



DE EINDGEBRUIKER CENTRAAL IN DE ENERGIETRANSITIE

**Ronnie Belmans
Pieter Vingerhoets
Ivo Van Vaerenbergh (e.a.)**



Koninklijke Vlaamse Academie van België
voor Wetenschappen en Kunsten, 2016
Standpunten 44

De eindgebruiker centraal in de energietransitie



KVAB Press

Uitgaven
van
de Koninklijke
Vlaamse Academie
van België
voor
Wetenschappen
en Kunsten

Standpunten nr. 44



KVAB Press

Hertogsstraat 1
1000 Brussel
Tel. 02 550 23 23
Fax 02 550 23 25
www.kvab.be
info@kvab.be



De eindgebruiker centraal in de energietransitie

Ronnie Belmans
Jeroen Büscher
Cedric de Jonghe
Peter de Pauw
Philippe de Raedemaeker
Chris Develder
Stefan Grosjean
Erik Hendrix
Joris Lemmens
Geert Palmers
Matthias Strobbe
Ivo Van Vaerenbergh
Pieter Vingerhoets

Gedeeltelijke reproductie is toegelaten mits uitdrukkelijke bronvermelding.

Partial reproduction is permitted provided the source is mentioned.

Aanbevolen citeerwijze: Ronnie Belmans, Pieter Vingerhoets, Ivo Van Vaerenbergh (e.a.), *De eindgebruiker centraal in de energietransitie*, KVAB Standpunt 44, 2016.

© Copyright 2016 KVAB
D/2016/0455/10
ISBN 978 90 6569 166 8

Foto en ontwerp cover: Anne-Mie Van Kerckhoven

DE EINDGEBRUIKER CENTRAAL IN DE ENERGIETRANSITIE

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord	2
Samenvatting	5
Executive summary	7
1 Uitdagingen voor de energietransitie	9
2 Opportuniteiten voor de energietransitie.	12
2.1 Nieuwe elementen in het energielandschap	12
2.2 Nieuwe communicatiemogelijkheden: Internet of Things	13
3 Scenarioanalyses: de eindgebruiker centraal.	17
3.1 Een residentiële gebruiker	17
3.1.1 Opkomende technologieën	17
3.1.2 De eindgebruiker in de energietransitie	18
3.2 Een appartementsgebouw	22
3.2.1 Opkomende technologieën	22
3.2.2 De eindgebruiker in de energietransitie	22
3.3 Een woonwijk	23
3.3.1 Opkomende technologieën	23
3.3.2 De eindgebruiker in de energietransitie	24
3.4 Een KMO-zone	25
4 Conclusies en aanbevelingen voor het regelgevende kader.	26
Bibliografie	28
Samenstelling van de Werkgroep.	30

Voorwoord

Reeks Standpunten

De reeks Standpunten van de Academie is een bijdrage tot een wetenschappelijk onderbouwd debat over actuele maatschappelijke en artistieke thema's. De auteurs, leden en werkgroepen van de Academie schrijven in eigen naam, onafhankelijk en met volledige intellectuele vrijheid. De goedkeuring voor publicatie door een of meerdere Klassen van de Academie waarborgt de kwaliteit van de publicatie. Dit Standpunt werd goedgekeurd voor publicatie door de Klasse van de Technische Wetenschappen op 16 december 2016.

Context en doel van dit Standpunt

De energiesector is in volle evolutie. De veranderingen die de jaren tachtig van de vorige eeuw mede kleurden, na de twee petroleumcrisisen van de jaren zeventig, bleven beperkt in vergelijking met de huidige transitie naar een koolstofarme maatschappij. Meer en meer intermitterende en vaak lokale productie-eenheden, zoals zonne- en windenergie, worden op het elektriciteitsnet aangesloten. Hierdoor komen de traditionele verdienmodellen van energiebedrijven op de helling te staan. Nieuwe spelers en technologieën vinden in een recordtempo hun weg naar de (energie)markt. Ook de positie en de rol van de eindgebruiker zijn in volle verandering. Van passieve betaler van de energierekening wordt hij het centrum van het gebeuren: hij kan meer keuzes maken die zijn energiefactuur beïnvloeden en hem toelaten meer duurzame energie te gebruiken. Ook kan hij gebruik maken van nieuwe diensten op de markt. Niet alleen kan de eindgebruiker zijn energieleverancier kiezen, hij kan ook beslissen om zelf energie te produceren, als zogenaamde prosumant. Zijn technologiekeuzes hebben een impact op het systeem: warmtepompen, elektrische voertuigen en batterijen zijn bijvoorbeeld technologieën die niet alleen de rekening van de eindgebruiker, maar ook de duurzaamheid en zo de maatschappij als geheel ten goede komen. Een opvallende evolutie is de ongekende ontwikkeling van connectiviteit tussen mensen en apparaten via het internet, wat zowel financieel als qua comfort een meerwaarde biedt voor de eindgebruiker. Maar evident is dit niet: in een continu veranderend energielandschap zijn de kosten en het gebruik van deze technologieën sterk verweven met de regelgeving, die vaak achterloopt op de technologie en daardoor de implementatie afremt.

