

Eindrapportage TROFEE project

Textielverwerking rondom een Flexibel Energieaanbod

Projecttitel	<u>T</u> extielverwerking <u>r</u> ondom een <u>F</u> lexibel <u>E</u> nergieaanbod (TROFEE)
Datum publicatie	30 juni 2016
Opdrachtgever 1	Verosol Fabrics B.V.
Contactpersoon Verosol Fabrics B.V.	Bas Ambachtsheer, Klaas Markvoort
Opdrachtgever 2	RVO, projectnummer TESIS15013 Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Projectperiode	1-9-2015 t/m 30 juni 2016
Auteur	BreedofBuilds B.V., contactpersoon Renate van Drimmelen
Check en autorisatie publicatie	Verosol Fabrics B.V.: Herman Marsman, Klaas Markvoort, Liesbeth Brinkhorst, Robert Kuipers
Check en autorisatie publicatie	Actility: Gert van Kempen (Auteur bijlage D)
Versie	1.0 Final
Status	Openbaar
Contactpersonen mbt bestellen exemplaren of nadere informatie	BreedofBuilds B.V., contactpersoon Renate van Drimmelen (06-51 844 927 renate@breedofbuilds.nl)

Samenvatting

Het beschikbaar komen van meer elektra uit windturbines en zonnepanelen vormt een uitdaging voor de energievoorziening. Deze energie is namelijk op onregelmatige tijden beschikbaar. Maar het schept ook kansen voor ondernemers. Enerzijds om hun productieproces hier op aan te passen en anderzijds om producten en diensten er omheen te creëren.

Verosol produceert zonwering en raamdecoratie met een klimaatbeheersende functie. Hiertoe worden polyester en textielweefsels veredeld en gemetalliseerd. Voor Verosol betekent het inspelen op de wisselende beschikbaarheid van energie 2 dingen:

- Het produceren op tijden dat windenergie en zonne-energie beschikbaar zijn, al of niet via energie-opslag.
- Het aanpassen van de installaties. D.w.z. energie-installaties die nu afhankelijk zijn van aardgas ombouwen naar installaties die op elektriciteit werken.

Verosol heeft BreedofBuilds verzocht om de kansen op dit gebied te verkennen. Vanuit de Topsector Energie is een subsidie beschikbaar gesteld om de ontwikkeling van innovatieve technische concepten op dit gebied te ondersteunen en kennis over en inzicht in het systeem en de veranderingen die daarin plaatsvinden te genereren. Hier is een deel van deze studie mee bekostigd.

Bij Verosol wordt 24/7 geproduceerd gedurende 5 dagen in de week, maar de machines zijn slechts ca. 30-40% van de tijd bezet. Om te onderzoeken of de productietijden kunnen worden aangepast is door Talumis B.V. een productiebesturings-model ontwikkeld waarmee energievraag- en aanbod kan worden afgestemd en gestuurd. Met dit model is onderzocht of het mogelijk is gezien de logistiek in het productieproces, om de machines die veel energie vragen alleen op momenten aan te zetten dat duurzame energie beschikbaar is.

Daarnaast zijn een aantal varianten gemaakt voor een elektrisch aangedreven installatie voor de voorziening van warmte voor het wasproces. Mogelijk kan hier in de toekomst ook de koudevoorziening voor de koelprocessen aan gekoppeld worden en kan de warmte ook gebruikt worden voor halverwarming.

Om de businesscases te onderzoeken is uitgebreid samengewerkt met energieleveranciers, netbeheerders en energie in- en verkoop dienstverleners. Met name Actility, Essent en Alliander zijn betrokken. Hieruit is gebleken dat het afnemen van hernieuwbare elektra op flexibele tijden (Smart Demand Response) nog in de kinderschoenen staat. Tarieven en contracten zijn nog sterk in ontwikkeling. Actility heeft binnen dit project gewerkt aan een pro-forma aanbod dat zo concreet mogelijk is gemaakt.

Verosol kan gebruik maken van de 'Day ahead' markt, waarbij door Verosol dan één dag van te voren wordt aangegeven welke pieken in elektra afgenomen kunnen worden (dus welke machines er aan zullen gaan). Hierdoor kan de elektra extra goedkoop worden ingekocht. Verder kan Verosol gebruik maken van de 'Onbalans' markt. De energieleverancier zal dan op momenten dat er pieken op het net zijn zelf zorgen dat met deze piek elektra het water in een ca 40m³ buffervat bij Verosol elektrisch wordt opgewarmd tot ca. 90C.

Uit het onderzoek kan worden geconcludeerd dat een flexibele elektrische energievoorziening voor het wasproces, gebruik makend van een warm-water buffer, een gunstige businesscase heeft.

Uit het onderzoek kan ook worden geconcludeerd dat het aanpassen van productietijden leidt tot een verlenging van de doorlooptijden in de productie. D.w.z. de weekproductie vindt meer plaats overdag, maar is dan ook pas later in de week gereed. Er zijn geen onoverkomelijke showstoppers gevonden. De doorlooptijd van de productie neemt wel toe, maar dit hoeft niet noodzakelijk te leiden tot hogere kosten of minder flexibiliteit ten aanzien van klantvragen.

Binnen Verosol hebben veel verschillende medewerkers meegedacht en meegewerkt aan het onderzoek. Er is binnen het bedrijf een brede bewustwording ontstaan en het inzicht in de energievoorziening is gegroeid.

De ontwerpen, businesscases en simulaties hebben bijgedragen aan een verdergaand inzicht in de mogelijkheden het productieproces bij Verosol te flexibiliseren en energiezuinig te maken. De simulatie biedt een basis voor nader onderzoek op welke wijze de stappen in het productieproces zo gepland kunnen worden dat de machines alleen nog maar aangaan op momenten dat duurzame energie beschikbaar is, operators gereed zijn en batches doekrollen klaarliggen zonder dat dit ten koste gaat van voorraadhoogtes en comfortabele werktijden. Binnen de tijdspanne van dit onderzoek is het niet mogelijk deze productieplanning geheel in detail te ontwerpen. Maar het verdient zeker aanbeveling dit traject dat in gang is gezet voort te zetten. Bij het vervangen van machines door nieuwe machines kan Verosol in de loop van de jaren doorgroeien naar een volledig duurzame fabriek.

Overige spin-off en spin-out van het project kan op verschillende manieren plaatsvinden.

- Het Smart Demand Response product op de elektriciteitsmarkt is door Actility in het kader van dit project nader vorm gegeven. Dit product kan verder op de markt worden gebracht.
- Brugman heeft in een co-creatie proces met Verosol en BreedofBuilds gewerkt aan het ontwikkelen van een wasstraat die werkt op warm water vanuit een buffervat in plaats van op stoom. Dit biedt mogelijkheden voor een duurzame energievoorziening in het productieproces. Brugman kan dit product ook bij andere afnemers aanbieden die daarmee gebruik kunnen maken van de flexibilisering van de elektriciteitsmarkt.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
1 Aanleiding.....	5
1.1 Energietransitie en systeemintegratie.....	5
1.2 Over Verosol	6
1.3 Onderzoeksfocus.....	6
1.4 Samenwerking in de keten bij het onderzoek	7
2 Aanpak onderzoek levering en gebruik flexibele duurzame energie	9
2.1 Onderzoek waarde van inkopen flexibele duurzame energie.....	9
2.2 Ontkoppelen vraag en aanbod energie – onderzoek door installatieontwerp en excelmodel	9
2.3 Machines flexibel aan- en uitzetten - onderzoek door productiebesturing simulatiemodel.....	12
2.4 Gebruik lokaal opgewekte duurzame energie bij Verosol.....	13
3 Resultaat mbt de waarde van Smart Demand Response	15
3.1 Inleiding.....	15
3.2 Aanbod Activity	16
4 Resultaten ontkoppelen vraag en aanbod energie machines	17
4.1 Flexibele warm water productie voor textielwasproces	17
4.1.1 Inleiding	17
4.1.2 Huidig energiesysteem wasproces	17
4.1.3 Uitgangspunten bij aanpassen energiesysteem voor flexibilisering	18
4.1.4 Varianten energievoorziening wasproces.....	19
4.1.5 Businesscases uit excel-rekenmodel.....	21
4.2 Flexibilisering opladen batterijen heftrucks	23
5 Resultaten machines flexibel aan/uit zetten (Simulatie)	25
5.1 Opzet van het besturingsmodel	25
5.2 Nul-situatie.....	26
5.3 Scenario's	26
5.4 Bespreking resultaat	31
6 Conclusies en aanbevelingen.....	33
Bijlage A Temperatuurmetingen water wasproces	35
Bijlage B Excel-rekenmodel wasstraat.....	39
Bijlage C Budgetprijzen HT Warmtepompen	40
Bijlage D Activity aanbod Smart Demand Response	43
D.1 Activity introduction	44
D.2 Smart-DR Platform.....	46
D.3 Smart-DR Tools	49
D.4 Valorization Services.....	51

1 Aanleiding

1.1 Energietransitie en systeemintegratie

De energietransitie stelt de maatschappij voor grote uitdagingen. De productie van duurzame elektriciteit uit wind en zon neemt toe, het conventionele productiepark voor elektriciteit wordt anders ingezet dan voorheen, consumenten gaan zelf elektriciteit produceren, warmte wordt steeds duurzamer opgewekt, enzovoorts.

Deze ontwikkelingen vormen een uitdaging, maar ze scheppen mogelijk ook kansen voor ondernemers om hun productieproces hier op aan te passen en producten en diensten aan te bieden die op deze ontwikkelingen inspelen. Om de kansen die er liggen te benutten is integratie nodig tussen het energiesysteem van de energiesector en dat van bedrijven.

Systeemintegratie kan omschreven worden als het proces van integratie tussen schakels en spelers in de energiewaardeketens, tussen verschillende energiedragers, tussen actoren in de waardeketen en met aanpalende sectoren in het systeem, waardoor oplossingen voor knelpunten worden geboden en waardoor er kansen ontstaan voor nieuwe producten en diensten.

Voor het bedrijf Verosol ligt de kans van systeemintegratie mogelijk op het gebied van het afstemmen van het piekgebruik van elektriciteit op de beschikbare elektriciteitspieken op het net ten gevolge van energie uit wind en zon. De onzekere lange-termijn voorziening van betaalbaar aardgas is aanleiding om een transitie bij Verosol in gang te zetten naar productie met hernieuwbare elektriciteit. Dat vergt flexibele productiesystemen waarbij vraag en aanbod van energie wordt afgestemd.

Verosol heeft BreedofBuilds verzocht om de kansen op dit gebied te verkennen. Vanuit de Topsector Energie is een subsidie beschikbaar gesteld voor bedrijven om de ontwikkeling van innovatieve technische concepten te ondersteunen en kennis over en inzicht in het systeem en de veranderingen die daarin plaatsvinden te genereren. Deze systeemintegratieregeling ondersteunt onderzoek en ontwikkeling naar *flexibiliteit* in het energiesysteem. De achterliggende gedachte is dat een betere integratie zowel binnen het energiesysteem als op de verbindingen met andere sectoren, bijdraagt aan oplossingen om het energiesysteem duurzamer te maken en tegelijkertijd betrouwbaar en betaalbaar te houden.¹

Voor het bekostigen van deze studie zoals beschreven in dit rapport is deels gebruik gemaakt van deze regeling.

Het doel voor Verosol is het ontwikkelen van een model (*open en flexibel bèta-versie besturingssysteem*) waarmee kan worden onderzocht hoe duurzaam opgewekte elektriciteit ingezet kan worden in het productieproces van zonweringen.

Bijdrage aan het programma systeemintegratie is het identificeren van nieuwe kansen, samenwerking met partijen uit de waardeketen en de mogelijkheid voor deze partijen om afgeleide energiemanagement-systemen verder op de markt te brengen.

¹ Bijlage 4.2.16., behorende bij artikel 4.2.112 van de Regeling nationale EZ-subsidies (Programmatische Systeemintegratiestudies)

De jaarlijkse energiekosten voor Verosol zijn ca. 350k€ en stijgen naar verwachting sterk in de toekomst. Eén vacuüm-metalliseer-machine trekt ca. 40k€ per jaar aan elektra in de korte tijd dat deze aanstaat. Dus bij twee metalliseer-machines wordt dit ca. 80k€. Het was-proces kost ca. 40k€ per jaar aan gas. Als deze deelprocessen met hernieuwbare energie uitgevoerd kunnen worden vermindert Verosol de CO₂ emissies al met ca. 40%. Mogelijk kan tegelijk ook een kostenreductie worden bereikt.

1.2 Over Verosol

Verosol produceert zonwering en raamdecoratie met een klimaatbeheersende functie. Hiertoe worden polyester en textielweefsels veredeld en gemetalliseerd.

Het productie proces binnen Verosol bestaat uit de volgende stappen:

- Het ingekochte ruwdoek kan verontreinigd zijn met hulpstoffen uit het eerdere spin- en/of weefproces of vuil van transport en opslag. Om het metalliseerproces goed te laten verlopen, moeten deze verontreinigingen eerst verwijderd worden. De eerste productiestap is dus: Wassen: Het doek wordt in de breedwasinstallatie gespoeld, waarbij de losgeweekte verontreinigingen worden afgevoerd.

Vervolgens wordt het doek gedroogd, gemetalliseerd en wordt er een kleur op geprint.

- Drogen : Op het spanraam worden de schoongespoelde textielweefsels gedroogd. De temperatuurinstelling wordt door middel van een computergestuurd programma geregeld. De snelheid wordt geregeld afhankelijk van de gewenste behandeltijd.
- Kalanderen: Het doek wordt gewalst.
- Metalliseren: In de metalliseermachine wordt een zeer dunne laag aluminium door middel van opdammen op het doek aangebracht om de isolerende en reflecterende werking aan het doek toe te voegen.
- Finishen: Deze stap vindt ook plaats op het spanraam.
- Printen: Het doek en printpapier worden als een soort sandwich met een vooraf bepaalde snelheid en temperatuur langs een warme wals geleid.

Tot slot worden de doeken geplisseerd, gesneden en ingepakt.

Tussen de verschillende processtappen vindt keuring van het product plaats. Dit om zoveel mogelijk uitval en afkeur verderop in het proces te voorkomen.

1.3 Onderzoeksfocus

Bij Verosol staan straks een was- en een droogstraat, twee vacuüm-metalliseer-machines (de 2^e is in aanbouw) en een kalender (wals) met grote piekspanningen bij gebruik: grote machines die veel gas en elektra trekken, maar slechts ca. 30-40% van de tijd bezet zijn. De gasvraag kan deels vervangen worden door elektrische verwarming, al of niet met warmtepompen, en warmteopslag (bodem of inpandig) lijkt mogelijk.

Om de inzet van hernieuwbare energie mogelijk te maken is energiemanagement nodig zodat de vraag van schone energie afgestemd wordt op het aanbod. Tegelijkertijd moet het productieproces wel blijvend voldoen aan de eigen interne logistieke randvoorwaarden (tussenvoorraden, ploegendiensten, etc.) en natuurlijk de eisen van de klant (doorlooptijden,

kosten). In samenwerking met netbeheerders kan ook piekspanning uit het elektriciteitsnet worden opgevangen. Hier is energiemanagement voor nodig in combinatie met een productiemanagementsysteem.

In samenwerking met ketenpartners wordt een model ontwikkeld waarmee energievraag- en aanbod kan worden afgestemd en gestuurd.

Belangrijkste vragen zijn:

- Hoe kan Verosol op een duurzame en betaalbare manier de energievoorziening regelen nu en in de toekomst?
- Is een groter aansluitvermogen nodig op het net of kan het met eigen opwekcapaciteit in combinatie met opslag?
- Kan de piekvraag van Verosol gemanaged worden in relatie tot de programma-verantwoordelijkheid op een manier die waarde creëert?
- Is er een energie supply/demand management tool te ontwikkelen die ook ervoor zorgt dat er automatisch geschakeld wordt tussen planning, tussenvoorraden en capaciteit en tijden van piek belasting?

1.4 Samenwerking in de keten bij het onderzoek

BreedofBuilds heeft samen met Verosol het project uitgevoerd. Gedurende het gehele project is veel samenwerking gezocht in de keten van energielevering en toeleveranciers van machines en installatiewerk.

Projectpartners/betrokken systeemleveranciers:

- Actility (Frank Koopman en Gert van Kempen). Actility is een 'independent integrator' en zorgt via de Internet-of-Things technologie voor 'smart demand response' bij klanten. Ze bedienen daarmee zowel de eindklant als Tennet of Essent of een andere partij die de programmaverantwoordelijkheid heeft. Voorbeelden zijn:
 - Aansturen van gemalen bij Waterschappen
 - Water in watertorens pompen (Frankrijk en België)
 - Aansturen koel- en vriesinstallatiesHier zijn verschillende besprekingen mee gevoerd omtrent de waarde van het flexibel afnemen van elektriciteit, wat uiteindelijk geleid heeft tot een concreet businessmodel dat voordeel heeft voor zowel Verosol als Actility.
- Alliander (Willem van den Reek, Jochem Garthoff, Michiel van Werven) – Hier zijn verschillende besprekingen mee gevoerd omtrent de waarde van het flexibel afnemen van elektriciteit.
- Dit geldt ook voor Essent (Balraz Singh - Senior Innovation Manager en Tim van Belkom-Senior Innovation Manager).
- Talumis (Dirk Jan Moens en Harald Emsbroek), is ingeschakeld als bouwer van het productiebesturingsmodel.
- ThermoNoord (Reznor lbc's), Mossink electrotechniek, Wassink installatie – met deze partijen is overleg gevoerd over het herontwerpen van de klimaatregeling in de productiehallen. Mossink electrotechniek is de mogelijke leverancier van het uiteindelijk ontworpen systeem.
- Brugman (wasmachines) of via BLW-Visser (ing.Lourens Meulink) – met deze leverancier van wasstraten is een co-creatie traject uitgevoerd van het ontwerp van een een wasstraat op duurzame energie.

