

# Publieke versie Eindrapport Demonstratie Topsector energieprojecten

## Demonstratie Energie Innovatie (DEI-subsidie)

### Park 2020 Hoofddorp



Innovatief duurzaam energiesysteem voor utiliteitbouw en de woningbouw.

Looptijd : 13 juli 2015 t/m december 2016

Datum : 12 juli 2017

Opsteller : dhr. Ing. W.F. van der Valk, technische directeur

Van Voordenpark 5a / 5301 KP Zaltbommel

Postbus 2219 5300 AC Zaltbommel

T: 0418 -597450

E: [info@dubobedrijven.nl](mailto:info@dubobedrijven.nl)

I: [www.dubobedrijven.nl](http://www.dubobedrijven.nl)

## Inhoudsopgave

<b>1. GEGEVENS PROJECT</b> .....	<b>2</b>
1.1 PROJECTNUMMER.....	2
1.2 PROJECTTITEL .....	2
1.3 PENVOERDER .....	2
1.4 PROJECTPERIODE .....	2
<b>2. INHOUDELIJK EINDRAPPORT</b> .....	<b>2</b>
2.1 SAMENVATTING .....	2
2.2 INLEIDING .....	3
2.3 DOELSTELLING “INNOVATIEF DUURZAAM ENERGIESYSTEEM” .....	3
2.4 WERKWIJZE .....	4
2.5 RESULTATEN.....	5
2.6 DISCUSSIE .....	11
2.7 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN.....	11
<b>3. UITVOERING VAN HET PROJECT</b> .....	<b>12</b>
3.1 KNELPUNTEN .....	12
3.2 WIJZIGINGEN T.O.V. PROJECTPLAN.....	13
3.3 KENNISVERSPREIDING.....	13
3.4 PR-ACTIVITEITEN.....	13
3.5 SUCCESSEN .....	14
<b>4. BEHEER VAN DE PROJECTEN</b> .....	<b>14</b>
4.1 BEHEER & MONITORING (OPTIMALISATIE) .....	14
<b>5. EXTERNE ONTWIKKELINGEN</b> .....	<b>15</b>
5.1 INNOVATIEF N.A.V. PROJECTPLAN .....	15
<b>6. VOORUITZICHT</b> .....	<b>15</b>
6.1 VOORUITBLIK .....	15

## **1. Gegevens project**

### **1.1 Projectnummer**

DEI 1150004, 13 juli 2015

### **1.2 Projecttitel**

Innovatief duurzaam energiesysteem voor de utiliteitsbouw en woningbouw

### **1.3 Penvoerder**

Ing. W.F. van der Valk, technische directeur, Dubotechniek Bedrijven B.V.

### **1.4 Projectperiode**

Juli 2015 t/m 31 december 2016.

## **2. Inhoudelijk eindrapport**

### **2.1 Samenvatting**

Integratie c.q. afstemming van de meet- & regelsystemen tussen de duurzame productie van warmte en koelte met de afgifte installatie binnen de aangesloten complexen vindt in toenemende mate plaats. Normaliter ligt de demarcatie (van warmte- en koude productie) bij de energiemeter. Daarna is het de verantwoording van de installateur van de installaties binnen het aangesloten complex(en). Door de meet- & regelsystemen van beide installaties met elkaar te integreren worden betere technische-, milieu- en financiële resultaten gerealiseerd, o.a. geringere investeringskosten en een installatie met hoge rendementen (cop's) en inzet van duurzame energie.

Warmte en koelte buffers dragen zorg voor een hydraulische scheiding tussen de productie installatie en de afgifte installatie binnen het complex. Het inpassen en aansluiten van buffers in duurzame installaties is dan ook een belangrijk voor het functioneren van zowel de productie installatie en het afgiftesysteem. Warmte en koelte buffers met twee aansluitingen i.p.v. vier aansluitingen leveren in de praktijk een grotere gelaagdheid op in de buffers. Het grote voordeel hiervan is dat niet de volledige waterhoeveelheid over de buffer wordt rondgepompt waardoor de gelaagdheid in de buffers sterk wordt verbeterd. Een betere gelaagdheid in de buffer geeft minder menging van aanvoer en retourwater en levert uiteindelijk een hoger rendement op voor de productie installatie en voor het afgiftesysteem.

Door een goede data uitwisseling tussen de diverse productie installaties en de beheerder enerzijds en met de gebruikers (afnemers van warmte en koelte) anderzijds worden eventuele gebreken sneller geconstateerd en kunnen vervolgens direct worden verholpen. Door deze informatiestromen te automatiseren en afwijkingen t.o.v. een prognose automatisch te detecteren kunnen productie installaties vrij eenvoudig worden beheerd met uiteindelijk een hogere betrouwbaarheid, een hogere energie efficiëntie en uiteindelijk minder gebreken. De afnemer kan met de informatie afwijkingen in het verbruik vroegtijdig vaststellen en actief handelen om het verbruik te reduceren (o.a. door gedragsverandering).

Door meerdere complexen met verschillende bouwfysische eigenschappen, functies en bedrijfstijden te combineren met een centrale productie installatie, zoals bij Park 2020 is gerealiseerd, wordt overtollige warmte of koelte tussen de verschillende complexen met elkaar uitgewisseld. Alleen bij een te kort aan warmte (voornamelijk de winterperiode) of koelte (voornamelijk de zomerperiode) wordt het warmte en koude opslagsysteem (WKO) ingezet voor de levering van warmte of koelte. Het onnodig rond pompen en injecteren en onttrekken van grondwater wordt hiermee voorkomen. Alleen bij relatief hoge of relatief lage buitentemperaturen zal het warmte- en koude opslagsysteem worden ingezet om bodemwarmte en of bodemkoelte aan het distributie systeem toe te voegen.

De ontwikkeling en productie van de geprefabriceerde duurzame WKO installatie (de ONE) heeft een hoge vlucht genomen. In 2015 zijn enkele systemen in de markt gezet. In 2016 en 2017 is het aantal sterk oplopen. Steeds meer marktpartijen kiezen voor de ONE i.v.m. de hoge bedrijfszekerheid, energie efficiëntie en inzet van duurzame energie. De octrooiaanvraag voor de ONE is inmiddels gehonoreerd (zie bijlage 1).

Middels diverse beurzen, seminars ed. wordt de ONE breeduit in de markt gezet en weten steeds meer bedrijven de grote voordelen van de ONE te waarderen. Het aantal verkochte eenheden is stijgende.

## 2.2 Inleiding

In Nederland wordt een groot deel van de utiliteitsgebouwen en woningen verwarmd door middel van de verbranding van aardgas. Met een energieverbruik van 757 PJ was de gebouwde omgeving in 2012 verantwoordelijk voor een aanzienlijk deel van het totale energieverbruik en de totale broeikasgasemissies in Nederland. Europa heeft zich tot doel gesteld om in 2020 minimaal 20% minder broeikasgassen uit te stoten, 20% van alle energie op te wekken uit hernieuwbare bronnen en het energieverbruik met minimaal 20% te reduceren ten opzichte van het jaar 1990. In dit kader is er binnen de gebouwde omgeving een belangrijke rol weggelegd voor innovatieve conversietechnieken die gebruik maken van hernieuwbare energie voor ruimteverwarming.