Dit document belicht de centrale rol van de consument in de evoluties die zich in de komende tien tot vijftien jaar in de energiesector zullen afspelen. De focus ligt op de kleine eindgebruiker en hoe hij een wisselwerking aangaat met de spelers in het systeem. Belangrijke vaststellingen worden aangegeven, waarmee rekening moet worden gehouden om te komen tot een regelgevend kader dat de economische en ecologische opbrengsten van de energietransitie niet in de weg

staat, maar dat de vrijheid laat om nieuwe diensten te ontwikkelen die zorgen voor meer duurzaamheid en comfort voor de eindgebruiker.

De auteurs

Dit initiatief is een samenwerking van de KVAB-Reflectiegroep Energie, EnergyVille en een geselecteerde groep industriëlen en academici. De KVAB-Reflectiegroep Energie, opgericht binnen de Koninklijke Vlaamse Academie van België voor Kunsten en Wetenschappen, groepeerd alle initiatieven rond het thema Energie, zoals het opstellen van Standpunten en het organiseren van Denkerprogramma's.¹ De groep werkt aan een energiepodium dat debatten, voordrachten, studiedagen en conferenties organiseert en waar internationaal gerenommeerde experts uitgenodigd worden. EnergyVille is het onderzoeksinstituut dat de kennis van de KU Leuven, Vito, Imec en UHasselt op het gebied van energie verenigt.²

Dit document brengt belangrijke technologische en organisatorische evoluties in de energiesector in kaart en bespreekt concrete scenario's met aanbevelingen voor de politiek en het regelgevende kader om de energietransitie zo efficiënt mogelijk te laten verlopen. De eindgebruiker is daarbij de centrale figuur: hij stelt de vragen en eisen. Het energiesysteem met al zijn stakeholders zorgt ervoor dat hieraan voldaan wordt op een betaalbare, betrouwbare en duurzame wijze.

Tijdshorizon en timing

Het document heeft als tijdshorizon 2030. De focus ligt op lokaal geproduceerde energievectoren, met in de hoofdrol elektriciteit. De lezer vindt in dit document geen grote systeemanalyses over bevoorradingszekerheid, internationale brandstofprijzen of de optimale technologiemix. De nadruk ligt op het alledaagse leven van de kleine eindgebruikers (particulieren, kantoren en nutsgebouwen, kleine en middelgrote ondernemingen) en hoe zij in 2030 zullen interageren met netbeheerders, leveranciers, telecombedrijven of andere spelers die energiediensten leveren voor een verhoogd comfort, een productieve kantooromgeving, duurzaam transport...

Aan het slot formuleren we concrete politieke en regelgevende adviezen. Belangrijk is dat we hierbij niet van de hedendaagse situatie vertrekken, maar vooruitkijken. We bouwen integendeel een visie op over het energiesysteem in 2030 en blikken vervolgens terug om een licht te werpen op de stappen die nodig zijn om tot de nieuwe situatie te komen.

¹ KVAB. [Online]. Available: <http://www.kvab.be/>.

² Energyville. [Online]. Available: www.energyville.be.

De timing van dit initiatief is ingegeven door grote ontwikkelingen op verschillende niveaus. Mondiaal is er het klimaatakkoord van Parijs, dat op wereldvlak de ambitie formuleert om de temperatuursverhoging door de uitstoot van broeikasgassen binnen de 2°C te houden.^{3,4} Dit heeft een grote impact op de politieke besluitvorming op verschillende niveaus: zowel in Vlaanderen, België als Europa staat men voor belangrijke beslissingen op het gebied van regelgeving en beleid, die een diepgaande impact zullen hebben op het energiesysteem van de toekomst. Enkele trajecten zijn onder andere het Vlaamse Klimaatplan 2030, het Stroomversnelling-initiatief van de Vlaamse regering, het federale energiepact en de nieuwe aanbevelingen en wetsvoorstellen rond de hernieuwbare energie en de opzet van de energiemarkt van de Europese Commissie (*winter package*). Op Europees niveau is dit samengebracht in de Energy Union, onder impuls van Maroš Šefčovič, vicevoorzitter van de Europese Commissie.⁵ Op gemeentelijk niveau is het Convenant of Mayors relevant, een initiatief van Europese steden om hun broeikasuitstoot te verminderen.⁶

Voor dit document namen we de regio Vlaanderen als uitgangspunt, waarbij Vlaanderen modelstaat voor een typisch verstedelijkte regio in Europa.