-
- GEA en SP Power omtrent levering HT warmtepompen tbv de wasstraat.
 - Athex Industrial Suppliers – overleg en budgetoffertes tbv warmte-buffertank en elektrische coil.

Daarnaast is onder meer overlegd met:

- Samsung/Ambrava, Inventum, Heliotherm ed als Warmtepomp-systeem leveranciers – Deze warmtepompen hebben echter te weinig vermogen voor Verosol en het temperatuurbereik is niet geschikt.
- TU Delft (aanvraag stagiair/afstudeerder gedaan bij TBM – Kas Hemmes) maar er heeft zich geen stagiair gemeld
- Hogescholen Saxion – aanvraag stagiair gedaan, maar er heeft zich geen stagiair gemeld
- Energiedak , Pyrosolar – Hier is overleg mee gevoerd over de mogelijkheid van zonnethermische energie.

2 Aanpak onderzoek levering en gebruik flexibele duurzame energie

2.1 *Onderzoek waarde van inkopen flexibele duurzame energie.*

Om de waarde te verkennen van het flexibel afnemen van elektriciteit zijn diverse gesprekken gevoerd met partijen uit de energiesector, namelijk met Alliander, Essent en Actility. Essent is momenteel de programmaverantwoordelijke bij Verosol.

Hieruit is gebleken dat het afnemen van hernieuwbare elektra op flexibele tijden (Smart Demand Response) nog in de kinderschoenen staat. Tarieven en contracten zijn nog sterk in ontwikkeling.

Alliander ontwikkelt een framework met het mogelijk toekomstig marktmodel waarin bedrijven/consumenten beschikbare flexibiliteit kunnen aanbieden aan marktpartijen en netbeheerders (zie <http://www.usef.info/Home.aspx>.) Dit is nog volop in ontwikkeling en wordt nu op enkele plekken in Nederland getest.

Essent werkt aan een 'Energiekoplappers programma' waarin de flexibiliteit van 200 huishoudens wordt geaggregeerd in 1 portfolio. <https://www.energiekoplappers.nl/>

Actility is een bedrijf dat als 'aggregator' de energievraag en/of aanbod van bedrijven bundelt en gezamenlijk inkoopt of verhandelt. Actility maakt daarbij gebruik van Internet-of-Things en andere intelligente technologie waardoor er geflexibiliseerd kan worden. Een voorbeeld is het op afstand aanzetten van meerdere gemalen op momenten dat er een piekaanbod is op het net. (Zie <http://www.actility.com/en/news/actility-strengthens-its-position-dutch-energy-market>)

Via deze gesprekken is verkend wat de mogelijkheden zijn voor het flexibel afnemen van duurzame energie van de energieleverancier en de waarde daarvan. Dit heeft geresulteerd in een afstemming van de mogelijkheden. Actility heeft binnen dit project gewerkt aan een pro-forma aanbod dat zo concreet mogelijk is gemaakt. Deze prijzen verwerkt in de opgestelde businesscases.

2.2 *Ontkoppelen vraag en aanbod energie – onderzoek door installatieontwerp en excelmodel*

Om verdergaand gebruik te maken van duurzame energie is het nodig om de gasvraag binnen Verosol te vervangen door een elektravraag. Daarnaast is het nodig de energie te bufferen zodat het moment van vraag en aanbod ontkoppeld kan worden.

Door BreedofBuilds is een analyse gemaakt van de energie-installaties bij Verosol en is op basis daarvan is een selectie gemaakt van installaties waarbij ontkoppeling zou kunnen plaatsvinden. De machines die een grote gasvraag hebben binnen Verosol zijn:

- Stoomketel tbv het wasproces, waarbij stoom ook wordt gebruikt als blusmedium voor het spanraam.
- Halverwarming met gasbranders in luchtbehandelingskasten
- Spanraam ten behoeve van drogen en finishen van doek

De machines die een relevante elektravraag hebben zijn eveneens onderzocht. Zie tabel 1.

Machine Verosol VF	Huidige kW-max elek.	Opmerking	Ontkoppelen vraag en aanbod energie mogelijk?
Impregneer/foulard	16		
Wasmachine	54	+ 1MW gas/stoom	Nu met stoomketel op aardgas, toekomst met elektrische coil in boiler, of met HT WP?
Verweilstation	1		Nee
Spanraam	92		Nee
Kalander	80		Nee
MM2 Koelmachine 294kW	88	30RBP 260kW Carrier	Toekomst vanuit koudebuffer?
MM3 Koelmachine	~ 88	In 2016 in bedrijf	Toekomst vanuit koudebuffer?
MM2 Metalliseermachine	180		Nee
MM3 Metalliseermachine	~ 200	In 2016 in bedrijf	Nee
Transferprinter	70		Nee
Halverwarming Kieft 18 (15,4kW + 5,5kW)	21	+ 2x189kW gas	Nu aardgas, toekomst elektrisch vanuit warmtebuffer?
Halverwarming Kieft 17 (11x100W)	1	+ 319kW gas	Nu aardgas, toekomst elektrisch met IR panelen?
NIET BEMETERD CA. 311kW, WAARONDER			
Compressoren (2x10kW)	20		Nee
Heftruckladers (20V*100A +)	~40		Ja
Verlichting	45		Nee
HUIDIG GEMIDDELD TOTAAL ELEKTRISCH	672kW	(ER IS ANNO 2015 758kW AAN PIEKVERMOGEN GECONTRACTEERD; TRAF0 AANWEZIG VAN 1600kVA)	

Tabel 1. Piekvermogens van de productiemachines bij Verosol

Ontkoppeling van vraag en aanbod van energie wordt mogelijk geacht bij:

- Wassen
- Koeling voor metalliseermachines
- Halverwarming
- Heftruckladers

Om ontkoppeling mogelijk te maken zijn alternatieve ontwerpen gemaakt voor de energie-installaties die nu op gas draaien. In het geval van het wasproces is dit gedaan in goede samenwerking met de firma Brugman die machines voor continu-wasprocessen levert. Het vergt namelijk een ander ontwerp van de wasstraat zelf: zonder stoom en op basis van een warmwater voorziening.

Vervolgens is een excel-rekenmodel (zie bijlage B) opgesteld om varianten van flexibilisering in de energievoorziening van de wasstraat te kunnen onderzoeken. Er is overleg gevoerd met veel leveranciers en mogelijke partners. Zie de paragraaf over samenwerking in de keten. Het geheel heeft geresulteerd in een aantal concrete businesscases. Deze worden later in dit rapport toegelicht.

Qua ontkoppeling op het niveau van machines en processen lag de focus op de volgende 4 energievragers binnen het bedrijf:

Warm water productie voor textielwasproces

- Toelichting: Water wordt nu opgewarmd m.b.v. een stoomketel/gas. Deze is aan vervanging toe. Het ontkoppelen van vraag en aanbod van energie door opslag van duurzame energie in een warm-waterbuffer is een kans.

NB: In het onderzoek door simulatie (zie volgende paragraaf) wordt deze mogelijkheid ook bekeken. De vraag die hier bij hoort is:

- Wat is de toename van de doorlooptijd bij maximaal gebruik van wasmachine van 10 uur per dag?



Foto 1. Segment textielwasstraat

Koeling metalliseermachines

- Toelichting: momenteel wordt het metalliseerproces gekoeld met compressiekoelers. Er is een nieuwe metalliseermachine in aanbouw. Als uitbreiding op de warmtepomp en de warm water buffer bij de wasstraat zou ook een koud-waterbuffer kunnen worden geplaatst die gekoeld wordt met dezelfde warmtepomp.



Foto 2. Metalliseerketel

Halverwarming

- Toelichting: Hallen worden nu verwarmd met een gasbrander in een luchtbehandelingskast op het dak (adres Kieft 18) en met zwartstralers op gas (Kieft 17). De klimaatregeling is nu alleen thermostaat-geschakeld en niet geschakeld afhankelijk van warmtebehoefte en/of gebruik van de machines. Gasverbruik voor halverwarming is voor Kieft 18 is $\sim 3 \text{ m}^3 \text{ gas/m}^3$ halinhoud, en voor Kieft 17 is het $\sim 2 \text{ m}^3 \text{ gas/m}^3$ halinhoud. De norm is $1 \text{ m}^3 \text{ gas/m}^3$ halinhoud. Zeker bij Kieft 18 zou het laag moeten zijn gezien de bijkomende stralingswarmte van de machines.



Foto 3. Halverwarming Kieft 18

Het ontkoppelen van vraag en aanbod van duurzame energie bij halverwarming is een kans op 2 manieren:

- Hallen verwarmen met warmte vanuit de warm-waterbuffer zoals genoemd bij de warm-watervoorziening voor de wasstraat.
- Hallen verwarmen met InfraRood panelen en daarbij de temperatuur laten schommelen tussen een maximum en een minimum.

Halverwarming met gebruik van duurzame energie hangt dus af van een goede offerte van IR panelen en het beschikbaar zijn van de warm-water buffer. Het wordt in dit rapport daarom

niet verder uitgewerkt, maar kan in een verdere uitwerking van het resultaat worden meegenomen.

Laden batterijen heftrucks

- Dit spreekt voor zich. Batterijen kunnen worden opgeladen op momenten dat de piekspanningen op het net aanwezig zijn.

Binnen deze studie zijn deze mogelijkheden verder uitgewerkt en businesscases zijn opgesteld.

2.3 Machines flexibel aan- en uitzetten - onderzoek door productiebesturing simulatiemodel

Een mogelijkheid om te voldoen aan een flexibele energievraag is om de productiemachines van Verosol aan te zetten op het moment dat er een piek is op het net. Verosol kan dan gebruik maken van de 'Day ahead' markt voor elektra.

Verosol moet in dit geval een dag van te voren kunnen aangeven welke machines er aan gaan. Er moeten dan ook operators beschikbaar zijn en er moet een batchproductie klaarliggen voor de machine. De productieplanning moet zodanig intelligent worden dat dit ingepland kan worden.

Om de mogelijkheden in de productieplanning te kunnen onderzoeken is een productiesimulatie/productiebesturingsmodel van de productie bij Verosol op Kieft 18 opgesteld.

Dit is gedaan in samenwerking met het simulatiebedrijf Talumis B.V.. Gezien de logistieke complexiteit van het productieproces is het niet mogelijk het via een handmatige analyse te onderzoeken.

Allereerst is vastgesteld welke machines relevant zijn om flexibel aan en uit te zetten aan de hand van hun elektriciteitsvraag. (Zie tabel 1) Dit zijn de **metalliseermachines** die per stuk, inclusief koeling, ~250kW vragen, en de **kalander** met ~80kW.

(Het spanraam is zodanig veel uren bezet dat het aan/uitzetten niet van toepassing is. De transferprinter is niet meegenomen in de simulatie omdat deze pas later in het productieproces wordt gebruikt.)

Na het nabootsen van de 'as-is' situatie, is onderzocht wat het effect op de productie is bij het flexibel aanzetten van de machines.

De volgende onderzoeksvragen worden gesteld.

- Stel dat het metalliseerproces in een week 'gedwongen' alleen plaatsvindt tussen 10u en 16u (ivm elektriciteit uit zonnepanelen). Welk effect heeft dat op de doorlooptijd van de productie?
- Idem voor de kalander.
- Wat is de toename van de doorlooptijd bij maximaal gebruik van wasmachine van 10 uur per dag. (deze onderzoeksvraag loopt vooruit op de mogelijke toekomstige situatie waarbij de warm-watervoorziening van de wasstraat komt)

vanuit een (flexibel elektrisch verwarmd) buffervat. Vraag en aanbod van elektriciteit wordt daarmee ontkoppeld.

Opmerkingen:

- Halventilatie loopt mee met het aan en uitzetten van de grotere machines, dus de afname van elektra op deze momenten is bij Kieft 18 ca 10kW groter.

2.4 Gebruik lokaal opgewekte duurzame energie bij Verosol

Diverse mogelijkheden zijn onderzocht om lokaal duurzame energie op te wekken of in te zetten. Er zijn hierover gesprekken gevoerd met energieleveranciers en productleveranciers. In deze paragraaf worden de mogelijkheden genoemd.

Het heeft voordeel voor Alliander als lokaal opgewekte energie ook lokaal wordt ingezet. Dit scheelt netverliezen van 5 tot 8%. Terug levering aan het net is echter wel vaak voorwaarde voor subsidie. Voordat er grootschalig PV op het dak wordt geplaatst en er wordt terug geleverd moet ook altijd eerst gecheckt worden bij Alliander of het net niet verzwakt moet worden.

Eibergen zit in de buurt van de uiteinden van het net. Hierdoor is het mogelijk dat de spanning instabieler is. Dit moet Verosol dan merken. Door lokale duurzame energieopwekking kan dat verholpen worden. Verosol ondervindt hier echter geen problemen mee.

Lokaal PV-panelen neerleggen op het dak van Verosol en deze energie lokaal gebruiken is globaal onderzocht. Hiervoor is het nodig een SDE+ aanvraag te doen. Echter, aangezien de bedrijfshal in bezit is van Waarborg vastgoed, is het nodig dat deze de aanvraag doet. Dit valt buiten het invloedssfeer van Verosol. Verosol huurt de locatie.

Lokaal zon-thermische panelen neerleggen op het dak van Verosol en deze energie lokaal gebruiken is ook globaal onderzocht. De systemen geven warm water in de zomermaanden, terwijl bij Verosol jaarrond warmte nodig is. Het nadeel is dus dat naast deze systemen er evengoed een stoomketel of andere verwarming nodig is in de wintermaanden.

In Beltrum, op ~8 km hemelsbreed van Verosol (zie <http://www.groot-zevert.nl/>), staat sinds 2004 een mestvergister. Direct toepassen van opgewekt biogas in het productieproces bij Verosol zou efficiënt gebruik betekenen van het opgewekte biogas. De afstand is echter te groot om het kostentechnisch gezien haalbaar te maken. Toch wordt er volgens de website van Groot-Zevert gewerkt aan een biogaspijpleiding naar Friesland Foods in Borculo. Deze afstand is ~11 km.



Foto 4. Mestvergister Groot-Zevert in Beltrum. Ref: www.groengasachterhoek.nl.

Gezien het bovenstaande lijken hier geen speciale kansen te liggen. Dit is dan ook in het kader van dit onderzoek niet verder uitgediept.

Waar mogelijk wel kansen liggen, als de kwaliteit van de rookgassen het toelaat, is het gebruik van eigen restwarmte. Bij Verosol komt restwarmte vrij uit het droog en finish proces. Deze warmte wordt momenteel niet benut. In het kader van het verduurzamen van de energievoorziening voor het wasproces en voor halverwarming zou deze restwarmte mogelijk kunnen worden opgeslagen in de genoemde warm-waterbuffer. Dit is in dit rapport niet verder uitgewerkt maar zou een volgende stap kunnen zijn in de verduurzaming van de fabriek.

3 Resultaat mbt de waarde van Smart Demand Response

3.1 Inleiding

Momenteel koopt Verosol elektriciteit in via een collectief contract via de Modint, de branchevereniging voor textielbedrijven. Dit resulteert in gunstige tarieven.

De elektriciteitsprijs (2013) is in totaal 8 á 10ct/kWh, waarvan 3,5 á 5,5 ct/kWh basistarief (dag/nacht), 3 ct/kWh levering en ca 1ct/kWh energiebelasting. Van de 3 ct/kWh leveringskosten is ca 1,5 ct/kWh gerelateerd aan het gecontracteerde piekvermogen van 758kW (2013).

Dit betekent 3 dingen

- Overschakelen van productieprocessen van gas naar elektrisch kan gunstig zijn.
- Kortingen op de variabele tarieven ten gevolge van smart demand response zullen niet heel groot zijn. (bijv 1 á 2 ct/kWh). Een vaste vergoeding voor het beschikbaar stellen van vermogen staat hier los van.
- Een vaste vergoeding voor 'smart demand response' kan gunstig zijn.

De energiesector onderzoekt momenteel de mogelijkheid om bedrijven een vergoeding te bieden voor opgenomen piekvermogens op momenten dat PV-panelen of windturbines veel elektriciteit produceren.

Een rekenvoorbeeld

- Stel dat 2 uur per dag, gedurende een heel jaar 1MWe flexibel wordt afgenomen. Dwz de energieleverancier bepaalt wanneer deze stroom wordt geleverd en Verosol warmt er een waterbuffer mee op ('Onbalans markt'), ofwel Verosol kondigt een dag van te voren aan gedurende een aantal uren een piek aan elektra te zullen afnemen ('Day ahead' markt). Als de elektriciteit dan 2 ct/kWh goedkoper kan worden ingekocht ten opzichte van de huidige tarieven dan levert dit een voordeel op van $2 \text{ u} \times 365 \text{ d} \times 1.000 \text{ kWh} \times \text{€}0,02 = \text{€}14.600$ per jaar.
- Er zou dan gerekend moeten worden met een inkooptarief van gemiddeld 7ct/kWh i.p.v. gemiddeld 9 ct/kWh.
- Daarnaast zou de energieleverancier nog een vaste vergoeding kunnen uitkeren van bijvoorbeeld €10.000 per jaar.

Zo wordt in totaal een voordeel van €24.600 per jaar behaald.