Een conversietechnologie die in Nederland steeds vaker wordt toegepast in nieuwbouwprojecten, in zowel de utiliteitsbouw als de woningbouw, is warmte-koudeopslag (WKO). Een WKO-systeem maakt gebruik van ondiepe bodembronnen (tot 200 meter onder maaiveld) voor verwarming en koeling van de gebruiksruimte. Het gaat hierbij om een totaalsysteem: het WKO-systeem bestaat uit één of meerdere bronnen, warmtepomp(en), een distributiesysteem, het afgiftesysteem met regelingen en het gebouw zelf. In de utiliteitsbouw is de toepassing van WKO onverminderd populair mede vanwege de koeling. Daarbij is de toepassing in kantoren het verst ontwikkeld. In deze sector werd in 2009 de penetratie geschat op 20 tot 30 procent van de totale nieuwbouw. In de overige sectoren was de penetratie toen ongeveer 10 procent.

Onderzoek naar de prestaties van collectieve WKO-systemen in zowel de utiliteit- als de woningbouw laat echter zien dat het beloofde rendement lang niet altijd wordt gehaald. Een groot deel van de installaties wordt niet systematisch gemonitord en is niet of nauwelijks zuiniger dan een traditioneel systeem met cv-ketels en airco's. Aan de andere kant bewijzen succesvolle projecten dat het besparingspotentieel aanzienlijk is (45 tot 70 procent ten opzichte van gasketel). Als het gaat om koeling, zijn WKO-installaties vaak zelfs meer dan tienmaal zuiniger dan traditionele (airco) koelsystemen. WKO kan een betrouwbare technologie zijn, maar de kwaliteit van de engineering, uitvoering en beheer is daarvoor zeer bepalend.

Dubotechniek timmert reeds lang aan de weg en heeft naast het zelf initiëren, ontwerpen, realiseren en exploiteren van voornamelijk duurzame energiesystemen de noodzakelijke technische en organisatorische/financiële kennis opgedaan. Met de exploitatie van duurzame projecten is ook veel praktische kennis opgedaan. Op basis hiervan heeft Dubotechniek een compleet modulaire prefab duurzame installatie ontwikkeld genaamd de ONE. Voor dit modulaire prefab systeem heeft Dubotechniek Octrooi aangevraagd en inmiddels ontvangen (zie bijlage 1).

## 2.3 Doelstelling "Innovatief duurzaam energiesysteem"

Dubotechniek wil in dit project de hele keten in duurzame energie aanpakken (vanaf het afgifte systeem t/m de warmte- en koelte voorziening). Dubotechniek is een full service provider die een integrale totaaloplossing aanbiedt.

Doelstelling van dit project is om een innovatief WKO-systeem te demonstreren dat modulair uit te breiden is, reageert op de warmte- en koude vraag van de afnemer en onder de genoemde omstandigheden zo optimaal, bedrijfszeker en energiezuinig functioneert. Hiervoor zullen binnen het project een aantal innovatieve concepten worden geïntroduceerd voor de warmte- en koelte installatie (kortweg ONE) en het afgifte- en regelsysteem in het gebouw. Dubotechniek wil hiermee de prestaties van het huidige systeem verbeteren door o.a. de introductie van

modulerende warmtepompen, speciale buffervaten en optimale meet- & regelsystemen. Dit geeft meer comfort, een hogere bedrijfszekerheid en een grotere energiebesparing c.q. inzet van duurzame energie.

Dubotechniek wil een slim netwerk aanleggen om communicatie tussen gebouwen onderling te verbeteren om zodoende uitwisseling van energie mogelijk te maken. Om een goede demonstratie en vergelijking mogelijk te maken wordt er daarom bij de al lopende realisatie van Park 20|20 voor gekozen om deze innovaties bij de realisatie en oplevering van twee kantoorpanden te demonstreren. In deze twee nieuwe gebouwen zullen ook de nieuwste ONE's worden geplaatst. De demonstraties die binnen het project zullen worden doorgevoerd zijn te onderscheiden in demonstraties voor de ONE en demonstraties voor het afgiftesysteem (en de interactie tussen deze installatie onderdelen).

Voor de ONE zijn dit:

- Zelf ontwikkelde buffervaten;
- Een verbeterde SPF van de warmtepompen door ze modulerend te maken. Met een modulerende warmtepomp kan er meer vraag gestuurd geproduceerd worden waardoor er een aanzienlijke energiebesparing kan worden gerealiseerd. Een besparing van 20% moet mogelijk zijn. Verder zal de bedrijfszekerheid en de levensduurverwachting toenemen (door o.a. minder starts/stops). Een levensduurverwachting van minimaal 15 jaar is het uiteindelijk streven.

Voor het warmte/koude afgiftesysteem in het gebouw zijn dit:

- Ontwikkeling van een vraag gestuurd meet- en regelsysteem;
- Ontwikkeling van TARA-tool (automatische analyse tool).

## 2.4 Werkwijze

Dubotechniek heeft er voor gekozen het project op te splitsen in een aantal werkpakketten, n.l.:

- Integratie van de meet- & regelsystemen (productie en afgifte);
- Optimaliseren van de productie-installatie (ONE) en de buffervaten;
- Automatische analyse en exploitatie tool;
- Uitwisselen van warmte en koude tussen gebouwen (slim netwerk);
- Projectmanagement en kennisdeling.

Ad 1: Integratie van de meet- & regelsystemen (productie en afgifte):

Normaliter ligt de demarcatie bij de energiemeter. Gebouweigenaren zijn nog onwennig om de meet- & regelsystemen van het gebouw te combineren met dat van de duurzame energievoorziening (opwekker van duurzame warmte en koelte). In de praktijk wordt Dubotechniek geconfronteerd met slecht functionerende installaties. Onder andere t.g.v. te hoge retourtemperaturen (bij verwarming) of te lage retourtemperaturen (bij koeling) en vrijgave van de warmte en/of koeltevraag buiten de desbetreffende seizoenen.

Ad 2: Optimaliseren van de productie installatie en de buffervaten

Warmte- en koude buffers worden vaak voorzien van 4 aansluitingen (aanvoer- en retour productiezijde en aanvoer- en retour afgifte zijde). In de praktijk levert dit problemen op door menging van aanvoer- en retourtemperaturen waardoor de uiteindelijke gewenste aanvoertemperaturen bij warmte en/of koelte levering niet worden gerealiseerd. De retourtemperaturen vanuit het afgiftesysteem worden hierdoor negatief beïnvloed.

Ad 3: Automatische analyse en exploitatie tool

De grote hoeveelheid data gegevens uit de meet- en regel systemen kunnen onmogelijk consequent, gestructureerd en periodiek worden geanalyseerd indien deze niet automatisch en periodiek worden opgehaald. In dat kader is Dubotechniek gestart met de automatische verwerking van deze gegevens. Op basis van de dag en week verbruiken kan worden beoordeeld of de verbruiken in lijn liggen met de

verwachtingen. De werkelijke afname wordt maandelijks getoetst aan de geprognosticeerde afname. Te grote afwijkingen worden automatisch gedetecteerd. De gegevens worden gecorrigeerd op basis van o.a. buitentemperatuur, zon belasting etc. Via een App kunnen de gebruikers/afnemers van warmte en koelte beschikken over deze verbruiksgegevens. Tevens ontstaat er door deze informatie meer inzicht in de verbruiksgegevens bij de gebruikers/afnemers en kunnen zij participeren op de eventueel te hoge verbruiken.

