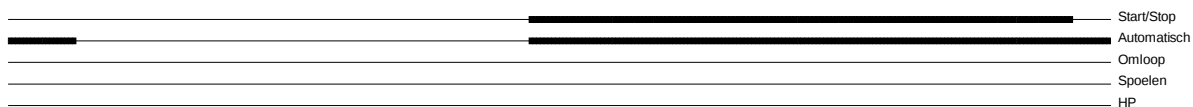
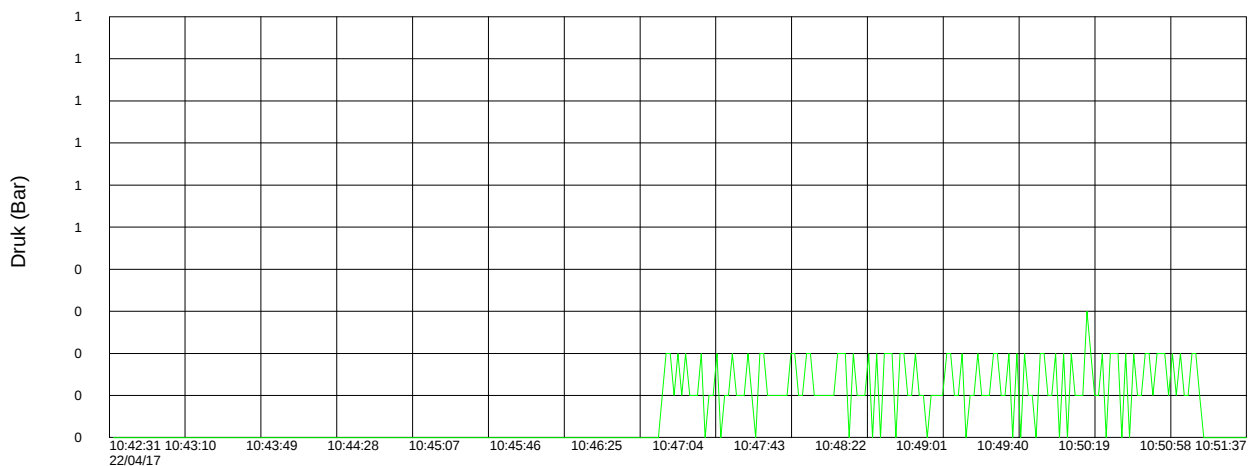
Lans 02

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 10:47:07
 Injectie einde : 22-04-2017 om 10:51:55
 Pompenlooptijd : 00:09:49
 Injectietijd : 00:04:46

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 10:47:07
 22-04-2017 om 10:51:55
 00:09:49
 00:04:46

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

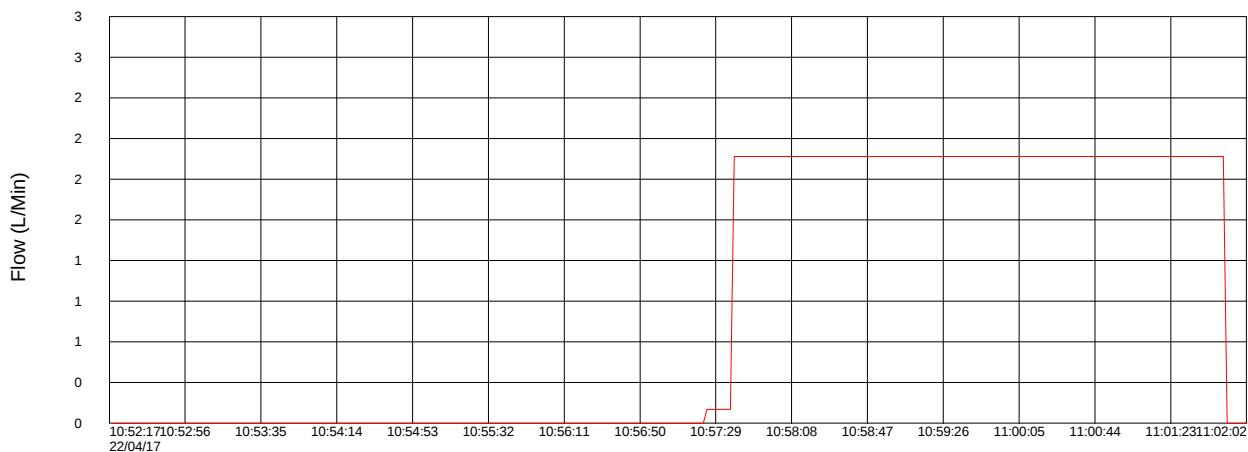
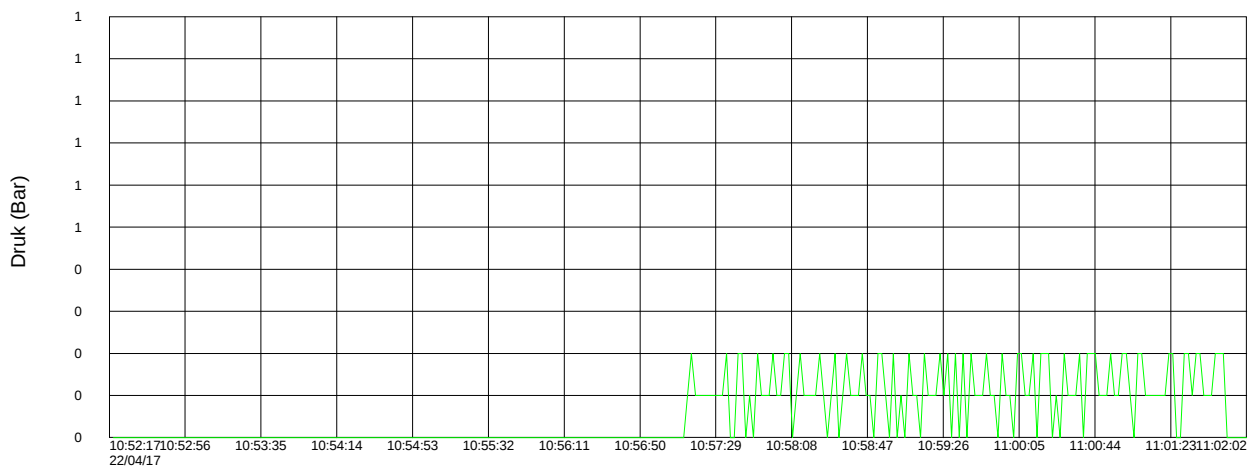
Lans 03

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 10:57:05
 Injectie einde : 22-04-2017 om 11:01:55
 Pompenlooptijd : 00:09:48
 Injectietijd : 00:04:45

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 10:57:05
 22-04-2017 om 11:01:55
 00:09:48
 00:04:45

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

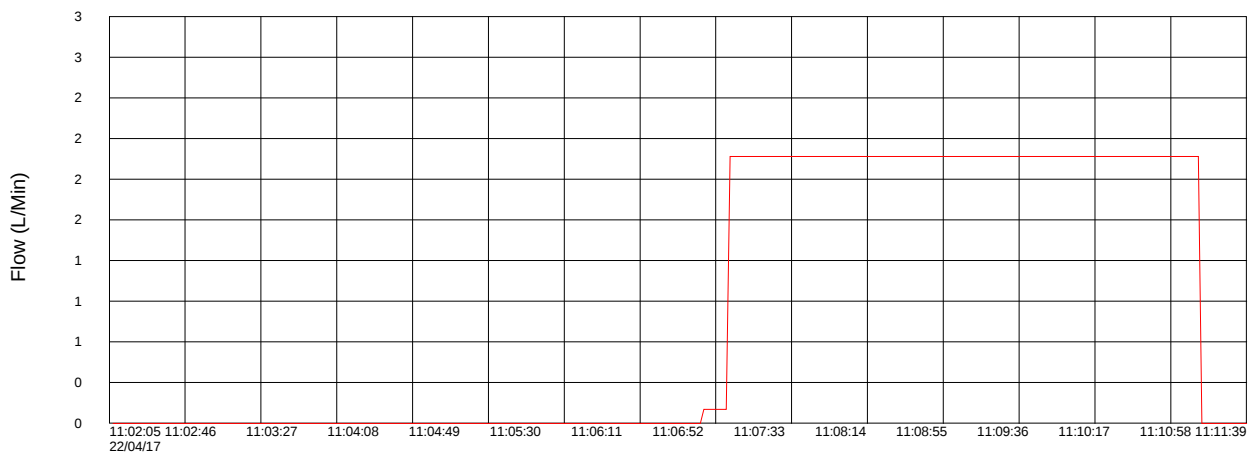
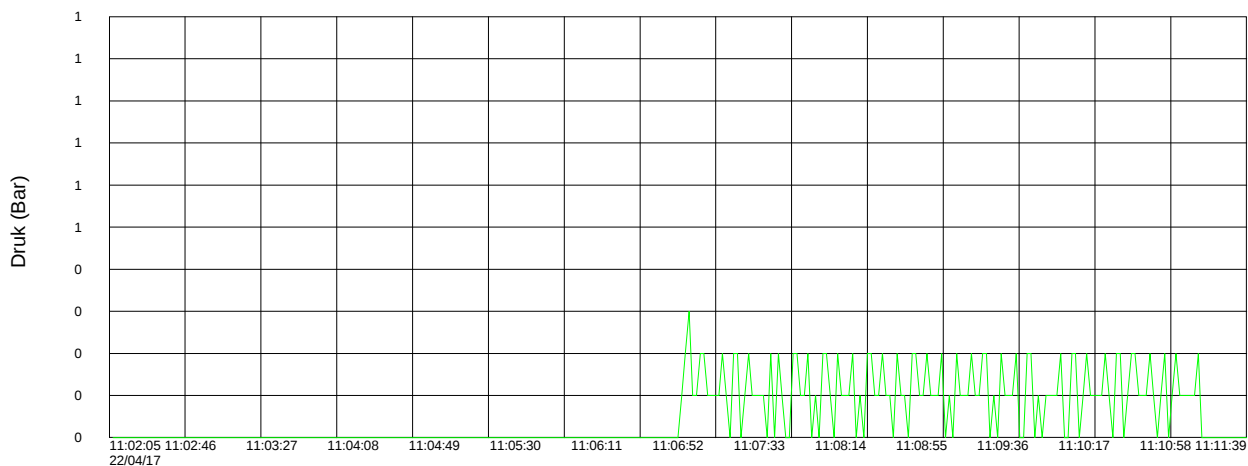
Lans 04

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 11:07:07
 Injectie einde : 22-04-2017 om 11:11:53
 Pompenlooptijd : 00:09:49
 Injectietijd : 00:04:46

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 11:07:07
 22-04-2017 om 11:11:53
 00:09:49
 00:04:46

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

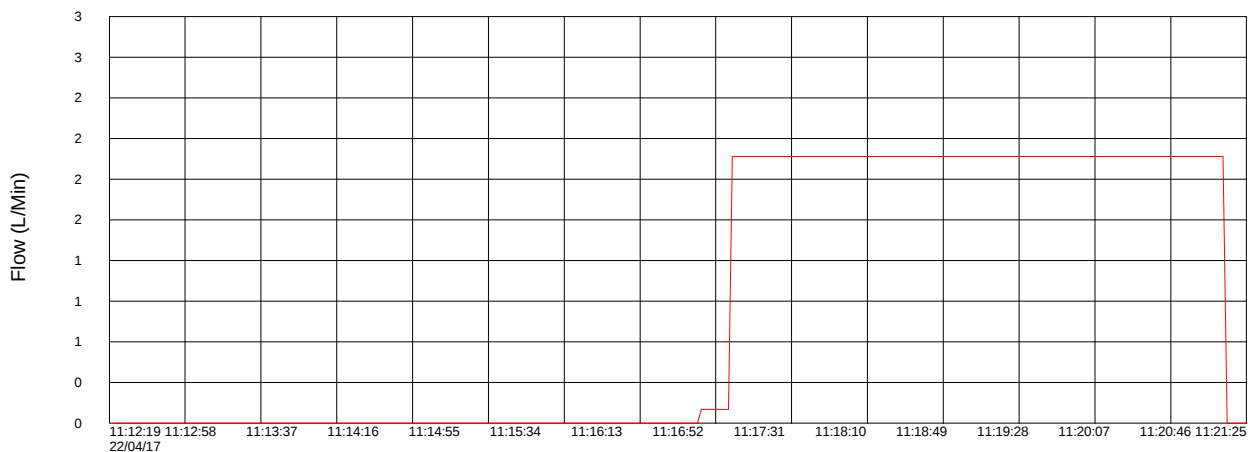
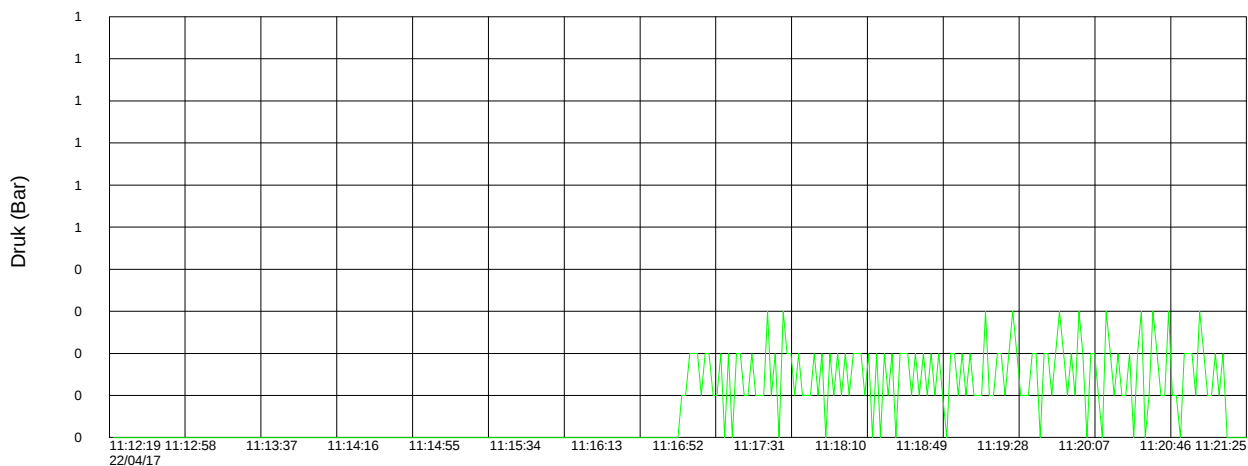
Lans 05

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 11:17:05
 Injectie einde : 22-04-2017 om 11:21:53
 Pompenlooptijd : 00:09:49
 Injectietijd : 00:04:46

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 11:17:05
 22-04-2017 om 11:21:53
 00:09:49
 00:04:46

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

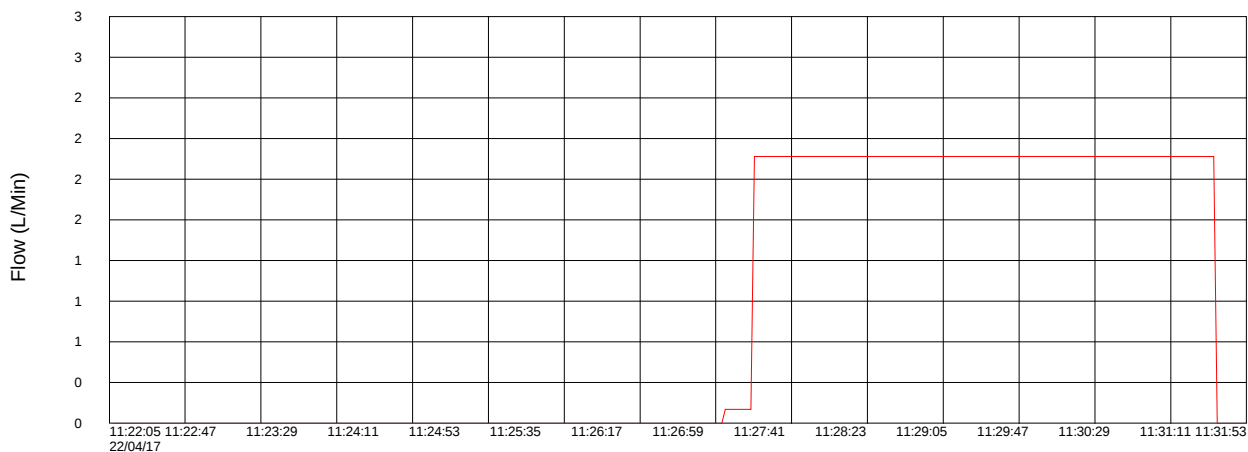
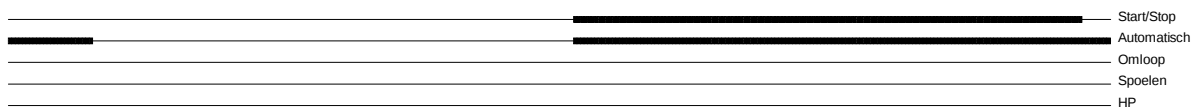
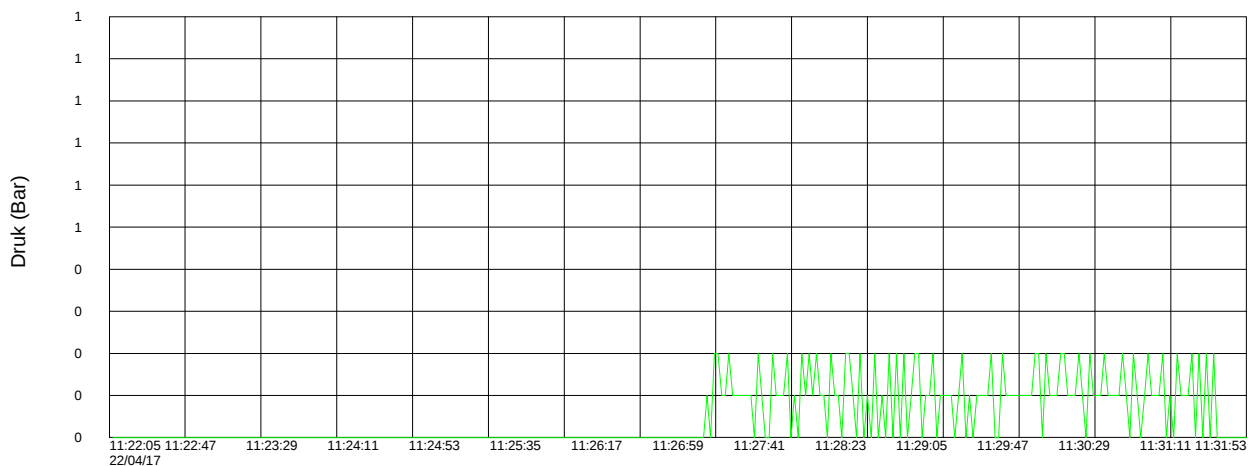
B_P 2 L_min test 3

Lans 06

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 11:27:25
 Injectie einde : 22-04-2017 om 11:32:13
 Pompenlooptijd : 00:09:49
 Injectietijd : 00:04:46

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

Lans 07

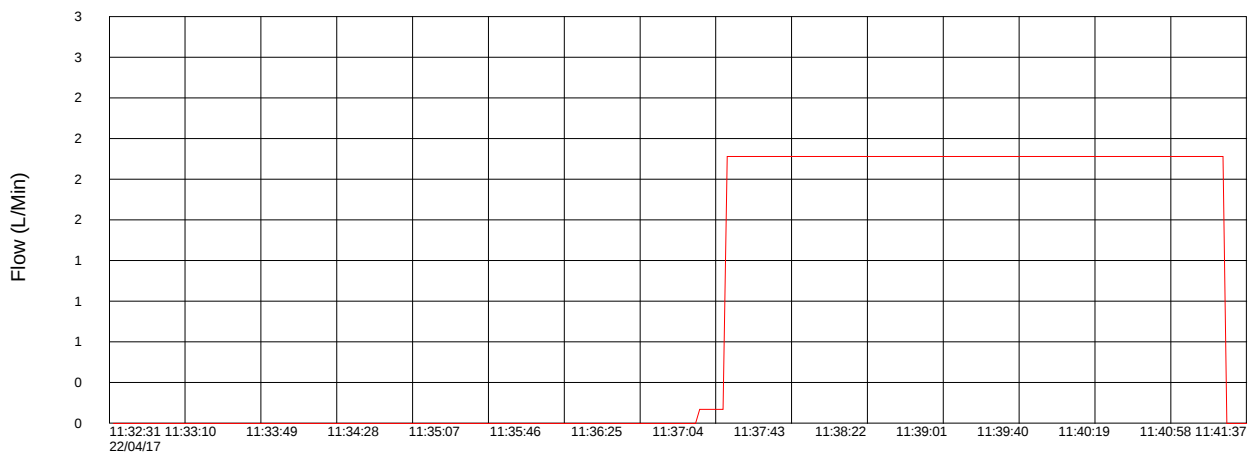
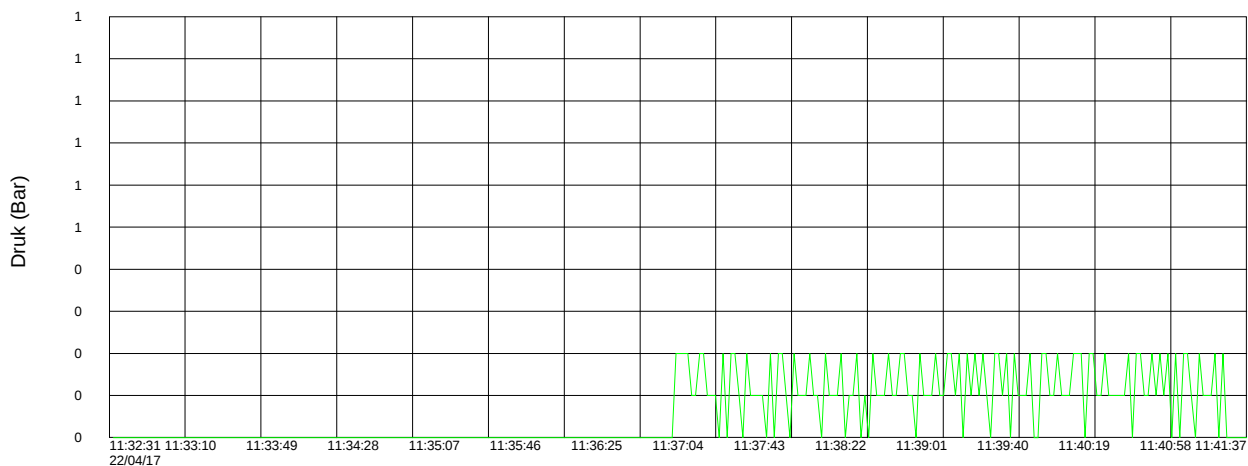
Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 11:37:13
 Injectie einde : 22-04-2017 om 11:41:59
 Pompenlooptijd : 00:09:49
 Injectietijd : 00:04:46

E&R

E&R

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

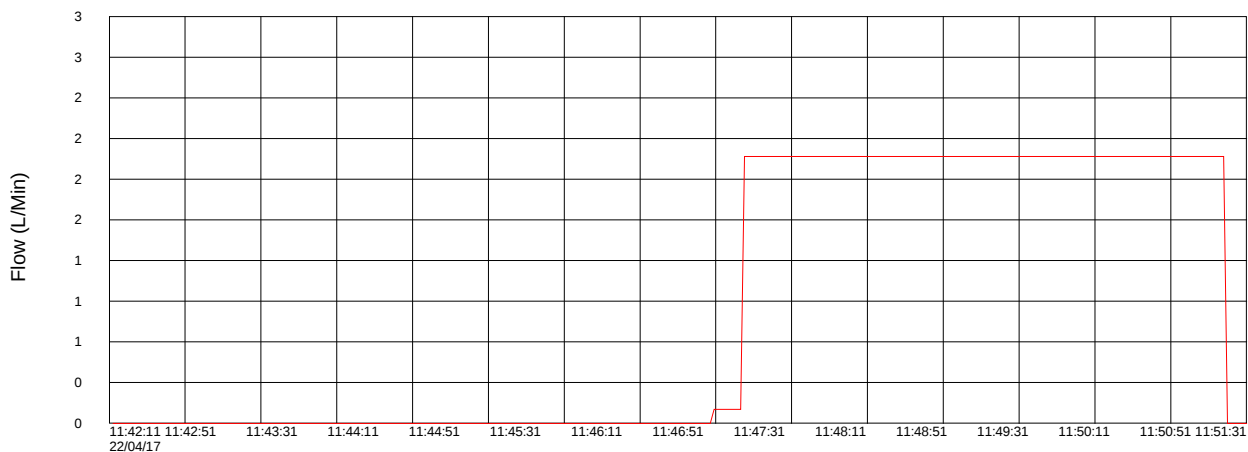
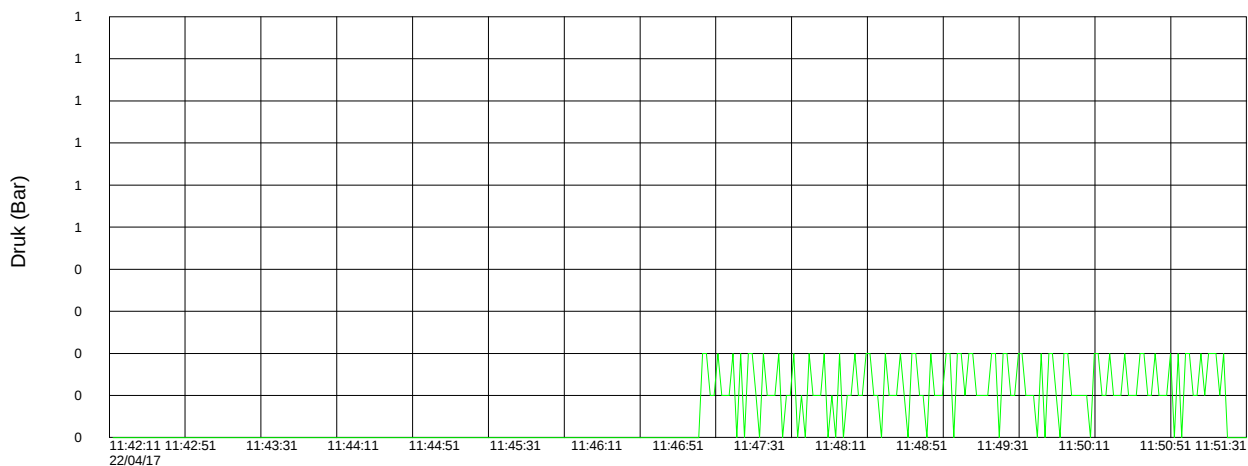
Lans 08

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 11:47:13
 Injectie einde : 22-04-2017 om 11:51:59
 Pompenlooptijd : 00:09:48
 Injectietijd : 00:04:45

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 11:47:13
 22-04-2017 om 11:51:59
 00:09:48
 00:04:45

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

Lans 09

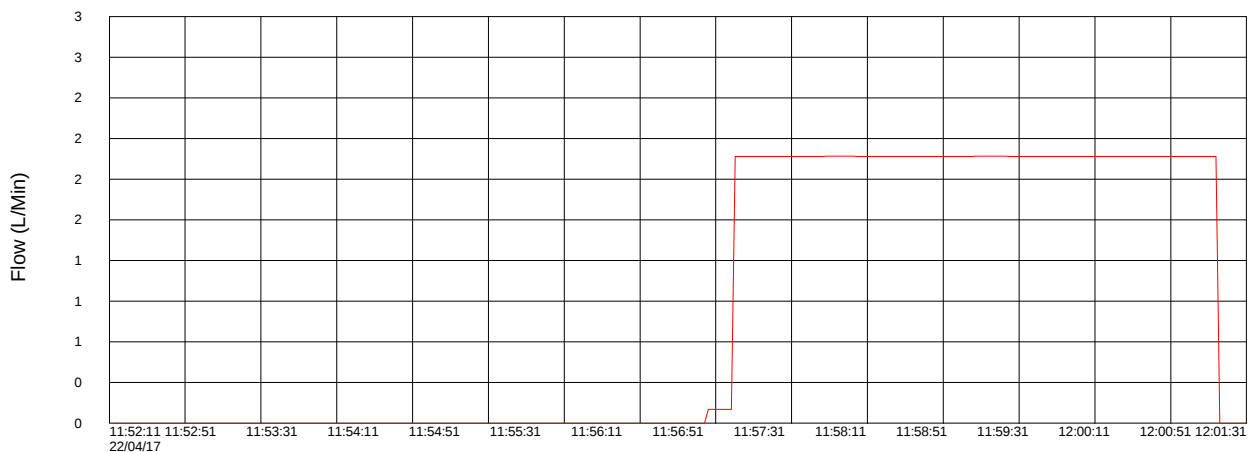
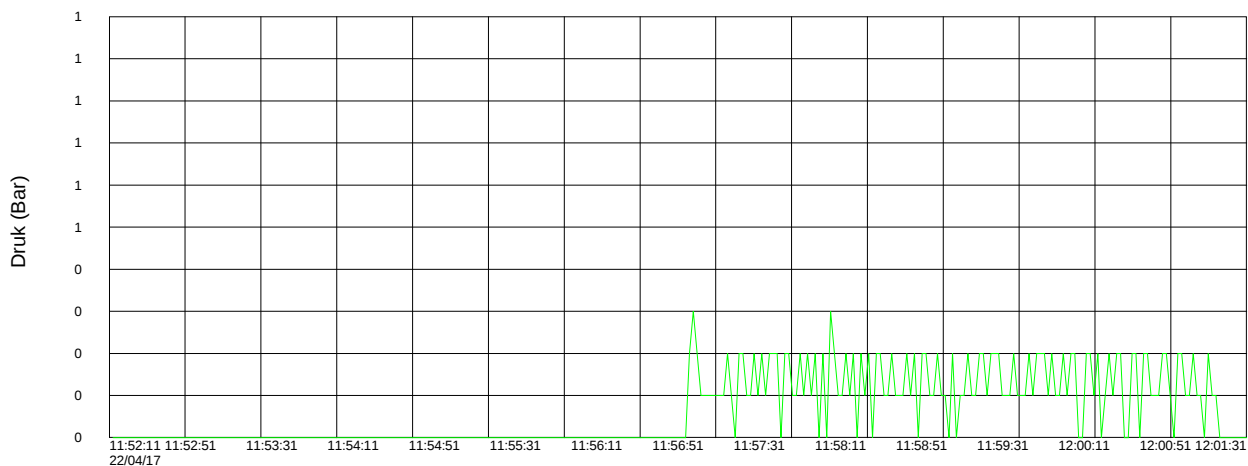
Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 11:57:07
 Injectie einde : 22-04-2017 om 12:01:53
 Pompenlooptijd : 00:09:48
 Injectietijd : 00:04:45

E&R

E&R

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

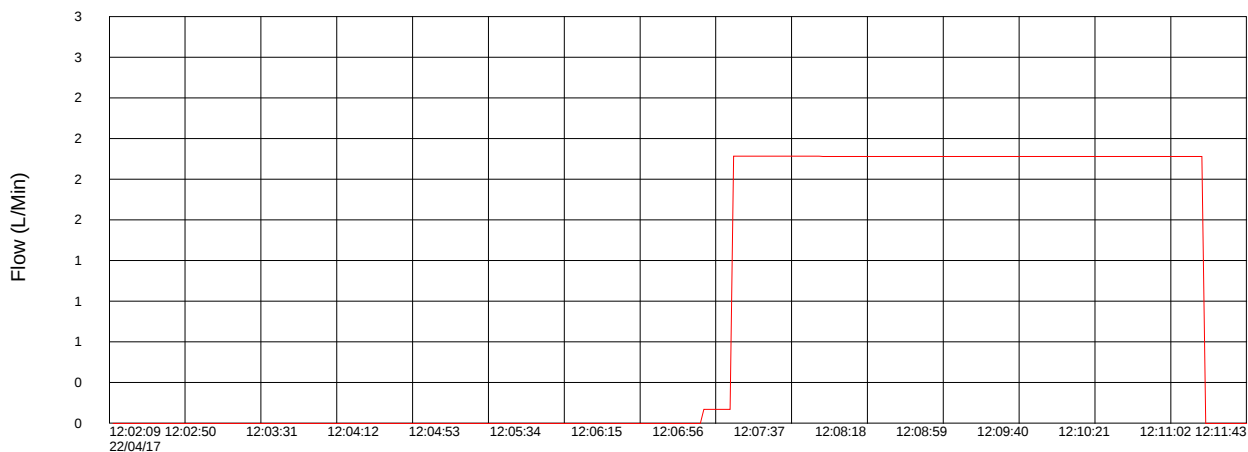
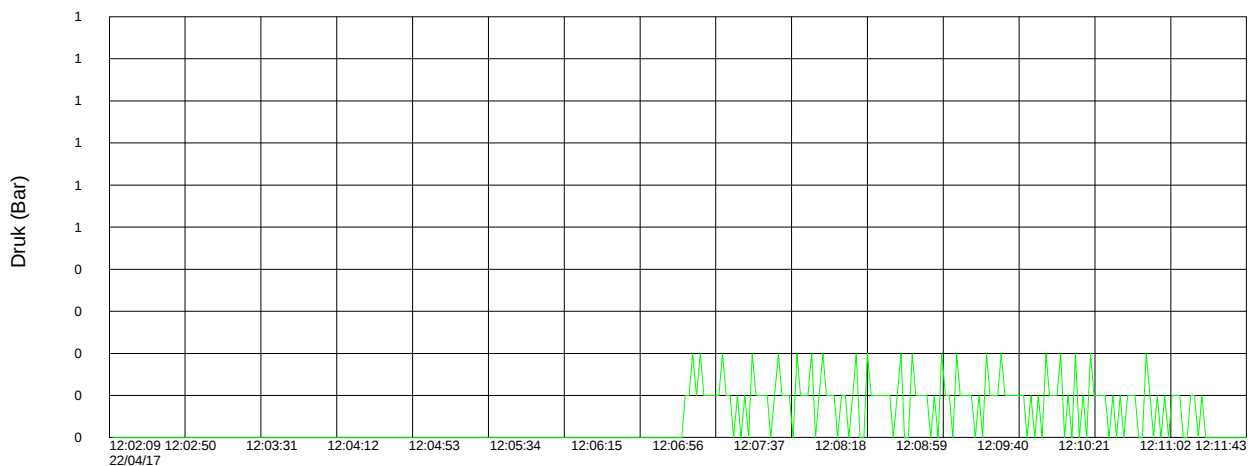
Lans 10

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 12:07:11
 Injectie einde : 22-04-2017 om 12:11:59
 Pompenlooptijd : 00:09:49
 Injectietijd : 00:04:46

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 12:07:11
 22-04-2017 om 12:11:59
 00:09:49
 00:04:46

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

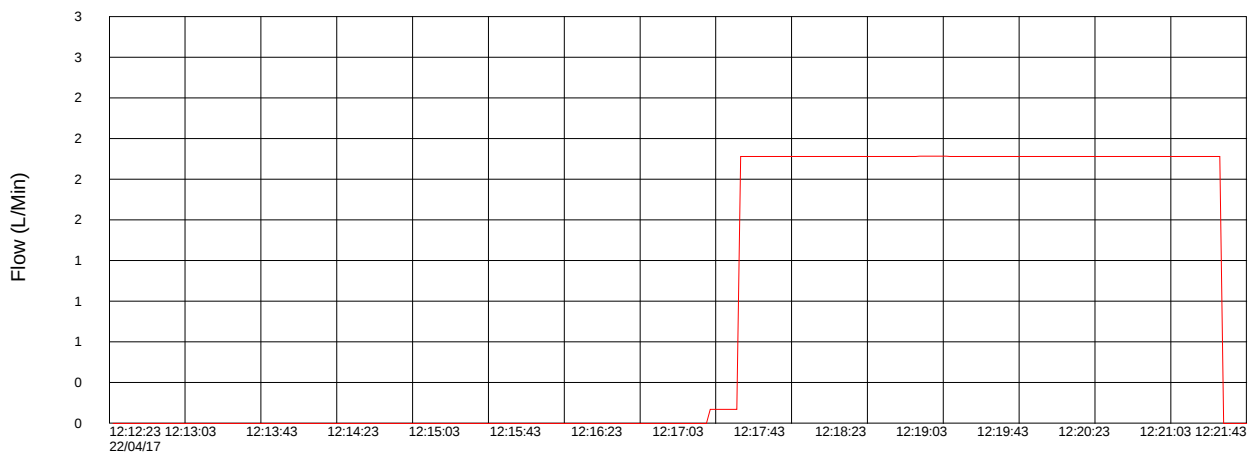
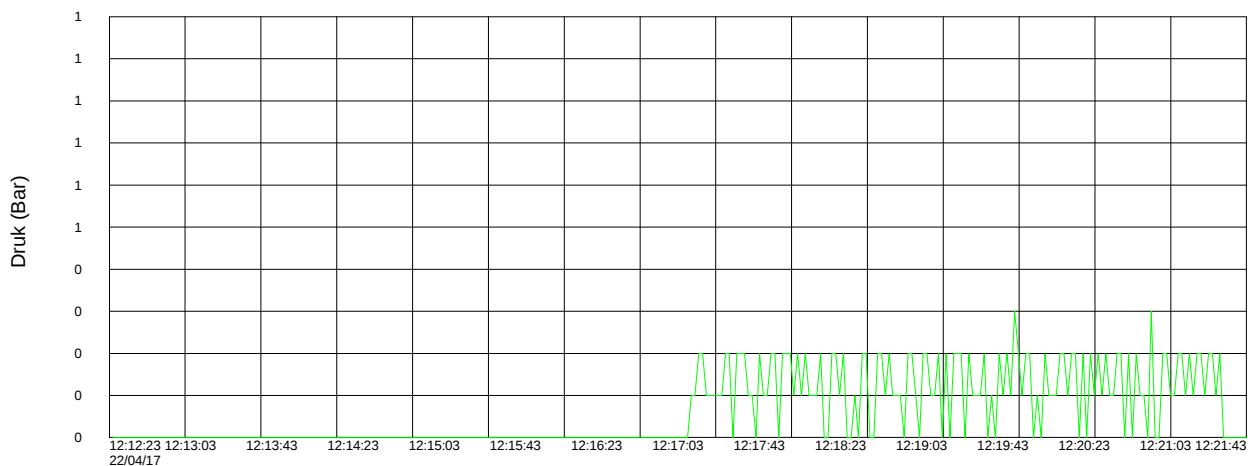
Lans 11

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 12:17:19
 Injectie einde : 22-04-2017 om 12:22:09
 Pompenlooptijd : 00:09:49
 Injectietijd : 00:04:46

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 12:17:19
 22-04-2017 om 12:22:09
 00:09:49
 00:04:46

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

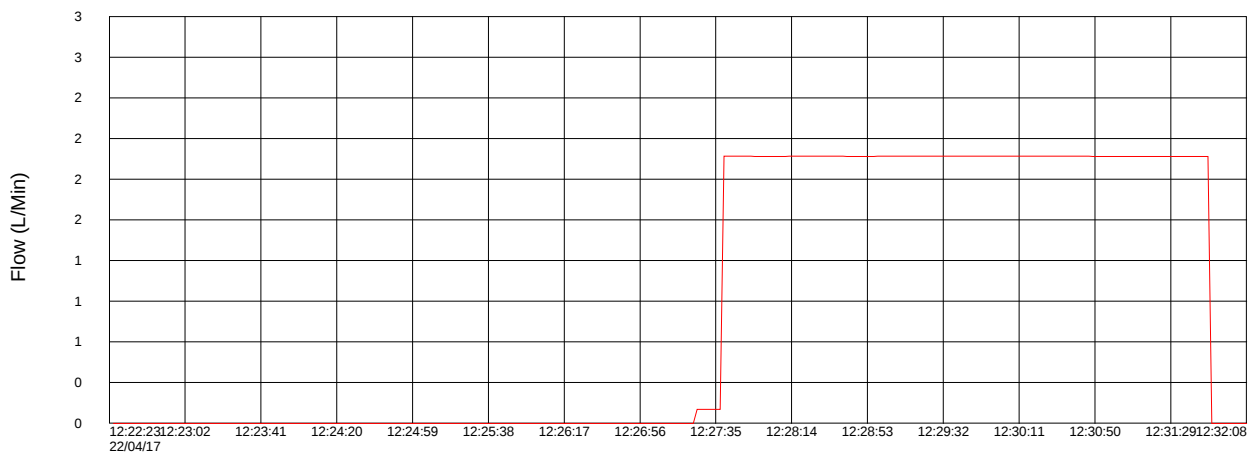
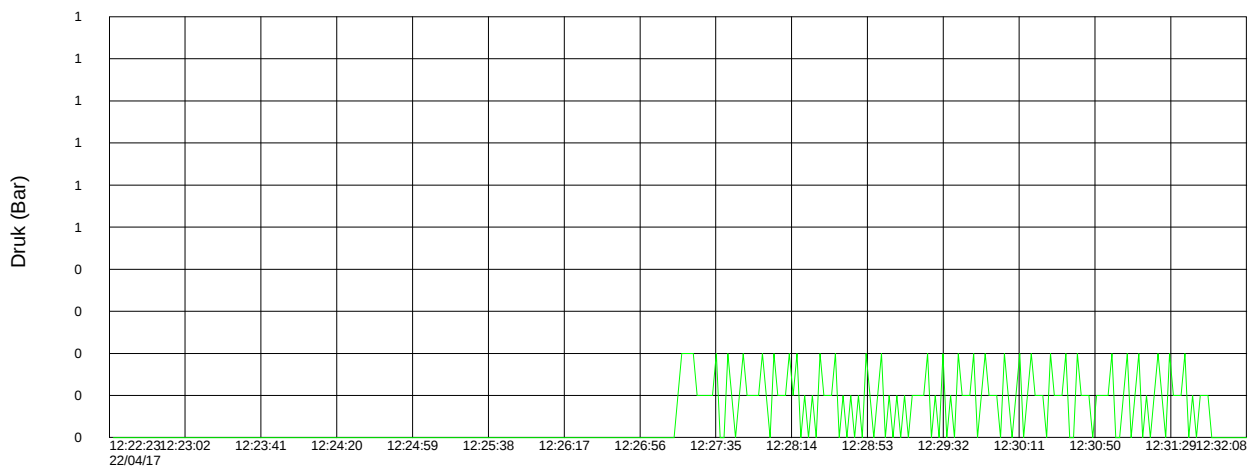
Lans 13

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 12:27:11
 Injectie einde : 22-04-2017 om 12:31:57
 Pompenlooptijd : 00:09:48
 Injectietijd : 00:04:45

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 12:27:11
 22-04-2017 om 12:31:57
 00:09:48
 00:04:45

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

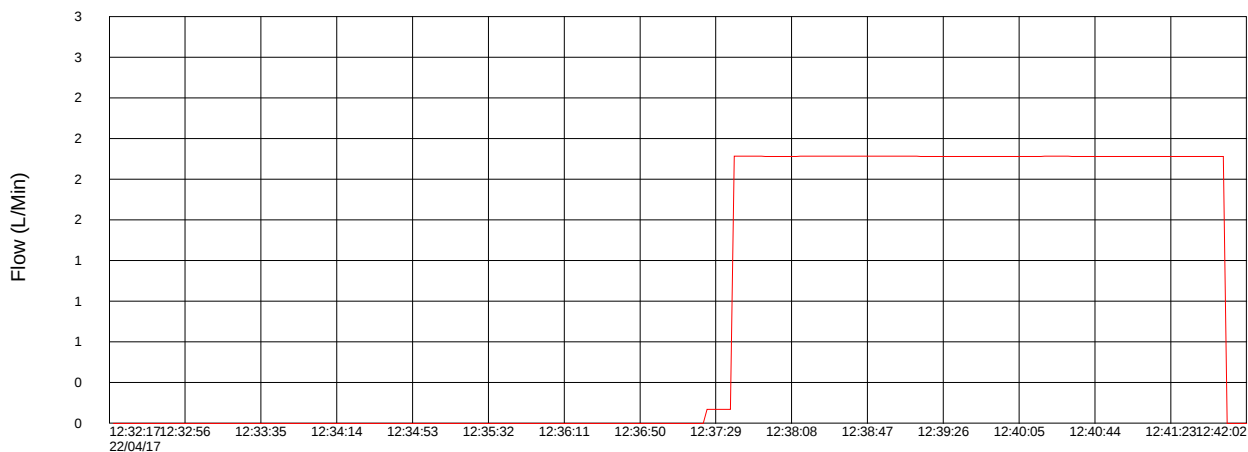
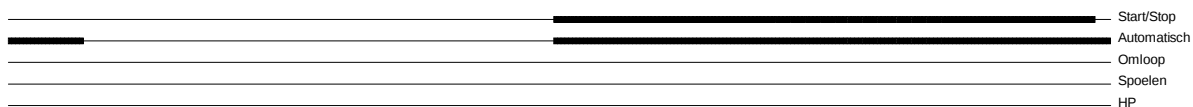
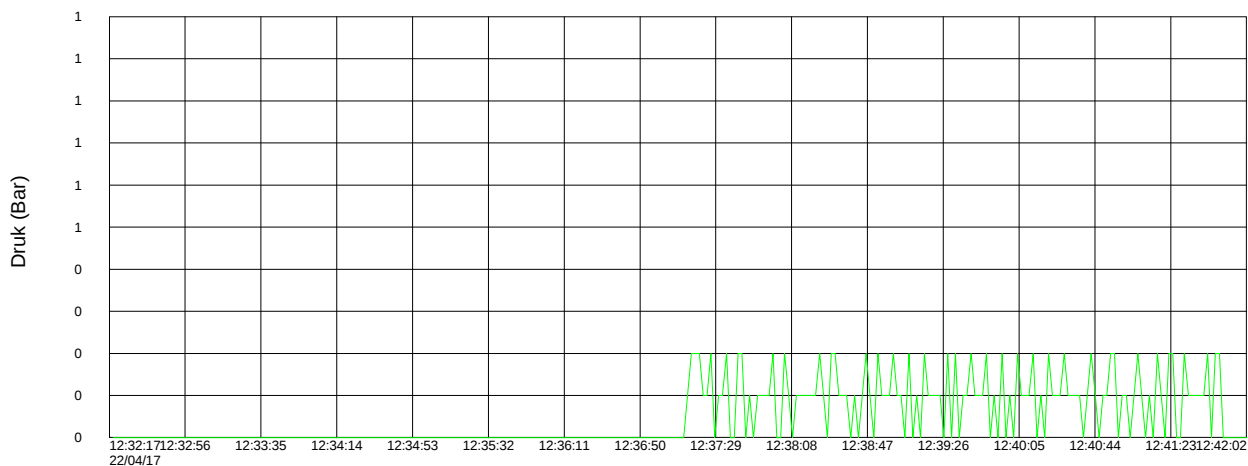
Lans 13

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 12:37:07
 Injectie einde : 22-04-2017 om 12:41:55
 Pompenlooptijd : 00:09:48
 Injectietijd : 00:04:45

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 12:37:07
 22-04-2017 om 12:41:55
 00:09:48
 00:04:45

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

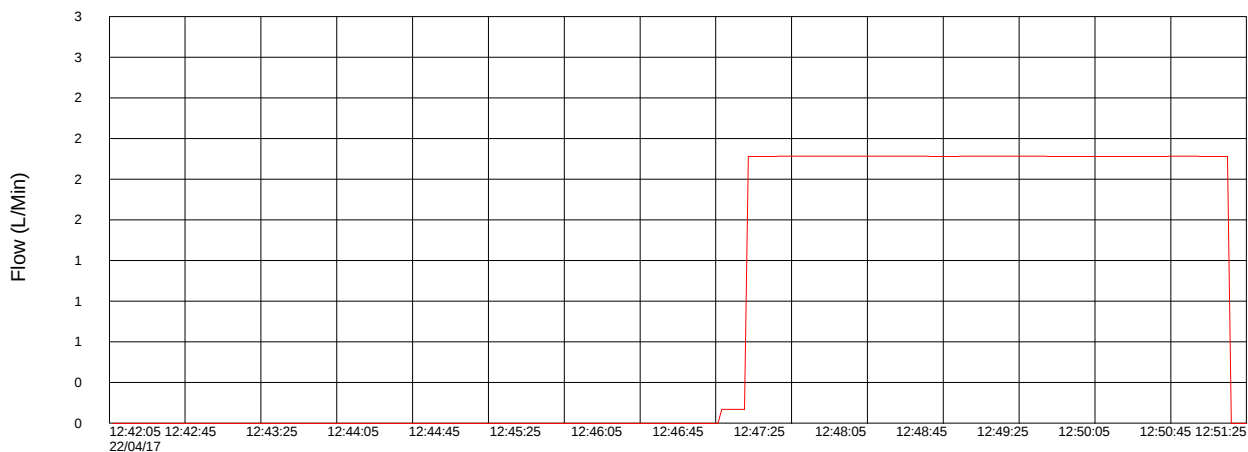
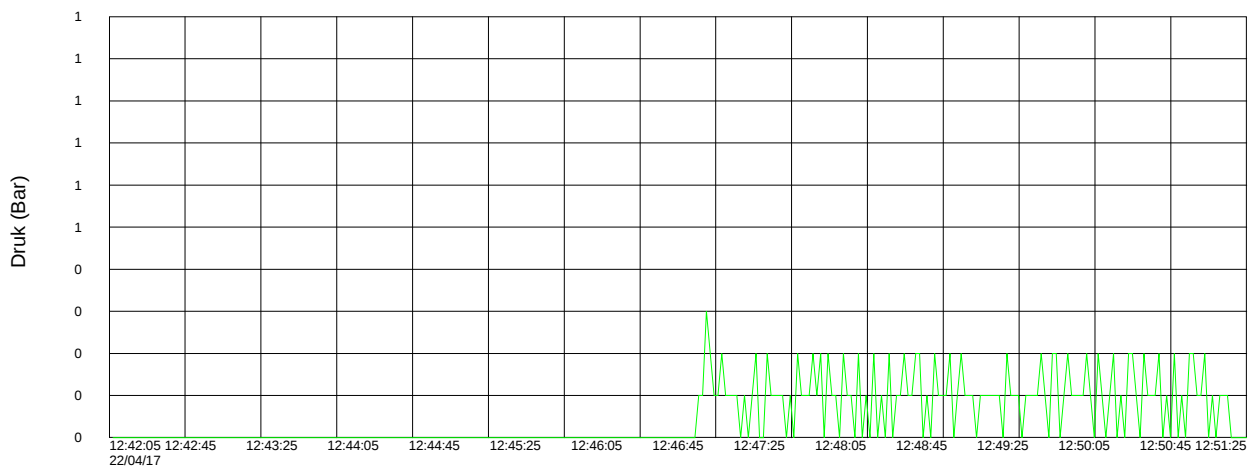
Lans 14