Opmerkingen:

- Voor opvangen van duurzame elektrapieken uit Duitsland wellicht relevant omdat Verosol dicht bij de grens ligt.
- In België en in Engeland is de businesscase beter. Daar zijn meer problemen met de stabiliteit van het net. In Nederland is de behoefte minder vanwege het grotere aantal centrale installaties. 'Security of supply' is amper in het geding.
- De noodstroom-markt is niet relevant voor Verosol. Bedrijven zoals glastuinders, datacentra en ziekenhuizen maken hier gebruik van. Daarbij gaat het om aanzetten van generatoren die juist elektriciteit leveren aan het net op momenten dat de vraag groot is. Beschikbaar stellen van noodstroomvermogen levert tot €150.000/MW.

3.2 Aanbod Actility

Actility heeft de case bij Verosol bestudeerd en heeft in het kader van dit project een aanbod ontwikkeld.

Het gaat hierbij om een financieel voordeel door zowel op de 'Onbalans' markt in te spelen als op de 'Day ahead' markt: zie bijlage D.

Het is een markt die sterk in ontwikkeling is en nog niet breed beschikbaar. Deze offerte moet daarom ook worden gezien als een stap in het ontwikkelingsproces.

Er is sprake van een onbalansvergoeding van €4.000/jaar. Het is een beperkte vergoeding die alleen nog rekening houdt met flexibel opwarmen van water in een waterbuffer ten behoeve van het wasproces. Hierbij gaat het om een gevraagd vermogen bij Verosol van 300kW gedurende slechts 10 uur per week (2x5uur), dus na 5 uur is de waterbuffer opgewarmd en wordt gewacht tot deze warmte is gebruikt in het wasproces. Daarna wordt de buffer weer opgewarmd.

Als het systeem kan worden uitgebreid met warmte voor halverwarming, koeling (met warmtepomp en koud-waterbuffer) et cetera dan zal de vergoeding hoger worden.

De 'Day ahead' markt gaat om de korting bij de inkoop van elektra van ca 2ct/kWh.

De resultaten zijn verder verwerkt in de businesscase.

4 Resultaten ontkoppelen vraag en aanbod energie machines

4.1 Flexibele warm water productie voor textielwasproces

4.1.1 Inleiding

Om van duurzame energie gebruik te kunnen maken in het wasproces, is het nodig de energievoorziening anders in te richten.

- Overstappen op elektrische verwarming
- Flexibele elektriciteitsvraag door bufferen warmte

Het huidige systeem met de stoomketel is op basis van gas en leent zich er niet voor. Interessante ontwikkeling in dit kader is dat Verosol op termijn toch een geheel nieuwe wasstraat wil aanschaffen om bredere doekrollen te kunnen verwerken.

Binnen deze studie zijn een aantal mogelijkheden verder uitgewerkt. Door BreedofBuilds is een excel-rekenmodel (zie bijlage B) opgesteld om varianten van flexibilisering in de energievoorziening van de wasstraat te kunnen onderzoeken. Het geheel heeft geresulteerd in een aantal concrete businesscases. Dit wordt in dit hoofdstuk toegelicht.

4.1.2 Huidig energiesysteem wasproces

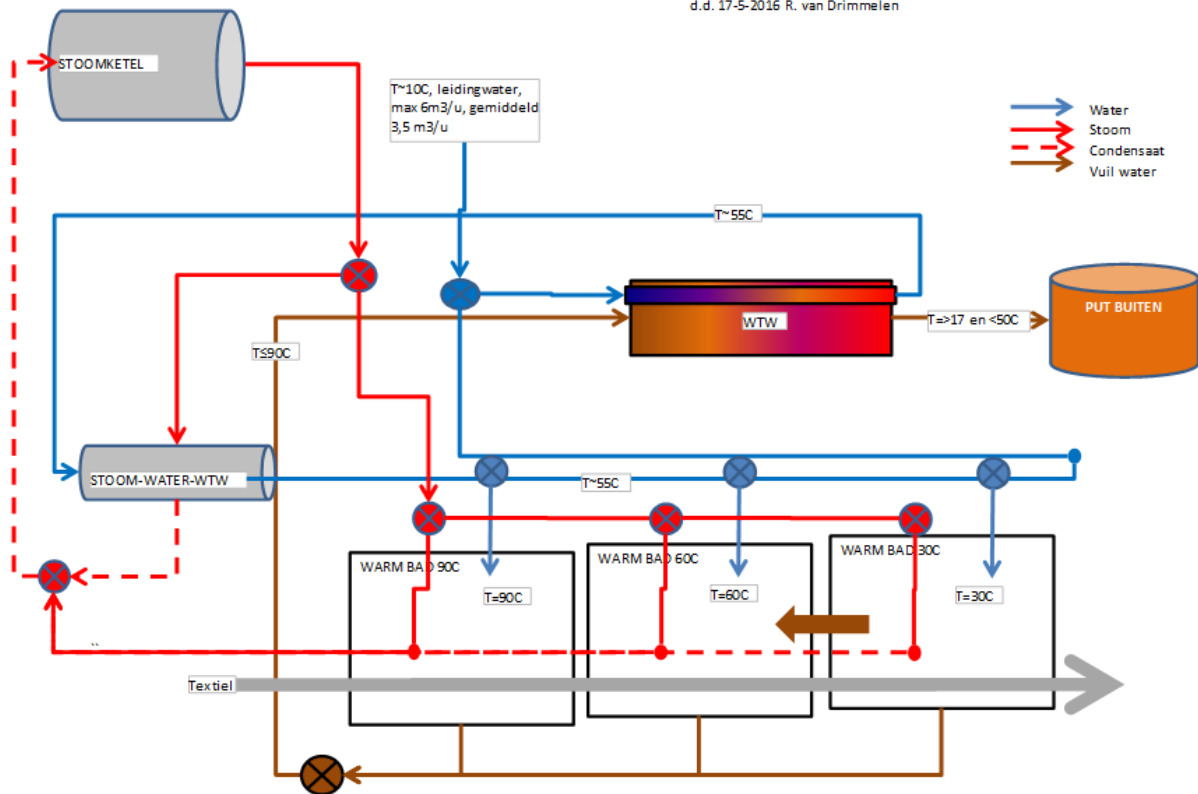
Bij Verosol worden rollen textiel en kunststof via een continuproces gewassen. Er staat een stoomketel waarmee waswater wordt opgewarmd. (Type Monarch 1000W met een piek-aardgasverbruik van 87m³/u.) De stoomketel staat continu aan want hij wordt ook gebruikt als blusfaciliteit voor het spanraam.

Via een afvalwater-warmtewisselaar (wtw) wordt warmte uit afval-waswater (=overloop uit hoogste temp wasbak, 90°C) tijdens het wassen gewisseld met inkomende koude water. Hiermee bereikt het koude inkomende water tijdens het wasproces een temperatuur van ~55°C. (zie meting die in het kader van dit project is uitgevoerd in bijlage A).

Het water wordt tijdens het wassen in de bezinkput geloosd met temperaturen tussen 17°C en 50°C. (Zie meetreeks 3, 4 en 5 in bijlage A)

Water wordt opgewarmd voor het de wasbakken in gaat en ook in de wasbakken met behulp van stoom.

LET OP: Zeer schematisch plaatje. Geen rechten aan ontlene.
d.d. 17-5-2016 R. van Drimmelen



Figuur 1. Proces- en installatiediagram huidige warmwatervoorziening wasproces

4.1.3 Uitgangspunten bij aanpassen energiesysteem voor flexibilisering

De ontwerpisen van belang voor het energiesysteem van de nieuwe wasstraat zijn:

- 4 wasbakken (ipv huidige 3): 90°C, 60°C, 40°C, 20°C.
- 90°C (*) water nodig. Ca. 30% van het doek draait nu al op ~60°C . In de meeste textielgarens zitten oliën die er uit moeten. Bij inkoop van doek is vervuiling een aandachtspunt. Het is wel de vraag of 90°C nog nodig is in de toekomst.
- Textiel loopt door wasstraat van schoner (koudere) water naar vuiler (heet) water.
- Gemiddeld wordt 15 uur achter elkaar gewassen. Maximaal 48 uur.

(*) Het is de vraag of deze temperatuur momenteel over de hele wasbak wordt gehaald. De thermostaat geeft wel 90°C aan maar dat kan ook een lokale temperatuur zijn in de wasbak.

De stoomketel wordt momenteel ook gebruikt als blusvoorziening van het spanraam en blijft daarom vrijwel continu aanstaan.

Uit overleg met de firma Monforts die het spanraam heeft geleverd is gebleken dat in plaats van stoom als blusmiddel ook CO₂ gebruikt kan worden. De installatie wordt dan aangepast en in geval van brand wordt er CO₂ uit gasflessen naast de installatie in de machine gespoten. Er dient dan wel een alarm geïnstalleerd te worden omdat de productiehal direct ontruimd moet worden als de concentratie CO₂ te hoog wordt. (Overigens is er nog nooit brand opgetreden in het spanraam. De kans op brand is het grootst bij katoen, maar dat wordt niet gebruikt bij Veroso.) De geschatte investering in een CO₂ blus installatie is €20.000. Dit is een zeer globale schatting en zal gevalideerd moeten worden.

4.1.4 Varianten energievoorziening wasproces.

In een co-creatieproces met de firma Brugman is een voorlopig ontwerp gemaakt voor een nieuw aan te schaffen wasstraat bij Verosol die werkt met de toevoer van warm-water in plaats van stoom.



Foto 5: Wasstraat Brugman (bron www.brugman-holland.nl)

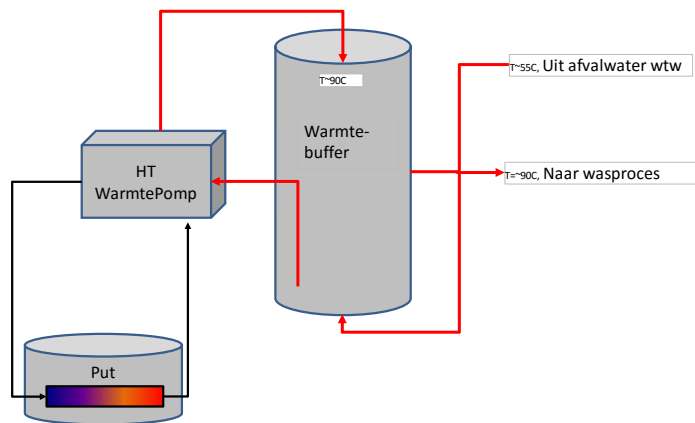
Voor de energievoorziening van deze wasstraat zijn parallel door BreedofBuilds de volgende alternatieven onderzocht:

1. Hoge Temperatuur (HT) warmtepomp maakt $\sim 90^{\circ}\text{C}$ water in boilervat.
2. Elektrische warmtespiraal maakt $\sim 90^{\circ}\text{C}$ water in boilervat
3. Hoge Temperatuur (HT) warmtepomp maakt $\sim 90^{\circ}\text{C}$ water in boilervat én koude t.b.v. koeling metalliseermachines.
4. Ter vergelijking is nog een 4^e variant toegevoegd, waarbij het water in het boilervat wordt opgewarmd met behulp van een cv-ketel.

De inhoud van het boilervat is ca 40m³ en staat bij voorkeur in pandig opgesteld in verband met warmteverlies en benodigde isolatie. Schematisch zien de varianten er als volgt uit:

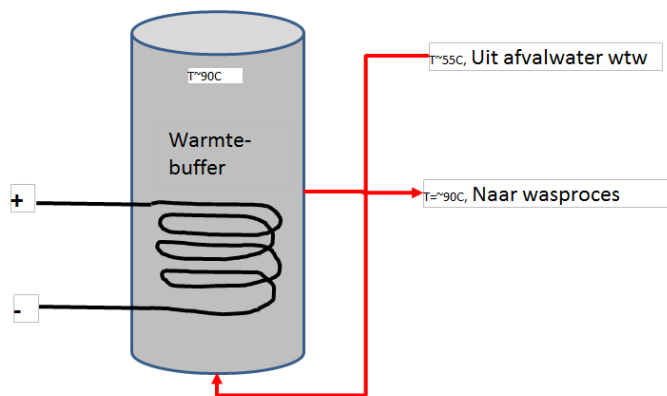
1. *Hoge Temperatuur (HT) warmtepomp maakt $\sim 90^{\circ}\text{C}$ water in boilervat.*

De restwarmte in de put buiten wordt gebruikt door de warmtepomp. Hiermee wordt een COP van 2,9 bereikt. Hoge Temperatuur Warmtepompen zijn in ontwikkeling. Zie bijlage C voor budgetoffertes op dit gebied.



Figuur 2. Hoge Temperatuur warmtepomp produceert warm water voor wasproces

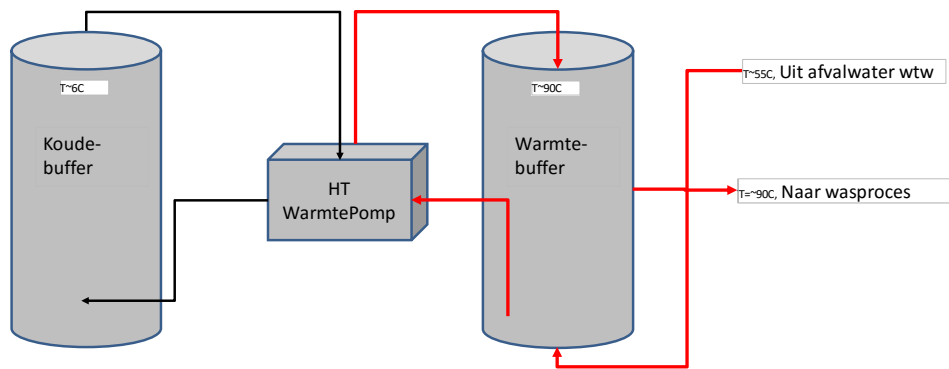
2. Elektrische warmtespiraal maakt ~90°C water in boilervat



Figuur 3. Elektrische coil produceert warm water voor wasproces

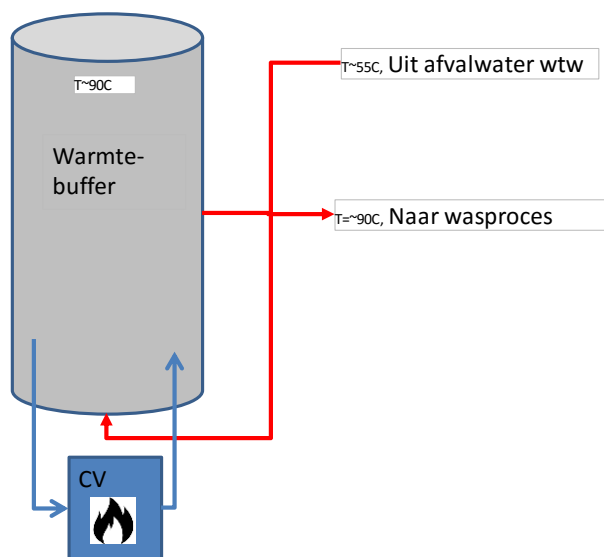
3. Hoge Temperatuur (HT) warmtepomp maakt ~90°C water in boilervat én koude t.b.v. koeling metalliseermachines

De metalliseermachines hebben koeling nodig. Nu gebeurt dat met compressiekoelmachines. In het koelcircuit wordt het koelmedium met 6C terug gekoeld. Dit zou volgens opgave van de warmtepompleverancier geen probleem moeten zijn. De in de bijlage berekende warmtepomp kan 15 m³/u met 10C afkoelen.



Figuur 4. Hoge Temperatuur warmtepomp produceert warm water voor wasproces én koud water voor koeling metalliseermachines.

4. Ter vergelijking is nog een 4e variant toegevoegd, waarbij het water in het boiler vat wordt opgewarmd met behulp van een cv-ketel



Figuur 5. Gasegestookte boiler produceert warm water voor wasproces

4.1.5 Businesscases uit excel-rekenmodel

De genoemde varianten zijn uitgewerkt in een excel-rekenmodel. Zie bijlage B voor een screenprint. Onderstaande tabel 2 geeft de resultaten van de berekeningen voor de 4 varianten weer.

