



CONNECTS PEOPLE AND
INNOVATIONS THAT SUSTAIN
COMPETITIVE STRENGTH AND
WELL-BEING OF SOCIETY
AND KNOWLEDGE TO CRI
CONNECTS PEOPLE AND

Est.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland		Den Haag
Nummer		
Datum ontvangst:	21 SEP 2015	
Afdeling:		
Rappel:		

20 oktober in Utrecht

Retouradres Postbus 23, 3769 ZG Soesterberg

RVO

T.a.v. drs. O.A.C. Bernsen

Postbus 93144

2509 AC DEN HAAG

2509AC93144

Technical Sciences
Kampweg 5
3769 DE Soesterberg
Postbus 23
3769 ZG Soesterberg

www.tno.nl

T +31 88 866 15 00

Onderwerp

Aanbieding resultaten VIOS project en verzoek tot vaststellen subsidie

Datum

15 september 2015

Onze referentie

Contactpersoon

Ir. D. Krukkert

E-mail

dennis.krukkert@tno.nl

Doorkiesnummer

+31 88 866 24 57

Doorkiesfax

+31 88 866 21 47

Geachte heer Bernsen,

Bijgevoegd vindt u de projectresultaten van het VIOS project. In dit project is de afgelopen jaren gewerkt aan de ontwikkeling van een platform (een 'Virtual Infrastructure Operating System') om interoperabiliteit tussen apparaten en smartgrid diensten te bewerkstelligen.

Het project is uitgevoerd door een consortium met Alliander, I-NRG, Technolution en TNO, en is mede gefinancierd middels een subsidie welke op 28 september 2012 verstrekt is aan het consortium. Het kenmerk van deze subsidie is TKISG01007.

Als bijlagen treft u aan:

- De eindrapportage met bijhorende deliverables van het project
- Het verzoek tot vaststelling van de subsidie
- Accountantsverklaringen van I-NRG, Technolution en TNO, en de bestuursverklaring van Alliander

Vanzelfsprekend ben ik gaarne bereid tot het geven van een nadere toelichting.

Met vriendelijke groet,



Dennis Krukkert

Op opdrachten aan TNO zijn de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, zoals gedeponereerd bij de Griffie van de Rechtbank Den Haag en de Kamer van Koophandel Den Haag van toepassing. Deze algemene voorwaarden kunt u tevens vinden op www.tno.nl.
Op verzoek zenden wij u deze toe.

Handelsregisternummer 27376656



Virtual Infrastructure Operating System (VIOS)

Eindrapportage

Projectnaam	Virtual Infrastructure Operating System (VIOS)
Projectnummer	TKISG01007
Periode	Oktober 2012 t/m mei 2015
Partners	Alliander iNRG Technolution TNO (Penvoerder)

Status: Definitief
Versie: 1.0
Datum: 15-9-2015

Inhoud

0	Managementsamenvatting	3
1	Inleiding	6
1.1	Achtergrond	6
1.2	Probleemstelling.....	7
1.3	Doelstelling.....	8
2	Projectaanpak	9
2.1	Een sterk team.....	9
2.2	Een cyclische aanpak.....	10
2.3	Werkpakketten.....	10
2.3.1	Werkpakket 1; Projectmanagement (Alliander)	11
2.3.2	Werkpakket 2; Smart Grid Services (TNO)	11
2.3.3	Werkpakket 3; Resource Managers (iNRG).....	11
2.3.4	Werkpakket 4; Virtual Infrastructure Interoperability (TNO)	12
2.3.5	Werkpakket 5; Proof of Concept (Technolution)	12
2.3.6	Werkpakket 6; Disseminatie (Alliander).....	13
3	Resultaat: een gevalideerde virtuele infrastructuur	14
3.1	Eén standaard.....	14
3.2	Softwareplatform	14
3.3	Meerdere diensten.....	16
3.4	Meerdere apparaten	18
3.5	De validatie.....	20
3.6	Bekendheid.....	22
4	Hoe verder	23
4.1	ISO omarmt VIOS!	23
4.2	FAN voor borging resultaten	23
4.3	Missiewerk om silo's te doorbreken	24
4.4	Gebruik in andere projecten	24
5	Conclusies	26
5.1	Het werkt!	26
5.2	Wetgeving moet veranderen	26
5.3	Het gaat niet vanzelf	26
	Bijlage 1: lijst met projectdeliverables	27
	Bijlage 2: Problemen, oplossingen, leerpunten	28
	Bijlage 3: Wijzigingen ten opzichte van plan	29

0 Managementsamenvatting

Achtergrond

De afgelopen jaren is een forse toename te zien in duurzame en decentrale energiebronnen, zoals zonnepanelen en windmolens. In vergelijking met traditionele energiecentrales zijn deze hernieuwbare energiebronnen lastig te besturen. Tevens is er sprake van een grotere toename in elektriciteitsverbruik en is er steeds meer sprake van piekvraag. Flexibiliteit biedt een kostenefficiënte oplossing voor deze uitdagingen. Oftewel: elektriciteit verbruiken om het moment dat deze beschikbaar is (binnen de grenzen die door de eindgebruiker gesteld worden). Om deze flexibiliteit aan te kunnen spreken worden 'Demand Side Management' (DSM) diensten ontwikkeld. Hiermee kan vraag en aanbod beter op elkaar worden afgestemd en overbelasting van het energienet worden voorkomen.

Probleem

Er is, en er wordt nog steeds, veel onderzoek gedaan naar DSM oplossingen, en er zijn diverse benaderingen ontwikkeld. Deze DSM oplossingen zijn onafhankelijk van elkaar ontwikkeld en kunnen onderling dan ook niet samenwerken. Dit leidt tot versnippering en belemmert schaalvergroting, waardoor de totale flexibiliteit van eindgebruikers niet efficiënt wordt ingezet. In de huidige situatie zal een leverancier van (slimme) apparaten slechts met één of enkele leveranciers afspraken kunnen maken over de koppeling tussen het apparaat en de DSM dienst. Als een consument eenmaal gekozen heeft voor een specifiek apparaat, of een specifieke DSM dienst, dan wordt zijn keuzevrijheid fors ingeperkt wanneer hij een ander apparaat wil aanschaffen die ook met de betreffende dienst moet kunnen communiceren.

Doelstelling project

Doelstelling van het VIOS project was het ontkoppelen van diensten en apparaten. Hiertoe zijn specificaties en een implementatie ontwikkeld. Met behulp van deze implementatie is aangetoond verschillende diensten eenvoudig gecombineerd kunnen worden met allerlei apparaten. Het wisselen van dienst (of apparaat) door een consument is eveneens eenvoudig. Hiermee ontstaat interoperabiliteit op het niveau van de virtuele infrastructuur, waarmee benodigde schaalgrootte wél gerealiseerd kan worden. Met het resultaat van het VIOS project kunnen DSM oplossingen eenvoudig gecombineerd worden, zonder dat elke oplossing afspraken moet maken met elke apparaatleverancier.

Projectaanpak

Het VIOS project is uitgevoerd door een consortium van een viertal partijen. Elke partij heeft een belang bij voortgang in de energietransitie. Alliander als afnemende partij heeft belang bij interoperabiliteit, TNO als ontwikkelaar van de noodzakelijke technologie, iNRG als leverancier van software die zorg draagt voor de flexibiliteit en Technolution die de technologie in een huishouden samenbrengt en integreert. De projectwerkzaamheden zijn in 6 verschillende werkpakketten verdeeld.

- Werkpakket 1; Projectmanagement (Alliander)
- Werkpakket 2; Smart Grid Services (TNO)
- Werkpakket 3; Resource Managers (iNRG)
- Werkpakket 4; Virtual Infrastructure Interoperability (TNO)
- Werkpakket 5; Proof of Concept (Technolution)
- Werkpakket 6; Disseminatie (Alliander)

Resultaat van het project

De grote uitdaging van VIOS project is het bewerkstelligen van interoperabiliteit tussen apparaten en diensten, zonder hierbij bestaande oplossingen te vervangen. Het project is hierin geslaagd!

Eén standaard

Om interoperabiliteit te bewerkstelligen tussen systemen (in dit geval tussen energiediensten en apparaten) is de oplossing vanuit VIOS het vaststellen van een gemeenschappelijke, tussenliggende interface (op de virtuele infrastructuur) waarbij geabstraheerd wordt apparaat en dienst specifieke zaken. Deze ontwikkelde interface draagt de naam EFI: Energy Flexibility Interface . Voor het vaststellen van deze interface is gekeken naar de informatiebehoefte van verschillende DSM diensten en apparaten. Oftewel: welke informatie hebben diensten als PowerMatcher, BEMI en Triana nodig om hun optimalisatie te doen? En omgekeerd: welke informatie moet je naar een apparaat kunnen sturen om deze op een optimale manier aan te kunnen sturen?

Softwareplatform

De kern van de in VIOS ontwikkelde oplossing is dus de EFI. Echter, een (papieren) interfacebeschrijving is onvoldoende om de kracht van het concept aan te tonen. Daarom is in het VIOS project ook gewerkt aan de referentie implementatie EF-Pi. Naast het bieden van een omgeving waar (drivers van) apparaten en energiediensten op kunnen draaien, biedt EF-Pi een userinterface, remote management en een appstore. De EF-Pi software wordt beschikbaar gesteld onder een open source licentie.

Meerdere diensten

Eén van de doelstellingen van VIOS was om te kunnen testen of de EFI voldoende informatie doorgeeft voor verschillende type diensten. Er is voor gekozen om PowerMatcher en Triana als diensten te laten draaien op het EF-Pi platform. Beide verschillen in aanpak. Tijdens het ontwikkelen en testen bleek dat de EFI voldoende informatie doorgeeft. Beide diensten functioneerde naar verwachting zoals ze ook zouden functioneren zonder tussenkomst van het EF-Pi platform Om het wisselen tussen diensten eenvoudig te maken is de 'connection manager' ontwikkeld.

Meerdere apparaten

De kracht van EF-Pi is dat de diversiteit aan apparaten wordt ingedeeld in 4 verschillende abstracties.

Uncontrollable: Eigenschappen van deze groep is dat de apparaten (bijna) niet te controleren zijn zoals zonnepanelen en windturbines. Voor de ontsluiting van twee PV systemen zijn EF-Pi device drivers en – managers ontwikkeld, inclusief documentatie.

Time Shiftable: Apparaten waarvan het elektriciteitsgebruik binnen een zekere bandbreedte in tijd verschoven kan worden, zoals wasmachines en drogers. Voor de ontsluiting van de wasmachine zijn EF-Pi device drivers en – managers ontwikkeld, inclusief documentatie.

Buffer/Storage: Apparaten die een bepaalde buffercapaciteit in zich hebben welke ingezet kan worden zodat energie op gewenste tijdstippen geproduceerd of geconsumeerd kan worden, zoals accu's, warmtepompen en HRe-ketels. Voor de ontsluiting van de HRe-ketel zijn EF-Pi device drivers en – managers ontwikkeld, inclusief documentatie.

