

Ref.nr.: 17/987jvw.JM
Datum: 30 november 2017

Eindrapport Topsector Energie

1. Gegevens project

Projectnummer: DEI2150053
Projecttitel: Hybridedroger
Penvoerder: Stichting Technisch Centrum voor de Keramische industrie, drs. Ing J.C. Marks
Medeaanvragers: Geen
Projectperiode: 3 februari 2016 t/m 31 december 2017

2. Inhoudelijk eindrapport

Samenvatting

De noodzaak tot het ontwikkelen van een nieuw type droger voor de bouwkeramiek is ingegeven door de uitvoering van de Routekaart 2030 in de Keramische Industrie in Nederland, waarvoor in 2010 t/m 2013 onderzoeken zijn uitgevoerd door TCKI naar technologieën en technieken voor het laagst mogelijke energieverbruik en CO₂-emissie voor de productie van bakstenen, dakpannen, gresbuizen en tegels. Gedefinieerd als “Fabriek van de toekomst”.

Tot op heden worden keramische producten voor het grootste gedeelte gedroogd met de vrijkomende afvalwarmte van (tunnel)ovens, vaak in combinatie met gasgestookte luchtverhittingsbranders. Met convectiedroging in tunneldrogers of kamerdrogers wordt een specifiek energieverbruik bereikt van 4000 tot 10.000 kJ/kg te verdampen water. TCKI heeft het initiatief genomen om een nieuw type droger te introduceren (Hybridedroger voor keramiek©) met een lager energieverbruik en CO₂-emissie dan de stand der techniek installaties.

Hybridedroging is convectiedrogen in droogkamers, waarbij de mogelijkheid bestaat om op 2 verschillende manieren te drogen. Met heel veel (gratis) omgevingslucht (aerothermdrogen), en/of met extreem weinig verwarmde lucht (semistoomdrogen). Om in de beschikbare tijd met bestaande droogkamers te kunnen blijven drogen wordt aerothermdrogen altijd gevolgd door semistoomdrogen. In deze tweede droogfase wordt met extreem weinig lucht gedroogd bij hoge temperatuur en vochtigheid. In deze fase is het specifiek lucht- en energieverbruik lager dan in de state of art drogers, door de grote verzadiging van lucht met water. De combinatie van aerothermdrogen en semistoomdrogen wordt hybridedrogen genoemd, waarmee het specifiek warmteverbruik gereduceerd kan worden tot ca. 3000 kJ/kg te verdampen water. De installatie waarmee dit wordt uitgevoerd is een “Hybridedroger voor keramiek©”. Er zijn 2 demonstratie droogkamers gebouwd bij Joseph Bricks in Maasmechelen.

Voorwaarde voor het gebruik van deze droogtechnologie is dat er weinig of geen afvalwarmte vrijkomt van het stookproces, dat noodzakelijkerwijze gebruikt dient te worden voor het drogen. Hiertoe is een verlengde tunneloven gebouwd bij Joseph Bricks in Maasmechelen waarin meer koeltijd in het tegenstroom warmtewisselprincipe beschikbaar is voor de producten. Hierin wordt niet meer geforceerd gekoeld met veel koellucht en koude luchtinjectie, dat als afvalwarmte dient te worden afgevoerd. De hybridedroger kan hierdoor zelfstandig functioneren zonder gedwongen warmtekoppeling met een tunneloven en het aangegeven warmteverbruik realiseren.

Inleiding

De noodzaak tot het ontwikkelen van een nieuw type droger voor de bouwkeramiek is ingegeven door de uitvoering van de Routekaart 2030 in de Keramische Industrie in Nederland, waarvoor in 2010 t/m 2013 onderzoeken zijn uitgevoerd door TCKI naar technologieën en technieken voor het laagst mogelijke energieverbruik en CO₂-emissie voor de productie van bakstenen, dakpannen, gresbuizen en tegels. Gedefinieerd als “Fabriek van de toekomst”. Zie de Samenvatting van de Routekaart 2030 in bijlage I.

Doelstelling

Tot op heden worden keramische producten voor het grootste gedeelte gedroogd met de vrijkomende afvalwarmte van (tunnel)ovens, vaak in combinatie met gasgestookte luchtverhittingsbranders. Met convectiedroging in tunneldrogers of kamerdrogers wordt een specifiek energieverbruik bereikt van 4000 tot 10.000 kJ/kg te verdampen water.

TCKI heeft het initiatief genomen om een nieuw type droger te introduceren met een lager energieverbruik en CO₂-emissie dan de stand der techniek installaties. Het vervangen van bestaande drogers, die volgens de stand der techniek werken, door nieuwe drogers is bedrijfseconomisch niet rendabel te maken, gezien de enorme investeringen die hiervoor nodig zijn. Uitgegaan wordt van nieuw te bouwen drogers voor uitbreiding of aanpassing van productielocaties en van bestaande drogers, die (om)gebouwd worden om in de eerste droogfase aerotherm met omgevingslucht te drogen, zonder thermisch energieverbruik.

Om toch in de beschikbare tijd te kunnen blijven drogen wordt aerothermdrogen gevolgd door semistoomdrogen. In deze tweede droogfase wordt met extreem weinig lucht gedroogd bij hoge temperatuur en vochtigheid. In deze fase is het specifiek lucht- en energieverbruik lager dan in de state of art drogers, door de hoge verzadiging van lucht met water. De combinatie van aerothermdrogen en semistoomdrogen wordt hybridetrogen genoemd, waarmee het specifiek warmteverbruik gereduceerd kan worden tot ca. 3000 kJ/kg te verdampen water. De installatie waarmee dit wordt uitgevoerd is een demonstratieproject “hybridetroger voor keramiek©”.

Voorwaarde voor het gebruik van deze droogtechnologie is dat er geen afvalwarmte meer vrijkomt van het stookproces, dat noodzakelijkerwijze gebruikt dient te worden voor het drogen. Hiertoe is een verlengde tunneloven voorzien waarin meer koeltijd in het tegenstroomprincipe beschikbaar is voor de producten. Hierin wordt niet meer geforceerd gekoeld met veel koellucht en koude luchtinjectie dat als afvalwarmte dient te worden afgevoerd. De hybridetroger kan hierdoor zelfstandig functioneren zonder gedwongen warmtekoppeling met een tunneloven.

Werkwijze

Hiertoe is een nieuw productiebedrijf voor Joseph Bricks in Maasmechelen gebouwd voor baksteenstrippen met een verlengde tunneloven en een kamerdroger met 2 droogkamers die zijn uitgevoerd om zowel aerotherm als volgens het principe van het semistoomdrogen te werken (Hybridetroger). Om de houdbaarheid van het proces en de installatie te kunnen demonstreren, is in geschikte perioden hybride gedroogd met vastlegging van de resultaten met de toegepaste techniek en gedemonstreerd aan geïnteresseerden in de (bouw)keramische industrie. De totale doorlooptijd van het project was 2 jaar.