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 12:47:07
 Injectie einde : 22-04-2017 om 12:51:55
 Pompenlooptijd : 00:09:49
 Injectietijd : 00:04:46

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 12:47:07
 22-04-2017 om 12:51:55
 00:09:49
 00:04:46

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

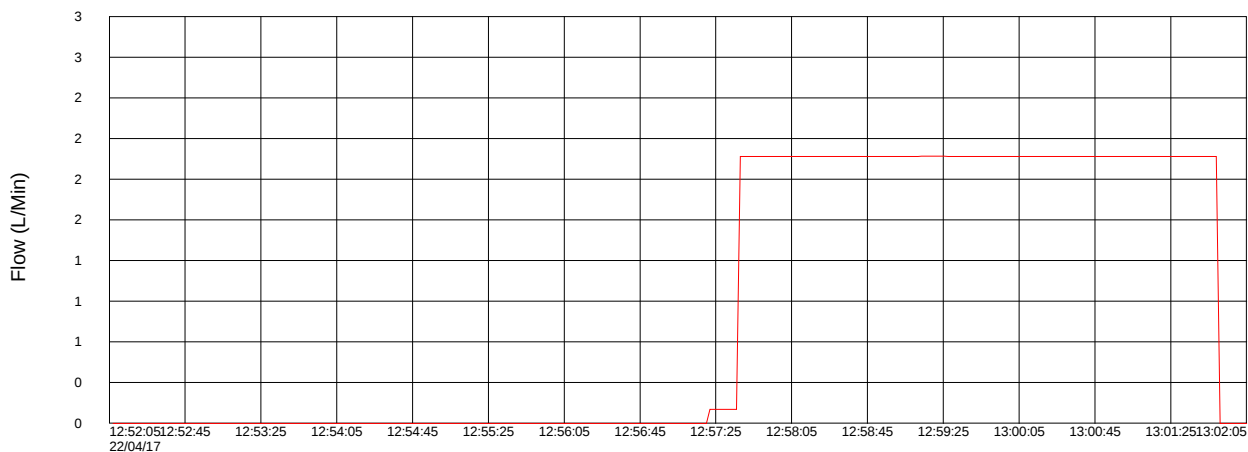
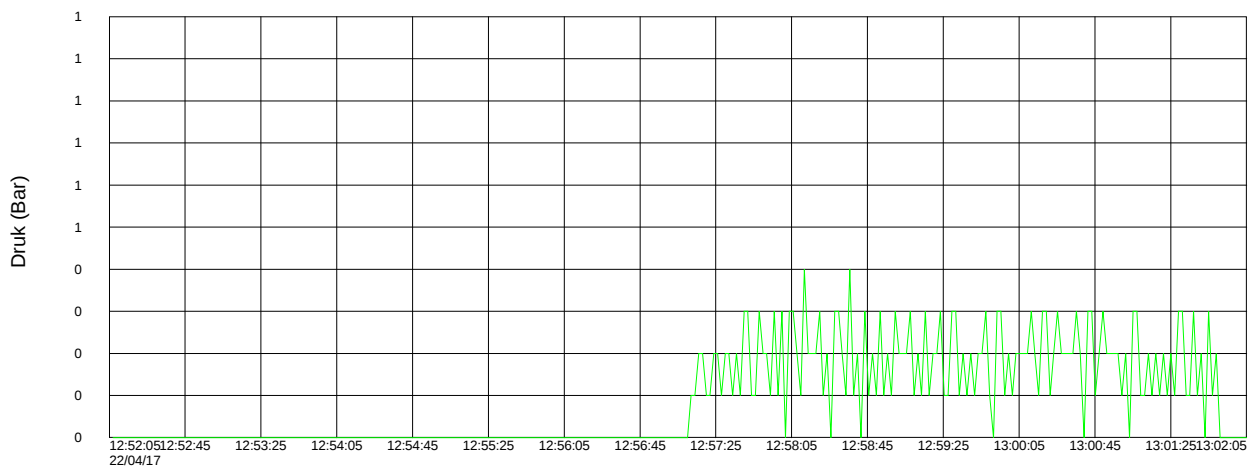
Lans 15

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 12:57:05
 Injectie einde : 22-04-2017 om 13:01:53
 Pompenlooptijd : 00:09:49
 Injectietijd : 00:04:46

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 12:57:05
 22-04-2017 om 13:01:53
 00:09:49
 00:04:46

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.2	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

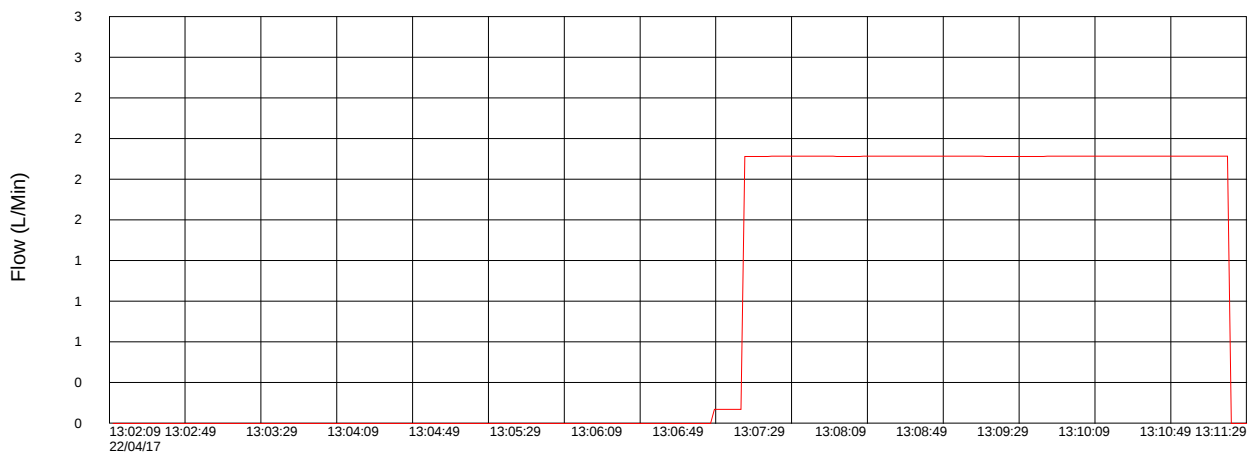
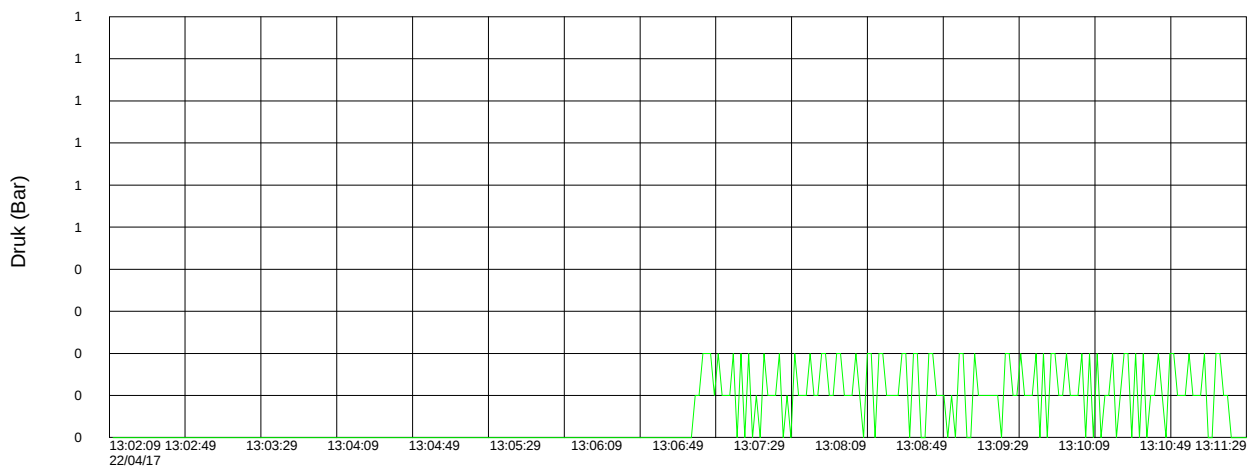
Lans 16

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 13:07:07
 Injectie einde : 22-04-2017 om 13:11:55
 Pompenlooptijd : 00:09:48
 Injectietijd : 00:04:45

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 13:07:07
 22-04-2017 om 13:11:55
 00:09:48
 00:04:45

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

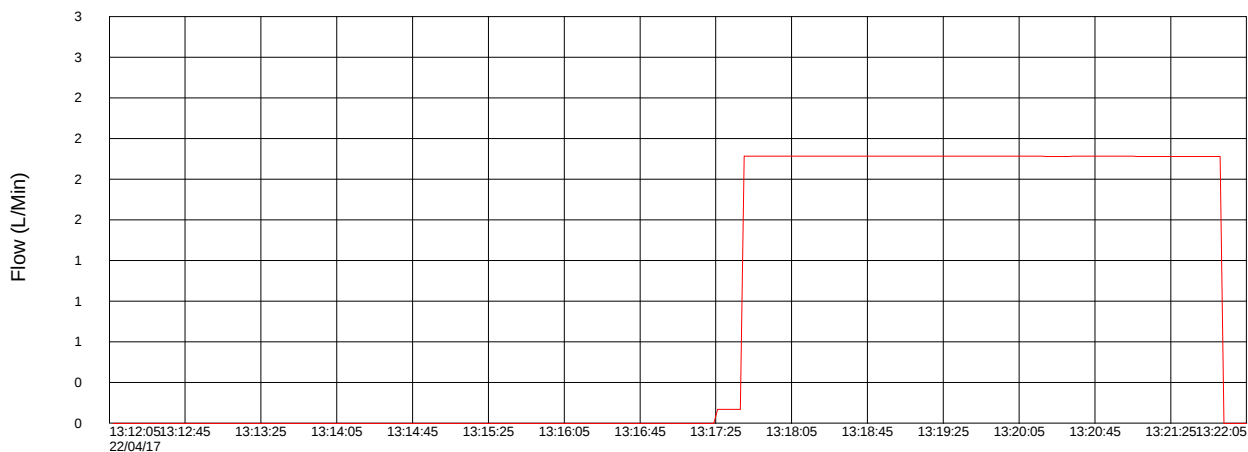
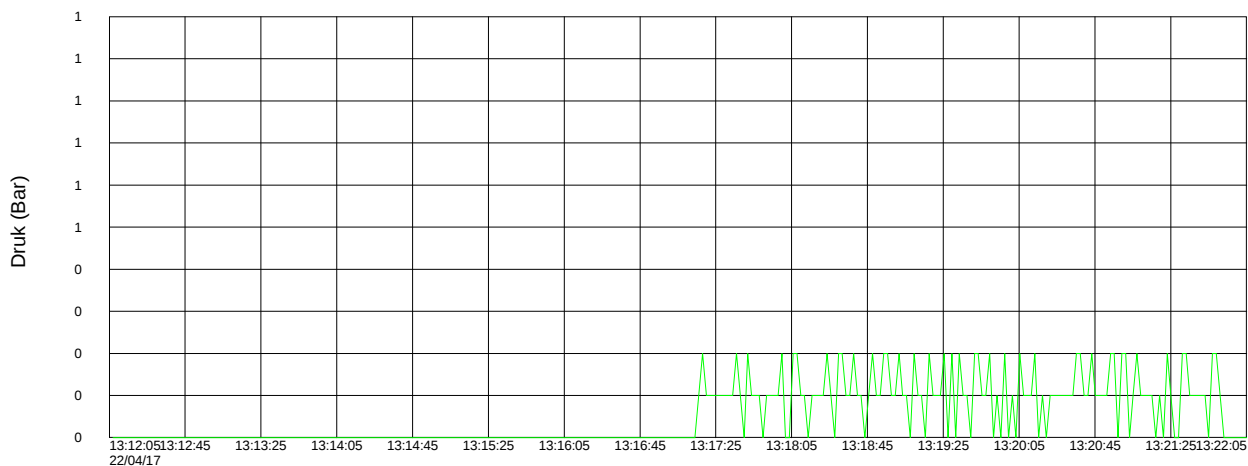
Lans 17

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 13:17:09
 Injectie einde : 22-04-2017 om 13:21:57
 Pompenlooptijd : 00:09:48
 Injectietijd : 00:04:45

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 13:17:09
 22-04-2017 om 13:21:57
 00:09:48
 00:04:45

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

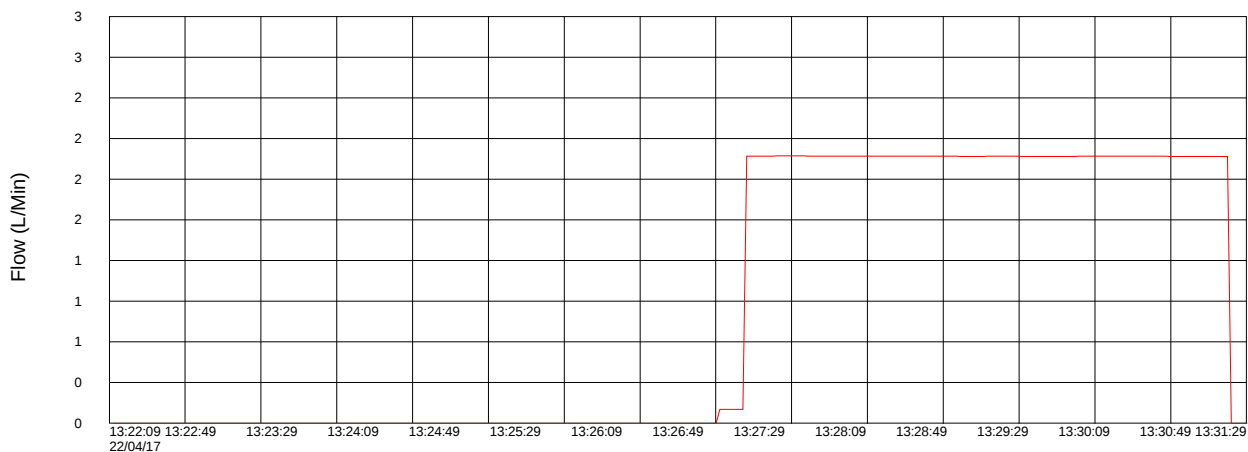
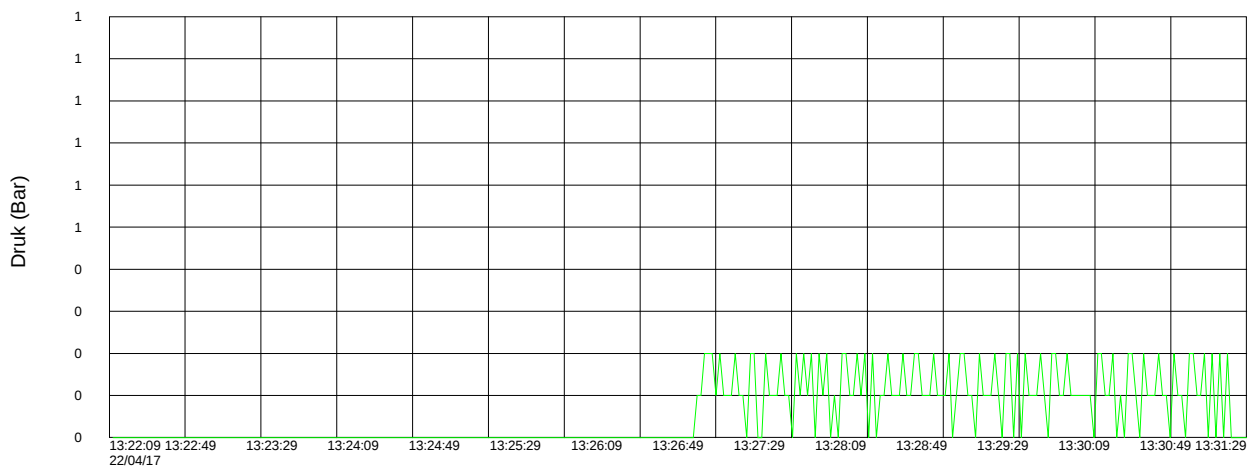
Lans 18

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 13:27:09
 Injectie einde : 22-04-2017 om 13:31:57
 Pompenlooptijd : 00:09:49
 Injectietijd : 00:04:46

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 13:27:09
 22-04-2017 om 13:31:57
 00:09:49
 00:04:46

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

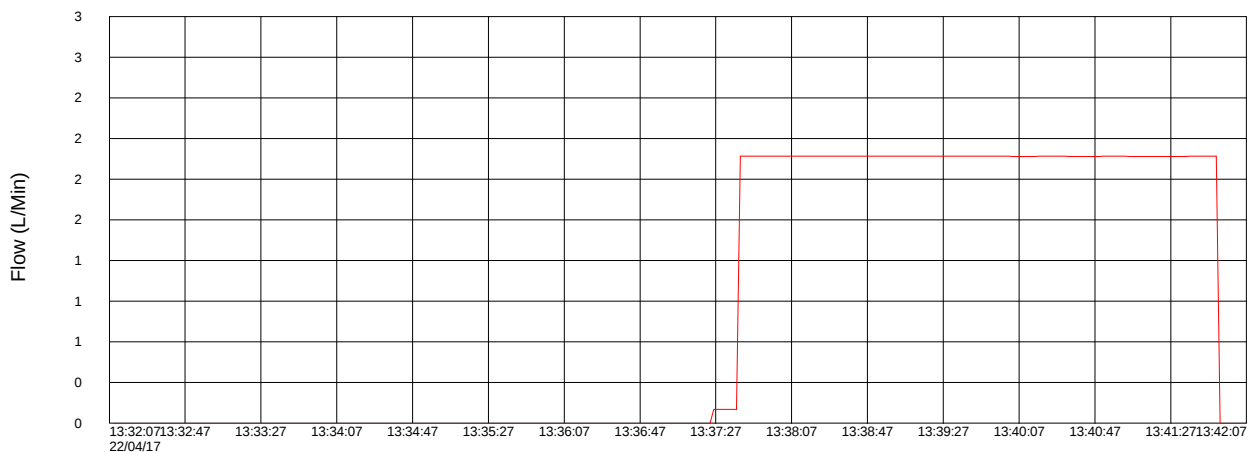
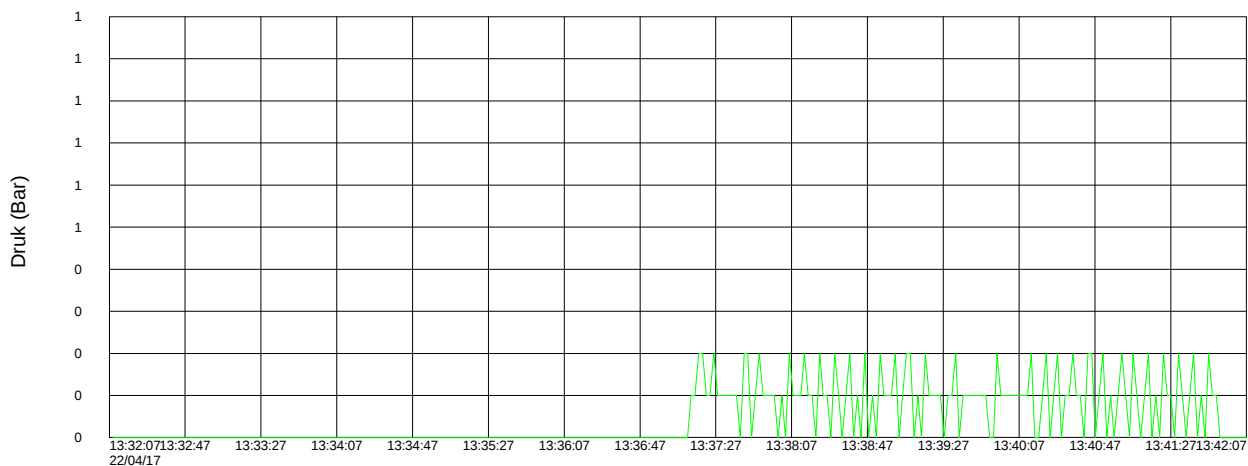
Lans 19

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 13:37:07
 Injectie einde : 22-04-2017 om 13:41:55
 Pompenlooptijd : 00:09:49
 Injectietijd : 00:04:46

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 13:37:07
 22-04-2017 om 13:41:55
 00:09:49
 00:04:46

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

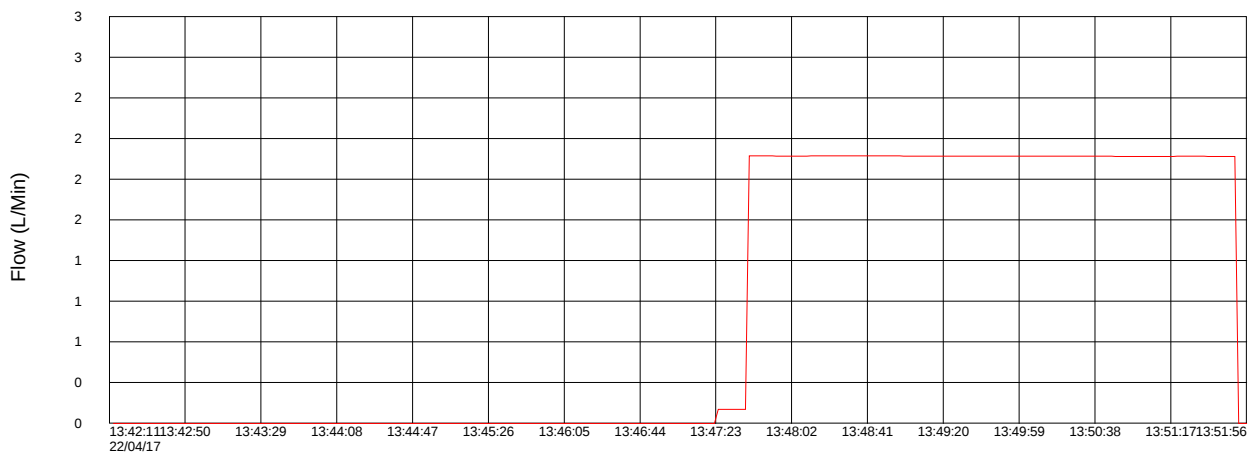
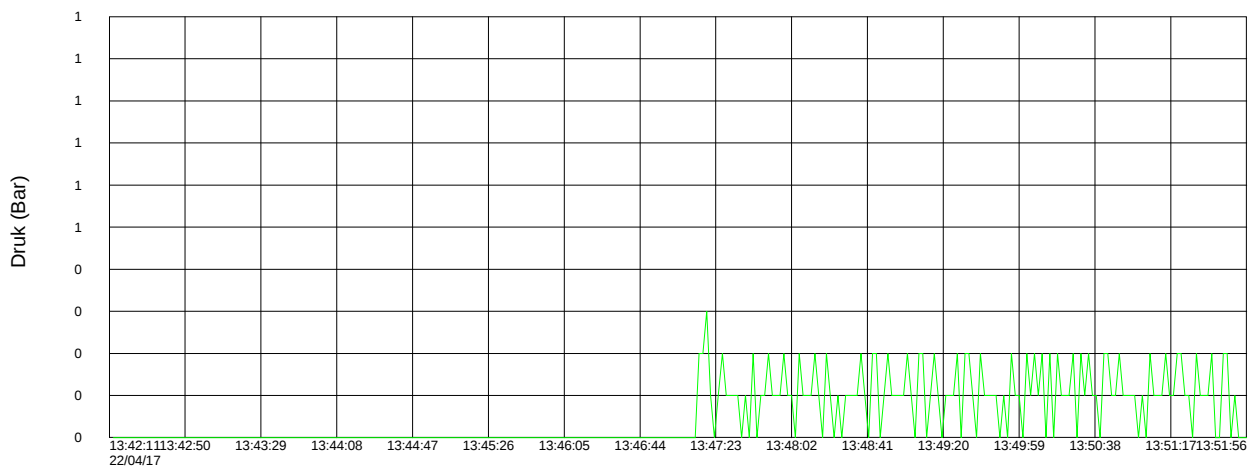
Lans 20

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 13:47:09
 Injectie einde : 22-04-2017 om 13:51:57
 Pompenlooptijd : 00:09:48
 Injectietijd : 00:04:45

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 13:47:09
 22-04-2017 om 13:51:57
 00:09:48
 00:04:45

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	VlSt :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

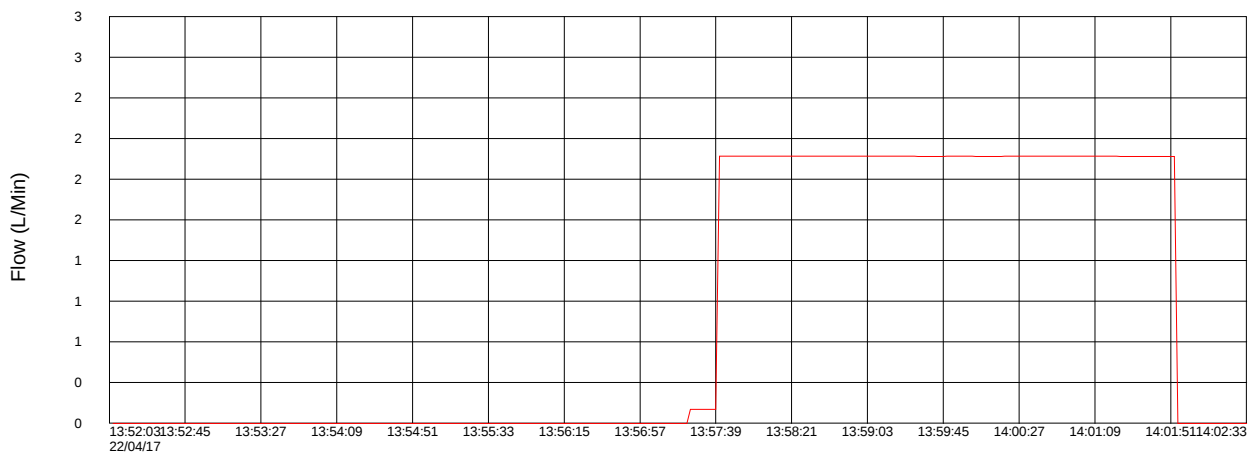
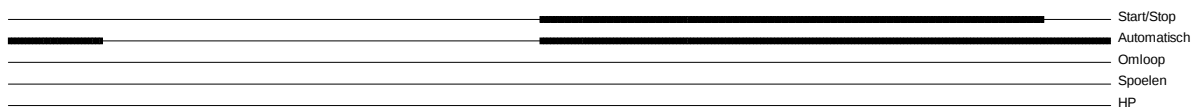
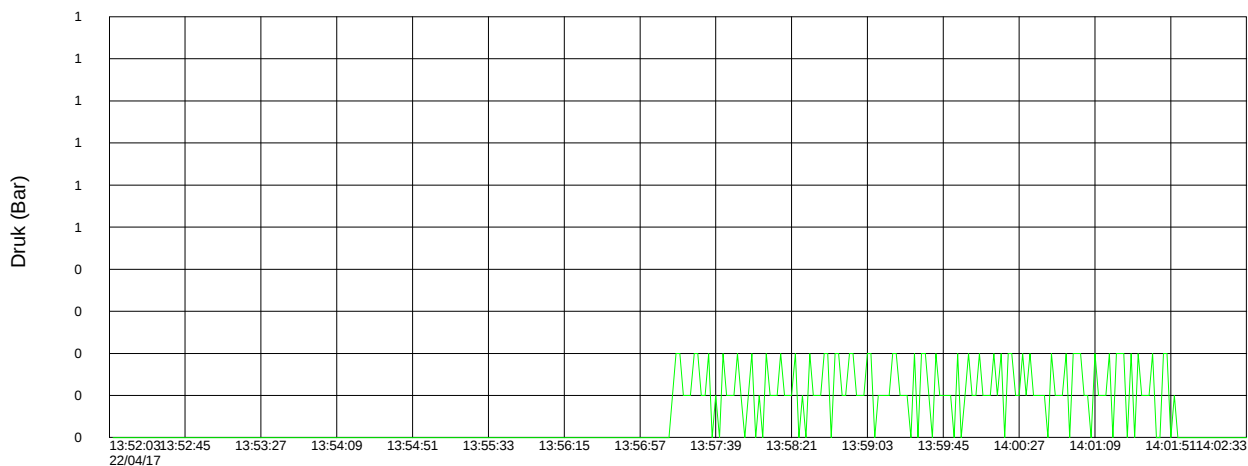
Lans 21

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 13:57:07
 Injectie einde : 22-04-2017 om 14:01:55
 Pompenlooptijd : 00:09:48
 Injectietijd : 00:04:45

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 13:57:07
 22-04-2017 om 14:01:55
 00:09:48
 00:04:45

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

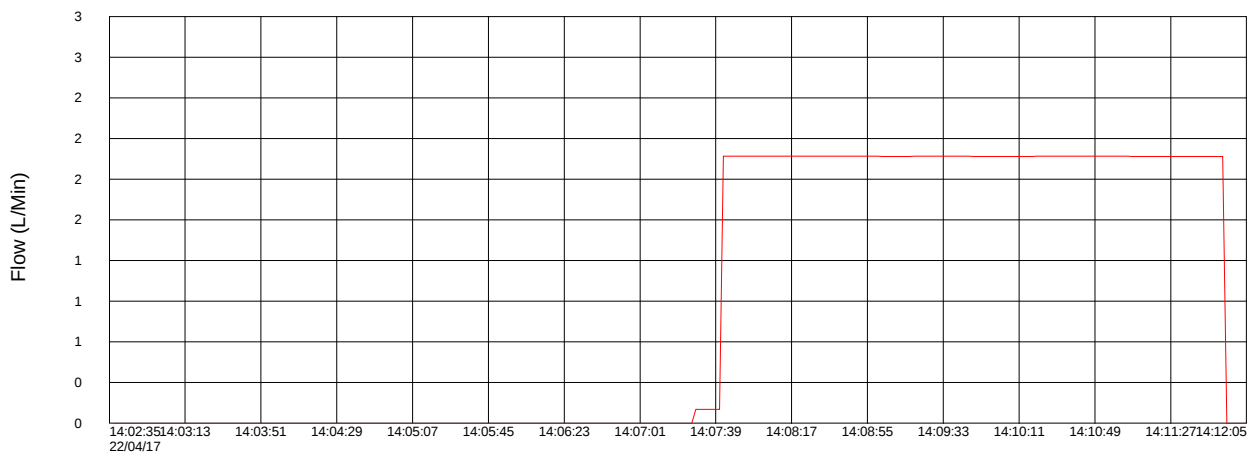
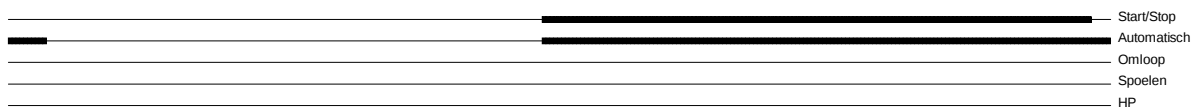
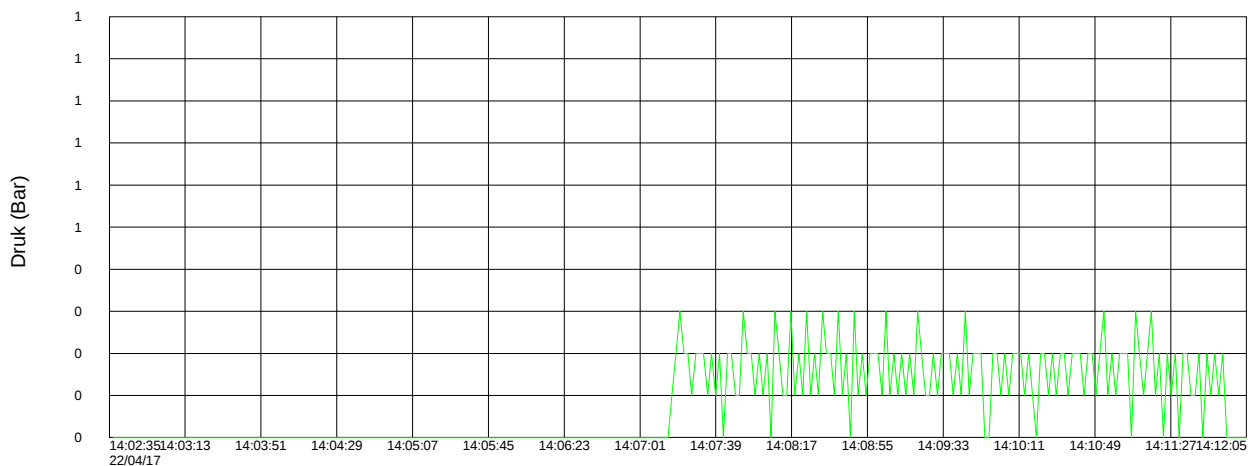
Lans 22

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 14:07:13
 Injectie einde : 22-04-2017 om 14:11:59
 Pompenlooptijd : 00:09:48
 Injectietijd : 00:04:45

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 14:07:13
 22-04-2017 om 14:11:59
 00:09:48
 00:04:45

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.2	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

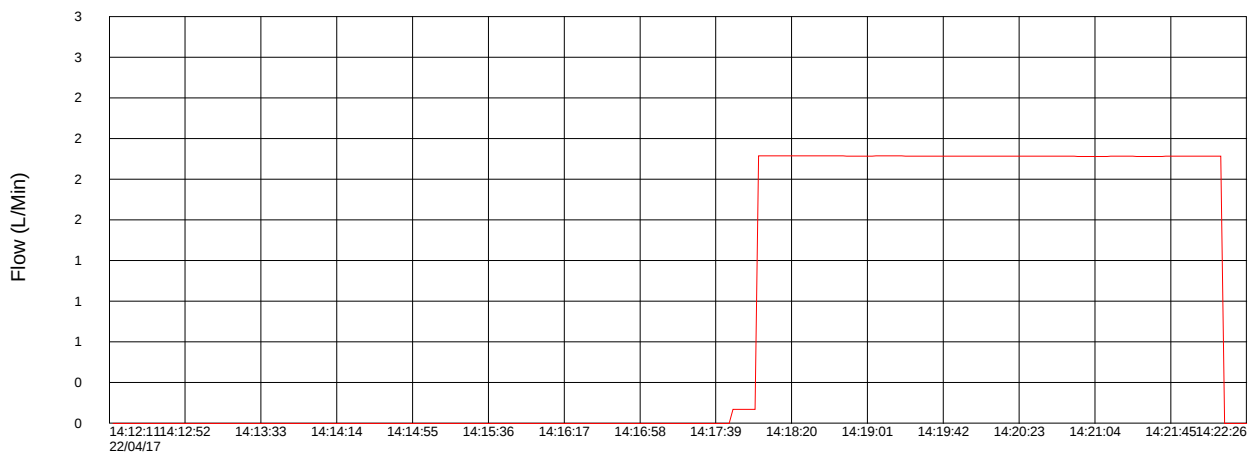
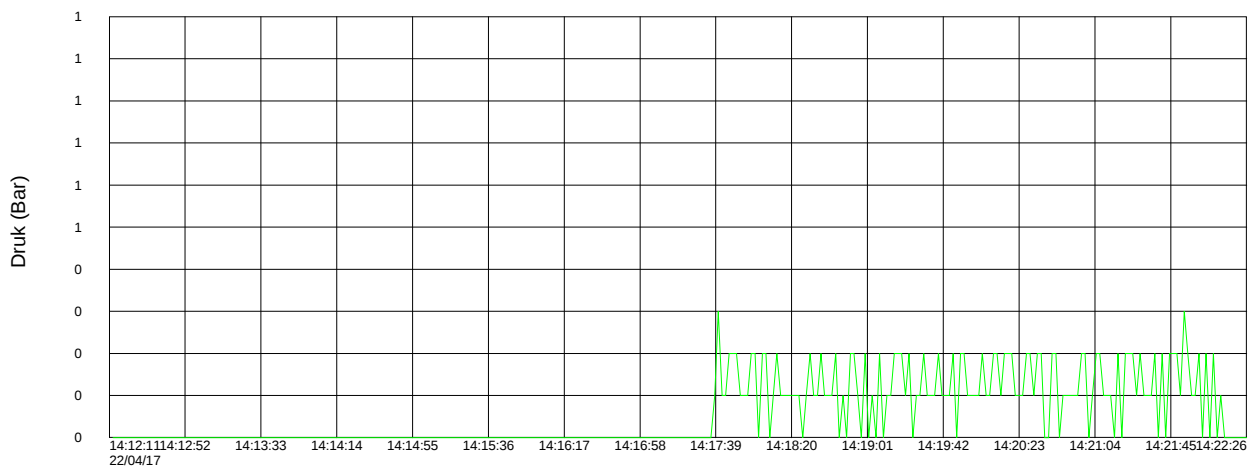
Lans 23

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 14:17:33
 Injectie einde : 22-04-2017 om 14:22:19
 Pompenlooptijd : 00:09:48
 Injectietijd : 00:04:45

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 14:17:33
 22-04-2017 om 14:22:19
 00:09:48
 00:04:45

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

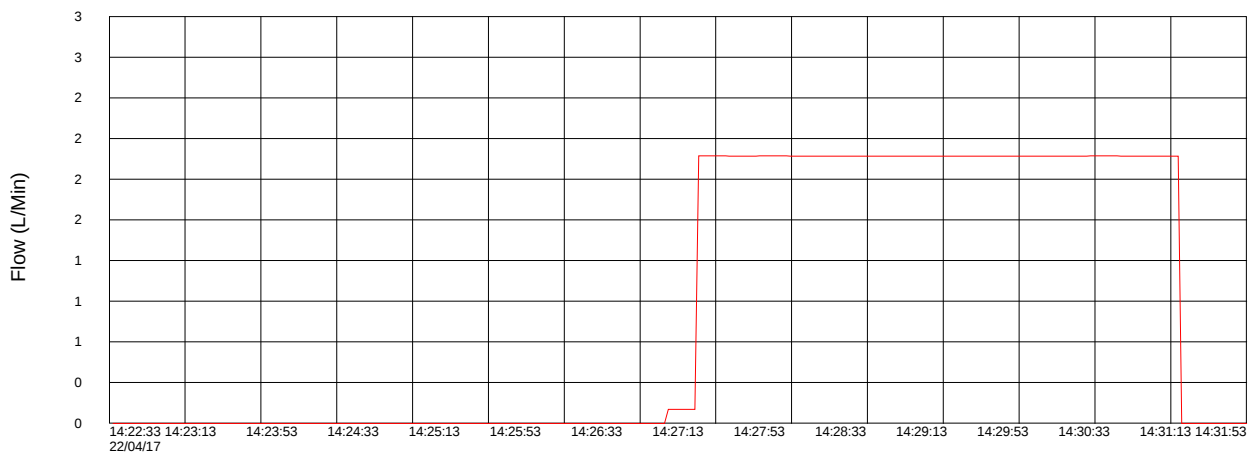
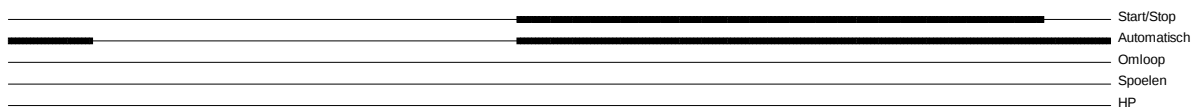
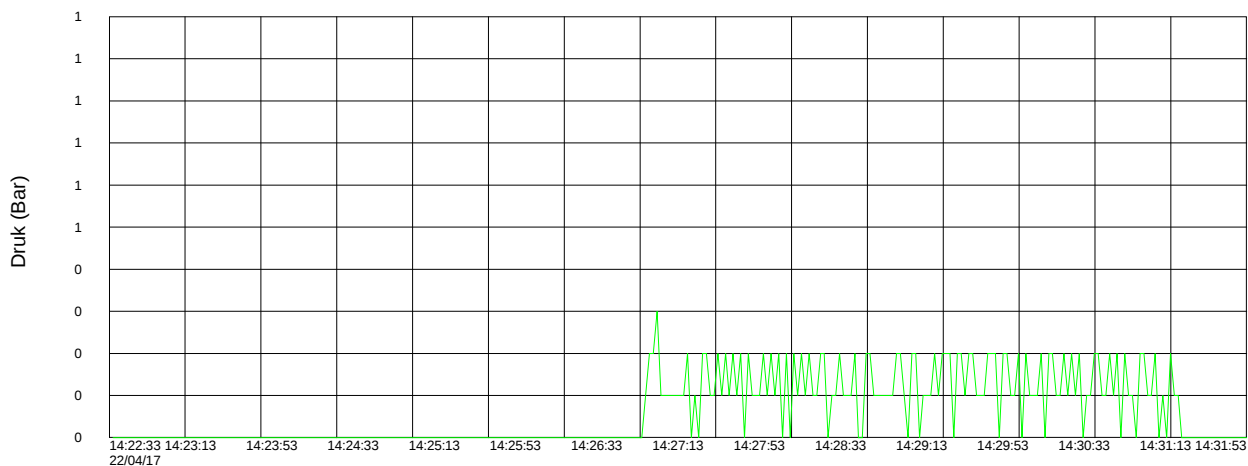
Lans 24

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 14:27:09
 Injectie einde : 22-04-2017 om 14:31:55
 Pompenlooptijd : 00:09:49
 Injectietijd : 00:04:46

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 14:27:09
 22-04-2017 om 14:31:55
 00:09:49
 00:04:46

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.2
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.3



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

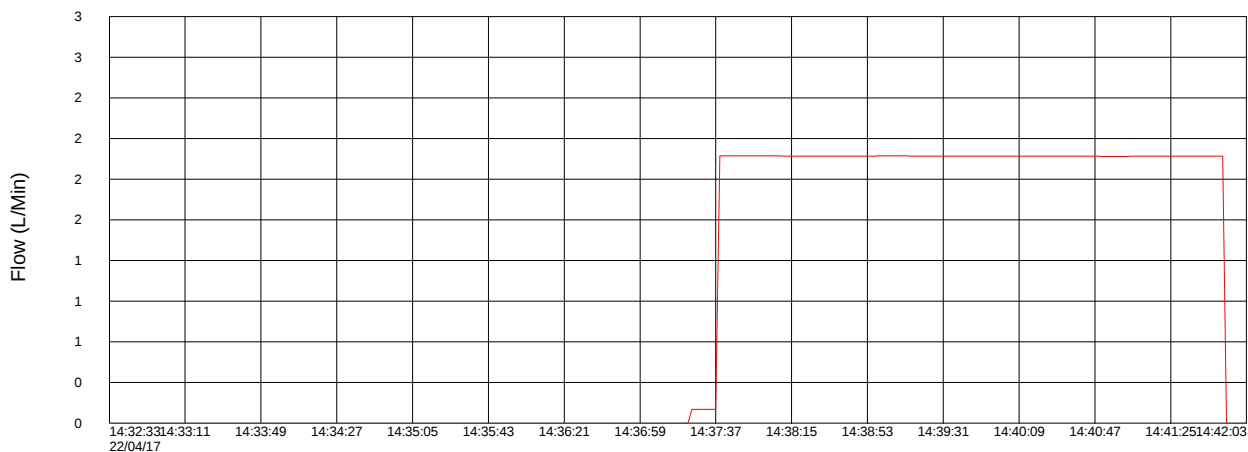
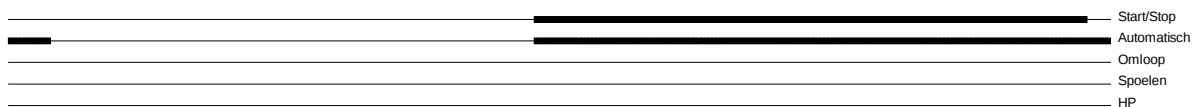
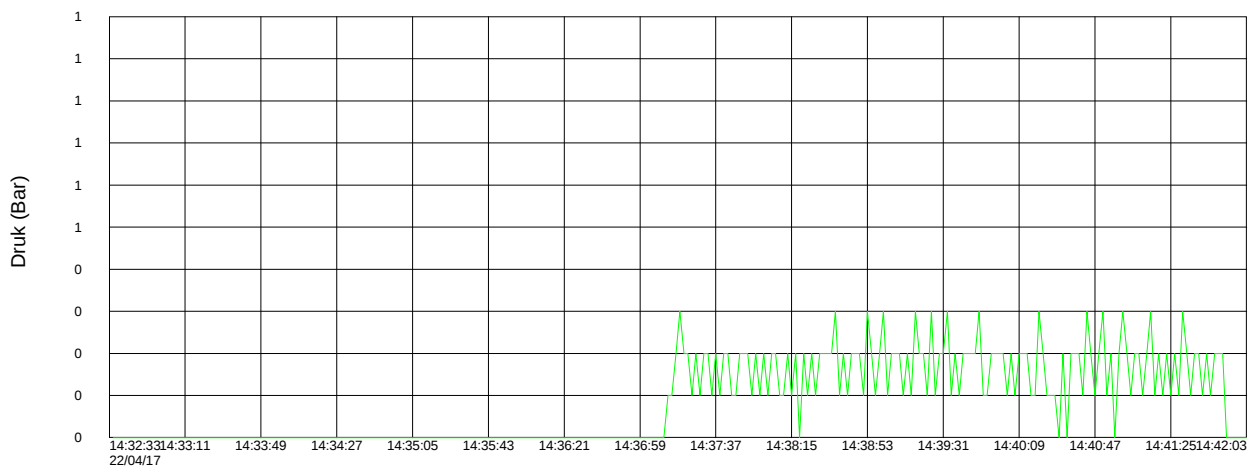
Lans 25

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 14:37:05
 Injectie einde : 22-04-2017 om 14:41:51
 Pompenlooptijd : 00:09:48
 Injectietijd : 00:04:45

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 14:37:05
 22-04-2017 om 14:41:51
 00:09:48
 00:04:45

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.2	VRest:	0.2
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.3



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

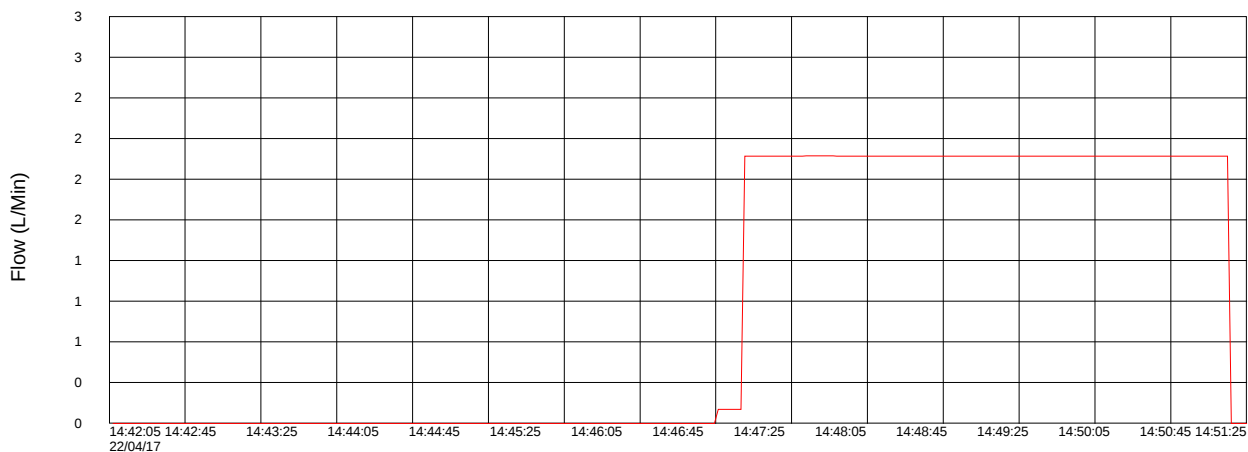
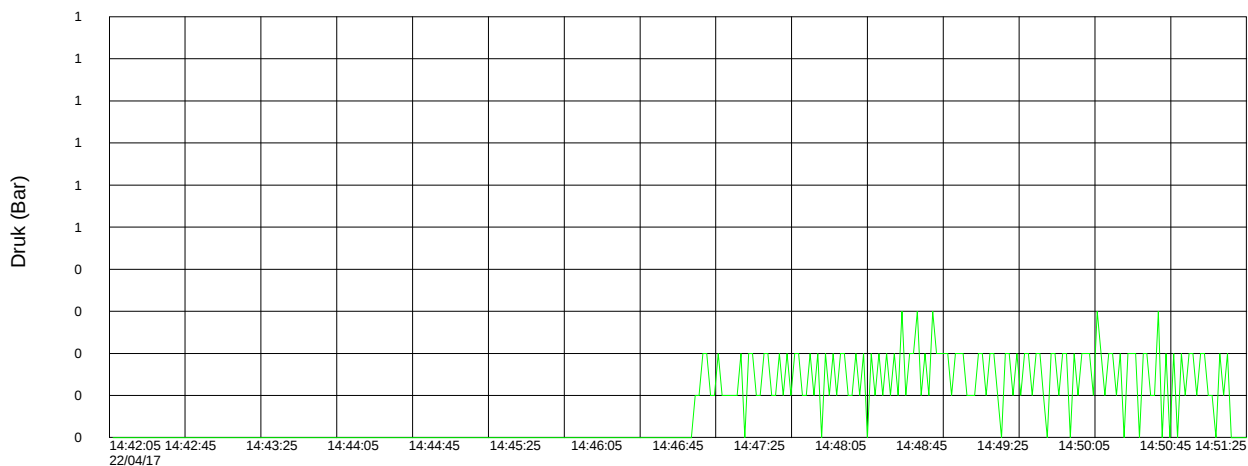
Lans 26

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 14:47:03
 Injectie einde : 22-04-2017 om 14:51:49
 Pompenlooptijd : 00:09:48
 Injectietijd : 00:04:45

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 14:47:03
 22-04-2017 om 14:51:49
 00:09:48
 00:04:45

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.2
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.3