Unconstrained: Apparaten uit de tweede en derde groep hebben een beperking in de vorm van een limiet van opslag of tijd. Apparaten in de Unconstrained kennen deze beperking niet. Een voorbeeld hiervan is een generator. Voor dit project is geen Unconstrained apparaat gebruikt.

Naast bovenstaande apparaten is in het project ook de slimme meter ontsloten. Deze verbinding wordt gebruikt ten behoeve van monitoring en de data kan tevens gebruikt worden voor de gevolgen van aansturing. Voor de ontsluiting van de slimme meter zijn EF-Pi device drivers en – managers ontwikkeld, inclusief documentatie.

De validatie

Om te verifiëren of de abstractielaag (EFI) goed functioneert met de verschillende energie apparaten zijn er twee proof of concept's (POC's) gehouden. De ervaring uit de eerste POC (winter/voorjaar 2013/2014) is gebruikt om de EFI en EF-Pi te verbeteren. In de tweede POC (winter/voorjaar 2014/2015) is aangetoond dat de verbeteringen zinvol waren en is de testomgeving aangevuld met een local storage in de vorm van accu's.

Bekendheid

EF-Pi heeft tijdens het project een eigen identiteit gekregen en verschillende marktpartijen zijn inhoudelijk op de hoogte van de ontwikkeling. Software ontwikkel bedrijven hebben aangegeven interesse in de ontwikkeling van EF-Pi te hebben en ze willen met hun klanten overwegen om EF-Pi in te zetten, zoals Fraunhofer instituut Kassel, Europees project M2MSmart Grids en het Smart Power System project.

Hoe verder?

ISO: TNO is uitgenodigd om EF-Pi te presenteren voor de werkgroep ISO/IEC JTC 1/SC 25/WG 1 over Home Electronic Systems. Naar aanleiding van de vergadering is TNO gevraagd om in september 2015 een nieuw Work Item Proposal voor de EFI in te dienen. Dit is de officiële eerste stap op weg naar een wereldwijde ISO/IEC standaard. Dit traject zal naar verwachting zo'n 2 tot 3 jaar in beslag nemen.

FAN: Eind mei 2015 is door het projectteam symbolisch het platform overgedragen aan het FAN. Het FAN draagt zorg voor de promotie, doorontwikkeling en beheer van de software. Zij gebruiken hiervoor de wereldwijd opererende opensource community Github. Hier is een Wiki, documentatie, ontwikkel stappenplan, de EF-Pi software en tot slot EF-Pi drivers van apparatuur vrij beschikbaar.

Gebruik in andere projecten: Het concept van de EFI, en de implementatie hiervan in EF-Pi kan nog verder doorontwikkeld worden. De projectpartners zijn gedurende de looptijd van het VIOS project al bezig geweest met initiatie van nieuwe projecten, en de inzet van EF-Pi hierin. Onder andere bij de projecten SGSH (standard grid, smart home), Energy Supply Cooperative (ESC), Hybrid Energy Grid Management (HEGRID), Lochem Energie en het Idego project.

1 Inleiding

Voor u ligt het eindrapport van het VIOS project. Dit inleidende hoofdstuk begint met het schetsen van de achtergrond en context van het project. Vervolgens zal ingegaan worden op de probleemstelling en tot slot de doelstelling van het VIOS project.

1.1 Achtergrond

De afgelopen jaren is een forse toename te zien in het gebruik van hernieuwbare energiebronnen zoals zonnepanelen en windmolens. Deze ontwikkeling wordt onder andere gedreven door de klimaatdoelstellingen op zowel nationaal als Europees niveau om meer schone, hernieuwbare energiebronnen te gebruiken. In vergelijking met traditionele energiecentrales zijn deze hernieuwbare energiebronnen echter zeer lastig te besturen. Vraag en aanbod van energie moeten echter wel in balans worden gehouden, om het energienet stabiel te houden.

Een andere eigenschap van hernieuwbare bronnen is dat deze fijnmazig verspreid zijn over het energienet. Traditioneel wordt energie opgewekt in een aantal grote energiecentrales, om deze vervolgens van hoogspanning en middenspanningsnetten naar het laagspanningsnet brengen. In een situatie met veel hernieuwbare bronnen is er echter veel meer opwek in het middenspannings- en laagspanningsnet. Als er overschot is in een bepaald deel van het laagspanningsnet, zal deze 'omhoog getransformeerd' moeten worden naar het middenspanningsnet. Hoewel het energienet hier in beperkte mate wel mee om kan gaan, is het er niet voor ontworpen. Ook vanuit dit perspectief is er een noodzaak om lokaal opgewekte energie ook daadwerkelijk lokaal te gebruiken.

Tot slot is een trend waarneembaar van elektrificatie van onze samenleving. De introductie en het stijgende gebruik van warmtepompen, inductie kookplaten en elektrische auto's maakt dat het elektriciteitsgebruik sneller toeneemt dan dat in het verleden het geval was. Investerings in het energienet zijn echter enorm kostbaar, en worden dan ook gedaan voor periodes van ongeveer 50 jaar. Door het toenemende elektriciteitsgebruik komen deze investeringen onder druk te staan.

De hierboven beschreven problemen kunnen ondervangen worden door lokaal opgewekte energie ook lokaal te gebruiken. Zoals gezegd zijn hernieuwbare bronnen lastig te besturen, dus wordt gekeken naar het besturen van de vraagzijde. Oftewel: elektriciteit verbruiken om het moment dat deze beschikbaar (binnen de grenzen die door de eindgebruiker gesteld worden). Om deze flexibiliteit aan te kunnen spreken worden 'Demand Side Management' (DSM) diensten ontwikkeld. Naast balanceren (vraag en aanbod op elkaar afstemmen) kan hiermee ook congestie (overbelasting) voorkomen worden.

Toename elektriciteits- verbruik en piekvraag



Elektrisch vervoer



Warmtepompen

Uitdagingen op gebied van net en markt

- 1** **Net:** toename van piekvermogens op het distributienet
- 2** **Markt:** opwek steeds minder vraagvolgend; handhaving balans vraag/aanbod wordt moeilijker

Toename duurzame en decentrale opwek



Flexibiliteit biedt een kostenefficiënte oplossing voor beide uitdagingen

8

De flexibiliteit van individueel aangesloten partijen is in het algemeen niet groot. Om voldoende flexibiliteit te creëren zijn dan ook grote aantallen eindgebruikers noodzakelijk. Schaalvergroting is dan ook essentieel om de hierboven beschreven problemen het hoofd te kunnen bieden.

1.2 Probleemstelling

Er is, en wordt nog steeds, veel onderzoek gedaan naar DSM oplossingen. Er zijn dan ook al veel aanpakken / 'benaderingen' ontwikkeld. Zowel in de academische wereld, als ook al (in beperkte mate) in commerciële oplossingen. Enkele voorbeelden zijn: PowerMatcher, OpenADR, BEMI en Triana. Elk van deze oplossingen kan ingezet worden om de flexibiliteit van eindgebruikers gecoördineerd in te zetten.

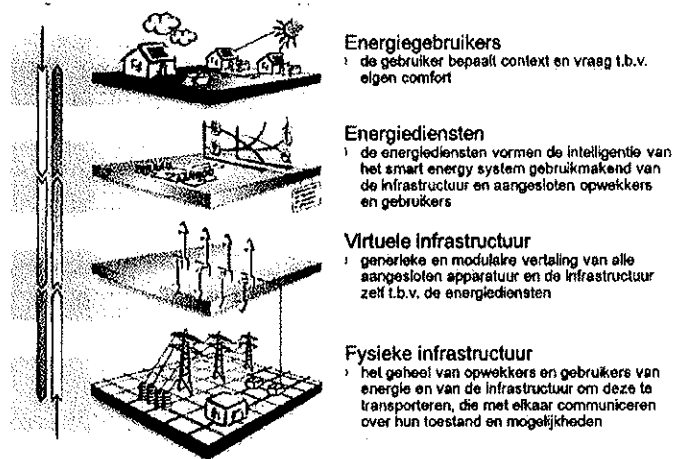
Deze DSM oplossingen zijn echter onafhankelijk van elkaar ontwikkeld, en kunnen onderling dan ook niet samenwerken. Een koppeling tussen een specifiek apparaat en een bepaalde DSM dienst kan ook niet hergebruikt worden voor het koppelen van het apparaat aan een andere dienst. Dit leidt tot versnippering waardoor de totale flexibiliteit van eindgebruikers niet efficiënt wordt ingezet. Ook is het voor leveranciers van apparaten onduidelijk op welke technologie ingezet moet worden. Dit introduceert een risico voor het opschalen van DSM technologie.

Naast de opschalingsproblematiek, ligt ook het gevaar van een vendor-lockin op de loer. In de huidige situatie zal een leverancier van (slimme) apparaten slechts met één of enkele leveranciers afspraken kunnen maken over de koppeling tussen het apparaat en de DSM dienst, en deze ook feitelijk implementeren. Als een consument eenmaal gekozen heeft voor een specifiek apparaat, of een specifieke DSM dienst, dan wordt zijn keuzevrijheid fors ingeperkt wanneer hij een ander apparaat wil aanschaffen die ook met de betreffende dienst moet kunnen communiceren.

1.3 Doelstelling

Doelstelling van dit project is het ontkoppelen van DSM diensten en apparaten. Hiertoe zullen specificaties en een implementatie ontwikkeld worden. Met behulp van deze implementatie zal aangetoond kunnen worden dat verschillende DSM diensten eenvoudig gecombineerd kunnen worden met allerlei apparaten.

Het kunnen wisselen van dienst (of apparaat) door een consument moet eveneens eenvoudig zijn. Vergelijkbaar met het installeren van een nieuwe app op een smartphone. Hiermee ontstaat interoperabiliteit op het niveau van de virtuele infrastructuur, waarmee de benodigde schaalgrote gerealiseerd kan worden. Het is nadrukkelijk niet de bedoeling om bestaande aanpakken te vervangen door weer een andere. De voorgestelde aanpak moet leiden tot een systematiek waarbij bestaande oplossingen eenvoudig gecombineerd kunnen worden, zonder dat elke DSM oplossing afspraken moet maken met elke apparaat leverancier. Alleen dan is het mogelijk om voldoende kritische massa te creëren.



Het is niet de bedoeling van het VIOS project op bestaande DSM oplossingen, of bestaande apparaat interfaces te vervangen. In plaatst hiervan probeert VIOS interoperabiliteit te bewerkstellingen op het niveau van de 'virtuele infrastructuur' (zie bovenstaand figuur).

2 Projectaanpak

Het VIOS project is uitgevoerd door een consortium van een viertal partijen, met ieder een verschillende achtergrond en rol in het energiedomein. Elke partij is verantwoordelijk voor één of meerdere werkpakketten. Er is gekozen voor een cyclische aanpak voor een zo optimaal mogelijk resultaat.