Resultaten van het project zelf

In bijlage I zijn de meetresultaten van een aantal droogproeven met de kamerdroger bij Joseph Bricks weergegeven. Belangrijk bij de reductie van het energieverbruik en de daarbij horende CO₂-emissie is dat het specifiek luchtverbruik (kg lucht/kg te verdampen water) voor het drogen kan worden geminimaliseerd. Uit de door TCKI uitgevoerde metingen blijkt bij conventionele droging met de stand der techniek in de droger van Joseph Bricks het specifiek luchtverbruik te variëren van 33 tot 38 kg/kg water. Het bijbehorende specifiek energieverbruik

varieerde van 3935 tot 4167 kJ/kg verdampt water, hetgeen overeenkomt met de stand der techniek. Zie de daarbij behorende grafieken in bijlage.

Na introductie van het semistoomdrogen in dezelfde droger is het gelukt om het specifiek luchtverbruik te reduceren tot gemiddeld 15 kg/kg verdampt water, met een lange periode van 5 kg/kg water. Hierbij is een specifiek energieverbruik gerealiseerd van ca. 3100 kJ/kg verdampt water.

Als deze resultaten worden gekoppeld aan de resultaten met aërothermdrogen, gecombineerd met conventioneel drogen in de zomerperiode (Zie bijlage I) is aangetoond dat gedurende de eerste 6 uur van de droging de drijvende dracht voor het drogen (Het psychrometrisch temperatuurverschil met de interne ventilatie) bij aërothermdrogen overeenkwam met de voor de droging vereiste droogsnelheid.

Als bij hybridetrogen gedurende de eerste 6 uur (blauw weergegeven) van de totale droogtijd van 16 uur aërotherm gedroogd wordt, blijkt dat het specifiek luchtverbruik daalt naar 5 tot 10 kg/kg tijdens het semistoomdrogen en 25 kg/kg tijdens de gehele droogperiode inclusief het aërothermdrogen in dit geval. Het specifiek energieverbruik tijdens het aërothermdrogen is daarbij nihil (blauw weergegeven) en het specifiek energieverbruik tijdens het semistoomdrogen daalt daarmee tot ca. 3000 kJ/kg water.

Het uiteindelijke resultaat is dat met dit demonstratieproject gevolg gegeven wordt aan de doelstellingen in de Routekaart 2030 Bouwkeramiek. Hiermee wordt de sprong gemaakt om het stook- en droogproces van elkaar te ontkoppelen. Dit is het innovatieve concept van de verlengde tunneloven en de nieuwe manier van drogen, hybridetrogen met omgevingslucht (aërotherm) en met semi-stoomdrogen.

Voor S&P Beheer BV wordt voldoende vernieuwd, energiebesparing en CO₂-reductie bereikt om commerciële voordelen te behalen in de verkoop van direct geproduceerde baksteenstrips, zonder zaagverliezen en ca. 60 % minder grondstofverbruik en ca. 50% minder energieverbruik en CO₂-emissie per m² muuropervlak.

Voor Instalat is dit de doorbraaktechnologie en techniek om op korte termijn ook in het buitenland meer opdrachten te kunnen verwerven, omdat energieverbruik en CO₂-emissiereductie een belangrijke rol spelen bij de aankoop van drogers en ovens.

Voor TCKI biedt dit demonstratieproject een referentie om advies uit te brengen en onderzoek uit te voeren voor andere productsoorten om van dezelfde technologie gebruik te maken.

In bijlage II zijn foto's en tekeningen van de klimaatkast voor productbeproevingen, pilotdroger voor hybride droogproeven ter plaatse, doorsneden pilotdroger, vooraanzicht hybridetroger, bovendeck hybridetroger, bovendeck opwarmzone en stookzone oven, bovendeck koelzone oven.

Resultaten en mogelijkheden voor spin-off en vervolgactiviteiten

Met dit demonstratieproject is Instalat in staat om als eerste een oven-drogercombinatie (bouw)keramische producten op de wereldmarkt aan te bieden en te tonen aan potentiële gebruikers met de Hybride droger.

Op 7 december 2016 is reeds een presentatie verzorgd tijdens de jaarlijkse Würzburger Ziegel Lehrgang in Duitsland. Er is een artikel verschenen in het internationale vaktijdschrift CFI Ceramic Forum International van augustus/september 2016 met de titel: More with Less. Op 14 december 2017 worden alle keramische bedrijven in Nederland en België uitgenodigd bij Joseph Bricks in Maasmechelen om kennis te nemen van dit demonstratieproject met inleiding vooraf.

Vervolgactiviteiten zijn een artikel in het Nederlandse vakblad KGK, het internationale vakblad ZI-International, een presentatie op de RVO projectenschouw op 30 januari 2018 en een inleiding tijdens de TCKI-infodag op 15 maart 2018, waar afgevaardigden van vrijwel alle keramische bedrijven in Nederland en België aanwezig zullen zijn.

Tijdens de bedrijfsbezoeken van het Instalat verkoopteam aan keramiekfabrikanten zal dit systeem onder de aandacht van potentiële kopers worden gebracht. Verder wordt bekendheid aan het concept gegeven in de regelmatige advertenties van Instalat in vakbladen en tijdens de volgende vakbeurs Ceramitec in München van 10 tot en met 13 april 2018.

Discussie

Het perspectief van toepassing is vooral gelegen in landen met een baksteencultuur met facadegevels, monoblock-systemen en skeletbouw met invulling van keramische bouwstenen. Ook bij renovatie en na-isolatie van bestaande gebouwen kunnen bakstenen en baksteenstrips goed worden gebruikt. Tevens is gebruik mogelijk voor de productie van keramische dakpannen, geëxtrudeerde tegels en bijzondere producten.

Conclusies en aanbevelingen

De conclusie is dat het concept van Hybridedroging goed werkt en alleen energiebesparing en CO₂-reductie kan opleveren als gehele of gedeeltelijke ontkoppeling van het de warmteverbinding tussen oven en kamerdroger kan plaatsvinden. De implementatie van dit droogprincipe dient voorafgegaan te worden door droogproeven met de producten in bestaande droogkamers en/of klimaatkast en/of pilotdroger.

Aanbevolen wordt om bij vervanging en uitbreiding van keramiekdrogers steeds te bezien of de energie- en massabalans tussen oven en droger geschikt is om één of meer kamers uit te voeren als hybridedroger. Dit concept kan na ombouw ook toegepast worden in bestaande conventionele droogkamers met Rotomixers als interne ventilatie.