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

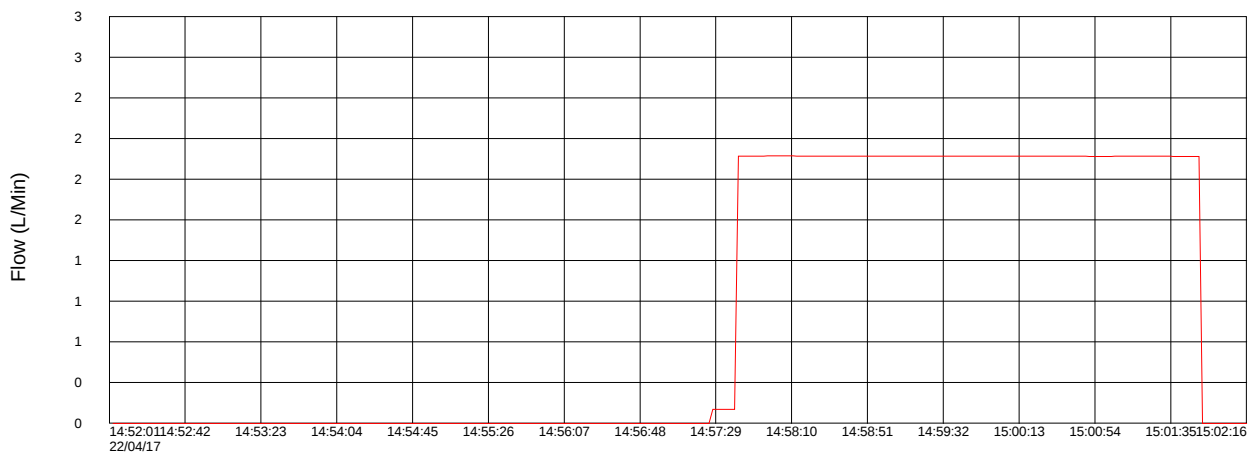
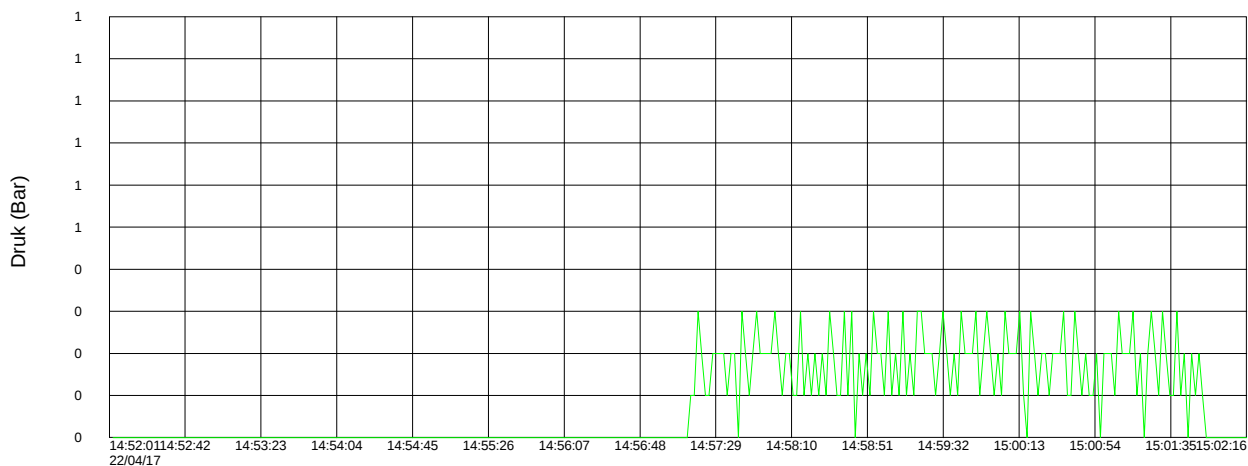
Lans 27

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 14:57:11
 Injectie einde : 22-04-2017 om 15:01:59
 Pompenlooptijd : 00:09:48
 Injectietijd : 00:04:45

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 14:57:11
 22-04-2017 om 15:01:59
 00:09:48
 00:04:45

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.2	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	VlSt :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

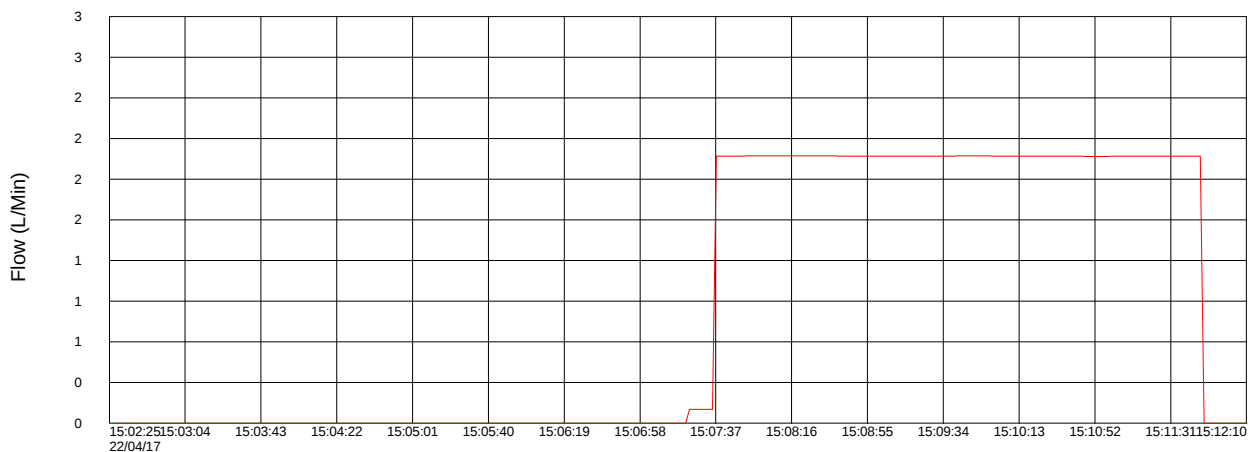
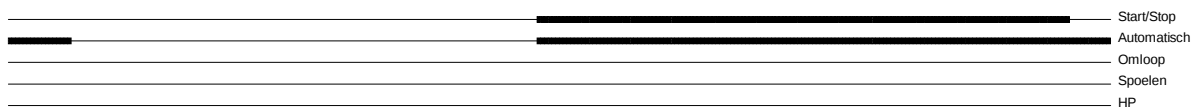
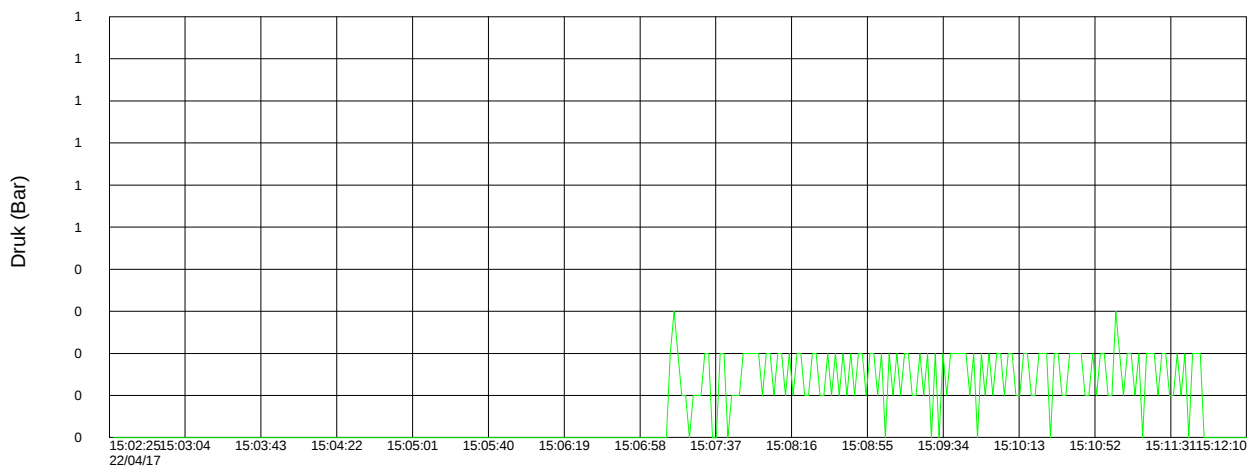
Lans 28

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 15:07:09
 Injectie einde : 22-04-2017 om 15:11:55
 Pompenlooptijd : 00:09:48
 Injectietijd : 00:04:45

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 15:07:09
 22-04-2017 om 15:11:55
 00:09:48
 00:04:45

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

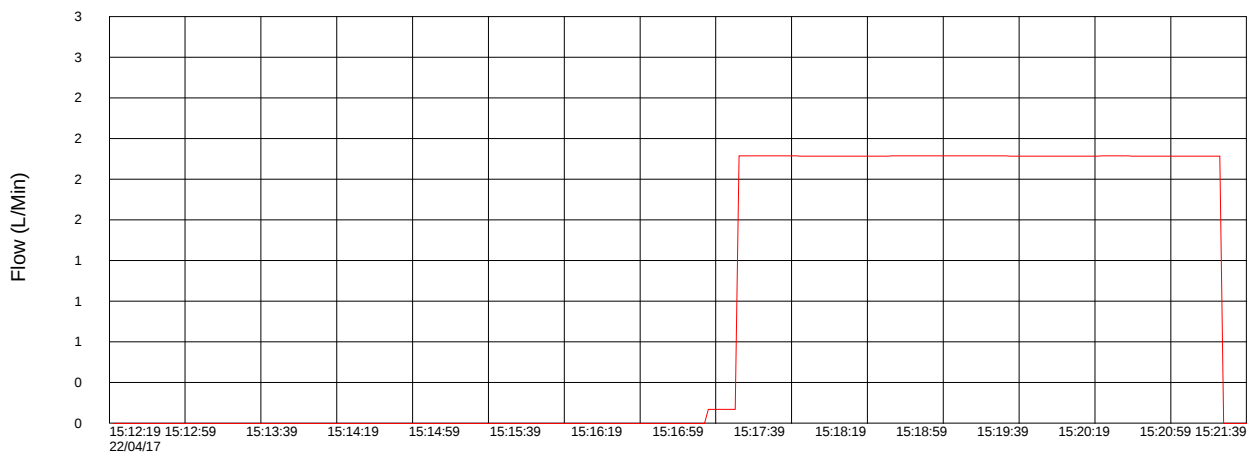
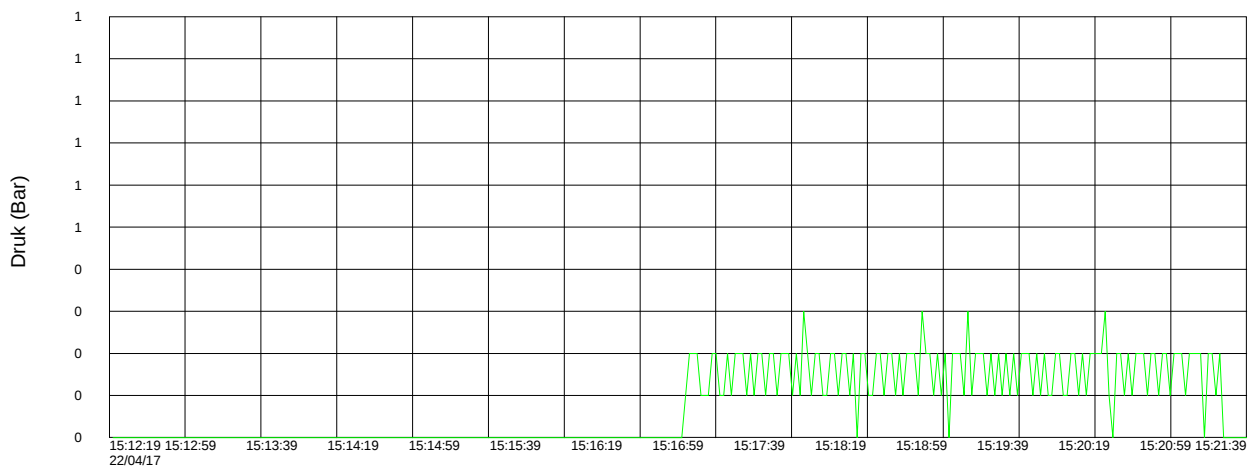
Lans 29

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 15:17:15
 Injectie einde : 22-04-2017 om 15:22:03
 Pompenlooptijd : 00:09:48
 Injectietijd : 00:04:45

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 15:17:15
 22-04-2017 om 15:22:03
 00:09:48
 00:04:45

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.2	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 2 L_min test 3

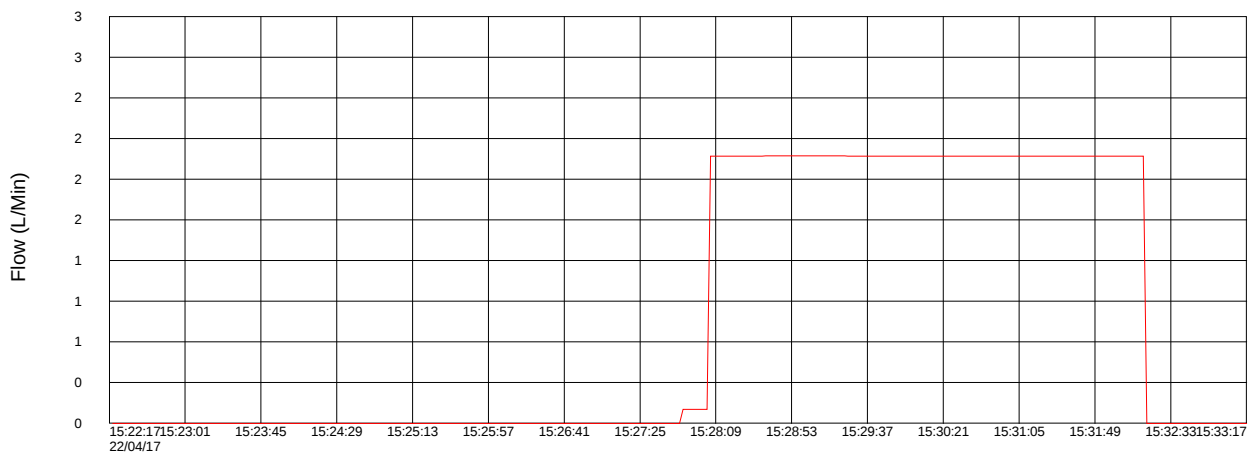
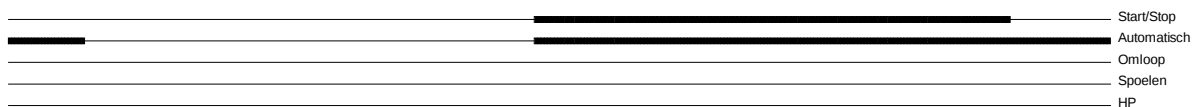
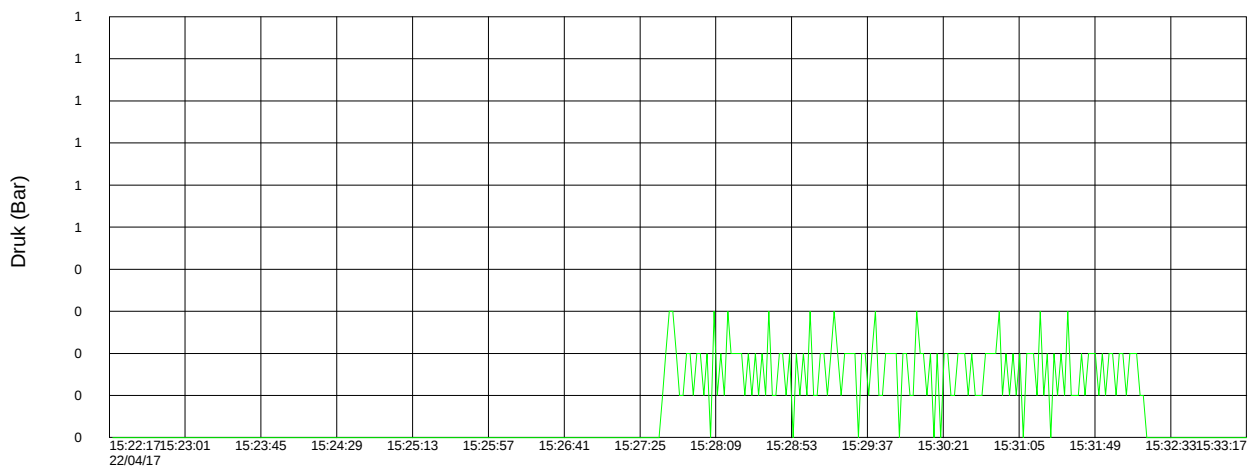
Lans 30

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 22-04-2017 om 15:27:33
 Injectie einde : 22-04-2017 om 15:32:19
 Pompenlooptijd : 00:09:48
 Injectietijd : 00:04:45

E&R
 E&R
 22-04-2017 om 15:27:33
 22-04-2017 om 15:32:19
 00:09:48
 00:04:45

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.2	VRest:	0.2
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	1.7	Vlst :	9.3



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

Overzicht Drukproef 2 L/min beproeving 3

Algemeen

Datum injectie:	21-4-2017
Datum meting:	24-4-2017
Starttijd:	14:13
Eindtijd:	17:01
Uithardingsduur:	72 uur

Project:

Horizontale bodemafsluiting door middel van waterglasinjectie

Basisgegevens

Oppervlak injectielaag	1492500 mm ²
Doorsnede jerrycan	690141 mm ²
Drukhoogte water:	1500 mm
Ingestelde liters per bol:	9 L
Beoogde boldoorsnede:	366 mm
Theoretisch porievolumen:	35 %
Kiptijd:	80 min

Meetgegevens

Startdatum meting	24-apr	24-apr	24-apr
Starttijd meting	14:13	14:54	16:23
Duur meting (s)	2400	2398	2241
Eindtijd meting	14:53	15:36	17:01
Einddatum meting	24-apr	24-apr	24-apr
Dikte injectielaag (mm)	265	265	265
Stijghoogte begin (mm)	3910	3910	3910
Stijghoogte eind (mm)	3859	3860	3860
zakking (mm)	51	50	50
Watertemperatuur (°C)	13	13	13

Berekeningen	i _b	H ₀ (mm)	i _e	H _t (min)	h (mm)	A _s (mm ²)	A _m (mm ²)	t (s)	f _t	k ₁₀ (mm/s)	k ₁₀ (x10 ⁻⁷ m/s)
Meting 1	14.8	3910	14.6	3859	265	690141	1492500	2400	0.9244	0.0006197	6.20
Meting 2	14.8	3910	14.6	3860	265	690141	1492500	2398	0.9244	0.0006079	6.08
Meting 3	14.8	3910	14.6	3860	265	690141	1492500	2241	0.9244	0.0006505	6.51
Gemiddelde										0.0006261	6.26

Definities

i _b	verhang aan het begin van de meting
H ₀	stijghoogte aan het begin van de meting, in mm
i _e	verhang aan het eind van de meting
H _t	stijghoogte aan het eind van de meting, in mm
h	proefstukhoogte, in mm
A _s	doorsnede van de totale stijgbuis, in mm ²
A _m	doorsnede proefstuk, in mm ²
t	doorstroomtijd, in s
f _t	temperatuurcorrectiefactor
k ₁₀	waterdoorlatendheidscoëfficiënt

Bouwkuip

Berekeningen	k ₁₀ (x10 ⁻⁷ m)	l=Δ H/L	bouwput 100m ²	bouwput 400m ²
Meting 1	6.20	5	1.1 M ³ /h	4.5 M ³ /h
Meting 2	6.08	5	1.1 M ³ /h	4.4 M ³ /h
Meting 3	6.51	5	1.2 M ³ /h	4.7 M ³ /h
Gemiddelde	6.26	5	1.1 M ³ /h	4.5 M ³ /h

Grondwaterstands verschil binnen en buiten de bouwkuip 5 meter
Laagdikte injectielaag 1m

Waarnemingen

Tijdens aanbrengen injectieslangen: 20-04-2017		
		Metten verdichting voor het aanbrengen van de injectieslangen. Aflezing manometer: 9, wat resulteert in een gronddruk van ongeveer 0,71 Mpa.
Tijdens injectie: 21-04-2017		
		Op deze foto is het grondpakket te zien tijdens de injectie. Bij een aantal injectiepunten dichtbij het raam verandert de structuur iets na de injectie. Het is niet duidelijk of dit komt door het lucht wat meekomt tijdens start injectie of dat dit een andere oorzaak heeft.
Tijdens debietmeten: 24-04-2017		
		Het zakken van het water in de jerrycan verloopt langzaam.

Tijdens opgraven injectielaag: 25-04-2017	
	De injectielaag ligt iets hol in de bak.
	Er bevindt zich een gat tussen bol 6 en 11, met een hoogte van ongeveer 70 mm t.o.v. hart injectielaag. Na deze diepte is er waterglas aanwezig.
	Op deze foto is de laag wat meer ingezoomd.



De laatste test op deze laag betreft het onderdruk zetten van de laag, op de foto is zichtbaar dat ter plaatse van het gat als eerste water omhoog komt.

BIJLAGE J: BEPROEVING 4

Behorend bij onderzoek:
Horizontale bodemafluiting doormiddel van waterglasinjectie

CRUX Engineering B.V.
B&P Bodeminjectie

Robin Gerssen
Edward van de Werfhorst
Status
Versie
Printdatum

S1067036
S1074510
Definitief
19-05-2017
2-6-2017



Inhoud

Injectiepatroon	2
Injectie gegevens	2
Berekeningen	2
Waarnemingen	3

1

2

3

4

A

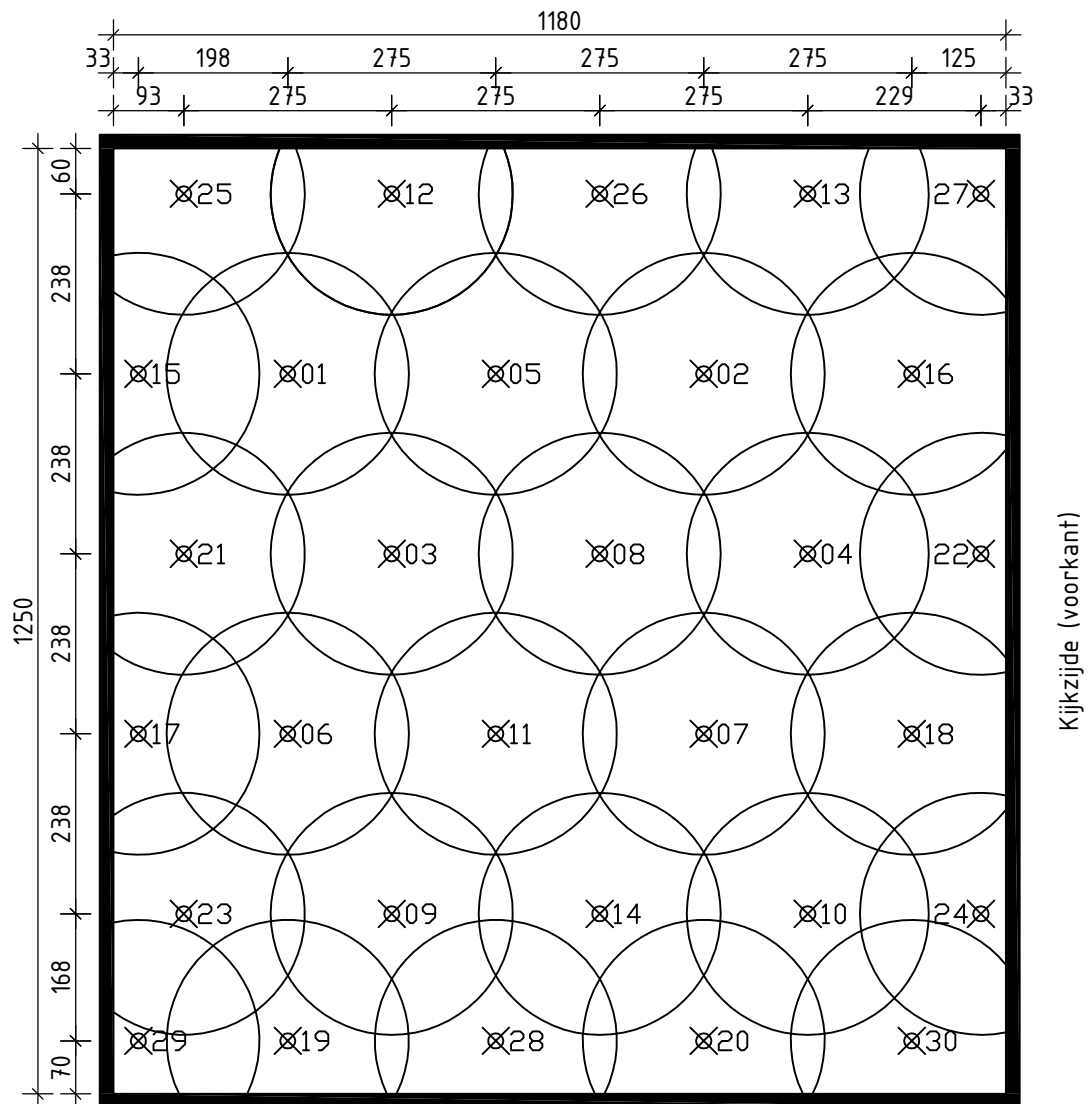
B

C

D

E

F



B&P Bodeminjectie B.V.	Injectie-Rapport SG-1.3
B_P 5 L_min	

Lans	Manchet	Fase	Datum	Tijd (uu:mm:ss)	Druk (Bar)	Flow (L/Min)	Setpoint (L)	Totaal (L)	Cumulatief (L)
1/1	1	9	29-04-2017	00:00:00	0.00	7.64	9.50	0.00	0.00
1/1	1	10	29-04-2017	00:00:00	0.00	4.38	9.50	0.00	
1/01	1	1	29-04-2017	00:01:56	0.53	4.41	9.50	9.80	
1/02	1	1	29-04-2017	00:02:00	0.47	4.27	9.50	9.80	
1/03	1	1	29-04-2017	00:02:00	0.46	4.34	9.50	9.80	
1/04	1	1	29-04-2017	00:01:59	0.50	4.27	9.50	9.80	
1/05	1	1	29-04-2017	00:02:00	0.51	4.34	9.50	9.80	
1/06	1	1	29-04-2017	00:01:59	0.49	4.34	9.50	9.80	
1/07	1	1	29-04-2017	00:01:59	0.47	4.27	9.50	9.80	
1/08	1	1	29-04-2017	00:02:00	0.46	4.33	9.50	9.80	
1/09	1	1	29-04-2017	00:02:00	0.45	4.26	9.50	9.80	
1/10	1	1	29-04-2017	00:01:59	0.42	4.33	9.50	9.80	
1/11	1	1	29-04-2017	00:01:59	0.46	4.26	9.50	9.80	
1/12	1	1	29-04-2017	00:01:59	0.44	4.26	9.50	9.80	
1/13	1	1	29-04-2017	00:01:59	0.45	4.26	9.50	9.80	
1/14	1	1	29-04-2017	00:01:59	0.48	4.26	9.50	9.80	
1/15	1	1	29-04-2017	00:02:00	0.57	4.26	9.50	9.80	
1/16	1	1	29-04-2017	00:01:59	0.43	4.26	9.50	9.80	
1/17	1	1	29-04-2017	00:02:00	0.39	4.33	9.50	9.80	
1/18	1	1	29-04-2017	00:02:00	0.52	4.18	9.50	9.80	
1/19	1	1	29-04-2017	00:02:00	0.42	4.33	9.50	9.80	
1/20	1	1	29-04-2017	00:02:00	0.47	4.26	9.50	9.80	
1/21	1	1	29-04-2017	00:01:59	0.48	4.26	9.50	9.80	
1/22	1	1	29-04-2017	00:02:00	0.48	4.33	9.50	9.80	
1/23	1	1	29-04-2017	00:01:59	0.45	4.26	9.50	9.80	
1/24	1	1	29-04-2017	00:01:59	0.50	4.26	9.50	9.80	
1/25	1	1	29-04-2017	00:01:59	0.61	4.33	9.50	9.80	
1/26	1	1	29-04-2017	00:02:00	0.56	4.26	9.50	9.80	
1/27	1	1	29-04-2017	00:01:59	0.48	4.33	9.50	9.80	
1/28	1	1	29-04-2017	00:02:00	0.50	4.27	9.50	9.80	
1/29	1	1	29-04-2017	00:02:00	0.49	4.33	9.50	9.80	
1/30	1	1	29-04-2017	00:01:59	0.60	4.26	9.50	9.80	
			Totaal	00:59:41			304.00	294.00	

Opmerkingen

Opdrachtgever

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Datum

Handtekening

Handtekening

B_P 5 L_min

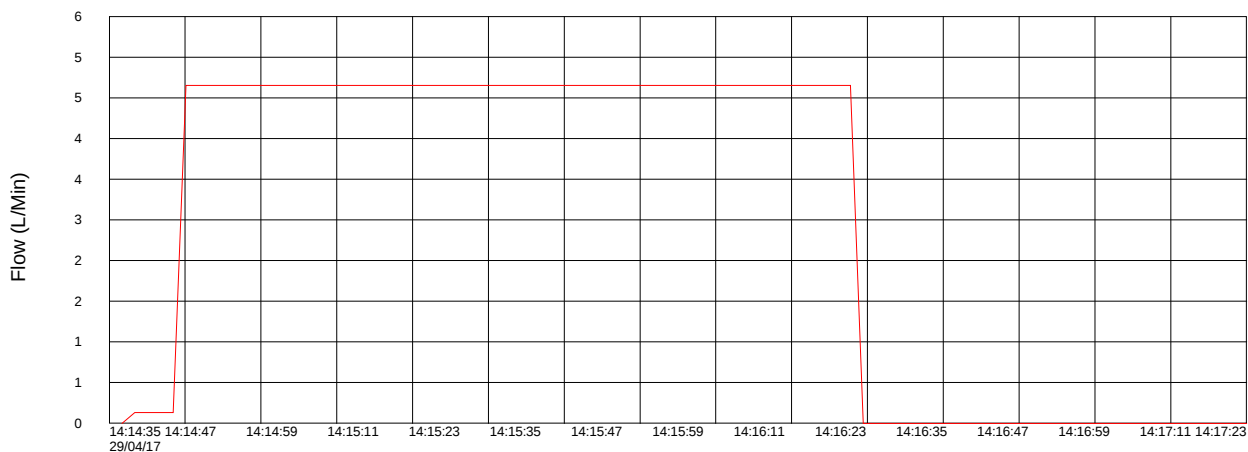
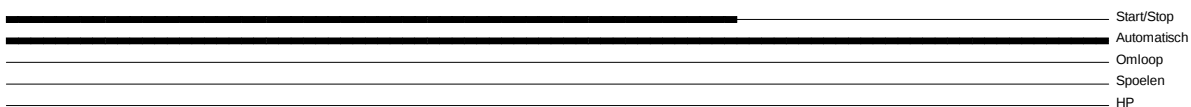
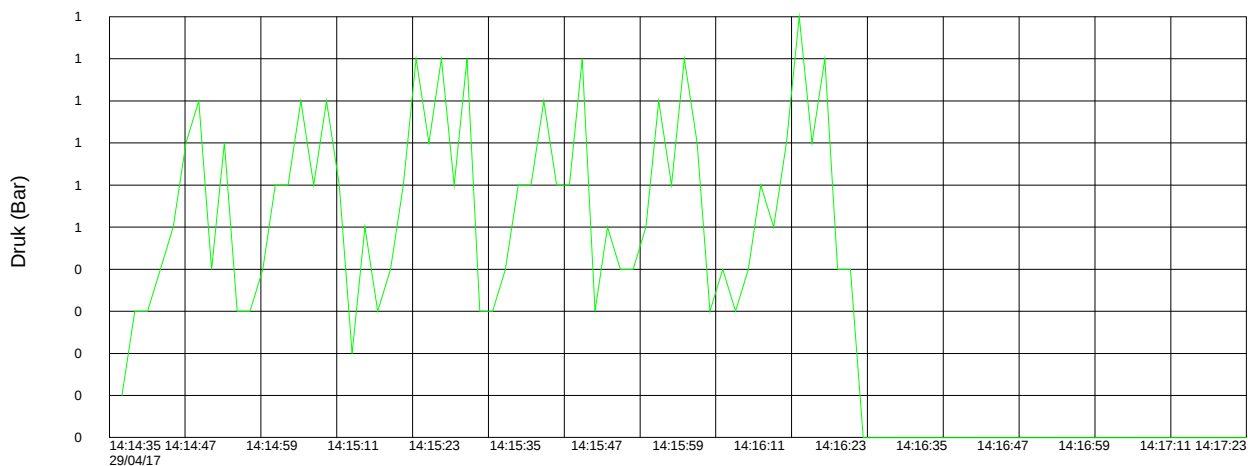
Lans 01

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 14:14:35
 Injectie einde : 29-04-2017 om 14:16:33
 Pompenlooptijd : 00:05:29
 Injectietijd : 00:01:56

E&R
 E&R

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.5	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.4	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

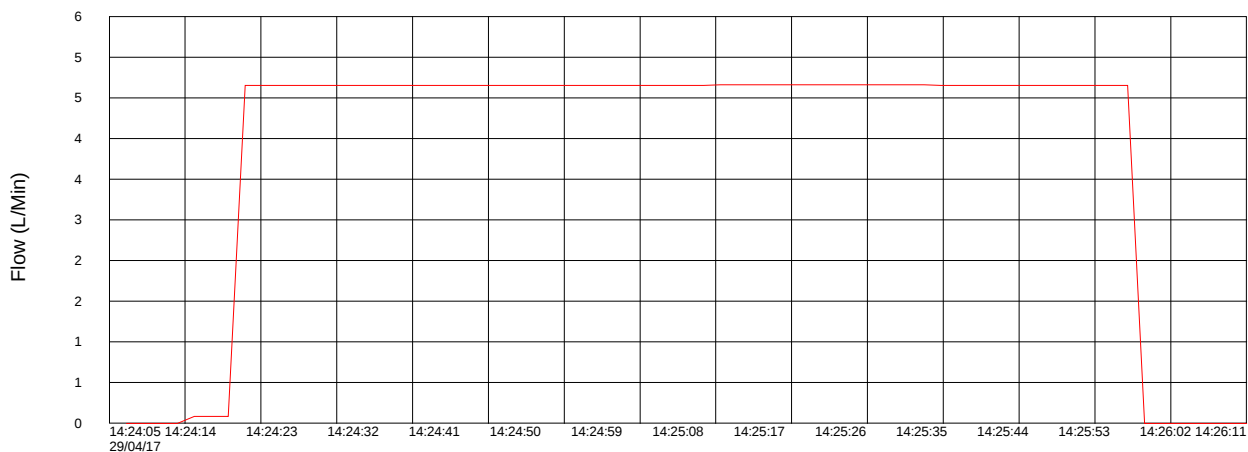
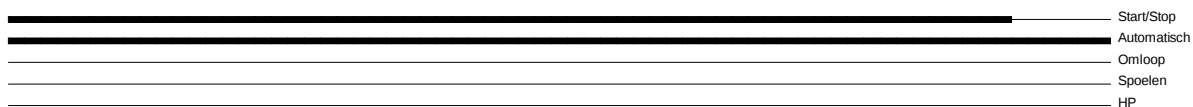
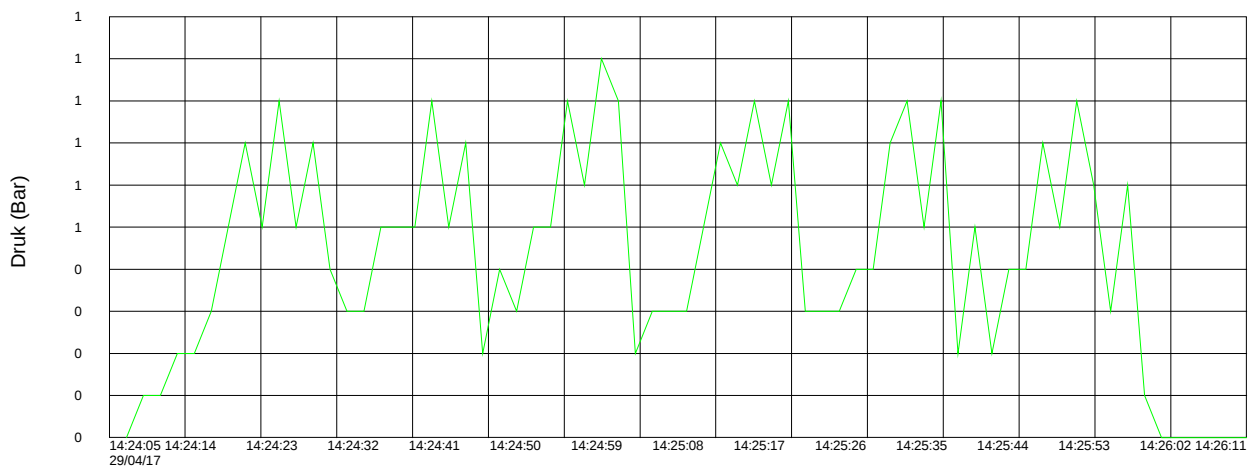
Lans 02

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 14:24:05
 Injectie einde : 29-04-2017 om 14:26:07
 Pompenlooptijd : 00:05:33
 Injectietijd : 00:02:00

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 14:24:05
 29-04-2017 om 14:26:07
 00:05:33
 00:02:00

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.5	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

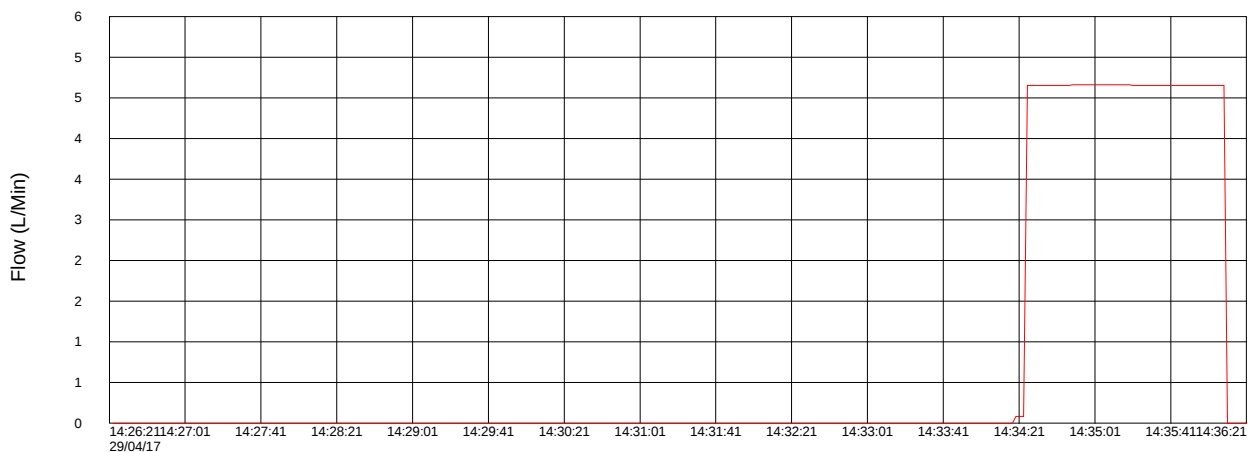
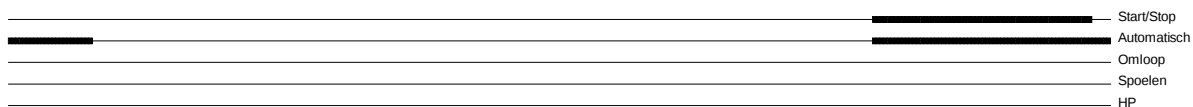
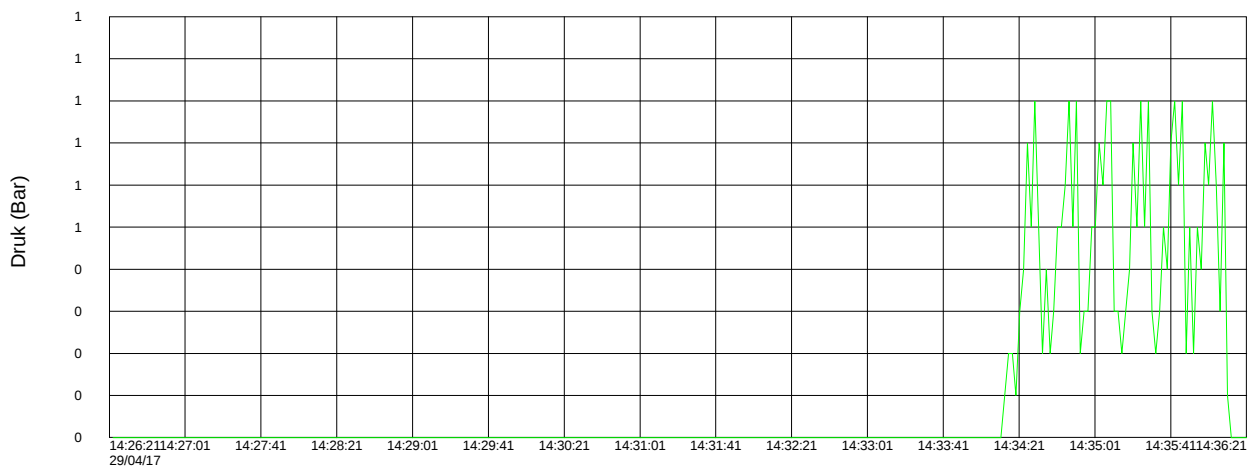
Lans 03

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 14:34:13
 Injectie einde : 29-04-2017 om 14:36:13
 Pompenlooptijd : 00:05:33
 Injectietijd : 00:02:00

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 14:34:13
 29-04-2017 om 14:36:13
 00:05:33
 00:02:00

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.5	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	VlSt :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

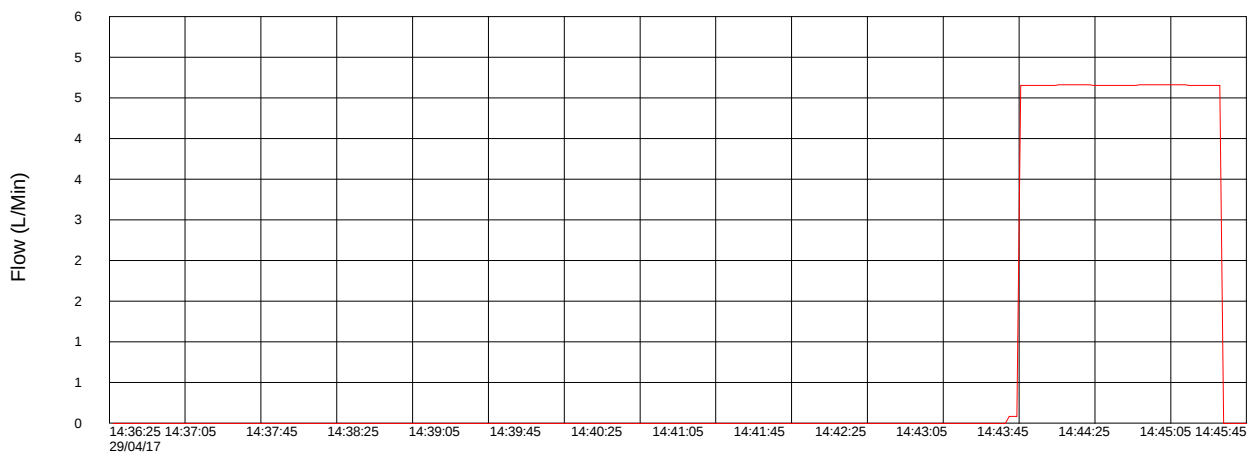
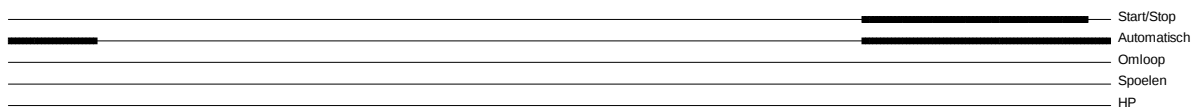
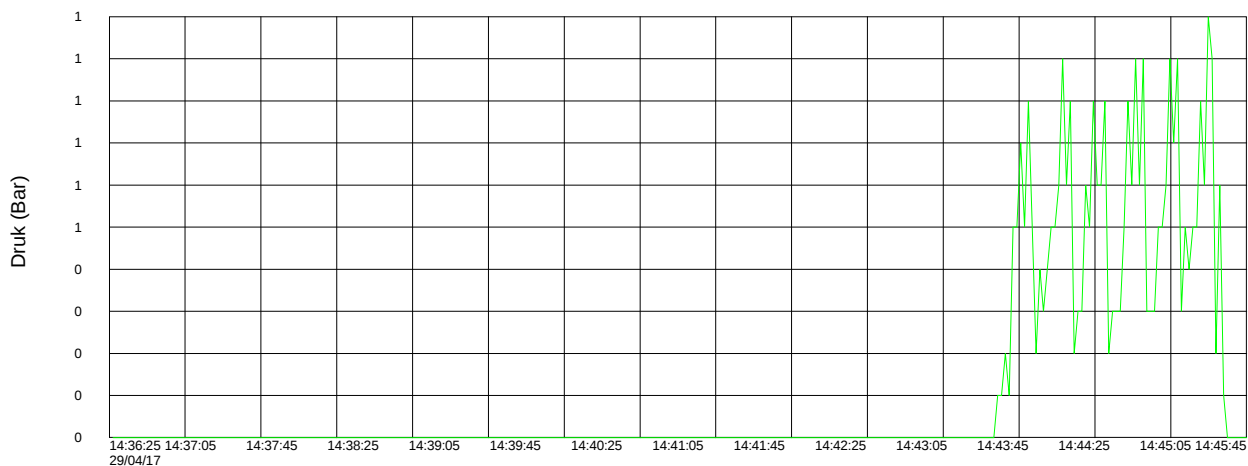
Lans 04

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 14:44:05
 Injectie einde : 29-04-2017 om 14:46:07
 Pompenlooptijd : 00:05:32
 Injectietijd : 00:01:59

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 14:44:05
 29-04-2017 om 14:46:07
 00:05:32
 00:01:59

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.5	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

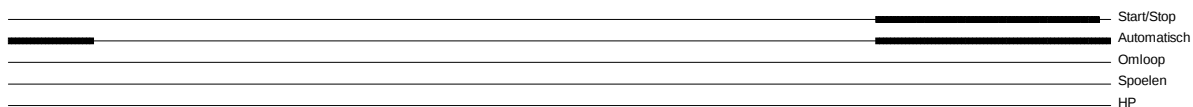
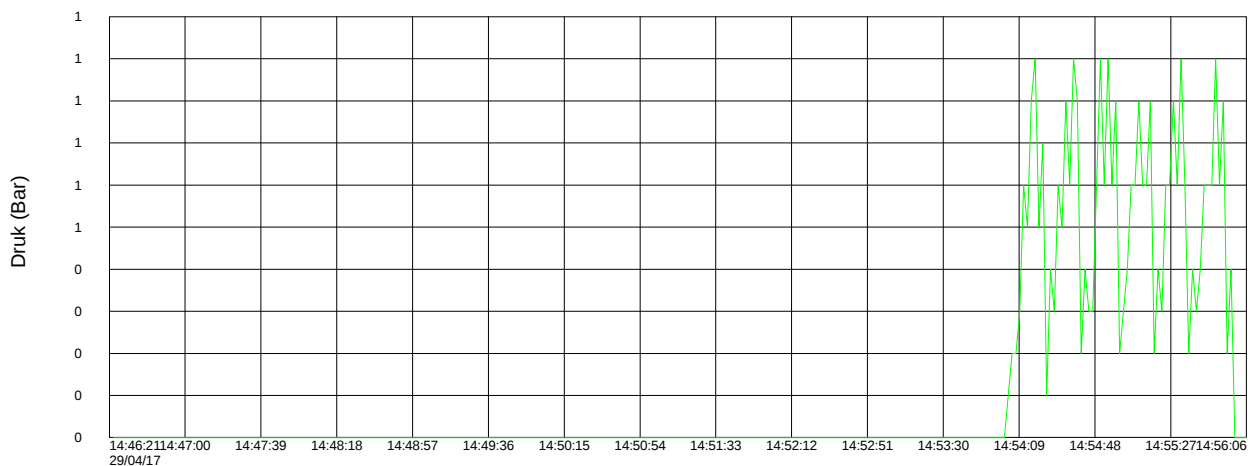
Lans 05

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 14:54:07
 Injectie einde : 29-04-2017 om 14:56:07
 Pompenlooptijd : 00:05:33
 Injectietijd : 00:02:00

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 14:54:07
 29-04-2017 om 14:56:07
 00:05:33
 00:02:00

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.5	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

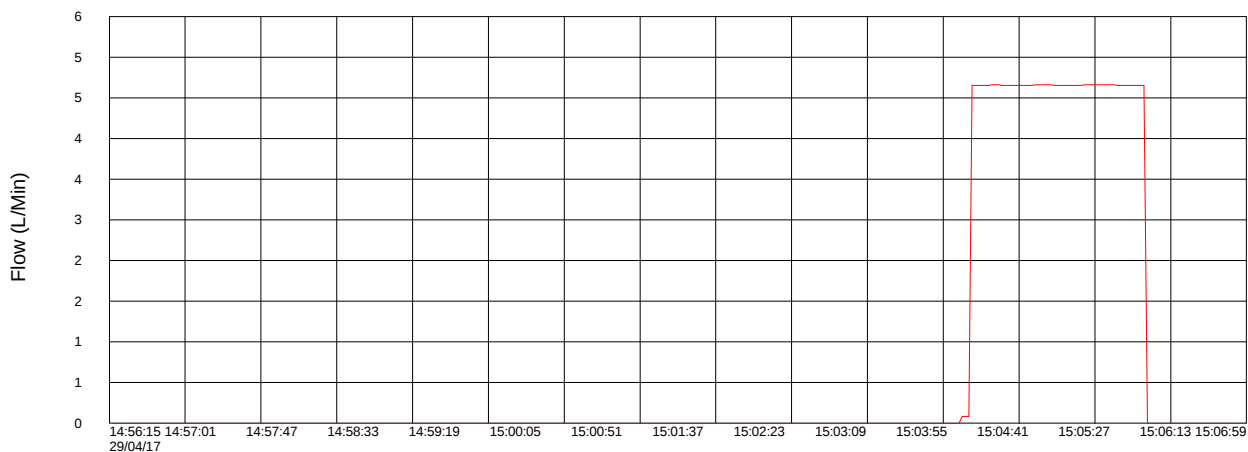
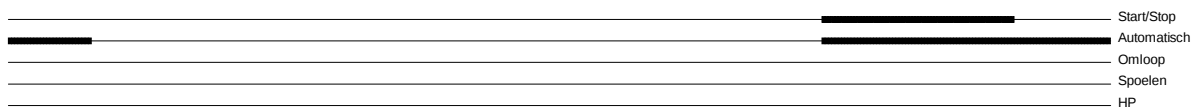
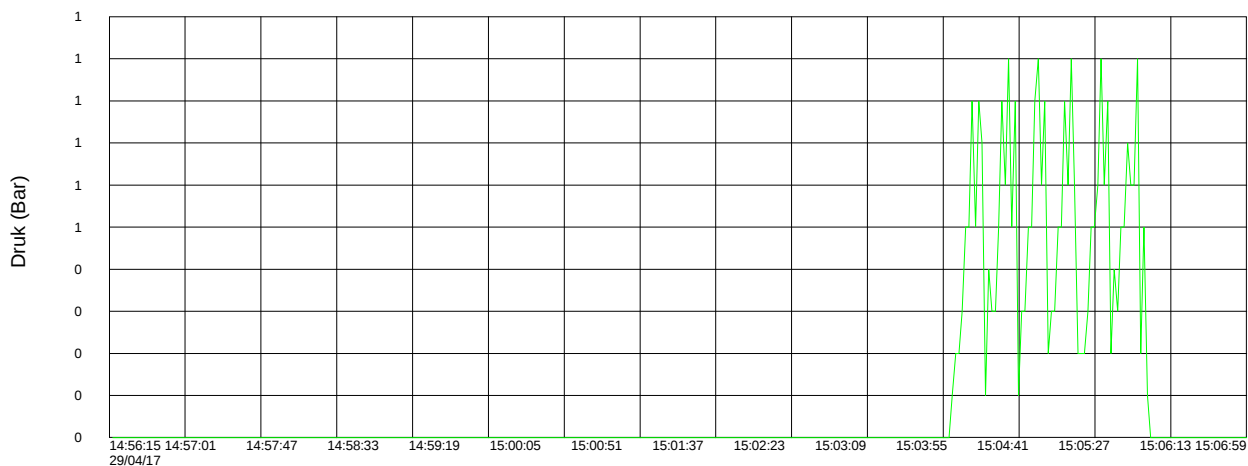
Lans 06