2.1 Een sterk team

Het projectteam is opgebouwd uit vier innovatieve partijen die elk een verschillende achtergrond hebben, en rol spelen in het energiedomein. Elke partij heeft een belang bij voortgang in de energietransitie. De belangen verschillen per partij, en hiermee is een breed spectrum afgedekt. Alliander als afnemende partij heeft belang bij interoperabiliteit, TNO als ontwikkelaar van de noodzakelijke technologie, iNRG als leverancier van hardware die zorg draagt voor de flexibiliteit en tot slot Technolution die de technologie in een huishouden samenbrengt en integreert.

Alliander:

Alliander is een netwerkbedrijf en zorgt voor de aanleg, het onderhoud en het vernieuwen van elektriciteits- en gasnetten. Alliander transporteert elektriciteit en gas over die netten en waarborgt de veiligheid en de betrouwbaarheid ervan. Alliander investeert in innovatie initiatieven die als doel hebben de energietransitie te bevorderen. Een nieuwe manier van balanceren van energiestromen is noodzakelijk ter voorkoming van grootschalige netinvesteringen. Enerzijds doordat nieuwe decentrale en minder voorspelbare vormen van energie opwek in opmars zijn, denk aan zon- en windenergie, en anderzijds omdat de afname van energie een steeds grotere piekbelasting vraagt, denk aan warmtepompen en elektrisch vervoer.

Alliander zal het resultaat gebruiken om de energietransitie verder vorm te geven.

TNO:

Toegepast kennisinstituut TNO ziet als één van haar verantwoordelijkheden het onderzoeken en ontwikkelen van technologie om op grote schaal smartgrid diensten te gaan gebruiken. Een bijdrage leveren aan dit project wordt gezien als één van die kerntaken.

Het resultaat uit het project zal gebruikt worden om standaarden verder vorm te geven zoals binnen organisaties als USEF, NEN en ISO. Ook zal TNO de uitkomsten van het VIOS project gebruiken en door ontwikkelen in andere onderzoeksprojecten.

iNRG:

iNRG ontwikkelt vanuit innovatieve projecten nieuwe energie technologieën, en tracht deze in de praktijk toe te passen. In dit project heeft iNRG haar expertise en het gebruik van een micro WKK ingezet. Deze micro WKK is geschikt gemaakt voor de koppeling met EF-Pi.

iNRG zal het resultaat toe passen binnen nieuwe Europese innovatie projecten.

Technolution:

Technolution ontwikkelt elektronica en software oplossingen voor technische informatiesystemen en embedded systemen. Zij wil deze kennis, opgedaan in de hightech verkeer- en vervoerssector, gaan toepassen binnen de energiesector en dan voornamelijk gericht op het ontwikkelen van de gateway

met bijbehorende software. Deze gateway, Smartboxx, draagt zorg voor de integratie van de verschillende typen apparatuur.

Technolution zal de verworven kennis toepassen binnen nieuwe projecten in de energiebranche en het projectresultaat verwerken in een nieuwe versie van de Smartboxx.

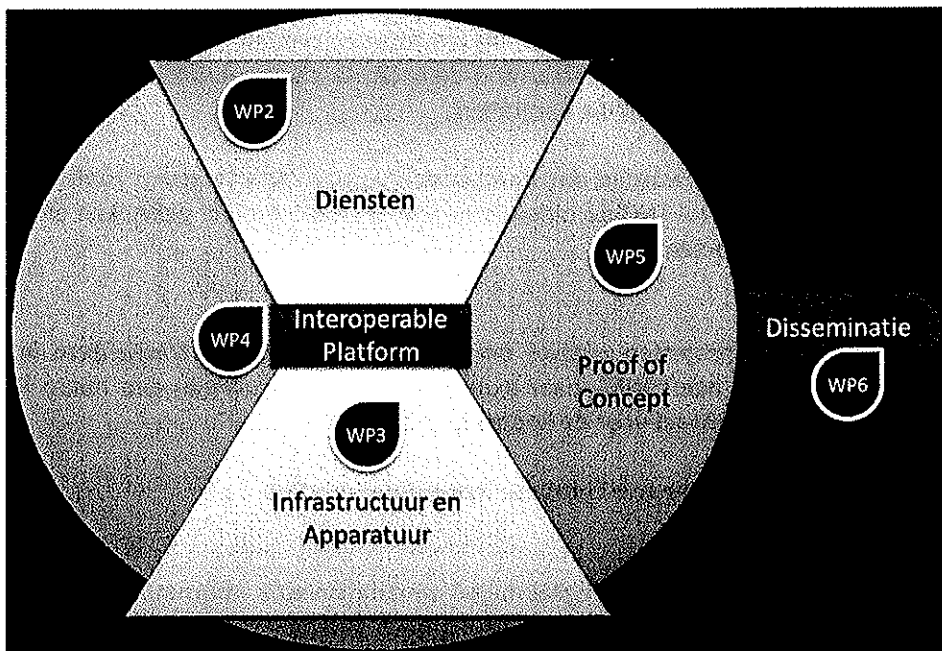
2.2 Een cyclische aanpak

Daar dit een innovatie traject betreft waar vooraf het te behalen resultaat alleen op hoofdlijnen bekend is maar zeker nog niet in detail, is gekozen voor de ontwikkeling van de virtuele infrastructuur middels een cyclische aanpak.

Allereerst heeft onderzoek plaatsgevonden naar het probleem en de wenselijke oplossing. Bestaande technologieën, DSM energiediensten en flexibiliteitsapparatuur zijn onder de loep genomen. Hierna is de oplossing uitgewerkt. Dit heeft geleid tot een beschrijving van de EFI (Energy Flexibility Interface): de abstractielaag op basis waarvan apparaten en diensten ontkoppeld worden. De EFI is geïmplementeerd in een werkend systeem, de referentie implementatie EF-Pi, welke in Proof of Concept 1 (POC1) getest is. Dit betrof het winter-, stookseizoen 2013/2014. De resultaten uit deze testperiode, en dan met name van de micro WKK, zijn onderzocht. De lessen die hieruit getrokken zijn, zijn gebruikt om de EFI verder te vervolmaken. Vervolgens zijn EF-Pi met bijbehorende apparaat- en dienstendivers aangepast o.b.v. de vernieuwde EFI. De vernieuwde opstelling is tot slot in het daaropvolgende winter-, stookseizoen 2014/2015 geverifieerd en fine getuned. Deze periode betrof Proof of Concept 2 (POC2).

2.3 Werkpakketten

Bij start van het project zijn door de projectpartners de rollen verdeeld en dit heeft geleid tot het verdelen van de projectwerkzaamheden in verschillende werkpakketten waarbij iedere partij de verantwoordelijkheid had over een werkpakket. In bijgaande afbeelding is de onderlinge samenhang tussen de werkpakketten inzichtelijk gemaakt.



2.3.1 *Werkpakket 1; Projectmanagement (Alliander)*

Werkpakket 1 betreft de organisatie van het project. Doel van het werkpakket is dat de projectresultaten binnen tijd en budget opgeleverd worden met behoud van kwaliteit.

Er is een stuurgroep gevormd en projectteam samengesteld.

Daarnaast is zorggedragen dat de resultaten vastgelegd zijn en dat eenduidige communicatie plaatsvindt naar zowel interne projectleden als externe stakeholders.

2.3.2 *Werkpakket 2; Smart Grid Services (TNO)*

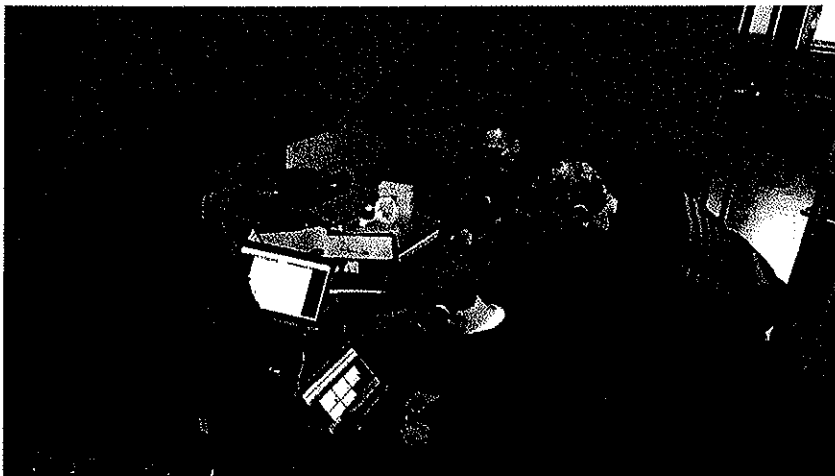
In dit werkpakket zijn alle gangbare smartgrid diensten en ondersteunende technologieën onderzocht. Dit heeft geleid tot de volgende resultaten:

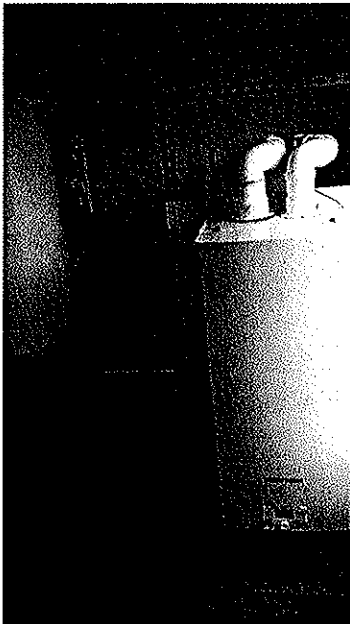
- D2.1: Een long list met de beschrijving van energiediensten.
- D2.2: Selectiecriteria om een keuze te maken voor een tweetal energiediensten die getest worden tijdens de POC's.
- D2.3: Een shortlist met te gebruiken energiediensten na het toepassen van de selectiecriteria op de longlist.

2.3.3 *Werkpakket 3; Resource Managers (iNRG)*

In dit werkpakket is onderzocht hoe de energie flexibiliteit bij apparaten op eenduidige wijze ontsloten kan worden. Dit heeft geleid tot de volgende resultaten:

- D3.1: Specificaties van de resource/apparaat managers en -drivers, de interface tussen de flexibiliteitsapparatuur en abstractielaag. De geselecteerde apparatuur betrof een micro WKK, zonnepanelen, een accu, een wasmachine en een slimme meter.
- D3.2: De implementatie van de eerder gespecificeerde apparaatmanagers en -drivers voor de geselecteerde apparatuur.





Per ontsloten apparaat is beschreven hoe de verschillende EF-Pi driver en EF-Pi resource manager zijn ontwikkeld. Deze documenten kunnen door derden gebruikt worden om overige EF-Pi drivers en –managers te ontwikkelen.