3. Uitvoering van het project

Technische problemen

Technische problemen die zich gedurende het project voordeden waren vooral de uitdaging om een concept te ontwikkelen waarbij droogkamers extreem veel lucht kunnen aanzuigen en afvoeren, in combinatie met het verbruik van extreem weinig lucht bij hoge relatieve vochtigheid en temperatuur. Dit is door Instalat opgelost door de luchttoevoer met 2 luchttaggregaten uit te voeren en de uitlaten van de kamers te vergroten. Voor grotere droogkamers is een ander concept ontwikkeld.

Er zijn veel laboratoriumanalyses uitgevoerd op de toe te passen grondstoffen om tot aanvaardbare resultaten te kunnen komen. Het blijkt dat met de meest frequent toegepaste grondstoffen het droogproces uitstekend verloopt. Tevens is de opstart en optimalisering van de droging begeleid door uitgebreide metingen van de droogomstandigheden in de droogkamers. Bij een extreem droogregime ontstaat productschade. De droogtijd van de strippen is teruggebracht naar 16 uur, bij gelijkwaardige droogresultaten ten opzichte van conventioneel drogen.

Organisatorische problemen

Organisatorische problemen deden zich voor door de vertraagde opleveringstermijn van de nieuw ontwikkelde handvormmachine, waardoor de productie, de opstart en inregeling van de hybridedroger en de metingen vertraging opliepen. Dit is gedeeltelijk beperkt door de voortijdige levering van een nieuw ontwikkelde draaitafelpers voor de productie van baksteenstrippen.

Toelichting op de wijzigingen t.o.v. het projectplan

De technische en organisatorische problemen zijn op een passende wijze aangepakt en opgelost. Vanuit de ervaring van machineleverancier, waardoor veel kennis, kunde en vaardigheden in huis zijn, zijn de gerezen problemen opgelost. Tevens is het demonstratieproject binnen de gestelde termijn in werking gesteld en opgeleverd. In de komende maanden zal door Instalat personeel, TCKI en medewerkers van de Joseph Bricks nog verdere finetuning kunnen plaatsvinden om het energieverbruik nog verder te kunnen reduceren.

Toelichting wijze van kennisverspreiding

De wijze van kennisverspreiding is maximaal vormgegeven tot op heden en zal in de toekomst verder worden voortgezet in het belang van Instalat, grondstofbesparing, energie- en CO₂-reductie bij Joseph Bricks.

Toelichting PR-project en verdere PR-mogelijkheden

Voor het PR-project kwam de timing goed uit, omdat de mogelijkheid bestond voor een artikel in het vakblad CFI International. Tevens was al vroegtijdig een presentatie gegeven tijdens de jaarlijkse Ziegellehrgang in Würzburg.

Van de volgende PR-mogelijkheden zal volop gebruik worden gemaakt: een artikel in de vakbladen KGK en ZI-International en een inleiding tijdens de infodag van TCKI. Tevens zal dit type drogers ook opgenomen worden in de website van Instalat. Op de volgende vakbeurs Ceramitec in München in april 2018 zal Instalat zich ook presenteren.

Bijdrage van het project aan de doelstellingen van de regeling

De bijdrage van de duurzame energiehuishouding wordt door dit project bereikt doordat het energieverbruik en CO₂-emissie voor de productie strips voor baksteengevels 50 % kan dalen door gebruikmaking van baksteenstrips die op een directe wijze worden geproduceerd, in plaats van worden gezaagd uit volle bakstenen in combinatie met hybridetrogen. Tevens kan het energieverbruik en de CO₂-emissie voor het drogen van de overige producten (grootste marktvolume) met ca. 25 % dalen als bedrijven in staat zijn de afvoer van lucht en energie van ovens te minimaliseren.

De kennispositie van Nederlandse bedrijven wordt versterkt doordat zowel de engineering als de bouw van dit type drogers door Instalat kan worden gerealiseerd en op de markt gebracht.

Spin-off binnen en buiten de sector

In het demonstratieproject is al aangetoond dat door samenwerking van Instalat met een Nederlandse bouwer van baksteen- en baksteenstippers (De Boer Machines BV in Wijchen) complete nieuwbouwprojecten kunnen worden gerealiseerd voor de bouw van softmud baksteenfabrieken. In dit project heeft De Boer Machines niet alleen de persen geleverd, maar ook alle kleivoorbereidingsmachines (ten dele gebruikte gerenoveerd), vormelingen handling, transport, droge producten handling transport en robot beladings- en ontladingsystemen voor ovenwagencassettes. Met Instalat zijn ook alle elektrische installaties en besturingen van de machines, droger en oven ontworpen en uitgevoerd.

Hiermee hebben Instalat en De Boer Machines aangetoond dat zij naast het leveren van persen ook alle voorgaande en navolgende machines en de droger en de oven kunnen leveren, compleet met arbotechnische- en milieumaatregelen. Door deze samenwerking kunnen Nederlandse leveranciers nu complete fabrieken voor bakstenen en baksteenstrips bouwen.

Dit voorbeeld kan gebruikt worden voor leveringen in andere industriële sectoren, waarin sprake is van vormgeving en mineralogische omzettingsprocessen.

Overzicht van openbare publicaties

More with Less, H. Marks, TCKI
CFI Ceramic Forum, augustus-september 2016
Göller Verlag GmbH, Baden-Baden. www.cfi.de.

Meer met minder, H. Marks, TCKI
Klei Glas Keramiek, Jaargang 38 2017 nummer 1
SJP Uitgevers Gorinchem sjp@sjp-uitgevers.nl

Publicaties kunnen besteld worden bij bovengenoemde uitgevers. Vervolgpublicaties moeten nog verschijnen bij KGK en ZI-International.