**Ad 4: Uitwisselen van warmte en koude tussen gebouwen (slim netwerk)**

Doordat de bouwfysische eigenschappen van het onderhavige complex (o.a. zon oriëntatie), de functie van het complex, gewenste temperaturen en interne warmtelast variëren, varieert het afname patroon van warmte en koude. Het direct uitwisselen van warmte en koude tussen de gebouwen kan grote voordelen opleveren t.g.v. het vermijden van transport van energie over grote afstanden en het beperken van de inzet van het warmte- en koude opslagsysteem.

**Ad 5: Projectmanagement en kennisdeling**

Middels diverse publicaties, beurzen, seminars wordt aandacht gegeven aan het verder uitbouwen van bovenstaande werkpakketten.

Dubotechniek heeft er voor gekozen om de bovenstaande werkpakketten verder uit te werken en direct in de praktijk toe te passen in het project Park 2020. Een bedrijven locatie in ontwikkeling waar inmiddels een aantal complexen zijn gerealiseerd en alswel nieuwe complexen in aanbouw zijn. De nieuwe technieken kunnen direct bij deze gebouwen worden toegepast. In deze rapportage wordt met name ingegaan op de resultaten van een van deze gebouwen.

## **2.5 Resultaten**

**Ad 1: Integratie van meet- & regelsystemen (productie en afgifte van warmte en koelte)**

Integratie en afstemming van de meet- & regelsystemen vindt in toenemende mate plaats. Normaliter ligt de demarcatie bij de energiemeter. Gebouweigenaren zijn nog onwennig om de meet- & regelsystemen van het gebouw te combineren met dat van een duurzame energievoorziening met een buitenstaander als exploitant. In de praktijk wordt Dubotechniek geconfronteerd met slecht functionerende installaties (onder andere t.g.v. te hoge retourtemperaturen (bij verwarming) of te lage retourtemperaturen (bij koeling). De eigenaar van het eerste gebouw is een bedrijf dat zelf meet- & regelsystemen produceert en installeert en haar eigen systeem voor haar complex heeft toegepast. In dat kader heeft de integratie, slechts beperkt, plaats gevonden.

Er zijn wel afspraken gemaakt om het meet- & regelsysteem van het gebouw en van de duurzame energievoorziening goed op elkaar af te stemmen. In dat kader zijn er een aantal signalen m.b.t. gewenste stooklijnen, vrijgave van warmte en/of koelte met elkaar gedeeld waardoor de informatie voor het optimaal functioneren van de duurzame energievoorziening is verzekerd. De complete installatie is dan ook voor de inbedrijf name uitgebreid, in gezamenlijk overleg, getest en in bedrijf genomen. De installatie functioneert naar tevredenheid. De installatie (klantzijde) is tevens voorzien van een warmte- en koeltemeter en in de buffervaten tevens voorzien debietmeters welke het verschil tussen vraag en aanbod (productie) meten. Op basis van deze verschilmetingen wordt de duurzame energievoorziening optimaal ingezet en in verschillende vermogensstappen geregeld. De productie van warmte en/of koelte volgt de vraag van de afnemer. Voordelen van bovenstaande zijn een goed functionerende installatie met een goede aansturing van de duurzame installatie waardoor het aantal start/stops wordt beperkt en de inzet van de warmtepompen optimaal is. E.e.a. blijkt verder uit de relatief hoge COP van gemiddeld 5.6.

**Ad 2: Optimaliseren van de productie installatie en de buffervaten**

Dit werkpakket omvat twee doelen, te weten het verbeteren van de ONE en het verbeteren van de inzet van de buffervaten. De verbeteringen in de ONE betreft de regelbaarheid c.q. optimale inzet van de warmtepompen. De opzet was om over te gaan op modulerende warmtepompen. Het voordeel hiervan

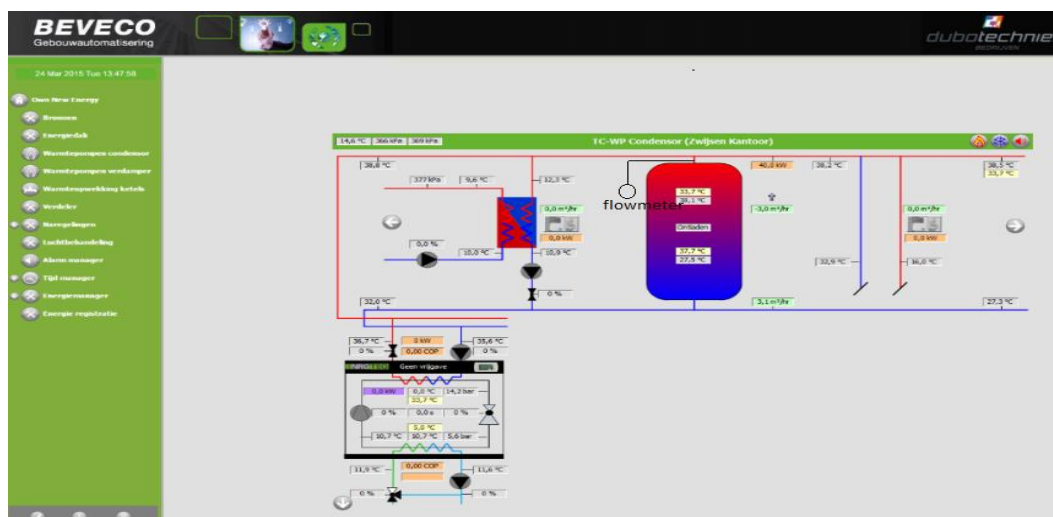
was dat beter ingespeeld zou kunnen worden op de klantvraag. In de praktijk heeft Dubotechniek uiteindelijk gekozen voor meerdere warmtepompeenheden met meerdere compressoren. Het voordeel hiervan is de grotere betrouwbaarheid (meerdere productie eenheden) en een robuuste regelbaarheid (meerdere compressoren per warmtepompunit). De nadelen van de modulerende warmtepomp is gelegen in het hogere energieverbruik van de frequentie regelaar van de warmtepomp (vergt circa 10% van het elektrisch vermogen). Verder liggen de investeringskosten voor dergelijke warmtepompen relatief hoog.

In de omschrijving van dit werkpakket is uitgegaan van nader onderzoek naar de modulerende warmtepomp. In dat kader is op basis van dit onderzoek en de ervaringen bij andere projecten met modulerende warmtepompen hiervan afgestapt en is er voor gekozen om het zelfde resultaat of een beter resultaat te bewerkstelligen door de inzet van meerdere warmtepompen eenheden met meerdere compressoren (welke aan/uit worden geregeld). De buffervaten worden zodanig gedimensioneerd dat een goede regelbaarheid mogelijk wordt en het aantal starts/stops wordt beperkt. Voor beide projecten is uiteindelijk gekozen voor minimaal twee warmtepompeenheden met ieder 2 compressoren (waardoor 4 vermogenstappen worden gerealiseerd) gecombineerd met een goed gedimensioneerde warmte en of koelte buffer.