2.3.4 *Werkpakket 4; Virtual Infrastructure Interoperability (TNO)*

In dit werkpakket wordt één van de kernresultaten van het project ontworpen en ontwikkeld: de interface EFi , en de bijhorende referentie implementatie van de virtuele infrastructuur: EF-Pi.

Deze implementatie moet leiden tot interoperabiliteit tussen energiediensten en de fysieke apparatuur.

In werkpakket 4 zijn de volgende resultaten opgeleverd:

- D4.0: Op basis van de inventarisatie en onderzoek van gangbare energiediensten en flexibilitieitsapparatuur uit voorgaande werkpakketten 2 en -3 zijn de requirements voor EF-Pi opgesteld. Hierbij is tevens rekening gehouden met andere invalshoeken zoals security en de interactie met gebruikers. Dit betrof geen officiële deliverable maar heeft goed geholpen bij de ontwikkeling van EF-Pi.
- D4.1: Het ontwerp van de virtuele infrastructuur.
- D4.2: Het ontwerp is gerealiseerd in de referentie implementatie EF-Pi welke in de beide POC's gebruikt is.

2.3.5 *Werkpakket 5; Proof of Concept (Technolution)*

In dit werkpakket is via de cyclische aanpak de referentie implementatie getoetst in twee verschillende praktijk situaties. In beide gevalideerde POC-opstellingen zijn twee verschillende diensten, geselecteerd in werkpakket 2, via de virtuele infrastructuur uit werkpakket 4, getoetst met de verschillende

apparaten (met bijhorende resource managers) uit werkpakket 3. Dit heeft geleid tot de volgende resultaten:

- D5.1; Er zijn twee verschillende proefopstellingen geselecteerd. De eerste proefopstelling (POC1) is getoetst in een vakantiepark te Bronsbergen waar eerder door Alliander een autonoom netwerk getest is o.b.v. zonnepanelen en energieopslag. De tweede proefopstelling (POC2), meer gericht op het delen van kennis, in de energy valley Entrance te Groningen. Er zijn twee energiediensten geïntegreerd, te weten PowerMatcher ontwikkelt door TNO en beheert door de Stichting Flexible Power Alliance Network (FAN), en in een later stadium Triana van de Technische Universiteit Twente. Alle in werkpakket 3 geselecteerde apparaten zijn in beide POC's geïmplementeerd. De ervaring, leerpunten en testresultaten uit POC1 zijn verwerkt in een tweede versie van de abstractielaag (EFI) en referentie implementatie EF-Pi en tot slot getoetst in POC2. De resultaten zijn vastgelegd in een testrapport.

2.3.6 Werkpakket 6; Disseminatie (Alliander)

Dit werkpakket heeft tot slot als doel de opgedane kennis, producten en middelen onder de aandacht te brengen van de stakeholders om zo de adoptie van de virtuele infrastructuur te promoten. Resultaten uit werkpakket 6 zijn:

- D6.1: Er vindt afstemming plaats met standaardisatie organisaties NEN en ISO en daarnaast zal de EFI een onderdeel worden van het landelijke USEF smartgrid energy platform.
- D6.2 & 6.3: Er zijn verschillende producten opgeleverd die gebruikt kunnen worden in de promotie van EF-Pi. Zo is er een animatiefilm gemaakt waarin het concept wordt uitgelegd. Deze is te vinden op Youtube¹). Ook is er een whitepaper opgesteld welke van de website van het FAN te downloaden is. Er heeft op meerdere fronten berichtgeving plaatsgevonden over de resultaten van het project (o.a. www.energeia.nl) en tot slot is er een film gemaakt van POC2 waarin zichtbaar is dat in de praktijk EF-Pi werkt. Deze film wordt op moment van schrijven van dit rapport nog gemonteerd, en zal tevens via Youtube beschikbaar worden gesteld.

Om de doorontwikkeling van EF-Pi te borgen en tevens het verdere gebruik van EF-Pi te stimuleren zijn de projectresultaten overgedragen aan de stichting FAN. FAN stelt zich ten doel de markt voor flexibiliteit zo groot mogelijk te maken door middel van het toepassen van open standaarden en oplossingen.

¹ <https://www.youtube.com/watch?v=rZq0DkAW5e4>

3 Resultaat: een gevalideerde virtuele infrastructuur

Zoals beschreven in 1.3 is de grote uitdaging van VIOS het bewerkstelligen van interoperabiliteit tussen apparaten en diensten, zonder hierbij bestaande te vervangen. Dit hoofdstuk beschrijft hoe deze doelstelling binnen het project gerealiseerd is door interoperabiliteit te realiseren op de virtuele infrastructuur.

3.1 Eén standaard

Om interoperabiliteit te bewerkstelligen tussen systemen (in dit geval tussen energiediensten en apparaten) die niet dezelfde taal spreken zijn er in theorie verschillende oplossingen denkbaar. Een oplossing is om tussen elk van de systemen één op één afspraken te maken over de te maken interface. Dit is echter een onhoudbaar model als het aantal systemen groot wordt. Een andere oplossing is om te zorgen dat één van de bestaande interfaces door iedereen gebruikt gaat worden. Dat kan echter alleen als er een partij is die voldoende middelen heeft om dit te bewerkstelligen. Bij DSM diensten ligt het niet voor de hand dit de oplossingsrichting gaat worden.

Een andere oplossing, die ook gekozen is in het VIOS project, is het vaststellen van een gemeenschappelijke, tussenliggende interface (op de virtuele infrastructuur) waarbij geabstraheerd wordt van specifieke zaken van bestaande oplossingen. Voor het vaststellen van deze interface is gekeken naar de informatiebehoefte van verschillende DSM diensten en apparaten. Oftewel: welke informatie hebben diensten als PowerMatcher, BEMI en Triana nodig om hun optimalisatie te doen? En omgekeerd: welke informatie moet je naar een apparaat kunnen sturen om deze op een optimale manier aan te kunnen sturen?

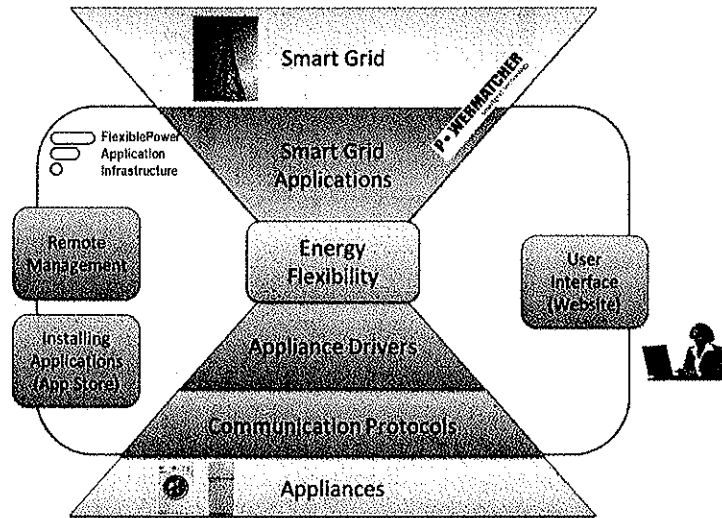
Het is goed om te realiseren dat bij het definiëren van de interface met een bril van 'energiemanagement' naar apparaten gekeken is. Oftewel: welke informatie is van belang, vanuit het perspectief van energie management? Vanuit dit perspectief is bijvoorbeeld het verschil tussen een Miele wasmachine en een Siemens vaatwasser helemaal niet van belang. Immers: het zijn beide apparaten die een vast profiel afwerken zodra ze gestart zijn, maar het startmoment kan veelal verschoven worden. Bij aanvang van het VIOS project lag er al een eerste, door TNO ontwikkelde, versie van een interface tussen apparaten en diensten. Hierbij werd onderscheid gemaakt tussen vier stereotype apparaten (uncontrolled, timeshifter, buffer en storage). Op basis van bevindingen van de eerste POC zijn diverse wijzigingen doorgevoerd om apparaten en diensten beter te kunnen ondersteunen. Ook heeft er een verschuiving plaatsgevonden bij de categorieën: dit zijn nu uncontrolled, timeshiftable, buffer/storage en unconstrained. De interface heeft de naam EFI gekregen: Energy Flexibility Interface.

Niet alleen het VIOS team gelooft in de EFI. ISO heeft gevraagd om deze interface in te brengen in een internationale ISO standaard (zie ook hoofdstuk 4.1).

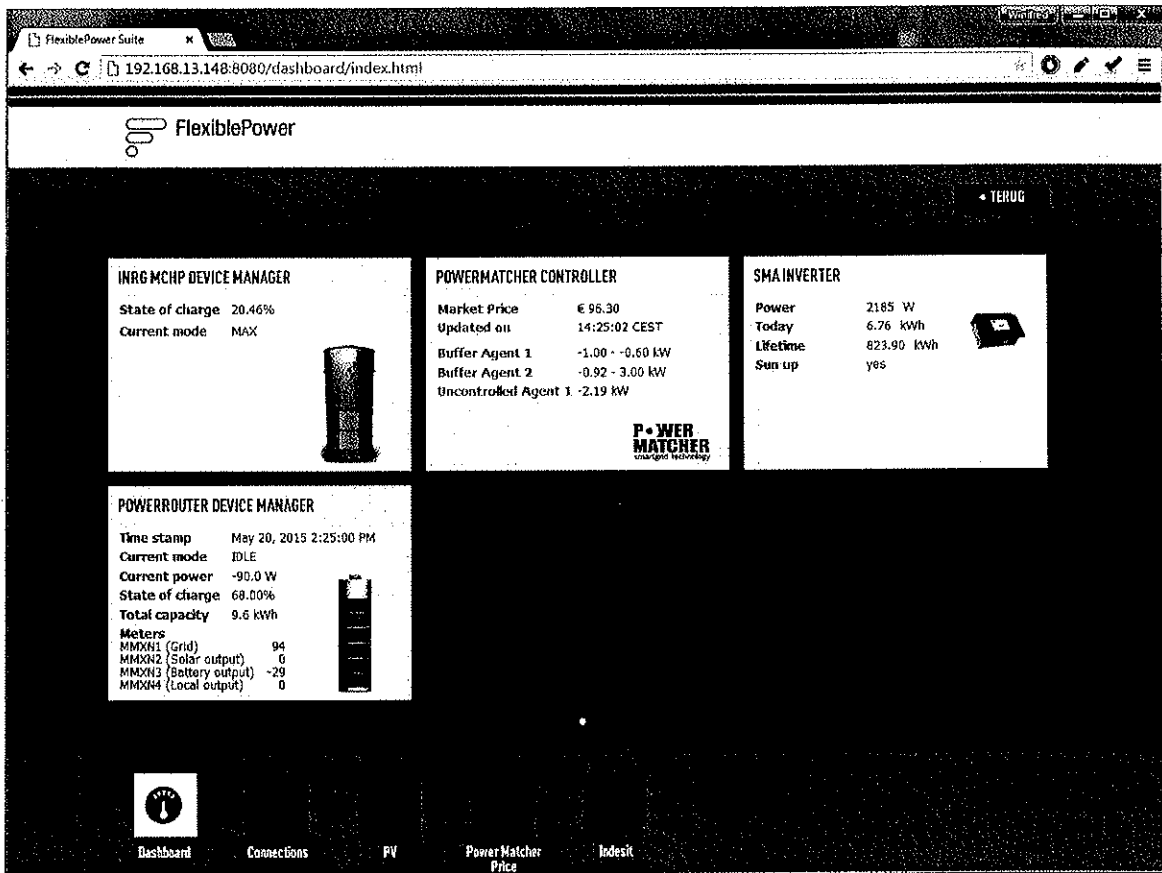
3.2 Softwareplatform

Zoals in hoofdstuk 3.1 wordt beschreven, zit de kern in het ontwikkelen van apparaten en slimme energiediensten in de doorontwikkelde interface: de EFI. Echter, een (papieren) interfacebeschrijving is onvoldoende om de kracht van het concept aan te tonen. Daarom is in het VIOS project ook gewerkt aan de referentie implementatie EF-Pi.