Contactpersonen voor meer informatie:

Instalat BV
Bijsterhuizen 2502, 6604 LN Wijchen
Telefoon: 024 322 5522
Contactpersoon: F. Ernst
www.instalat.nl

De Boer Machines BV
Bijsterhuizen 2402, 6604 LL Wijchen
Telefoon: 024 377 2233
Contactpersoon: M. Verster
www.deboermachines.nl

Vermelding subsidie bij publicaties

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

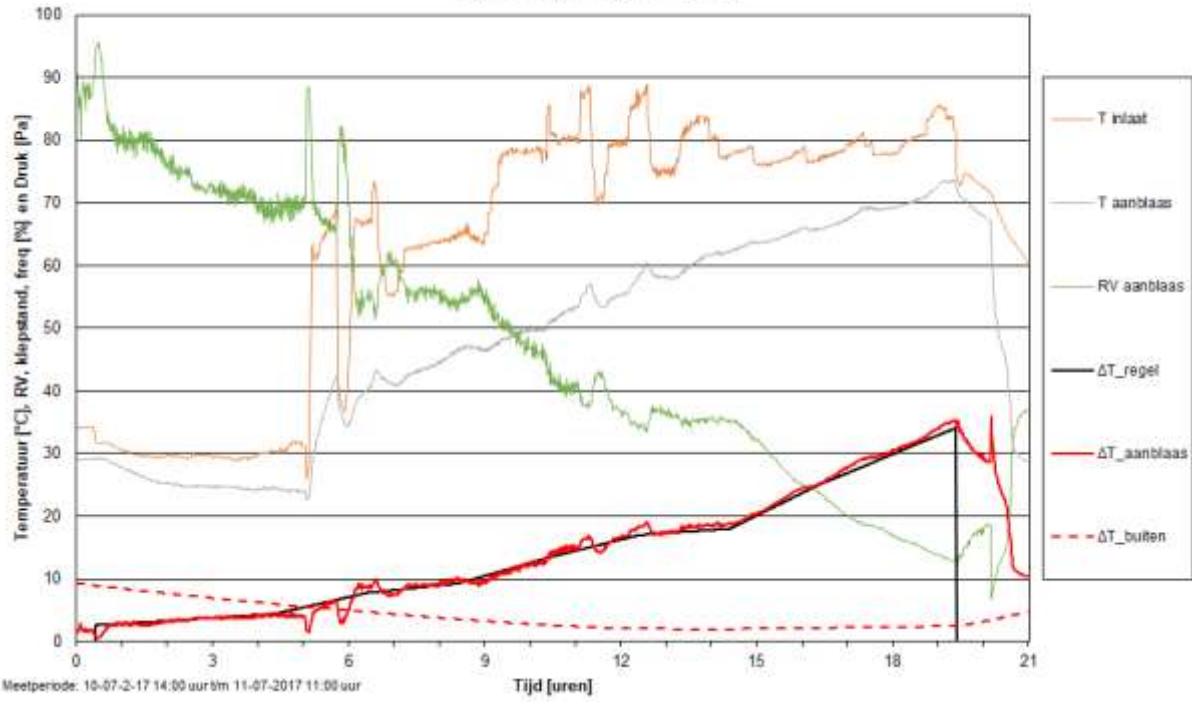
Bijlage I: Resultaten metingen in Hybridetrogers
Bijlage II: Foto's en tekeningen

BIJLAGE I: RESULTATEN METINGEN IN HYBRIDEDROGERS

Bestaande uit 6 bladzijden.

