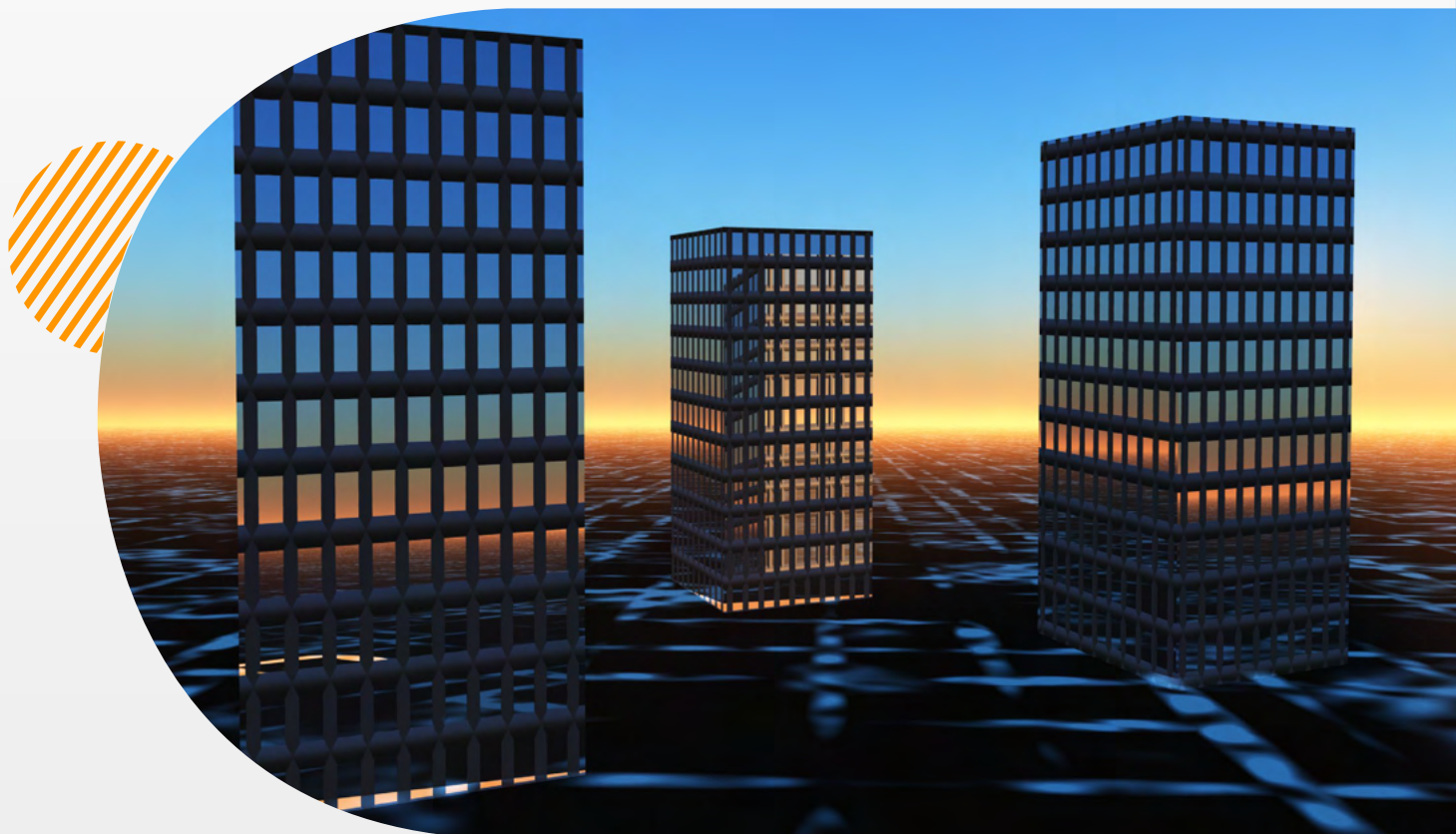




TKI URBAN ENERGY
Topsector Energie



Flexibiliteit in de gebouwde omgeving: wegwijzer voor ondernemers

door Rob van Gerwen (DNV GL), Hans de Heer (DNV GL),
Niels Jansen (TNO), Aliene van der Veen (TNO)

Februari 2021

INHOUD

Kansen voor flexibiliteit	4
Routekaart voor dit rapport	5
Samenvatting kritische succesfactoren	6
De vraag naar flexibiliteit	7
De noodzaak voor flexibiliteit in het elektriciteitssysteem	8
De expliciete waarde van flexibiliteit	8
De impliciete waarde van flexibiliteit	12
Marktontwikkelingen in Nederland en de bijdrage vanuit de gebouwde omgeving	13
Het aanbod van flexibiliteit	14
Flexibiliteit in de gebouwde omgeving	15
Aansturing van flexibiliteit in de gebouwde omgeving	16
Kansrijke verdienmodellen	18
Kritische succesfactoren	19
Spelers in het veld	21
Kansrijke verdienmodellen	22
Kansen en ontwikkelingen	26
Huidige kansen	27
Kansen richting 2030	27
BIJLAGE 1 - Literatuur	28



VOORWOORD

Dit rapport

Dit rapport is opgesteld door TNO en DNV GL in opdracht van RVO en TKI Urban Energy als handreiking voor innovatie bedrijven in de energiesector. De primaire doelgroep voor dit rapport bestaat uit marktpartijen en ondernemers die overwegen om flexibiliteitsdiensten te gaan ontwikkelen. Tijdens de ontwikkeling van het rapport hebben we een aantal interviews gehouden met relevante marktpartijen, om de kernboodschappen van dit rapport te toetsen en om verdere inzichten vanuit de praktijk te verwerven. Het uiteindelijke rapport representeert de visie van TNO en DNV GL en moet niet gezien worden als de visie van de geïnterviewde partijen. De observaties en aanbevelingen in dit rapport moeten gezien worden als een expert view.

Het doel van dit rapport is niet om mogelijke beperkingen in wet- en regelgeving te signaleren, maar vooral om aan te geven wat wel mogelijk is op korte en middellange termijn. Ook willen we een realistisch beeld neerzetten, gevoed door de vele ervaringen uit proeftuinen, pilots en startups.

We danken de benaderde marktpartijen voor hun waardevolle bijdrage aan dit rapport: ABB, Itho-Daalderop, iwell, LENS, Peeeks, Powerhouse, TenneT en Vandebron.

Over TKI Urban Energy en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

TKI Urban Energy is een onderdeel van de Topsector Energie. De organisatie stimuleert bedrijven, kennisinstellingen, maatschappelijke organisaties en overheden om samen te werken op het gebied van energie-innovaties. De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) is een overheidsorganisatie gericht op het Nederlandse ondernemersklimaat. Ondernemend Nederland kan bij hen terecht met vragen op het gebied van duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen.

TKI Urban Energy en RVO bevorderen samen onderzoek naar energie-innovaties voor een snelle transitie naar een duurzaam, betrouwbaar en betaalbaar energiesysteem in de gebouwde omgeving en de infrastructuur door initiatieven financieel te steunen, betrokken partijen bij elkaar te brengen en kennis te delen. Hiermee versterken zij de economische concurrentiekracht van betrokken Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen.

Heeft u innovatieve ambities op het gebied van flexibiliteit? Mogelijk kan TKI Urban Energy of RVO u ondersteunen bij uw ambities. De medewerkers van TKI Urban Energy staan klaar om uw ideeën te toetsen en u te helpen bij het vinden van samenwerkingspartners en het opzetten van een consortium. U kunt bij RVO terecht als u wilt toetsen of uw ideeën in aanmerking komen voor subsidie (cofinanciering) vanuit de Topsector Energie.

Wilt u n.a.v. dit rapport in contact komen met RVO of TKI Urban Energy, neem dan contact op met:

Maarten de Vries

Programmamanager Smart Energy
Tel: 06-1683 6490
maarten@tki-urbanenergy.nl
www.tki-urbanenergy.nl

Jesper Juffermans

Adviseur Energie-innovaties
Tel: 06-2723 9645
jesper.juffermans@rvo.nl
www.rvo.nl

KANSEN VOOR FLEXIBILITEIT

De vraag naar flexibiliteit in het elektriciteitssysteem zal toenemen als gevolg van de energietransitie. Dit biedt kansen voor flexibiliteit in de gebouwde omgeving. Dit rapport heeft als doel om voor ondernemers een realistisch beeld te schetsen van deze kansen. In dit hoofdstuk wordt de opzet van dit rapport toegelicht en wordt een aantal kritische succesfactoren samengevat.



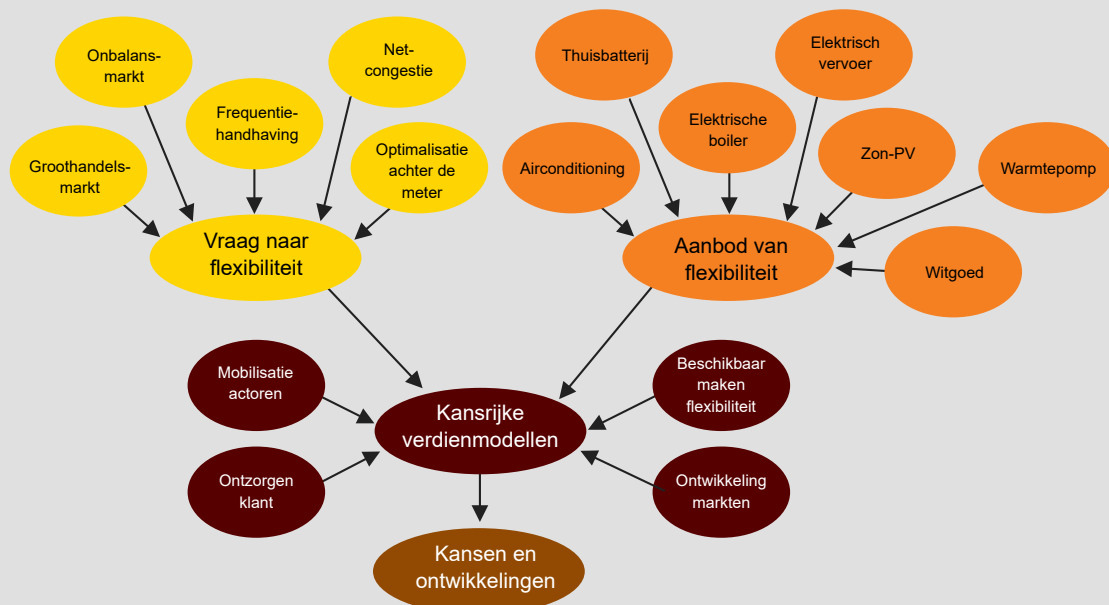
Routekaart voor dit rapport

Inzet van flexibiliteit is een belangrijk thema in de energietransitie. Flexibiliteit is de mogelijkheid om op basis van een externe prikkel of externe sturing af te wijken van het normale verbruiks- of productieprofiel van elektriciteit. Hoewel er in het verleden al veel aandacht is besteed aan het beschikbaar maken van flexibiliteit uit de gebouwde omgeving, is grootschalig gebruik nog niet van de grond gekomen.

Dit rapport heeft als doel een realistisch beeld te schetsen van kansen voor flexibiliteit uit de gebouwde omgeving: woningen, kantoorgebouwen, bedrijventerreinen en andere utiliteits-gebouwen, inclusief laadvoorzieningen voor elektrisch vervoer. Het flexibel aansturen van koel- en vriescellen en andere (semi-)industriële toepassingen wordt in deze studie buiten beschouwing gelaten.