EF-Pi is een softwareplatform gebaseerd op Java en OSGi. Naast het bieden van een omgeving waar (drivers van) apparaten en energiediensten op kunnen draaien, biedt EF-Pi een userinterface, remote management en een appstore. Het VIOS project heeft men name nadruk gelegd op het verbeteren van de koppeling tussen apparaten en diensten, en is met een nieuwe versie van het EF-Pi platform gekomen. De huidige versie van de appstore kan helaas nog niet samenwerken met de nieuwe versie van het platform, maar dat wordt in de nabije toekomst wel voorzien.



Voor de eindgebruiker (consument) is de userinterface het meest tastbare. Elke resource manager en energieapp kan informatie tonen in een widget op het dashboard. Onderstaand figuur toont de userinterface met de widgets zoals gebruikt tijdens de POC 2 opstelling in Entrance.

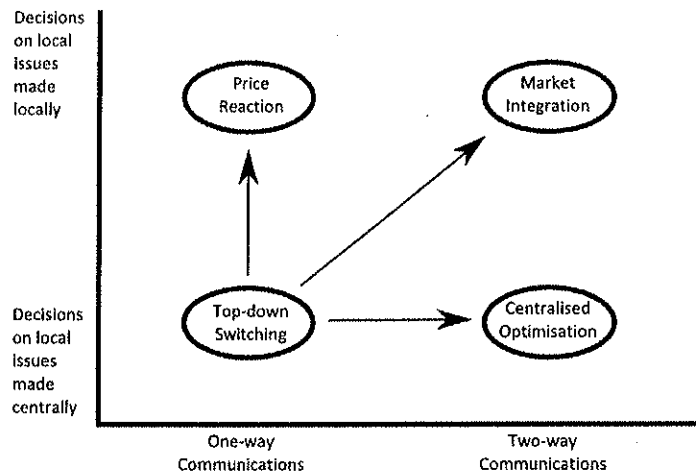


De EF-Pi software wordt beschikbaar gesteld onder een open source licentie. De software en documentatie kan gevonden worden op de website van FAN en op de Github pagina van EF-Pi. In hoofdstuk 4.2 wordt hier verder op ingegaan.

3.3 Meerdere diensten

Het doel van EFI (en EF-Pi) is het ontkoppelen van diensten en apparaten op basis van één gestandaardiseerde interface. Er zijn echter grote verschillen in apparaten en diensten, en de interface moet wel breed genoeg zijn om al deze diensten en apparaten te ondersteunen.

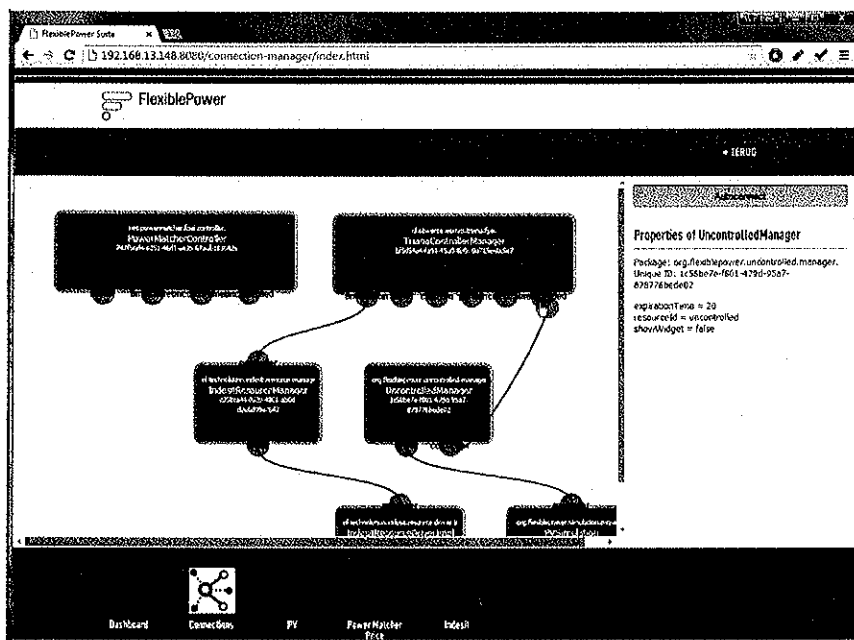
Er zijn veel (honderden) verschillende DSM oplossingen. Deze hebben allemaal een eigen datamodel gedefinieerd. Kleine (syntactische) verschillen zijn veelal nog wel te overbruggen, maar het is ook goed om te realiseren dat er grote verschillen kunnen zijn in de aanpak / filosofie van de DSM oplossing. Deze verschillen hebben ook grote invloed op de informatie die uitgewisseld moet worden tussen het apparaat en de dienst. Onderstaand figuur geeft een opdeling van de verschillende aanpakken in twee dimensies: waar worden beslissingen genomen (lokaal of centraal), en hoe vind communicatie plaats (één-weg of tweeweg).



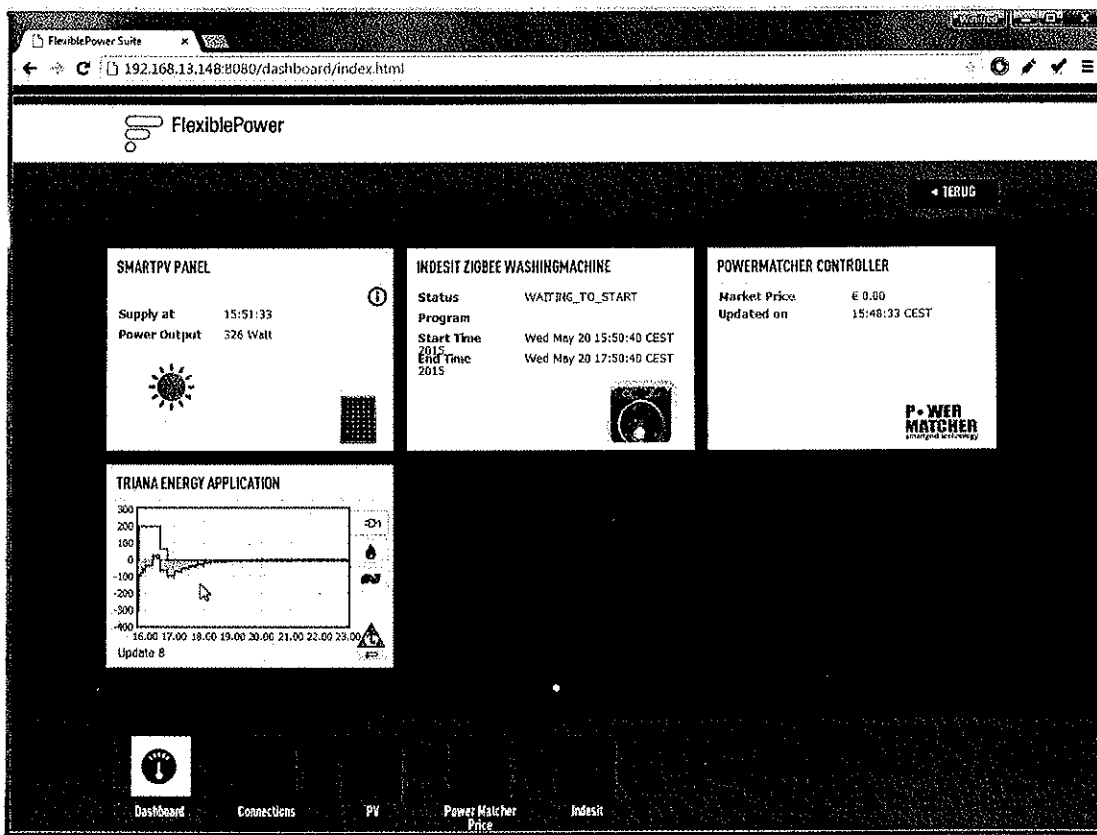
Eén van de doelstellingen van VIOS was om te kunnen testen of de EFI voldoende informatie doorgeeft voor verschillende type diensten. Er is begonnen met het opstellen van een long-list van diensten en het beschrijven hiervan. Het resultaat hiervan is vastgelegd in deliverable D2.1. Om een keuze te kunnen maken uit de opgestelde longlist is een lijst met selectiecriteria vastgesteld (deliverable D2.2).

Er is voor gekozen om PowerMatcher en Triana als diensten te laten draaien op het EF-Pi platform. Beide verschillen nogal in aanpak: zo werkt PowerMatcher alleen met real-time data, en maakt beslissingen op basis van een marktmechanisme. Triana daarentegen maakt gebruik van voorspellingen en planningsalgoritmen. Tijdens het ontwikkelen en testen bleek dat de EFI voldoende informatie doorgeeft zodat beide diensten goed hun werk kunnen doen.

Om het wisselen tussen diensten eenvoudig te maken is de 'connection manager' ontwikkeld. Hiermee kan via een 'drag-and-drop' interface heel eenvoudig gewisseld worden tussen diensten. Onderstaand figuur laat deze connectionmanager zien, waarbij een apparaat gekoppeld wordt aan Triana.



Het is in EF-Pi mogelijk om meerdere DSM oplossingen tegelijkertijd actief te hebben, zolang elk apparaat maar aan één dienst gekoppeld is. Onderstaand figuur laat PowerMatcher en Triana zien, net nadat alle apparaten gewisseld zijn van Triana naar PowerMatcher.



3.4 Meerdere apparaten

Zoals reeds beschreven is de kracht van EF-Pi dat de diversiteit aan apparaten wordt ingedeeld in 4 verschillende abstracties. Voor 3 van de 4 types is een EF-Pi resource manager en EF-Pi device driver ontwikkeld. Deze types hebben hun eigen dimensie met betrekking tot het ontwikkelen. De Buffer/Storage is de meest complexe omdat deze meerdere variabelen en afhankelijkheden heeft (leakage, 2 weg communicatie, allocatie van aanbod flexibiliteit, etc).