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 15:04:43
 Injectie einde : 29-04-2017 om 15:06:43
 Pompenlooptijd : 00:05:32
 Injectietijd : 00:01:59

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 15:04:43
 29-04-2017 om 15:06:43
 00:05:32
 00:01:59

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.5	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

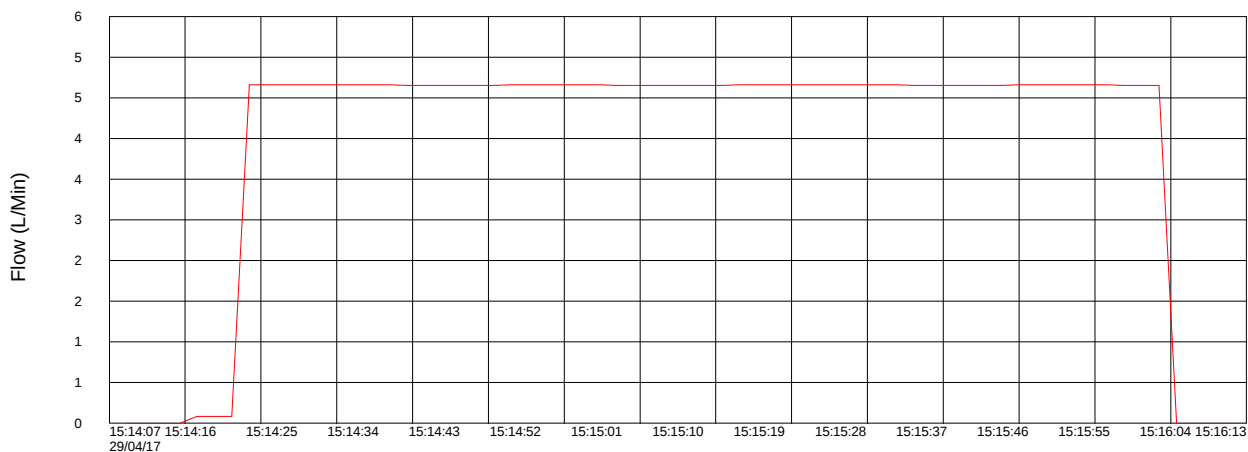
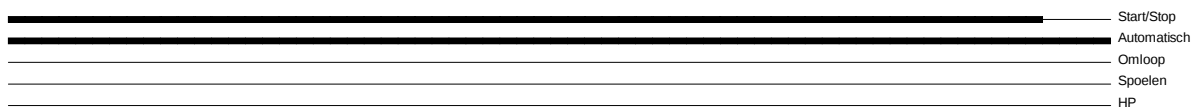
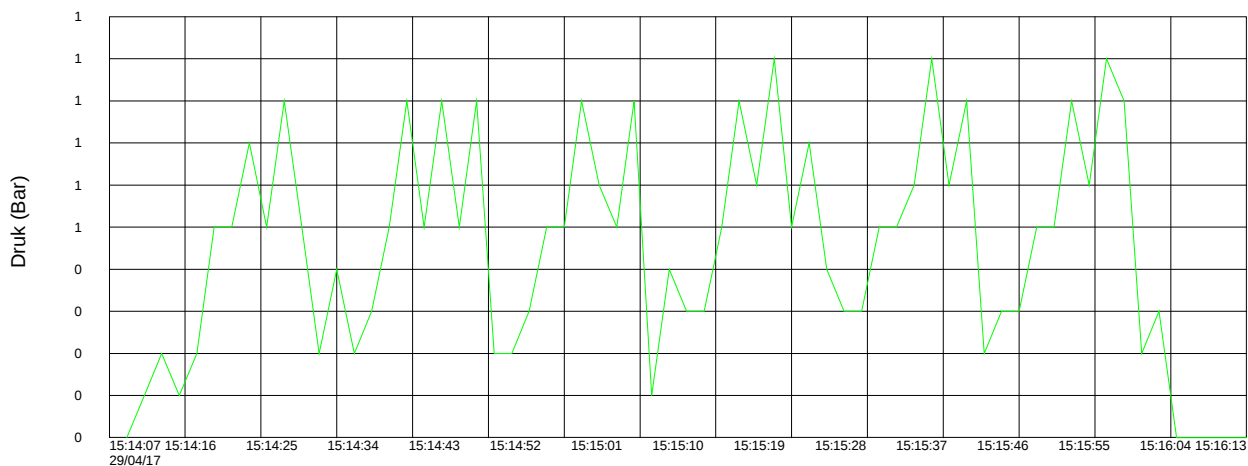
Lans 07

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 15:14:07
 Injectie einde : 29-04-2017 om 15:16:09
 Pompenlooptijd : 00:05:32
 Injectietijd : 00:01:59

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 15:14:07
 29-04-2017 om 15:16:09
 00:05:32
 00:01:59

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.5	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

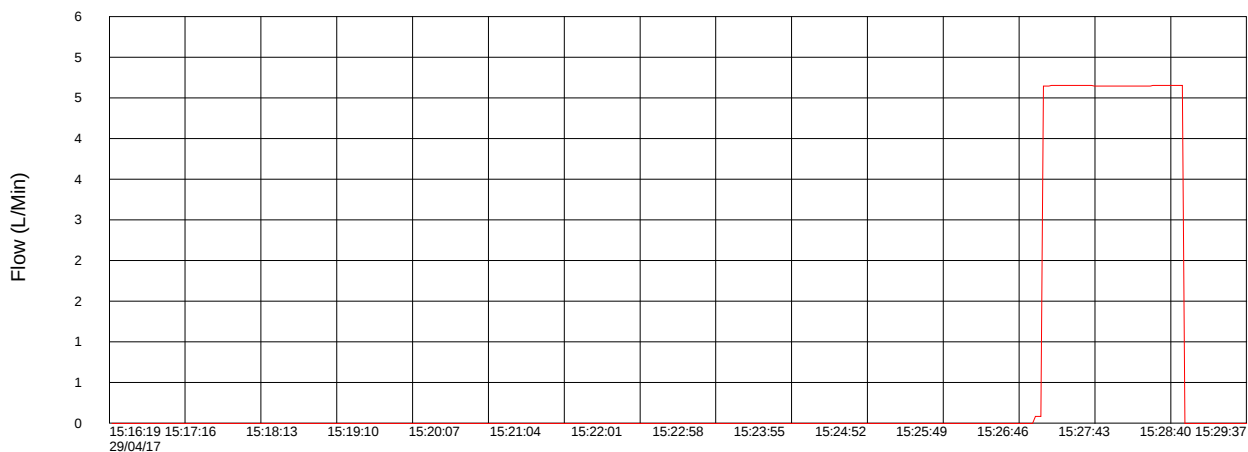
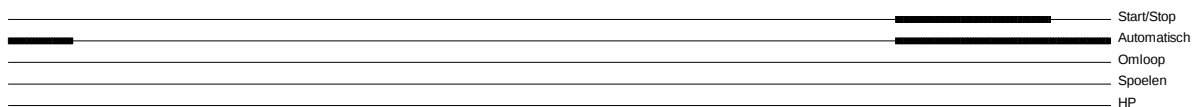
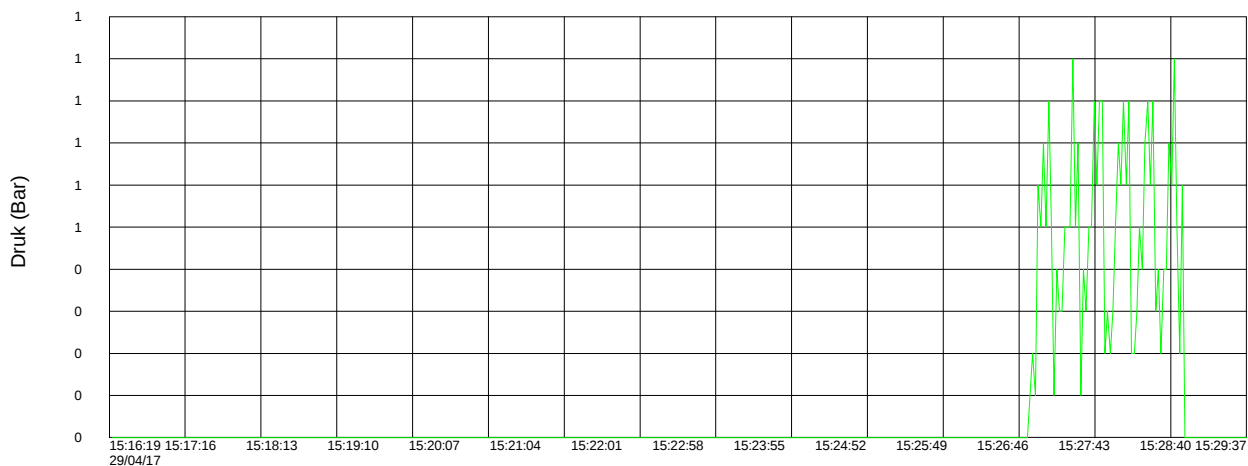
Lans 08

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 15:27:44
 Injectie einde : 29-04-2017 om 15:29:44
 Pompenlooptijd : 00:05:33
 Injectietijd : 00:02:00

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 15:27:44
 29-04-2017 om 15:29:44
 00:05:33
 00:02:00

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.5	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

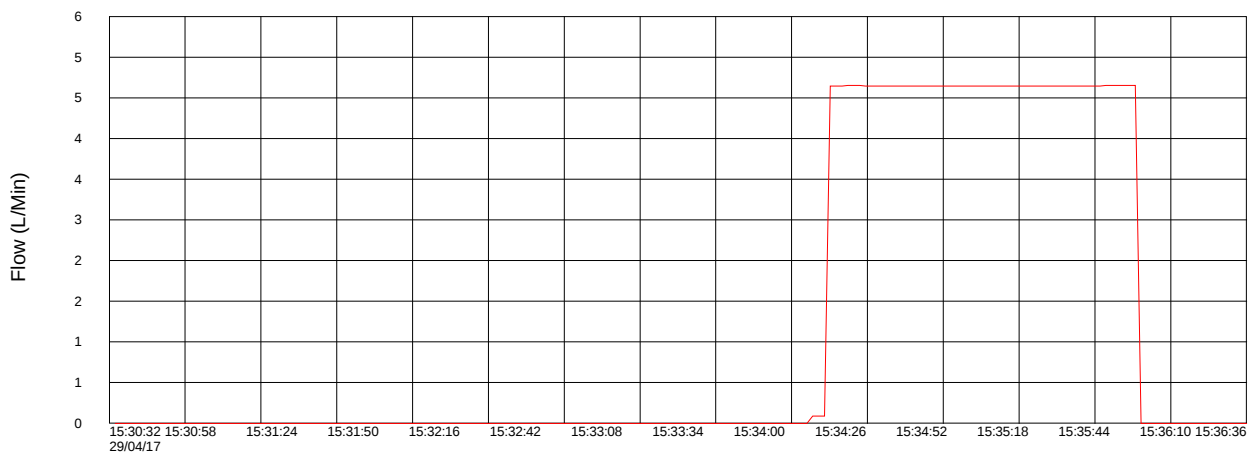
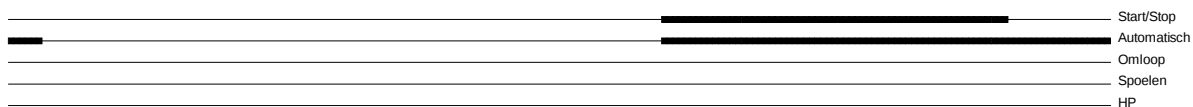
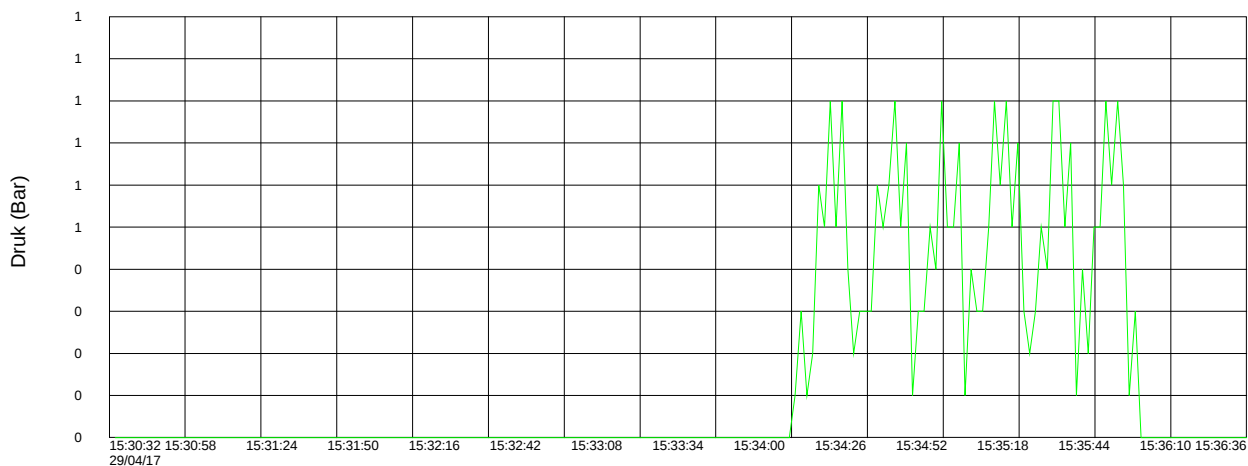
B_P 5 L_min

Lans 09

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 15:34:22
 Injectie einde : 29-04-2017 om 15:36:24
 Pompenlooptijd : 00:05:33
 Injectietijd : 00:02:00

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.4	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

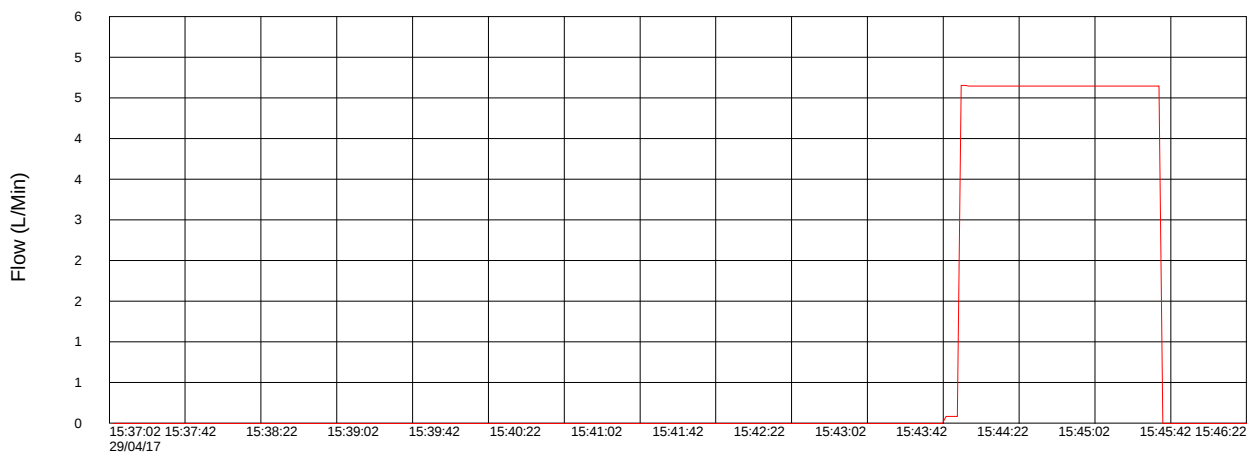
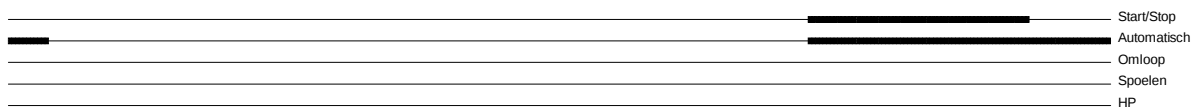
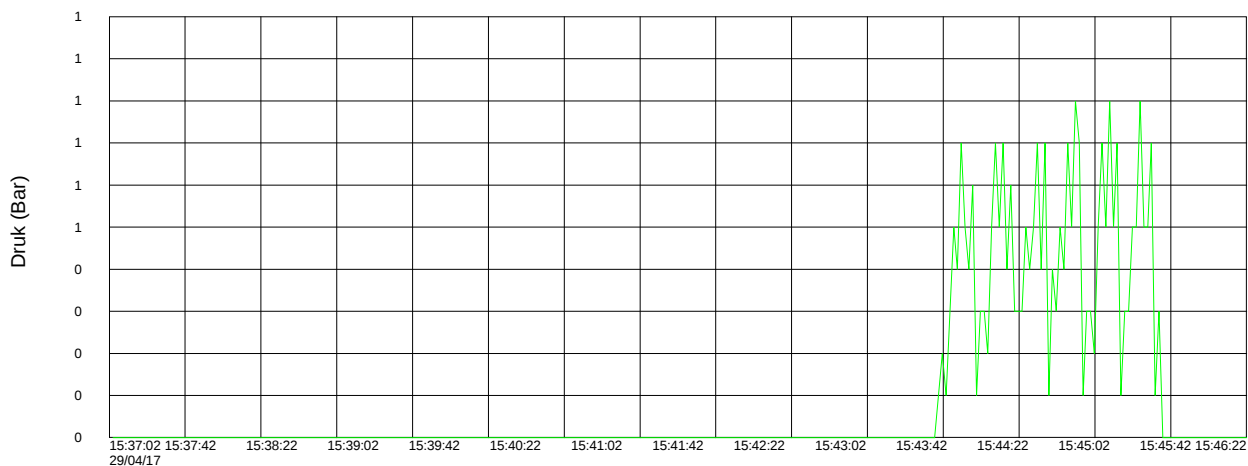
Lans 10

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 15:44:16
 Injectie einde : 29-04-2017 om 15:46:16
 Pompenlooptijd : 00:05:32
 Injectietijd : 00:01:59

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 15:44:16
 29-04-2017 om 15:46:16
 00:05:32
 00:01:59

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.4	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

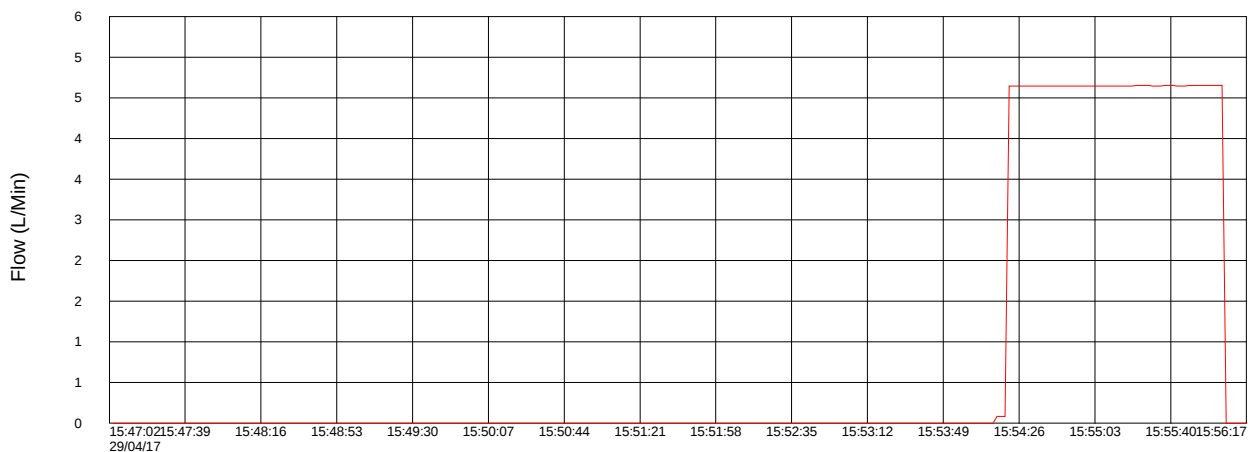
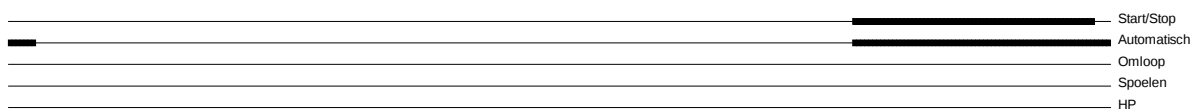
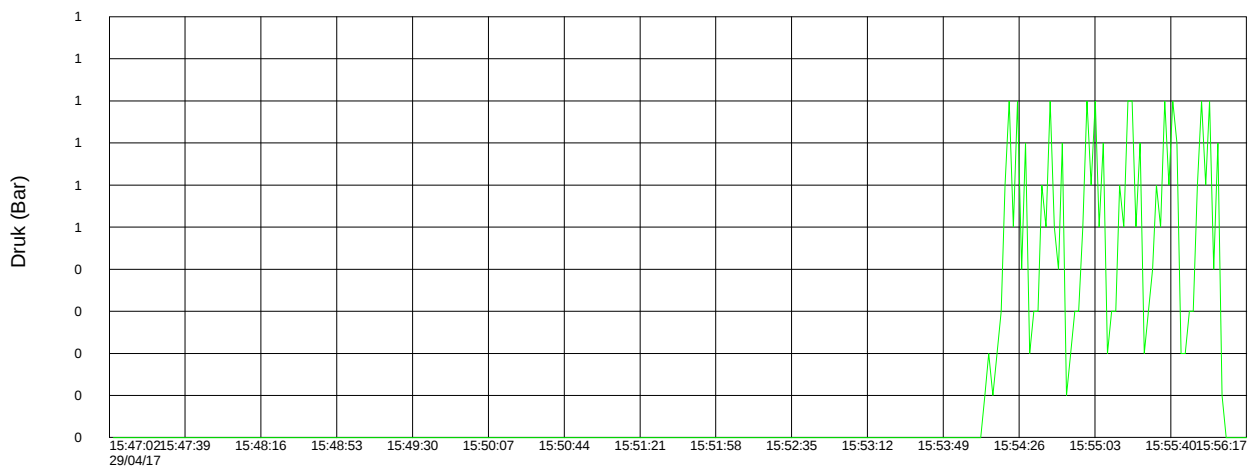
Lans 11

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 15:54:08
 Injectie einde : 29-04-2017 om 15:56:10
 Pompenlooptijd : 00:05:32
 Injectietijd : 00:01:59

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 15:54:08
 29-04-2017 om 15:56:10
 00:05:32
 00:01:59

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.5	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

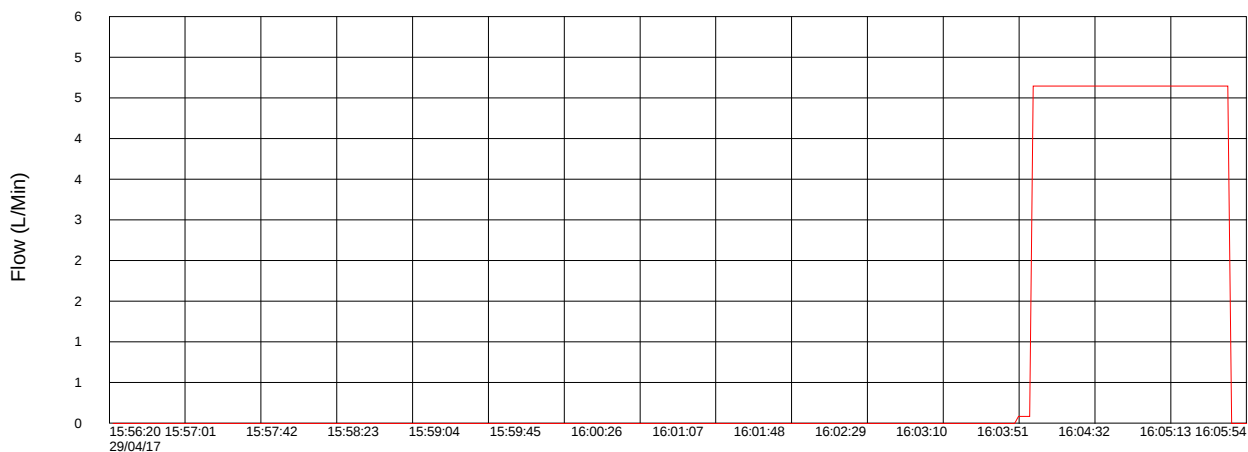
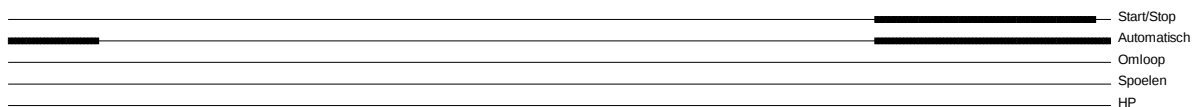
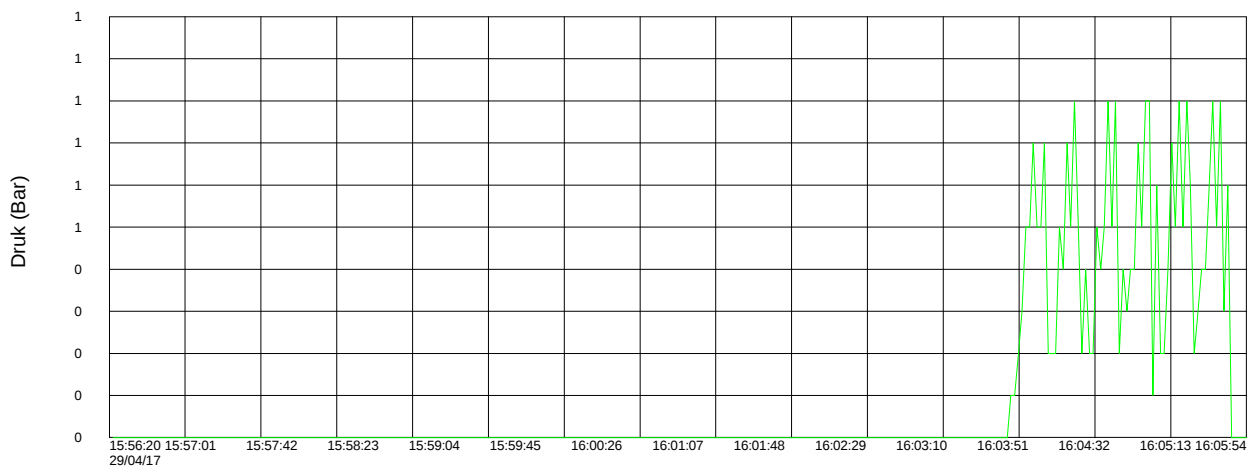
Lans 12

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 16:04:18
 Injectie einde : 29-04-2017 om 16:06:20
 Pompenlooptijd : 00:05:32
 Injectietijd : 00:01:59

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 16:04:18
 29-04-2017 om 16:06:20
 00:05:32
 00:01:59

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.4	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

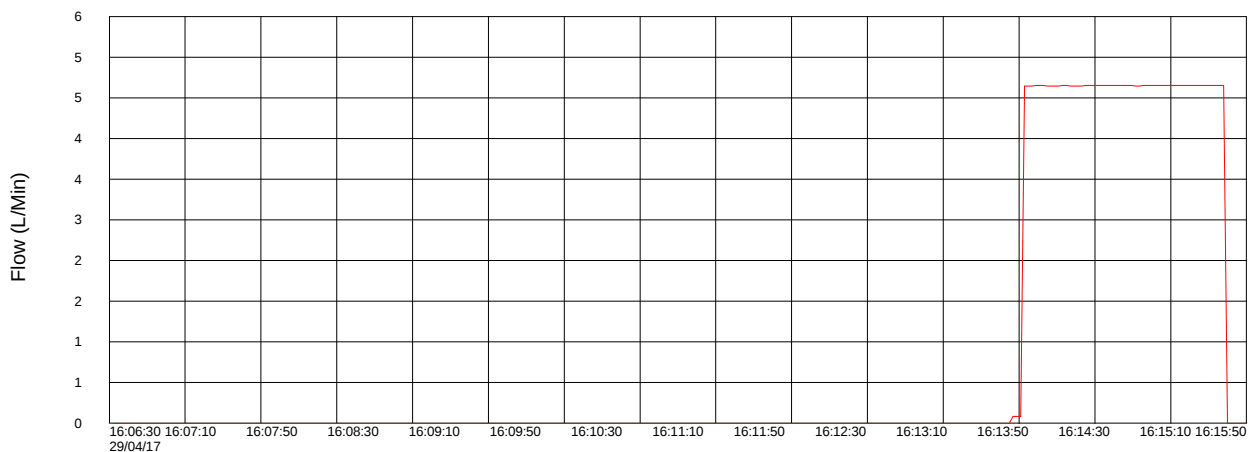
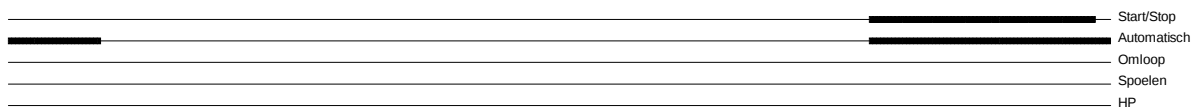
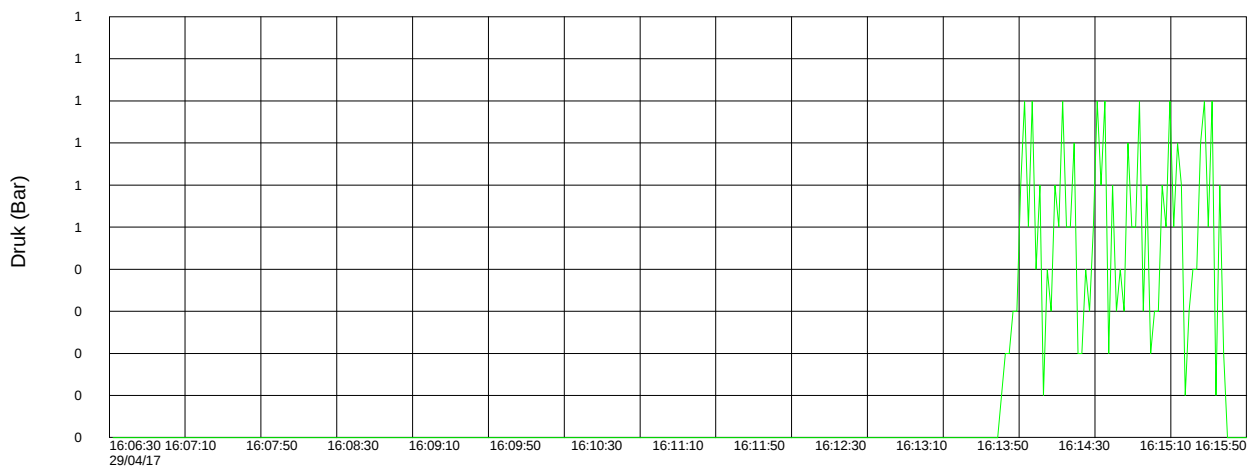
Lans 13

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 16:14:14
 Injectie einde : 29-04-2017 om 16:16:16
 Pompenlooptijd : 00:05:32
 Injectietijd : 00:01:59

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 16:14:14
 29-04-2017 om 16:16:16
 00:05:32
 00:01:59

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.4	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	VlSt :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

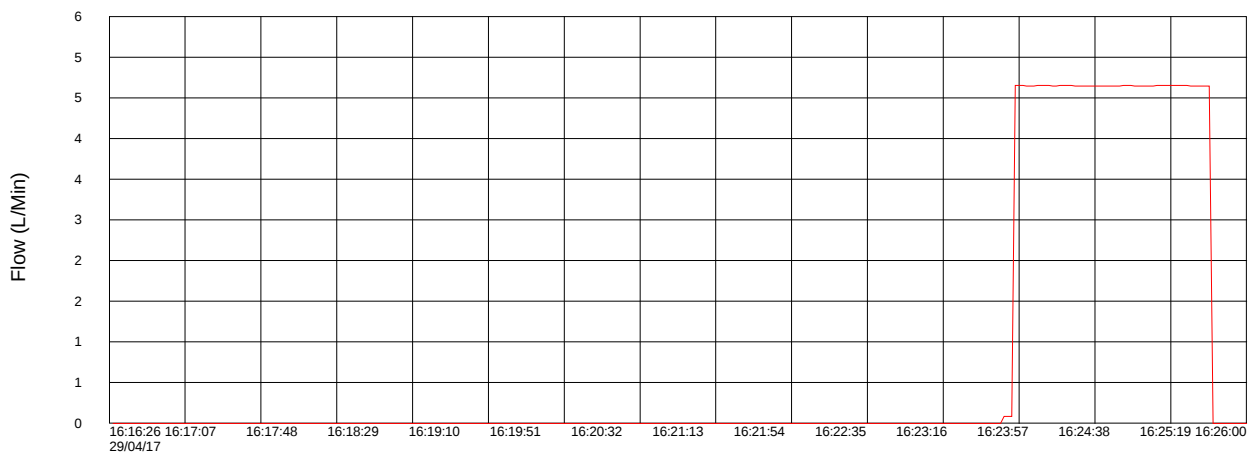
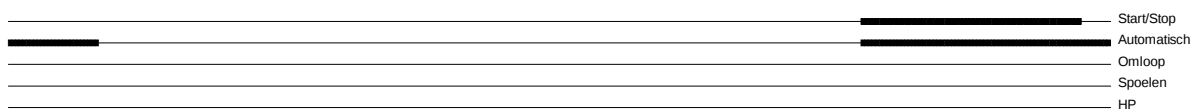
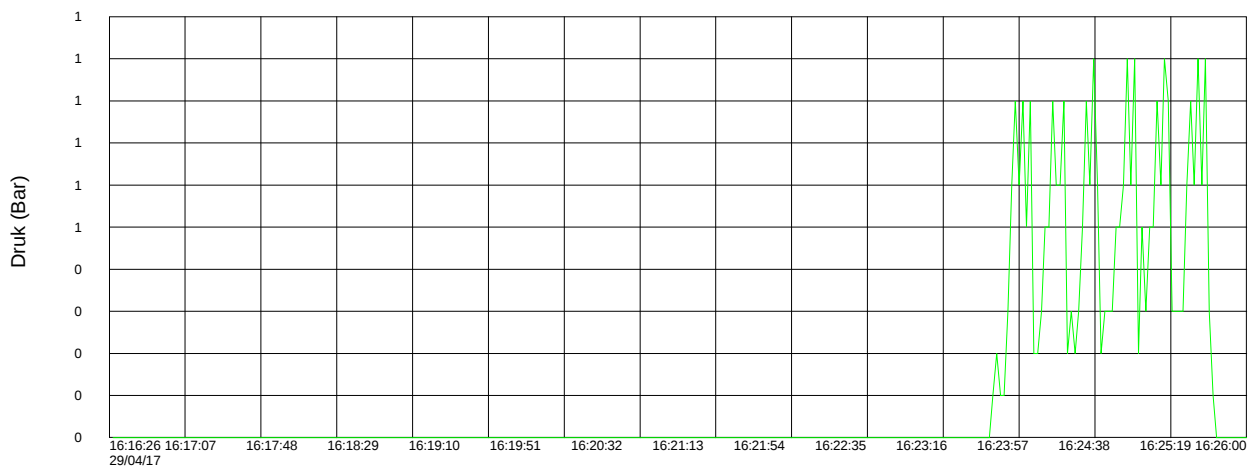
Lans 14

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 16:24:18
 Injectie einde : 29-04-2017 om 16:26:20
 Pompenlooptijd : 00:05:32
 Injectietijd : 00:01:59

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 16:24:18
 29-04-2017 om 16:26:20
 00:05:32
 00:01:59

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.5	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

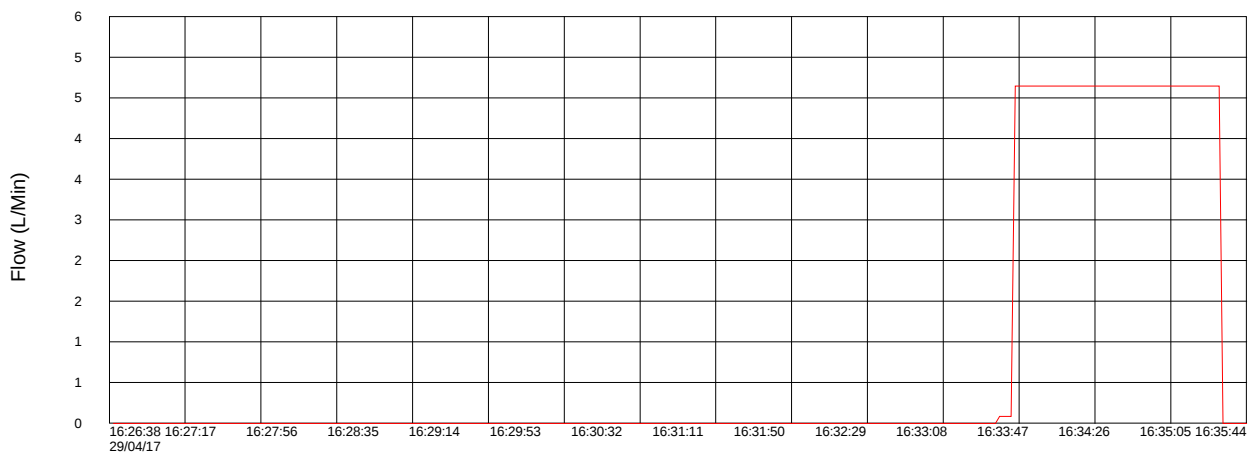
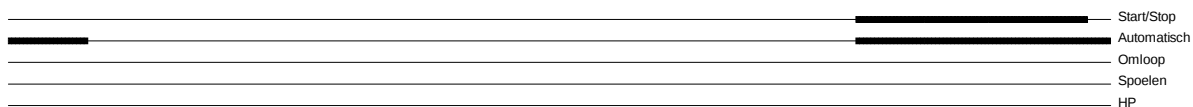
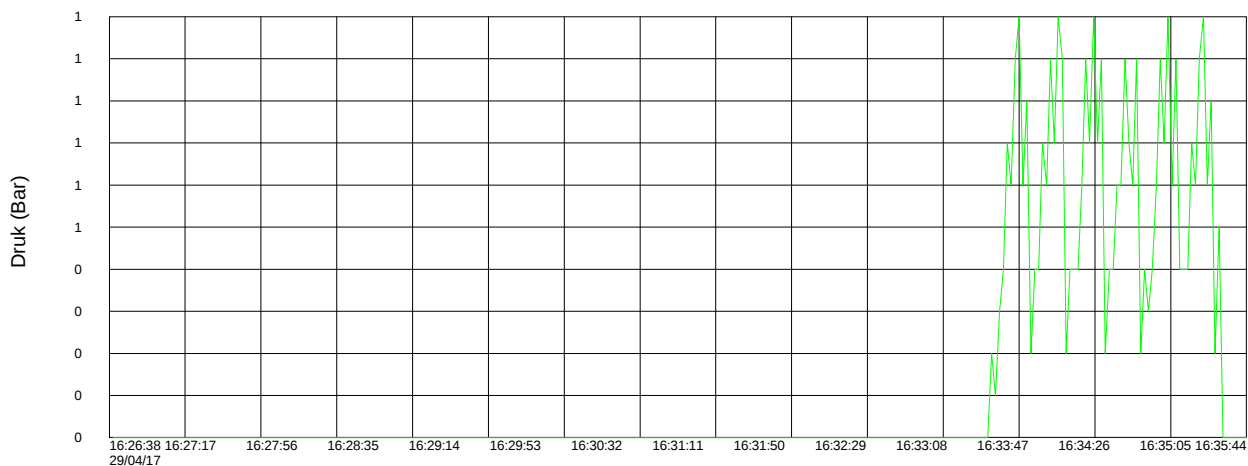
Lans 15

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 16:34:04
 Injectie einde : 29-04-2017 om 16:36:06
 Pompenlooptijd : 00:05:33
 Injectietijd : 00:02:00

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 16:34:04
 29-04-2017 om 16:36:06
 00:05:33
 00:02:00

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.6	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

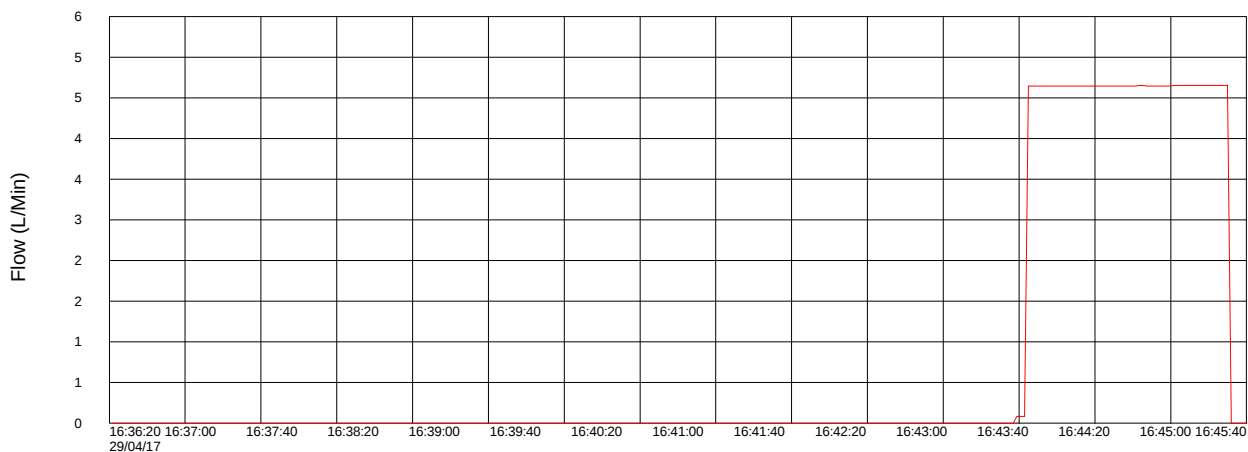
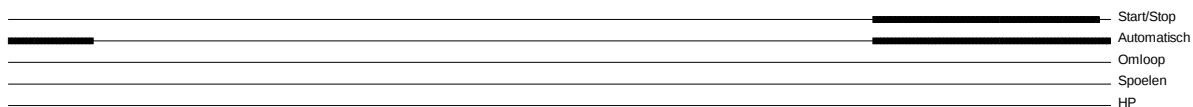
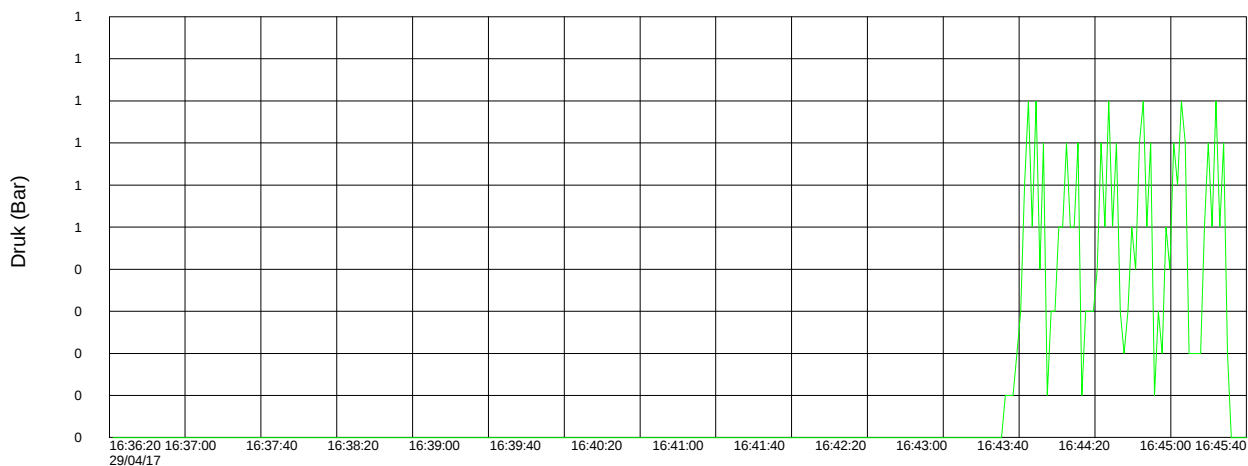
Lans 16

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 16:44:06
 Injectie einde : 29-04-2017 om 16:46:08
 Pompenlooptijd : 00:05:32
 Injectietijd : 00:01:59

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 16:44:06
 29-04-2017 om 16:46:08
 00:05:32
 00:01:59

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.4	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

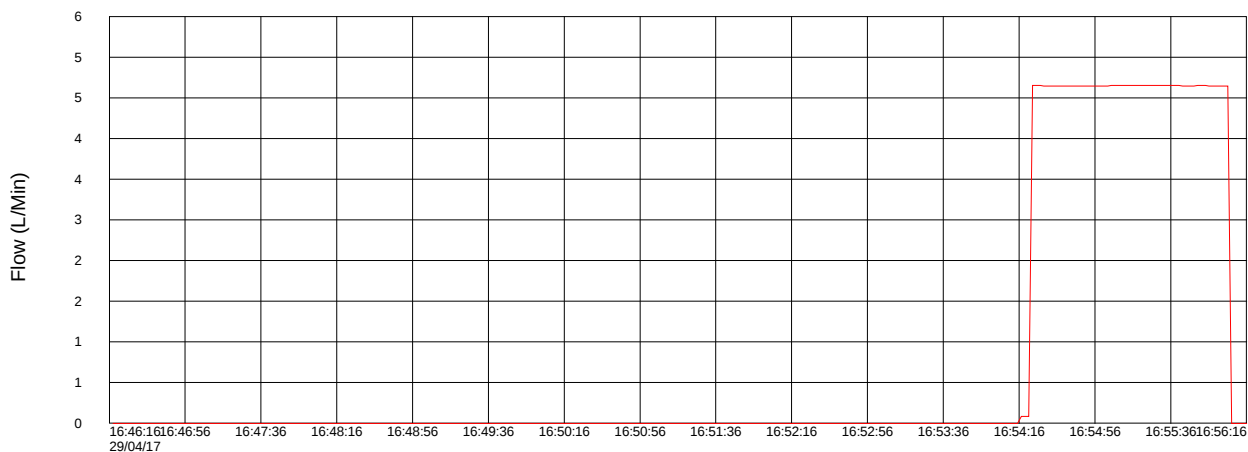
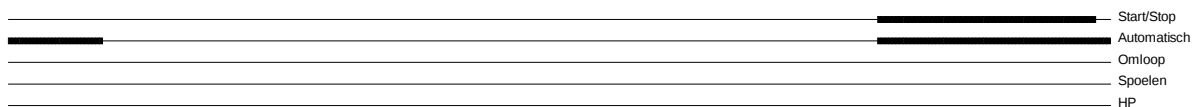
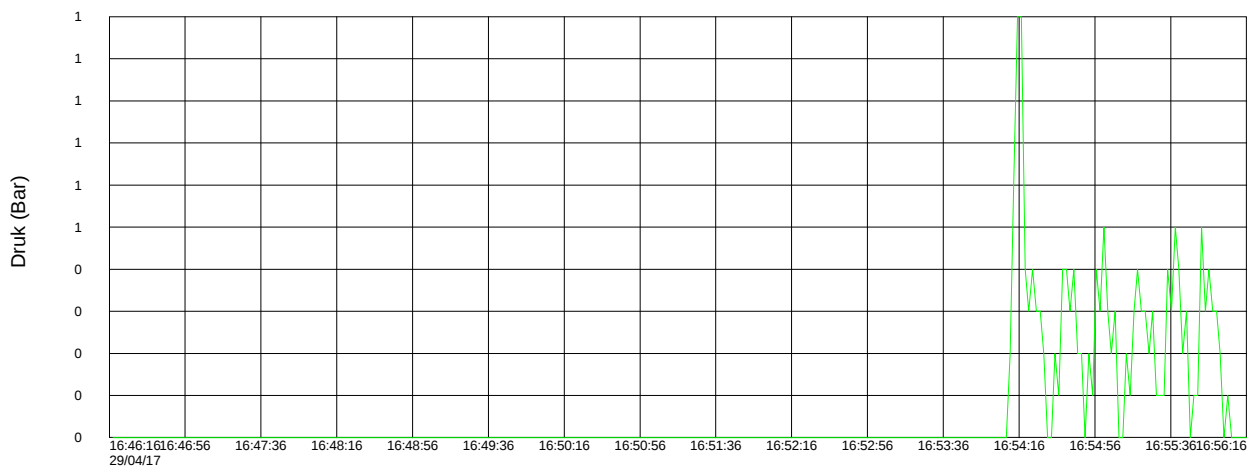
Lans 17

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 16:54:14
 Injectie einde : 29-04-2017 om 16:56:14
 Pompenlooptijd : 00:05:33
 Injectietijd : 00:02:00

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 16:54:14
 29-04-2017 om 16:56:14
 00:05:33
 00:02:00

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.4	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