Tussen de productie installatie van warmte en/of koelte en het afgiftesysteem wordt normaliter m.b.v. buffervaten een hydraulische scheiding gerealiseerd tussen de beide systemen (het zogenaamde "0"punt). Standaard worden buffers aangesloten met een aanvoer en retourleiding op de buffer voor zowel de productie als de afgiftezijde. Het nadeel hiervan is dat de totale productie of energievraag over de buffer gaat. Het nadeel hiervan is een slechte gelaagdheid en menging van aanvoer- en retour watertemperaturen. De nadelen hiervan zijn menging van aanvoer- en retour watertemperaturen en een lagere energie efficiëntie. Door menging van de hier van wordt de aanvoer temperatuur naar de klant nadelig beïnvloed waardoor de capaciteit van het afgiftesysteem wordt gereduceerd en klachten tot gevolg heeft.

Dubotechniek heeft het aansluiten van buffers met slechts twee aansluitingen in combinatie met een energiemeter (flowmeter) als standaard in de ONE aangenomen. De warmte- en koelte vraag wordt zo veel mogelijk afgestemd met de productie hier van. De onbalans tussen vraag en aanbod van energie wordt slechts in de buffer opgenomen/afgegeven (in tegenstelling tot buffers met 4 aansluitingen). De onbalans wordt geregistreerd m.b.v. een energiemeter (flowmeter) en vertaald naar een vermogensignaal t.b.v. de inzet van de duurzame installatie (meer of minder warmtepompen in bedrijf) .

Het voordeel van buffers met twee aansluitingen is enerzijds een zeer goede gelaagdheid in de buffer t.g.v. de geringere flow over de buffer (alleen het verschil tussen vraag en aanbod circuleert via de buffer). Zie afbeelding 1 , warm boven en koud onder in de buffer (een goede gelaagdheid).



Op basis van de flowmeter wordt het verschil tussen aanbod en vraag gemeten en vertaald naar meer of minder vermogen van de productie installatie waardoor er uiteindelijk evenwicht ontstaat tussen vraag en aanbod in de desbetreffende warmte of koelte buffer. Er wordt op maat warmte en/of koelte geproduceerd waardoor verliezen worden gereduceerd. De warmtepomp ontvangt de laagste retourtemperatuur (bij verwarmen) direct vanuit het afgiftesysteem. Door de geringe flow over de buffer ontstaat er tevens een goede gelaagdheid over de buffer. Bij twee zijn de buffers op bovenstaande wijze aangebracht. De eerder gerealiseerde complexen zijn inmiddels ook omgebouwd naar buffers met 2 aansluitingen. Nieuwe projecten worden standaard uitgevoerd met deze buffers. Voor de ONE is octrooi aangevraagd en inmiddels gehonoreerd.

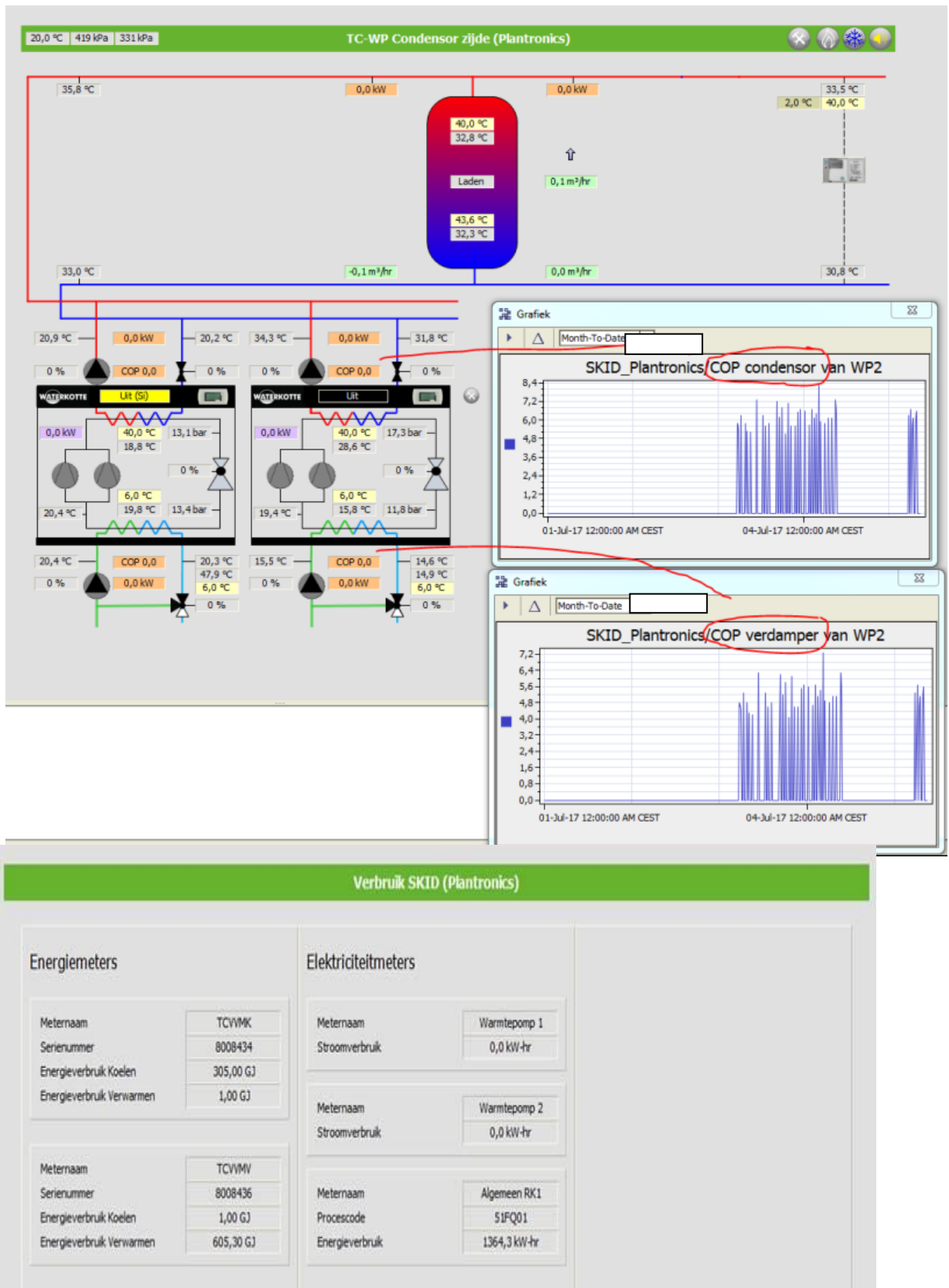
**COP berekening:**

(Tekst van de beheerder): Op onderstaande schermafdruck is de COP condensor af te lezen. Deze zit op gemiddeld 5.6. Aan de hand van absolute standen:

- geleverde warmte 605 GJ
- volumestroom geleverde warmte 30569 m<sup>3</sup>
- berekende dt geleverde warmte is 4.7
- geleverde warmte 168.1 MWh (605GJ)
- COP 5.6
- berekend elektraverbruik van de warmtepomp komt dan uit op 30010 kWh



Het elektraverbruik van de regelkast is wel te zien, zie onderstaand.