Control Space	Description	Examples
Uncontrollable	Has no flexibility, is measureable and may provide forecast.	Photo voltaic, Wind Turbine, TV, indoor lighting, etc.
Time Shiftable	Operation can be shifted in time, has a deadline.	Washing machine, Dishwasher, etc.
Buffer/Storage	Flexible in operation for either production or consumption and operation is bound by a buffer.	Freezer, Heat Pump, CHP, Batteries, EV, etc.
Unconstrained	Flexible in operation for production. The operation is not bound by a buffer.	Gas Generators, Diesel Generator, etc.

1. Uncontrolled

Apparaten die niet aangestuurd kunnen worden. Vaak is dit gerelateerd aan volledig duurzame energiesystemen zoals zonnepanelen (Photo Voltaic, PV) en een wind turbine. Tevens vallen huishoudelijke apparaten in deze groep zoals verlichting, TV toestellen en de beroemde haardroger. Eigenschappen van deze groep is dat de apparaten (bijna) niet te controleren zijn. De verwachting is wel dat het elektriciteitsgebruik door deze apparaten steeds beter voorspeld kan worden. In beide POC's is een **PV paneel** systeem aangesloten (twee verschillende systemen). Voor het ontsluiten van deze PV panelen zijn EF-Pi device drivers en – managers ontwikkeld, inclusief documentatie.

2. Time Shiftable

Apparaten waarvan het elektriciteitsgebruik binnen een zekere bandbreedte in tijd verschoven kan worden. Bekende voorbeelden zijn wasmachines en drogers. Deze apparaten zijn op dit moment aan te zetten met een uitgestelde starttijd. In beide POC's is een wasmachine die draadloos is verbonden aan het EF-Pi system verbonden. Voor het ontsluiten van deze **wasmachine** zijn EF-Pi device drivers en – managers ontwikkeld, inclusief documentatie.

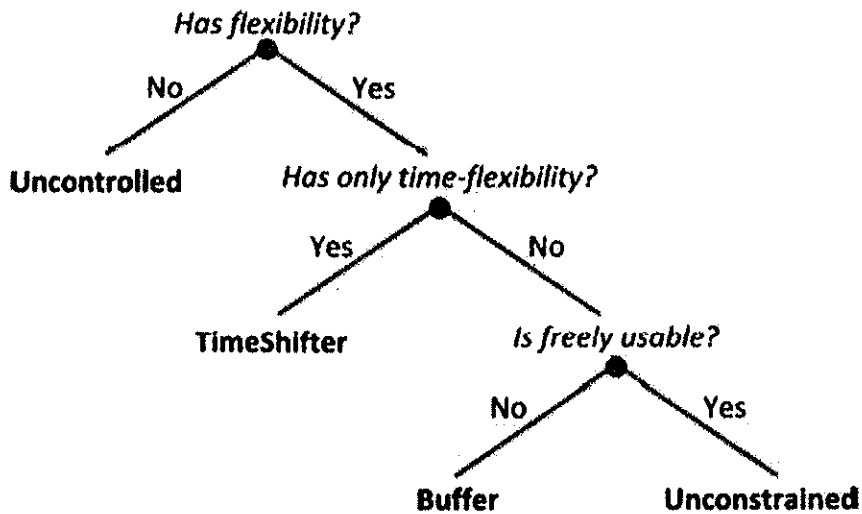
3. Buffer/Storage

Apparaten die een bepaalde buffercapaciteit in zich hebben welke ingezet kan worden zodat energie op gewenste tijdstippen geproduceerd of geconsumeerd kan worden. Voorbeelden zijn accu's maar ook koelkasten, warmtepompen en HRe-ketels (Hoog rendement CV ketel die ook elektriciteit produceert). In beide POC's is een HRe-ketel inclusief speciale opslag buffer gebruikt. Op deze manier kan de HRe-ketel haar flexibiliteit m.b.t. elektriciteitsproductie aan het systeem aanbieden. Voor het ontsluiten van de **HRe-ketel** zijn EF-Pi device drivers en – managers ontwikkeld, inclusief documentatie.

4. Unconstrained

Apparaten uit de 2^{de} en 3^{de} groep (time shiftable en Buffer/storage) hebben een beperking in de vorm van een limiet van opslag of tijd. Apparaten in de Unconstrained kennen deze beperking niet. Een voorbeeld hiervan is een generator. Voor dit project is **geen Unconstrained** apparaat gebruikt.

Om te bepalen in welke categorie apparaten vallen kan onderstaande besluitboom worden gebruikt.



Naast bovenstaande apparaten is in het project ook de **slimme meter** ontsloten. Deze meter kan de ingaande en uitgaande gas en elektriciteitsgebruik meten. Deze connectie past niet in één van bovenstaande categorieën omdat het geen energie gebruikt of opwekt. Deze verbinding wordt gebruikt ten behoeve van monitoring en de data kan tevens gebruikt worden voor de gevolgen van aansturing. Daarnaast kan berekend worden hoeveel energie door het huis wordt gebruikt door de opwek/gebruik van de andere aangesloten energiesystemen. Voor de ontsluiten van de slimme meter zijn EF-Pi device drivers en – managers ontwikkeld, inclusief documentatie.

3.5 De validatie

Om te verifiëren of in eerste instantie de abstractielaag (EFI) goed functioneert met de verschillende energie apparaten en in tweede instantie of EF-Pi dit goed ondersteunt, zijn er twee proof of concept's (POC's) gehouden. Het idee hier achter is om in eerste instantie het systeem in een omgeving te testen waar het wel zo dicht mogelijk bij een uiteindelijke situatie functioneert, maar waar storingen en eventuele uitval geen grote impact heeft. De tweede POC zou dan vervolgens in een omgeving draaien waar echte mensen het systeem ervaren, maar waarbij de mensen wel begrijpen dat het een proef systeem is (friendly users).

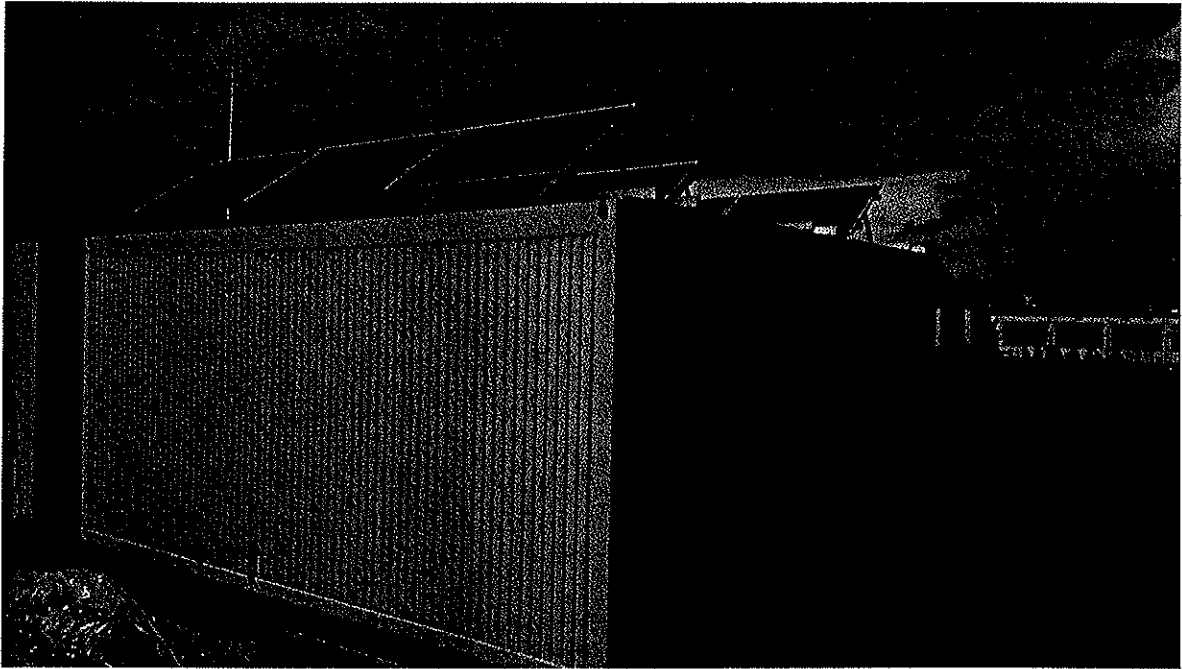
Voor de eerste POC (winter/voorjaar 2013/2014) is gekozen voor een vakantiewoning van Alliander. Deze woning is in gebruik als testlocatie voor het draaien in eilandbedrijf van het vakantiepark Bronsbergen (nabij Zutphen). De woning wordt niet gebruikt om te wonen, maar aangezien er accu's en apparatuur staat, is bijvoorbeeld het goed op temperatuur houden van de woning een vereiste. In deze woning is het VIOS systeem ingebouwd.



De installatie bestond uit: een WKK (HRe) ketel; een PV systeem; een wasmachine en een FPNode (computer waar EF-Pi op geïnstalleerd is) met slimme meter koppeling.

Na de eerste POC is een tweede POC (winter/voorjaar 2014/2015) gepland. Uit de eerste POC kwam naar voren dat het systeem niet klaar was om bij consumenten te plaatsen. De oorzaak hiervan was dat het bedienen van VIOS nog in volle ontwikkeling was en dat hier te veel technische kennis voor nodig was. Daarom is besloten om niet bij consumenten thuis te gaan testen, maar op een locatie waar wel mensen werken, maar daar niet wonen. Hiervoor is gekozen voor een werkcontainer op het terrein van EnTranCe te Groningen. De container is bedoeld om energie gerelateerde testen uit te voeren. Overdag werken studenten in de container.

De tweede POC is uitgevoerd met de zelfde apparatuur, aangevuld met een local storage in de vorm van accu's. In deze locatie zijn alle geplande testen uitgevoerd. De studenten zijn slechts beperkt werkzaam geweest in de container, maar dit heeft voor het eindresultaat geen gevolgen gehad.



3.6 Bekendheid

EF-Pi heeft tijdens het project een eigen identiteit gekregen en verschillende marktpartijen zijn inhoudelijk op de hoogte van de ontwikkeling. Software ontwikkel bedrijven hebben aangegeven interesse in de ontwikkeling van EF-Pi te hebben en ze willen met hun klanten overwegen om EF-Pi in te zetten.