De route naar de identificatie van kansen voor flexibiliteit bestaat uit vier stappen:

1. Vaststellen van de **vraag naar flexibiliteit**: waar kan flexibiliteit uit de gebouwde omgeving waarde opleveren?
2. Vaststellen van het **aanbod van flexibiliteit**: welke apparaten en installaties uit de gebouwde omgeving zijn geschikt om flexibiliteit aan te bieden?
3. Inventariseren wat er nodig is om het potentieel van flexibiliteit in de gebouwde omgeving te realiseren: hoe kan flexibiliteit het best beschikbaar gemaakt worden? Welke actoren moeten betrokken worden? Wat zijn **kansrijke verdienmodellen**? Welke combinaties van vraag en aanbod leveren een haalbare business case op?
4. Welke **ontwikkelingen**, bijvoorbeeld regelgeving, worden voorzien en op welke wijze biedt dit in de toekomst **nieuwe kansen** voor flexibiliteit uit de gebouwde omgeving?



De routekaart voor dit rapport

Samenvatting kritische succesfactoren

De energietransitie biedt nieuwe kansen voor de inzet van flexibiliteit. De vraag naar flexibiliteit neemt toe en dit biedt nieuwe mogelijkheden voor flexibiliteit vanuit de gebouwde omgeving. Ook het potentiële aanbod van flexibiliteit vanuit de gebouwde omgeving neemt toe, bijvoorbeeld door de toename van het aantal warmtepompen, zonnepanelen (zon-PV) en laadfaciliteiten voor elektrisch vervoer. Kritische succesfactoren voor het toepassen van flexibiliteit uit de gebouwde omgeving zijn hieronder samengevat.

- 1 Ontsluiting van flexibiliteit uit de gebouwde omgeving is alleen haalbaar als **'add-on'** op een bestaande dienst. Specifieke investeringen, enkel om flexibiliteit beschikbaar en aanstuurbaar te maken, kunnen over het algemeen financieel niet uit.
- 2 Maak gebruik van een **ketenbenadering** voor het ontsluiten van flexibiliteit, zet meerdere partijen in op hun specifieke expertises. Echter, te veel partijen maakt een financieel haalbare toepassing moeilijker vanwege administratieve lasten en margeverdeling.
- 3 Gebruik een **robuuste aanpak** voor het ontsluiten van flexibiliteit om mee te kunnen bewegen met de veranderende vraag naar flexibiliteit. Markten voor flexibiliteiten kunnen in de loop van de tijd minder of juist meer aantrekkelijk worden.
- 4 **Ontzorg de klant.** Klanten die flexibiliteit beschikbaar stellen in de gebouwde omgeving willen in de regel geen 'gedoe'. Een flextoepassing moet werken zonder dat de klant daar (periodiek) aandacht aan moet besteden.
- 5 Zoek naar **schaalbare toepassingen**. De investering in ICT-systemen (technisch en administratief) om flexibiliteit naar de markt te brengen, hangt nauwelijks af van het aantal aan te sturen apparaten. Schaalbare toepassingen geven dus schaalvoordelen.
- 6 Zoek naar mogelijkheden om **toepassingen te stapelen**. Flexibiliteit kan voor meerdere toepassingen gebruikt worden. Als dit naast elkaar kan, levert dit meer waarde op voor beperkte meerkosten.

Kritische succesfactoren voor het inzetten van flexibiliteit uit de gebouwde omgeving



DE VRAAG NAAR FLEXIBILITEIT

Flexibiliteit heeft expliciete waarde op markten zoals elektriciteits- en congestiemarkten, maar heeft ook impliciete waarde, bijvoorbeeld door optimalisatie achter de meter. De meest kansrijke toepassingen voor flexibiliteit zijn op dit moment balanceringsdiensten. De verwachting is wel dat hier verschuivingen in plaats gaan vinden.



De noodzaak voor flexibiliteit in het elektriciteitssysteem

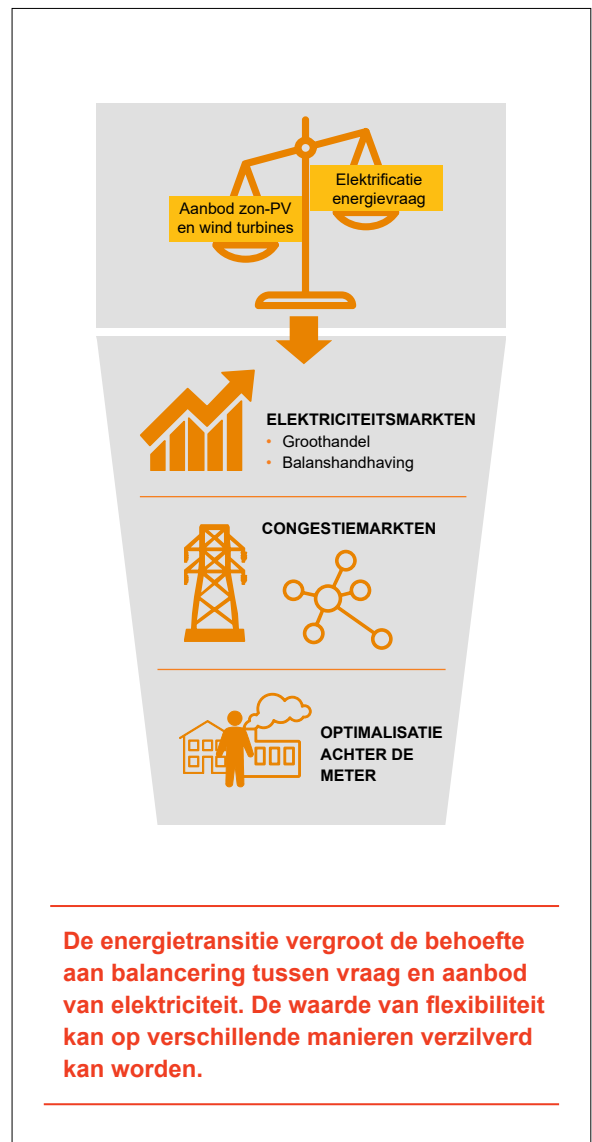
Door elektrificatie van de energievraag en toename van het aanbod van niet-stuurbare energiebronnen (zon-PV en windturbines) neemt de behoefte aan flexibiliteit in ons elektriciteitssysteem toe. Deze behoefte vertegenwoordigt een **expliciete waarde**. Op verschillende elektriciteitsmarkten kan deze waarde gerealiseerd worden door flexibiliteit aan te bieden. Relevante markten zijn de groothandelsmarkt voor elektriciteit, de markt voor balanshandhaving en congestiemarkten.

Flexibiliteit heeft ook **impliciete waarde**. Dit is waarde die ontstaat door optimalisatie van het elektriciteitsverbruik achter de meter bijvoorbeeld door te reageren op variabele leveringstarieven, zelfconsumptie te verhogen of de kosten voor een grotere netaansluiting te vermijden. De impliciete waarde van flexibiliteit hangt af van regelgeving, tariefstelsels en energiecontractvormen. Zo levert het optimaliseren van zelfconsumptie van zonnestroom voor huishoudens nu nog geen waarde op omdat met de salderingsregeling verbruik en opwekking administratief op jaarbasis tegen elkaar worden weggestreept. Deze regeling wordt in 2023-2030 echter afgebouwd.

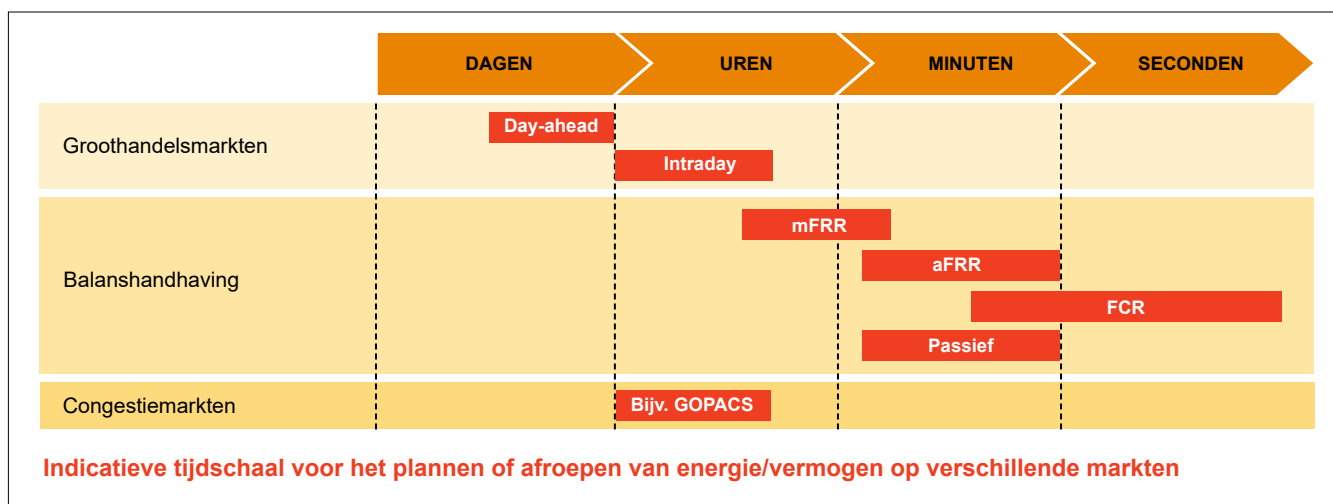
De expliciete waarde van flexibiliteit

Wij onderscheiden drie markten waar flexibiliteit een expliciete waarde heeft.

- 1 Groothandelsmarkten (day-ahead en intraday)
- 2 Markten voor balanshandhaving (FCR, aFRR en mFRR)
- 3 Congestiemarkten



Consumenten en producenten in de gebouwde omgeving zijn meestal niet groot genoeg om zelfstandig deze markten te betreden en hebben een (balansverantwoordelijke) leverancier of aggregator nodig. De aggregator bundelt flexibele capaciteit zodanig dat deze voldoet aan de voorwaarden om aan te bieden op deze markt en stuurt deze flexibele capaciteit centraal aan als zijn bieding is geaccepteerd en er daadwerkelijk vraag is naar deze capaciteit.



Op de **groothandelsmarkt** verhandelen tussenpartijen (leveranciers, handelaren) en enkele individuele (grote) producenten en consumenten elektriciteit. De meeste elektriciteit is al eerder verhandeld, maar de day-ahead veiling (EPEX SPOT) en intradaymarkten (zoals EPEX SPOT, ETPA) zijn waardevol voor flexibiliteit: om verbruik te verplaatsen naar momenten met lage prijzen en juist te produceren bij hoge prijzen. De prijzen op de groothandelsmarkt worden bepaald door vraag en aanbod in Nederland en voor een deel ook daarbuiten door koppeling met buitenlandse markten.

De groothandelsmarkt heeft de grootste behoefte aan flexibiliteit van alle bovengenoemde markten. In de TenneT Flexibility Monitor is het flexibiliteitsaanbod in de day-ahead veiling in 2018 ingeschat op zo'n 3 GW. Op de intradaymarkt is in 2019 3,3 TWh verhandeld, goed voor een gemiddeld uurcapaciteit van ongeveer 0,4 GW.