³ UNFCCC United Nations Framework Convention on Climate Change, "Paris Agreement," https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_english_.pdf, 2015.

⁴ The European Commission, "The Paris Protocol – A blueprint for tackling global climate change beyond 2020," https://ec.europa.eu/clima/policies/international/paris_protocol/docs/com_2015_81_en.pdf, 2015.

⁵ The European Commission communication, "The Winter package, proposals on clean Energy for all Europeans," https://ec.europa.eu/priorities/priorities/energy-union-and-climate/proposals-clean-energy-all-europeans_en, 2016.

⁶ The European Commission, "Two years on Energy Union," https://ec.europa.eu/priorities/sites/beta-political/files/2-years-on-energy-union_en_0.pdf, 2016.

Samenvatting

In het energiesysteem van de 20ste eeuw speelde de residentiële eindgebruiker een passieve rol. Grote centrales wekten elektriciteit op, vaak met fossiele brandstoffen, die werd verdeeld naar de eindgebruikers. Zij betaalden passief hun rekening.

Vandaag de dag bevindt dit decennia oude model zich in een snel ontwikkelende transitie. Door de drang naar een schonere elektriciteitsopwekking met minder broeikasgasuitstoot dient het aantal centrales op steenkool en andere fossiele brandstoffen drastisch te worden gereduceerd.

Ook het lokale aspect is belangrijk. Door de doorbraak van o.a. zonnepanelen als kosteneffectieve technologie wordt meer en meer elektriciteit lokaal opgewekt. Vanuit systeemperspectief is het belangrijk dat de eindgebruiker die lokaal opgewekte elektriciteit zo veel mogelijk consumeert. Dat is niet evident, aangezien hernieuwbare energiebronnen een intermitterend karakter hebben en dus niet op constante basis beschikbaar zijn.

Een andere belangrijke trend is de toenemende elektrificatie aan de consumptiezijde. Zo begint de elektrische wagen steeds meer de auto met verbrandingsmotor te vervangen als transportmiddel. Ook residentiële verwarming wordt meer en meer elektrisch door het gebruik van warmtepompen.

Een van de grootste uitdagingen waarmee het elektriciteitssysteem in de 21ste eeuw wordt geconfronteerd is de optimale afstemming van het toenemende elektrische verbruik op de variabele en lokale elektriciteitsproductie. Dit brengt ingrijpende aanpassingen met zich mee, aangezien het huidige regelgevende systeem nog erg gericht is op het 20ste-eeuwse model. Zo kennen eindgebruikers in België een dag/nachttarief, terwijl de werkelijke kosten van de geproduceerde energie tijdens een zonnige en winderige dag nog veel lager kunnen liggen dan tijdens de nacht. Ook netbeheerders en leveranciers zullen zich in toenemende mate genoodzaakt zien om hun traditionele verdienmodellen te wijzigen en maximaal in te spelen op de evolutie naar een koolstofarme en lokale elektriciteitsproductie. De technologische ontwikkelingen – niet alleen elektrotechnisch maar ook en vooral op gebied van communicatie (het zogenaamde 'Internet of Things') – zullen hierin een belangrijke rol spelen.

In het elektriciteitssysteem van de 21ste eeuw krijgt de eindgebruiker een centrale rol toebedeeld. Niet alleen kan hij investeren in lokale elektriciteitsproductie, maar door zijn consumptie te verschuiven in de tijd kan hij ook de transitie naar een koolstofarme maatschappij ondersteunen. Een aantal nieuwe diensten wordt momenteel door de regelgeving afgeremd of onmogelijk gemaakt. De rol van de regelgever is cruciaal: het is zijn taak ervoor te zorgen dat het regelgevende kader innovatieve diensten aan eindgebruikers ondersteunt. Hierbij is het belangrijk dat de eindgebruiker niet geconfronteerd wordt met de techniciteit van de oplossing,

maar een simpele dienst aangeboden krijgt, vergelijkbaar met wat men in de telecomsector ziet.

'When Henry Ford made cheap, reliable cars people said, "Nah, what's wrong with a horse?"'

Elon Musk, CEO Tesla

In dit visiedocument geven we aan hoe de residentiële eindgebruiker kan interageren met leveranciers, netbeheerders en andere spelers in de energiesector, zonder aan comfort in te boeten. We gaan in op de vraag op welke punten de regelgever ervoor kan zorgen dat technologische ontwikkelingen en – vanuit maatschappelijk oogpunt – bevorderlijk gedrag van de eindgebruiker niet ontmoedigd wordt. Dit betekent onder andere dat die eindgebruiker een stimulans moet krijgen om de lokaal geproduceerde elektriciteit zelf te consumeren en dat collectieve investeringen van eindgebruikers in lokale elektriciteitsproductie niet ontmoedigd worden. Innovatieve investeringsmodellen, markten en technologieën moeten gezamenlijk kunnen worden uitgetest in open *'living lab'*-pilotomgevingen en een regelluwe context.