Met onderstaande projecten en partijen is hierover gesproken of zijn op de hoogte:

- Fraunhofer instituut Kassel. Mogelijk integratie met Ogema 2.0 (tevens open source energy management systeem waarvoor grotendeels de zelfde technieken worden gebruikt)
- M2MSmart Grids, Europees project waarin onder andere een IT architectuur voor decentrale intelligentie wordt ontwikkeld.
- Smart Power System, project op EnTranCe Groningen met als doel een off grid (zonder stroomaansluiting) situatie mogelijk te maken.
- Presentaties over EF-Pi op EnTranCe voor nieuwe bedrijven indien deze raakvlakken met aansturing/software/interfaces hebben
- Presentatie van EF-Pi tijdens Smart Grid event (Amsterdam) voor Technolution en Alliander <http://www.globalsmartgridfederation.org/event/european-utility-week-2014/>.
- Workshop met ontwikkelaars. Voor softwareontwikkelaars is door de EF-Pi softwareontwikkelaars een workshopgeorganiseerd om uit te leggen hoe EF-Pi is opgebouwd en het werkt. Doel is om onze ervaring om software te bouwen met andere marktpartijen te delen.
- Animatiefilm is gemaakt met als doel de noodzaak en de werking van EF-Pi over te dragen aan een breed publiek <https://www.youtube.com/watch?v=LQQHVnJqiPc>.
- Filmpje over de setup van POC2 in Groningen
- Verschillende presentaties voor klanten en bedrijven.

4 Hoe verder

Het VIOS project heeft een interface en een platform opgeleverd waarmee energiediensten en apparaten ontkoppeld kunnen worden. In een tweetal proof-of-concepts is ook aangetoond dat het ook echt werkt. Het echte, grootschalige, gebruik zal echter plaats moeten vinden na afronding van het project. Daarvoor zijn al enkele stappen gezet die in dit hoofdstuk nader beschreven zullen worden.

4.1 ISO omarmt VIOS!

In december 2014 heeft TNO een EF-Pi presentatie gegeven op de Transactive Energy Conference 2014 (<http://events.gridwiseac.org/2014/tec/>) in Portland, Oregon in de Verenigde Staten. Deze conferentie werd georganiseerd door de GridWise Architecture Council (<http://www.gridwiseac.org/>).

Op deze presentatie zijn veel positieve reacties gekomen. Eén van de deelnemers aan de conferentie was dr. Kenneth Wacks, voorzitter van de werkgroep ISO/IEC JTC 1/SC 25/WG 1 over Home Electronic Systems. De heer Wacks was erg geïnteresseerd in EF-Pi en gaf aan dat de EF-Pi concepten een witte vlek in de standaarden van de werkgroep invullen. Na de conferentie werd TNO uitgenodigd om EF-Pi te presenteren tijdens de volgende vergadering van de werkgroep.

Deze vergadering vond in maart 2015 plaats in Tokyo. Na de presentatie en de daaropvolgende discussie binnen de werkgroep bleek inderdaad dat EF-Pi als concept toegevoegde waarde biedt en nog niet wordt afgedekt door bestaande standaarden. EF-Pi bestaat uit twee onderdelen: een runtime omgeving en de Energy Flexibility Interface (EFI). Deze EFI is vooral interessant voor ISO/IEC aangezien dit relatief makkelijk in een standaard kan worden omgezet.

Tijdens de werkgroep vergadering zijn we gevraagd om voor de volgende vergadering in september 2015 een nieuw Work Item Proposal voor de EFI in te dienen. Dit is de officiële eerste stap op weg naar een wereldwijde ISO/IEC standaard. Dit traject zal naar verwachting zo'n 2 tot 3 jaar in beslag nemen.

Inmiddels heeft FAN ingestemd met de ISO/IEC standaardisatie van EFI, zodat er in september 2015 ook daadwerkelijk gestart kan worden met het standaardisatie proces. Dit resultaat past uitstekend bij de doelstelling in het projectplan en de beschikking om de aansluiting met internationale ontwikkelingen op smart grid gebied te waarborgen. Daarnaast geeft een wereldwijde standaard een boost voor de interoperabiliteit die wij met EF-Pi nastreven.

4.2 FAN voor borging resultaten

In de tweede fase van het project, nadat de eerste testen hadden plaatsgevonden tijdens POC1, is toenadering gezocht tot de Stichting Flexible Power Alliance Network (FAN) om te zien of zij naast het beheer van PowerMatcher ook het toekomstig beheer van EF-Pi op zich kunnen nemen. De keuze voor FAN lag voor de hand omdat deze stichting opgericht is door TNO en Alliander.

De website van het FAN: www.flexiblepower.org

De Stichting heeft als doel de energietransitie te bevorderen door het gebruik van energie flexibiliteit te vergroten. Dit doen zij door het promoten van slimme opensource technologieën, toepassingen en standaarden. Eind mei 2015 is door het projectteam symbolisch het platform overgedragen aan het FAN. Hiervan is perspublicatie o.a. op www.energeia.nl beschikbaar en tevens zijn beelden beschikbaar in de EF-Pi film terug te vinden op Youtube.

Het aantal leden van het FAN neemt gestaag toe. Bij het schrijven van dit document zijn dit Alliander, TNO, Stedin, Accenture, CGI, ECN, Technolution en de Dutch Heat Pump Association.

Het FAN draagt zorg voor de promotie, doorontwikkeling en beheer van de software. Zij gebruiken hiervoor de wereldwijd opererende opensource community Github. Hier is een Wiki, documentatie, ontwikkel stappenplan, de EF-Pi software en tot slot EF-Pi drivers van apparatuur vrij beschikbaar. Ontwikkelaars kunnen de software verbeteren en uitbreiden, fabrikanten van apparatuur kunnen drivers toevoegen en dienstenaanbieders kunnen de software voor eigen gebruik implementeren of als dienst aan derden gaan aanbieden. Op Github is EF-Pi te vinden via onderstaande link:

<https://github.com/flexiblepower>

4.3 Missiewerk om silo's te doorbreken

De energietransitie die plaats vindt in Nederland zal zich niet alleen beperken tot de netbeheerders en energieleveranciers. De consumenten zullen in de nabije toekomst mee moeten gaan werken aan deze transitie door energie slimmer in te zetten om zo kosten te kunnen besparen. Het belangrijkste voor de consument is de beschikbaarheid van de apparatuur om de transitie te ondersteunen. Er komen langzamerhand steeds meer "kastjes" op de markt die dit lijken te kunnen. Ook leveranciers van b.v. witgoed bieden steeds vaker machines aan die van afstand (beperkt) kunnen worden bestuurd. Het is echter zo dat deze kastjes en de apparatuur bij elkaar horen waardoor er daarmee voor de klant geen keuze meer is voor andere apparatuur. Teven kan je dan niet alles er op aansluiten, maar slechts een beperkte set van de zelfde leverancier. Dit silo-gedrag (alleen naar eigen apparatuur kijken) zorgt er voor dat de consumenten minder snel en niet makkelijk overstappen naar een volledige integratie van energie gemanagede apparatuur.

Binnen het VIOS project is het streven om dit te doorbreken. De eerste stap hierin is het los koppelen van de apparatuur en de energie applicatie. Dit gebeurt door tussen de energie applicatie en de apparatuur een abstractie laag te leggen die alleen over energie verbruik spreekt. Voor ieder aangesloten apparaat is een (vaak specifieke) driver beschikbaar. Door deze ont koppeling is het voor de consument eenvoudig om over te stappen naar een nieuwer of een ander apparaat. Hiervoor hoeft alleen maar de specifieke driver te worden geladen waarna het systeem weer werkt als tevoren.

Het geheel draait in een standaard energie framework (EP-pi) waardoor het in de toekomst ook voor de leverancier van de apparatuur eenvoudig wordt om een driver mee te leveren. Als de leverancier standaard een driver maakt, de abstractielaag de koppeling verzorgt en andere partijen energie applicaties gaan bouwen op dit framework, heeft de consument de vrijheid om te kiezen naar behoefte en zal binnen een afzienbare tijd ook het huis klaar zijn voor de energietransitie.

Een volgende stap is het definiëren van standaard protocollen tussen de apparatuur en de energie applicatie. Deze stap is echter buiten de scope van dit project.

4.4 Gebruik in andere projecten

Het concept van de EFI, en de implementatie hiervan in EF-Pi kan nog verder doorontwikkeld worden. De projectpartners zijn gedurende de looptijd van het VIOS project al bezig geweest met initiatie van nieuwe projecten, en de inzet van EF-Pi hierin. Een selectie van projecten:

- SGSH (standard grid, smart home)
Een TKI project waarbij een huis zo slim wordt gemaakt om te voorkomen dat er grote

veranderingen in het bestaande elektriciteitsnet nodig zijn. Binnen dit project wordt met name de abstractie laag ingezet als scheiding tussen de apparatuur en de energie applicatie. Dit project is een samenwerking tussen Laborelec, Alliander, TU/e en Technolution in samenwerking met de Belgische netbeheerders.

- Energy Supply Cooperative (ESC)

Het ESC project ontwikkelt een zelfvoorzienende nieuwbouwwijk in Keulen. In de wijk worden 73 passieve woningen gerealiseerd die voorzien zijn van zonnepanelen en (gemeenschappelijke) warmtepompen. Met behulp van PowerMatcher wordt zoveel mogelijk van de eigen opgewekte zonne-energie gebruikt. Het project is een samenwerkings tussen Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Evohaus en TNO.

EF-Pi wordt gebruikt als platform voor de beschikbaar krijgen data uit de omvormers, voor het uitlezen van elektriciteitsmeters en voor het aansturen van de warmtepompen. Ook wordt EF-Pi gebruikt om alle data van verschillende sensoren te loggen en monitoren. Na een succesvolle pilot zal het concept door Evohaus uitgerold worden in andere (nieuw te bouwen) wijken. Vanwege het flexibele karakter van EF-Pi is dit eenvoudig te realiseren, zelfs als er andere apparatuur gebruikt wordt.

- Hybrid Energy Grid Management (HEGRID)

Dit project richt zich op het ontwikkelen van een prototype van een 'multi-commodity' matcher. Het doel is om niet alleen te optimaliseren op één commodity (bijvoorbeeld elektriciteit), maar op meerdere tegelijk: gas, elektriciteit, warmte. Partners in het project zijn: Siemens, TNO, Deutsche Telekom, Universiteit van Eindhoven, Universiteit Twente en CWI.

EF-Pi wordt als platform gebruikt om apparaten van diensten te ontkoppelen. De nadruk in HEGRID ligt op het toevoegen van concepten in de EFI (Energy Flexibility Interface, onderdeel van EF-Pi) die gericht zijn op multi-commodity

- Lochem Energie is een smartgrid initiatief in de gemeente Lochem. Doel van het project is om in een bestaand energienet intelligentie toe te voegen om zo goed mogelijk te balanceren. In Lochem worden zonnepanelen gebruikt om elektrische auto's op te laden. Ook wordt gestuurd op het niet overschrijden van de capaciteit van een middenspanningstransformator (SASensor.