Op de **markten voor balanceringsdiensten** kun je flexibiliteit beschikbaar stellen aan de landelijke netbeheerder TenneT en eventueel ook aan buitenlandse netbeheerders van transportnetten. Je kunt voor zowel je beschikbaarheid als je energielevering een vergoeding krijgen. Er zijn drie producten te onderscheiden die ieder zorg dragen voor een specifiek gedeelte van de balanshandhaving:



Een vergoeding voor energielevering (energieprij) wordt alleen gegeven bij daadwerkelijke inzet van de flexibiliteit, de beschikbaarheidsvergoeding (ook wel capaciteitsvergoeding) wordt gegeven ongeacht de inzet.

Naast bovengenoemde producten is het ook mogelijk om te reageren op onbalansprijzen. Enerzijds heeft flexibiliteit waarde voor marktpartijen (balansverantwoordelijken) die daarmee hun onbalanspositie kunnen verbeteren, anderzijds kun je ook passief bijdragen aan het herstel van de systeemontbalans. Dit laatste wordt **passief regelen** genoemd en wordt via de onbalansprijs door TenneT vergoed. TenneT schat (Flexmonitor 2020) dat er zo'n 80 -160 MW afregelvermogen en 180 - 380 MW opregelvermogen beschikbaar is in de markt voor dit doeleinde.

Passief regelen vereist het slim reageren op de onbalansprijs, die per minuut maar met enige vertraging door TenneT wordt gepubliceerd, en heeft daarmee een speculatief karakter. Met een goede voorspelling en regelstrategie zijn de inkomsten vergelijkbaar met actief regelen via het aFRR product (vanzelfsprekend zonder de beschikbaarheidsvergoeding).

Congestiemanagement via GOPACS

Het platform GOPACS maakt het mogelijk voor netbeheerders om congestieproblemen op te lossen door koop- en verkoopbiedingen in verschillende gebieden bij elkaar te brengen, en vervolgens het prijsverschil te betalen. Op deze manier blijft de nationale energiebalans in stand en wordt het congestieprobleem verholpen. Voor kleinverbruikers is GOPACS nog niet te gebruiken en regionale netbeheerders maken daarnaast nog maar weinig gebruik van het platform. In december 2019 werd door TenneT gemiddeld 32 MWh per uur geactiveerd.

Om FCR (primaire reservevermogen) te kunnen leveren moet je op elk moment zowel op als af kunnen regelen en aan (relatief) veel eisen voldoen zoals het hebben van een geschikt meet- en communicatiesysteem en het kunnen reageren binnen 30 seconden. De markt voor FCR is relatief klein, slechts 111 MW in Nederland en maximaal 100 MW export. Hierdoor zijn er weinig kansen voor flexibiliteit in de gebouwde omgeving op deze markt. Enkele grotere installaties kunnen deze markt al gauw verzadigen.

De aFRR (regelvermogen of secundair vermogen) markt is iets groter - ongeveer 500 MW aan capaciteitsvraag - en per kwartier is de energievraag wisselend: in de 20% meest ongebalanceerde kwartieren gaat het om tekorten of overschotten van 70 MWh of meer. Via het recent gelanceerde Crowd Balancing Platform Equigy is het mogelijk om via marktpartijen flexibiliteit uit de gebouwde omgeving als aFRR aan te bieden.

De capaciteitsmarkt voor mFRR (noodvermogen of tertiaire reserves) is ongeveer 700 - 1000 MW per richting (opregelen of afregelen van vermogen), maar is minder geschikt voor de meeste flexibiliteit in de gebouwde omgeving omdat de capaciteit gedurende langere tijd (gehele dag) stand-by moet staan. Hierdoor komen vooral back-up systemen in aanmerking.

Congestie komt steeds vaker voor en netbeheerders (DSO's en TenneT) kopen flexibiliteit steeds vaker via een markt-mechanisme in. Zo is er op een aantal pilot-locaties (o.a. door Alliander in Nijmegen Noord) flexibiliteit in de vorm van beschikbaarheid en inzet ingekocht volgens het USEF marktmodel en kan flexibiliteitsinzet worden verhandeld via GOPACS. Hoe flexibiliteitsproducten voor congestiemanagement zich gaan ontwikkelen is nog niet precies duidelijk.

De **marktwaaarde** van flexibiliteit is afhankelijk van het volume van de markt en de prijs op deze markt. De prijzen worden bepaald door de balans tussen de vraag naar elektriciteit en het aanbod van elektriciteit en varieert in de tijd. Flexibiliteit kun je ook inzetten door in te kopen op de ene markt en te verkopen op de andere markt. Er zijn dus verschillende markten en manieren om geld te verdienen aan flexibiliteit op de elektriciteitsmarkten.

Het resultaat van de **day-ahead** veiling is een marktprijs voor elk uur van de volgende dag die geldt voor alle consumenten en producenten die hebben ingeboden op de markt. Na de day-ahead markt is het mogelijk om op de **intradaymarkt** te handelen. Op de intradaymarkt kan continu vraag en aanbod worden geplaatst en worden biedingen omgezet in transacties als een vraagprijs hoger is dan een aanbodprijs. Momenteel worden intradaymarkten uitgebreid met auctions, waarmee ook intraday-marktprijzen beschikbaar zijn.

Op de day-ahead markt kun je flexibiliteit inzetten om te kopen op de goedkope uren en te verkopen op de dure uren. De prijs was in 2019 gemiddeld 41 euro/MWh en zit in 95% van de gevallen tussen de 28 en 60 euro/MWh. Je kunt vervolgens ook op de intradaymarkt nog handelen. De prijzen op de intradaymarkt liggen vaak heel dicht (0 - 2 euro verschil in 3500 uur in 2019) bij de day-ahead prijs, maar hebben ook zeker uren waar het prijsverschil groter is dan 20 euro (ongeveer 1400 uur in 2019).

Balanceringsprijzen komen voor in twee vormen:

1

Beschikbaarheidsvergoeding/capaciteitsprijs
(in euro/MW/uur, het beschikbaar stellen van een
MW capaciteit voor een uur)

2

Inzetvergoeding/energieprijs (euro/MWh,
het leveren van een MWh aan elektriciteit)

Afhankelijk van het type balanceringsdienst worden een inzetvergoeding, een beschikbaarheidsvergoeding of beide gegeven. De gemiddelde beschikbaarheidsvergoeding lag in 2019 tussen de 3 en 15 euro/MW/uur en hangt af van de markt waarop wordt ingeboden.

Product	Prijzen in euro/MW/uur
FCR (op- en afregelen)	14,5
aFRR (op- en afregelen)	11,6
mFRR (opregelen/afregelen)	4,6/3,0

Gemiddelde beschikbaarheidsvergoedingen voor flexibiliteit in 2019. Dit is de vergoeding om stand-by te staan voor het leveren van de onbalansdienst en worden daarom berekend per vermogen per uur.

De inzetvergoeding voor regelvermogen (aFRR) is de onbalansprijs. Bij tekorten wordt opregelvermogen ingezet voor de opregelprijs en bij overschotten wordt afregelvermogen ingezet voor de afregelprijs. De waarde van flexibiliteit verkregen door het verschuiven van vraag of het opslaan van productie wordt bepaald door de inzetprijs, maar ook de energieprijzen waarmee de vraag is ingekocht of het aanbod is verkocht. Om een representatief beeld te krijgen van de waarde van de inzetprijs van regelvermogen vergelijk je deze prijs met de groothandelsmarktprijs. De meeste waarde bij inzet van flexibiliteit op de groothandelsmarkt en aFRR is te behalen op een beperkt aantal uren. Hoge inzetprijzen vereisen dus een slimme biedstrategie.

Strategie	Inkomsten in euro/MWh
Elke dag op de day-ahead kopen voor de laagste uurprijs en verkopen voor de hoogste uurprijs*	26
Gemiddelde opregelprijs t.o.v. day-ahead	22
Gemiddelde afregelprijs t.o.v. day-ahead	23
Beste opregelprijs t.o.v. laagste day-ahead prijs*	216
Beste afregelprijs t.o.v. hoogste day-ahead prijs*	132

Inkomsten bij inzetten van flexibiliteit op de groothandelsmarkt en aFRR volgens verschillende strategieën in 2019. De gemiddelde inkomsten zijn haalbaar voor alle aanbieders van flexibiliteit, het beste moment (*) alleen haalbaar als de technologie geschikt is om de tijdsduur tussen de hoge en lage prijzen op een dag (max. 24 uur) te overbruggen en de aanbieder een slimme voorspel- en biedstrategie heeft. Voor flexibiliteit uit de gebouwde omgeving is dat vaak niet mogelijk en zal de daadwerkelijk waarde dichterbij de gemiddelde prijzen liggen.

De inzetvergoeding op mFRR is de onbalansprijs met een premium. Deze is echter verwaarloosbaar door de lage inzet van assets op de mFRR, ongeveer 40 keer per jaar.

Vanaf september 2019 koopt TenneT flexibiliteit voor congestiemanagement in op GOPACS. De DSO's doen dit nog niet grootschalig. De volumes in 2019 zijn klein en de prijzen wisselen sterk waardoor op dit moment niet duidelijk is wat flexibiliteit voor congestiemanagement waard is.



De impliciete waarde van flexibiliteit

Naast expliciete waarde op markten heeft flexibiliteit ook impliciete waarde door deze in te zetten voor optimalisatie achter de meter. Deze baten komen terecht bij de eindgebruiker zonder directe tussenkomst van een leverancier of aggregator. Op dit moment zijn er drie mogelijkheden voor het realiseren van de impliciete waarde van flexibiliteit:

1

Variabel leveringstarief

2

Verhogen van zelfconsumptie

3

Aansluitcapaciteit beperken

De mogelijkheid om op dynamische nettarieven te reageren is ook een vorm van impliciete flexibiliteitsinzet, maar dit soort tarieven bestaan nog niet in Nederland.

Het is voor consumenten al mogelijk om een **variabel leveringstarief** te kiezen (o.a. EasyEnergy en EnergyZero). De leverancier koppelt het leveringstarief voor elektriciteit aan het moment van het gebruik. De leverancier dekt daarmee een deel van zijn inkooprisico af. Blijkt dat hij meer moet inkopen op piekuren kan hij ook meer in rekening brengen bij klanten met een variabel tarief. Dit biedt de consument transparantie en de mogelijkheid zijn energierekening te verlagen door zijn gedrag aan te passen. Indien gekozen wordt voor een tarief gekoppeld aan de groothandelsmarkt zijn de baten gelijk aan de baten bij expliciete inzet van flexibiliteit op de groothandelsmarkt.

Peer-to-peer

Er is al geruime tijd aandacht voor peer-to-peer energiehandel: het direct verhandelen van elektriciteit tussen consumenten en producenten zonder tussenkomst van een leverancier of handelaar. Flexibiliteit kan hierin een rol spelen net zoals dat speelt in een energiemarkt met tussenkomst van partijen. Op dit moment is er geen extra economische waarde uit deze toepassing te halen. Deelnemers kunnen wel waarde hechten aan bijvoorbeeld het gebruiken van lokaal opgewekte elektriciteit. Dit kan gezien worden als een maatschappelijke waarde.

Het verhogen van zelfconsumptie is nog niet aantrekkelijk voor huishoudens, die gebruik kunnen maken van de salderingsregeling, maar wel al voor zakelijke consumenten. Vanaf 2023 zal de salderingsregeling in stapjes worden afgebouwd: elk jaar kunnen consumenten iets minder van hun opwek salderen. Het is nog niet precies duidelijk hoe snel het te salderen volume zal worden afgebouwd. De geïnterviewde experts verwachten een geleidelijke daling en dat er pas na 2025 voldoende is afgebouwd om de kosten van zelfconsumptieproposities te dekken.