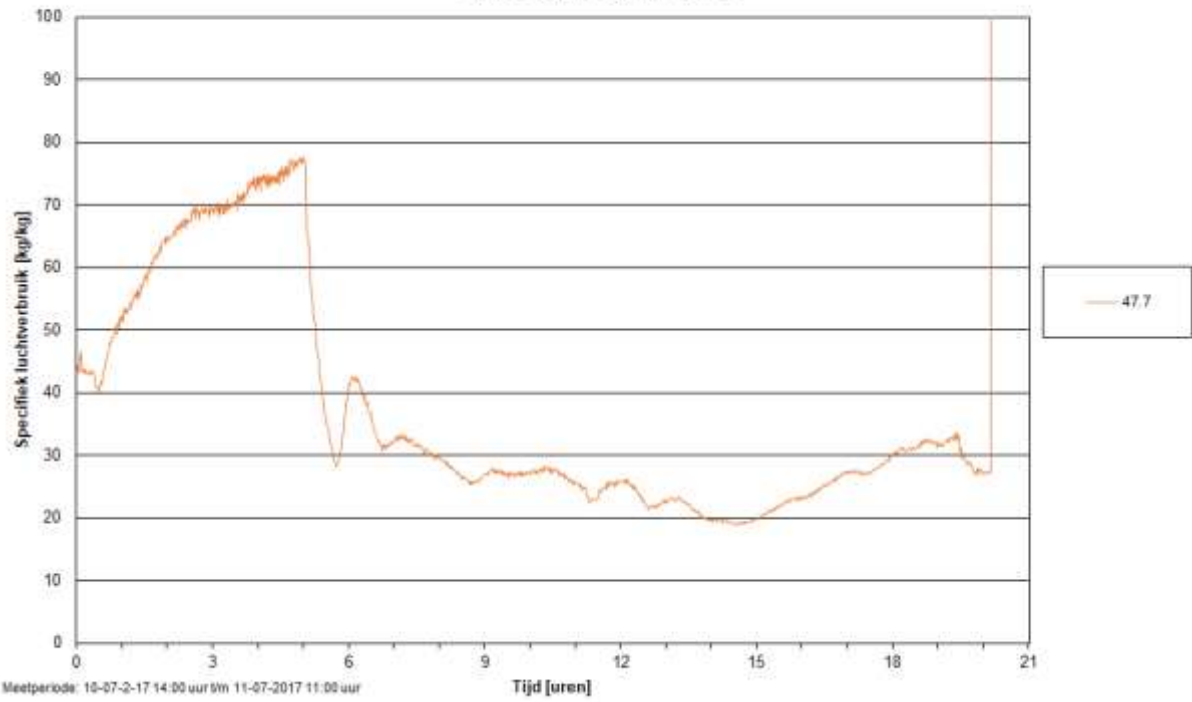
Joseph Bricks

Hybride drogen, droogkamer 2, 19 uur



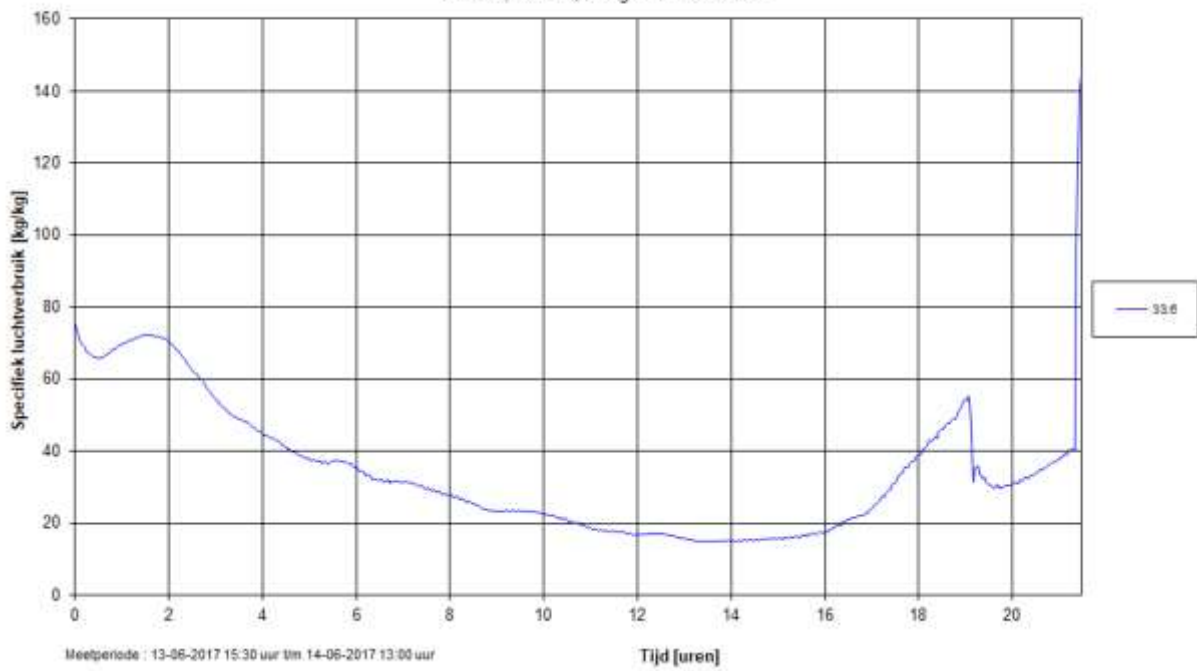
Joseph Bricks

Hybride drogen, droogkamer 2, 19 uur



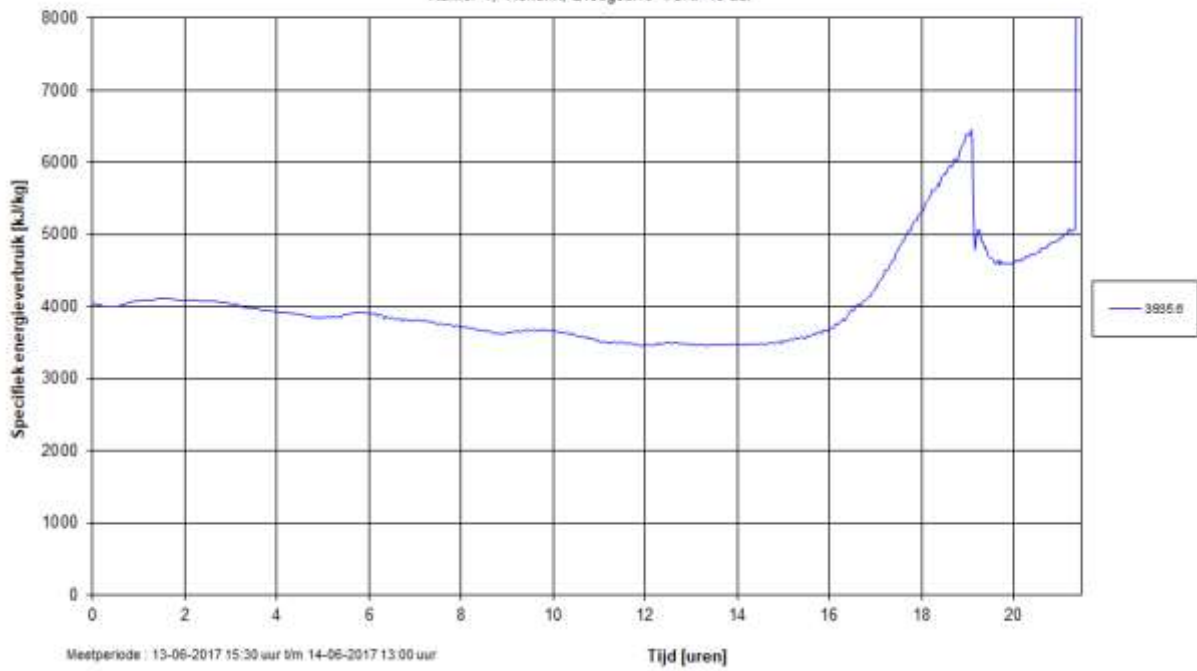
JosephDrogTck19h_17-06-13.xls

S&P Beheer