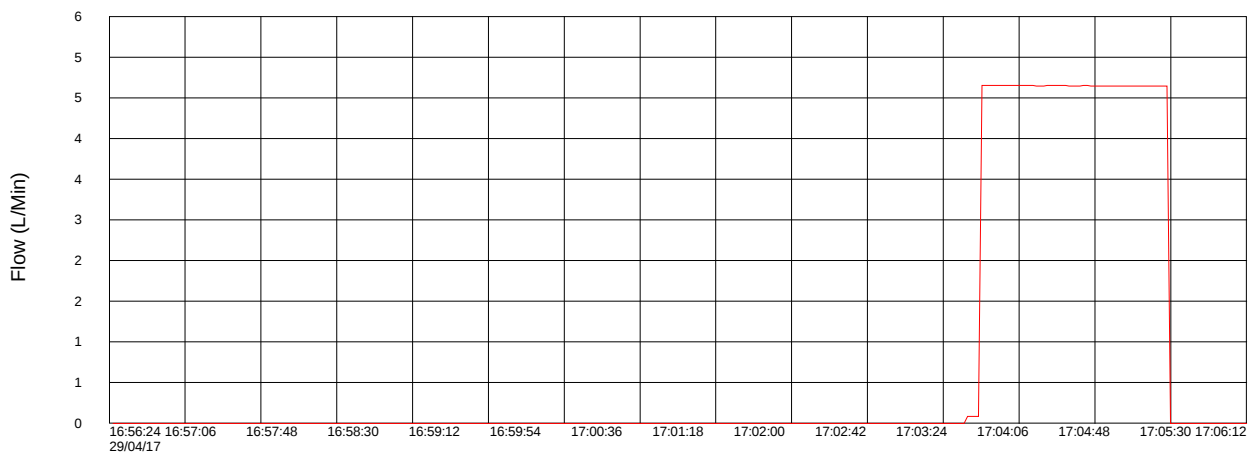
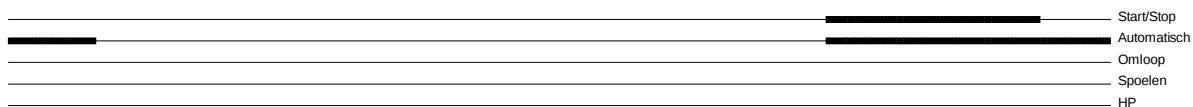
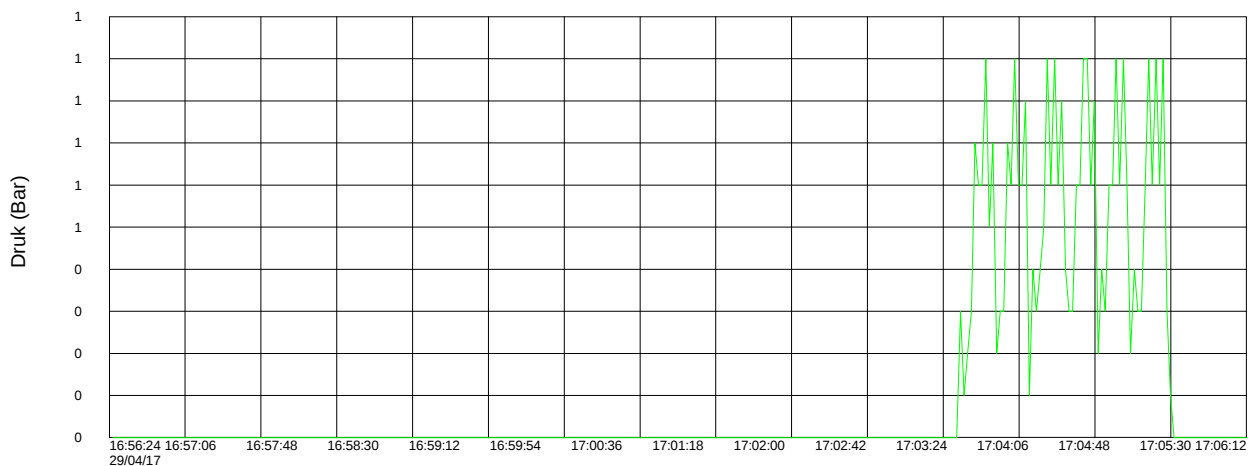
Lans 18

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 17:04:10
 Injectie einde : 29-04-2017 om 17:06:12
 Pompenlooptijd : 00:05:33
 Injectietijd : 00:02:00

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 17:04:10
 29-04-2017 om 17:06:12
 00:05:33
 00:02:00

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.5	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.2	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

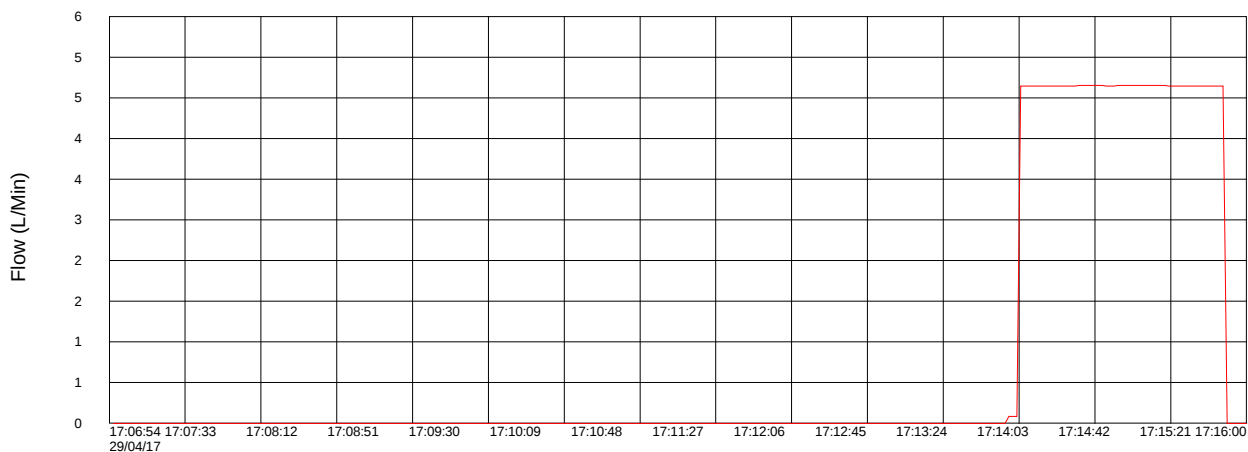
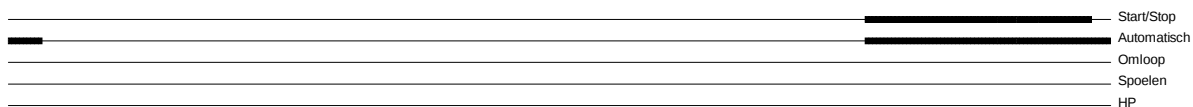
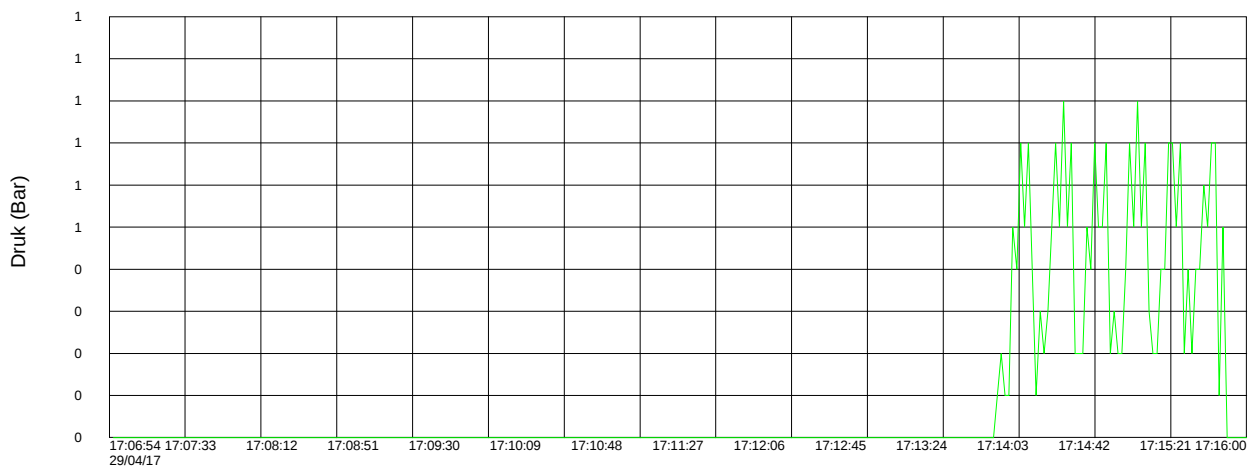
Lans 19

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 17:14:28
 Injectie einde : 29-04-2017 om 17:16:28
 Pompenlooptijd : 00:05:33
 Injectietijd : 00:02:00

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 17:14:28
 29-04-2017 om 17:16:28
 00:05:33
 00:02:00

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.4	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

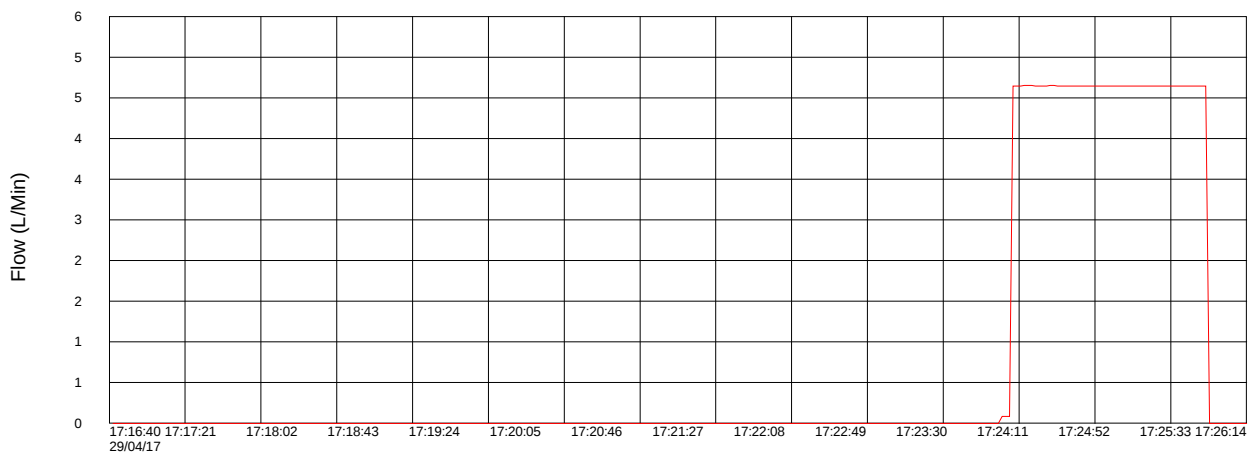
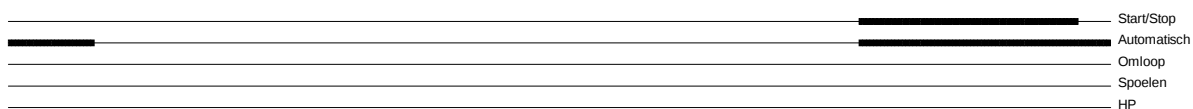
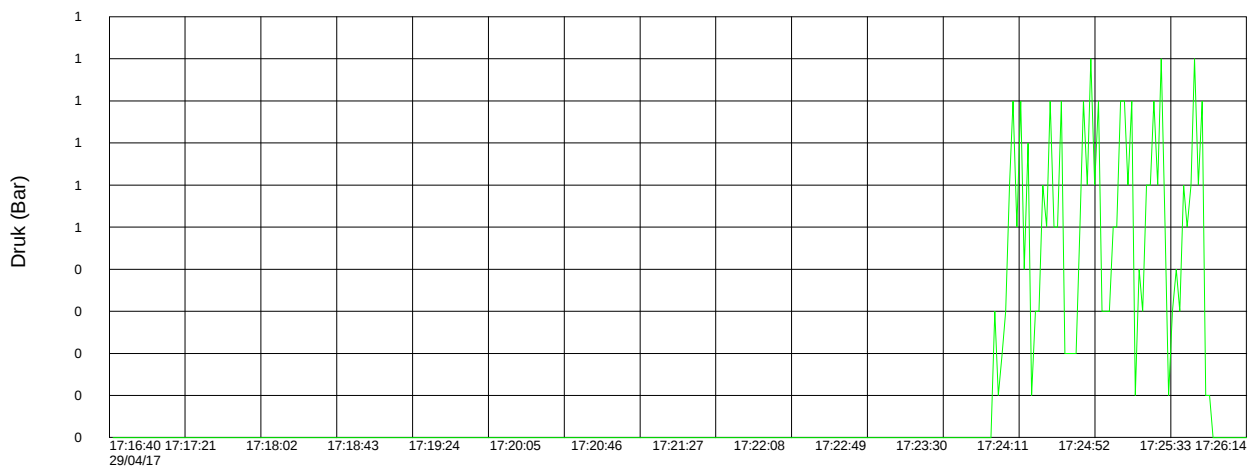
Lans 20

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 17:24:34
 Injectie einde : 29-04-2017 om 17:26:36
 Pompenlooptijd : 00:05:33
 Injectietijd : 00:02:00

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 17:24:34
 29-04-2017 om 17:26:36
 00:05:33
 00:02:00

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.5	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

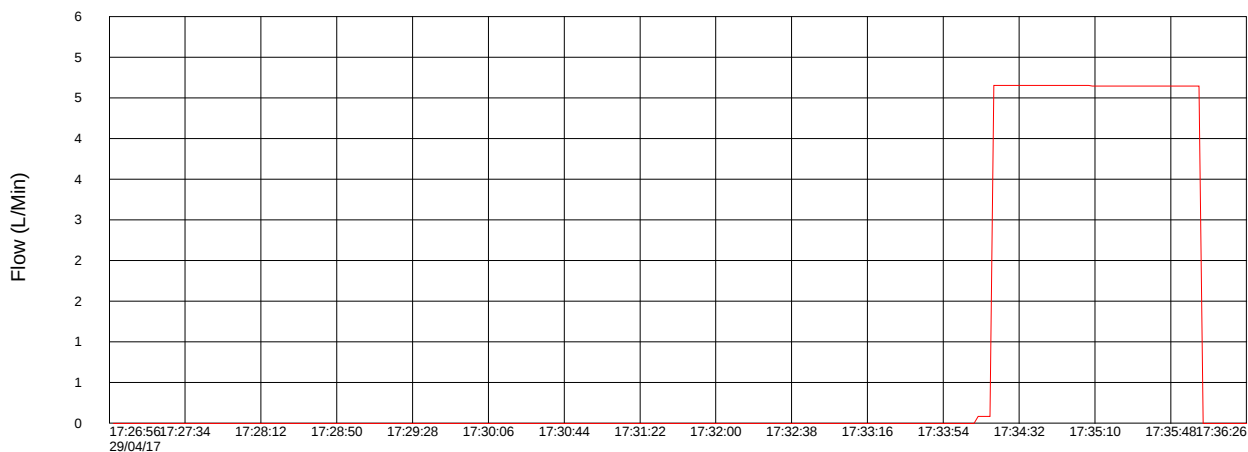
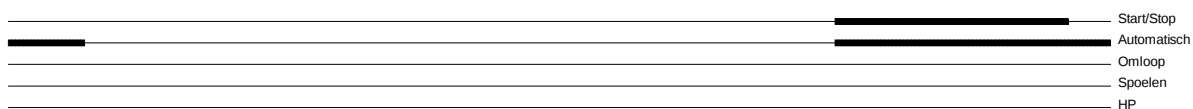
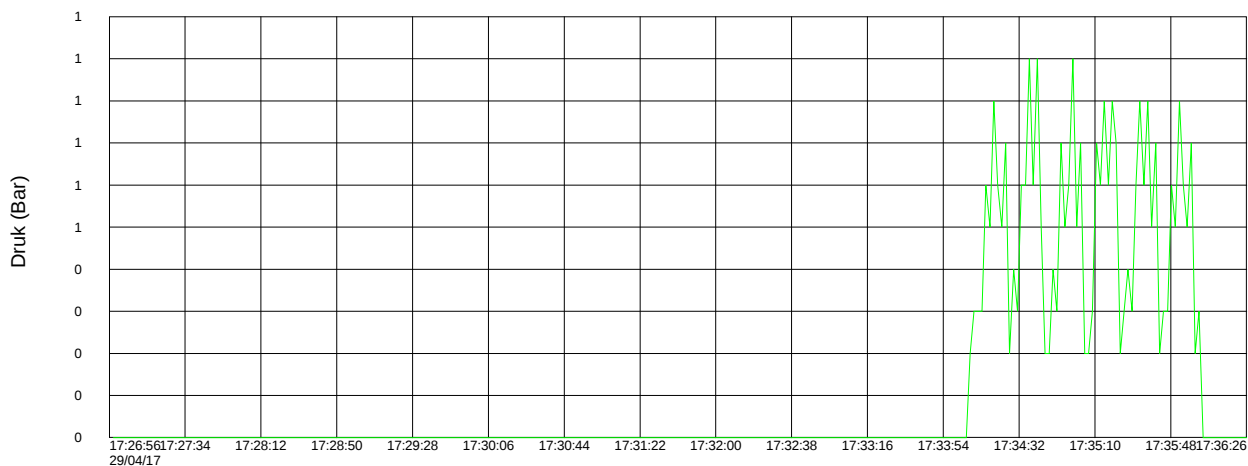
Lans 21

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 17:34:08
 Injectie einde : 29-04-2017 om 17:36:10
 Pompenlooptijd : 00:05:32
 Injectietijd : 00:01:59

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 17:34:08
 29-04-2017 om 17:36:10
 00:05:32
 00:01:59

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.5	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

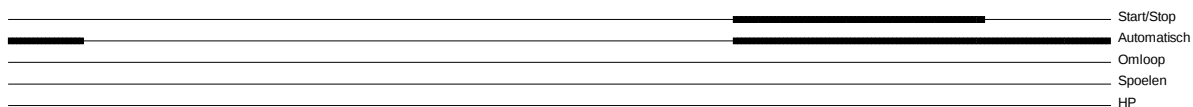
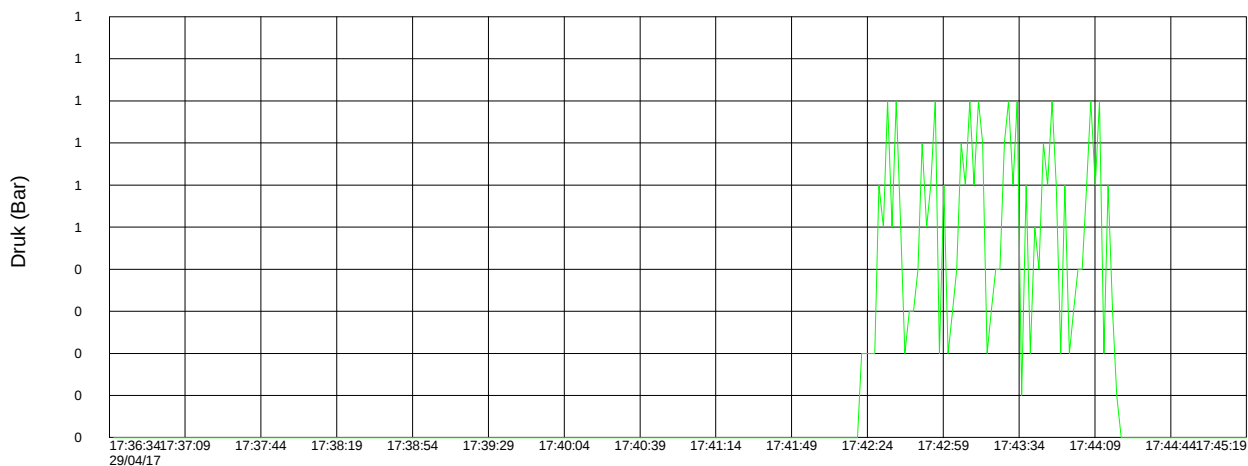
Lans 22

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 17:42:20
 Injectie einde : 29-04-2017 om 17:44:20
 Pompenlooptijd : 00:05:33
 Injectietijd : 00:02:00

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 17:42:20
 29-04-2017 om 17:44:20
 00:05:33
 00:02:00

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.5	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

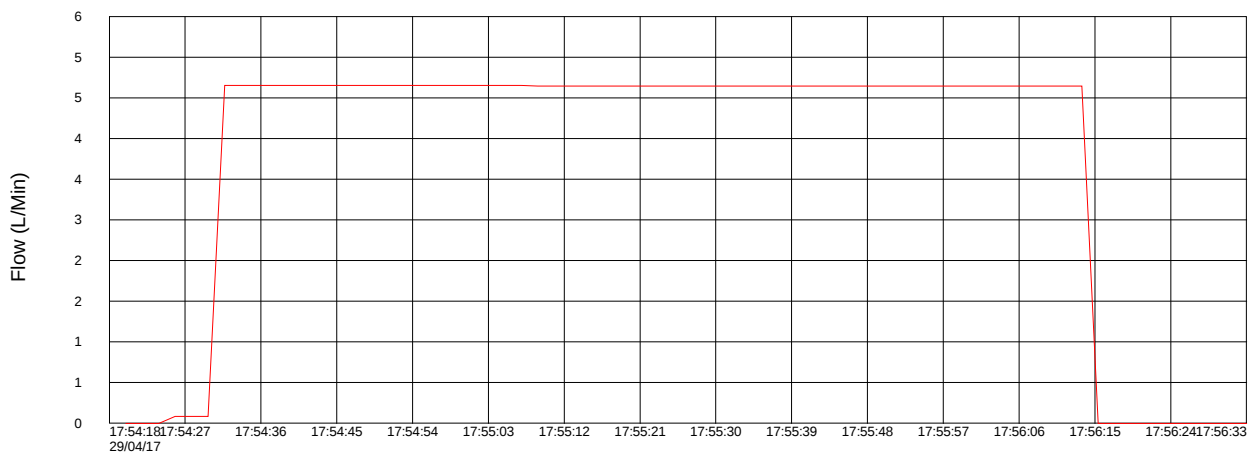
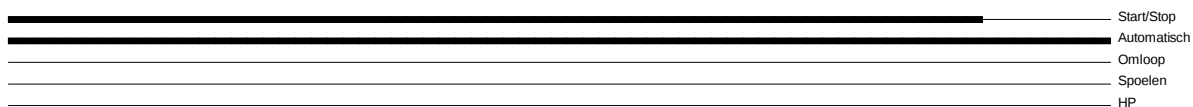
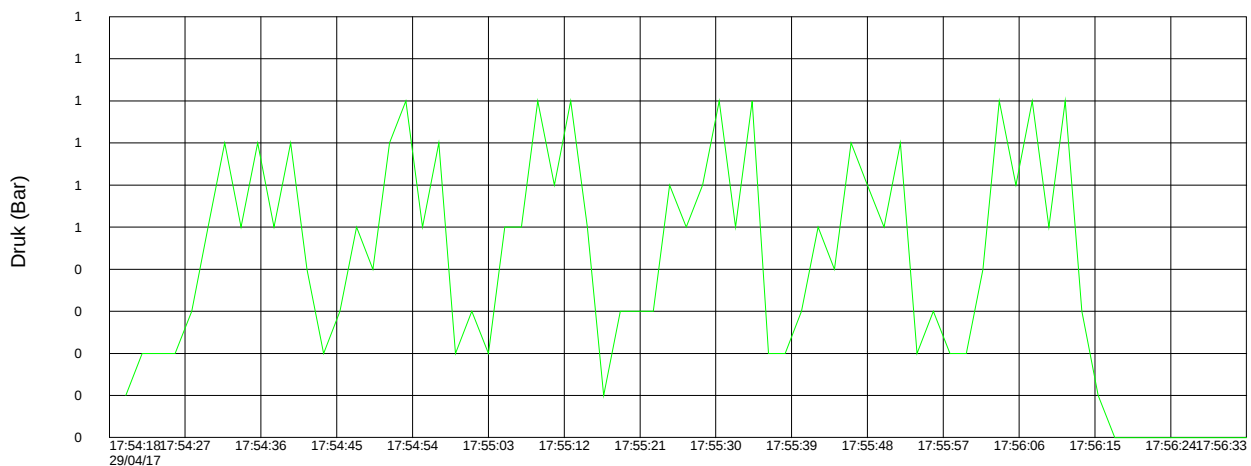
Lans 24

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 17:54:18
 Injectie einde : 29-04-2017 om 17:56:20
 Pompenlooptijd : 00:05:32
 Injectietijd : 00:01:59

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 17:54:18
 29-04-2017 om 17:56:20
 00:05:32
 00:01:59

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.4	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	VlSt :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

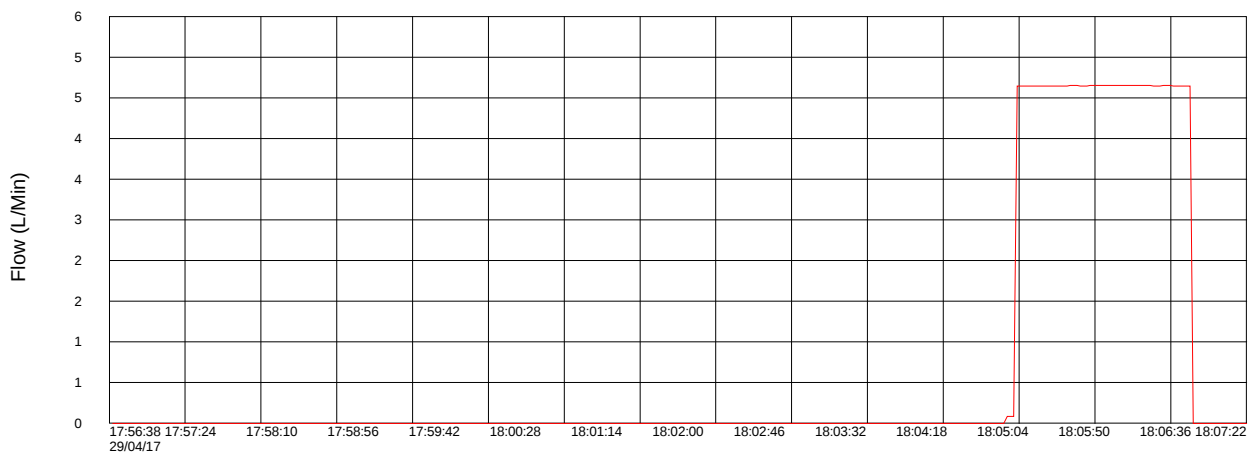
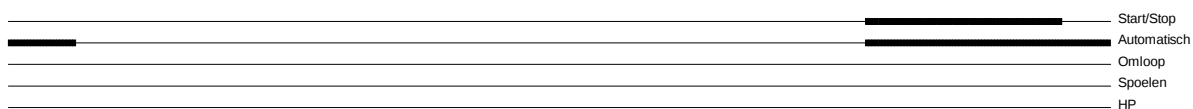
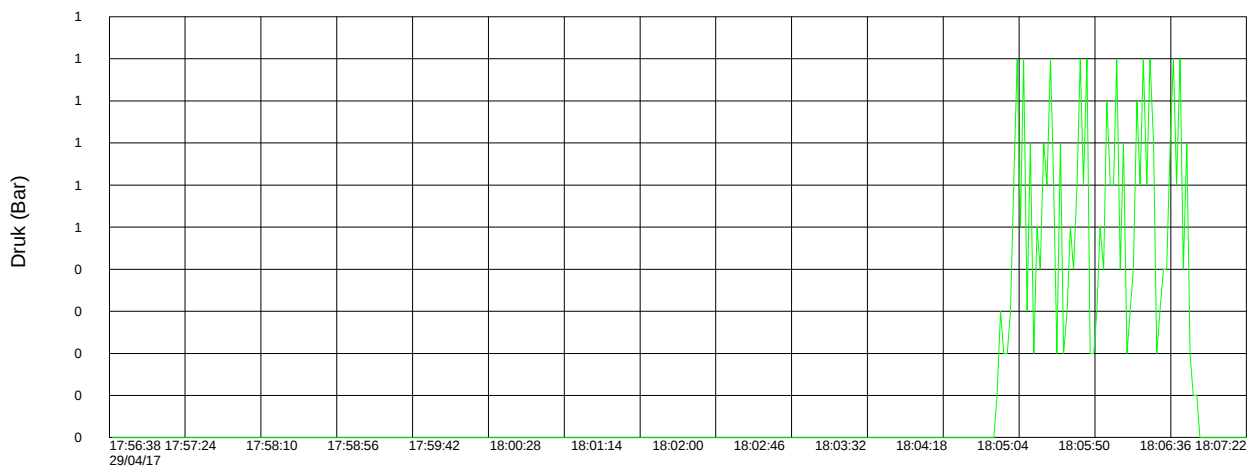
Lans 24

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 18:05:30
 Injectie einde : 29-04-2017 om 18:07:32
 Pompenlooptijd : 00:05:32
 Injectietijd : 00:01:59

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 18:05:30
 29-04-2017 om 18:07:32
 00:05:32
 00:01:59

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.5	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

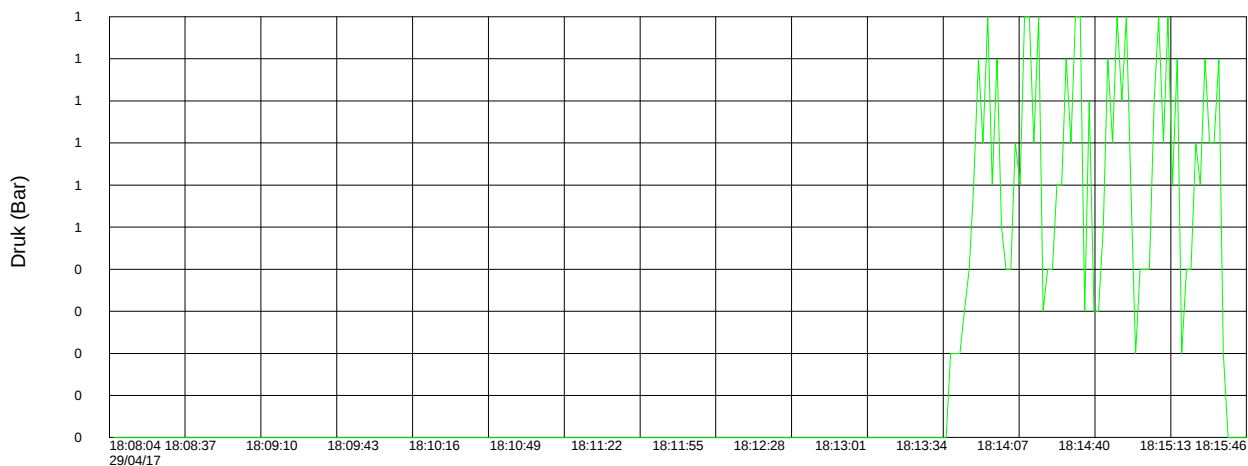
Lans 25

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

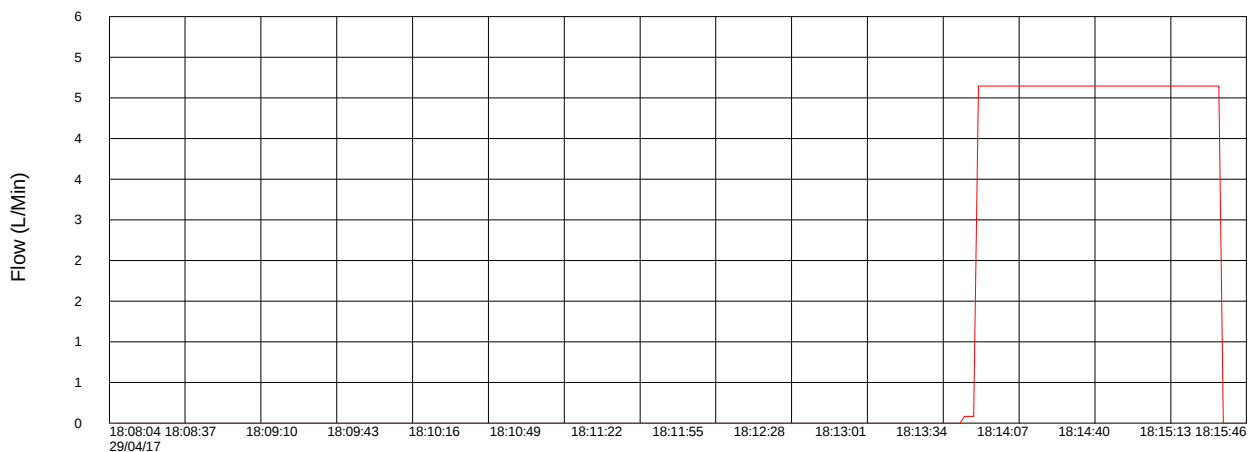
Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 18:14:06
 Injectie einde : 29-04-2017 om 18:16:06
 Pompenlooptijd : 00:05:32
 Injectietijd : 00:01:59

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 18:14:06
 29-04-2017 om 18:16:06
 00:05:32
 00:01:59

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.6	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	VlSt :	9.8



Start/Stop
 Automatisch
 Omloop
 Spoelen
 HP



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

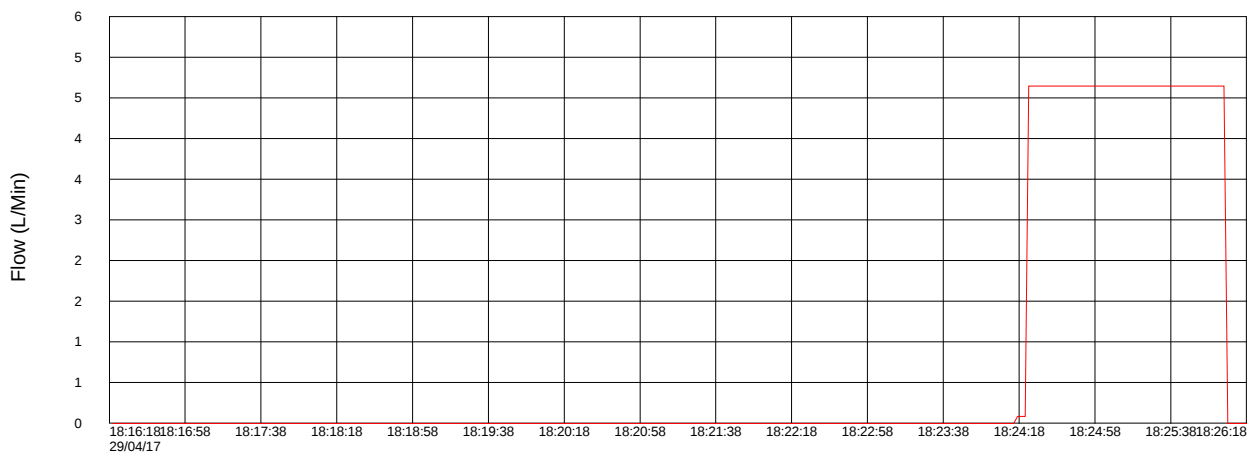
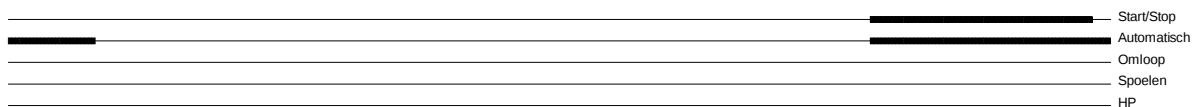
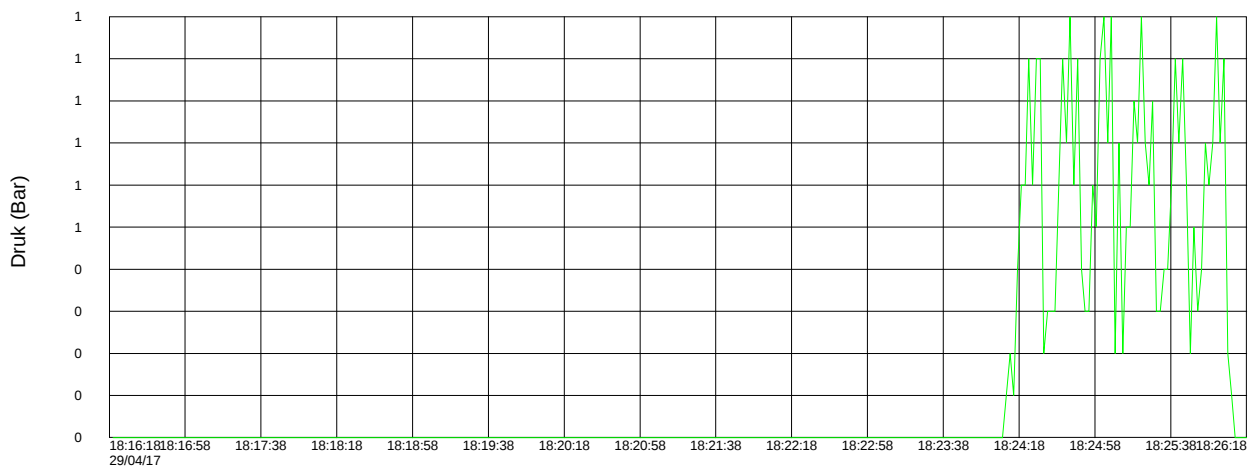
Lans 26

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 18:24:12
 Injectie einde : 29-04-2017 om 18:26:14
 Pompenlooptijd : 00:05:33
 Injectietijd : 00:02:00

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 18:24:12
 29-04-2017 om 18:26:14
 00:05:33
 00:02:00

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.6	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

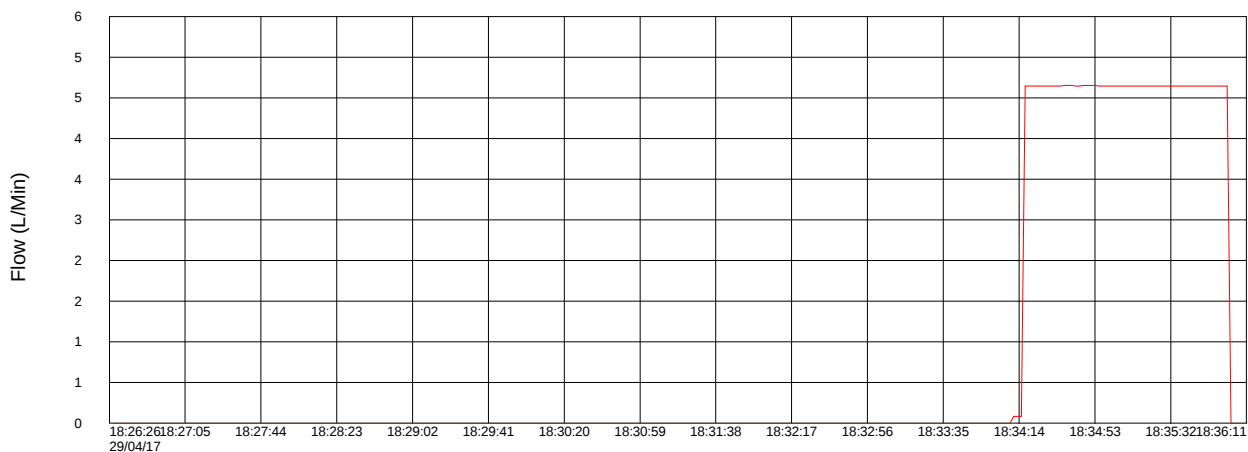
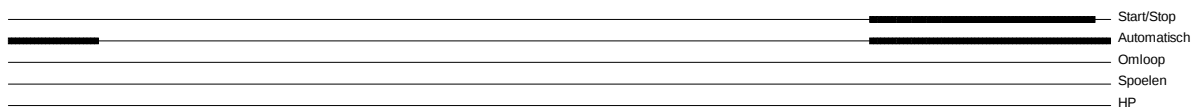
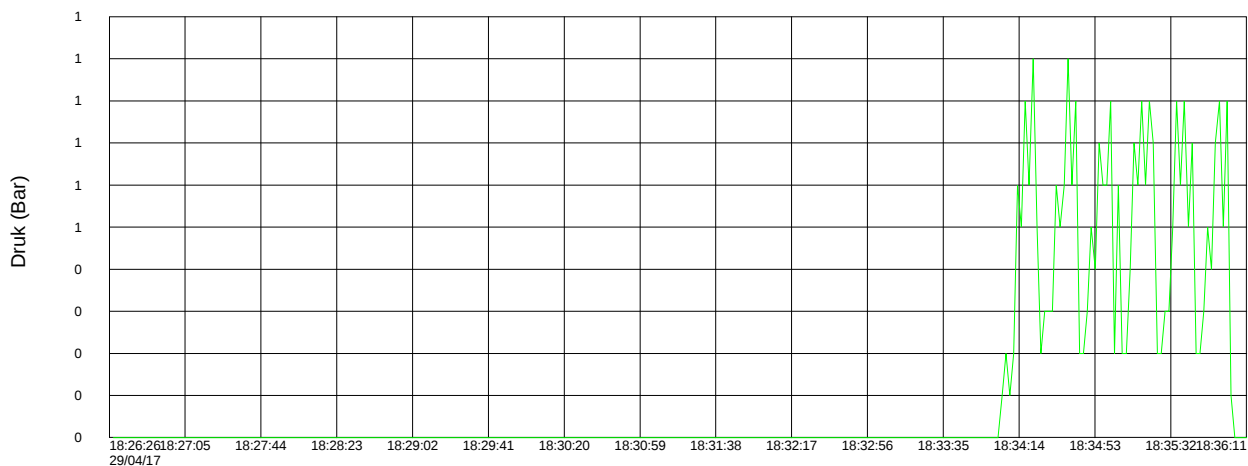
Lans 27

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 18:34:04
 Injectie einde : 29-04-2017 om 18:36:04
 Pompenlooptijd : 00:05:32
 Injectietijd : 00:01:59

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 18:34:04
 29-04-2017 om 18:36:04
 00:05:32
 00:01:59

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.5	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	VlSt :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

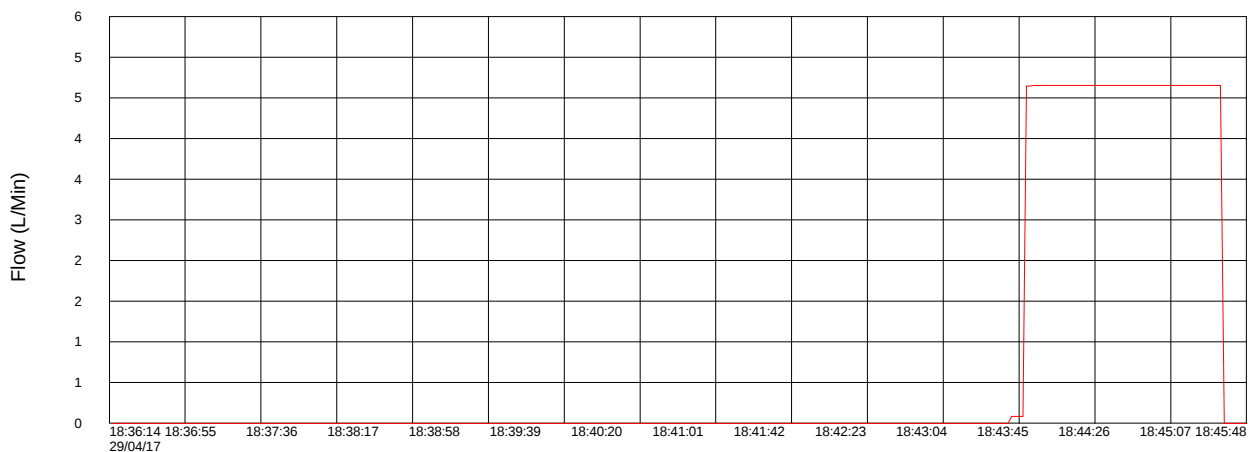
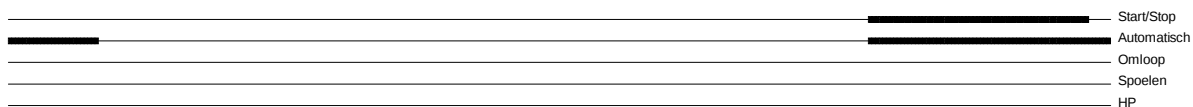
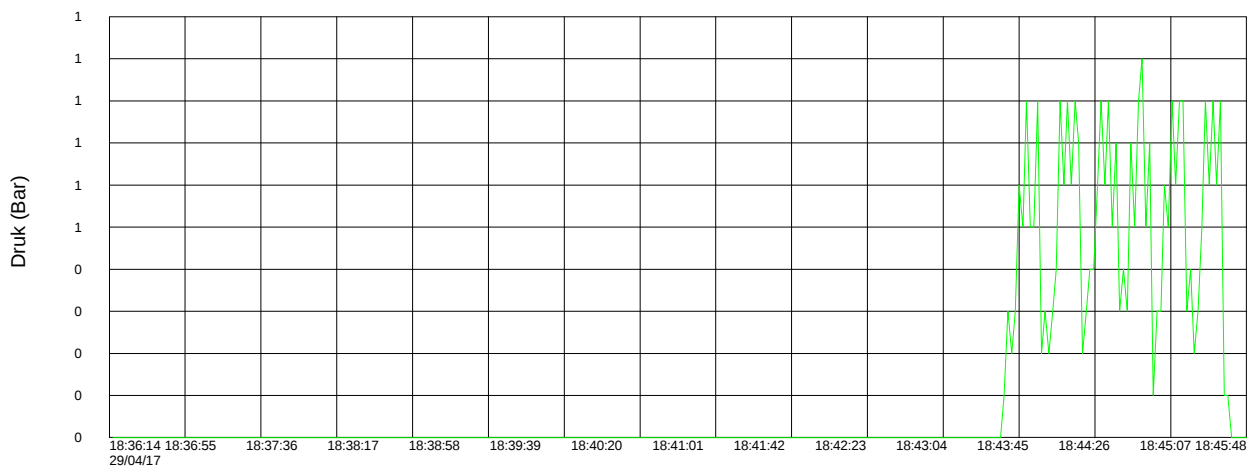
Lans 28

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 18:44:10
 Injectie einde : 29-04-2017 om 18:46:12
 Pompenlooptijd : 00:05:33
 Injectietijd : 00:02:00

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 18:44:10
 29-04-2017 om 18:46:12
 00:05:33
 00:02:00

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.5	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

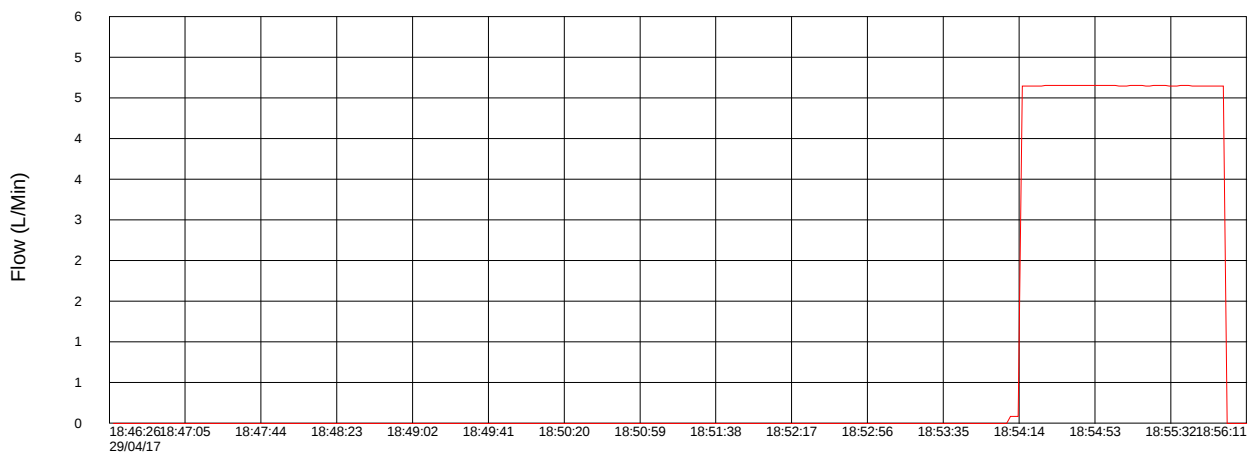
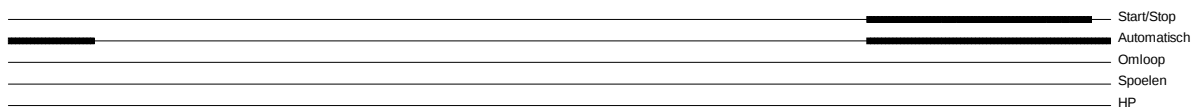
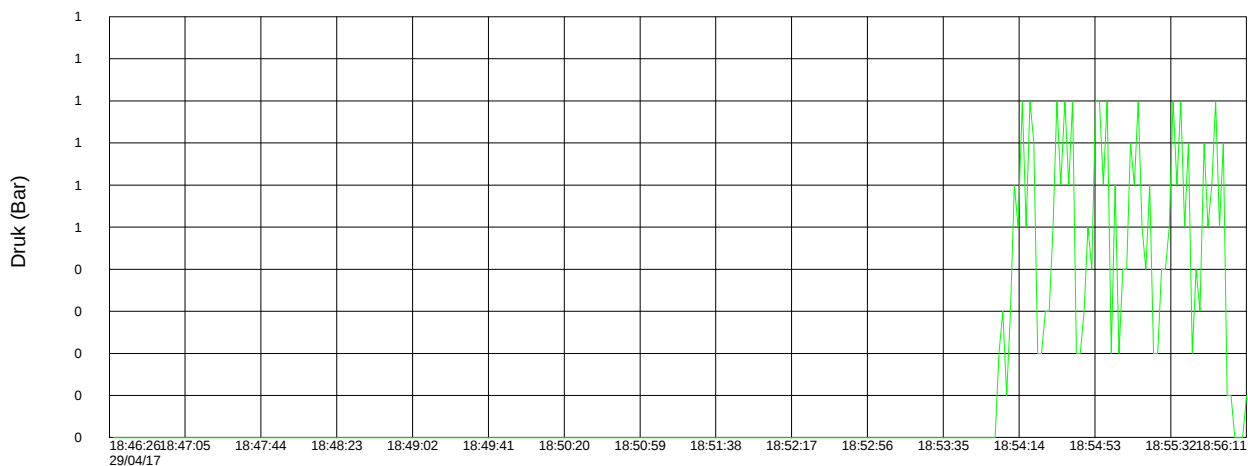
Lans 29

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 18:54:04
 Injectie einde : 29-04-2017 om 18:56:04
 Pompenlooptijd : 00:05:33
 Injectietijd : 00:02:00

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 18:54:04
 29-04-2017 om 18:56:04
 00:05:33
 00:02:00

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.5	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P 5 L_min

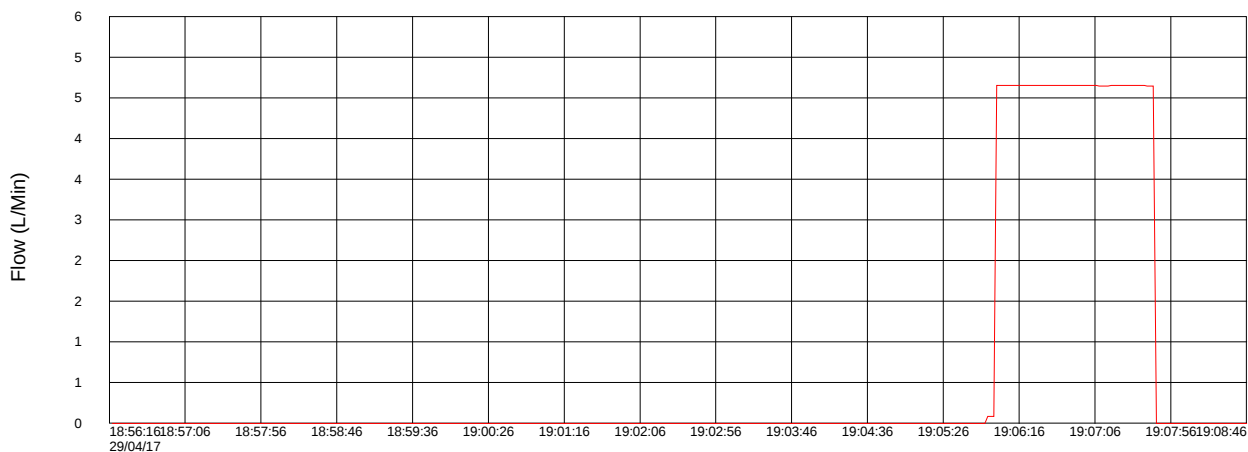
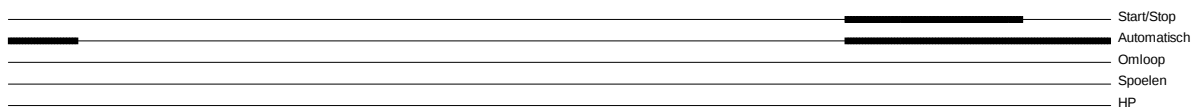
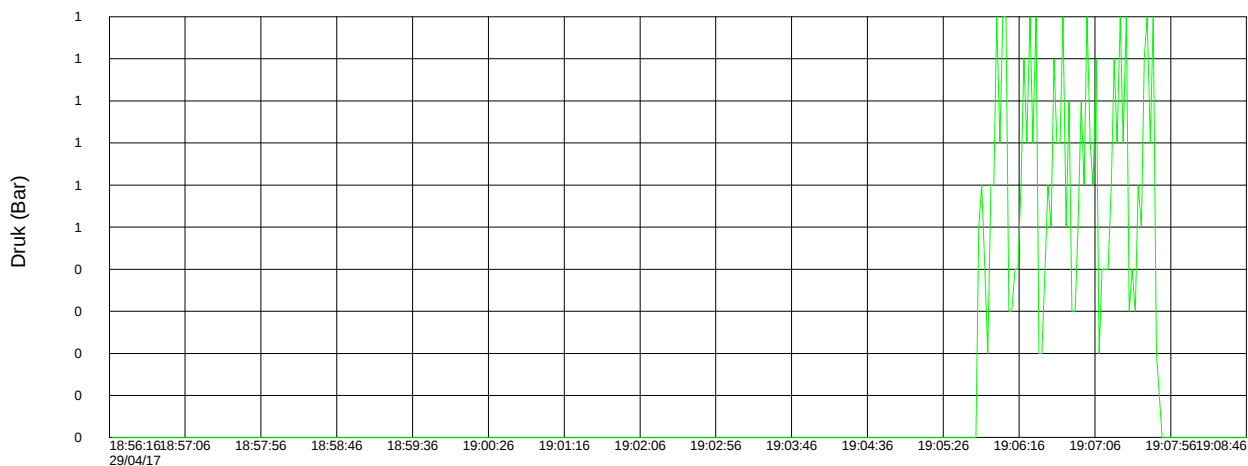
Lans 30

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 29-04-2017 om 19:05:50
 Injectie einde : 29-04-2017 om 19:07:52
 Pompenlooptijd : 00:05:32
 Injectietijd : 00:01:59

E&R
 E&R
 29-04-2017 om 19:05:50
 29-04-2017 om 19:07:52
 00:05:32
 00:01:59

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.6	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	4.3	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

Overzicht Drukproef 5 L/min beproeving 4**Algemeen**

Datum injectie:	28-4-2017
Datum meting:	1-5-2017
Starttijd:	15:19
Eindtijd:	17:35
Uithardingsduur:	72 uur

Project:

Horizontale bodemafsluiting door middel van waterglasinjectie

Basisgegevens

Oppervlak injectielaag	1492500 mm ²
Doorsnede jerrycan	690141 mm ²
Drukhoogte water:	1500 mm
Ingestelde liters per bol:	9 L
Beoogde boldoorsnede:	366 mm
Theoretisch porievolumen:	35 %
Kiptijd:	80 min

Meetgegevens

Startdatum meting	1-mei	1-mei	1-mei
Starttijd meting	15:19	16:04	16:50
Duur meting (s)	2560	2702	2861
Eindtijd meting	16:01	16:49	17:37
Einddatum meting	1-mei	1-mei	1-mei
Dikte injectielaag (mm)	265	265	265
Stijghoogte begin (mm)	3910	3910	3910
Stijghoogte eind (mm)	3860	3860	3860
zakking (mm)	50	50	50
Watertemperatuur (°C)	13	13	13

Berekeningen	i_b	H_0 (mm)	i_e	H_t (min)	h (mm)	A_s (mm ²)	A_m (mm ²)	t (s)	f_t	k_{10} (mm/s)	k_{10} (x10 ⁻⁷ m/s)
Meting 1	14.8	3910	14.6	3860	265	690141	1492500	2560	0.9244	0.0005695	5.69
Meting 2	14.8	3910	14.6	3860	265	690141	1492500	2702	0.9244	0.0005395	5.40
Meting 3	14.8	3910	14.6	3860	265	690141	1492500	2861	0.9244	0.0005096	5.10
Gemiddelde										0.0005395	5.40

Definities

i_b	verhang aan het begin van de meting
H_0	stijghoogte aan het begin van de meting, in mm
i_e	verhang aan het eind van de meting
H_t	stijghoogte aan het eind van de meting, in mm
h	proefstukhoogte, in mm
A_s	doorsnede van de totale stijgbuis, in mm ²
A_m	doorsnede proefstuk, in mm ²
t	doorstroomtijd, in s
f_t	temperatuurcorrectiefactor
k_{10}	waterdoorlatendheidscoëfficiënt

Bouwkuip

Berekeningen	k_{10} (x10 ⁻⁷ m)	$l=\Delta H/L$	bouwput 100m ²	bouwput 400m ²
Meting 1	5.69	5	1.0 M ³ /h	4.1 M ³ /h
Meting 2	5.40	5	1.0 M ³ /h	3.9 M ³ /h
Meting 3	5.10	5	0.9 M ³ /h	3.7 M ³ /h
Gemiddelde	5.40	5	1.0 M ³ /h	3.9 M ³ /h

Grondwaterstands verschil binnen en buiten de bouwkuip 5 meter
Laagdikte injectielaag 1m

Waarnemingen

Tijdens aanbrengen injectieslangen: 26-04-2017		
		Metten verdichting voor het aanbrengen van de injectieslangen. Aflezing manometer: 7,5, wat resulteert in een gronddruk van ongeveer 0,59 Mpa.
Tijdens injectie: 28-04-2017		
		Op deze foto is het grondpakket tijdens de injectie te zien. Bij injectie van punt 22 wordt het zandpakket wat uit elkaar gedrukt.