In het project wordt EF-Pi gebruikt als platform om de verschillende componenten (zonnepanelen, PV, transformator) te ontsluiten richting PowerMatcher als DSM oplossing

- In het Idego project werken ZON Energie Spanbroek, TNO, ProxEnergy en Priva samen aan de ontwikkeling en testen van de 'Heatmatcher'. Heatmatcher is een product om vraag en aanbod van warmte op elkaar af te stemmen, rekening houdend met de complexiteit van een warmte net.

EF-Pi wordt in Idego doorontwikkeld om ook het aansturen van een fysiek warmtenet aan te kunnen

5 Conclusies

5.1 Het werkt!

Op papier is het natuurlijk een mooi idee om alle apparaten van de wereld tot vier types 'plat te slaan'. Het is natuurlijk maar de vraag of dit in de praktijk echt werkt. In het VIOS project is aangetoond dat dit, in ieder geval voor zover nu overzien kan worden, ook in de praktijk het geval is:

- Alle apparaten die we aangestuurd hebben krijgen voldoende stuurinformatie en reageren hierop.
- Beide diensten die geïmplementeerd zijn (PowerMatcher, Triana) kregen alle benodigde informatie om op een goede manier beslissingen te nemen. Deze beslissingen werden door de apparaten ook geaccepteerd en uitgevoerd. Tevens hebben we aangetoond dat beide diensten op hetzelfde platform kan worden geïnstalleerd (zonder aanpassingen aan het platform).

Ongetwijfeld zullen er in de toekomst nog wijzigingen komen. Zowel parameters van de gekozen types, als misschien nog wel een type erbij of eraf. Maar de kern blijft staan: vanuit energiemangementperspectief is het mogelijk om met een beperkt aantal types alles te besturen. Het energie systeem zal altijd in beweging blijven.

5.2 Wetgeving moet veranderen

Om bijvoorbeeld peak shaving diensten (netbalanceringsdiensten) op grote schaal mogelijk te maken zal ook de wetgeving veranderd moeten worden. Vanuit de consument gezien is op dit moment het elektriciteitsnet ook één grote accu, zonder verlies omdat salderen op dit moment is toegestaan.

Op dit moment heeft de consument dan ook geen incentive om zoveel mogelijk (opgewekte) elektriciteit zelf te gebruiken. De informatie van dit moment is dat bijvoorbeeld het salderen door de overheid in 2017 wordt geëvalueerd. De oorspronkelijke functie van een net is het transporteren van energie. Indien het net vanuit de consument gezien wordt gebruikt voor opslag, dan zal het aannemelijk zijn dat voor deze toegevoegde waarde ook een financiële waarde tegenover staat. In Duitsland is het geval en we zien in deze landen ook energiemangement systemen (inclusief buffers zoals accu's) in huizen die de energievoorziening optimaliseren voor het huis zelf. Tevens zal een lagere capaciteit elektriciteitsaansluiting ook commercieel aangeboden kunnen worden aan de consumenten, immers de pieken zullen niet meer voorkomen. Het energiemangement systeem zal ervoor kunnen zorgen dat er geen pieken meer op het net worden gegenereerd.

5.3 Het gaat niet vanzelf

Momentum moet vastgehouden worden. Aan partijen moet inzichtelijk gemaakt worden dat het werkt, en wat de voordelen zijn (zie ook 4.3), zodat ze hun silo's open maken. Ook is er wel een leercurve: er is reeds veel documentatie, maar moet wel aandacht voor blijven. Belangrijk is dat EF-Pi wat in het VIOS project is ontwikkeld door marktpartijen pro-actief wordt opgepakt door het energy systeem in projecten toe te passen. Het doel is om de verantwoordelijkheid van doorontwikkeling bij het FAN te leggen.

Bijlage 1: lijst met projectdeliverables

In de onderstaande tabel is de lijst van deliverables te vinden:

Deliverable	Naam	Levenscyclus
D1	Projectplan WP2: diensten	VIOS.pdf Intern projectdocument.
D2.1	Overzicht van diensten en bijbehorende 'enabling technologies' (long list)	20141003 - VIOS D2.1 Services and enabling technologies.pdf Intern projectdocument.
D2.2	Selectiecriteria voor Proof of Concept diensten	20141008 - VIOS D2.2 Selection criteria.pdf Intern projectdocument.
D2.3	Lijst van geselecteerde diensten (shortlist)	20141028 - VIOS D2.3 Technology Selection.pdf Intern projectdocument.
	WP3: apparaten	
D3.1	Specificaties van Interoperable Interfaces van resource drivers en resource managers.	EF-Pi washing machine driver and manager.pdf EF-Pi micro wkk driver and manager.pdf EF-Pi SMA Inverter driver and manager.pdf EF-Pi smart meter driver and manager.pdf EF-Pi driver doc powerrouter v10.pdf www.github.com/flexiblepower
D3.2	Proof of Concept Implementaties van resource drivers en resource managers voor WKK (INRG), witgoed (Technolotion), slimme meter (INRG / Technolotion) en PV Paneel (INRG / Technolotion). WP4: platform (FPAI)	Software staat op Github www.github.com/flexiblepower
D4.1	Ontwerp interoperability framework voor virtuele infrastructuur	Generic Explanation Energy Flexibility Interface v1.0 final www.github.com/flexiblepower
D4.2	Proof of Concept Implementatie van een virtuele infrastructuur	Github, EF-Pi source en documentatie Roadmap EF-Pi ontwikkeling op website FAN www.github.com/flexiblepower
	WP5: Proof of Concept (POC)	
D5.1	Een gevalideerde PoC opstelling waarin twee verschillende partijen diensten aanbieden (bijvoorbeeld: "vraagverschuiving"), die via de virtuele infrastructuur gebruik maken van alle resources die beschikbaar zijn gekomen in WP3.	STD-STR VIOS POC1 v1.0.pdf STD-STR VIOS POC2 v1.0.pdf Intern projectdocument.
	WP6: Disseminatie	
D6.1	Bijdrage aan ontwikkelingen van standaarden, referentie Modellen/architecturen ('Flexible Power initiative') en/of enabling technologies.	ISO: New Work proposal en Working Draft USEF: architectuur document Nieuwsberichten op energela.nl en animatie en film www.usef.info www.flexiblepower.org
D6.2	Papers in academisch en/of populairwetenschappelijke bladen	op youtube.com en website FAN www.flexiblepower.org
D6.3	Artikelen in industriële nieuwsorganen	Whitepaper op website FAN www.flexiblepower.org

Bijlage 2: Problemen, oplossingen, leerpunten

Leerpunten tijdens ontwikkeling

Tijdens de ontwikkeling van de verschillende drivers moet vaak proprietary informatie van de leverancier worden verkregen. Dit blijkt niet altijd even makkelijk. Zo is bij de ontwikkeling van de SMA driver (PV omvormer die met Bluetooth communiceert) geconstateerd dat niet op alle punten de Bluetooth standaard is aangehouden. Dit heeft veel extra tijd gekost.

Bij het toepassen van de local storage is gekozen voor een Nedap PowerRouter. Het systeem is verkregen vanuit een andere Alliander project waar deze in combinatie met zonnepanelen is toegepast.

Tijdens het project zijn we er tegen aan gelopen dat:

- wij de apparatuur anders toepassen (geen zonnepanelen aan het systeem);
- wij geen directe contacten hadden met Nedap.

Beide zaken hebben er voor gezorgd dat de ontwikkeling van de driver en het toepassen van het systeem binnen de tweede POC niet soepel verliep. Er is een accupakket defect geraakt en de ontwikkeling heeft veel meer tijd gekost dan verwacht of begroot.

De belangrijkste conclusie is dat een goede samenwerking met de leverancier van groot belang is. De beste situatie is als de leverancier zelf de initiatief nemen is.

Leerpunten vanuit de twee POC's

Om te verifiëren of in eerste instantie de abstractielaag goed functioneert met de verschillende energie apparaten en in tweede instantie of het EF-Pi framework dit goed ondersteund, zijn er twee proof of concept's (POC's) gehouden. In de POC's is naar voren gekomen dat de EFI (abstractielaag) goed functioneert. In de eerste POC bleek deze nog te beperkt waarna deze is aangepast. In de tweede POC is deze aangepaste interface hertest en goed bevonden.

Het EP-Pi framework werkt goed. In een workshop met een aantal gebruikers van het framework is gebleken dat 3 van de 5 mogelijk punten kreeg. Vooral het punt dat het framework een behoorlijke leercurve heeft maakt dat het aantal punten niet hoger was. De algemene indruk was dat het na deze leercurve goed te gebruiken is.

Bij de testen gedurende de POC is geconstateerd dat het systeem nog niet klaar is voor de consumenten. Hiervoor moet de app store en het management centre nog verder worden ontwikkeld.

Ook blijkt de gebruikte PowerMatcher als energie applicatie onvoldoende goed functioneert in kleine clusters (weinig aan te sturen apparaten) zoals één enkel huis.

De documentatie zal nog moeten worden aangepast aan de huidige situatie. De documentatie is gemaakt als vergezicht van waar EP-pi in de toekomst zou moeten komen staan. Binnen het VIOS project is dit echter niet allemaal binnen de scope getrokken. Toekomstige projecten moeten verder aan de slag met het industrialiseren van EF-pi. Het zou beter zijn indien er specifieke VIOS documentatie zou zijn geweest dan wel duidelijk in de documentatie zou zijn terug te vinden wat wel en niet binnen het VIOS project zou zijn gerealiseerd.

Bijlage 3: Wijzigingen ten opzichte van plan

Er is gedurende de realisatie van het project nauwelijks afgeweken van de initiële projectopzet.

In werkpakket 5, de validatie in een proefopstelling, is enigszins afgeweken van het initiële plan doordat na finetuning van het concept de validatie voor stookseizoen twee op een andere locatie plaatsgevonden heeft dan de eerste validatie. Dit heeft geen impact gehad op het resultaat. Voor de tweede validatie was het wenselijk een ruimte te nemen waar ook interactie met gebruikers mogelijk was. Neveneffect van de ruimte te Entrance Groningen was de kruisbestuiving met andere innovatie projecten aldaar.

In werkpakket 6, de disseminatie, is ervoor gekozen geen artikel te plaatsen in een wetenschappelijk journal of conferentie. Dit omdat de geschatte inspanning en de kans op resultaat onevenwichtig groot zijn. Bovendien is de wetenschappelijke wereld niet een voor de hand liggende doelgroep om het gebruik van EF-Pi te stimuleren. Hiervoor in de plaats is geïnvesteerd in het uitdragen van het concept door het maken van een whitepaper, een animatiefilm en een film van POC2. Daarnaast is geïnvesteerd in het vinden van een partij die duurzaam voor het verdere beheer en de disseminatie kan zorgdragen (FAN). Tot slot zijn contacten gelegd met standaardisatie organisaties NEN en ISO.

Wel heeft een verschuiving plaatsgevonden binnen de werkpakketten van het aantal bestede uren ten opzichte van de begrote uren. Overall is de afwijking minimaal.