Kamer 1, Hendrik, Droogcurve TCKI 19 uur



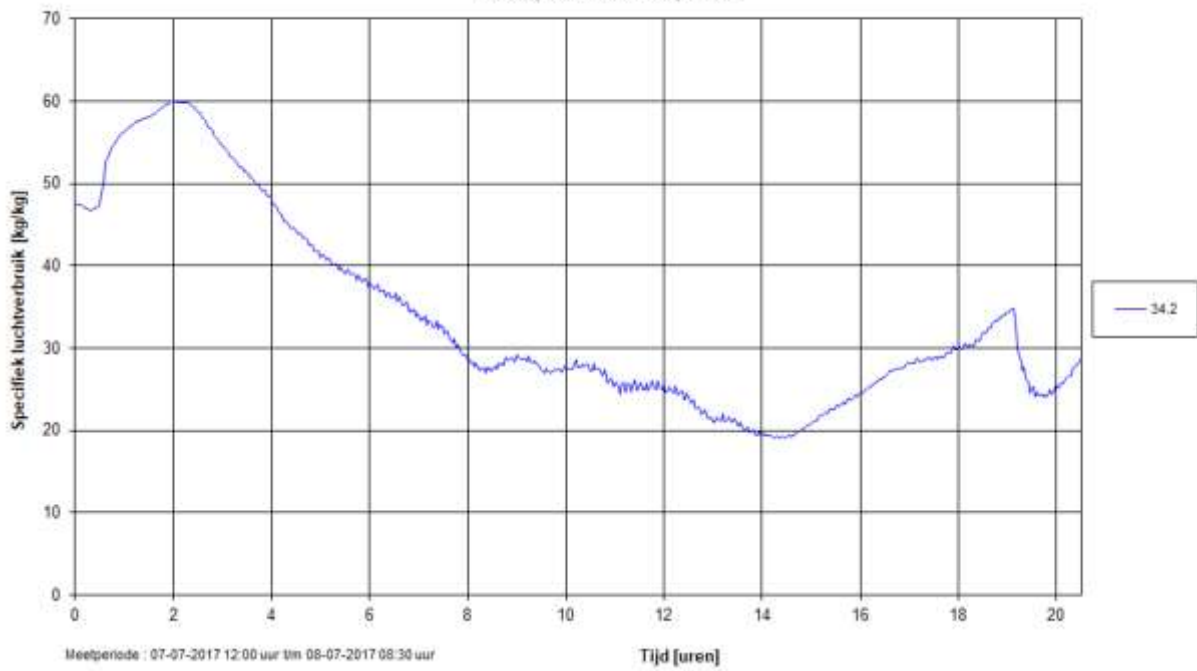
JosephDrogTck19h_17-06-13.xls

S&P Beheer
Kamer 1, Hendrik, Droogcurve TCKI 19 uur



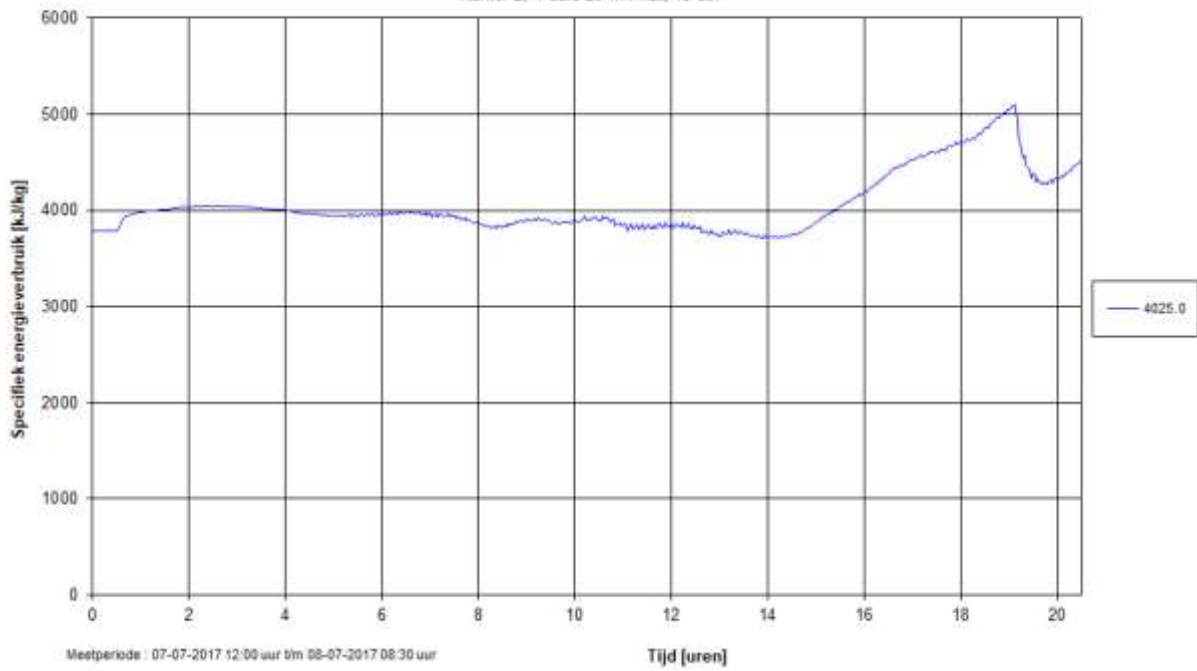
JosephDrogTck19h_17-07-06.xls

S&P Beheer
Kamer 2, Paars 20 mm nat, 19 uur



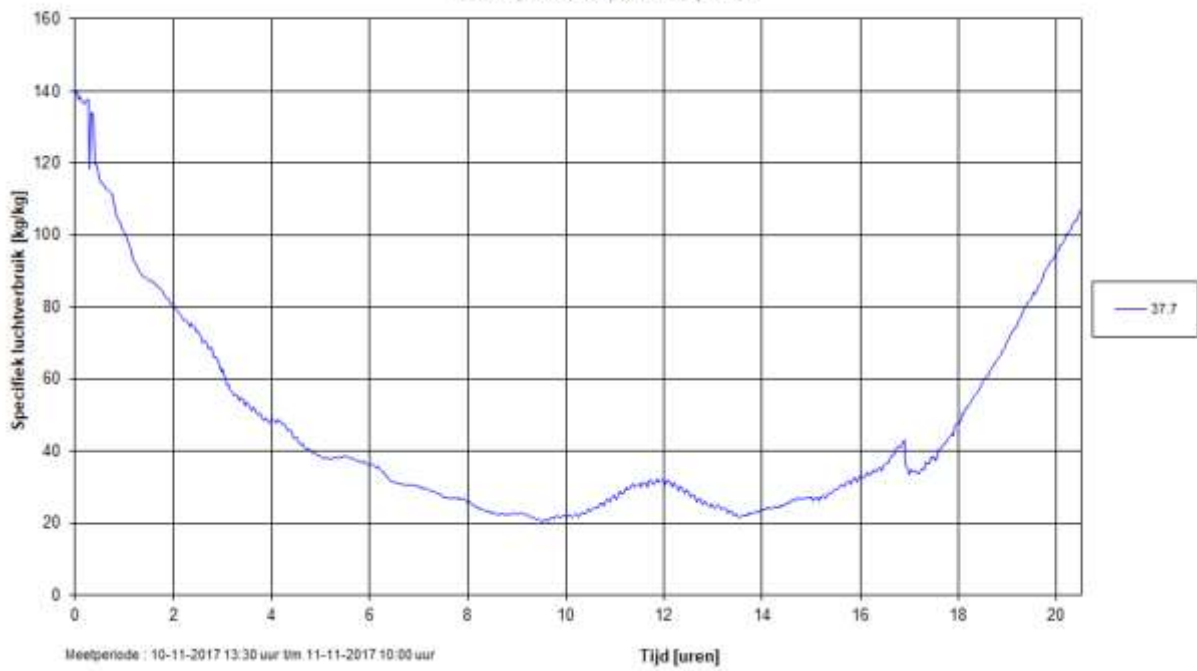