Investering	HT WP	E-Coil	HT WP met Warmte én Koudebuffer	Gasgestookte boiler
- Korting aanschaf wasinstallatie doordat geen stoom en condensaatregeling (stoomaansluitingen blijven wel zitten). Iedere wasbak warm/koud water mengklep en nieuwe waste-water wtw voor 16m3/u. (NB: Deel prijsverlaging an 200k is ook vanwege de 5 afzuigers ipv 10)	-€ 200.000	-€ 200.000	-€ 200.000	-€ 200.000
- HT warmtepomp (Prijs SP Power. GEA systeem kost 200k-250k. Echter die levert temperaturen tot ~80C)	€ 500.000	€ 0	€ 500.000	€ 0
- Elektrische verwamer in of bij boilervat (Prijs Athex met 9-traps 520kW doorstroomsysteem kost 15k, Daarnaast regelsysteem, pompen, samenbouw etc)	€ 0	€ 40.000	€ 0	€ 0
- Gasverwarming bij boilervat				€ 80.000
- Circulatiepomp tbv warmtepompcircuit	€ 10.000	€ 10.000	€ 10.000	€ 10.000
- Warmtebuffervat en evt Koudebuffervat van ~40m3	€ 70.000	€ 70.000	€ 150.000	€ 70.000
- Leidingwerk	€ 20.000	€ 5.000	€ 40.000	€ 40.000
- Regelsysteem temperatuur in boilervat	€ 10.000	€ 10.000	€ 20.000	€ 20.000
CO2 blusinstallatie spanraam	€ 20.000	€ 20.000	€ 20.000	€ 20.000
Installatie en projectkosten (30%)	€ 189.000	€ 46.500	€ 222.000	€ 72.000
SALDO Investeringen	€ 619.000	€ 1.500	€ 762.000	€ 112.000
Uitgangspunten berekeningen				
Uren wassen per jaar (nu: 30u p w, 1500u p j)	1500 uur			
Huidige stand-by uren stoomketel	7260 uur			
Temperatuur wasbak 1 (gemiddeld, zit tussen 90C en 40C)	80 C			
Uren wassen per wasbeurt (gemiddeld)	15 uur			
Inhoud buffervat	40 m3			
Tarief elektra tgv Onbalansmarkt tarieven (inc levering en belasting)	€ 0,07 per kWh			
Kosten en opbrengsten				
Elektra nodig opwarmen water in boilervat	64.085	160.211	64.085 kWh	
waarvan ingekocht in flextarief	64.085	160.211	64.085 kWh	
waarvan ingekocht in normaal tarief	-	-	- kWh	
Kosten elektra-inkoop	€ 4.486	€ 11.215	€ 4.486	
Besparing elektra-inkoop voor koeling MM			-€ 1.413	
Opbrengst uit Smart demand Response	-€ 4.000	-€ 4.000	-€ 4.000	
Waterverbruik - nieuw (kan meevallen omdat het water ook schoner is en je vaker 1x kan wassen ipv 2x). Zou sowieso omhoog gaan bij nieuw wasstraat ontwerp Brugman!	€ 5.941	€ 5.941	€ 5.941	€ 5.941
Waterverbruik - huidig (5.250 m3/jr bij 1500 uur wassen/jaar).	-€ 3.150	-€ 3.150	-€ 3.150	-€ 3.150
Geen inkoop gas tbv stoomketel - (gasverbruik tbv wassen verandert lineair mee met aantal uur wassen. Standbyverbruik neemt evenredig af)	-€ 33.000	-€ 33.000	-€ 33.000	-€ 17.000
Geen onderhoud stoomketel	-€ 5.000	-€ 5.000	-€ 5.000	-€ 5.000
Chemicaliën - extra ivm toegenomen waterverbruik	pm	pm	pm	pm
Warmte uit boilervat mogelijk ook te gebruiken voor halverwarming	toekomst	toekomst	toekomst	toekomst
Spanraam-warmte kan mogelijk ook in boilervat worden opgevangen en gebruikt	toekomst	toekomst	toekomst	toekomst
BESPARING operationele kosten (<0 = besparing)	-€ 34.723	-€ 27.994	-€ 36.136	-€ 19.209
Simpele Terugverdienperiode (investering/besparing)	17,8	0,1	21,1 jaar	5,8

Tabel 2. Businesscase voor varianten van energievoorziening wasstraat

Opmerkingen bij de businesscase:

- Doordat er **geen stoomvoorziening** is in de nieuw aan te schaffen wasstraat gaat de aanschafprijs er van omlaag. De schatting van een reductie in aanschafprijs van €200.000 is afkomstig van offertes die de firma Brugman heeft opgesteld voor de nieuwe wasstraat.
- Het **waterverbruik** gaat voor de nieuwe wasstraat tijdens het wassen omhoog, vooral bij wassen op hoge temperaturen. Er is immers geen verwarmingselement meer in de wasbak zodat de instroom van vers heet water moet zorgen voor het op temperatuur blijven van het water in de wasbak. Het betreft hier de waterstroom vanuit het buffervat.

De instroom van vers water (naar de buffer) is op dit moment bij Verosol maximaal 7 m³/u. (De nieuwe afvalwater wtw is uitgelegd op 16 m³/u.) Uit de BreedofBuilds modelberekeningen lijkt de toename van waterverbruik mee te vallen. In plaats van een grote waterstroom vanuit wasbak 3 naar wasbak 2 & 1, stroomt er meer schoon en heet water direct in de wasbakken 1&2 en minder in wasbak 3. Het maximum blijft 7 m³/u.

- De **waterlozingskosten** gaan in principe niet omhoog als de hoeveelheid chemicaliën gelijk blijft.
- De **HogeTemperatuur Warmtepompen zijn in ontwikkeling**. Zowel op het gebied van temperaturen die bereikt kunnen worden als qua prijzen. De terugverdientijden kunnen daarmee in de loop van de tijd gunstiger worden.
- Warmte in het buffervat kan in de toekomst mogelijk ook voor **halverwarming** worden gebruikt. Dit kan de businesscase ten goede komen afhankelijk van de mogelijkheid om juist in de winter flexibel elektra in te kopen. Zie verder in de volgende paragraaf over halverwarming.
- De **restwarmte uit het spanraam** kan in de toekomst mogelijk ook gebruikt worden om het water in het boilervat op te warmen naar 90C.
 - 20.000 m³/u afgezogen via spanraam (wanneer in bedrijf). 120°C (1/3 van de tijd), 160°C (1/6 van de tijd), 180°C (1/6 van de tijd) en 200°C (1/3 van de tijd)
 - De temperatuur van het afgas is één keer gemeten op 31 oktober 2014 en was toen ~100°C. Het vermogen is een deel van het vermogen van de branders, dus <6x325 kW.
 - Overleg met firma Montforts (of leverancier nieuw spanraam) opstarten om dit te realiseren.
- Bij **extreem lange wasbeurten** kunnen de kosten voor elektra oplopen. Nu wordt gerekend met gemiddeld 15 uur wassen per week. In geval van een elektrische coil kan het ~140kW * 1 uur = 140kWh per extra uur wassen gaan kosten. Dit kost dan ca €14 per uur.

De investering in een elektrisch verwarmde boiler heeft een relatief korte terugverdientijd. De warmtepompen zijn in aanschaf nog duur en wat de terugverdientijd langer maakt. Een directe gasgestookte boiler verdient zichzelf op termijn ook terug.

NB: Prijzen van componenten hebben in bovenstaande businesscase een nauwkeurigheid van +/- 30%, en zullen voor realisatie nog gevalideerd moeten worden.

4.2 Flexibilisering opladen batterijen heftrucks

In deze paragraaf wordt kort ingegaan op de mogelijkheid om de batterijen van de heftruckladers te gebruiken voor de onbalansmarkt.

Het vermogen van de laders is 40kW. In totaal zal er dus een opslag mogelijk zijn van ca. 80 kWh. Het financiële voordeel bij gebruik maken hiervan is dus ca. 80*2ct/kWh=€1,60 per laadcyclus. (Zie hoofdstuk 3 voor de onderbouwing van de 2ct/kWh)

De capaciteit wordt dan aangeboden op de onbalansmarkt en de energieleverancier kan dan een aantal uur per dag, wanneer de batterijen zijn gekoppeld aan het laadstation, deze opladen.

Wanneer deze dagelijks geladen worden (en dus ook dagelijks helemaal leeg gaan) is het financiële voordeel per jaar maximaal 50weken*5dagen*€1,60=€400/jaar.

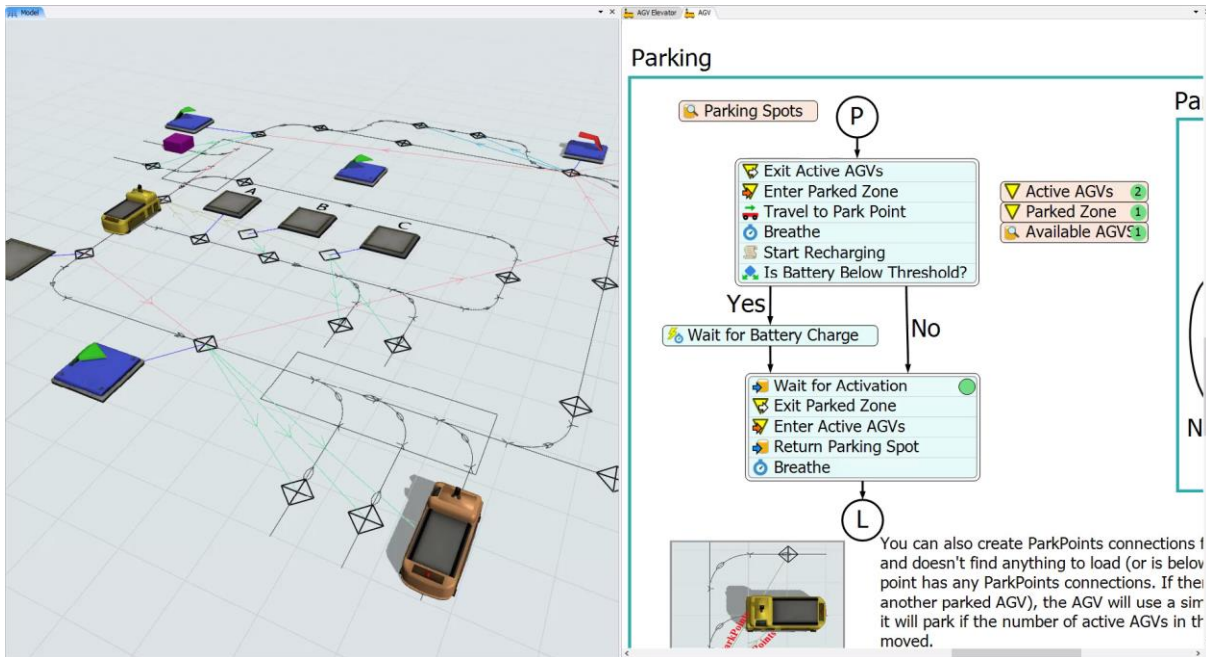
Dit is beperkt.

NB: Stel dat er een deel van het jaar geladen kan worden met eigen PV-panelen, waarvan de opgewekte elektra ook weer zelf wordt gebruikt, dan is het voordeel de volledige 9ct/kWh. Dat is het financiële voordeel 25weken*5dagen* ca. 80*9ct/kWh =€900/jaar. Hiervan moet de afschrijving op de PV –panelen dan nog van worden betaald.

5 Resultaten machines flexibel aan/uit zetten (Simulatie)

5.1 Opzet van het besturingsmodel

Binnen de scope van dit project is een productiebesturingsmodel ontwikkeld om de kansen voor smart demand response te onderzoeken. Zie een voorbeeld in figuur 6.



Figuur 6. Voorbeeld Flexim simulatiemodel zoals opgesteld door Talumis B.V.

Het model is ontwikkeld met het softwarepakket Flexim en is gebouwd door Talumis B.V. Aan de linkerzijde van figuur 6 zijn de in dit voorbeeld gemodelleerde productiestappen weergegeven. Aan de rechterkant is schematisch de logica weergegeven die in het model zit. Nadat het model is gevalideerd aan de hand van een vergelijk met de huidige situatie zijn verschillende runs gedraaid.

Bij het draaien van de runs is uitgegaan van een nul-situatie waarbij wekelijks een gelijk aantal doekrollen door het productieproces gaan van een vast aantal types. In tabel 3 zijn deze aantallen en types gegeven.

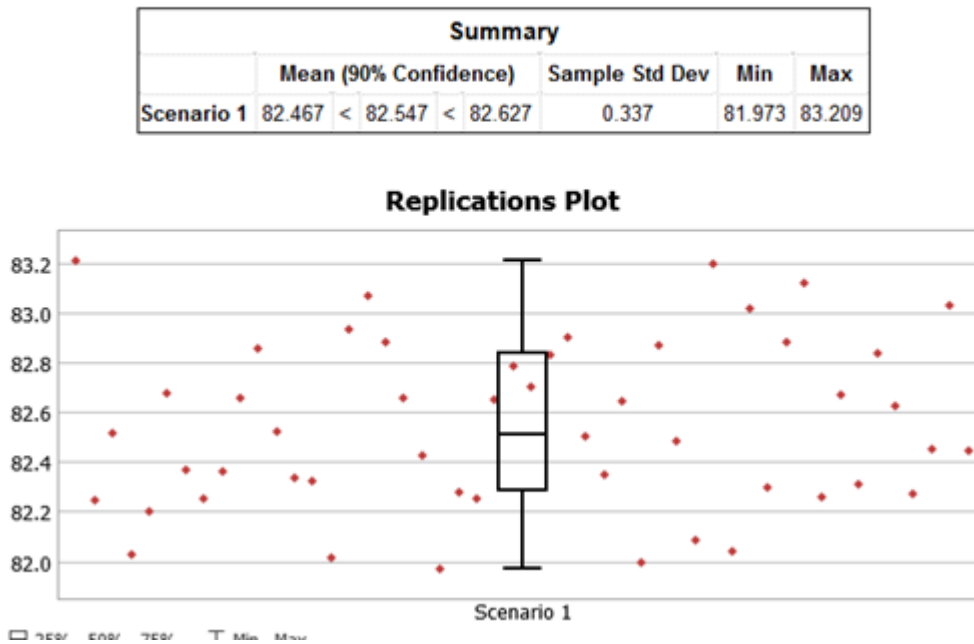
	Fixed
Silverscreen/Crystalscreen	6.00
Enviroscreen/Screen Express/Li	2.00
Originals	2.00
Polyesters	2.00
Loonwerk	2.00

Tabel 3. Aantal en type rollen waar vanuit is gegaan in de nul-situatie.

5.2 Nul-situatie

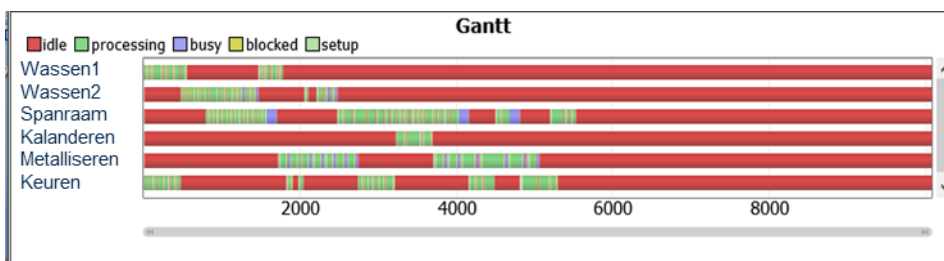
De resultaten van de simulatie zijn weergegeven in zogenaamde boxplots. Zie figuur 7. Iedere stip vertegenwoordigt de doorlooptijden van de weekproductie van doekrollen gedurende een jaar.

WeekDoorlooptijd



Figuur 7. Nul-situatie in het simulatiemodel. Iedere stip vertegenwoordigt de doorlooptijden van de weekproductie van doekrollen gedurende een jaar.

In de nul-situatie is de gemiddelde doorlooptijd van de productie 82 á 83 uur. Er wordt daarbij dag en nacht geproduceerd vanaf zondagavond t/m vrijdagmiddag. In de onderstaande Gantt-chart is te zien welke machines er actief zijn en welke er tegelijkertijd actief zijn gedurende de 7.000 á 8.000 minuten per week dat er geproduceerd wordt.



Figuur 8. Gantt-chart bij nul-situatie. Hierin is aangegeven wat de bezetting is van de machines.

5.3 Scenario's

Vervolgens zijn de volgende onderzoeksvragen gesteld.

- Stel dat het metalliseerproces in een week ‘gedwongen’ alleen plaatsvindt tussen 10u en 16u (ivm elektriciteit uit zonnepanelen). Welk effect heeft dat op de doorlooptijd van de productie?
- Idem voor de kalender.
- Wat is de toename van de doorlooptijd bij maximaal gebruik van wasmachine van 10 uur per dag.

Vooruitlopend op de businesscase:

Bij het alleen produceren op piek-uren tussen 10u en 16u (of een ander vooraf bepaald tijdsblok) kan gebruik worden gemaakt van de ‘Day ahead’ markt. Bij het kalenderen kan daarmee jaarlijks op de inkoop van elektra worden bespaard. Dit is grofweg: 80kW*15uur per week * 50 weken * 2ct/kWh = 9.300 €/jaar

Bij het metalliseren kan daarmee ook jaarlijks op de inkoop van elektra worden bespaard.

Namelijk 280kW*35uur per week * 50 weken * 2ct/kWh = 1.200 €/jaar

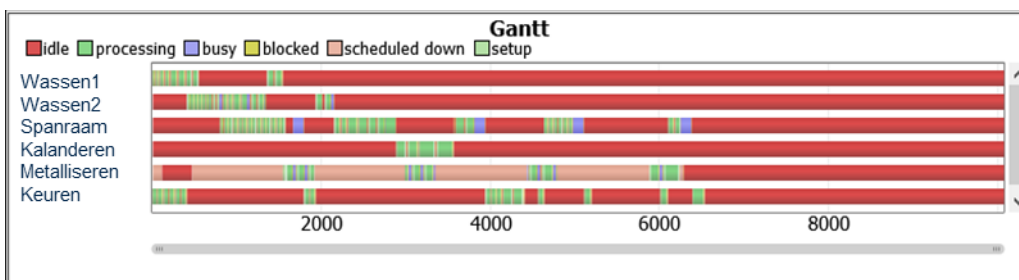
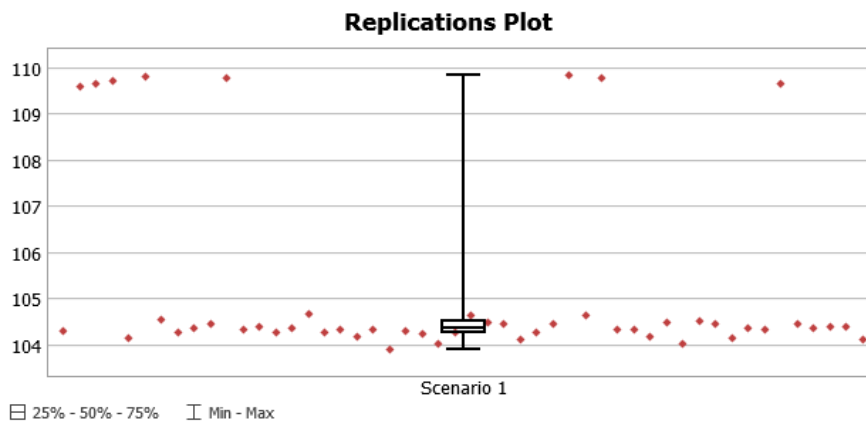
Samen een besparing van 10.400 €/jaar (3% van het totaal aan elektraverbruik)

De resultaten worden hieronder één voor één gegeven.