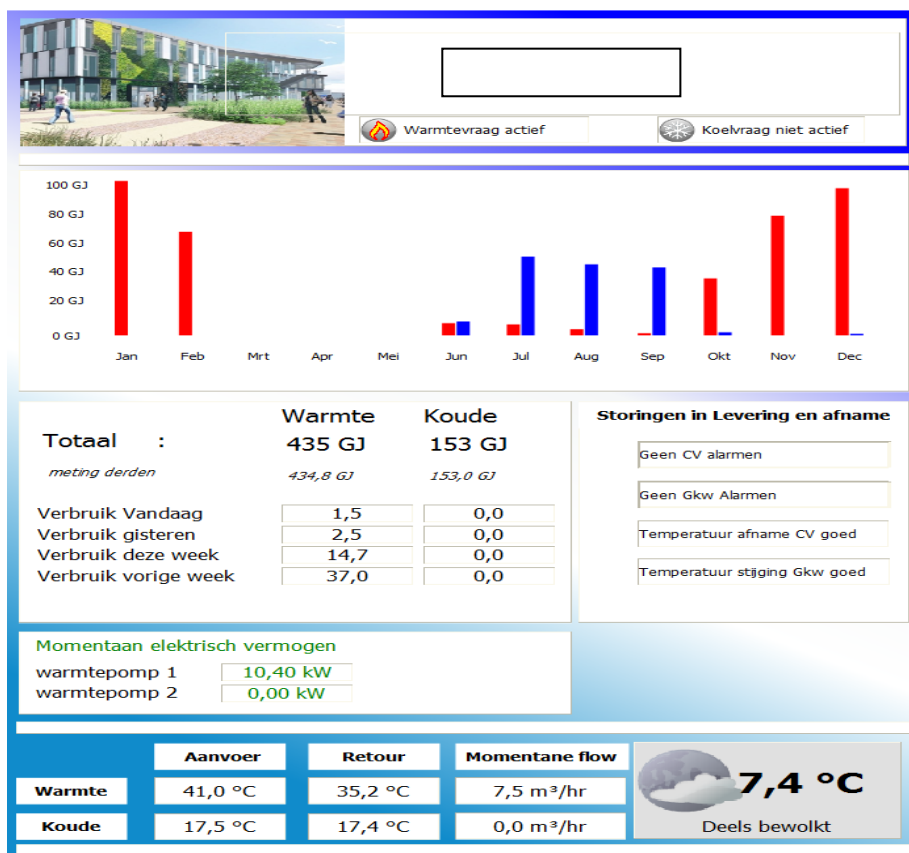


Door de keuze voor relatief hoogwaardige componenten , meerdere productie eenheden etc. is de betrouwbaarheid en de bedrijfszekerheid van de ONE sterk omhoog gegaan. Storingen komen slechts beperkt voor. Eventuele afwijkingen/gebreken worden door de beheerder c.q. via het gebouwbeheersysteem vastgesteld en normaliter op afstand opgelost. Momenteel wordt een tweede bronpaar aangelegd waardoor de bedrijfszekerheid verder wordt verhoogd. In combinatie met goed preventief onderhoud is sprake van een betrouwbare en bedrijfszekere installatie.

### Ad 3: Automatische analyse en exploitatie

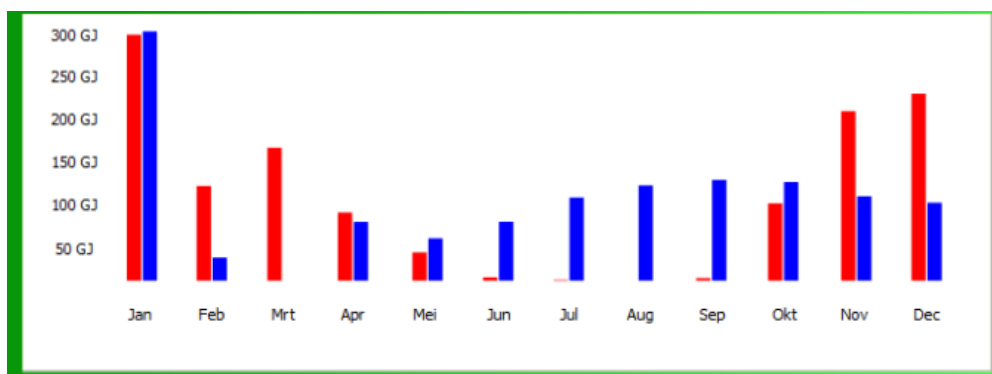
In de onderstaande figuur (uitdraai van de App) zijn de warmte- en koude verbruiken weergegeven van het eerste gebouw. Tevens worden de momentane warmte- en koeltevormogens en temperaturen weergegeven. Op basis van de dag en de week verbruiken kan worden beoordeeld of de verbruiken in lijn liggen met de verwachting. De werkelijke afname wordt, maandelijks, getoetst aan de geprognosticeerde afname. Te grote afwijkingen worden automatisch gedetecteerd. De gegevens worden gecorrigeerd op basis van o.a. buitentemperatuur, zon belasting etc. Via een App kunnen de gebruikers/afnemers van deze producten beschikken over deze verbruiksgegevens. Tevens ontstaat hierdoor inzicht in de verbruiksgegevens bij de diverse gebruikers/afnemers. De App wordt nog verder uitgebreid met de gerealiseerde CO2 reductie (welke dus al wel onderdeel uit maakt van de analysetool), inzet duurzame energie en energie efficiëntie (cop/spf). Nieuwe projecten worden standaard uitgevoerd met deze analyse- en beheerssoftware.

Voor de beheerder is het beeldplaatje (Ad2) van groot belang. De momentane COP's worden direct weergegeven in het beeldplaatje op basis van de actuele meterstanden. De beheerder heeft hierdoor direct in zicht in het goed functioneren van de installatie.