	Op deze foto is injectiepunt 30 te zien. Ook hier wordt het grondpakket wat uit elkaar gedrukt.
Tijdens opgraven injectielaag: 03-05-2017	
	De injectielaag ligt iets hol, met kleine gaten/holletjes.
	De hoek t.p.v. de bollen 29-13-23 komt ver omhoog, dit is te relateren aan de injectievolgorde.

	Het opgetilde zandpakket t.p.v. injectiepunt 22 is weer terug in oorspronkelijke positie, wel is de structuur veranderd.
	Injectiepunt 17: tijdens injectie is een grote piekdruk waargenomen. Op de foto blijkt dat het injectiepuntje verkeerd is aangebracht in de injectieslang.
	De laatste proef met overdruk onder de laag. De laag is voldoende sterk waardoor deze volledig opgetild wordt.

BIJLAGE K: BEPROEVING 5

Behorend bij onderzoek:
Horizontale bodemafluiting doormiddel van waterglasinjectie

CRUX Engineering B.V.
B&P Bodeminjectie

Robin Gerssen
Edward van de Werfhorst
Status
Versie
Printdatum

S1067036
S1074510
Definitief
23-05-2017
2-6-2017



Inhoud

Injectiepatroon	2
Injectie gegevens	2
Berekeningen	2
Waarnemingen	3

1

2

3

4

A

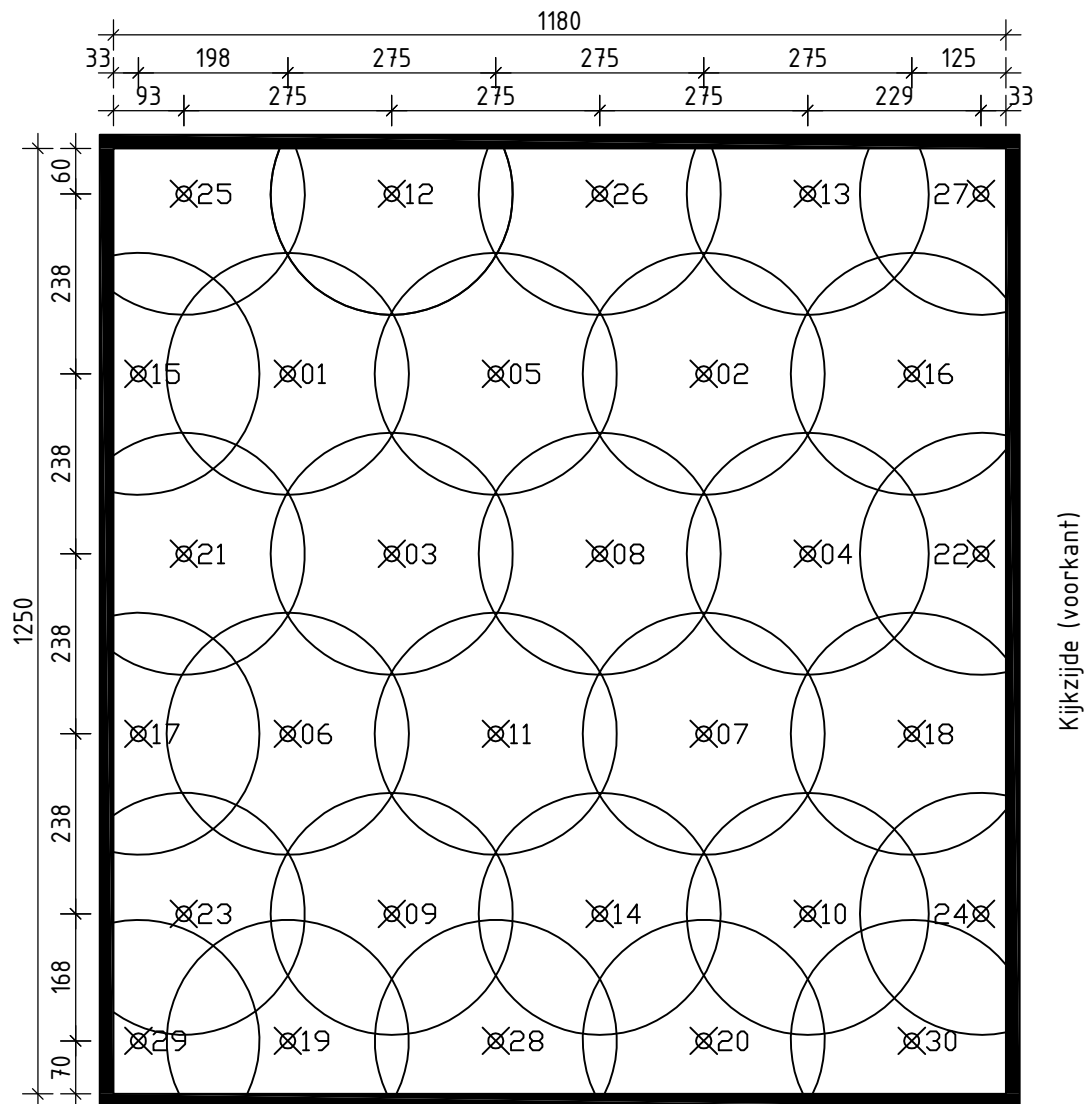
B

C

D

E

F



B&P Bodeminjectie B.V.	Injectie-Rapport SG-1.3
B_P Drukproef 8 L_min	

Lans	Manchet	Fase	Datum	Tijd (uu:mm:ss)	Druk (Bar)	Flow (L/Min)	Setpoint (L)	Totaal (L)	Cumulatief (L)
1/1	1	9	10-05-2017	00:00:00	0.00	7.26	9.50	0.00	0.00
1/1	1	10	09-05-2017	00:00:00	0.00	6.75	9.50	0.00	
1/01	1	1	09-05-2017	00:01:14	0.83	6.62	9.50	9.80	
1/02	1	1	09-05-2017	00:01:14	0.95	7.18	9.50	9.30	
1/03	1	1	09-05-2017	00:01:14	0.91	7.00	9.50	9.30	
1/04	1	1	09-05-2017	00:01:14	0.87	6.80	9.50	9.80	
1/05	1	1	09-05-2017	00:01:14	0.94	6.98	9.50	9.30	
1/06	1	1	09-05-2017	00:01:14	0.92	6.80	9.50	9.80	
1/07	1	1	09-05-2017	00:01:14	0.93	6.63	9.50	9.80	
1/08	1	1	09-05-2017	00:01:15	1.02	6.98	9.50	9.30	
1/09	1	1	09-05-2017	00:01:14	0.96	6.83	9.50	9.80	
1/10	1	1	09-05-2017	00:01:15	0.92	6.80	9.50	9.80	
1/11	1	1	09-05-2017	00:01:14	1.04	7.19	9.50	9.30	
1/12	1	1	09-05-2017	00:01:13	0.91	6.65	9.50	9.80	
1/13	1	1	09-05-2017	00:01:14	0.89	7.19	9.50	9.30	
1/14	1	1	09-05-2017	00:01:15	0.90	6.80	9.50	9.80	
1/15	1	1	09-05-2017	00:01:14	0.89	6.60	9.50	9.80	
1/16	1	1	09-05-2017	00:01:15	0.96	6.77	9.50	9.80	
1/17	1	1	09-05-2017	00:01:15	0.94	6.80	9.50	9.80	
1/18	1	1	09-05-2017	00:01:14	1.06	6.80	9.50	9.80	
1/19	1	1	09-05-2017	00:01:14	0.92	6.97	9.50	9.80	
1/20	1	1	09-05-2017	00:01:15	0.95	6.60	9.50	9.80	
1/21	1	1	09-05-2017	00:01:15	0.92	6.60	9.50	9.80	
1/22	1	1	09-05-2017	00:01:14	0.94	6.77	9.50	9.80	
1/23	1	1	09-05-2017	00:01:15	0.91	6.60	9.50	9.80	
1/24	1	1	09-05-2017	00:01:15	0.95	6.77	9.50	9.80	
1/25	1	1	09-05-2017	00:01:15	0.96	6.60	9.50	9.80	
1/26	1	1	09-05-2017	00:01:15	0.97	6.77	9.50	9.80	
1/27	1	1	09-05-2017	00:01:14	0.97	6.80	9.50	9.80	
1/28	1	1	09-05-2017	00:01:15	1.04	6.77	9.50	9.80	
1/29	1	1	09-05-2017	00:01:14	1.02	6.97	9.50	9.80	
1/30	1	1	10-05-2017	00:01:15	0.96	6.60	9.50	9.80	
			Totaal	00:37:12			304.00	291.00	

Opmerkingen

Opdrachtgever

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Datum

Handtekening

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

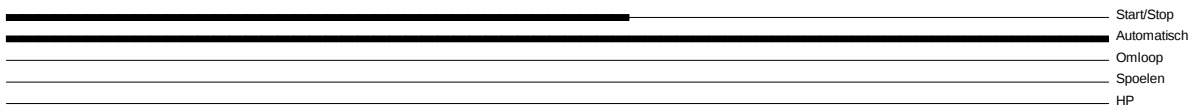
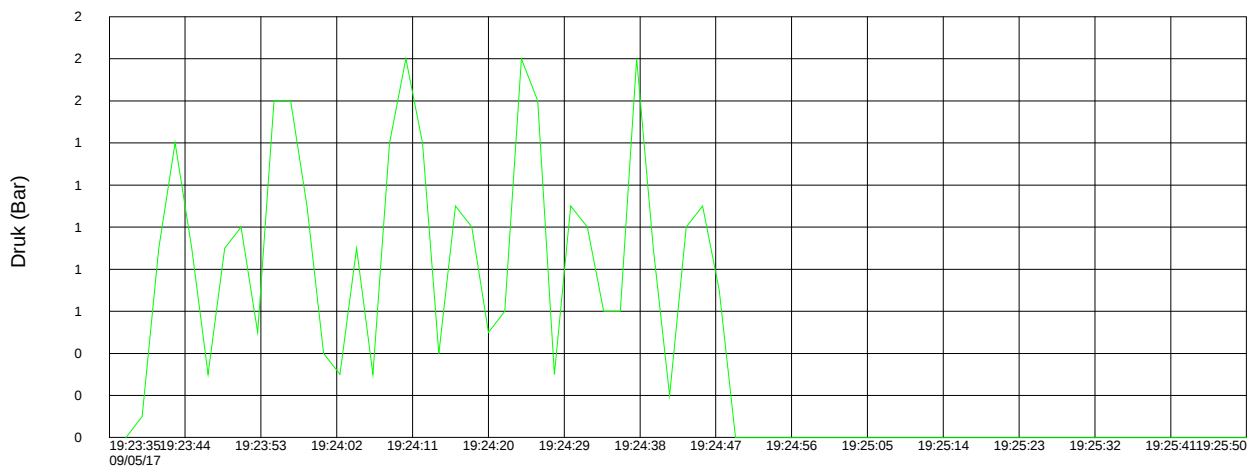
Lans 01

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 19:23:35
 Injectie einde : 09-05-2017 om 19:24:53
 Pompenlooptijd : 00:02:58
 Injectietijd : 00:01:14

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 19:23:35
 09-05-2017 om 19:24:53
 00:02:58
 00:01:14

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.8	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	6.6	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

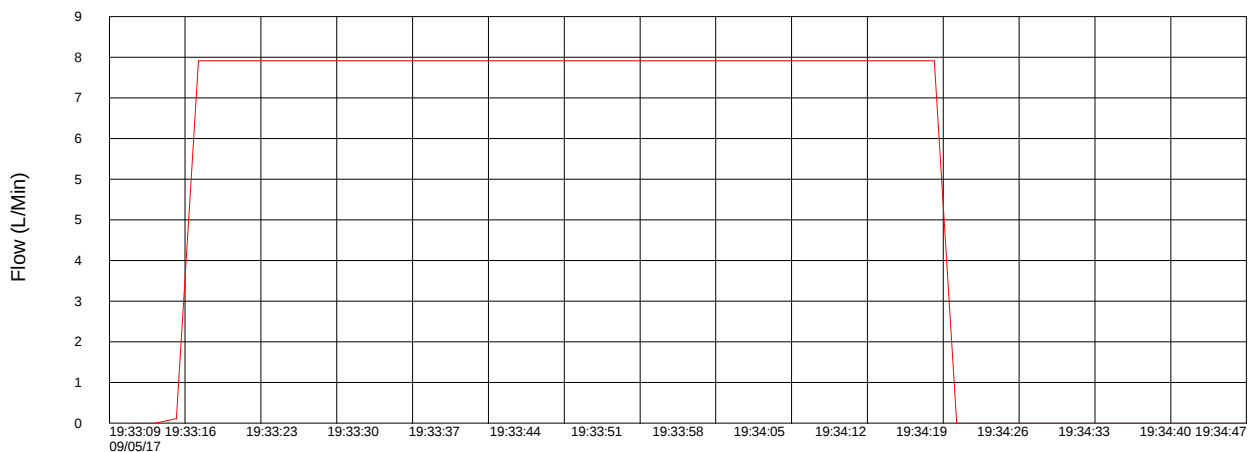
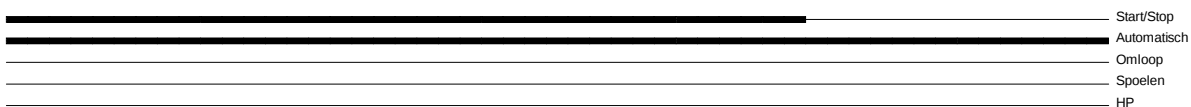
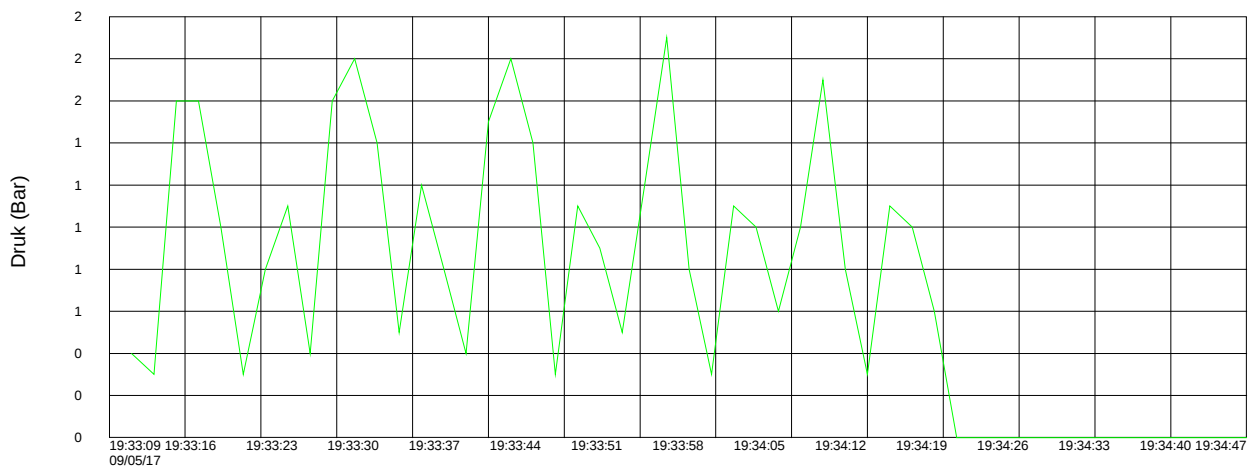
Lans 02

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 19:33:09
 Injectie einde : 09-05-2017 om 19:34:23
 Pompenlooptijd : 00:02:58
 Injectietijd : 00:01:14

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 19:33:09
 09-05-2017 om 19:34:23
 00:02:58
 00:01:14

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.9	VRest:	0.2
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	7.2	Vlst :	9.3



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

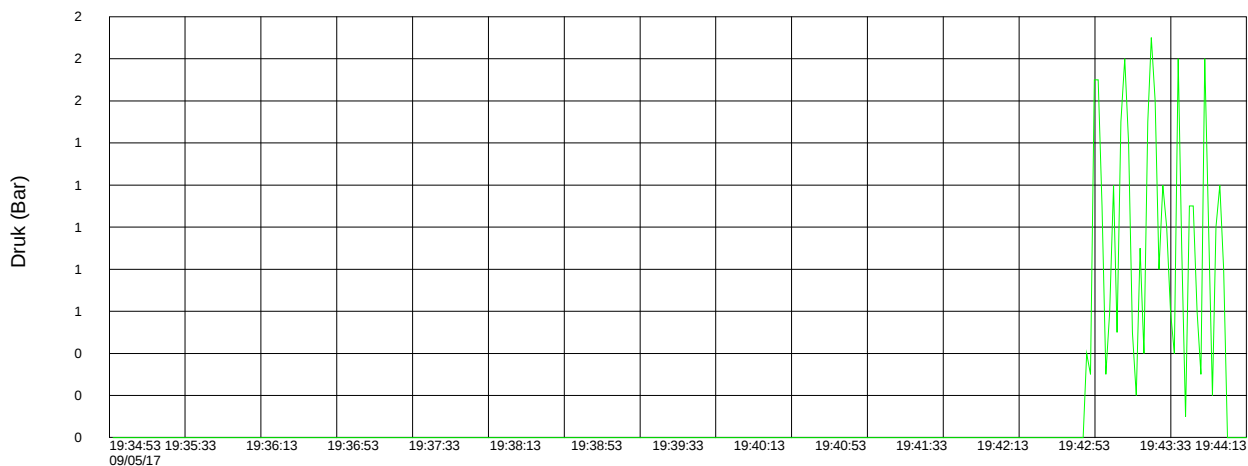
Lans 03

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

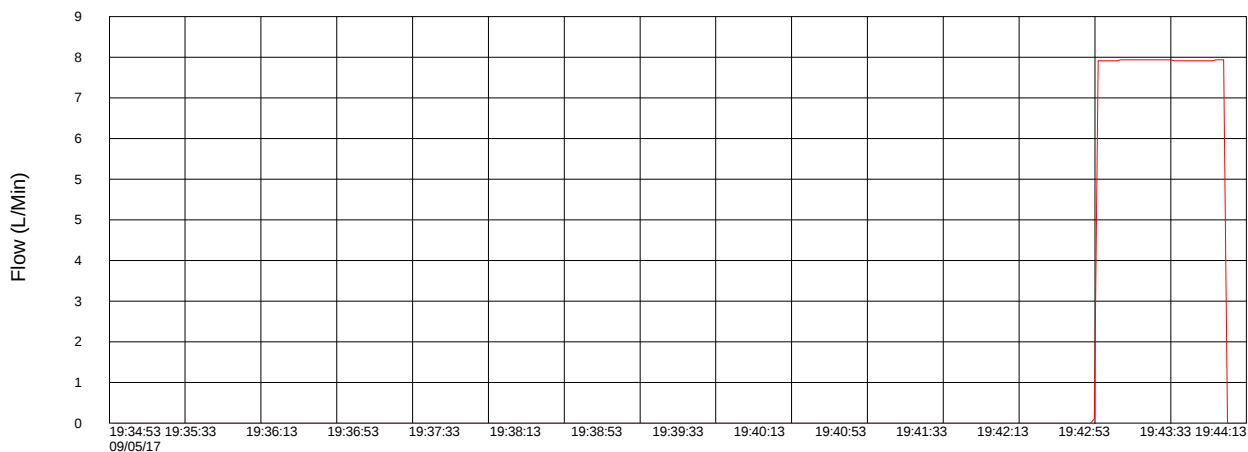
Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 19:43:23
 Injectie einde : 09-05-2017 om 19:44:39
 Pompenlooptijd : 00:02:58
 Injectietijd : 00:01:14

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 19:43:23
 09-05-2017 om 19:44:39
 00:02:58
 00:01:14

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.9	VRest:	0.2
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	7.0	VlSt :	9.3



Start/Stop
 Automatisch
 Omloop
 Spoelen
 HP



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

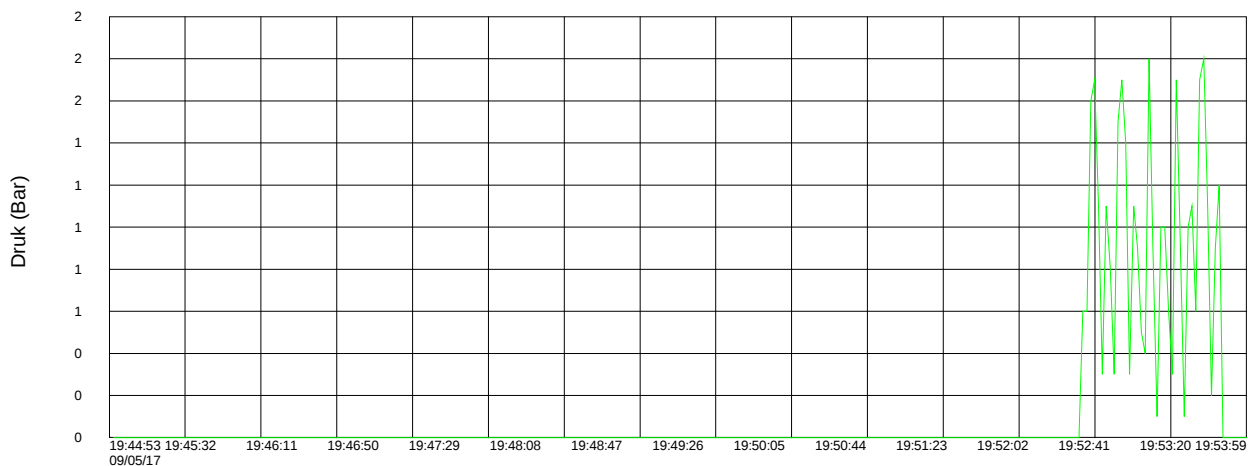
Lans 04

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

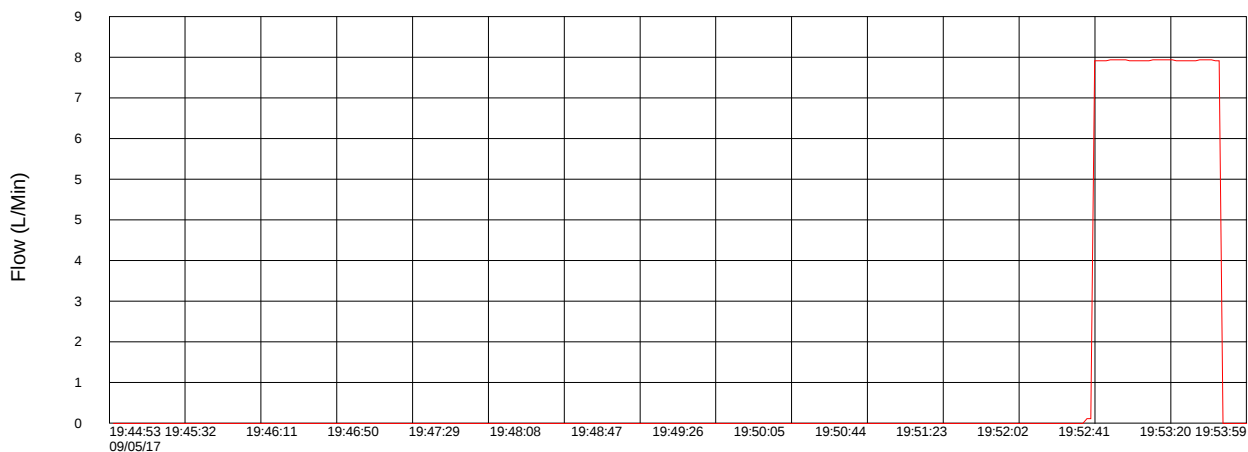
Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 19:53:09
 Injectie einde : 09-05-2017 om 19:54:25
 Pompenlooptijd : 00:02:58
 Injectietijd : 00:01:14

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 19:53:09
 09-05-2017 om 19:54:25
 00:02:58
 00:01:14

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.9	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	6.8	VlSt :	9.8



Start/Stop
 Automatisch
 Omloop
 Spoelen
 HP



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

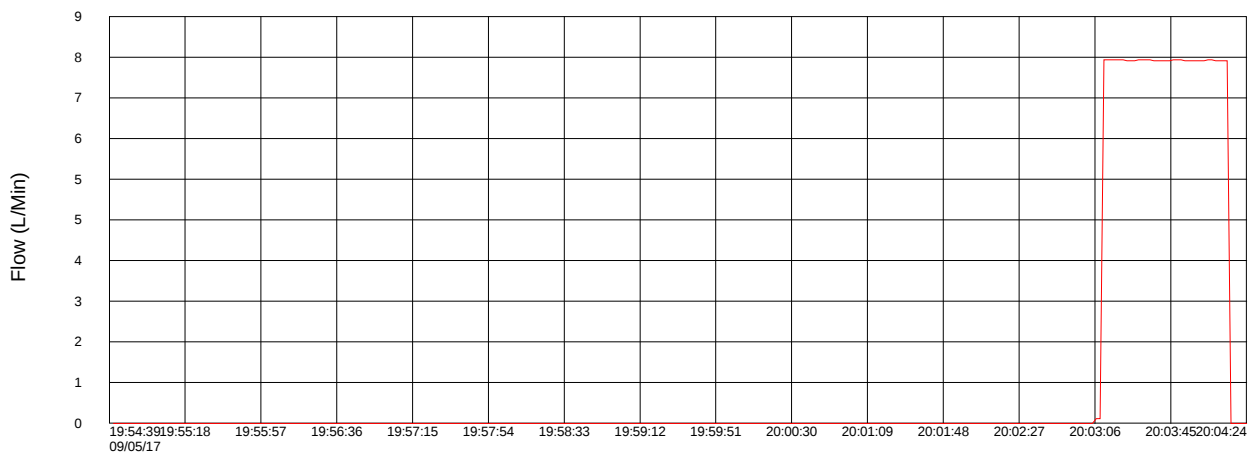
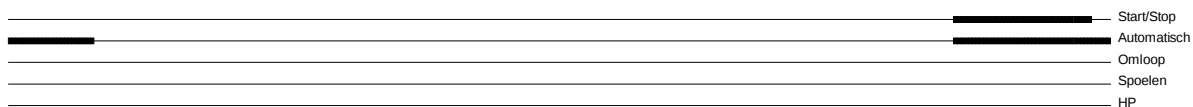
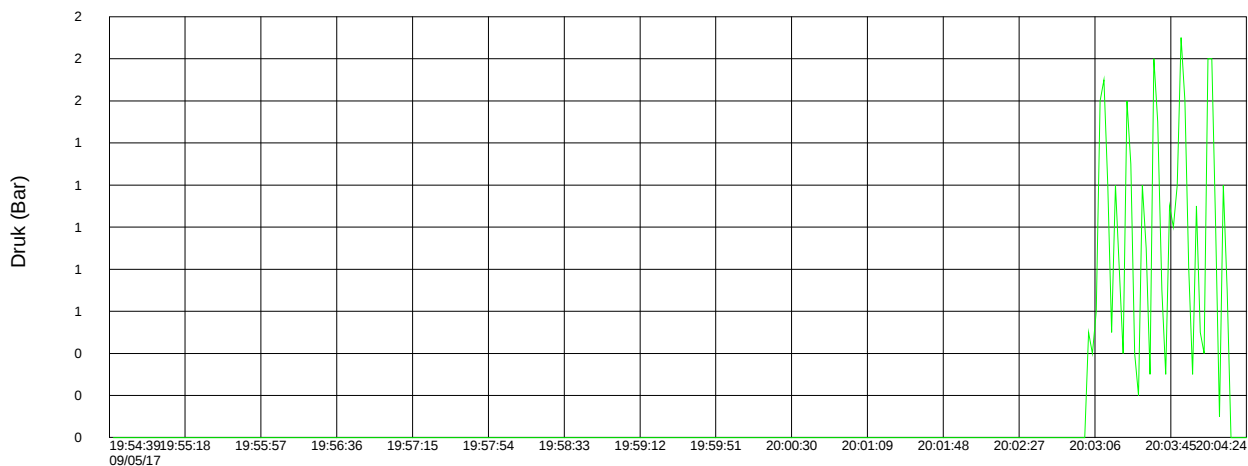
Lans 05

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 20:03:05
 Injectie einde : 09-05-2017 om 20:04:19
 Pompenlooptijd : 00:02:58
 Injectietijd : 00:01:14

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 20:03:05
 09-05-2017 om 20:04:19
 00:02:58
 00:01:14

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.9	VRest:	0.2
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	7.0	Vlst :	9.3



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

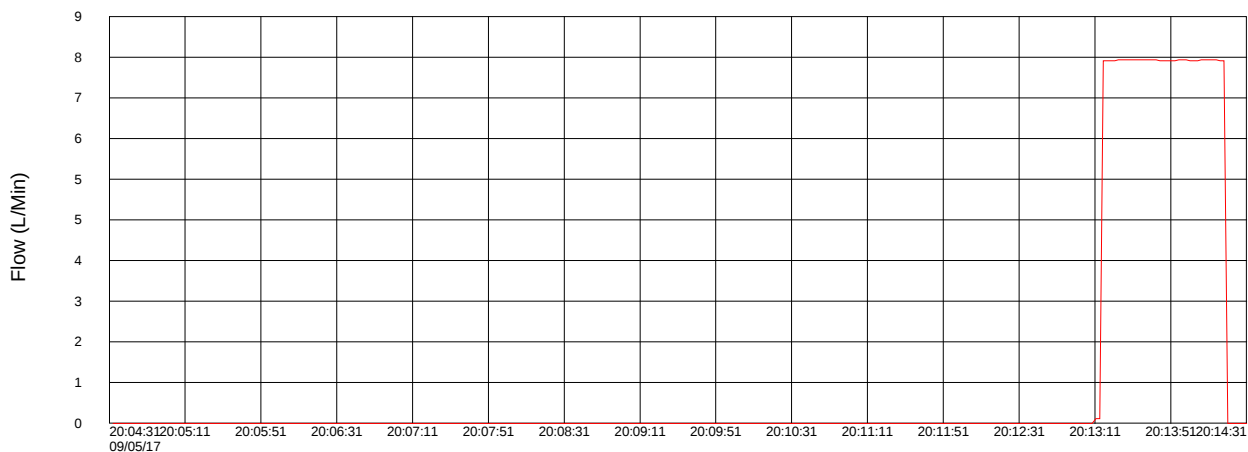
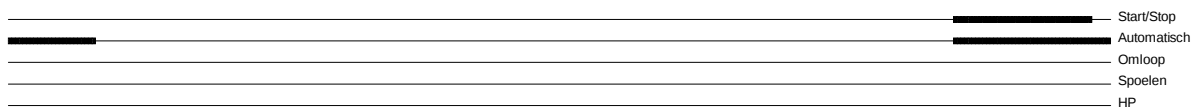
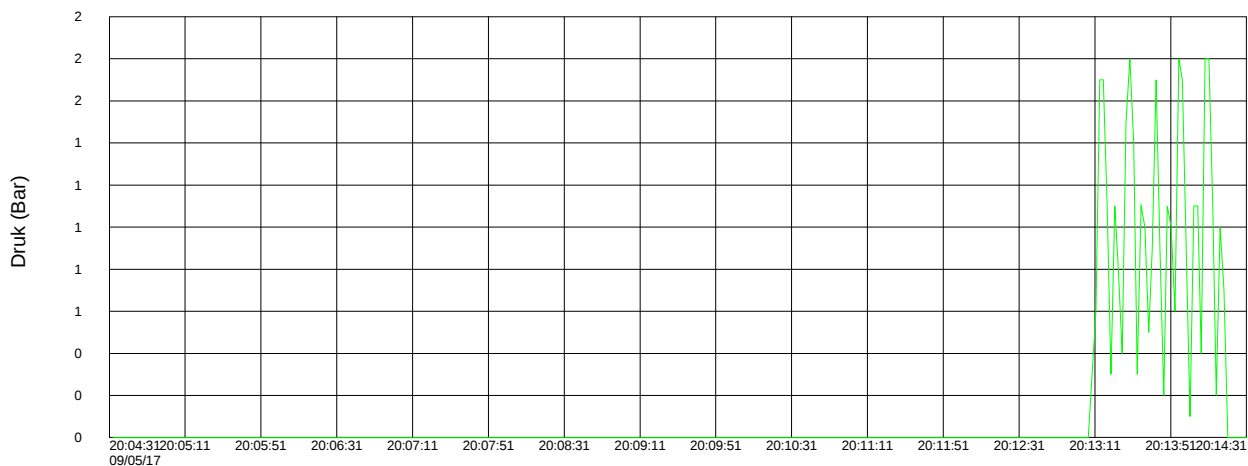
B_P Drukproef 8 L_min

Lans 06

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman : E&R
 Ploeg : E&R
 Injectie start : 09-05-2017 om 20:13:09
 Injectie einde : 09-05-2017 om 20:14:25
 Pompenlooptijd : 00:02:58
 Injectietijd : 00:01:14

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.9	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	6.8	VlSt :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

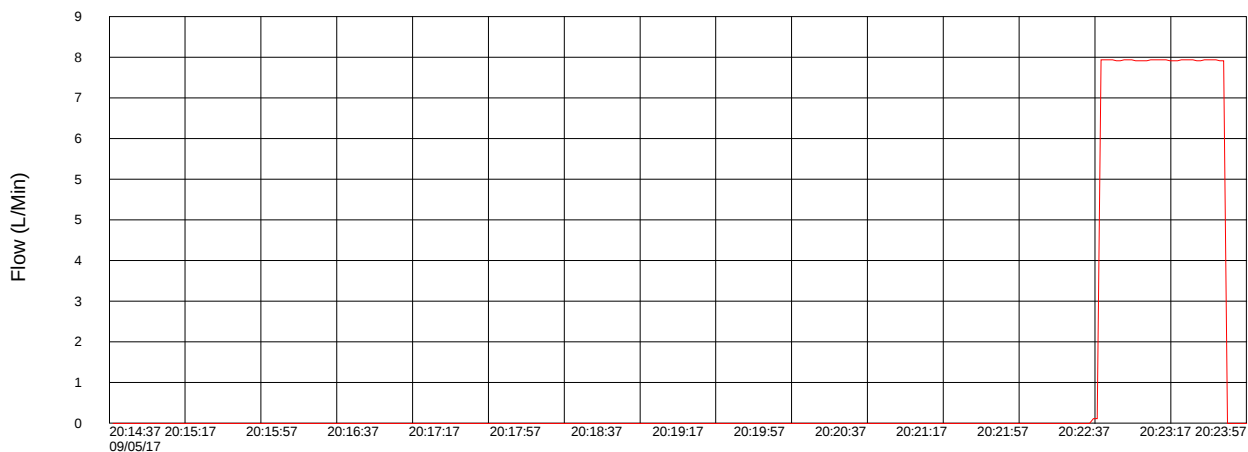
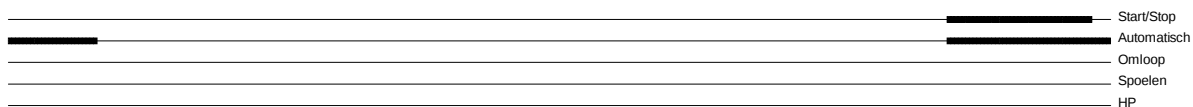
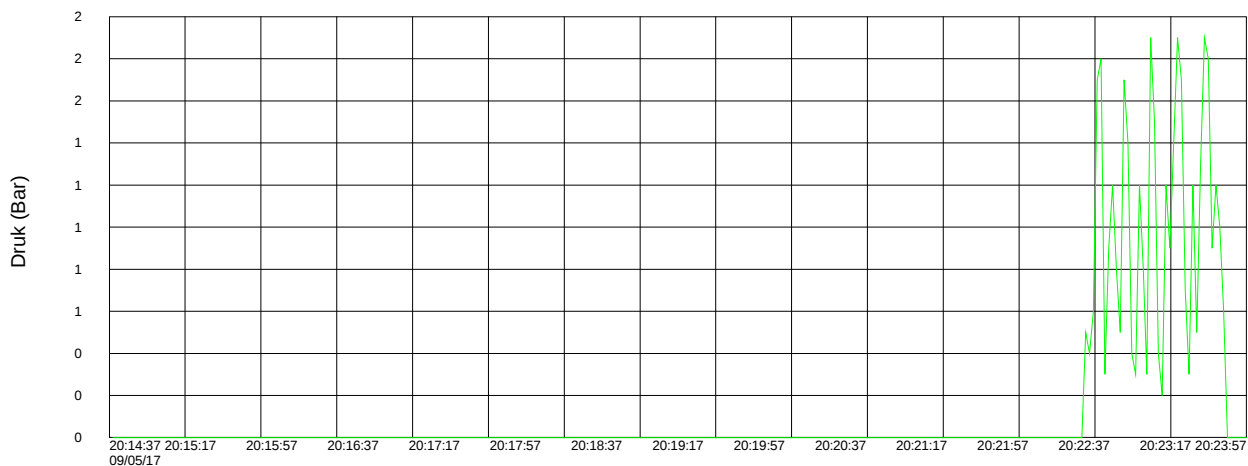
Lans 07

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 20:23:03
 Injectie einde : 09-05-2017 om 20:24:21
 Pompenlooptijd : 00:02:58
 Injectietijd : 00:01:14

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 20:23:03
 09-05-2017 om 20:24:21
 00:02:58
 00:01:14

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.9	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	6.6	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

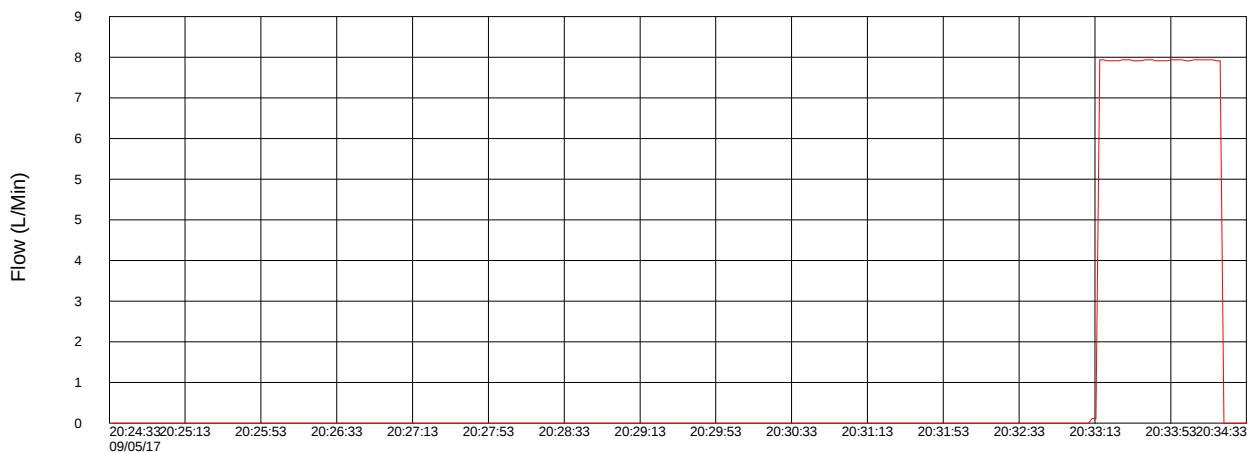
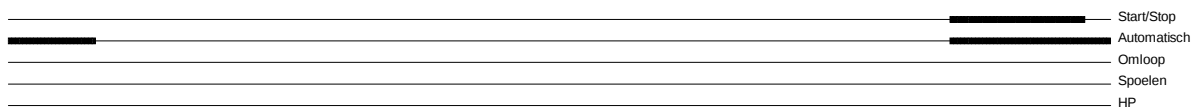
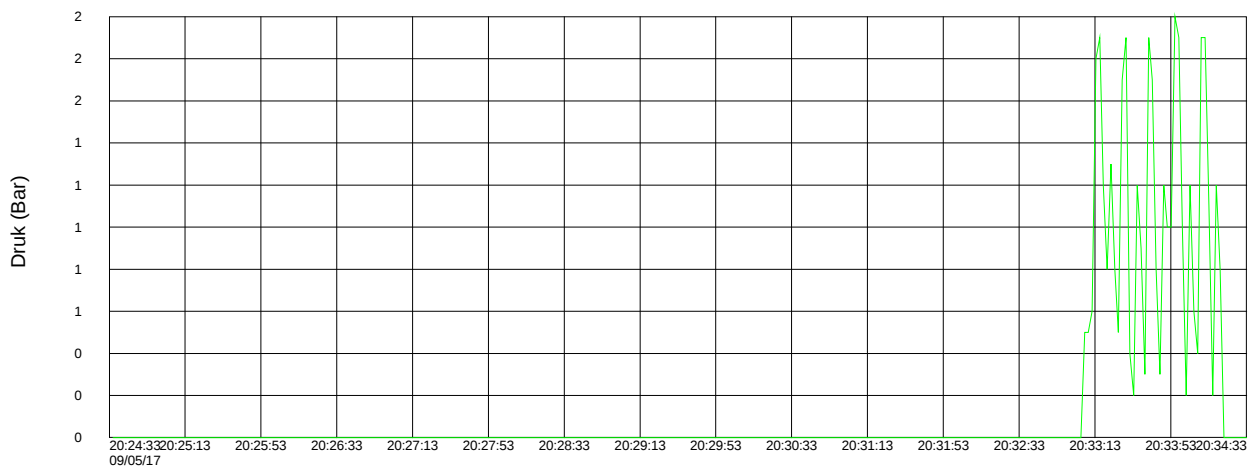
Lans 08

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 20:33:09
 Injectie einde : 09-05-2017 om 20:34:23
 Pompenlooptijd : 00:02:59
 Injectietijd : 00:01:15

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 20:33:09
 09-05-2017 om 20:34:23
 00:02:59
 00:01:15

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	1.0	VRest:	0.2
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	7.0	Vlst :	9.3