1. Metalliseren van 10:00 tot 16:00

WeekDoorlooptijd

Summary						
	Mean (90% Confidence)			Sample Std Dev	Min	Max
Scenario 1	104.72	< 105.20	< 105.68	2.01	103.91	109.83

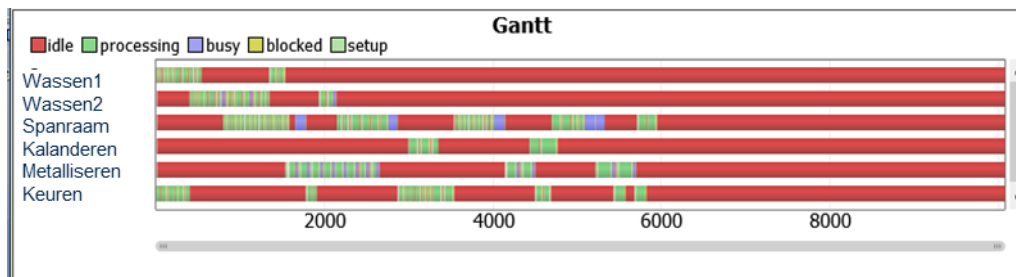
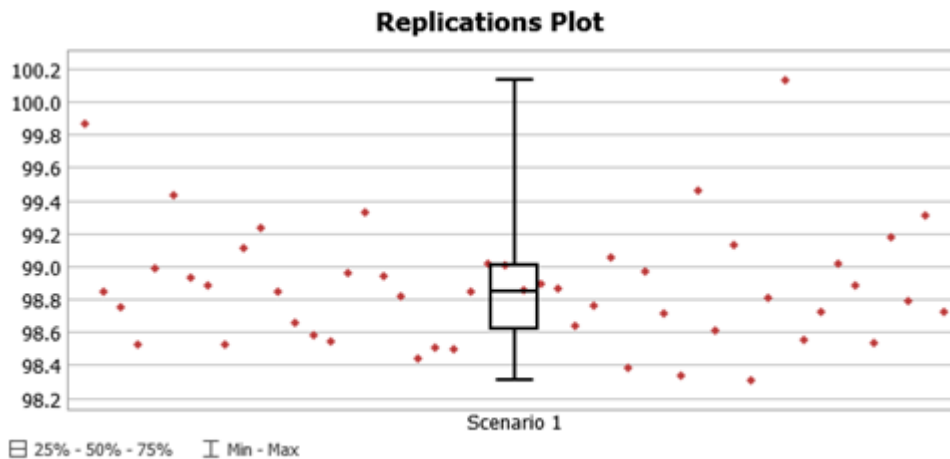


Figuur 9. Boxplot en Gantt-chart bij het scenario waarbij het metalliseren alleen plaatsvindt tussen 10u in 16u.

2. Kalanderen van 10:00 tot 16:00

WeekDoorlooptijd

Summary						
	Mean (90% Confidence)			Sample Std Dev	Min	Max
Scenario 1	98.790	< 98.876	< 98.962	0.360	98.311	100.131

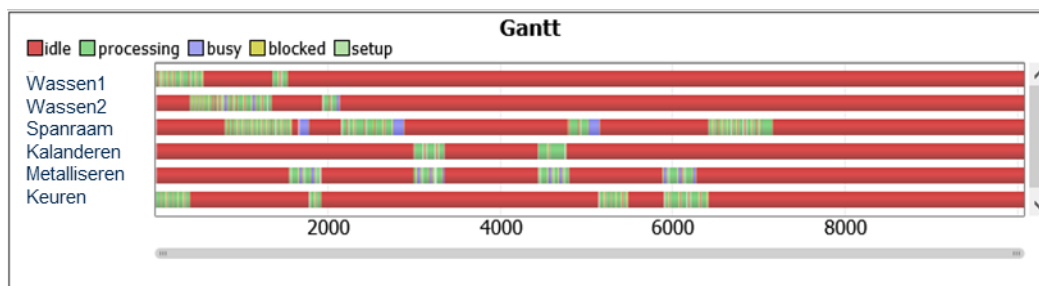
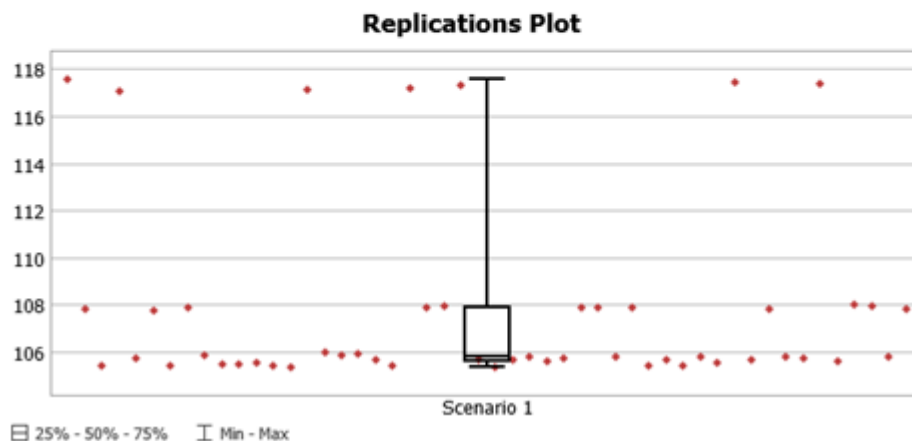


Figuur 10. Boxplot en Gantt-chart bij het scenario waarbij het kalanderen alleen plaatsvindt tussen 10u in 16u.

3. Zowel metalliseren als kalanderen van 10:00 tot 16:00

WeekDoorlooptijd

Summary						
	Mean (90% Confidence)			Sample Std Dev	Min	Max
Scenario 1	106.88	< 107.82	< 108.77	3.98	105.39	117.57

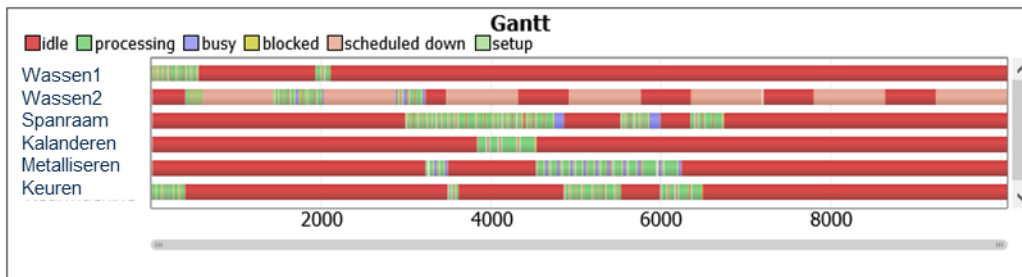
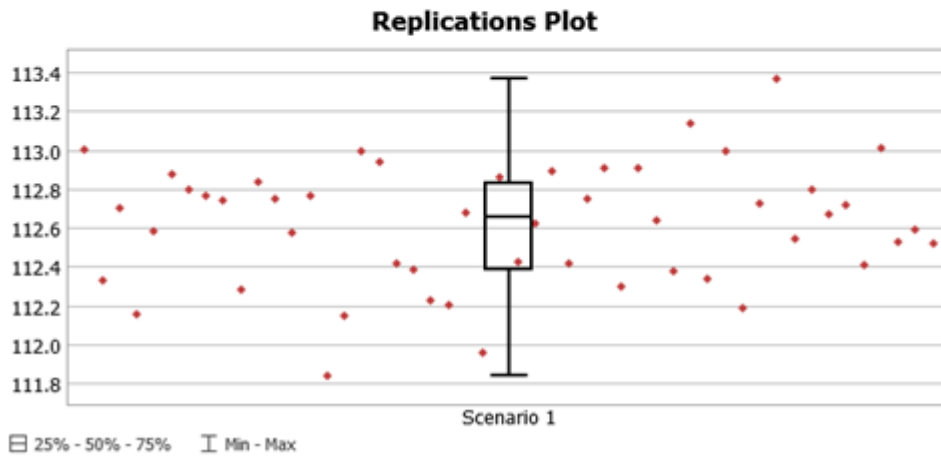


Figuur 11. Boxplot en Gantt-chart bij het scenario waarbij het metalliseren én kalanderen alleen plaatsvindt tussen 10u in 16u.

4. Wasstraat 10 uur per dag beschikbaar

WeekDoorlooptijd

Summary						
	Mean (90% Confidence)			Sample Std Dev	Min	Max
Scenario 1	112.539	< 112.613	< 112.688	0.313	111.843	113.366

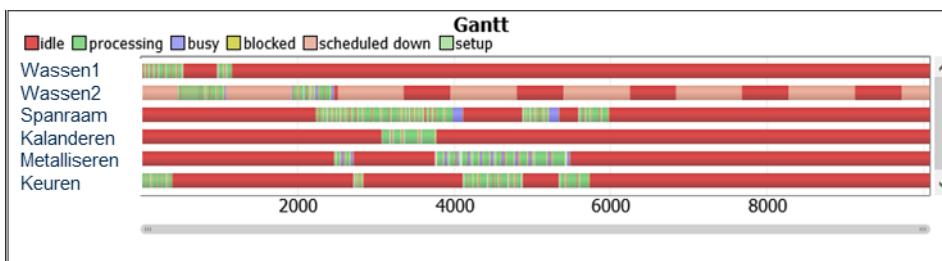
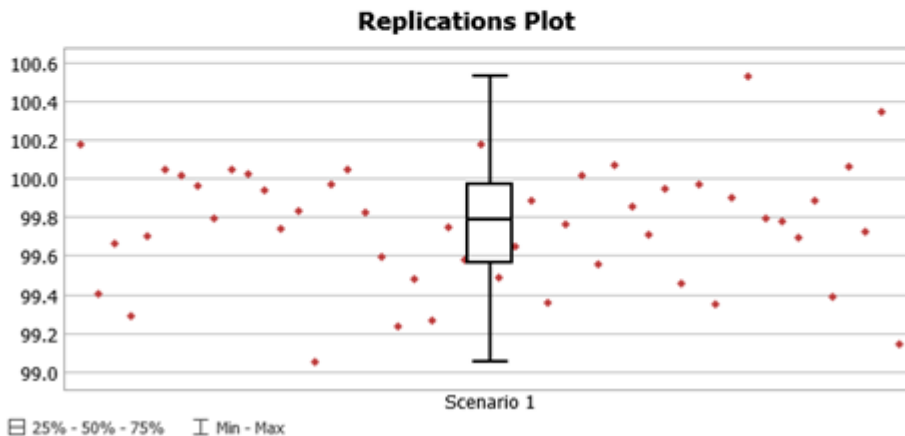


Figuur 12. Boxplot en Gantt-chart bij het scenario waarbij de wasstraat niet meer dan 10 uur per dag beschikbaar is.

5. Wasstraat 10 uur per dag beschikbaar andere starttijd.

WeekDoorlooptijd

Summary						
	Mean (90% Confidence)			Sample Std Dev	Min	Max
Scenario 1	99.685	< 99.759	< 99.833	0.312	99.055	100.526



Figuur 13. Boxplot en Gantt-chart bij het scenario waarbij de wasstraat niet meer dan 10 uur per dag beschikbaar is, waarbij een andere starttijd is aangenomen.

5.4 Bespreking resultaat

Metalliseren en kalanderen alleen overdag van 10u-16u:

- Wanneer het moment van metalliseren en kalanderen gelimiteerd is tussen 10u en 16u neemt de doorlooptijd in de productie toe met 30 tot 40 uur per week. De stapsgewijze toename zoals te herkennen in de boxplots komt waarschijnlijk doordat het werk net wel of net niet in die dag af komt.
- In de Gantt-chart is te zien dat op het einde van de week de machines langere tijd 'idle' zijn. Er wordt gewacht tot de machine weer aan kan.

Wassen gelimiteerd tot 10u per dag:

- Wanneer het moment van wassen gelimiteerd is tot 10 uur op een dag neemt de doorlooptijd in de productie toe met 15 tot 30 uur per week, afhankelijk van het gekozen tijdsblok.

- In de Gantt-chart in de nul-situatie is te zien dan er een lange was-sessie plaatsvindt op de eerste dag van de week en een korte op de 2^e dag van de week. In de Gantt-chart bij dit scenario is te zien dat het wasproces op de 2^e dag relatief langer is. Hierdoor is er minder voorraad bij de overige machines en wordt de gehele productie vertraagd.
- De gestelde 10 uur per dag is krap gekozen. De waterbuffer heeft namelijk slechts 5,5 uur nodig om weer op te warmen. Dus er zou ook bijvoorbeeld 15 uur op een dag gewassen kunnen worden. Dan kan een 'gewone' wasrun over het algemeen worden afgemaakt en is de verwachting dat de doorlooptijd in de productie veel minder toeneemt.

Een beperking van kalanderen en metalliseren tijdens de dag-uren is wel mogelijk, maar er moet rekening gehouden worden met tussentijds wachten.

Zoals eerder genoemd in dit hoofdstuk kan bij de inkoop van elektra op de Day-ahead markt een besparing worden bereikt van ca. 10.400 €/jaar.

(Overigens kan deze besparing ook bereikt worden met de huidige productie. Als maar van tevoren wordt aangegeven aan de energieleverancier (of aggregator) dat de betreffende machine aan gaat).

Met een beperking van 10-15 uur per dag wassen neemt de doorlooptijd beperkt toe (bijv 10 uur per week). De wasstraat staat nu vaker stil aan het begin van de week. Dit kan opgevangen worden door 's nachts minder te produceren of bijvoorbeeld aan het begin van de week tijd in te maken voor andere processen. (Bijv loonwerk metalliseren)

6 Conclusies en aanbevelingen

Bij Verosol is onderzocht wat de kansen zijn om in te spelen op het flexibele aanbod van wind- en zonne-energie op het elektriciteitsnet.

Na analyse en het uitwerken van verschillende technische concepten en businessmodellen kan worden geconcludeerd dat er kansen liggen op twee gebieden:

- Het ombouwen van installaties zodat deze op elektriciteit kunnen werken, waarbij de elektriciteit wordt gebruikt om water op te warmen in een opslagtank.
- Het produceren op tijden dat windenergie en zonne-energie beschikbaar zijn

Uit het onderzoek kan worden geconcludeerd dat een flexibele elektrische energievoorziening voor het wasproces, gebruikmakend van een warm-water buffer, een gunstige businesscase kan hebben voor Verosol. De businesscase is wel sterk afhankelijk van de combinatie met de aanschaf van een nieuwe breedwasmachine en de toekomst van de energieprijzen.

Elektraprijzen zouden laag moeten blijven, vooral tijdens pieken op het net. Aardgasrijzen zouden tenminste gelijk moeten blijven of stijgen.

Uit het onderzoek kan worden geconcludeerd dat het aanpassen van productietijden op basis van de beschikbaarheid van wind- en zonne-energie leidt tot een verlenging van de doorlooptijden in de productie. D.w.z. de weekproductie vindt meer plaats tijdens een afgebakend aantal uren per dag, maar is dan ook pas later in de week gereed. Er zijn geen onoverkomelijke showstoppers gevonden. De doorlooptijd van de productie neemt wel toe, maar dit hoeft niet noodzakelijk te leiden tot hogere kosten of minder flexibiliteit ten aanzien van klantvragen.

Specifieke aanbevelingen:

- Verder uitwerken van de elektrische energievoorziening van de wasstraat. Locatie van de warmte-buffer etc.
- Verder uitwerken van de mogelijkheid om alleen te produceren op momenten dat wind- en zonne-energie beschikbaar zijn. Productiekosten hoeven mogelijk niet te stijgen als de productieplanning wordt verfijnd. Met behulp van intelligente besturing kunnen batches slim door de fabriek worden geleid.
- Bij Verosol komt restwarmte vrij uit het droog en finish proces. In het kader van het verduurzamen van de energievoorziening voor het wasproces en voor halverwarming zou deze restwarmte mogelijk kunnen worden opgeslagen in de genoemde warm-waterbuffer. Dit is in dit rapport niet verder uitgewerkt maar zou een volgende stap kunnen zijn in de verduurzaming van de fabriek.
- Halverwarming met gebruik van duurzame energie hangt af van een goede offerte van InfraRood panelen om de hallen te verwarmen of het beschikbaar zijn van de warm-waterbuffer gekoppeld aan de wasproces. Het is in dit rapport niet verder uitgewerkt, maar kan in een verdere uitwerking van het resultaat worden meegenomen en daarmee volledig worden verduurzaamd
- De enige grote installatie op gas binnen Verosol waar tot nu toe geen elektrificering en verduurzaming voor is ontworpen is het spanraam. Dit is een van de grote gasverbruikers, naast de wasstraat en halverwarming. Hier kan in de toekomst ook een ontwerp voor worden gemaakt.

Binnen Verosol hebben veel verschillende medewerkers meegedacht en meegewerkt aan het onderzoek. Er is binnen het bedrijf een brede bewustwording ontstaan en het inzicht in de energievoorziening is gegroeid.

De zonweringen die Verosol verkoopt leiden tot verduurzaming van de gebouwen van de klanten van Verosol omdat er minder verwarming en koeling nodig is. Het verder verduurzamen van de productie past hier goed bij.