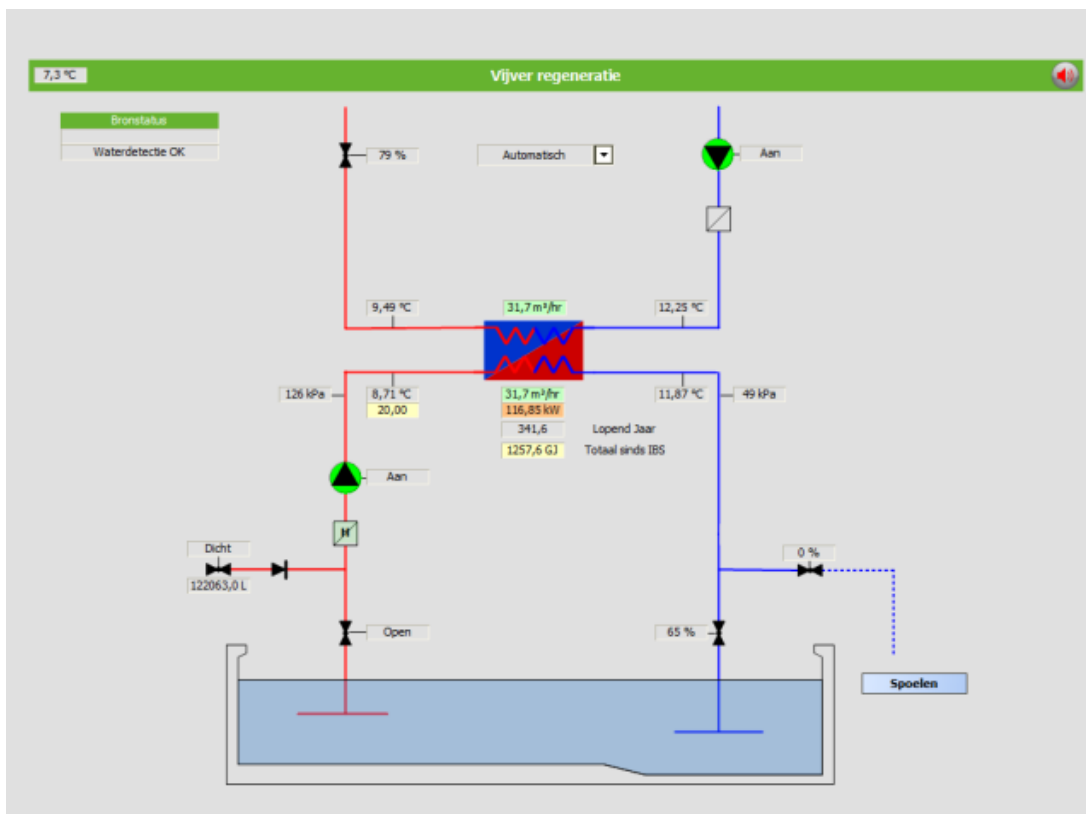


**Ad 4: Uitwisselen van warmte en koude tussen gebouwen onderling (slim netwerk)**

Het systeem op Park 2020 is dusdanig ingericht en van extra energiemeters voorzien dat gebouwen welke een warmtevraag hebben eerst de overtollige warmte uit de andere gebouwen zal gaan benutten (vooral in het voor- en najaar treedt dit veel op). Alleen bij relatief hoge of lage buitentemperaturen zal het warmte- en koude opslagsysteem worden ingezet om bodemwarmte en of bodem koelte aan het distributie systeem toe te voegen. Het warmte en koudeopslag systeem wordt geregeld op basis van de temperatuur van het distributiesysteem. Bij overschrijding van de gewenste temperatuur in het distributiesysteem (voornamelijk de zomerperiode) zal de koude bron van het warmte- en koudeopslagsysteem worden ingeschakeld en koude aan het distributiesysteem leveren. Bij onderschrijding van de gewenste temperatuur zal warmte vanuit de warme bron van het warmte- en koudeopslagsysteem aan het distributiesysteem worden geleverd (voornamelijk de winterperiode). In de onderstaande figuur zijn van 1 complex de warmte- en de koudevraag over 1 jaar weergegeven. Ieder complex heeft verder een eigen afname patroon waardoor overlap van warmte- en koudevraag en uitwisseling van energie mogelijk wordt.



Als onderdeel van het slimme netwerk is de vijver gekoppeld aan het distributiesysteem. De vijver draagt zorg voor de uiteindelijke balans in de bodem. Onbalans in de bodem treed op indien de overall warmte en koeltevraag van alle complexen over het jaar gezien niet gelijk aan elkaar zijn. Door de inzet van de vijver kan gedurende de winterperiode of de zomerperiode koelte of warmte worden in gevangen. De vijver op het bedrijventerrein (zie plaatje) is in januari 2016 in bedrijf gesteld en wordt in de winter gebruikt om extra koelte in de koude bron te laden. Momenteel wordt er door de diverse complexen meer koelte dan warmte afgenomen en is extra koelte belangrijk. Gedurende 2016 is circa 400 GJ aan koelte ingevangen. De vijver is nog niet compleet en zal in de toekomst uiteindelijk een oppervlakte van circa 1000 m<sup>2</sup> beslaan (nu nog 500 m<sup>2</sup>). De totale koelteproductie is geprognosticeerd op 1000 GJ/jaar.



#### Ad 5: Projectmanagement en kennisdeling

De "ONE" inclusief de software en beheer & monitoringtool wordt momenteel breed in de markt gezet. Het aantal geproduceerde eenheden is opgelopen van 10 stuks in 2015 tot 21 stuks in 2016. Voor 2017 is de verwachting dat dit aantal verder zal toenemen. Een tendens in de markt is de vraag naar grotere productie eenheden (tot 6 MW) en voor andere branche). De kennis wordt gedeeld door o.a. beurzen, seminars etc. Een overzicht is als bijlage toegevoegd. Voor de verder uitrol van de "ONE" is er voor gekozen om de "ONE" onder te brengen in ons handelshuis OHS BV. Dit bedrijf is verantwoordelijk gemaakt voor het in de markt zetten van de "ONE" en nog een aantal andere producten. Door OHS is inmiddels ook een "ONE" afgezet in Brussel (België).

#### 2.6 Discussie

Niet van toepassing.

#### 2.7 Conclusie en aanbevelingen

De in de DEI opgenomen werkpakketten om tot verbetering van duurzame installaties te komen zijn inmiddels gerealiseerd en geëvalueerd. De diverse aanpassingen c.q. verbeteringen hebben zich in de praktijk bewezen en hebben geleid tot diverse aanpassingen (voor een groot deel vertaald in de meet&regelsoftware, de informatievoorziening aan de uiteindelijke klant en aan de hydraulische opzet van de ONE (aanpassen buffers).

Voor werkpakket (integratie meet- en regelsysteem) betekent dit dat de productie installatie niet onnodig vanuit het afgiftesysteem direct wordt aangestuurd, dat storingen c.q. afwijkingen eerder worden gedetecteerd, dat het comfort in het complex wordt verhoogd (levering juiste aanvoertemperaturen), dat de energie efficiëntie en inzet van duurzame energie worden verhoogd. Voor het eerste gebouw ligt de energie efficiëntie op een COP van circa 5,6 op basis van de diverse verbruikscijfers. Dit betekent een verbetering van circa 24% t.o.v. installaties werkend met een COP van circa 4,5. Voor het tweede gebouw zijn deze gegevens zoals eerder aangegeven nog niet beschikbaar t.g.v. de latere oplevering inhuizing van diverse huurders.

Voor het werkpakket (optimaliseren van de productie installatie en de buffervaten) heeft dit geleid tot het verbeteren van zowel de aanvoer als retourtemperaturen voor zowel verwarmen als voor koelen. De geproduceerde warmte en of koelte op de gewenste temperatuur niveaus (40 °C voor verwarmen en 12 °C voor koelen) worden zonder tussenkomst van de buffers doorgegeven aan het complex alleen de verschillen tussen vraag en aanbod worden gecompenseerd door de tussen geschakelde buffers en is tevens een maat voor het op of afschakelen van thermisch vermogen (c.q. warmtepompen). Voorheen vond er t.g.v. de buffers met 4 aansluitingen menging in de buffers plaats waardoor de uiteindelijke aanvoertemperatuur werd verlaagd (bij verwarmen) en bij koeling werd verhoogd. Klachten van uit het complex i.v.m. de afwijkende aanvoertemperaturen waren het gevolg. Bijkomend voordeel van deze verbetering is het efficiënter laden of ontladen van het warmte- en koude opslagsysteem.