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

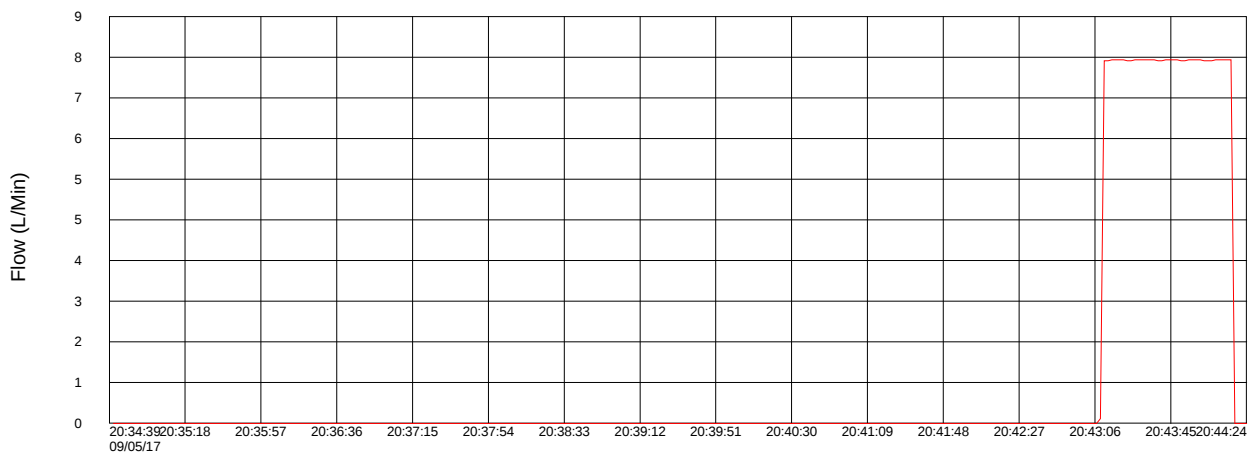
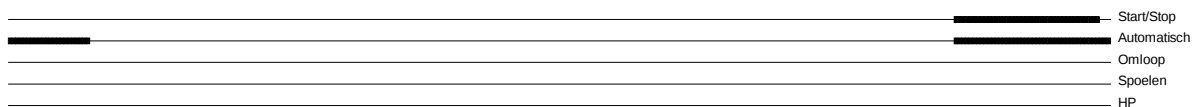
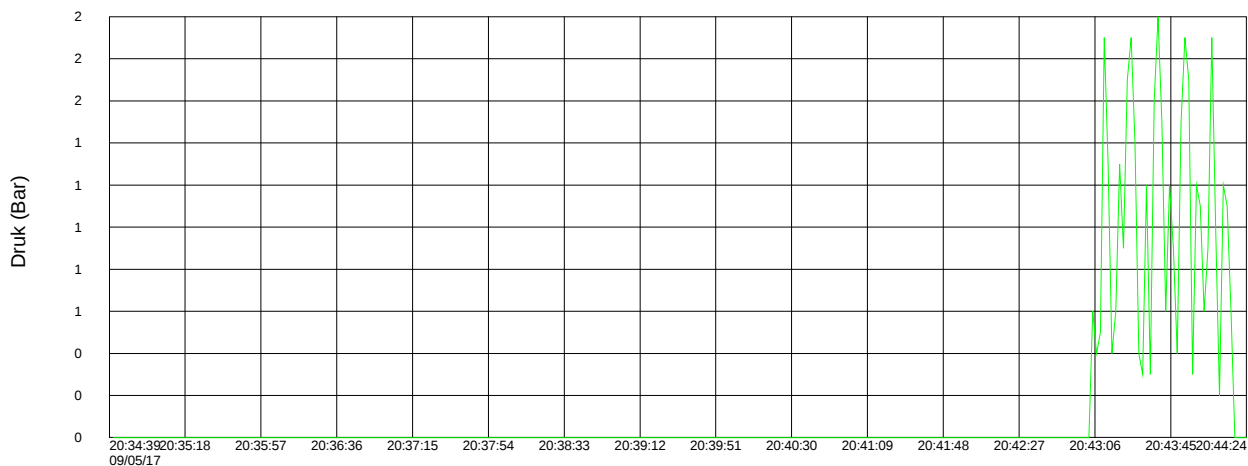
Lans 09

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 20:43:07
 Injectie einde : 09-05-2017 om 20:44:25
 Pompenlooptijd : 00:02:58
 Injectietijd : 00:01:14

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 20:43:07
 09-05-2017 om 20:44:25
 00:02:58
 00:01:14

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	1.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	6.8	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

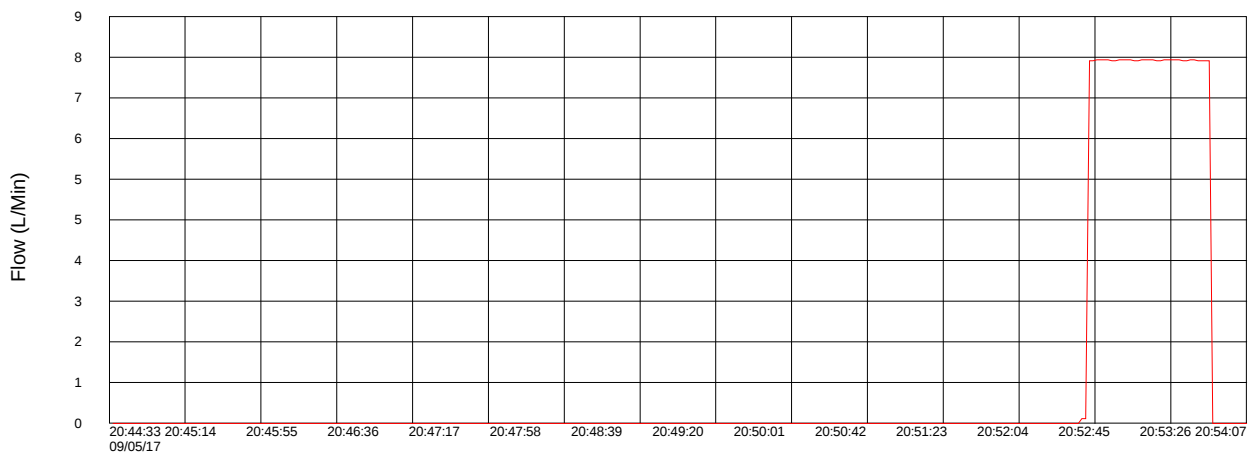
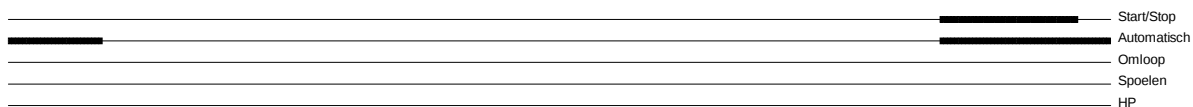
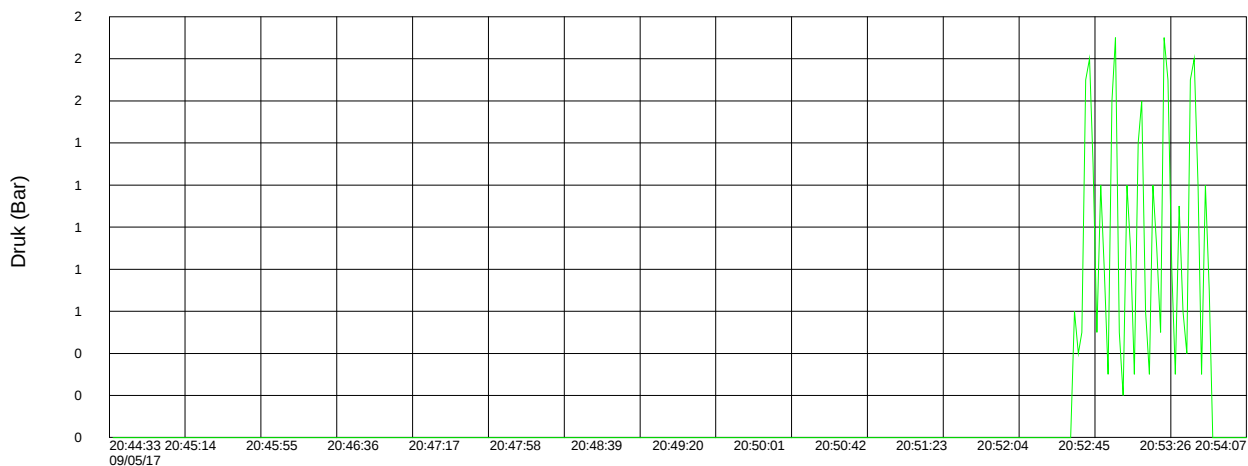
Lans 10

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 20:53:07
 Injectie einde : 09-05-2017 om 20:54:23
 Pompenlooptijd : 00:02:59
 Injectietijd : 00:01:15

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 20:53:07
 09-05-2017 om 20:54:23
 00:02:59
 00:01:15

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.9	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	6.8	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

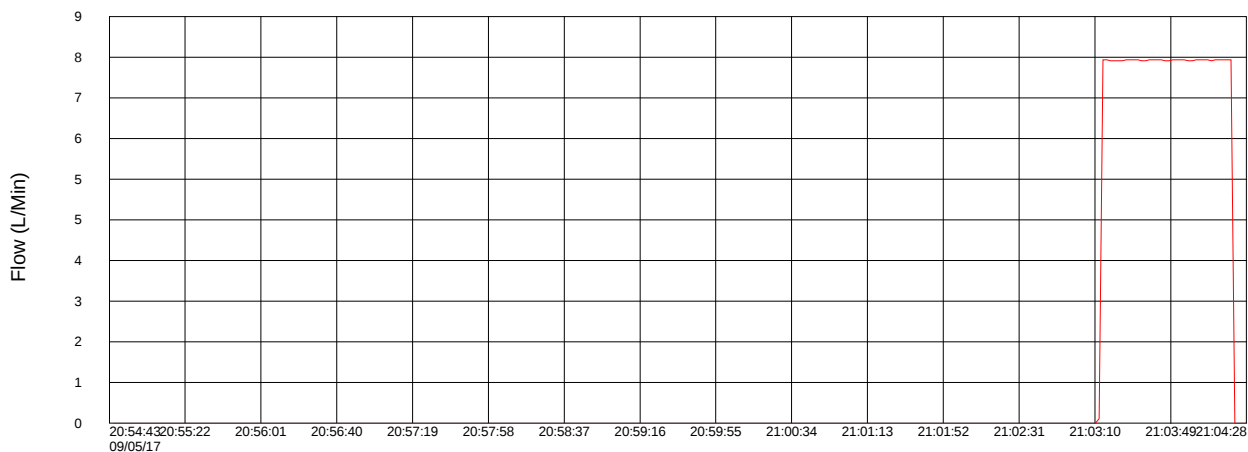
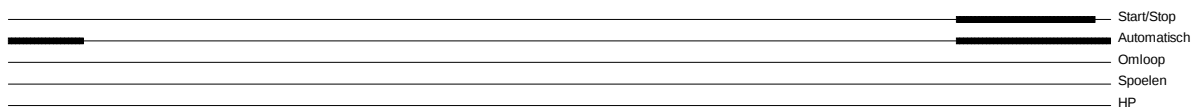
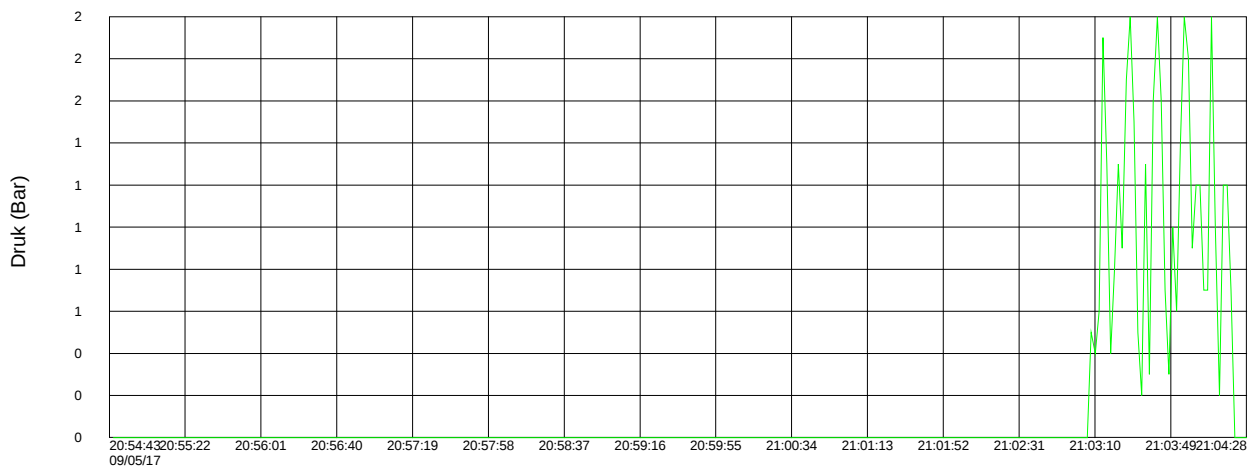
B_P Drukproef 8 L_min

Lans 11

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman : E&R
 Ploeg : E&R
 Injectie start : 09-05-2017 om 21:03:07
 Injectie einde : 09-05-2017 om 21:04:21
 Pompenlooptijd : 00:02:58
 Injectietijd : 00:01:14

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	1.0	VRest:	0.2
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	7.2	Vlst :	9.3



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

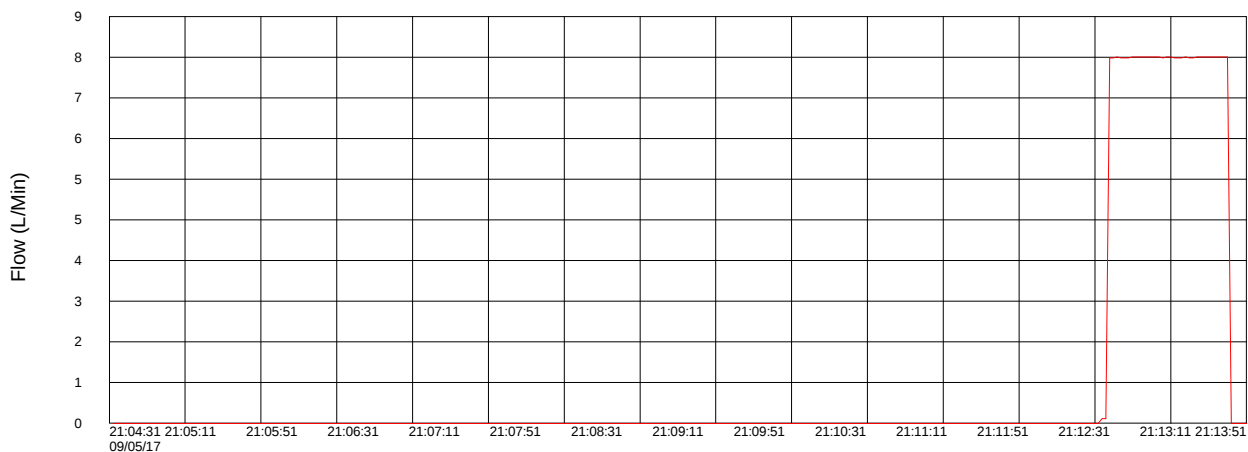
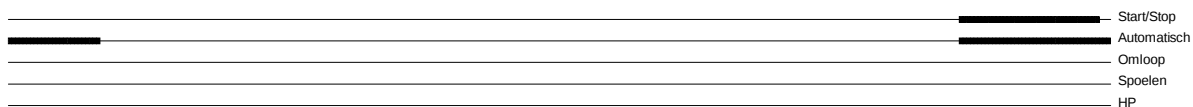
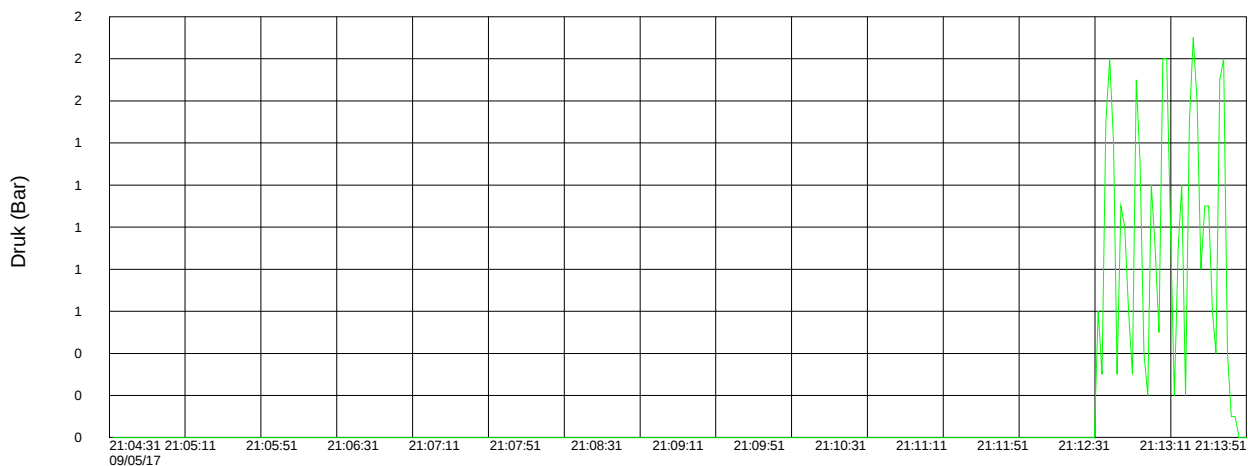
Lans 12

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 21:13:07
 Injectie einde : 09-05-2017 om 21:14:23
 Pompenlooptijd : 00:02:57
 Injectietijd : 00:01:13

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 21:13:07
 09-05-2017 om 21:14:23
 00:02:57
 00:01:13

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.9	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	6.6	VlSt :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

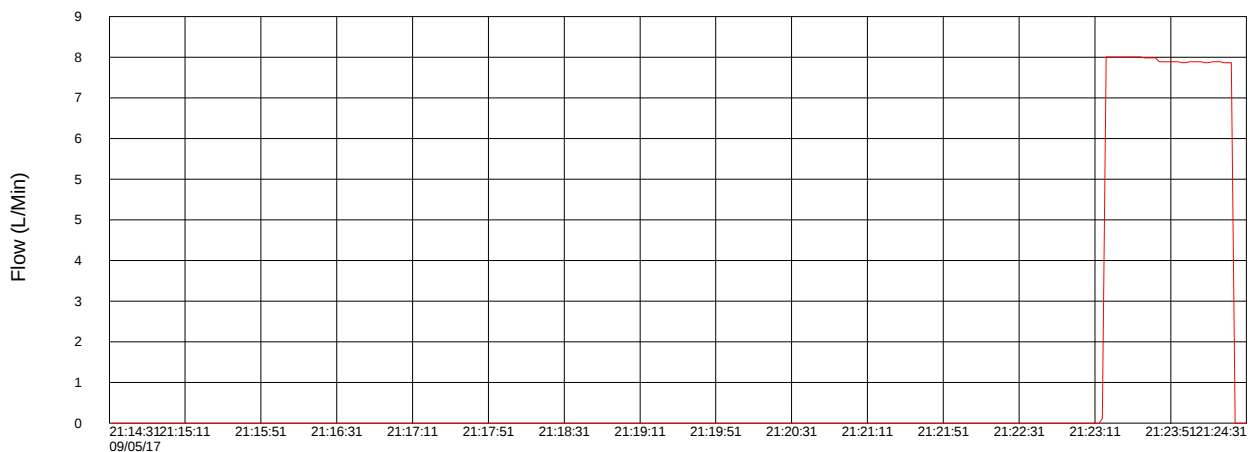
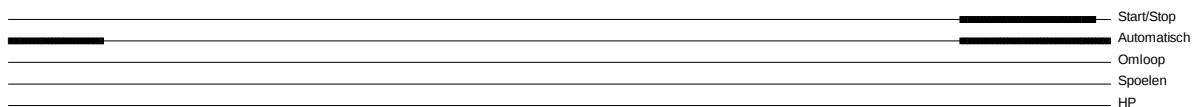
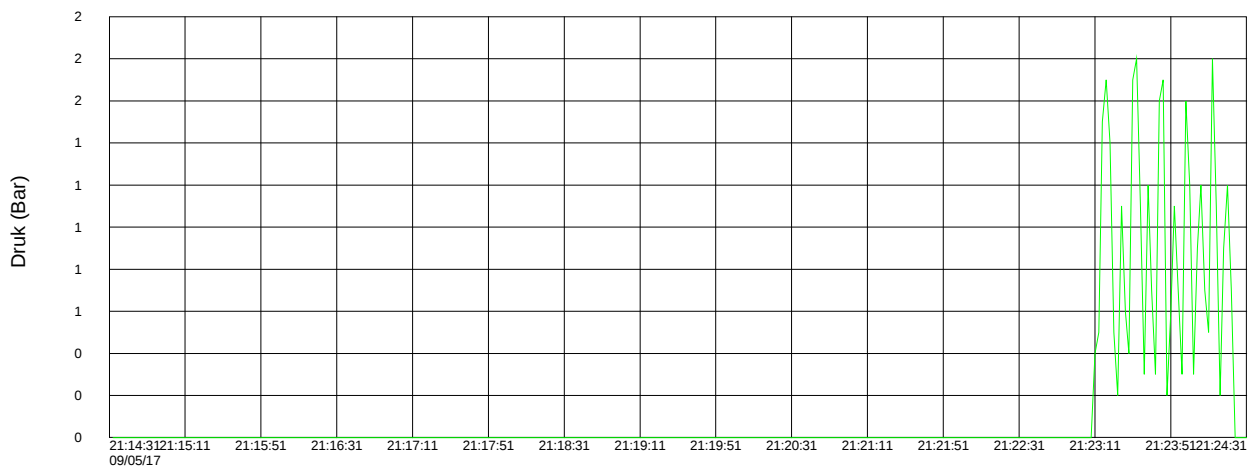
Lans 13

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 21:23:09
 Injectie einde : 09-05-2017 om 21:24:23
 Pompenlooptijd : 00:02:58
 Injectietijd : 00:01:14

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 21:23:09
 09-05-2017 om 21:24:23
 00:02:58
 00:01:14

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.9	VRest:	0.2
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	7.2	Vlst :	9.3



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

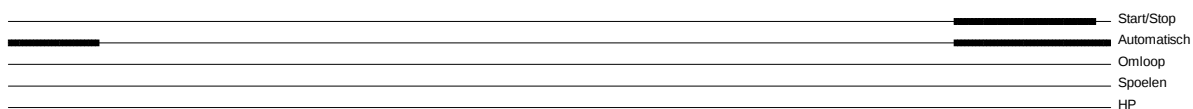
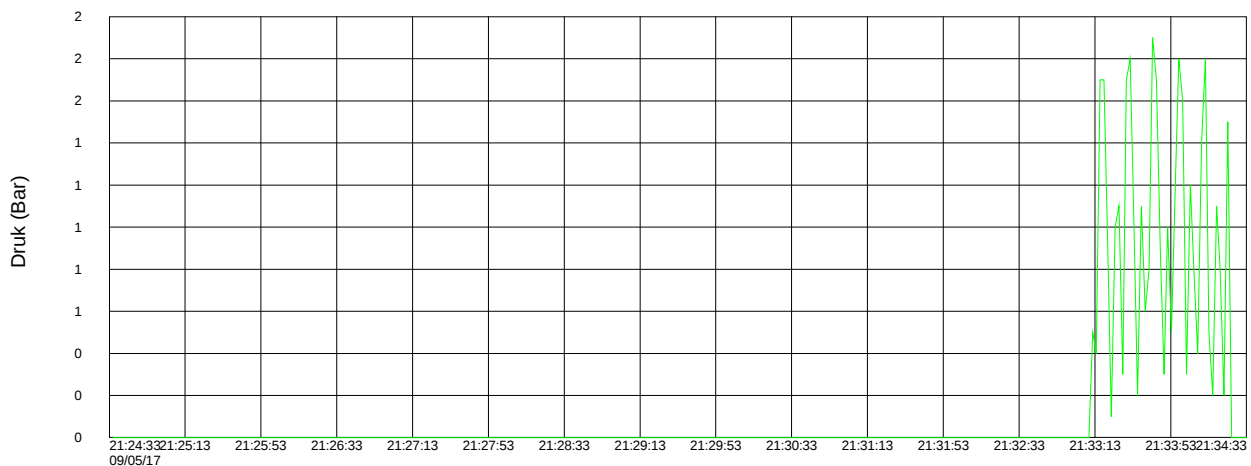
Lans 14

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 21:33:13
 Injectie einde : 09-05-2017 om 21:34:31
 Pompenlooptijd : 00:02:59
 Injectietijd : 00:01:15

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 21:33:13
 09-05-2017 om 21:34:31
 00:02:59
 00:01:15

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.9	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	6.8	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

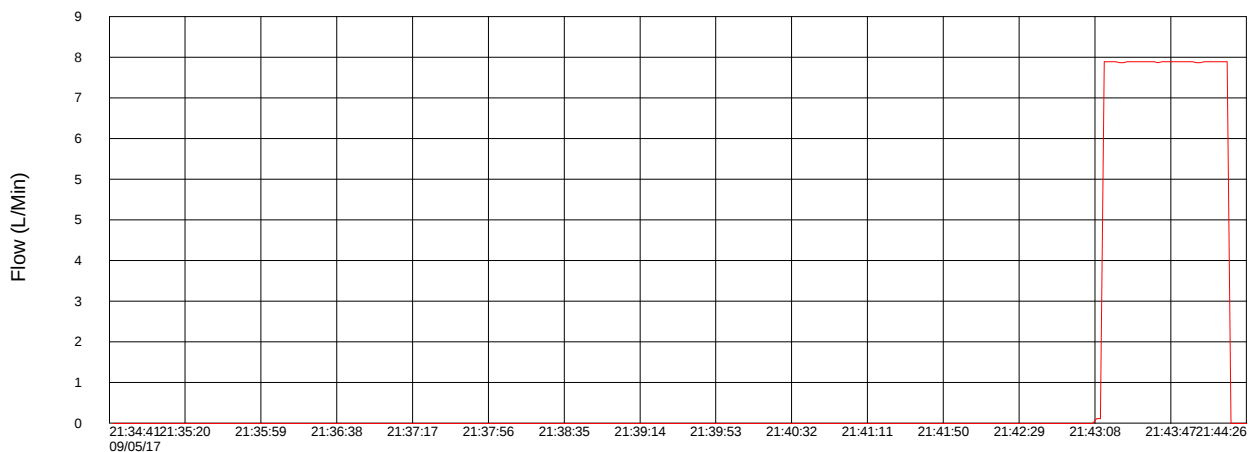
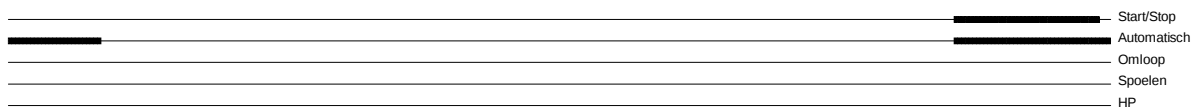
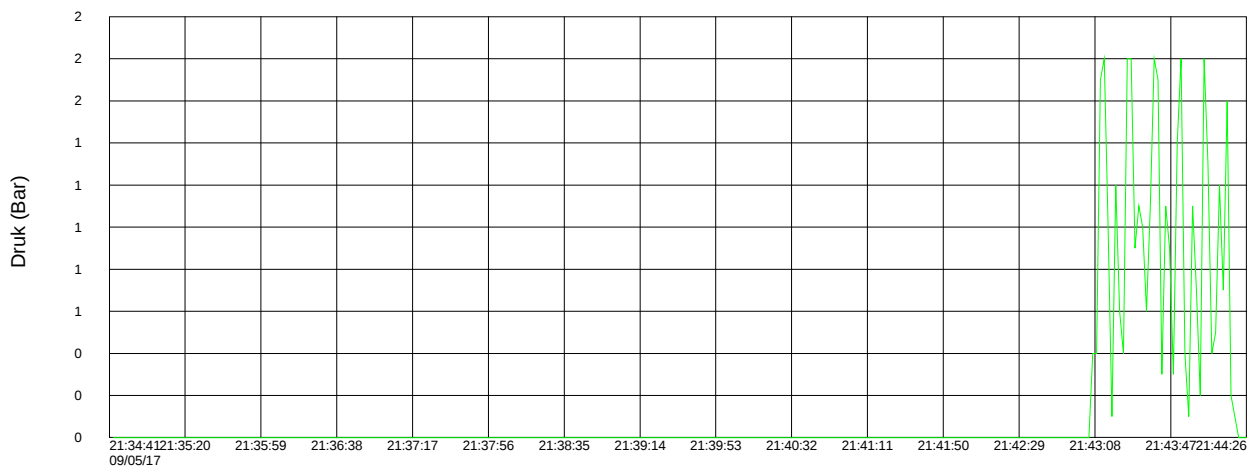
Lans 15

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 21:43:09
 Injectie einde : 09-05-2017 om 21:44:27
 Pompenlooptijd : 00:02:58
 Injectietijd : 00:01:14

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 21:43:09
 09-05-2017 om 21:44:27
 00:02:58
 00:01:14

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.9	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	6.6	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Datum

Handtekening

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

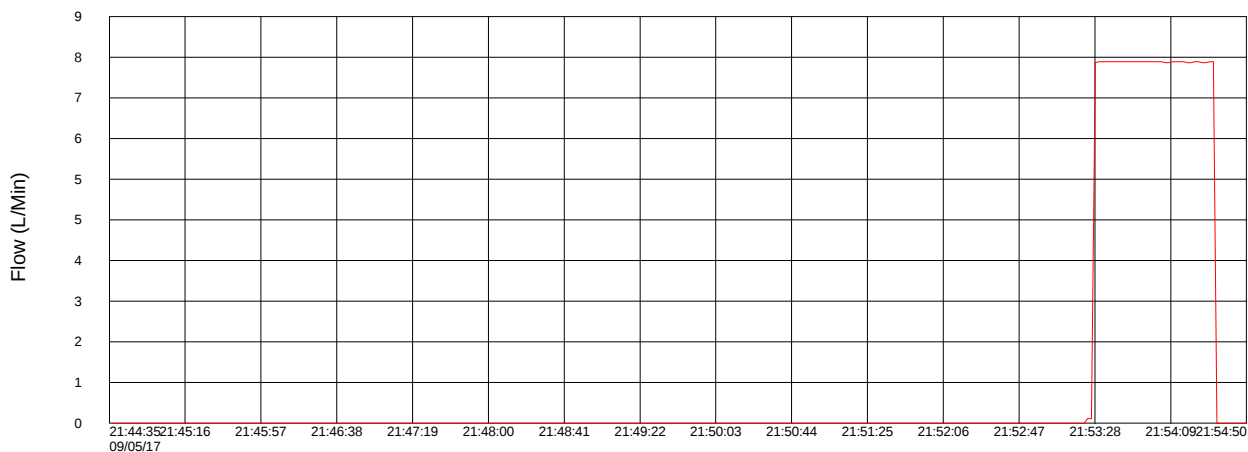
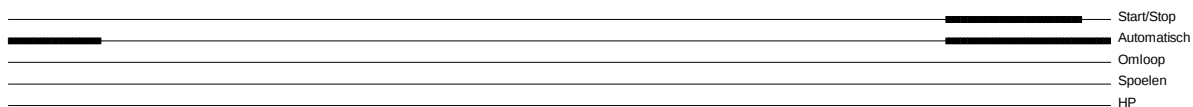
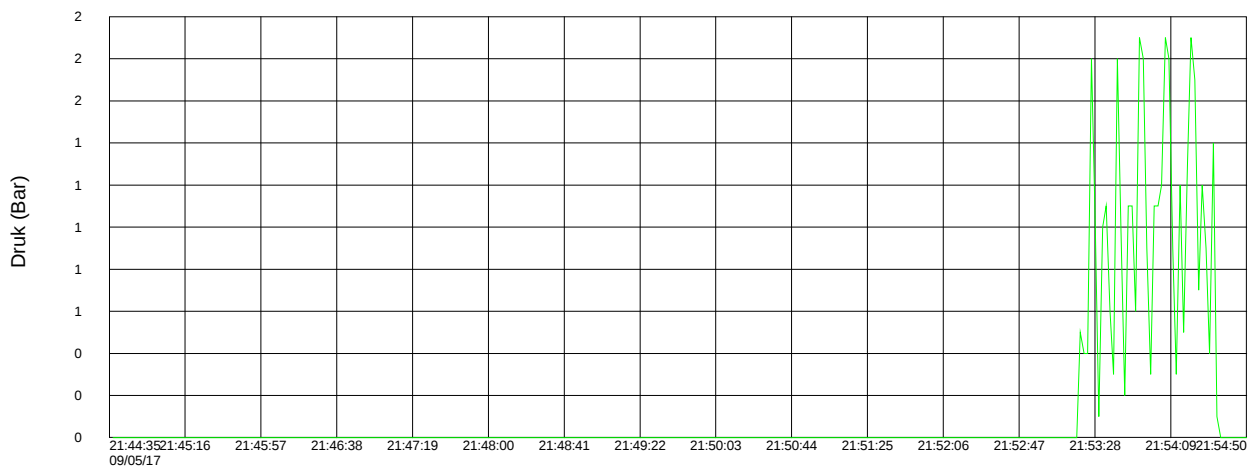
Lans 16

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 21:53:19
 Injectie einde : 09-05-2017 om 21:54:35
 Pompenlooptijd : 00:02:59
 Injectietijd : 00:01:15

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 21:53:19
 09-05-2017 om 21:54:35
 00:02:59
 00:01:15

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	1.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	6.8	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

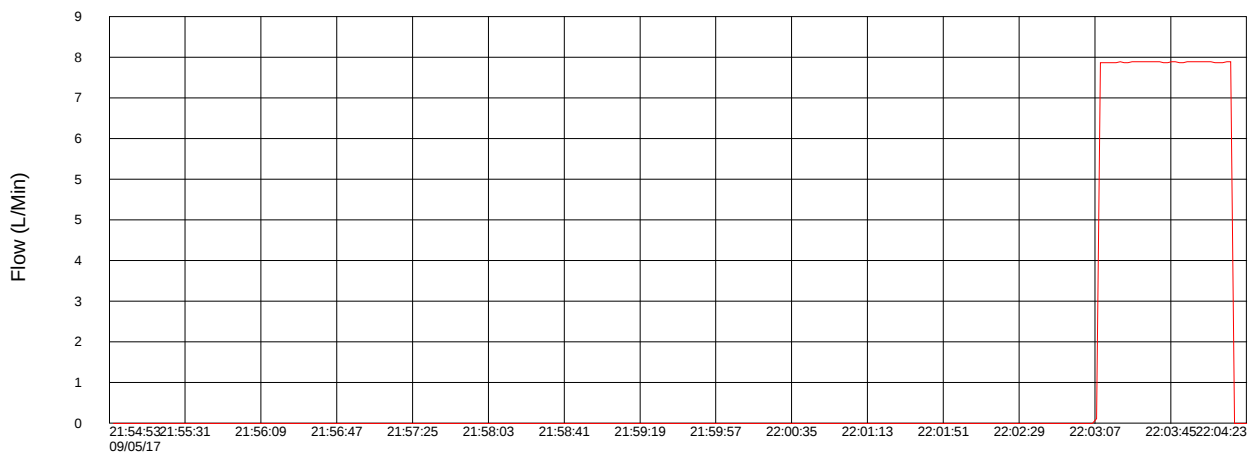
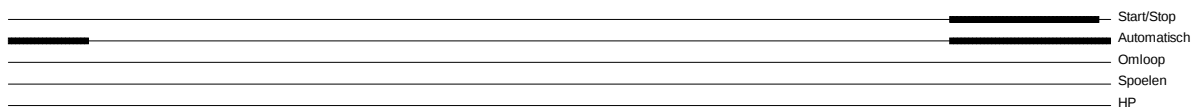
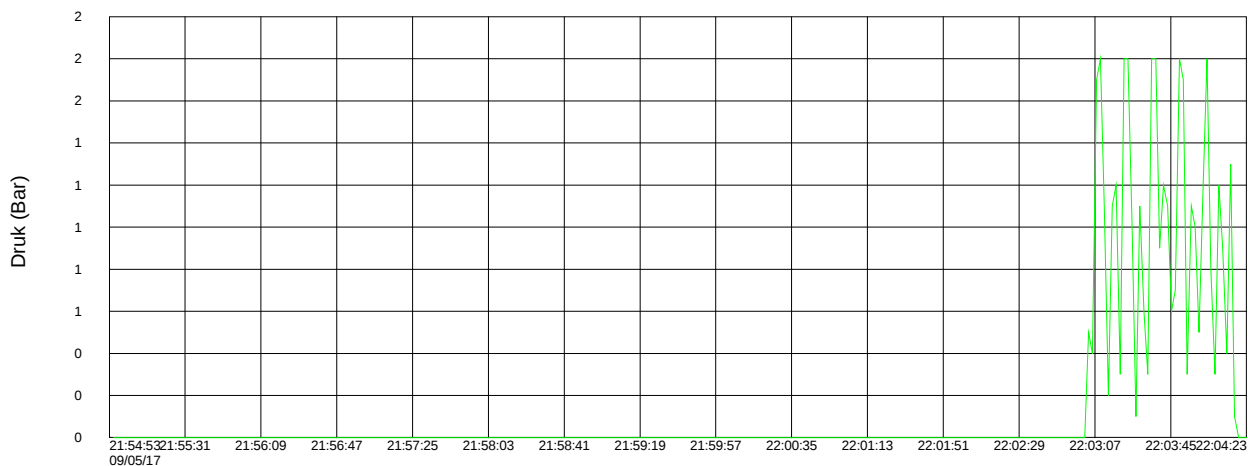
Lans 17

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 22:03:05
 Injectie einde : 09-05-2017 om 22:04:23
 Pompenlooptijd : 00:02:59
 Injectietijd : 00:01:15

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 22:03:05
 09-05-2017 om 22:04:23
 00:02:59
 00:01:15

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.9	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	6.8	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

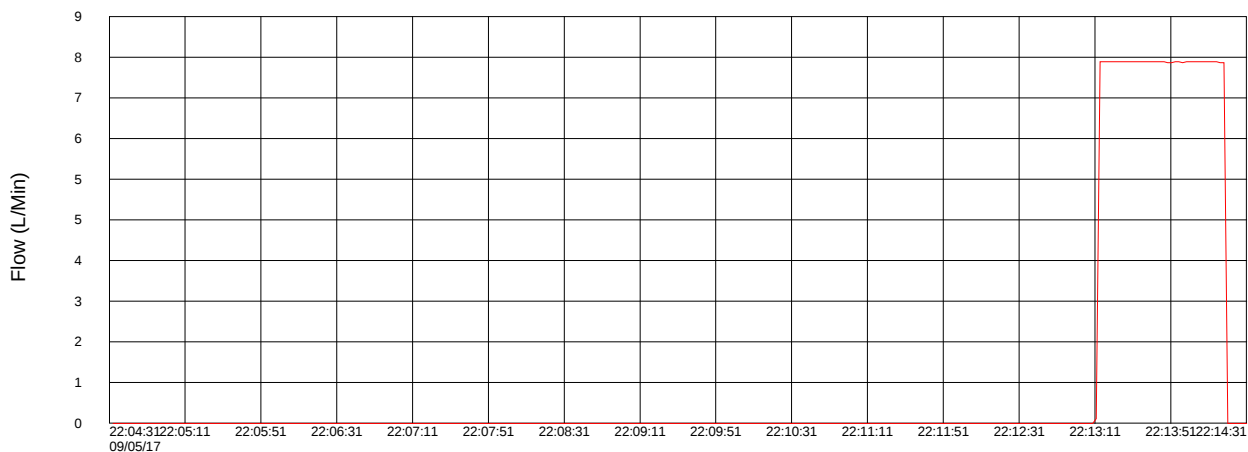
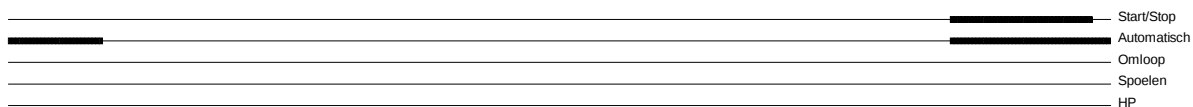
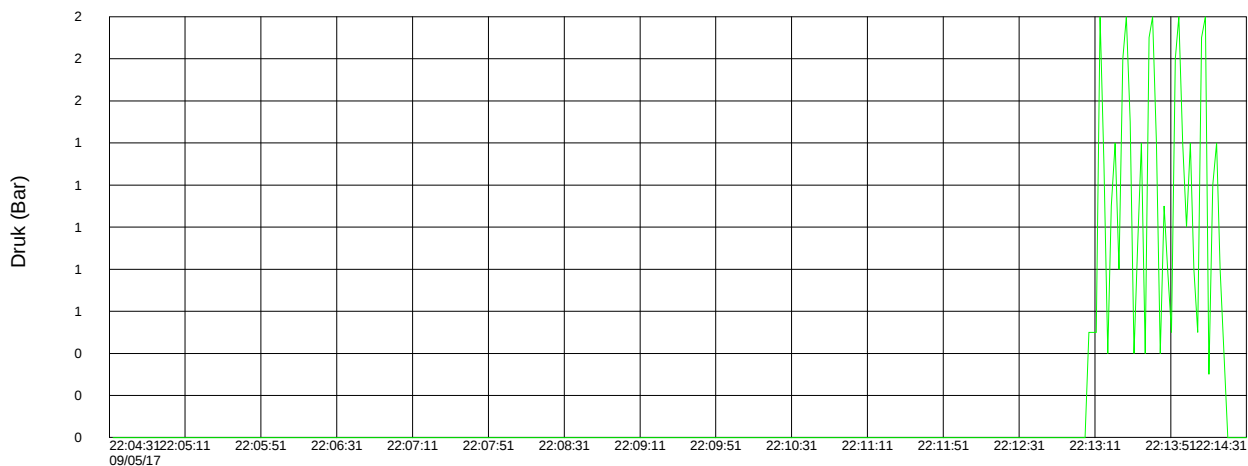
Lans 18

Manchet : 1
Fase : 1
Mengsel : waterglas/harder
W/C :
Pomp : 1

Voorman :
Ploeg :
Injectie start : 09-05-2017 om 22:13:09
Injectie einde : 09-05-2017 om 22:14:27
Pompenlooptijd : 00:02:58
Injectietijd : 00:01:14

E&R
E&R
09-05-2017 om 22:13:09
09-05-2017 om 22:14:27
00:02:58
00:01:14

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	1.1	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	6.8	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

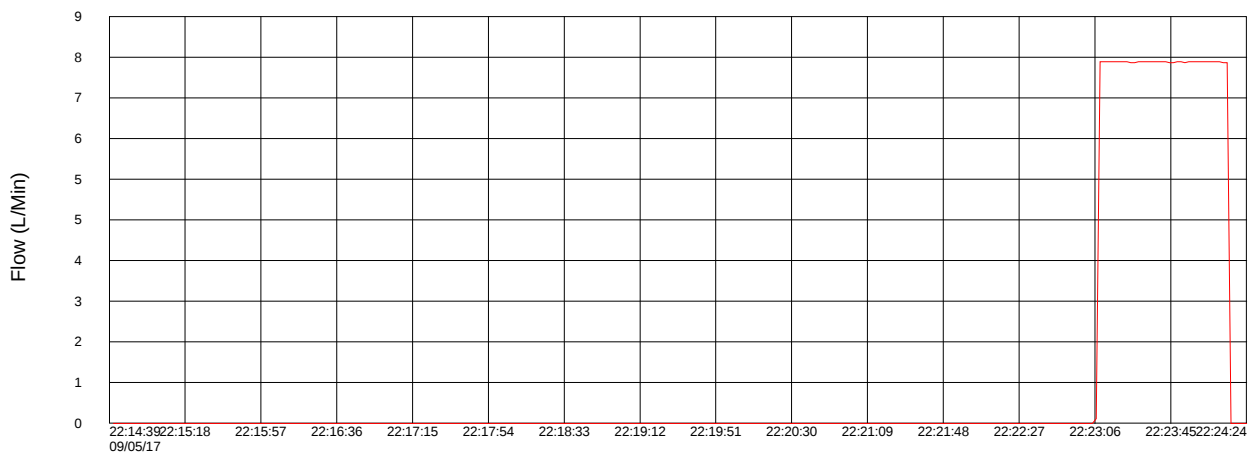
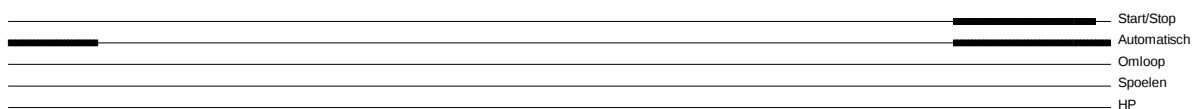
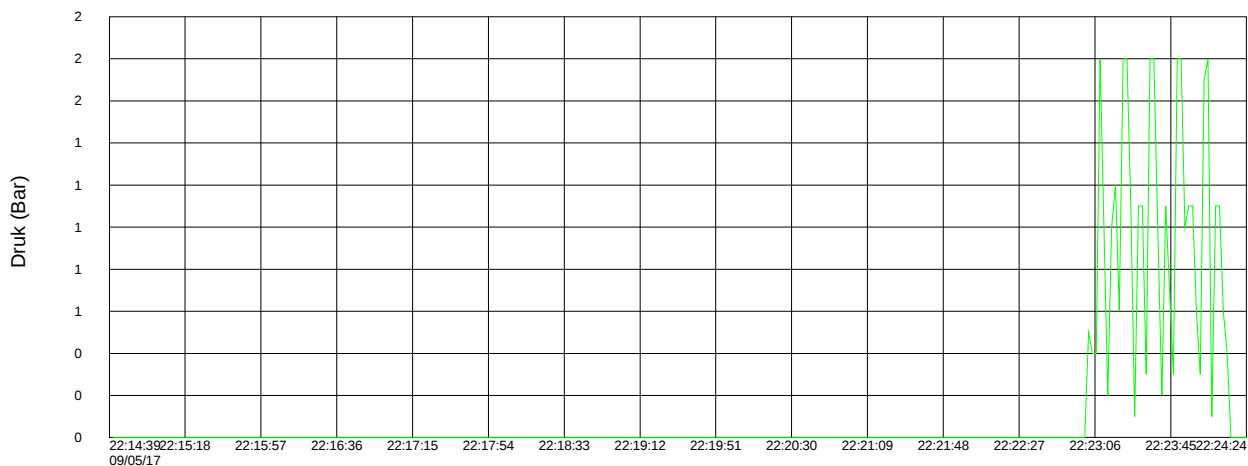
Lans 19

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 22:23:05
 Injectie einde : 09-05-2017 om 22:24:21
 Pompenlooptijd : 00:02:58
 Injectietijd : 00:01:14

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 22:23:05
 09-05-2017 om 22:24:21
 00:02:58
 00:01:14

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.9	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	7.0	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Datum

Handtekening

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

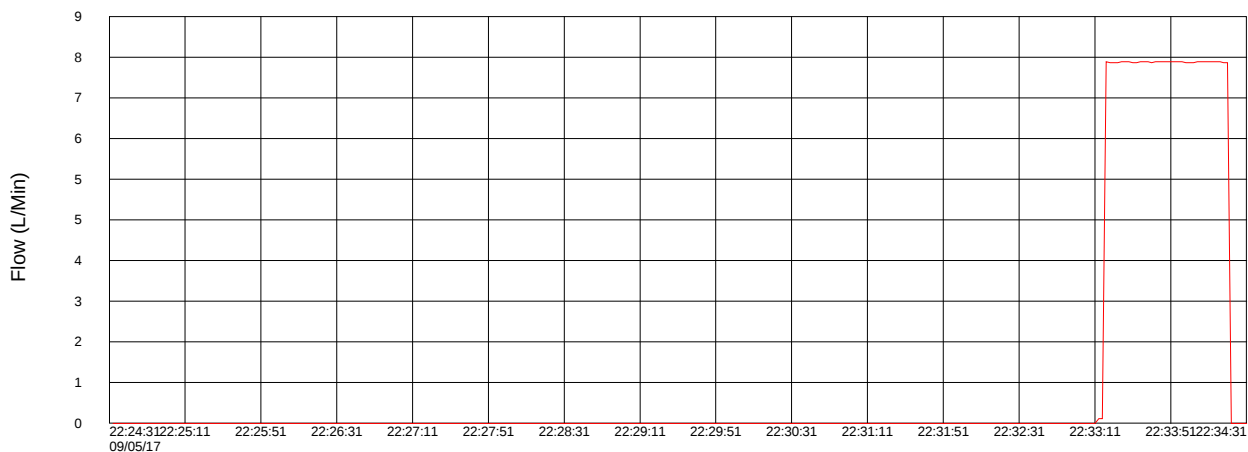
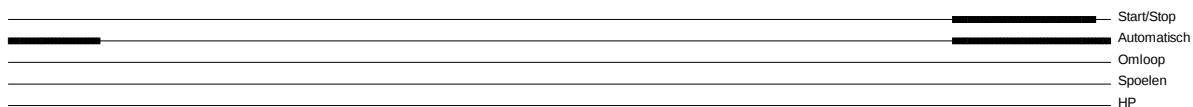
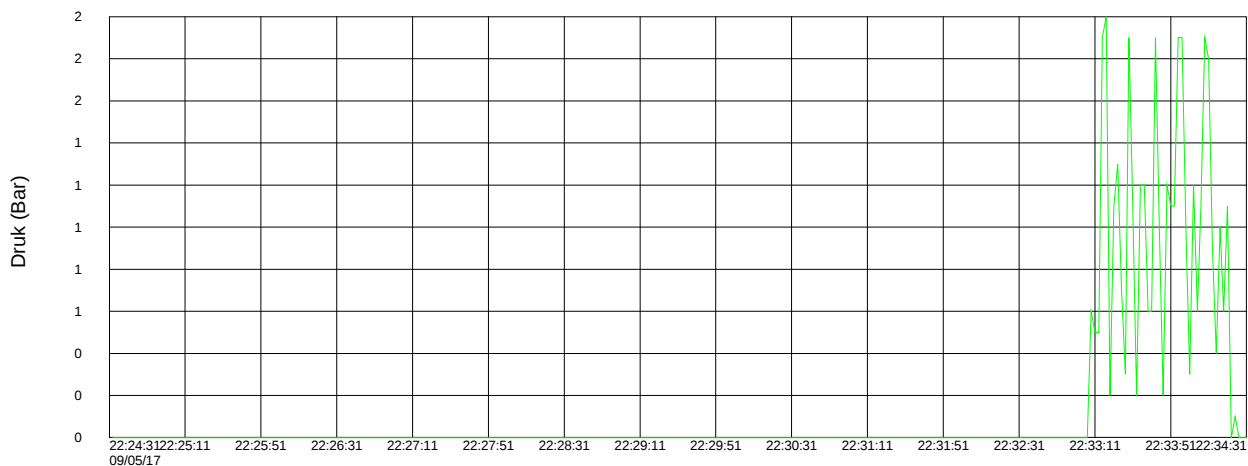
Lans 20

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 22:33:05
 Injectie einde : 09-05-2017 om 22:34:23
 Pompenlooptijd : 00:02:59
 Injectietijd : 00:01:15

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 22:33:05
 09-05-2017 om 22:34:23
 00:02:59
 00:01:15

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	1.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	6.6	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