De ontwerpen, businesscases en simulaties hebben bijgedragen aan een verdergaand inzicht in de mogelijkheden het productieproces bij Verosol te flexibiliseren en energiezuinig te maken. De simulatie biedt een basis voor nader onderzoek op welke wijze de stappen in het productieproces zo gepland kunnen worden dat de machines alleen nog maar aangaan op momenten dat duurzame energie beschikbaar is, operators gereed zijn en batches doekrollen klaarliggen zonder dat dit ten koste gaat van voorraadhoogtes en comfortabele werktijden. Binnen de tijdspannen van dit onderzoek is het niet mogelijk deze productieplanning geheel uit te ontwerpen. Maar het verdient zeker aanbeveling dit traject dat in gang is gezet voort te zetten. Bij het vervangen van machines door nieuwe machines kan Verosol in de loop van de jaren doorgroeien naar een volledig duurzame fabriek.

Overige spin-off en spin-out van het project kan op verschillende manieren plaatsvinden.

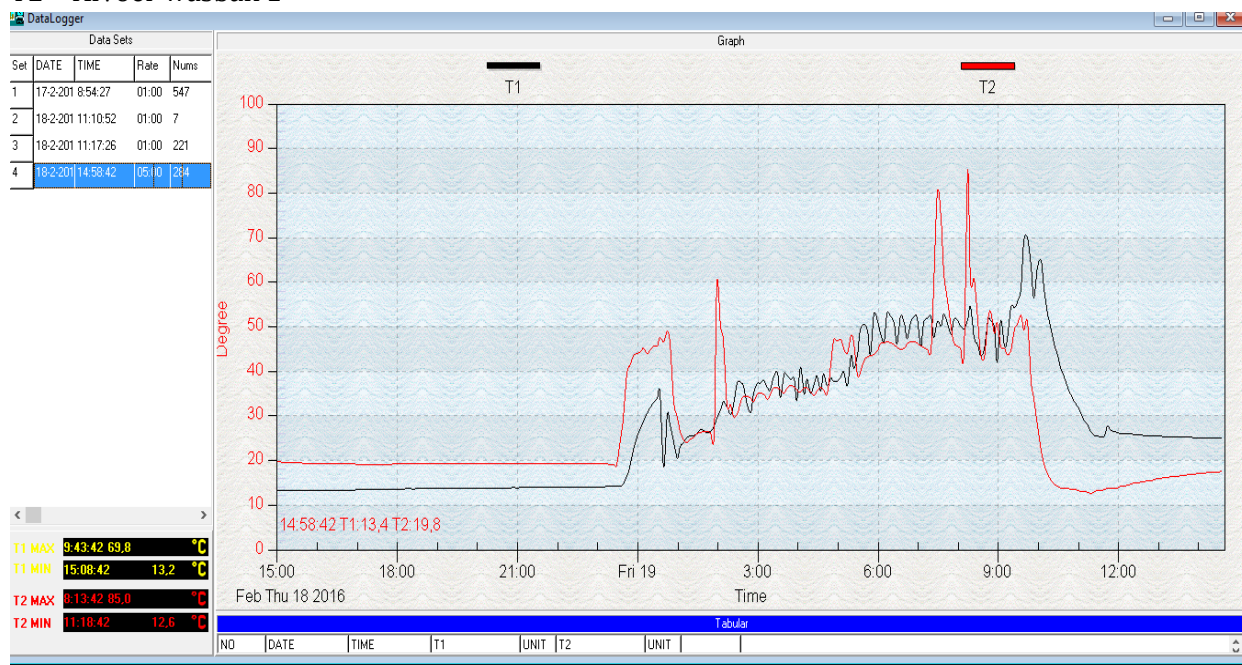
- Het Smart Demand Response product op de elektriciteitsmarkt is door Actility in het kader van dit project nader vorm gegeven. Dit product kan verder op de markt worden gebracht.
- Brugman heeft in een co-creatie proces met Verosol en BreedofBuilds gewerkt aan het ontwikkelen van een wasstraat die werkt op warm water vanuit een buffervat in plaats van op stoom. Dit biedt mogelijkheden voor een duurzame energievoorziening in het productieproces. Brugman kan dit product ook bij andere afnemers aanbieden die daarmee gebruik kunnen maken van de flexibilisering van de elektriciteitsmarkt.

Bijlage A Temperatuurmetingen water wasproces

Verosol wasstraat, meetreeks 1

T1=Schoon water na wtw

T2 = Afvoer wasbak 1

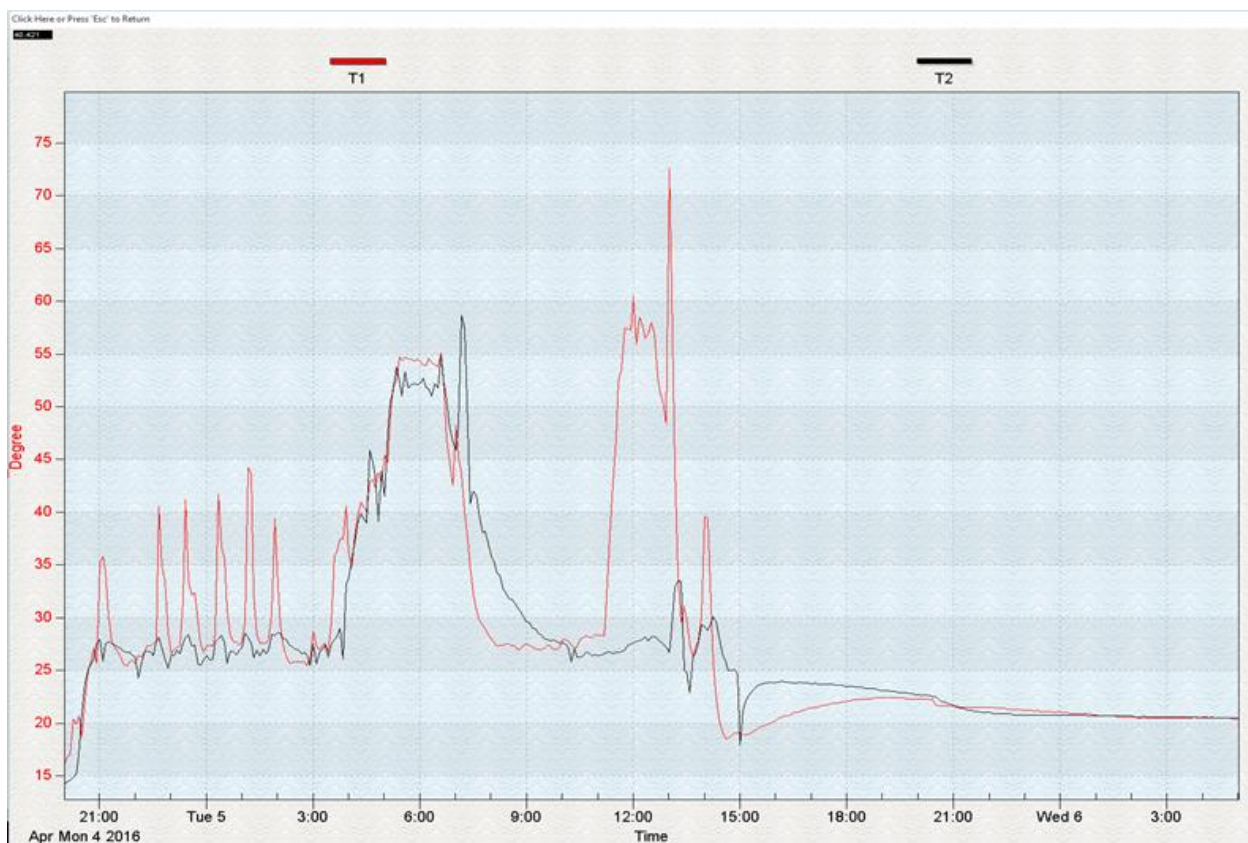


Doek	Prog	Wasbak 1 (C)	Wasbak 2 (C)	Wasbak 3 (C)	Opm
815	220	40	60	30	Is prog voor 812. 815 niet in map?
612	220	40	60	30	
615+ staal	120	60	60	30	
141	120	60	60	30	
990	220	?			
993	?				

Verosol wasstraat, meetreeks 2

T1=Afvoer wasbak 1

T2 = Schoon water na wtw

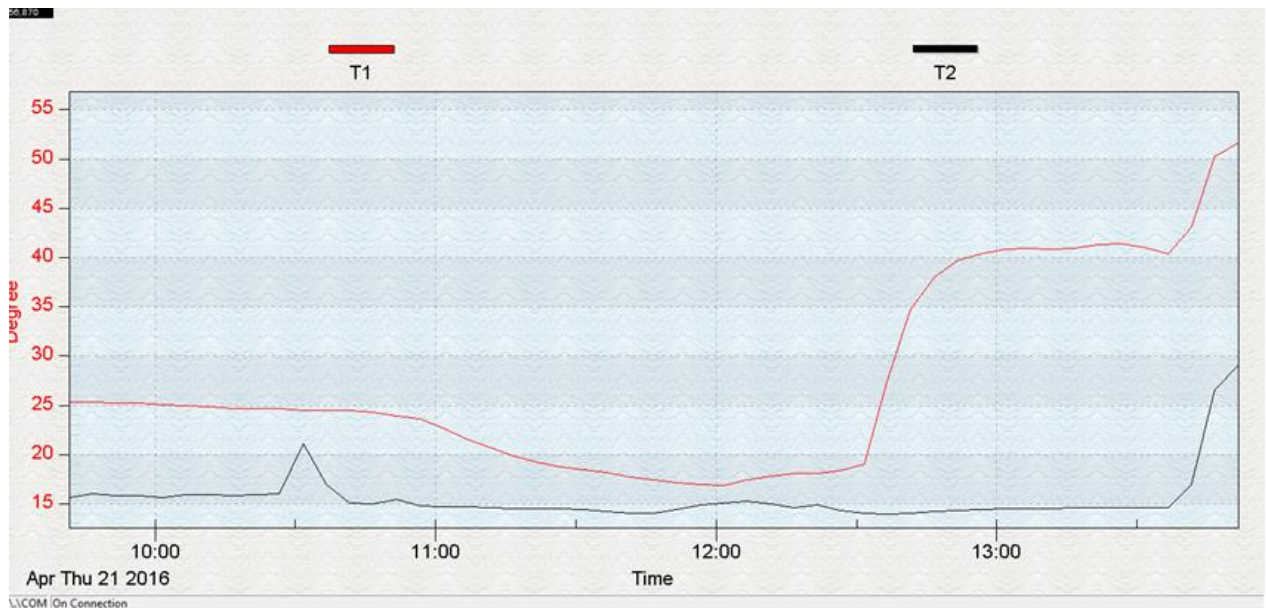


Doek	Prog	Wasbak 1 (C)	Wasbak 2 (C)	Wasbak 3 (C)	Opm
816	0220	40	60	30	
812	0101	90	60	30	
883	0102	90	60	40	
878	0102	90	60	40	
205	0110	30	30	20	Van 4/4 op 5/4 om 24u 's nachts
551	0110	30	30	20	
883	0129	90	60	20	
878	0139	90	60	20	
293	0110	30	30	20	

Verosol wasstraat, meetreeks 3

T1=Afvoer naar put

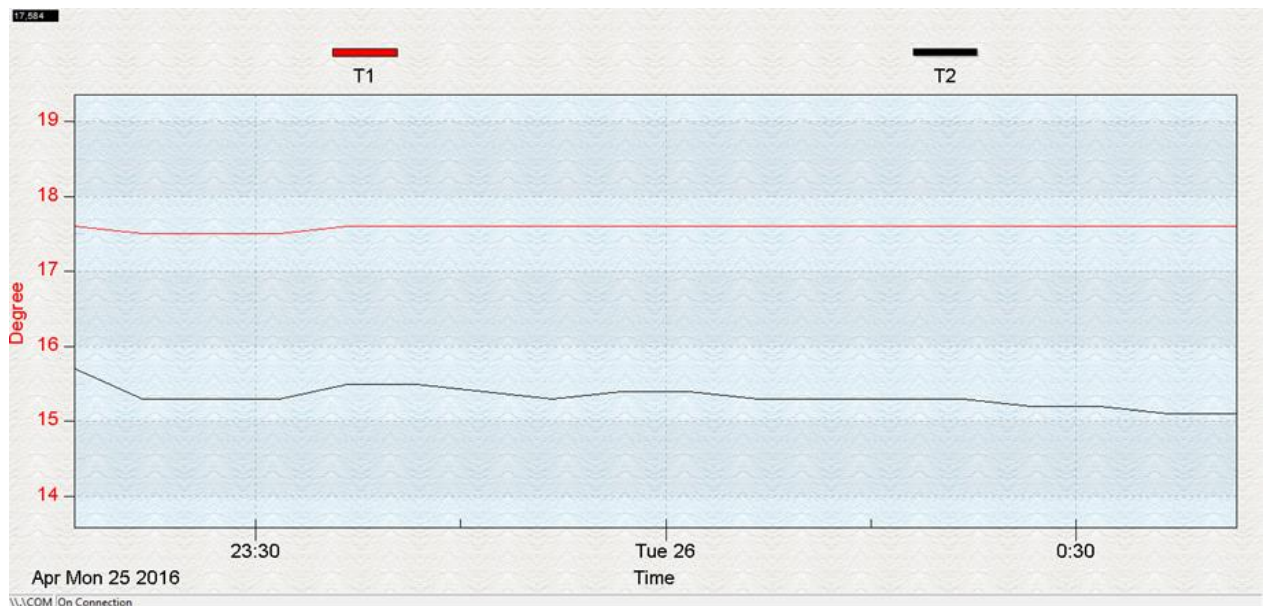
T2 = Schoon water aanvoer vóór wtw



Verosol wasstraat, meetreeks 4

T1=Afvoer naar put

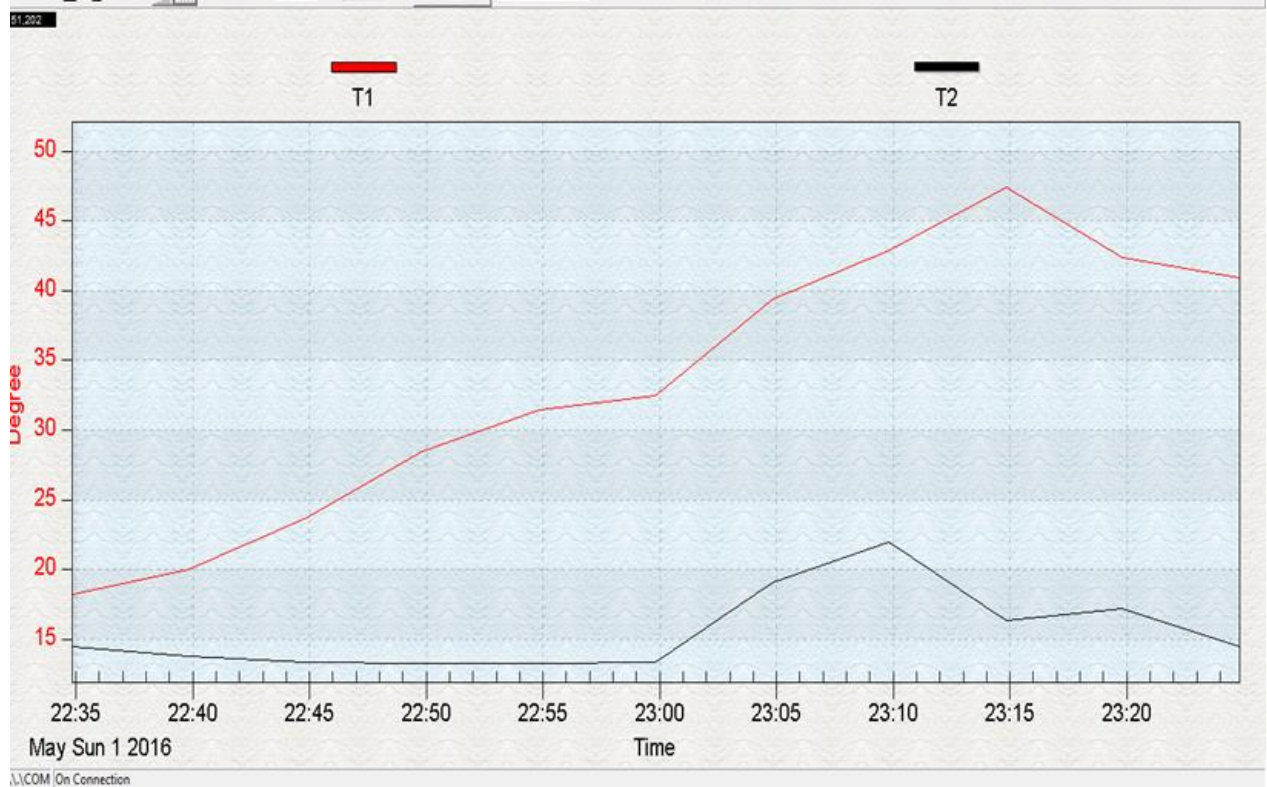
T2 = Schoon water aanvoer vóór wtw



Verosol wasstraat, meetreeks 5

T1=Afvoer naar put

T2 = Schoon water aanvoer vóór wtw



Bijlage B Excel-rekenmodel wasstraat

AANNAMES EN TOTALEN

Tarief aardgas per m3	€ 0,58	per m3
kWh prijs - normaal (inc levering en belasting)	€ 0,09	per kWh
Tarief elektra tgv Onbalansmarkt tarieven (inc levering en belasting)	€ 0,07	per kWh
Opbrengst uit Smart demand Response	-€ 4.000	per jaar
Water inkoop	€ 0,60	per m3
Belasting per VE	€ 48,39	per VE
T_in (komt binnen via wtw tijdens wassen)	55	C
T_buffervat (na opwarmtijd)	90	C
Gewenste tijdsduur opwarmen buffer	5,5	uur
Inhoud buffervat	40	m3
Opwarmnelheid	7,3	m3/u
Waswater verbruik via buffer per wasbeurt	39	m3
Afgegeven vermogen WP nodig om de buffer op te warmen	296	kW
COP (Voor WP ~2,5, Voor elektrische coil=1)	2,5	
Opgenomen vermogen WP	118	kW
Aantal wasbeurten per jaar (nu: 2x p w, 50 w)	100	60C of 90C
Uren wassen per jaar (nu: 30u p w, 1500u p j)	1500	uur
Uren wassen per wasbeurt (gemiddeld)	15	uur
Warm Waswater productie via buffer - maximaal - ervan uitgaande dat er niet wordt bijverwarmd tijdens het wassen binnen het flexcontract	4.000	m3/jaar
Waswater vraag via buffer - totaal nodig	3.937	m3/jaar
Waswater verbruik inc koud water totaal is	10.244	m3/jaar
Soortelijke warmte water	4,186	kJ/kg.K
Elektra nodig opwarmen water in boilervat	64.085	kWh per jaar
waarvan ingekocht in flex tarief	64.085	kWh per jaar
waarvan ingekocht in normaal tarief	-	kWh per jaar
Kosten elektra-inkoop	€ 4.486	per jaar
Waterverbruik - nieuw (kan meevallen omdat het water ook schoner is en je vaker 1x kan wassen ipv 2x). Zou sowieso omhoog gaan bij nieuw wasstraat ontwerp Brugman!	€ 5.941	per jaar

LET OP: EEN VAN ONDERSTAANDE 2 DINGEN MOET WAAR

Inhoud buffervat > 39,4 m3 (=waterverbruik via buffer per wasbeurt), OF
Opwarmnelheid > 2,5 m3/u, om ook veel langere wasbeurten mogelijk te maken..