Consumenten betalen naast een tarief voor levering van elektriciteit ook een tarief voor het transport en de distributie van elektriciteit. Dit tarief bestaat voor een deel (of geheel) uit capaciteitsafhankelijke tarieven. Hierop kan bespaard worden door minder netcapaciteit te gebruiken (een lagere capaciteit van de aansluiting of een lagere piekvraag).

Het beperken van de aansluitcapaciteit (bijvoorbeeld via peak shaving) is nu al voor een beperkt aantal – met name zakelijke – consumenten in de gebouwde omgeving een interessante mogelijkheid. Met name voor kleinverbruikers met een aansluiting tot en met 3x25A is het capaciteitstarief laag in vergelijking met het beschikbaar vermogen van de aansluiting en kost de overgang naar een hogere capaciteitsklasse relatief veel.

Aansluiting	Vermogen (kW)	Kosten eenmalig (euro)	Kosten (euro/jaar)
t/m 3x25 A	16	795	257
3x35 A	23	1.108	965
3x50 A	33	1.108	1.401
3x63 A	41	1.313	1.844
3x80 A	53	1.313	2.281

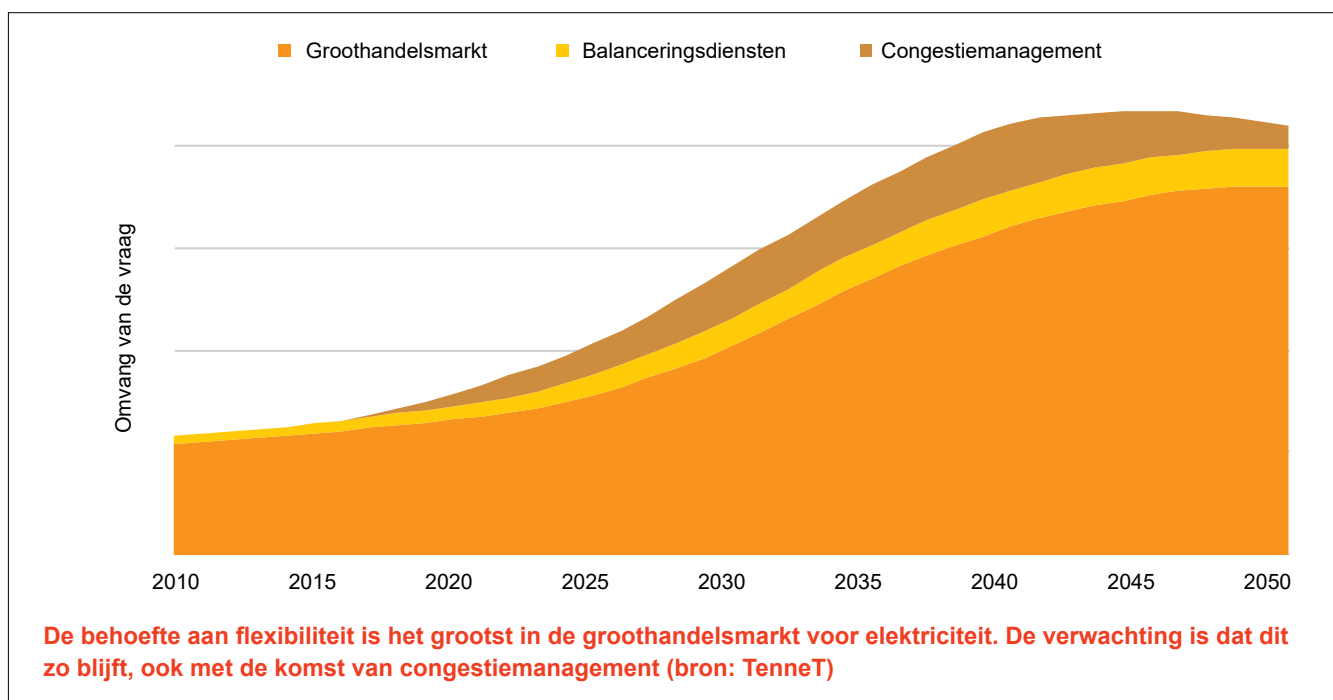
Capaciteitstarieven voor kleinverbruikersaansluitingen (tarievenblad Liander 2020)

Met toenemende elektrificatie zal de markt voor peak shaving groeien, maar niet voor elke consument in de gebouwde omgeving zal deze impliciete waarde bestaan.

Momenteel wordt bestudeerd of nettarieven een prikkel kunnen bevatten waarmee consumenten beloond worden als zij het netwerk minder belasten (bijv. dynamische tarieven of het bandbreedtemodel). Deze vormen van tarieven zijn nu echter nog niet toegestaan. Mocht er besloten worden tot het toestaan van een nieuw type tarieven dan zal het zeker nog enige jaren duren voor deze ingevoerd worden.

Marktontwikkelingen in Nederland en de bijdrage vanuit de gebouwde omgeving

Met de toename van duurzame, niet-stuurbare elektriciteitsopwekking in Nederland en de afname van het aanbod stuurbare (fossiele) opwekking neemt de behoefte aan flexibiliteit toe.



TenneT voorziet (in de Flexibility Roadmap NL) de grootste groei in de groothandelsmarkten. Wind- en zonne-energie worden steeds belangrijker voor de energievoorziening en om dat in te passen moet er flexibiliteit zijn om 'gaten' op te vullen.

De verwachting van TenneT (Flexibility Roadmap NL) is dat de **markt voor balanceringsdiensten** niet veel zal groeien. Toename in korte termijn voorspelfouten wanneer er meer zon- en windenergie in het systeem zit, kunnen grotendeels op de intradaymarkt worden opgevangen.

De geïnterviewde experts verwachten dat **congestiemarkten** zullen groeien, maar er is nog veel onzekerheid over volumes, locaties en over de manier waarop congestieproblemen in de toekomst zullen worden opgelost (impliciet, via een nettatarief of expliciet via een mechanisme als GOPACS en/of USEF). Dit maakt congestiemarkten voor nu nog ongeschikt om mee te nemen als een kansrijke markt voor flexibiliteit in de gebouwde omgeving.

Bij inzet van flexibiliteit uit de gebouwde omgeving op markten zal je rekening moeten houden met de concurrentie van flexibiliteitsoplossingen uit andere sectoren zoals de industrie en de agrarische sector. Daarnaast is er een gerede kans dat, als eenmaal flexibiliteit uit de gebouwde omgeving op grote schaal wordt aangeboden op relatief kleine markten (zoals FCR en aFRR), deze markten snel verzadigd raken en dus geen duurzaam (of schaalbaar) verdienmodel opleveren. De verwachting is daarom dat duurzame verdienmodellen zich moeten richten op groothandelsmarkten en/of impliciete verdienmodellen. Op langere termijn kan congestie management een aanvulling bieden op dit verdienmodel.

HET AANBOD VAN FLEXIBILITEIT

De meest kansrijke opties voor het leveren van flexibiliteit uit de gebouwde omgeving zijn elektrisch vervoer en elektrische warmtepompen. Deze en andere flexibele technologieën kunnen via een directe koppeling of via een energiebeheersysteem beschikbaar gemaakt worden.

Flexibiliteit in de gebouwde omgeving

De gebouwde omgeving biedt mogelijkheden om de vraag of het aanbod van elektriciteit te variëren zonder verlies van functionaliteit. Het gaat hierbij typisch om apparaten waarvan het verbruik in de tijd verschoven kan worden zonder dat de gebruiker daar hinder van ondervindt. De voornaamste aanstuurbare apparaten in de gebouwde omgeving zijn (op volgorde van kansrijkheid):

Laden van elektrische voertuigen. Het laadvermogen kan in de tijd gevarieerd worden mits het voertuig maar voldoende geladen is op het moment dat de gebruiker hem nodig heeft. Dit tijdstip kan de gebruiker zelf opgeven maar dit kan ook bepaald worden op basis van zelflerende algoritmen.

Warmtepomp. De meeste warmtepompen zijn voorzien van een vorm van opslag (buffervat) en/of hebben enige speelruimte vanwege de warmteopslagcapaciteit van een gebouw of woning. Echter, temperatuurafwijkingen van een halve graad van de ingestelde ruimtetemperatuur kunnen al comfortverlies geven. De door de gebruiker geaccepteerde speelruimte maakt dat niet het volledige vermogen van de warmtepomp beschikbaar is. Naast de all-electric warmtepompen bestaan er ook hybride warmtepompen. Deze zijn ook geschikt voor het leveren van flexibiliteit.

Elektrische boiler. Net als elektrische voertuigen is van belang dat de boiler voldoende gevuld is met warm water op het moment dat de gebruiker dat nodig heeft. Het schakelen van elektrische boilers is overigens niet nieuw. In het verleden werden al nachtstroom-boilers toegepast die op afstand in de nacht werden aangezet om te profiteren van goedkope elektriciteit.

Zonnepanelen op daken kunnen ook flexibiliteit leveren, met name door afschakeling op momenten van piekbelasting door teruglevering. De afweging is deels economisch, de gederfde opbrengst van verkoop van elektriciteit (en eventuele subsidie) tegen de vergoeding voor bijvoorbeeld het ontlasten van het net. Echter, de markt geeft aan dat klanten in de gebouwde omgeving het niet prettig vinden als hun zonnepanelen worden afgeschakeld. Technisch en organisatorisch is het veel eenvoudiger een groot zonnepark af te schakelen dan vele individuele panelen voor hetzelfde resultaat.

Batterij. Een batterij verschilt van overige apparaten omdat het leveren van flexibiliteit de primaire toepassing is (uitgezonderd toepassing voor noodstroomvoorziening). Als een batterij wordt geïnstalleerd in de gebouwde omgeving is dit al voor een flextoepassing. Een investering in een batterij laat zich momenteel (in het algemeen) nog niet terugverdienen via flexibiliteitshandel.

Airconditioning. Door gebruik te maken van de warmteopslagcapaciteit van een gebouw of woning kan gevarieerd worden in het afgenomen vermogen van airconditioners. Deze hebben in de regel geen opslagcapaciteit en de regelruimte is beperkt.

Witgoed. Dit zijn typische apparaten als koelkasten, wasmachines en drogers die óf enige thermische opslagcapaciteit hebben óf niet tijdkritisch zijn. Het beschikbare vermogen per apparaat is echter klein en bij wasmachines en drogers vraagt het om een gedragsaanpassing bij de gebruiker.



Onderstaande tabel beschrijft kwalitatief de kansrijkheid per technologie, deze verschilt op basis van verschillende factoren:

- Hoeveel apparaten zijn er beschikbaar in welk tijdvak, wat is het beschikbare vermogen per apparaat en welk deel daarvan kan flexibel worden ingezet.
- Wat zijn de kosten om een apparaat beschikbaar en bestuurbaar te maken. Dit hangt samen met het vermogen per apparaat, een aansturing van een elektrische warmtepomp van 10 kW kost bij benadering hetzelfde als van een koelkast van 60 W maar het beschikbare vermogen is wel meer dan 100 keer zo hoog.
- Wat zijn de kosten om een apparaat flexibel in te zetten (marginale kosten). Voor een aantal apparaten zijn die nul omdat het alleen gaat om een verschuiving van de vraag in de tijd (bijvoorbeeld het uitgesteld verwarmen van water in een boiler). Voor batterijen zijn de marginale kosten de verliezen die optreden tijdens laden en ontladen. Bij zonnepanelen (zon-PV) zijn dit de gedeelde inkomsten van de verkoop van elektriciteit en van eventuele subsidies.
- Sommige apparaten zijn technologisch geschikter dan andere. Airconditioning en witgoed scoren hier laag vanwege de grote impact die aansturing heeft op de gebruiker.