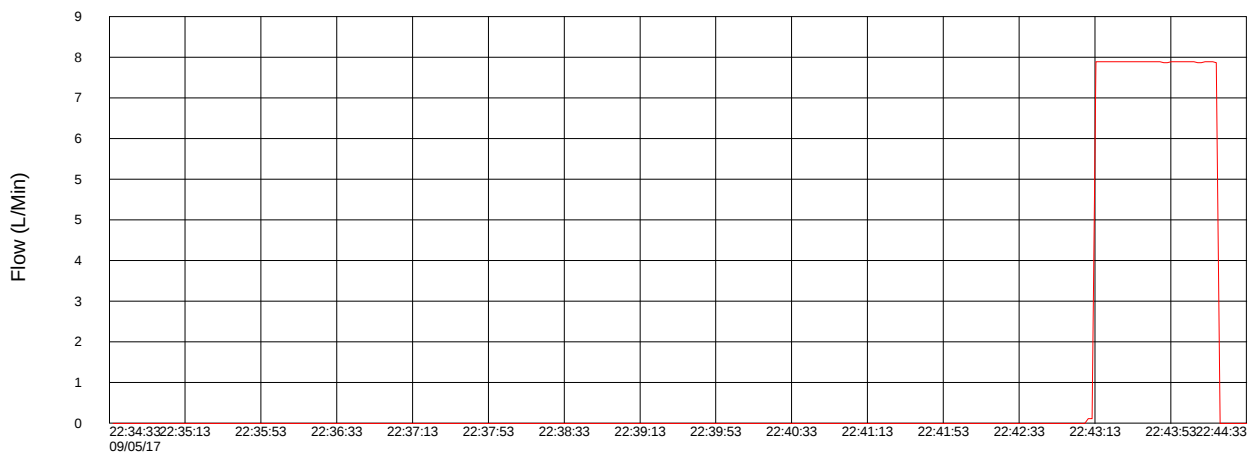
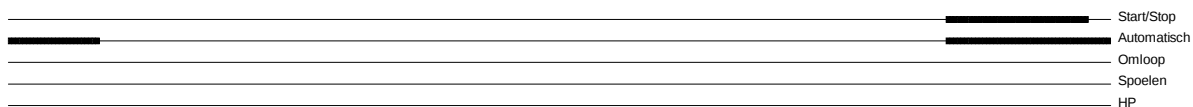
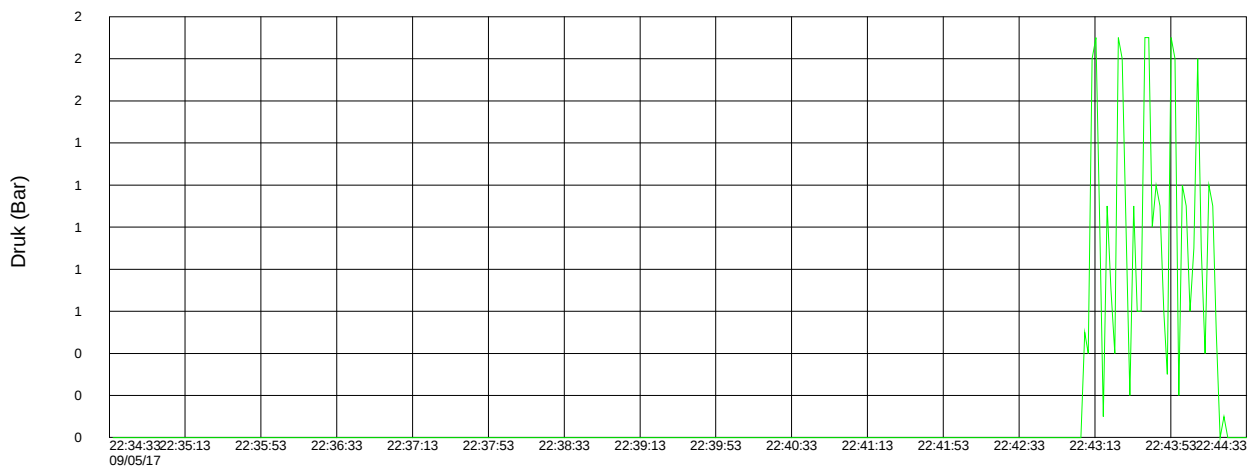
Lans 21

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 22:43:07
 Injectie einde : 09-05-2017 om 22:44:25
 Pompenlooptijd : 00:02:59
 Injectietijd : 00:01:15

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 22:43:07
 09-05-2017 om 22:44:25
 00:02:59
 00:01:15

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.9	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	6.6	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

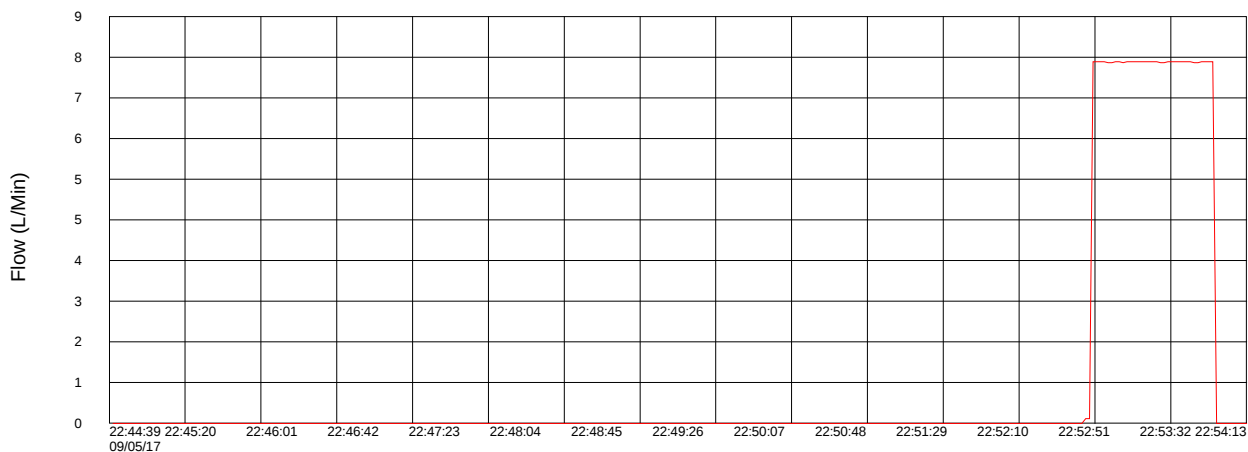
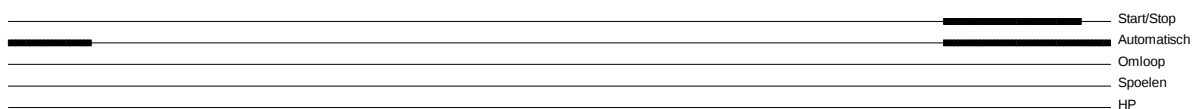
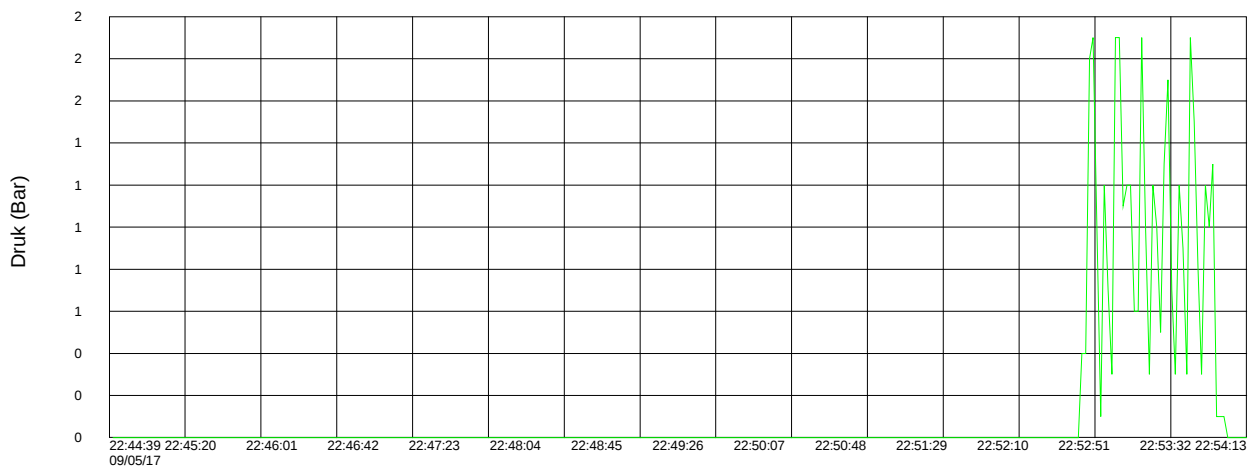
Lans 22

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 22:53:15
 Injectie einde : 09-05-2017 om 22:54:31
 Pompenlooptijd : 00:02:58
 Injectietijd : 00:01:14

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 22:53:15
 09-05-2017 om 22:54:31
 00:02:58
 00:01:14

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.9	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	6.8	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

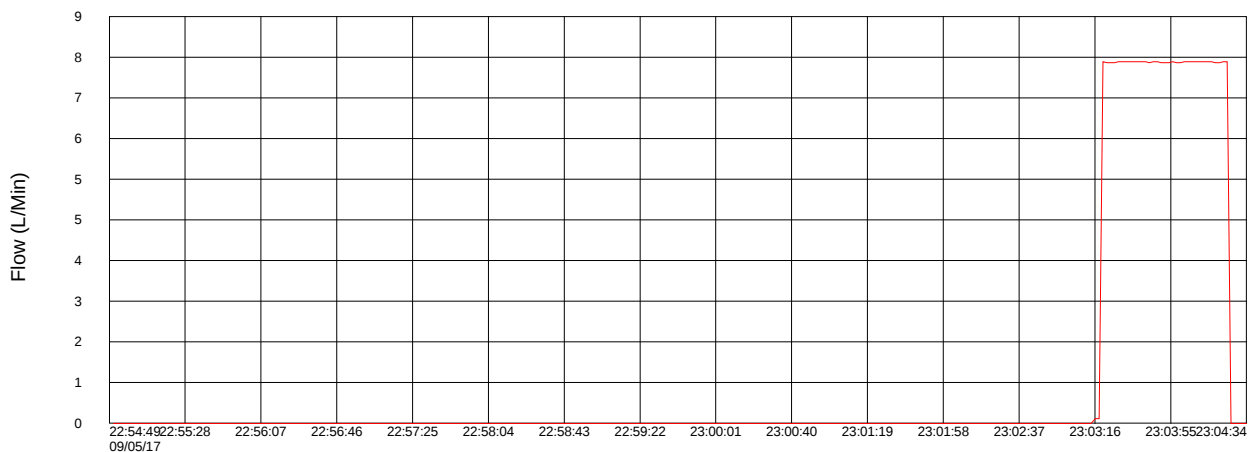
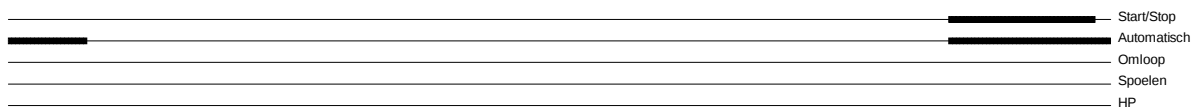
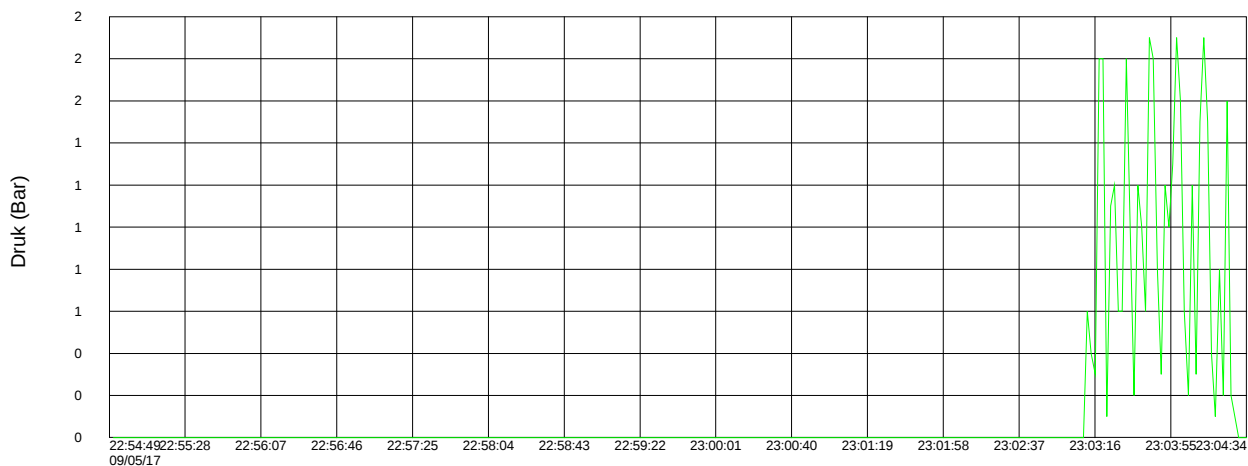
Lans 23

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 23:03:09
 Injectie einde : 09-05-2017 om 23:04:27
 Pompenlooptijd : 00:02:59
 Injectietijd : 00:01:15

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 23:03:09
 09-05-2017 om 23:04:27
 00:02:59
 00:01:15

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.9	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	6.6	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

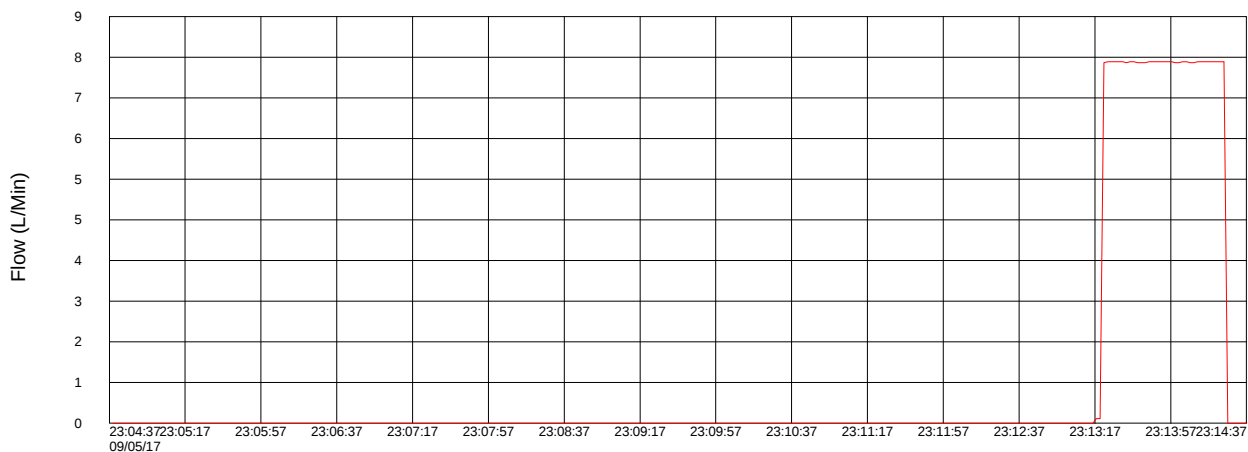
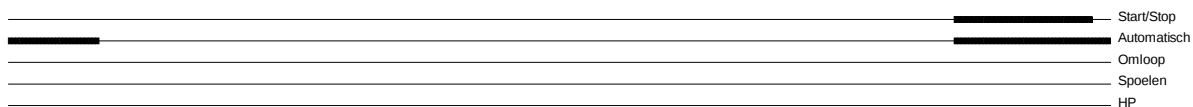
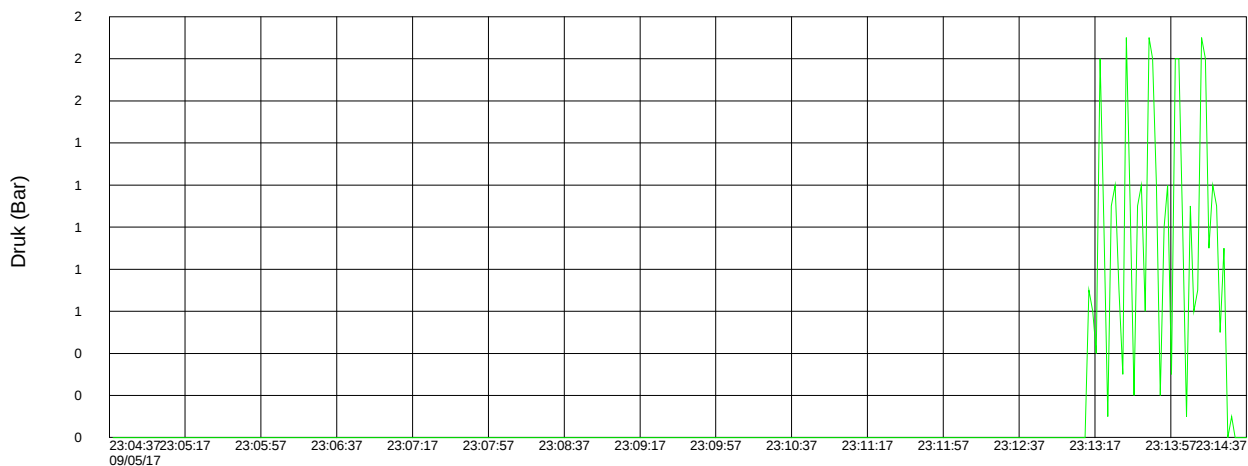
Lans 24

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 23:13:17
 Injectie einde : 09-05-2017 om 23:14:33
 Pompenlooptijd : 00:02:59
 Injectietijd : 00:01:15

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 23:13:17
 09-05-2017 om 23:14:33
 00:02:59
 00:01:15

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	0.9	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	6.8	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

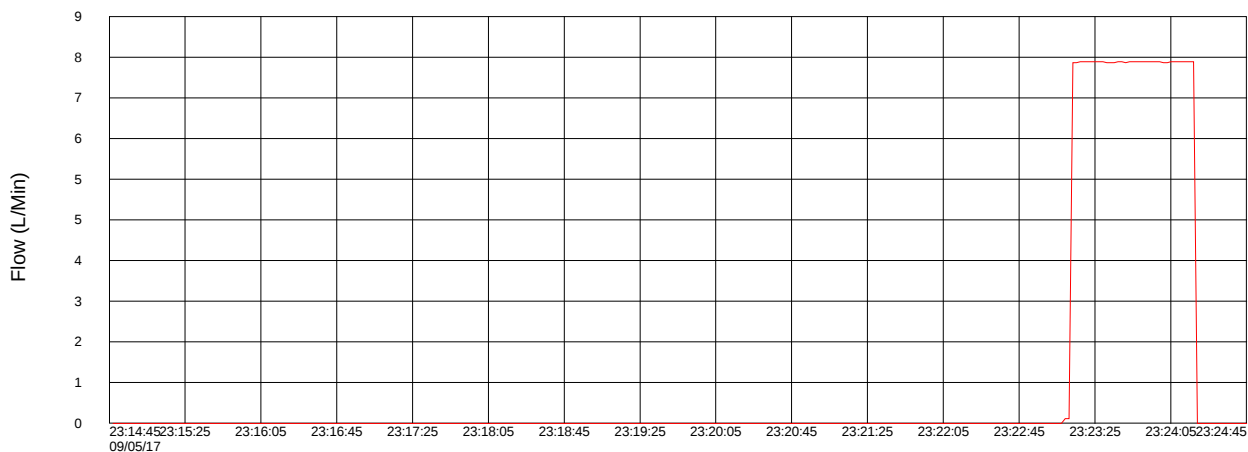
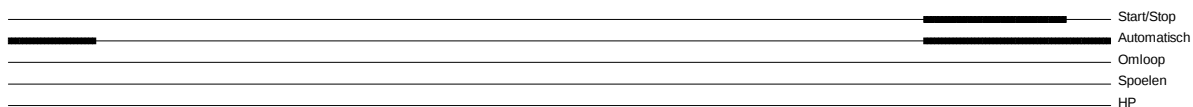
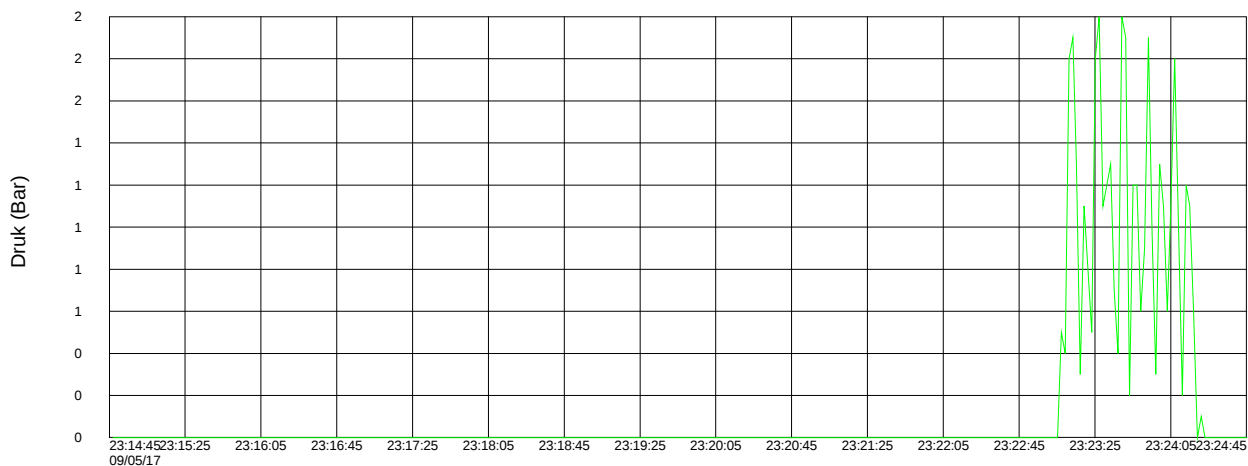
Lans 25

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 23:23:05
 Injectie einde : 09-05-2017 om 23:24:23
 Pompenlooptijd : 00:02:59
 Injectietijd : 00:01:15

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 23:23:05
 09-05-2017 om 23:24:23
 00:02:59
 00:01:15

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	1.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	6.6	VlSt :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

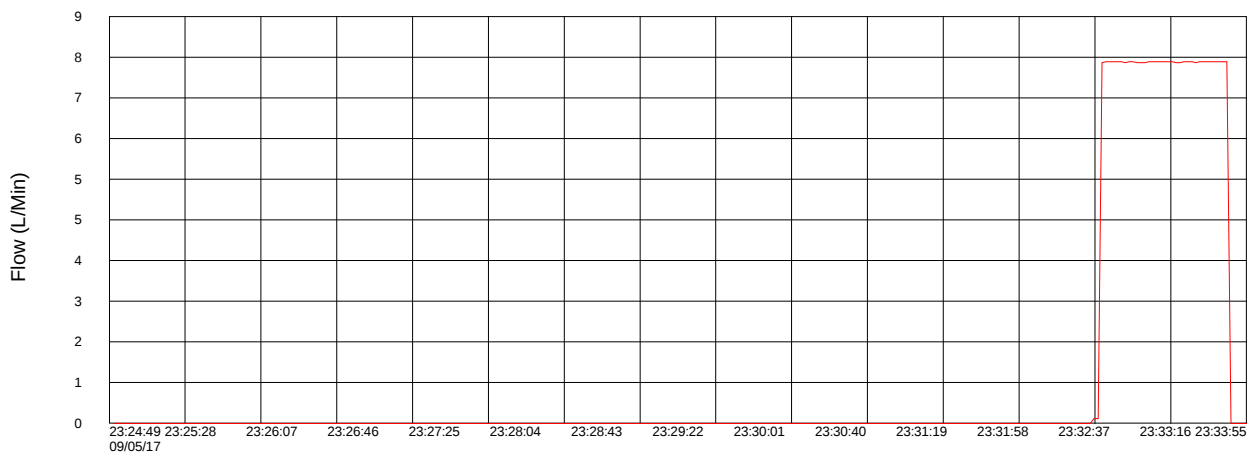
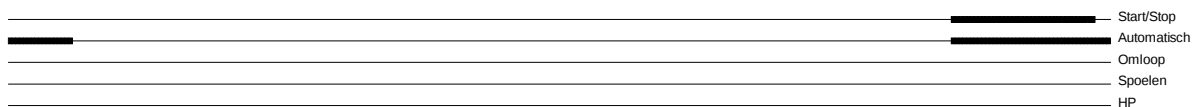
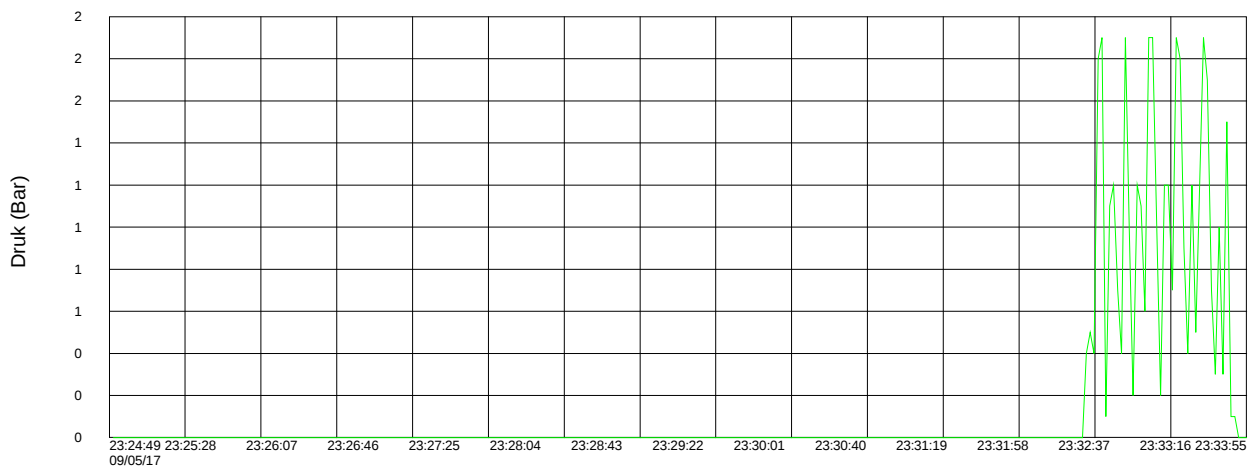
Lans 27

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 23:33:07
 Injectie einde : 09-05-2017 om 23:34:23
 Pompenlooptijd : 00:02:59
 Injectietijd : 00:01:15

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 23:33:07
 09-05-2017 om 23:34:23
 00:02:59
 00:01:15

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	1.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	6.8	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

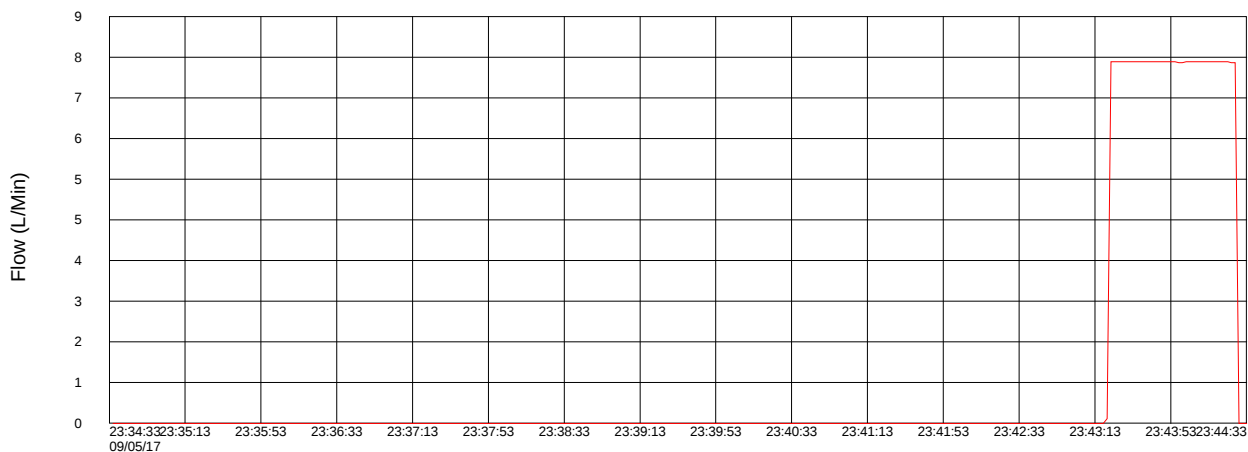
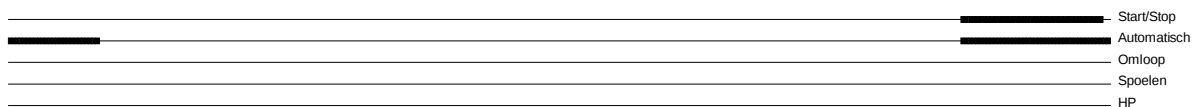
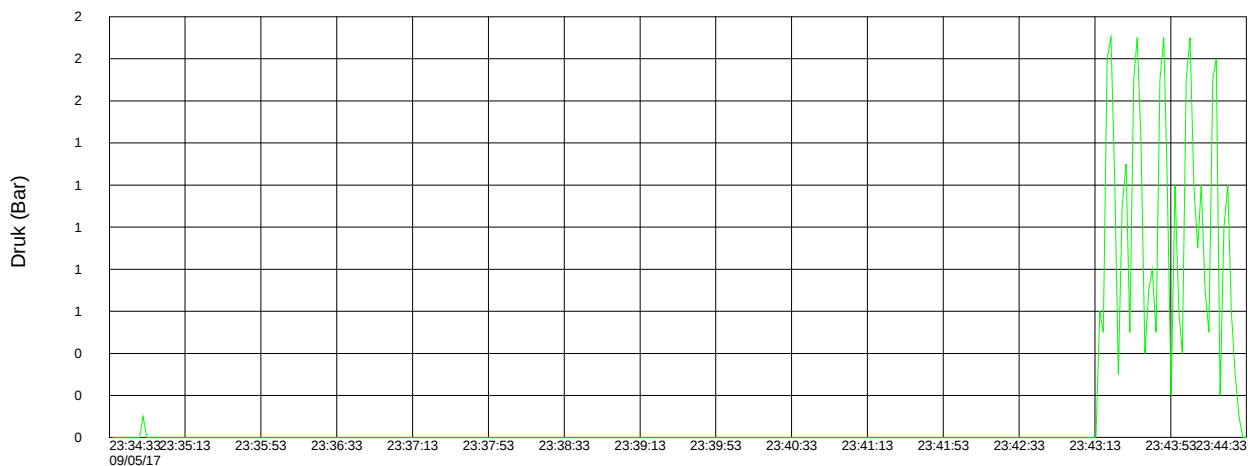
Lans 27

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 23:43:15
 Injectie einde : 09-05-2017 om 23:44:33
 Pompenlooptijd : 00:02:58
 Injectietijd : 00:01:14

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 23:43:15
 09-05-2017 om 23:44:33
 00:02:58
 00:01:14

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	1.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	6.8	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Datum

Handtekening

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

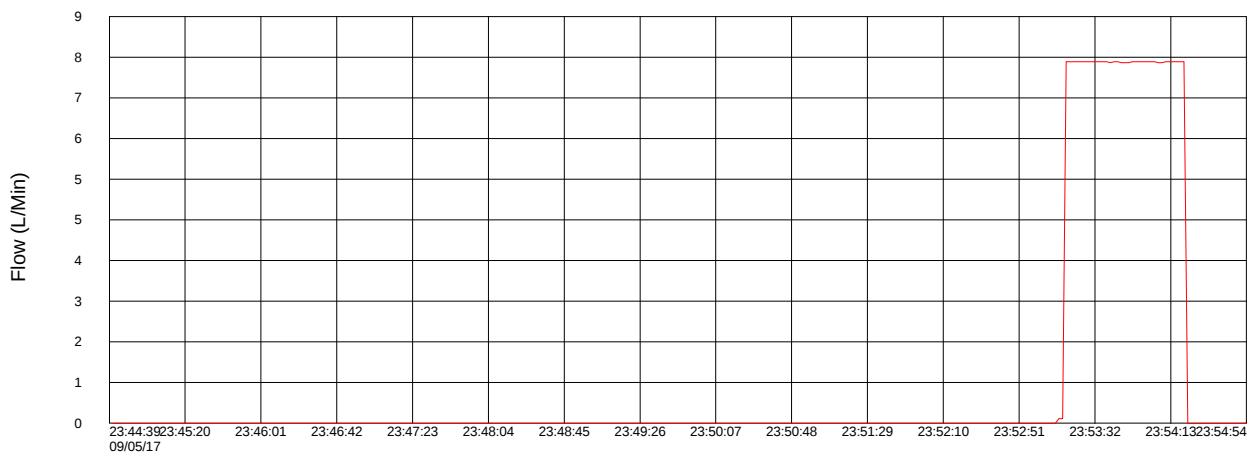
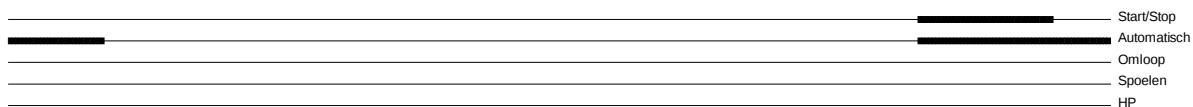
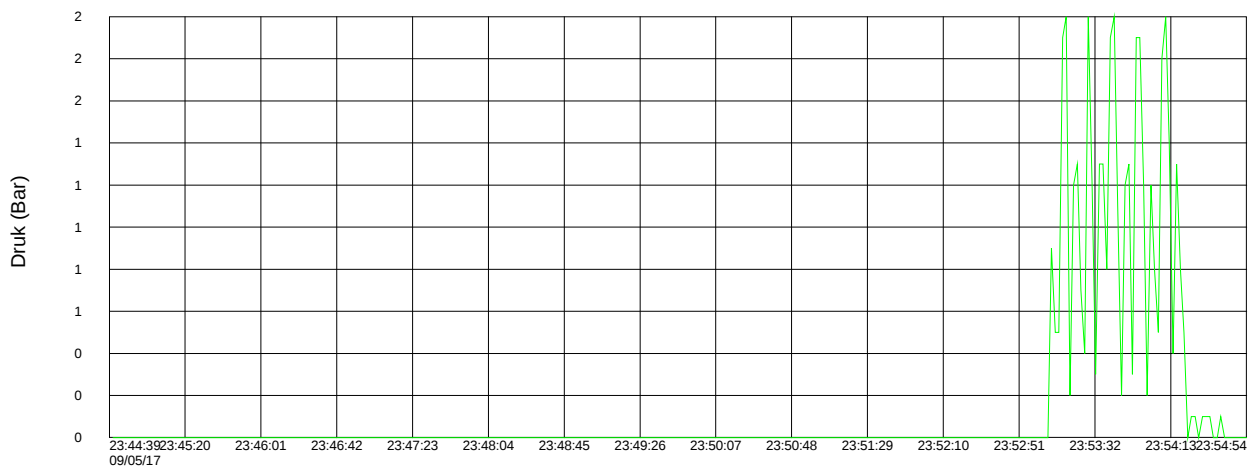
Lans 28

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 09-05-2017 om 23:53:09
 Injectie einde : 09-05-2017 om 23:54:25
 Pompenlooptijd : 00:02:59
 Injectietijd : 00:01:15

E&R
 E&R
 09-05-2017 om 23:53:09
 09-05-2017 om 23:54:25
 00:02:59
 00:01:15

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	1.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	6.8	VlSt :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

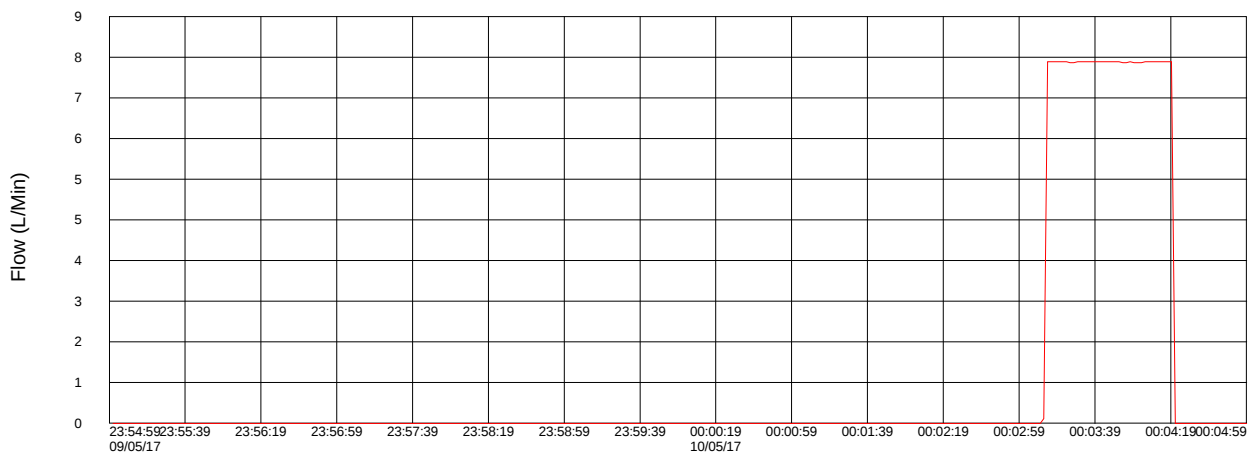
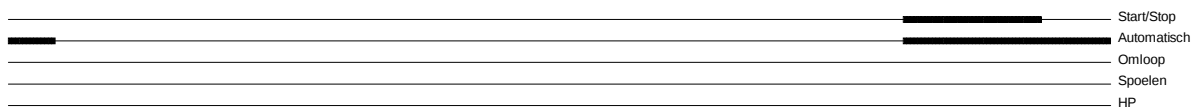
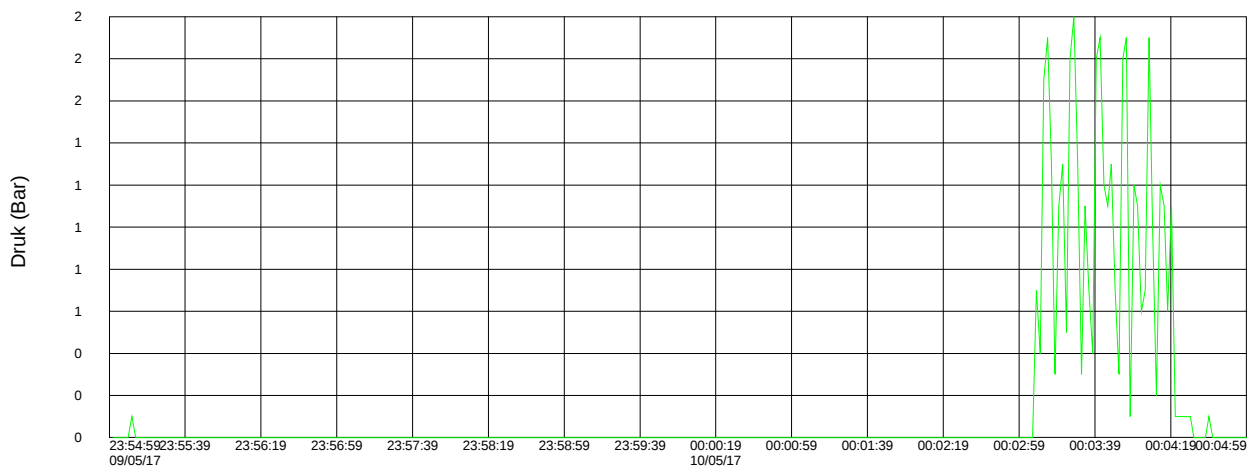
Lans 29

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 10-05-2017 om 00:03:11
 Injectie einde : 10-05-2017 om 00:04:27
 Pompenlooptijd : 00:02:58
 Injectietijd : 00:01:14

E&R
 E&R
 10-05-2017 om 00:03:11
 10-05-2017 om 00:04:27
 00:02:58
 00:01:14

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	1.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	7.0	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

B_P Drukproef 8 L_min

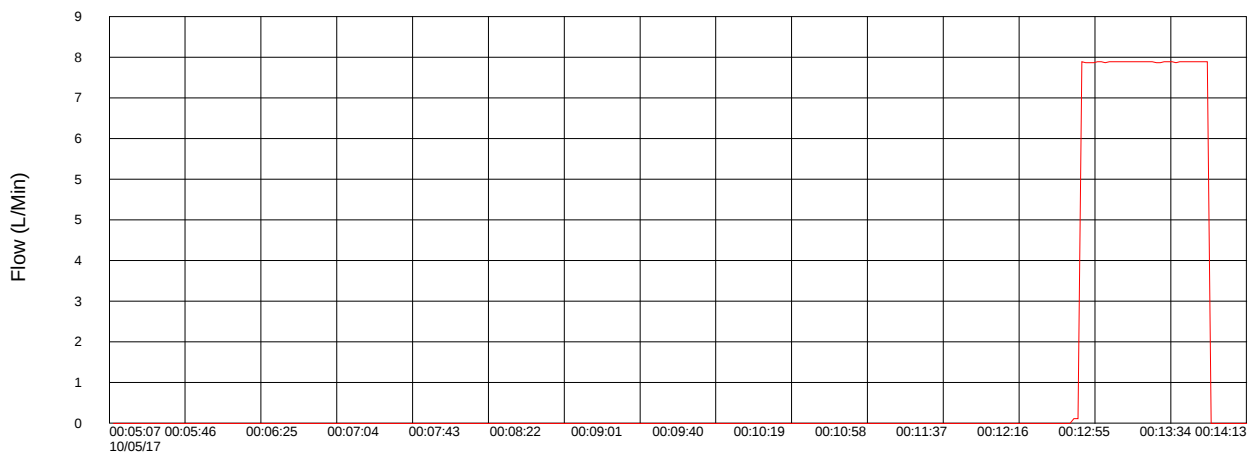
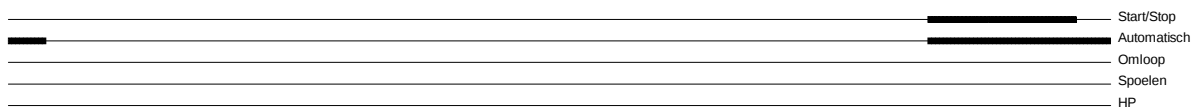
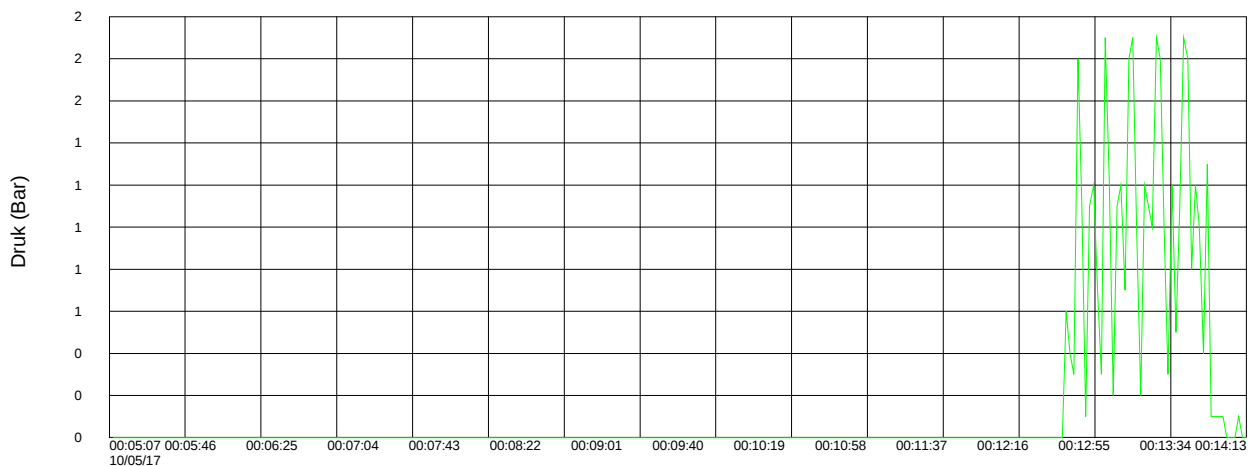
Lans 30

Manchet : 1
 Fase : 1
 Mengsel : waterglas/harder
 W/C :
 Pomp : 1

Voorman :
 Ploeg :
 Injectie start : 10-05-2017 om 00:13:11
 Injectie einde : 10-05-2017 om 00:14:29
 Pompenlooptijd : 00:02:59
 Injectietijd : 00:01:15

E&R
 E&R
 10-05-2017 om 00:13:11
 10-05-2017 om 00:14:29
 00:02:59
 00:01:15

PMin:	0.0	PMax:	15.0	PHigh:	15.0	P0:	1.0	VRest:	0.0
QMin:	0.0	QMax:	12.0	VSoll:	9.5	Q0:	6.6	Vlst :	9.8



Opmerkingen

Opdrachtgever

Datum

Handtekening

B&P Bodeminjectie B.V.

Datum

Handtekening

Overzicht Drukproef 8 L/min beproeving 5

Algemeen

Datum injectie:	8-5-2017
Datum meting:	11-5-2017
Starttijd:	13:09
Eindtijd:	14:10
Uithardingsduur:	72 uur

Project:

Horizontale bodemafluiting door middel van waterglasinjectie

Basisgegevens

Oppervlak injectielaag	1492500 mm ²
Doorsnede jerrycan	690141 mm ²
Drukhoogte water:	1500 mm
Ingestelde liters per bol:	9 L
Beoogde boldoorsnede:	366 mm
Theoretisch porievolumen:	35 %
Kiptijd:	68 min

Meetgegevens

Startdatum meting	11-mei	11-mei	11-mei
Starttijd meting	13:09	13:30	13:50
Duur meting (s)	1148	1190	1221
Eindtijd meting	13:28	13:49	14:10
Einddatum meting	11-mei	11-mei	11-mei
Dikte injectielaag (mm)	265	265	265
Stijghoogte begin (mm)	3910	3910	3910
Stijghoogte eind (mm)	3860	3860	3860
zakking (mm)	50	50	50
Watertemperatuur (°C)	14	14	14

Berekeningen

	i_b	H_0 (mm)	i_e	H_t (mm)	h (mm)	A_s (mm ²)	A_m (mm ²)	t (s)	f_t	k_{10} (mm/s)	k_{10} (x10 ⁻⁷ m/s)
Meting 1	14.8	3910	14.6	3860	265	690141	1492500	1148	0.8992	0.0012353	12.35
Meting 2	14.8	3910	14.6	3860	265	690141	1492500	1190	0.8992	0.0011917	11.92
Meting 3	14.8	3910	14.6	3860	265	690141	1492500	1221	0.8992	0.0011614	11.61
Gemiddelde										0.0011961	11.96

Definities

i_b	verhang aan het begin van de meting
H_0	stijghoogte aan het begin van de meting, in mm
i_e	verhang aan het eind van de meting
H_t	stijghoogte aan het eind van de meting, in mm
h	proefstukhoogte, in mm
A_s	doorsnede van de totale stijgbuis, in mm ²
A_m	doorsnede proefstuk, in mm ²
t	doorstroomtijd, in s
f_t	temperatuurcorrectiefactor
k_{10}	waterdoorlatendheidscoëfficiënt

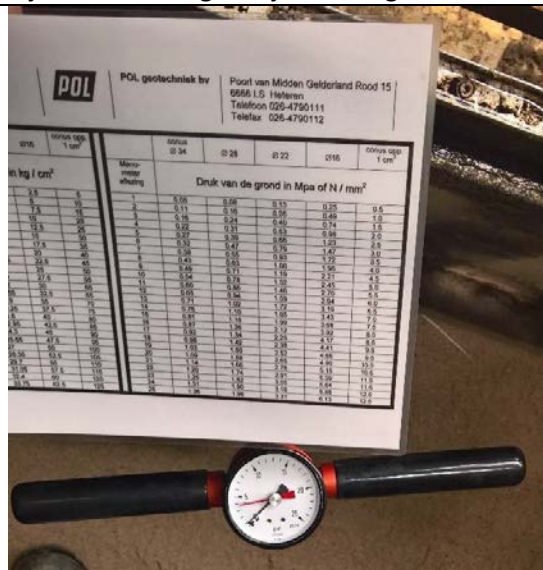
Bouwkuip

Berekeningen	k_{10} (x10 ⁻⁷ m)	$l=\Delta H/L$	bouwput 100m ²	bouwput 400m ²
Meting 1	12.35	5	2.2 M ³ /h	8.9 M ³ /h
Meting 2	11.92	5	2.1 M ³ /h	8.6 M ³ /h
Meting 3	11.61	5	2.1 M ³ /h	8.4 M ³ /h
Gemiddelde	11.96	5	2.2 M ³ /h	8.6 M ³ /h

Grondwaterstands verschil binnen en buiten de bouwkuip 5 meter
Laagdikte injectielaag 1m

Waarnemingen

Tijdens aanbrengen injectieslangen: 05-05-2017



Metten verdichting voor het aanbrengen van de injectieslangen. Manometer geeft 4 aan, wat resulteert in een gronddruk van 0,31 Mpa.



Injectieslangen zijn aangebracht. Zandpakket wordt verdicht door water toe te voegen en de bak vacuüm te zuigen.

Tijdens injectie: 08-05-2017	
	Punt 22: ongeveer 1 minuut na de start is er een opening gevuld met injectievloeistof zichtbaar.
	Punt 22: ongeveer 15 seconden later heeft de opening zich verplaatst naar boven.
	Punt 22: als injectie van dit punt is voltooid stabiliseert het zandpakket zich weer. Dit is ongeveer 2 minuten na start injectie.

	Punt 30: 8 sec na starten van de injectiepomp is een scheur ontstaan waar de injectievloeistof zichtbaar is.
	Punt 30: op 1:13 minuten na start is de injectie van dit punt voltooid. De opening blijft zichtbaar in het zand.
	Punt 30: 6 seconden later heeft deze opening zich omhoog verplaatst.

	Punt 30: op 1:44 minuten na start wordt in deze ontstane opening zichtbaar dat er ook lucht aanwezig is. Dit wordt veroorzaakt door het lucht wat zich in de injectieslang bevindt op het moment van start injectie.
	Punt 30: ongeveer een uur na voorgaande foto is te zien dat de injectievloeistof is gekipt en dat er een holle ruimte is ontstaan door het aanwezige volume lucht.
Tijdens opgraven injectielaag: 15-05-2017	
	Tijdens het opgraven geeft de stijghoogte (zie rondje) naast de bak aan dat er nog waterdruk onder de laag aanwezig is.

	De injectielaag ligt hol met enkele kleine ondiepe gaten.
	Tijdens het spoelen om de laag te vinden is het te voelen dat gedeelten van de bovenkant van de injectielaag niet even hard zijn. Het omcirkelde deel voelde minder hard aan dan de zijkanen.
	De beproeving van de laag met onderdruk. De laag is net als de vorige dik genoeg om als één geheel omhoog te komen

	Omdat de injectielaag hoger licht bij vorige proeven, zijn er met zorg verticale gaten gegraven waarna de randen zijn gespoeld met water. De afbeelding geeft weer dat er een 'soort' holle ruimtes zijn waarin zich geen injectievloeistof heeft vermengd met het zandpakket. Dit is ter plaatse van bol 06.
	Ook ter plaatse van bol 12 (links in de foto) bevindt zich niet vermengd zand met waterglas.
	Ter plaatse van bol 30/24 is een monster genomen omdat daar voor het raam zich gereageerd materiaal en lucht bevind.



Op deze foto is het genomen monster te zien. Het linker deel hoort onder het rechterdeel. In het monster is te zien dat er over ongeveer 80% van de oppervlakte een laagje gereageerd materiaal aanwezig is.