Voor werkpakket (automatische analyse en exploitatietool) heeft dit geleid tot een betere meet- & regelsysteem en informatie voorziening naar de uiteindelijke gebruiker/afnemer van warmte of koude. Op basis van deze informatievoorziening hebben de diverse beheerders direct inzicht in de actuele COP's en kunnen bij afwijkingen direct actie ondernemen. De verschillende afnemers van warmte en koelte hebben meer inzicht in de hoogte van het verbruik en kunnen desgewenst direct actie ondernemen.

Voor werkpakket (energie uitwisseling tussen gebouwen onderling, slim netwerk) heeft dit geleid tot optimalisatie van de diverse regelingen waardoor de uitwisseling beter tot uiting kwam. Op basis van de onderlinge energie uitwisseling en opgestelde vermogens is vastgesteld dat er structureel meer koude nodig is. Op basis hiervan is de regeneratie van uit de vijver vroegtijdig opgepakt om tot een balans in de bodem te komen. In het kader van de bedrijfszekerheid is inmiddels gestart met het aanbrengen van een tweede bronpaar.

De ONE is breed in de markt geïntroduceerd m.b.v. diverse beurzen (o.a. in Duitsland, Hannover Messe), seminars. Het huidige productie van de ONE's ligt hoger dan de prognose welke in de DEIO-aanvraag is afgegeven. De verder uitrol is overgedragen aan OSH BV (het handelshuis van de Dubotechniek bedrijven). In bijlage 2 is een compleet overzicht gegeven van de activiteiten welke verband houden met de verdere uitrol van de ONE.

Doordat Dubotechniek de gehele keten van initiatie t/m de exploitatie van duurzame systemen verzorgt zal Dubotechniek op alle fronten kennis en kunde blijven toevoegen aan het verder ontwikkelen van duurzame energiesystemen. Vooral de kennis welke wordt opgedaan bij het exploiteren van duurzame energiesystemen draagt zorg voor een visie op lange termijn. Termen als Total Cost of Ownership kortweg "TCO" zijn termen welke in deze branche belangrijk zijn. De techniek staat verder niet stil en de markt vraagt naar grotere vermogens.

### **3. Uitvoering van het project**

#### **3.1 Knelpunten**

Per werkpakket worden de diverse knelpunten (indien aanwezig) omschreven.

##### **Werkpakket 1 (integratie meet- en regelsystemen)**

Gebouweigenaren (de installateur van de binnen installatie) zijn onwennig om het meet- & regelsysteem van het gebouw te combineren met dat van de duurzame energievoorziening zo gauw er een derde als exploitant (opwekker van duurzame warmte en koelte) is aangesteld. In dat kader is het bij het eerste gebouw niet tot een totaal geïntegreerd systeem gekomen. Wel zijn er goede afspraken gemaakt m.b.t. een hardware matige koppeling en de uitwisseling van belangrijke signalen voor de aansturing van de warmtepompen. Bij andere complexen zijn wij wel tot integratie van deze systemen gekomen en heeft dit inmiddels tot successen geleid. Integratie vraagt ook in de toekomst continu aandacht.

**Werkpakket 2 (optimaliseren van de productie installatie en buffervaten)**

Het optimaliseren van de ONE is een continue activiteit mede vanwege de vraag uit de markt voor alternatieven en grotere systemen. De buffervaten (2-pijps aangesloten) worden standaard in de huidige ontwerpen (gebouwen 7 en 8) meegenomen (en voorzien van flowmeters).

**Werkpakket 3 (automatische analyse en exploitatie tool)**

Het ontwikkelen en schrijven van dergelijke software vergt continue aandacht en is een onuitputtelijk proces. De gecalculerde en de werkelijke uren lopen sterk uit een. In de praktijk is er steeds meer vraag naar informatie en het zichtbaar maken van de systeemprestaties. In dat kader worden er steeds meer prestatiecontracten afgesloten waardoor de opdrachtgever zekerheid heeft over de systeemprestaties en inzet van duurzame energie. Door een goede en automatische informatievoorziening is de opdrachtgever continu op de hoogte over de prestaties van de duurzame installatie.

**Werkpakket 4 (uitwisselen warmte en koude)**

Het uitwisselen van warmte en koude tussen de complexen onderling vindt bij het onderhavige project veelvuldig plaats. Uitwisseling van energie is slechts mogelijk bij grote projecten met meerdere complexen met verschillende functies c.q. bouwfysische eigenschappen. Door Dubotechniek wordt bij dergelijke grootschalige projecten standaard uitgegaan van deze systeemvisie. Bij kleinere project is de uitwisseling beperkt door het gering aantal gebouwen.

**Werkpakket 5 (projectmanagement en kennisdeling)**

De ONE is breed in de markt geïntroduceerd m.b.v. diverse beurzen (o.a. in Duitsland, Hannover Messe), seminars. De verdere uitrol is overgedragen aan OHS BV (het handelshuis van de Dubotechniek bedrijven). Zie bijlage 2 voor een compleet overzicht.

**3.2 Wijzigingen t.o.v. projectplan**

Het projectplan (de technische uitvoering) is in beginsel verder niet gewijzigd. De vooraf gestelde doelen c.q. werkpakketten zijn voor zover mogelijk uitgevoerd en met succes afgerond. M.b.t. de modulerende regeling van de warmtepompen is er uiteindelijk voor gekozen om over te gaan op meerdere warmtepomp eenheden (mede i.v.m. de regelbaarheid en de bedrijfszekerheid). De voordelen hiervan zijn het voorkomen van energieverliezen van de frequentieregeling, het verhogen van het uiteindelijke rendement en de hogere betrouwbaarheid. De condensor en verdamperspompen zijn wel toerengeregeld uitgevoerd om ook in deellast de gewenste temperatuur te kunnen leveren. De bouw van het tweede complex is wel met enige vertraging gestart. De voorbereidingen en de realisatie van de duurzame energievoorziening voor dit complex hebben echter gewoon plaatsgevonden. De vertragingen zijn het gevolg van het vinden van geschikte huurders met een duurzaamheidsambitie in een markt waarbij de kosten nauwlettend in de gaten worden gehouden.

**3.3 Kennisverspreiding**

De kennis welke met het onderhavige project c.q. werkpakketten is opgedaan wordt in alle presentaties aan ontwikkelaars, potentiële opdrachtgevers doorgegeven. In ons Dubo Trade Centre en belevingscentrum worden frequent lezingen, voorlichting en presentaties gegeven over inzet van duurzaamheid en energie efficiëntie. Tevens zijn er artikelen verschenen in onder andere vakblad Stedebouw & Architectuur, Cobouw, Installatie & Bouw en Vakblad Warmtepompen en is er aandacht gevraagd en kennis gedeeld op diverse beurzen en seminars. Zie hiervoor bijlage 2 voor de uitgebreide opgave.