JosephDrogTck19h_17-07-06.xls

S&P Beheer
Kamer 2, Paars 20 mm nat, 19 uur



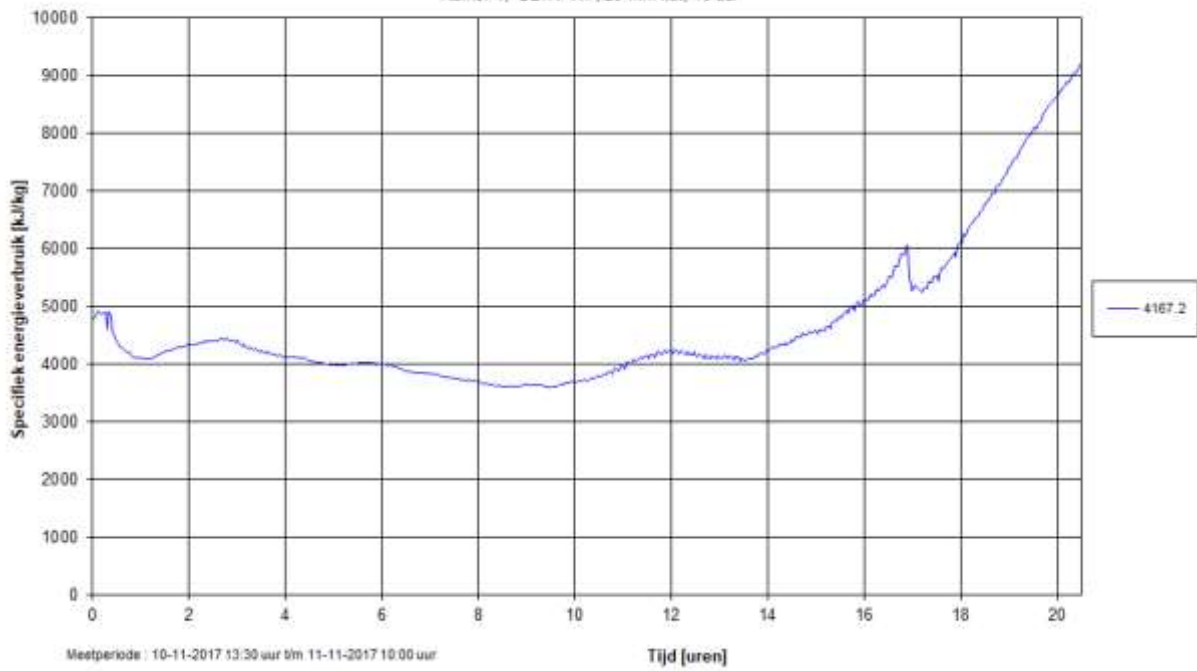
JosephDrogTck16h_17-11-10.xls

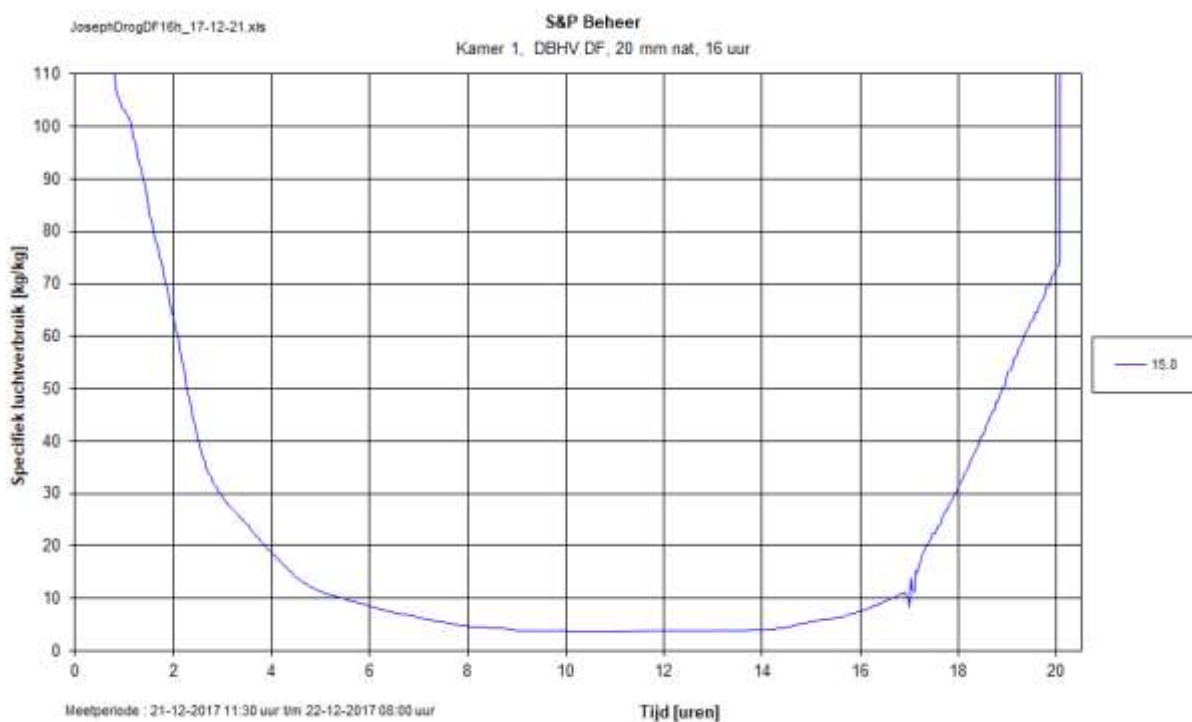
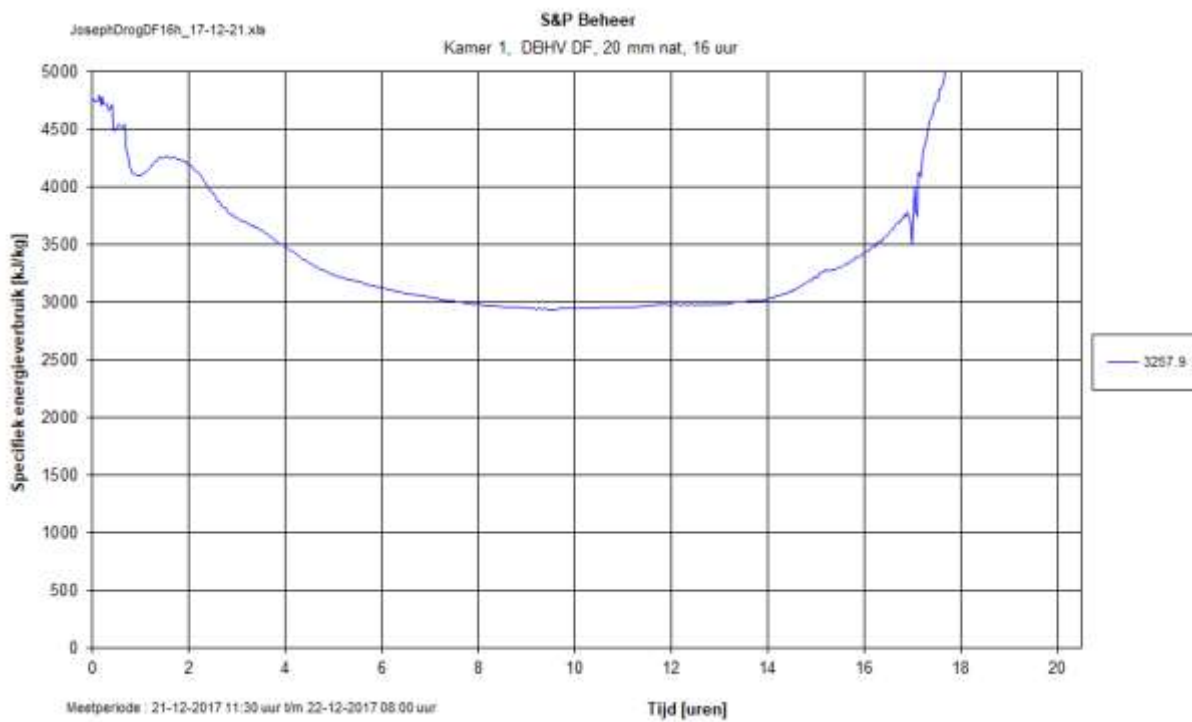
S&P Beheer
Kamer 1, DBHV WF, 20 mm nat, 16 uur