	ZEER KANSRIJK		KANSRIJK (2025)		NIET KANSRIJK (2025)		
Weegfactoren	EV laadpunt	Warmtepomp	Boiler	Zon PV	Batterij	Airconditioning	Witgoed
Marktvolume 2025	+	0	+	++	-	0	-
Marktvolume 2030	++	+	+	++	+	0	0
Aandeel flexibele inzet	+	0	0	++	++	0	-
Kosten ontsluiting	++	++	0	0	++	0	-
Marginale inzetkosten	+	++	++	-	0	++	+
Technologisch geschikt	++	+	+	+	0	-	-
Inzetbaar op markten	++	0	+	-	++	+	0
BEOORDELING POTENTIEEL	++	+	+	0	0	0	-

Aansturing van flexibiliteit in de gebouwde omgeving

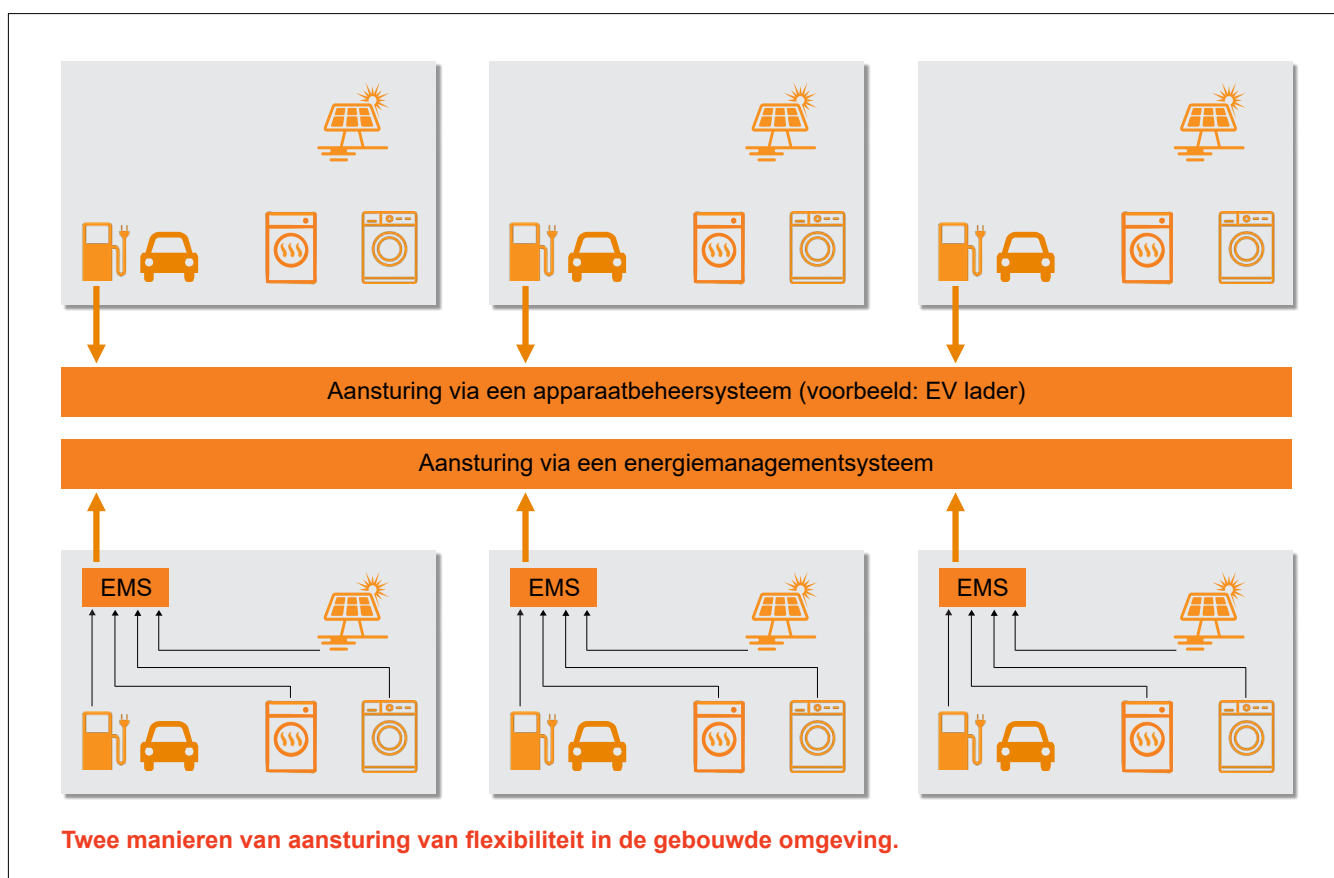
Een van de belangrijke voorwaarden voor het kunnen gebruiken van flexibel inzetbare apparaten in de gebouwde omgeving, met name op een elektriciteitsmarkt, is dat deze op afstand aanstuurbaar zijn en dat het effect van de inzet gemeten kan worden. Dit betekent bijvoorbeeld dat slimme-meterdata beschikbaar moet zijn, maar ook dat een ICT-systeem ingericht moet worden om apparaten gezamenlijk aan te sturen en aan te bieden op een elektriciteitsmarkt. In de regel wordt flexibiliteit in de gebouwde omgeving gebundeld aangeboden op een markt door een centrale partij.

Een kritische succesfactor voor het toepassen van deze flexibiliteit is dat er geen additionele investeringen nodig zijn om deze aansturing en het meten van het effect daarvan te realiseren. Deze investeringen worden in veel gevallen niet terugverdiend. Inzet van deze flexibiliteit is daarom alleen haalbaar als aansturing en monitoring al om andere redenen mogelijk zijn. In de praktijk zijn hier twee technische aansturingsmodellen voor:



Apparaatgebonden aansturing maakt gebruik van monitoring- en aansturingssystemen die gekoppeld zijn aan een bepaald apparaat en een bepaalde leverancier. Een leverancier van warmtepompen heeft bijvoorbeeld zijn warmtepompen uitgerust met een module waarmee hij de warmtepomp op afstand kan monitoren en kan aansturen. Hij kan dit systeem gebruiken om alle warmtepompen die zijn aangesloten gelijktijdig aan te sturen. Deze capaciteit kan hij, tegen een vergoeding richting de klant en met afspraken over behoud van comfort, aanbieden op de markt.

Voor elektrische voertuigen geldt eenzelfde model als voor warmtepompen. Laadpalen kunnen centraal aangestuurd worden door de betreffende laadpaalbeheerder (chargepoint operator). Opgemerkt moet worden dat ook de elektrische auto's zelf centraal aangestuurd kunnen worden, bijvoorbeeld via het systeem van de fabrikant van de auto. Dit vraagt om een goede afstemming met alle betrokken actoren. Als bijvoorbeeld zowel een laadpaalbeheerder als een automobiel-fabrikant proberen het laadproces van dezelfde auto aan te sturen, kan dit tot conflicterende stuursignalen leiden.



Bij gebouwgebonden aansturing zijn apparaten als laders voor elektrisch vervoer, airconditioning, warmtepompen en dergelijk in onderlinge samenhang aanstuurbaar via een energiemanagementsysteem. Dit kan een systeem voor een woning zijn (HEMS: home energy management system) of voor een kantoor- of utiliteitsgebouw (BEMS: building energy management system), meestal gecombineerd met slimme-meter data. Dit systeem heeft als primaire reden energiemanagement: inzicht in het energiegebruik met als uiteindelijke doel beheersing van de energiekosten en besparing op energie. Een aggregator kan deze flexibiliteit per gebouw contracteren of via een vastgoedbeheerder met een portfolio aan aanstuurbare gebouwen.

KANSRIJKE VERDIENMODELLEN

Kansrijk toepasbare flexibiliteit uit de gebouwde omgeving kan op meerdere markten ingezet worden. Er zijn zes kritische succesfactoren geïdentificeerd voor kansrijke verdienmodellen. Deze verdienmodellen richten zich met name op warmte (warmtepompen, elektrische boilers) en elektrisch vervoer.



Kritische succesfactoren

De toepassing van flexibiliteit is, vooral in de gebouwde omgeving, nog beperkt. Ondanks de vele initiatieven, experimenten en pilots is grootschalige toepassing nog niet van de grond gekomen. De belangrijkste redenen benoemd in interviews met marktpartijen en experts zijn:

- 1 De opbrengsten van een flexibiliteittoepassing zijn te klein om een investering te verantwoorden in het stuurbaar maken van apparaten. Alleen proposities die gebruik maken van een bestaande interface, op het apparaat zelf of via een energie-managementsysteem, zijn kansrijk.
- 2 Afgezien van enkele nichetoepassingen, is een toepassing pas haalbaar vanaf een (middel-)grote schaal.
- 3 De marktvraag naar flexibiliteit is wisselend en onzeker. Balanceren is bijvoorbeeld nu interessant, maar heeft een kleine omvang. Zodra er meerdere partijen instappen zal het prijsniveau dalen en verdampt de winst. De markten van nu zijn niet automatisch ook de verdienmodellen van de toekomst.

Dit wil niet zeggen dat deze schaalbare verdienmodellen er nooit komen. De energietransitie is pas bij het begin en elektrificatie van bijvoorbeeld de warmtevraag en van transport zal verdere, grote veranderingen in het energiesysteem teweegbrengen. Echter, er dient wel realistisch gekeken te worden naar de haalbaarheid van de vele toepassingsgebieden die onderzocht zijn en worden. De uitgebreide ervaring die opgebouwd is, alsmede de huidige beleidskeuzes ten aanzien van verduurzaming en decarbonisatie, geven voldoende basis om uit de vele initiatieven de meest kansrijke toepassingen te identificeren, welke door marktpartijen doorontwikkeld kunnen worden naar succesvolle verdienmodellen.

Stapelen en schuiven van toepassingen

Flexibiliteit kan op verschillende manieren en in verschillende markten worden toegepast. Als toepassingen elkaar niet in de weg zitten, kunnen deze gestapeld worden ("value stacking"). Met hetzelfde apparaat kan dan meer waarde gegenereerd worden. Dit vraagt enkel een (kleine) additionele investering in technische en administratieve ICT-systemen. Een verdienmodel kan daarom bestaan uit meerdere toepassingen.

Daarnaast moet rekening worden gehouden met veranderingen in toepassingsgebieden. Markten en regelgeving kunnen veranderen en daarmee kunnen toepassingen meer en minder aantrekkelijk worden. Bij een robuuste ontsluiting van flexibiliteit kan eenvoudig geschoven worden tussen toepassingen.

Vanuit literatuurstudie en interviews zijn zes kritische succesfactoren voor toepassing van flexibiliteit in de gebouwde omgeving geïdentificeerd:

1

Het beschikbaar maken van flexibiliteit in de gebouwde omgeving is alleen haalbaar als “add-on” op een bestaande dienst. Specifieke investeringen, enkel om flexibiliteit beschikbaar en aanstuurbaar te maken, kunnen financieel niet uit. Dit komt mede vanwege de kosten van een monteur die ter plekke apparatuur moet installeren. Daarnaast is de terugverdiendtijd onzeker. Een klant zal zich niet voor vele jaren vastleggen. In analogie met contracten voor internet en energie lijkt maandelijkse en jaarlijkse opzegbaarheid de norm, al is wel een opzegvergoeding verschuldigd als wordt opgezegd binnen de looptijd van een contract.