STAP 1 INITIEEL VULLEN VAN BADEN

	Bad 1	Bad 2	Bad 3	Bad 4	Uit buffer	Via wtw	Koud
T_in heet water uit buffer	90	90	90	90	C		
T_in koud water	15	15	15	15	C		
T_uit gewenst in bad	80	60	40	20	C		
Inhoud baden	1	1	1	1	m3		
Toevoer heet water uit buffer	0,9	0,6	0,3	0,1	m3	1,9	
Toevoer koud water	0,1	0,4	0,7	0,9	m3		2,1

STAP 2: TIJDENS WASPROCES

	Bad 1	Bad 2	Bad 3	Bad 4	
T_in heet water uit buffer	90	90	90	90	C
T_in uit wtw	55	55	55	55	C
T_in koud water	15	15	15	15	C
T_in uit vorige wasbak (met 10C verlies)	50	30	10	nvt	C
T_uit gewenst in bad	80	60	40	20	C
Toevoer heet water uit buffer	75%	50%			
Toevoer water uit wtw			80%	53%	
Toevoer water uit vorige bak	25%	50%			
Toevoer koud water			20%	47%	
					<i>aandeel kouder water = (T_wens - Twarm in) / (T_koud in - Twarm in)</i>
Totale waterroom gewenst door wasbak, waarvan delen schoon en delen uit vorige wasbak hier onder berekend	2,0	2,0	2,0	1,4	m3/uur
Schoon water toevoer - uit buffer (bepaald door warmte uit buffer nodig om water op te warmen) - HIERVAN zou ~0,6 m3/u toch al ververst moeten worden ivm afzuigers (0,54 m3/u per afzuiger. Er zijn er 5)	1,5	1,0			m3/uur
Schoon water toevoer - via afvalwater-wtw			1,60	0,73	m3/uur
Water uit vorige bak	0,5	1,0			m3/uur
Schoon water toevoer - koud			1,09	0,64	m3/uur
Vers water toevoer (opgave Veroso), waarbij alles via wasbak 3 naar wasbak 2 en 1 stroomt)			0,8	0,2	l/m2
Vers water toevoer (opgave Veroso) - omgerekend			5,5	1,4	m3/uur
Vers water toevoer - totaal in berekende situatie, waarbij vers water verdeeld over alle wasbakken instroomt, deels vanuit buffer			6,56		m3/uur

LET OP: Moet >getal er boven zijn, maar < 7m3/u in geval van hele lange wasbeurten

(uit meteropnames is bekend dat huidig verbruik ca 85.000 kWh/jaar is voor MM2)

Metalliseer staat meer uren aan dan de wasstraat.

WARMTEPOMP GEBRUIKEN VOOR KOELING

Kosten elektra - huidig	€ 0,09	per kWh
Uur per week koeling nodig	25	uur
Uur per jaar koeling nodig	1250	uur
Benodigde koelcapaciteit	210	kWh per jaar
COP huidige koelmachine (in zomer ca 3 in winter slechter omdat verdamping nodig is, ca 2). Maar hier alleen invullen voor de warmere weken	3	
kWh verbruik huidige koelmachine	87.500	kWh per jaar
Kosten kWh verbruik huidig	€ 7.875,00	per jaar
Hoeveelheid koelwater nodig	38	m3/u
Hoeveelheid koelwater nodig	47.500	m3/jaar
Productie koelwater door warmtepomp (kan meer zijn want dit is op basis van een deltaT van 10C, en maar 6C nodig)	15,5	m3/u
Warmtepomp staat te draaien gedurende	550	uur/jaar
Productie koelwater warmtepomp	8.525	m3/jaar
Je bespaart aan koelkosten	18%	
Je bespaart	-€ 1.413,36	

Bijlage C Budgetprijzen HT Warmtepompen

HT warmtepompen zijn onder meer te koop bij Gea, SP Power en Bronswerk. Van Gea en SP Power zijn budget offertes ontvangen die hier onder zijn opgenomen.

Gea

Van: **Gelens, Maarten** <Maarten.Gelens@gea.com>

Datum: 23 mei 2016 12:01

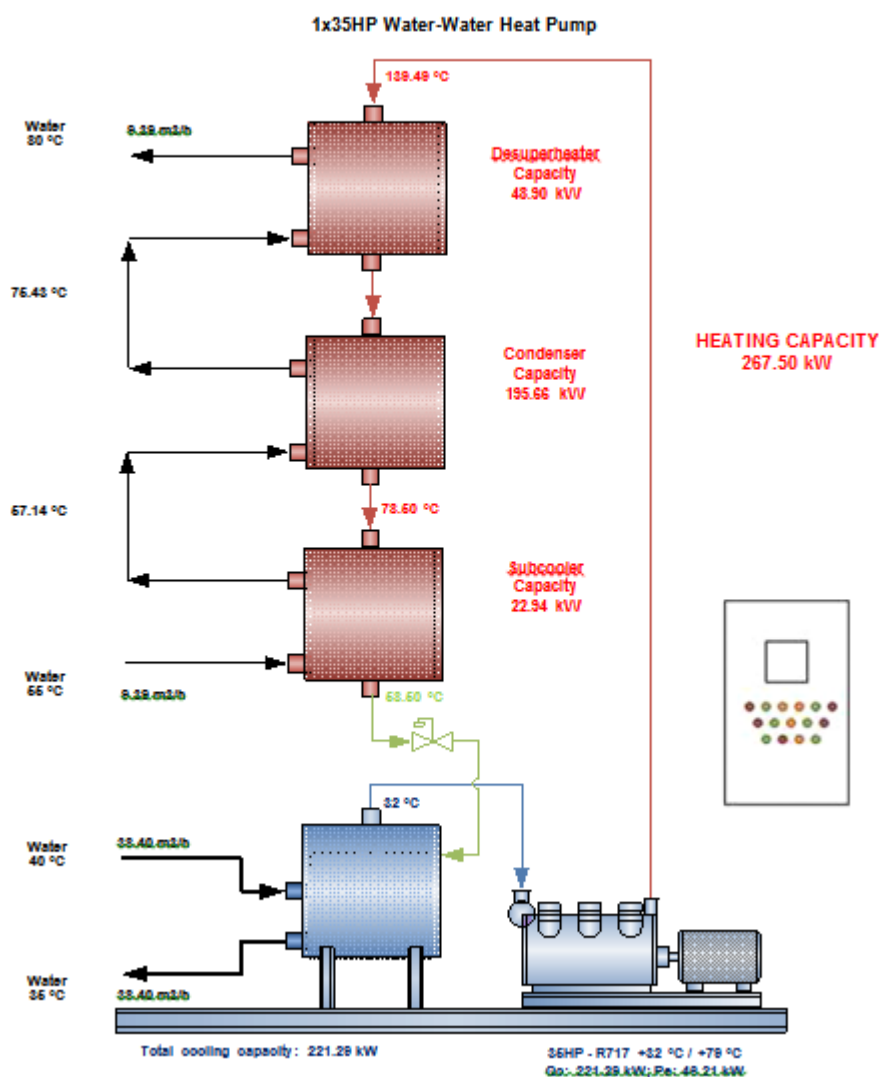
Onderwerp: RE: HT warmtepomp voor Verosol

Aan: Renate van Drimmelen - BreedofBuilds <renate@breedofbuilds.nl>

1. Variant met zuigercompressor op ammoniak.

1. BASIC PRINCIPLES OF THE DESIGN

NON COMMITTING DRAWINGS - FOR QUOTATION INFORMATION ONLY



Met een zuigercompressor op ammoniak geldt als vuistregel, dat het verschil tussen verdampingstemperatuur en condensatietemperatuur maximaal 50 K mag bedragen. Hiervan uitgaande heb ik daarvoor de volgende warmtepomp berekend:

De budgetprijs hiervan bedraagt € 205.000,-

2. Warmtepomp op CO2 transkritisch

Met CO2 transkritisch kunnen we een wat groter temperatuursverschil overbruggen. Dit gaat echter ten koste van de COP (zowel dT als gebruik van CO2).

Ik heb een warmtepomp bekeken met de volgende condities:

- Koelen 25/15°C 15,5 m3/h
- Verwarmen 50/80°C 7,8 m3/h

Deze heeft een verwarmingscapaciteit van 271 kW en een COPH van 2,9

De budgetprijs hiervan bedraagt ca. € 200.000,-

Vertrouwende je hiermee passend te hebben geïnformeerd.

Met vriendelijke groet/Best regards

Maarten Gelens

Sales Engineer (Centraal)

GEA Refrigeration Netherlands N.V.

Mobile +31651534318

Maarten.Gelens@gea.com

www.gea.com

=====

SP Power

Bij de Noorse zuivelfabriek TINE Byrkjelo is in 2011 een hoge temperatuur warmtepomp geplaatst. Met de warmtepomp wordt een heetwatersysteem voor pasteurisatie verwarmd tot 120 °C. Het koelwatersysteem voor proceskoeling dient als warmtebron voor de warmtepomp en wordt gekoeld tot 0 °C. Om deze grote temperatuurstep te kunnen overwinnen maakt de warmtepomp gebruik van het koudemiddel Helium (R-704). De warmtepomp heeft een verwarmingsvermogen van 400 kW en een koelvermogen van 200 kW. Het opgenomen elektrisch vermogen bedraagt hierbij ongeveer 200 kWe. Dit geeft een totale COP van 3. De warmtepomp is gebouwd door Single-Phase Power uit Noorwegen. (Bron:

<http://www.industrialheatpumps.nl/nl/praktijkvoorbeelden/>)



From: **Roger Myrvang** <rom@sppower.no>

Date: 2016-04-12 13:39 GMT+02:00

Subject: RE: FW: Information

To: Renate van Drimmelen - BreedofBuilds <renate@breedofbuilds.nl>

Renate

Thanks for informing, so I understand it is hot water you need only and not steam.

So this seems really straight forward.

- 1 Heatpump SPP Highlift Euro 500.000,- ex works

-
- 1 circulatorpump
 - 1 pump for feedwater

The pumps needed you probably get hold of yourself...

You do not really need an exchanger in the boiler either, we can just run it through the heatpump, pendent on the quality of the water

So how do you want to proceed, shall I prepare a contract for you..??

Please let me know.

Rgds

[Roger Myrvang](#)

Single-Phase Power AS

Nye Vakåsvei 80

N-1395 Hvalstad

[+47 915 11 814](tel:+4791511814)

rom@sppower.no

www.sppower.no

Bijlage D Actility aanbod Smart Demand Response

Actility Benelux NV/SA
Zoerselhofdreef 40
B-2980 Zoersel



Verosol BV
Kieft 18
7151 HZ Eibergen

Actility combines **energy market knowledge, modeling and IT expertise to connect Verosols industrial process with relevant Valorization Services**. Price predictions, energy process models and Valorization Services are available to fit the specific needs and operational requirements of all relevant flexible energy units. Due to this integrated approach, Actility is capable of capturing the maximum value of flexibility.

Actility offers the Smart-DR (Demand Response) SaaS Platform to valorize the flexible units of Verosol using several Valorization Services. The **main advantages** of Actility's offer are:

- Access to the expert energy and flexibility market knowledge of Actility
- Limited initial investment with immediate time-to-market and rapid scale-up
- Aggregation of all types and sizes of flexibility, up to thousands of units
- Switch between Valorization Services free of charge
- Perform an offline simulation test to estimate the value of a Valorization Service

Service offered

Connection fee
Standard hardware connection (e.g. electrical coil)
Standard software connection (e.g. electrical coil)

Service Fee

€ 2,50 / MWh* (yearly)
€ 4.000** / connection (one-off)
€ 2.000** / connection (one-off)

Valorization service offered

Day-Ahead optimization
Imbalance optimization
RES Balancing

Service Fee

Pay per Volume, Pay per flex
Power or profit share
Pay per Volume, Pay per flex
Power or profit share
Pay per Volume, Pay per flex
Power or profit share

Expected Verosol profit***

██████████
██████████
█

Energy process models

Stochastic model for simple flexible units (batteries, ...)
Default models (Cold storage, water distribution, ...)
New models

Modeling Fee

Free of charge
Free of charge
██████████

Simulation test

Offline simulation test of Valorization Service

Simulation Fee

██████████

* The energy volume of the flexible units.

** This is an indicative fee for the connection which depends on the hardware needed or the software development required.

*** Estimate based on the use of an electrical coil of 300 kW, heating water for two wash runs of 15 hours per week (~150 MWh/year)

D.1 Actility introduction

Actility as Smart-DR Platform Provider

Actility's Smart-DR platform allows consumers to connect, monitor and operate flexible processes in order to capture energy market opportunities. By **connecting flexible units**, the Platform is capable of interfacing with these units making use of conventional as well as innovative communication technologies. By **monitoring**, the site operator is capable of following processes while Actility's smart energy process model identifies valorization opportunities. Finally, **valorization opportunities** are translated in real-time actions to monetize these opportunities by providing services with the flexible processes.

Actility Energy works with the customers' team on defining the best way to integrate and control energy consuming and producing processes remotely. Actility offers a wide range of Smart-DR Tools and corresponding Valorization Services based on in-depth energy market expertise. The Smart-DR Platform integrates these Tools and Services seamlessly with Verosols systems, based on Actility's extensive IT expertise.

The **Energy process modeling tool, which can be considered as the core of the Smart-DR Platform**, links the financial opportunity with the operational impact on the connected flexible units. Simultaneously, it provides a better insight on the onsite energy flows. A small selection of current Smart-DR Platform users:

- Veolia (25 sites, scaling up to 100 in France)
- Kruger (Denmark)
- Orange (France)
- De Watergroep (7 sites in Belgium)

Actility as Flexibility Service Provider

Actility Energy is a smart energy management solution provider, focused on offering Valorization Services and delivering integrated innovative services to the energy market. Since its foundation in 2010, Actility is recognized as thought leader in smart energy and is continuously screening energy market opportunities in several European countries. Today Actility is active as a demand response service provide in France, Belgium, UK and the Dutch market. In these markets, a **combined portfolio of about 400 MW of flexible capacity** is controlled. This represents an **aggregated consumption up to 1.000 MW** which is **monitored by Actility's Smart-DR platform** over a large number of companies like:

- Umicore
- HeidelbergCement Group
- GlaxoSmithKline
- Ascometal
- Cora

A large number of this flexible capacity is valorized in emergency services towards the system operator. Additionally, fluctuating energy prices also create opportunities for offering Valorization Services which are discussed further in detail in this commercial proposal. The portfolio consists of a wide range of curtailable processes like shredders, pumping or cooling. Furthermore, local generation installations may offer flexibility such as emergency groups and CHPs which are activated via the Smart-DR platform.

The Energy process modeling tools are highly valuable when operational limitations, such as temperature levels and reservoir set points, must be considered during the exploitation of the

value of flexibility. Based on its energy process modeling expertise, Actility was asked to participate in e.g. the STOWA/Deltares project 'Slim Malen', combining the most innovative water companies in The Netherlands, and the European STORY project to model storage in distribution systems.²

Access to wide range of Valorization Services

Actility offers a complete technological solution through the Smart-DR platform, allowing flexible units to participate in all relevant flexibility Valorization Services. Actility's solution consists of a robust software solution and a local hardware solution on which all necessary IT and communication requirements are installed. After installation, local capabilities to offer Valorization Services are immediately fully operational and linked to the Smart-DR Platform of Actility.

Via the Smart-DR platform, Actility offers access to a wide range of these services to valorize the onsite operational flexibility. The generic solution and the connection with the smart-DR Platform allows to easily adapt to changing operational capabilities and energy market opportunities. The on-site flexibility is optimized considering several valorization options; system reserves, fluctuating prices on day-ahead, intraday, the imbalance market, self-consumption (from renewable sources) and more.