**3.4 PR-activiteiten**

Binnen Dubotechniek gebruiken wij voor het verspreiden van projectinformatie onze website en social media. Wij schrijven diverse nieuwsberichten over het project als we nog bezig zijn met de bouw en een referentieproject met daarin alle informatie betreffende het project. Op LinkedIn plaatsen wij met enige regelmaat berichten over de bouw van een project met hierbij diverse foto's. Dit koppelen wij dan weer door op twitter en soms op facebook als dit relevant is. Van de meest toonaangevende projecten worden korte projectfilms gemaakt om zo een goed beeld te geven van de techniek en sfeer van het project. Zie bijlage 2, een totaal overzicht van de diverse activiteiten.

### 3.5 Successen

Een verdere uitrol van de "ONE" (ONE staat voor prefab duurzame energievoorziening voor de productie van warmte, koelte en als optie warmtapwater) mede door de vele aanvragen van relatief grote installateurs. Het aantal geproduceerde ONE's (circa 10 stuks in 2015) is inmiddels opgelopen tot 21 stuks in 2016. In 2017 wordt een verder toename verwacht. De geproduceerde ONE's overstijgen de prognose welke in de DEI-aanvraag is aangegeven. Verder is het thermisch vermogen van de ONE explosief gestegen. In 2015 was er sprake van een maximum vermogen van circa 600 kW. Momenteel wordt er gewerkt aan de ontwikkeling van systemen tot 6.000 kW. De eerste ONE's zijn inmiddels ook in België afgezet.

De markt is duidelijk op zoek naar (prefab) kwaliteitsproducten c.q. systemen die hun bedrijfszekerheid en energie-efficiëntie, daadwerkelijk, waarmaken. In toenemende mate worden vooraf garantie gevraagd over de bedrijfszekerheid en energie efficiëntie (prestatiecontracten). Storingen moeten worden voorkomen om klachten (of productie uitval) van afnemers van warmte en koelte te voorkomen. Prefab systemen kunnen, nadat ze een maal zijn ontwikkelt, met relatief weinig hoogwaardige menskracht efficiënt en concurrerend worden geproduceerd. Restafval en het aantal vervoersbewegingen naar de bouwlocatie worden sterk beperkt. De prefab installatie wordt in 1 dag op locatie opgesteld en in bedrijf gesteld, zie voorbeeld.



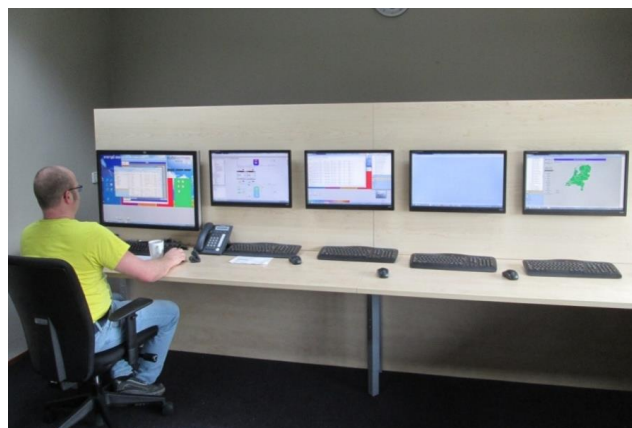
## 4. Beheer van de projecten

### 4.1 Beheer & monitoring (optimalisatie)

De behoefte aan meer informatie over het functioneren van duurzame installaties, t.a.v. de financiële-, milieutechnische- en de energie efficiënte aspecten, nemen toe. Van de reeds in Nederland gerealiseerde systemen functioneren er een groot deel onder de maat

Door Dubotechniek is een aantal jaren terug een professionele beheer afdeling opgericht welke continu de duurzame installaties monitoren. Afwijkingen c.q. klachten worden op deze wijze vroegtijdig waargenomen en (indien mogelijk) op afstand herstelt.

Door integratie van de meet- & regelsystemen van de binnen- en de productie- installaties kan nog beter worden gemonitord en kunnen nog betere prestaties t.a.v. de financiële-, de milieu technische- en de energie-efficiënte aspecten worden geleverd. Klachten kunnen hierdoor worden voorkomen. Door deze informatie ook te delen met de gebruikers/afnemer ontstaat er meer inzicht bij deze gebruikers/afnemers (o.a. d.m.v. de App) en kunnen zij maatregelen treffen bij een te hoog verbruik.



## 5. Externe ontwikkelingen

### 5.1 Innovatief n.a.v. projectplan

De ONE is voor een relatief groot deel verantwoordelijk voor de omzet van Dubotechniek en zal in de toekomst steeds belangrijker worden voor de omzet. Verder is alleen voor het eenmalig ontwikkelen van de diverse installatie modules hoogwaardig personeel noodzakelijk. Voor de uiteindelijke productie van de ONE's is minder hoogwaardig personeel noodzakelijk. Het aanbod van hoogwaardige technici is niet groot. Op basis van de ONE zijn er inmiddels nieuwe (prefab) producten ontwikkeld, te noemen zijn de meet- & regelset voor appartementen (zie figuur, rechts) en de energiekast voor zowel de bestaande als de nieuwbouw. De energiekast kenmerkt zich doordat alle techniek in 1 kast, in de fabriek, wordt samengebouwd en als een geheel in 1 dag in een woning wordt opgesteld. In de energiekast zijn naast de warmtepomp, de ventilatie unit, de verdeler/verzamelaar van de vloerverwarming/koeling en de inverter van het zon PV systeem ondergebracht. De werkzaamheden op locatie zijn hierdoor sterk vereenvoudigd. Nieuwe ontwikkelingen zijn gaande.



Meet- & regelset t.b.v. appartementen.



Installatiekast

De markt kenmerkt zich doordat er steeds minder hoog gekwalificeerde technici beschikbaar zijn. Tevens wordt de techniek steeds belangrijker om te kunnen voldoen aan nieuwe wetgeving t.a.v. de overheidsdoelstellingen t.a.v. het milieu (o.a. gasloos). Met de prefab oplossingen van Dubotechniek worden knelpunten voorkomen en worden hoogwaardige duurzame installaties gerealiseerd welke bedrijfszeker, duurzaam en met een hoge energie efficiëntie opereren gecombineerd met beheer/monitoring op afstand inclusief goede rapportages. Realisatie op locatie vindt in 1 dag plaats. Reistijden en rij-bewegingen worden hierdoor sterk gereduceerd.

## 6. Vooruitzicht

### 6.1 Vooruitblik

De nog te ontwikkelen complexen op Park 2020 te Hoofddorp worden allen voorzien van de ONE (met de geoptimaliseerde buffervaten en meet&regelsystemen). Zoals aangegeven zijn deze producten voor de toekomst steeds belangrijker voor Dubotechniek en zullen in toenemende mate de core business van Dubotechniek gaan uitmaken. Het aantal geproduceerde ONE's stijgt sterk. Ook collega installateurs/energie exploitanten zien de voordelen (en de prestaties) van de ONE en de overige prefab producten en zijn afnemer van deze kant & klare producten c.q. systemen. Deze zijn goed voor de omzet groei van Dubotechniek.

Het verder in de markt zetten van de ONE is een van de speerpunten van Dubotechniek. In dat kader is OSH B.V. opgericht welke verantwoordelijk is voor de marketing en de verkoop van de ONE's en de overige producten welke inmiddels ontwikkeld zijn.

Voor publicaties over de ONE doorverwijzen naar onze website <http://www.dubobedrijven.nl/nieuws-blog> en onze LinkedIn pagina.