2

Het beschikbaar maken van flexibiliteit vraagt om een ketenbenadering en samenwerking tussen partijen met specifieke expertises. Bijvoorbeeld het handelen op een flexibiliteitsmarkt vraagt specifieke expertise. Soms is vanuit regelgeving een erkenning nodig om een bepaalde rol te kunnen spelen. Wanneer er echter te veel partijen in de keten zitten, kan het moeilijk worden om een financieel haalbaar verdienmodel te realiseren vanwege administratieve lasten en verdeling van de marge. Het moet immers voor iedere partij aantrekkelijk zijn om mee te doen.

3

Maak een robuust verdienmodel dat bestendig is tegen de veranderende vraag naar flexibiliteit. Markten voor flexibiliteit kunnen in de loop van de tijd minder of juist meer aantrekkelijk worden. Een verdienmodel is robuust als het haalbaar en levensvatbaar is onder toekomstveranderingen. Dit kan bijvoorbeeld door een ontsluiting waarmee flexibiliteit voor meerdere toepassingen gebruikt kan worden zonder meerkosten.

4

Ontzorg de klant. Klanten die flexibiliteit beschikbaar stellen in de gebouwde omgeving willen in de regel geen “gedoe”. Een flextoepassing moet werken zonder dat de klant daar (periodiek) aandacht aan moet besteden. Interactie van de klant via apps op de mobiele telefoon of een slimme display in de woning werkt in de regel maar tijdelijk, totdat de nieuwigheid ervan af is.

“ Voor een schaalbare propositie moet de klant ontzorgd worden.
*Harm Welleweerd
(iwell)* ”

5

Zoek naar schaalbare toepassingen. De investering in (centrale) ICT-systemen (technisch en administratief) om flexibiliteit naar de markt te brengen, hangt nauwelijks af van het aantal klanten. Bij een schaalbare toepassing kunnen eenvoudig nieuwe klanten worden toegevoegd aan het systeem zonder significante kosten. Daarnaast is het voor een schaalbare toepassing ook van belang dat voldoende van hetzelfde soort apparaten in de markt beschikbaar zijn om flexibel vermogen te kunnen leveren.

6

Zoek naar mogelijkheden om toepassingen te “stapelen”. Bijvoorbeeld flexibiliteit die wordt gebruikt om belastingpieken af te vlakken, wordt niet continue ingezet. De resterende tijd kan deze flexibiliteit voor andere doeleinden worden ingezet. Dit maakt de aansturing wel complexer.

Spelers in het veld

In de waardeketen voor het beschikbaar maken van flexibiliteit is een aantal spelers te onderscheiden, zoals onder andere beschreven door USEF. Om flexibiliteit in de gebouwde omgeving beschikbaar te maken, zijn bestaande partijen in de gebouwde omgeving betrokken, zoals de gebouweigenaar, bewoner, apparaatleverancier en energieleverancier. Voor het inzetten van flexibiliteit op de verschillende markten speelt voornamelijk de energieleverancier een belangrijke rol:

In Nederland is de **Balance Responsible Party (BRP)** of **programmamaverantwoordelijke (PV)** verantwoordelijk voor de balans tussen vraag en aanbod op het energienetwerk en wordt afgerekend op onbalans. In de huidige situatie is dit ook de partij die handelt op congestiemarkten, bijvoorbeeld via GOPACS. De energieleverancier neemt in de gebouwde omgeving over het algemeen deze rol. Voor het handelen op groothandelsmarkten en het gebruik maken van passief balanceren is de energieleverancier in de keten benodigd. TenneT houdt een lijst bij van gekwalificeerde partijen: "PV Register".

De landelijke netbeheerder TenneT beheert de markt rondom balanceringsdiensten. Op deze markt kan een zogenoemde **Balancing Service Provider (BSP)** flexibiliteit aanbieden. Deze rol is op dit moment voor een groot deel onderdeel van de energieleverancier. Voor een aantal diensten zijn ook derde partijen (m.n. **Aggregators**) die toegang tot deze markt verschaffen. Zo is er onder andere een pilot van TenneT om barrières weg te nemen voor derde partijen op de secundaire-reservemarkt (aFFR). TenneT houdt een lijst bij van gekwalificeerde partijen op de balanceringsdiensten: "Lijst van Erkende BSP's".

Voor het realiseren van impliciete waarde is niet direct de betrokkenheid van een **energieleverancier** benodigd. Deze markten richten zich op het energieverbruik achter de meter. Om te voldoen aan de succesfactor rondom het ontzorgen van de klant is het aanbevolen om in deze verdienlijn een partij te betrekken die zich richt op het realiseren van deze impliciete waarde. Hier kan een rol gespeeld worden door de energieleverancier of door een partij die zich richt op het leveren van energiediensten, een zogenaamde **Energy Service Company (ESCO)**.

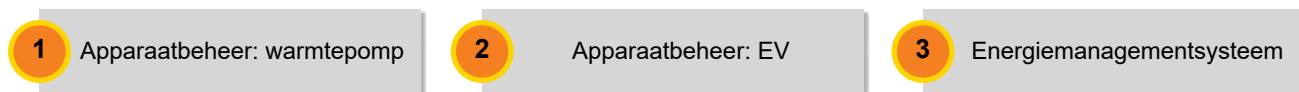
De energieleverancier speelt in het huidige systeem een belangrijke rol in het realiseren van de expliciete waarde van flexibiliteit op markten en kan een rol spelen bij het realiseren van impliciete waarde. Voor een verdienmodel dat voldoet aan de succesfactor van schaalbaarheid wordt een rol voor de energieleverancier voorzien. In het vervolg zullen we de rollen met betrekking tot het handelen op de elektriciteits- en congestiemarkten samen met de rol van energieleverancier scharen onder de noemer "handelaar".



Kansrijke verdienmodellen

Aan de hand van de kritische succesfactoren kan een aantal kansrijke verdienmodellen worden geïdentificeerd. Deze verdienmodellen zijn onder te verdelen naar technologie en manier van aansturing. Deze aansturing kan plaatsvinden door middel van een apparaatbeheersysteem of een energiemanagementsysteem. Uit de analyse van het aanbod naar flexibiliteit komen de warmtepomp en de EV-laadunit naar voren als meest kansrijke technologieën. In combinatie met een apparaatbeheersysteem leidt dit tot een kansrijk verdienmodel.

Verdienmodellen met aansturing via een energiemanagementsysteem (EMS) zijn naast de kansrijkheid van de technologie ook afhankelijk van het plaatsen van een EMS voor andere doeleinden dan flexibiliteit. Op de korte termijn zal dit verdienmodel minder vaak voorkomen. Dit verdienmodel kan echter op meer markten worden ingezet dan het verdienmodel rondom apparaatbeheer en kan ook meerdere apparaten tegelijk ontsluiten. Daarom wordt het EMS-model als kansrijk beschouwd voor de middellange tot lange termijn. Dit leidt tot de volgende kansrijke verdienmodellen:

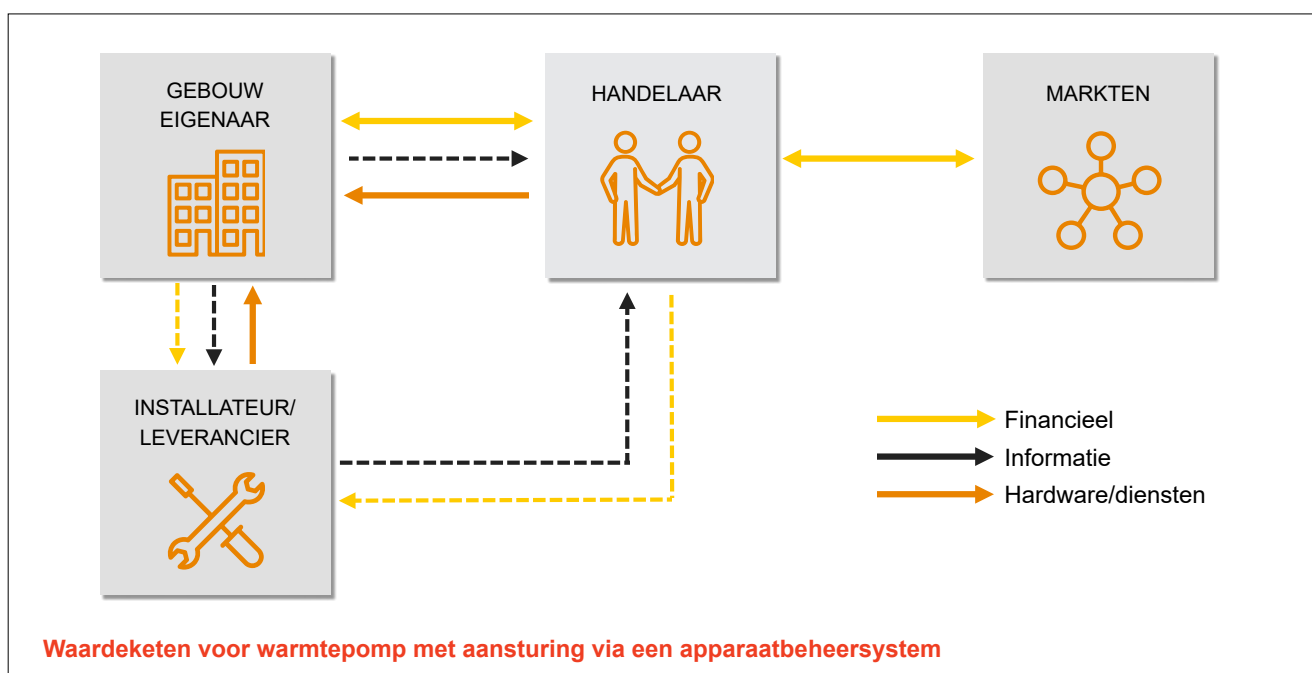


Apparaatbeheer

In dit model wordt de flexibiliteit ontsloten via een communicatiesysteem dat door de leverancier van het apparaat is aangebracht. Dit systeem is primair bedoeld voor andere dienstverlening dan flexibiliteitshandel, bijvoorbeeld beheer en onderhoud op afstand.

De handelaar in flexibiliteit moet kunnen communiceren met het apparaat en staat daarom ook in relatie met de apparaat-leverancier. De handelaar in flexibiliteit maakt afspraken met de leverancier over communicatie en aansturing. Aansturing van het apparaat wordt zo ingericht dat altijd aan de randvoorwaarden van de leverancier en consument wordt voldaan. De keten wordt in deze variant gevormd rondom de handelaar van flexibiliteit, door de huidige inrichting van het energiesysteem is deze keten dus afhankelijk van het betrekken van de energieleverancier.

Dit verdienmodel is voornamelijk gericht op het inzetten van flexibiliteit voor expliciete markten, zoals het leveren van balanceringsdiensten en optimalisatie op basis van groothandelsprijzen. De aanpak is met additionele ontsluiting van energiedata (o.a. van de slimme meter) geschikt voor het realiseren van impliciete waarde. Hiervoor is het EMS-model beter geschikt: je kunt optimaliseren over meerdere apparaten in huis.



Warmtepomp

Bij het verdienmodel voor een warmtepomp via apparaatbeheer wordt de warmtepomp in het gebouw aangestuurd om flexibiliteit beschikbaar te maken. De verwachting is dat steeds meer warmtepompen toegepast gaan worden voor de verwarming van huizen en kantoren. De primaire focus van de warmtepomp is om warmte en comfort te leveren, daarnaast kan het voor een installateur waarde opleveren om een warmtepomp te laten communiceren om het onderhoud slim aan te kunnen pakken en storingen vroegtijdig te detecteren. Flexibiliteit kan hierbij als additionele dienst worden aangeboden.