² <http://horizon2020-story.eu/introduction/>

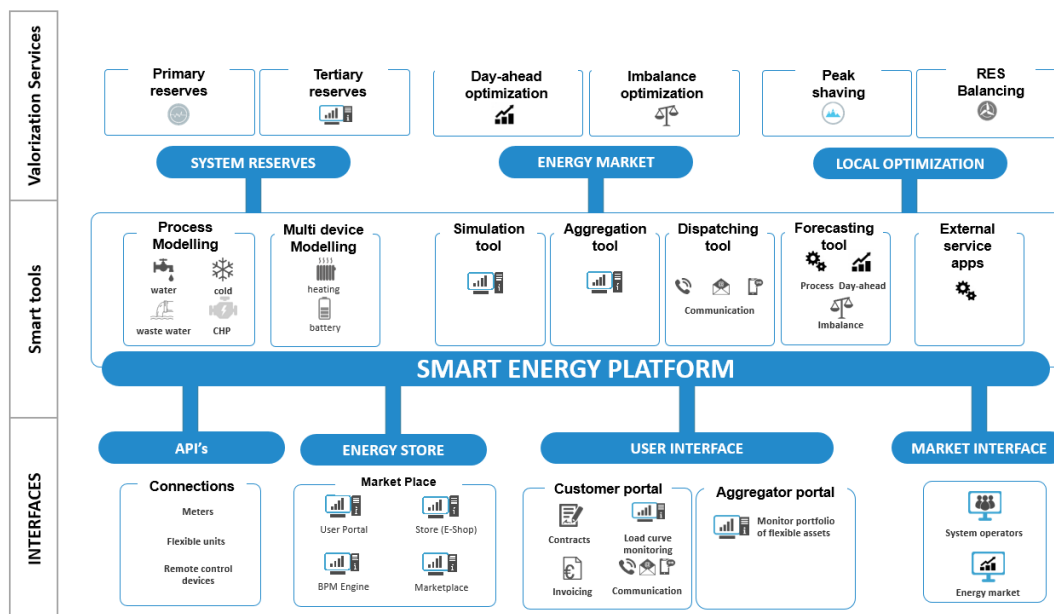
D.2 Smart-DR Platform

The Actility Smart-DR Platform provides a total solution to connect, monitor and control thousands of flexible units to multiple Valorization Services. Smart-DR allows a modular, fast and easily scalable valorization of your flexible units while insuring operational constraints.

Architecture

By connecting to the Smart-DR Platform of Actility (see figure below), Verosol has direct access to all Valorization Services offered by Actility. The Smart-DR Platform allows Verosol to choose between different services, set a merit order for combined services and switch free of charge between those services, depending on the needs of the system and the opportunities on the market every week. All services can be combined unless stated otherwise.

The figure below gives a schematic overview of the architecture of the Smart-DR platform.



The cloud based Smart-DR Platform has all necessary links with System operators (TSO & DSO), different Market operators like BRP (in the role of supplier or producer), as well as direct links to follow-up on Energy market evolutions. On the other side, different modules are connected to the cloud based platform to gather customer specific information, model the energy process and monetize the flexibility via Valorization Services.

Actility advises to first start with the following services at Verosol:

1. Day-Ahead optimization
2. Imbalance optimization

With the following service potentially interesting on the longer term:

3. RES Balancing (inc storage optimization)

Software as a Service

Currently, the Smart-DR Platform Architecture is a Software as a Service (SaaS) model. SaaS has several advantages from a company- and flexibility service provider perspective.

When a company wants to deliver applications/solutions, it often requires heavy investments. A service platform must be purchased and a technical team must be dedicated to the support and the follow-up of the applications. These investments are clearly risky as the uptake rate of the new services is unknown and sometimes hardly predictable.

SaaS delivers the same application capabilities with the same or better speed, availability and performance as traditional applications running on the customer premises. SaaS solutions are delivered via a network. SaaS is a software deployment and subscription pricing model in which an application is delivered and managed as a service by a software vendor to meet the needs of multiple customers simultaneously.

The key difference is that with SaaS, **Actility handles the management, maintenance, upgrades, security, and the infrastructure itself**. Furthermore, SaaS-enabled services are scalable, allowing a company to choose what level of software and services to outsource, and then gradually increase or decrease the scope of outsourced items over time. **SaaS is a new class of services powered by “on-demand” technology, enabling them to be flexible, modular, and configurable.**

In today’s challenging business environment, decision makers are using new kinds of technology solutions to increase productivity and decrease costs. Decision makers are attracted to SaaS because of its fast go-to-market and because the SaaS technology offers a faster, efficient and affordable way to conduct business processes. **The current Valorization Services are ever changing due to regulatory changes and improvements of the system reserves by the TSO, which again argues in favor of a SaaS approach.**

Actility’s SaaS offer minimizes costs and risks by taking responsibility for building, integrating and maintaining services on behalf of Verosol. Actility’s SaaS offer complies with the strictest industry standards, providing carrier-grade availability and reliability, using robust hardware and operating systems. Our high-capacity architecture can scale to support millions of subscribers.

As Actility is a growing and dynamic company, the current choice for SaaS fits its flexible spirit. This architecture can give Verosol the opportunity to experience the Smart-DR platform in a modular and stepwise fashion before committing to heavy investments. **Other models, such as the CAPEX or a hybrid model of the Smart-DR, are not available today but open for discussion in the future as Actility already has done CAPEX implementations of IoT platforms.**

Interfacing capabilities

Smart-DR is able to connect, monitor and control Verosols flexible units by making a hardware connection or by setting up a software connection with an existing platform to which the units are connected. Furthermore, Smart-DR can integrate with third-party services such as wind production and load forecasts, process information and more.

Hardware connections

To connect a flexible unit to Smart-DR hardware-wise, Actility has several standard solutions to read out inputs and communicate outputs with Verosols flexible units. A flexible unit can either be altered to support these standard solutions or Actility can do a project specific development to support custom interfaces.

Furthermore, Actility is developing a simple and cost effective solution using the LoRa technology to connect simple controlled flexible units containing pulse inputs and several dry contact outputs.

Software connections

To connect a third-party service or a flexible unit through its own platform, Actility offers several options for a direct IT connection with Smart-DR. Direct IT connections offer some additional advantages such as scalability, direct access to most variables and implementation speed. If the standard interfacing solutions are not sufficient, Verosol can either support one of the standard solutions proposed or a project specific development can be offered by Actility.

Added value for Verosol

By connecting to the Smart-DR Platform, Verosol immediately benefits from the following:

- Access to day-ahead and real-time energy market information
- Access to a wide range of Valorization Services
- Ability to switch between services free of charge
- Ability to combine different Valorization Services
- Control flexible power units based on operational constraints
- Easily add additional flexible units on existing or additional sites
- **Immediate start of valorization of flexibility**
-

Commercial proposal

The service fee for the connection to the Smart-DR platform is the total sum of the energy consumed or produced of the connected units. For each connected access point (DSO or TSO) a maximum connection fee is set. The following table gives the service fees for the connection to the Smart-DR Platform. This fee is independent of the delivery of Valorization Services.

Service offered	Service Fee
Connection fee	€ 2,50 / MWh* (yearly)
Standard hardware connection (e.g. electrical coil)	€ 4.000** / connection (one-off)
Standard software connection (e.g. electrical coil)	€ 2.000** / connection (one-off)

Custom software development required by Verosol will be covered with a separate proposal.

* The energy volume of the flexible units.

** This is an indicative fee for the connection which depends on the hardware needed or the software development required.

D.3 Smart-DR Tools

Smart-DR uses several Tools developed by Actility to optimally deliver the Valorization Services which are described here in more detail.

Energy process modeling & simulation Tool

Making use of the Energy process modeling Tool, Actility will build together with Verosol an energy process model of its flexible units taking into account all components which use energy and drive your industrial process. The energy process model precisely describes the energy consumed and/or produced by your flexible units and provides several advantages:

- Process modeling and profiling guarantees operational limitations are respected.
- Display predicted consumption and production schedules as calculated by Smart-DR
- Provide continuous insights in real-time and planned operation.
- Provide additional confidence to on-site operators.

The **Energy process model offers the opportunity to perform offline simulation tests to precisely estimate the value of the site for all Valorization Services.** A simulation test shows in detail how your flexible units will be controlled when delivering a Valorization Service through Smart-DR.

Commercial proposal

Default energy process models as described above are easily converted to fit the Verosol flexible units of the same type. Furthermore, Actility has the expertise in house to develop custom energy process models when needed.

Service offered

Default energy process model

New energy process model

Offline simulation test of Valorization Service

Service Fee

Free if combined with profit share service

Subject to new proposal

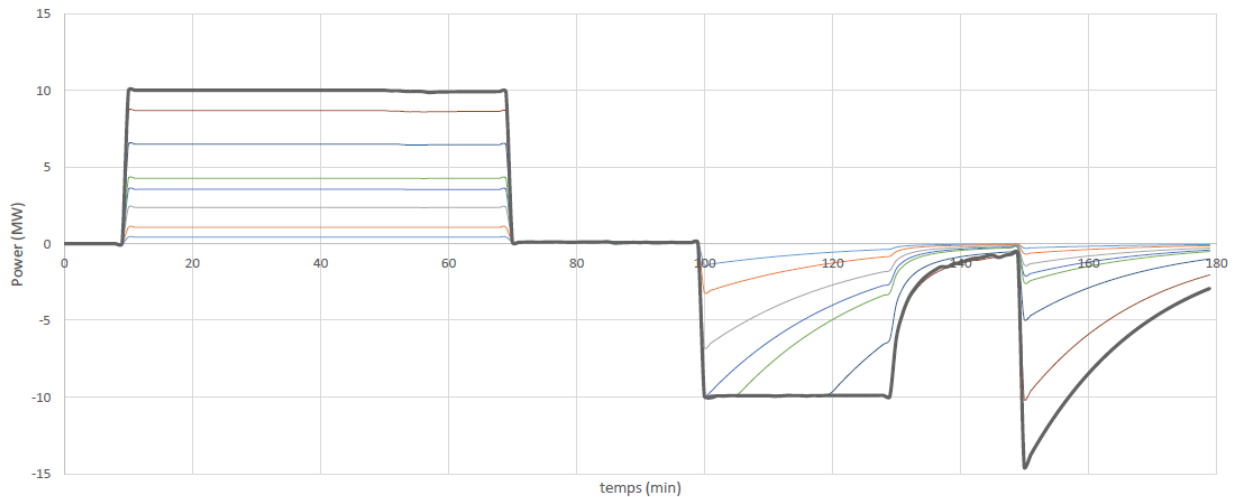


Aggregation tool

The Smart-DR **Aggregation tool** uses optimization algorithms and heuristics developed by Actility to control thousands of flexible units with totally different power, energy and usage characteristics to follow a common objective while taking into account rebound effects and other. **For Verosol, the rebound effect after a system reserve activation can be crucial as Verosol is directly connected to the TenneT imbalance market.**

Using the Aggregation tool, Smart-DR can aggregate several thousands of batteries a, small cold storages (freezers), air conditioning, PV panels and more. The aggregation tool can use both model types in combination.

The figure below shows an example of several thousands of batteries with an average power of 40 kW following a predefined profile by Smart-DR of 10 MW.



The aggregation tool has several advantages:

- Valorize flexible units of **all sizes**
- Combine predictive and stochastic models
- Create a merit order of flexible units by changing activation prices
- Respect technical constraints of all flexible units

For Verosol, this tool could be used in a later stage to valorize among others the following electricity producing/consuming units:

- Battery chargers
- Batteries
- Solar panels, Wind Turbines
- EV charging stations

Commercial proposal

Service offered

Aggregation tool

Service Fee

Subject to new proposal

Value for Verosol

- Process modeling and profiling **guarantees operational limitations** are respected.
- Profiling the process provides **continuous insights** in real-time and planned operation.
- The energy process model offers the opportunity to perform offline simulation tests to **precisely estimate the value** of the site for all Valorization Services.
- Create value by **aggregation of smaller** flexible units
- Provide additional confidence to on-site operators.
- Direct access to all Tools for participation in Valorization Services.

D.4 Valorization Services

Once a (cluster of) flexible unit(s) is connected to Actility’s Smart-DR platform, it can be used for **providing several Valorization Services and switching easily between them**. If, for example, the electrical coil is connected it could directly support managing peak loads, create value on the Day-ahead and Imbalance market and (in the future) also support the balancing/integration of Renewable Energy Sources. The same counts for the forklift battery chargers.

For the value created via the Valorization Services, Actility proposes a profit-share service fee where a baseline reference is possible. Actility believes it reflects a **transparent partnership approach**, providing the right incentives to both Verosol and Actility.

A profit-share model **reduces the risk** for Verosol to participate in a Valorization Service and ensures the full cooperation of both parties to take all existing opportunities in the right order. In this way, Actility is part of the success and shares the benefits with Verosol. **All profit shares are expressed from the point of view of Verosol.**

Day-ahead optimization

Service description

APX day-ahead optimization is the most classic service on the Smart-DR platform. It uses the energy process models, predictions of APX prices and all relevant available (metering) data to **find the best day ahead power nomination** which corresponds to the lowest energy price for Verosol, without violating any current or future operational constraints.

Smart-DR schedules the consumption for the next 24 hours at least, using electricity prices forecasts. Every day before 11h, Actility will calculate this optimal schedule for several days and send it to Verosol or nominate it directly towards the Balance Responsible Party.

Potentially Actility can also support in the valorization of small flexible units (such as battery chargers) for this service, using our **Aggregation tool**.

Added value for Verosol

- Minimize the electricity cost
- Valorize small flexible units using the **Aggregation tool**
- Operation cost reduction thanks to automation
-

Commercial proposal

Service offered	Service Fee	Expected Verosol profit*
Day-ahead optimization	Pay per Volume, Pay per flex Power or profit share	██████████

* Estimate based on the use of an electrical coil of 300 kW, heating water for two wash runs of 15 hours

The profit share for the Day-ahead optimization service will be based on a mutually agreed baseline reference. Actility has experience in defining realistic baseline curves, based on

cooperation with different market actors. This experience is relevant in the determination of the real value created by the Day-ahead optimization service.

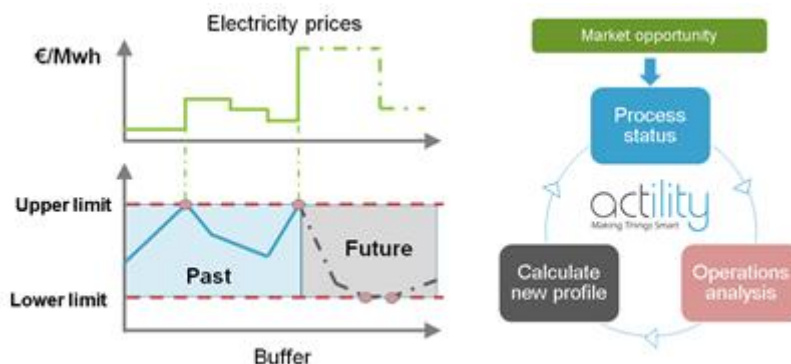
The Expected Verosol profit can be carefully estimated using a simulation test which takes into account all process characteristics & operational constraints.

The difference in price between the baseline reference and the price paid by Verosol while using the Day-ahead optimization service is the subject of the profit share.

Imbalance optimization

Service description

Based on a prediction of the Imbalance Prices set by TenneT, Actility can use its energy process models of the flexible units of Verosol (electrical coil and batteries) to evaluate the opportunity to **deviate from the nomination, and trade this difference in energy on the imbalance market**. By using the energy-models, it ensures a deviation will not violate any current or future



operational constraints of the flexible units. This principle is indicated in the scheme below: Every 15 minutes, Actility will update the entire (24h) Time of Use schedule to capture the maximum value on the imbalance market. This principle is indicated in the figure below. The originally nominated profile based on the Day-ahead optimization is the reference (indicated in gray). Energy market trends are followed in real-time (indicated in blue) based on predicted regulation volumes on system level as well as imbalance price predictions. The opportunity to increase or decrease set points are followed in real-time and generate an optimized total power profile (indicated in red).




Added value for Verosol

- Smart-DR automatically trades energy on the TenneT imbalance market by deviating consumption of the flexible units when profitable.
- All deviations will **respect current and future operational requirements & constraints**.

- Verosol can **choose the sensitivity** of the control by tuning the spread together with Activity.

Commercial proposal

Service offered	Service Fee	Expected Verosol profit*
Imbalance optimization	Pay per Volume, Pay per flex Power or profit share	

* Estimate based on the use of an electrical coil of 300 kW, heating water for two wash runs of 15 hours

The profit share for the Imbalance optimization service will be based on a mutually agreed baseline reference. The difference in price between the baseline reference and the price paid by Verosol while using the Imbalance optimization service is the subject of the profit share.

The Expected Verosol profit can be carefully estimated using a simulation test which takes into account all process characteristics & operational constraints.

The difference in price between the baseline reference and the price paid by Verosol while using the Day-ahead optimization service is the subject of the profit share.

RES Balancing

Service description

Smart-DR can precisely match the local production and consumption of a site to avoid distribution costs or increase the self-consumption of renewable production by **scheduling the connected flexible units**. Smart-DR can use its own load and production prediction Tools or interface with 3rd party's services to optimally schedule the production and consumption of the flexible unit towards moments with high renewable availability.

Added value for Verosol

- **Use Renewable Energy as much as possible**
- Avoid energy-, taxes- and transport cost
- Avoid grid investments
- Interface with 3rd party services for prediction inputs

Commercial proposal

Service offered	Service Fee
RES Balancing	To be discussed