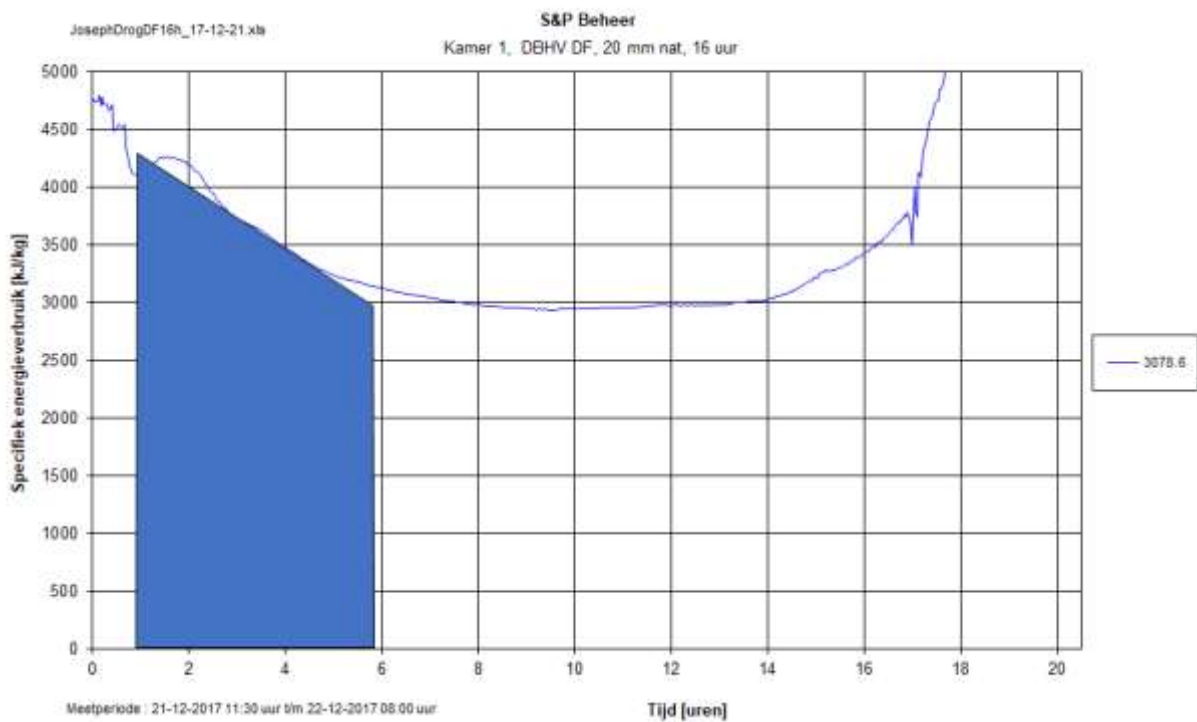
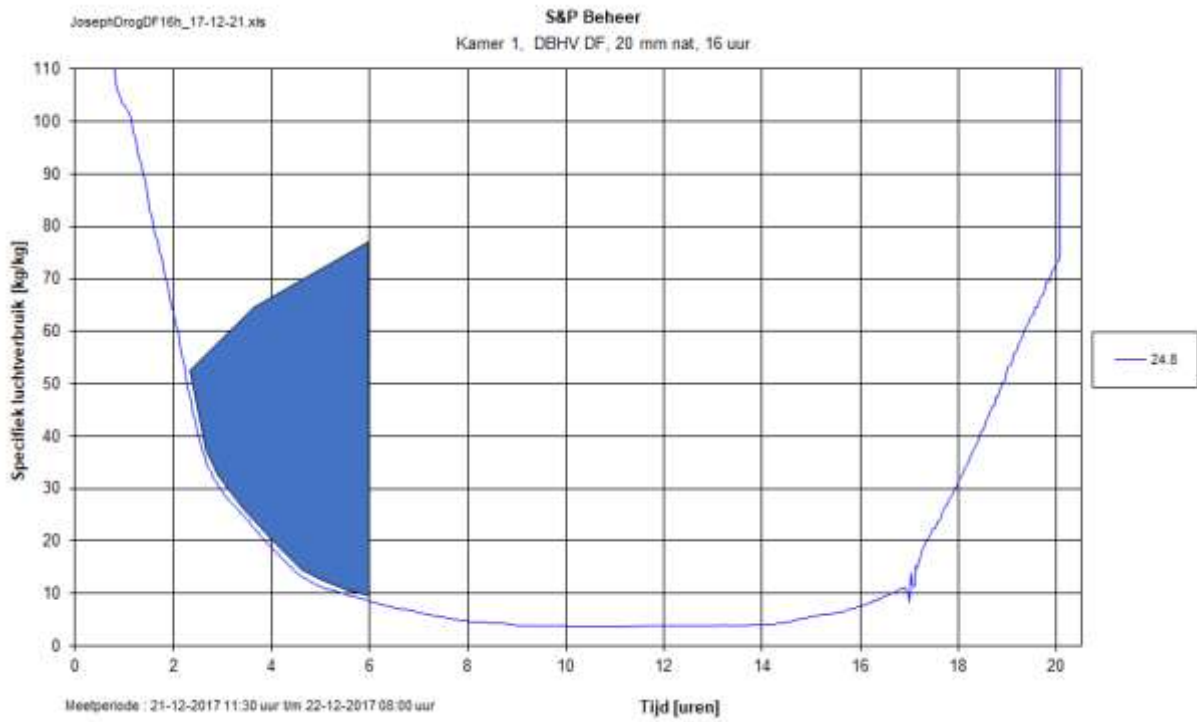


JosephDrogTck16h_17-11-10.xls

S&P Beheer
Kamer 1, DBHV WF, 20 mm nat, 16 uur







BIJLAGE II: FOTO'S EN TEKENINGEN

Bestaande uit 4 bladzijden.