In deze propositie is het essentieel om het comfort van de klant mee te nemen. In tegenstelling tot bijvoorbeeld slim laden is een verandering in de temperatuur direct merkbaar voor de klant. Daarnaast kan ook de perceptie van de klant over comfort veranderen doordat de controle uit handen wordt gegeven. Daardoor is ook de hoeveelheid flexibiliteit die ingezet kan worden niet alleen afhankelijk van de techniek, maar ook van de klant. Belangrijk om mee te nemen in deze propositie is om de waarde inzichtelijk te maken voor de klant, bijvoorbeeld met een korting op de warmtepomp of een korting op de jaarlijkse energierekening. De daadwerkelijke sturing en afrekening is voor de consument vaak te complex.

“ De flexibiliteitspropositie is complex om uit te leggen aan de klant, korting op de laadpaal is duidelijk.

Fardau van der Galien
(Vandebon)

”

Elektrisch vervoer

De elektrische auto kan tijdens het opladen worden gebruikt om flexibiliteit te leveren. Bij het verdienmodel voor EV via apparaatbeheer wordt de elektrische auto aangestuurd via de laadpaal bij het gebouw, woning of kantoor. Dit verdienmodel is schaalbaar met de verwachte toename van elektrisch vervoer. De investering om de laadpaal en EV aan te kunnen sturen kan worden gecombineerd met diensten rondom slim onderhoud.

Om de klant te ontzorgen is het belangrijk dat de klant in controle blijft van het opladen van de auto. Bestaande marktconcepten doen dit door in de app van de laaddienst aan te laten geven wanneer het voertuig opgeladen moet zijn en hoeveel direct geladen dient te worden. Daarnaast is het belangrijk om de waarde van de propositie inzichtelijk te maken voor de klant. Dit wordt op verschillende manieren aangepakt, bijvoorbeeld met een korting op de laadpaal, het aanbieden van 100% groen laden of een korting op de jaarlijkse afrekening. Het is hierbij vooral van belang dat de klant helder en gemakkelijk ziet welk voordeel behaald wordt.



Slim laden wordt nu al aangeboden op de markt

Elektrische voertuigen aansturen via de laadpaal en hun flexibiliteit beschikbaar maken op de aFFR markt gebeurt op dit moment bijvoorbeeld door het slim-laden concept van energieleverancier Vandebon. De klant krijgt een deel van de winst en/of een korting op de laadpaal.

Via een app kan de klant de wensen rondom laden aangeven, binnen deze wensen wordt er op de markt gehandeld. Voor het mogelijk maken van deze propositie is een investering in software nodig aan de kant van de energieleverancier. Door schaalgrootte kan de investering in software terugverdiend worden.

Energiemanagement

Bij het verdienmodel voor het energiemanagementsysteem is er sprake van een bestaande energiemanagementpropositie. Deze proposities zijn er over het algemeen op gericht om de energieprestatie van een gebouw te verbeteren en daardoor kosten te besparen. Om een bestaande energiemanagementpropositie in te zetten voor flexibiliteit is het een randvoorwaarde dat apparaten in het gebouw kunnen worden aangestuurd via de EMS of een gebouwbeheersysteem. Door deze aansturing beschikbaar te maken voor het leveren van flexibiliteit kan er additionele waarde gerealiseerd worden. Hierbij kunnen eventueel ook technologieën worden opgenomen die in dit rapport als minder kansrijk worden beschouwd, zoals airconditioning.

Bestaand model EMS

ABB levert een energiemanagement-systeem (EMS), zowel op de zakelijke als de consumentenmarkt. Het EMS wordt gekoppeld aan het bestaande gebouwbeheersysteem. Hierdoor kunnen bijvoorbeeld warmtepompen, ventilatie en laadunits aangestuurd worden.

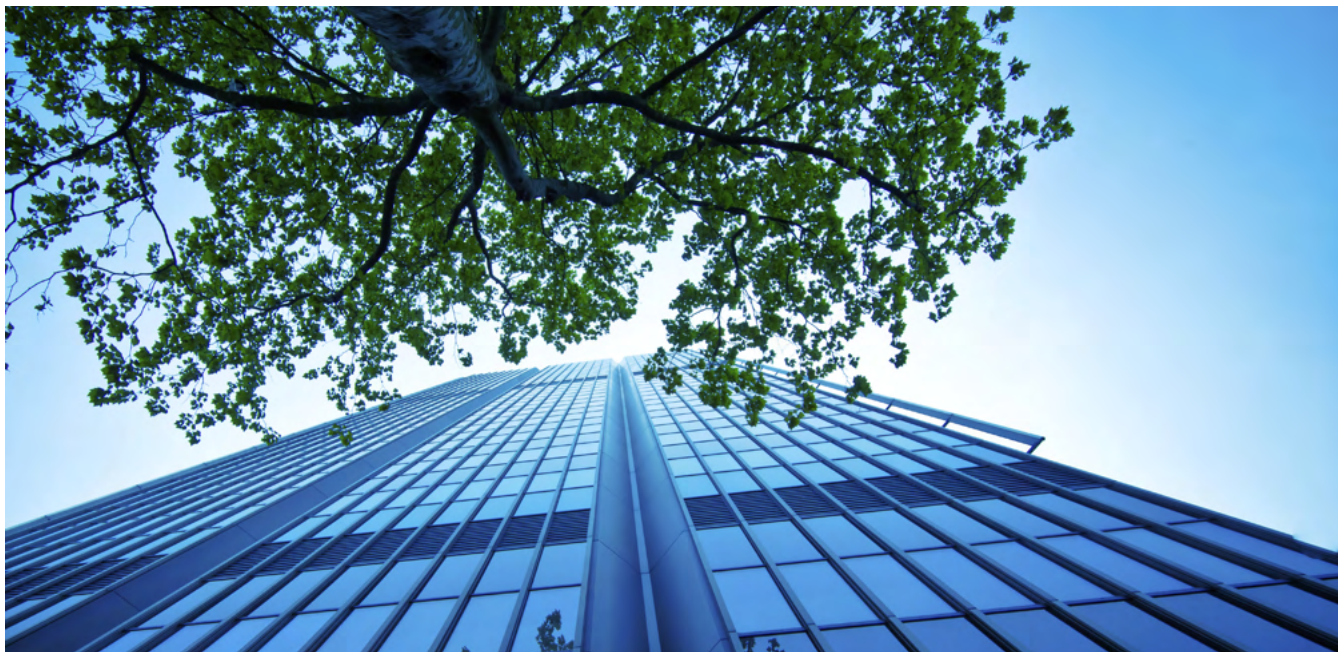
De voornaamste verdienlijn is op dit moment gericht op het optimaliseren van de aansluitcapaciteit en energiemanagement. Energiemanagement en assetbeheer zijn in dit model belangrijker dan het leveren van flexibiliteit.

De meerwaarde van het energiemanagementsysteem is voornamelijk te vinden in energie-optimalisatie en energiebesparing. De klant kan een EMS in eigen beheer houden of dit door een Energy Service Company (ESCO) laten doen. Het centraal beheren van energiemanagementsystemen draagt bij aan het realiseren van een schaalbare propositie rondom flexibiliteit waarbij de klant ontzorgd wordt. Om aan de succesfactoren te voldoen wordt het EMS-verdienmodel kansrijk gezien als deze centrale rol kan worden ingevuld door een ESCo die al bij de klant aanwezig is (dergelijke systemen kunnen ook zonder verdere dienstverlening ingezet worden).

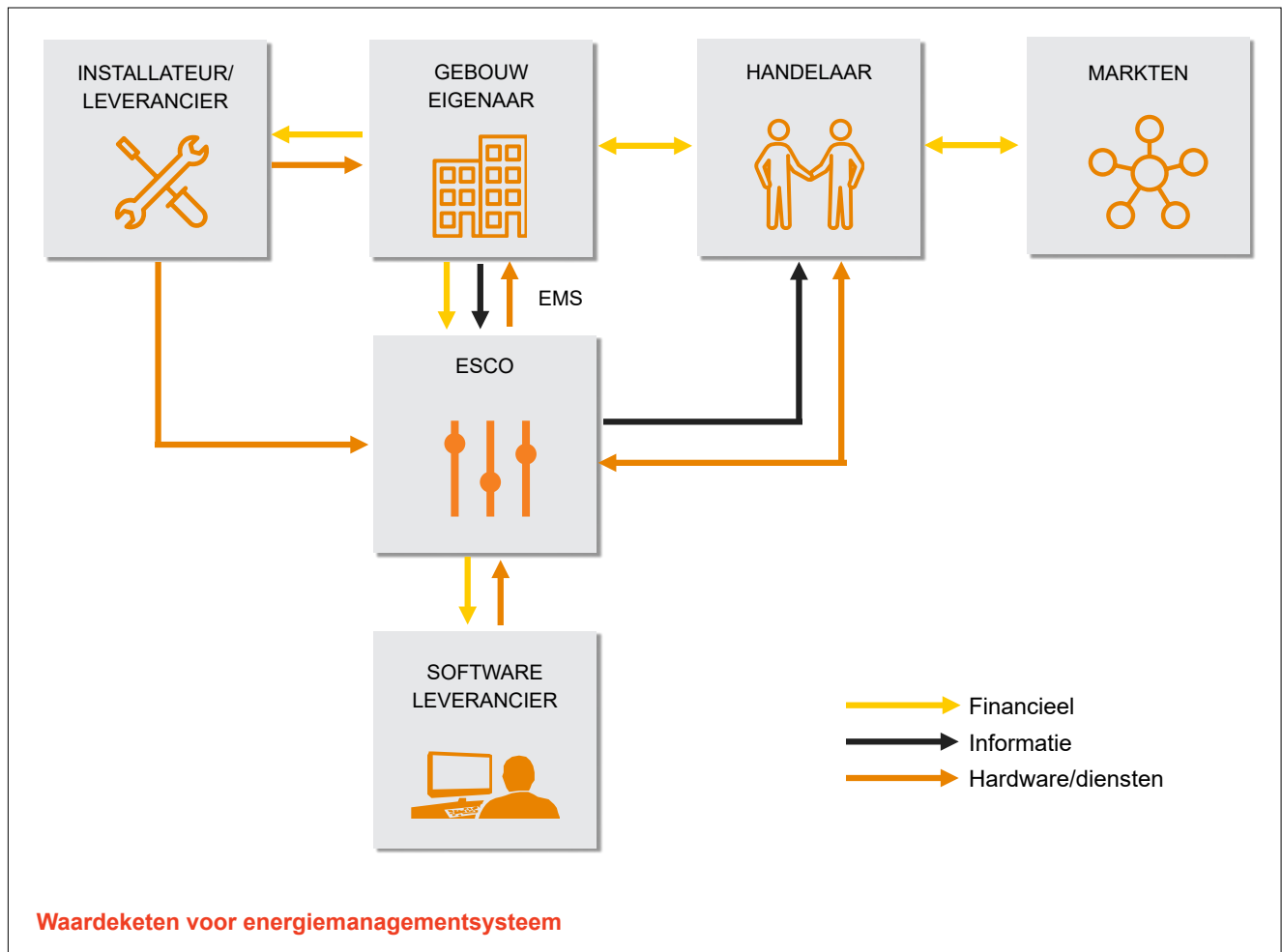
De keten voor het verdienmodel rondom gebouwsuring met een EMS is in potentie complexer dan bij directe aansturing van apparaten. In dit model worden meerdere apparaten in het gebouw tegelijk aangestuurd door een EMS. Dit betekent dat de apparaten, afkomstig van verschillende leveranciers, ook allen moeten kunnen communiceren met dit systeem.

Dit kan worden opgelost door deze apparaten volgens dezelfde protocollen te laten communiceren. Deze keten is langer dan de eerder beschouwde ketens voor apparaatsturing. Dit betekent dat de opbrengsten verdeeld zullen worden over meer partijen en er dus een grotere schaal van flexibel vermogen nodig is voor een haalbaar businessmodel. De complexiteit kan verlaagd worden als de rol van ESCo wordt ingenomen door de energieleverancier.

De ESCo constructie is erop gericht om de impact voor de klant zo laag mogelijk te maken en te zorgen voor één aanspreekpunt. Voor het ontzorgen van de klant is het van belang om de aansturing zonder additionele impact bovenop het bestaande energiemanagement te realiseren.



Het aansturen van een gebouw als geheel levert een goede basis voor het ontsluiten van de impliciete waarde, hier hoeven weinig additionele werkzaamheden voor te worden verricht. Met pooling van de verschillende gebouwen kan hiermee ook op landelijke markten ingezet worden. Dit concept is zeer goed flexibel in te zetten op de verschillende markten en is daarom ook robuust richting de toekomst. Het ontsluiten van de impliciete waarde kan door de ESCo zelf worden gedaan. Voor het handelen op de landelijke markten zijn de eerdergenoemde energieleverancier of Balancing Service Provider benodigd.



KANSEN EN ONTWIKKELINGEN

Op dit moment is er al een aantal commerciële nichetoepassingen van flexibiliteit. De kansrijke toepassingen van nu zijn echter niet automatisch de kansrijke toepassingen van de toekomst.

Huidige kansen

Het toepassen van flexibiliteit uit de gebouwde omgeving heeft op dit moment nog geen grote vlucht genomen. Er zijn al enkele commerciële toepassingen rondom balanceringsmarkten en diverse specifieke nichetoepassingen. Een voorbeeld is het toepassen van batterijen om het piekverbruik te beperken en een sprong in het transporttarief te voorkomen, zoals door iwell. De batterij en het softwareplatform worden aangeboden voor optimalisatie achter de meter, zoals het verlagen van aansluitkosten en het verhogen van zelfconsumptie. De belangrijkste toegevoegde waarde zit in het verlagen van pieken in opwek en verbruik. Een pool van deze klanten kunnen daarna gezamenlijk ingezet worden op landelijke balanceringsmarkten. Deze toepassing is voornamelijk haalbaar op de vastgoedmarkt, bij appartementencomplexen en kantoorgebouwen door de hogere aansluittarieven die voor deze grotere aansluitingen gelden. Hier is toepassing van een batterij in bepaalde niches rendabel.

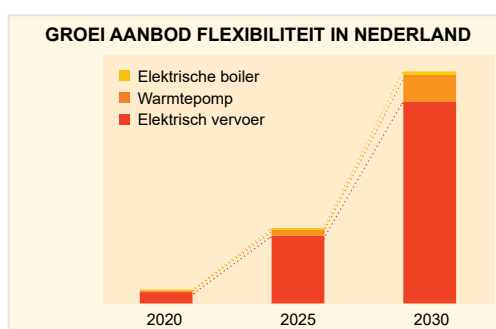
De meeste toepassingen laten nog op zich wachten. Er is bijvoorbeeld nog niet voldoende volume aan aanstuurbaar vermogen, er is nog te weinig ervaring bij partijen met samenwerking in de keten (bijvoorbeeld rondom standaardisatie van warmtepompen), sommige markten zijn nog in ontwikkeling (bijvoorbeeld de congestiemarkt) en nieuwe tariefsystemen (bijvoorbeeld dynamische prijzen en dynamische capaciteitstarieven) zijn nog te onzeker. Als meest kansrijk op dit moment wordt gezien de onbalansmarkten in combinatie met aansturing van elektrisch vervoer of warmtepompen.

Kansen richting 2030

De kansrijke markten van nu zijn niet de kansrijke markten van de toekomst. De behoefte aan flexibiliteit neemt toe en daarmee ook het volume van markten die expliciete waarde vertegenwoordigen. De aantrekkelijkheid van een markt is echter de combinatie van volume en prijs. De verwachting is dat met name op de onbalansmarkt veel meer flexibel vermogen in de vorm van aansturing van elektrisch vervoer zal worden aangeboden. Dit zal de prijs drukken. Gemiddeld daalt de prijs op onbalansmarkten de afgelopen jaren geleidelijk. De verwachting is dat deze trend zich doorzet en dat op de middellange termijn de aantrekkelijkheid van de onbalansmarkten afneemt.

De ontwikkeling van congestiemarkten is onzeker. Er is een behoefte, maar de organisatorische en regulatorische ontwikkeling van deze markten is nog onzeker. Op dit moment wordt hier nog geen grootschalig gebruik van gemaakt. De groothandelsmarkt is een interessante markt voor de toekomst. Het volume is hoog, maar de huidige prijsvolatiliteit is nog laag. De verwachting is dat zowel de volatiliteit van de prijzen als het volume gaan toenemen. Beide zijn gunstig voor de businesscase van flexibiliteit. Als deze volatiliteit zich vertaalt in meer dynamische prijzen voor de consument, wordt ook optimalisatie achter de meter interessanter. Een aanpassing van de huidige, statische capaciteitstarieven, het afbouwen van de salderingsregeling en de afschaffing van dubbele energiebelasting voor elektriciteitsopslag bieden hier aanvullende perspectieven. De kritische succesfactoren, genoemd aan het begin van dit rapport, blijven echter onverkort van kracht.

Kansen voor flexibiliteit	2020-2025	2025-2030
Groothandelsmarkten		
Onbalansmarkten		
Congestiemarkten		
Optimalisatie achter de meter		



Inschatting van de ontwikkeling van kansen voor en het aanbod van flexibiliteit.

De kans is een combinatie van de verwachte volume- en prijsontwikkeling.

Deze ontwikkelingen zijn schematisch weergegeven in bovenstaand diagram. Een belangrijke driver is de beschikbaarheid van flexibel vermogen in de gebouwde omgeving, met EV laden als belangrijkste component. Aan de marktzijde zien we dat de onbalansmarkt minder lucratief wordt, terwijl groothandelsmarkten, optimalisatie achter de meter (op middellange termijn) en mogelijk congestiemarkten (op lange termijn) steeds interessanter worden.

BIJLAGE 1 - LITERATUUR

Kansen voor flexibiliteit

'In-home Energy Flexibility Protocols'

https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/Urban%20energy/publicaties/2020-06-30_In-Home%20Energy%20Flexibility%20Protocols.pdf

De vraag naar flexibiliteit

De noodzaak voor flexibiliteit in het energiesysteem

De aggregator:

https://www.usef.energy/app/uploads/2018/11/USEF-White-paper-Flexibility-Value-Chain-2018-version-1.0_Oct18.pdf

Impliciete en expliciete flexibiliteit:

<https://www.topsectorenergie.nl/tki-urban-energy/kennisdossiers/waarde-van-flexibiliteit>

https://www.usef.energy/app/uploads/2018/11/USEF-White-paper-Flexibility-Value-Chain-2018-version-1.0_Oct18.pdf

Afbouw salderingsregeling:

<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2020/03/30/kamerbrief-over-afbouw-salderingsregeling>

De waarde van expliciete flexibiliteit

Flexibiliteitscapaciteit op de day-ahead markt:

https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/Company/Publications/Technical_Publications/Dutch/20200117_TenneT_Flexibility_Monitor.pdf (pagina 23)

Volume intradaymarkt:

<https://www.epexspot.com/sites/default/files/sites/catalogue/catalogue/#page/24-25>

Balanceringsdiensten: volumes, eisen en vergoedingstypes:

<https://www.tennet.eu/electricity-market/ancillary-services/>

<https://files.pressmailings.com/bb/20270e9ca24096b7106493e37c8f28/TenneT-Annual-Market-Update-2019---Final.pdf>

Onbalanssystematiek (onbalansprijs, passief regelen):

Onbalansprijsystematiek.pdf (tennet.eu)

Markt en Flexibiliteit (uu.nl)

Flexibiliteitmarktontwikkeling gebaseerd op USEF:

<https://www.liander.nl/partners/energietransitie/dynamo-flexmarktontwikkeling/project>

Volumes en prijzen congestiemanagement via GOPACS:

<https://files.pressmailings.com/bb/20270e9ca24096b7106493e37c8f28/TenneT-Annual-Market-Update-2019---Final.pdf>, pagina 54

De marktwaarde van flexibiliteit

Day-ahead prijsvolatiliteit:

<https://files.pressmailings.com/bb/20270e9ca24096b7106493e37c8f28/TenneT-Annual-Market-Update-2019---Final.pdf>,
getallen afgelezen van figuur pagina 10.

Prijsverschil intraday en day-ahead:

<https://files.pressmailings.com/bb/20270e9ca24096b7106493e37c8f28/TenneT-Annual-Market-Update-2019---Final.pdf>,
getallen afgelezen van figuur pagina 12.

Gemiddelde beschikbaarheidsprijzen/capaciteitsprijzen:

Entso-e transparency plaform

Inkomsten bij verschillende strategieën:

De inkomsten voor alle strategieën zijn berekend op basis van combinaties van gemiddelde, maximale of minimale prijzen per dag voor day-ahead prijzen (bron: Entso-e transparency plaform geraadpleegd via de python package entsoe-py) en verrekenprijzen voor aFRR (bron: https://www.tennet.org/bedrijfsvoering/Systeemgegevens_afhandeling/verrekenprijzen/index.aspx) in 2019. Let op dat het bij onbalansprijzen om kwartierprijzen gaat en dus de hoogste dagprijs slechts 1 kwartier per dag duurt.

Marktontwikkelingen

Groei intradaymarkt:

<https://www.epexspot.com/en/news/new-trading-record-epex-spot-2019>

Figuur vraag naar flexibiliteit:

https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/Company/Publications/Technical_Publications/Dutch/FlexibilityRoadmapNL.pdf

De impliciete waarde van flexibiliteit

Variabele energietarieven:

<https://www.easyenergy.com/nl/energietarieven>

<https://www.energyzero.nl/energiecontract/stroom-en-gas/flextarieven>

Aansluittarieven:

<https://www.liander.nl/mkb/aansluitingen/tarieven2020/?ref=20995>

https://www.liander.nl/sites/default/files/Tarieven_voor_aansluiting_en_transport_elektriciteit_huish_en_zak_kleinverbruik_per_1-1-2020_V1_3.pdf

Afbouw salderingsregeling:

<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2020/03/30/kamerbrief-over-afbouw-salderingsregeling>

Flexibele nettarieven:

<https://www.acm.nl/sites/default/files/documents/2019-11/d-cision-ecorys-flexibilisering-nettarieven-23-mei-2019.pdf>

Netwerktarief Bandbreedtemodel:

<https://www.dnvgl.com/publications/effective-and-cost-reflective-distribution-tariffs-162913>



Arthur van Schendelstraat 550
3511 MH Utrecht

Telefoonnummer: 030 - 7470027
Email: info@tki-urbanenergy.nl

VOLG ONS!



@TKIUrbanEnergy