Executive summary

One of the key challenges of the 21st century is tackling the global climate change by limiting the emission of greenhouse gases. It has serious implications on the energy sector, which is until now to a large extent dependent on fossil fuel based generation plants.

In recent years, local renewable energy generation like solar and wind have seen a spectacular increase in the energy system. However, these forms of electric energy generation are intermittent in nature, availability of low-cost renewable energy is highly variable depending on weather conditions. For times with low renewable energy generation, back-up generation capacity or storage can be used to fulfill the energy needs of the consumer. In general, the time at which energy is consumed is becoming increasingly important compared to the total amount of consumed electric energy.

Meanwhile, there is a clear trend towards increasing electrification of appliances, such as the electric vehicle and electric heating. One of the big challenges of the energy sector in the 21st century is matching times of low-cost renewable energy generation and consumption.

The role of the residential consumer is rapidly changing as well. Rather than passively paying the energy bill, small consumers can now be generators of their own electrical energy.

In future, the small consumer must get a financial incentive for shifting consumption towards periods with abundant renewable energy generation. Nowadays this is impossible yet in Belgium, as there is no metered information available about the time of the electricity consumption during the day. When the consumption and generation are measured more in real-time (through the introduction of smart metering systems), the regulation can offer an incentive for shifting residential consumption to times with abundant renewable energy generation.

For a single residential consumer in Belgium, only roughly a third of the energy bill is related to the cost of actual energy generation, the other important contributions include grid tariffs and taxes/levies. The grid operator bases its bill on the total energy consumption, while its actual costs are more related to the real-time power flow. Therefore, a 'variable' connection capacity charge could be introduced in the future, where a consumer could have a certain minimal contracted capacity, which is not necessarily related to the physical capacity. In this way the distribution charge can provide an incentive to spread the power flow. In addition, in times of emergency the distribution grid operator could bring the consumer back to a minimal contracted capacity to prevent outages.

For a group of consumers, regulation still prevents to work together to improve the overall system efficiency. For instance, consumers in an apartment building

could invest together in solar panels, a heat pump and/or a cogeneration unit. However, this is impossible in the current regulation, as every consumer has its own meter on which his energy bill is based.

All these types of innovations need to be tested in large-scale open living lab pilot sites, where new tariff schemes, new market models and new technologies can be simultaneously tested in a regulation-luke environment.

1 Uitdagingen voor de energietransitie

Een van de belangrijkste technologische, wetenschappelijke, economische en maatschappelijke uitdagingen van de 21ste eeuw is het tegengaan van de klimaatopwarming door het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen. Dat is niet evident, aangezien het energiesysteem nog steeds kritisch afhankelijk is van fossiele brandstoffen. De uitdagingen zijn niet alleen technisch van aard: ook op economisch vlak is het van belang dat bij de energietransitie naar een koolstofarme maatschappij een maximaal rendement nagestreefd wordt.

In Europa werd een belangrijke stap in het aangaan van deze uitdaging vastgelegd in de zogenaamde 20-20-20-doelstellingen. Doel is de uitstoot van broeikasgassen met 20% te verminderen tegen 2020 ten opzichte van 1990, 20% van het bruto finaal energieverbruik uit hernieuwbare bronnen te halen en de energie-efficiëntie met 20% te verhogen in vergelijking met een projectie voor het jaar 2020. Voor 2030 worden zo mogelijk nog uitdagender doelstellingen opgelegd: 40% reductie van de uitstoot van broeikasgassen en 27% van het bruto finaal energieverbruik uit hernieuwbare bronnen. In december vorig jaar werd op de klimaatconferentie in Parijs het eerste wereldwijde akkoord bereikt om de opwarming van de aarde te beperken.

Deze politieke doelstellingen hebben ingrijpende consequenties voor de energiesector. Zo zagen we de voorbije tien jaar een spectaculaire toename van het aandeel van zonne- en windenergie in de energiemix. Naast een uitstootvrije productie zijn er nog andere belangrijke verschillen met de traditionele thermische centrales. Bovendien ziet men de laatste jaren een toegenomen elektrificatie. Op deze factoren gaan we dieper in.

Variabele hernieuwbare energieproductie

Technologieën als zonne- en windenergie zijn sterk afhankelijk van de beschikbaarheid van de energiebron. Op bewolkte en windstille dagen is de werkelijke energieproductie maar een fractie van het geïnstalleerde vermogen.

Een belangrijke vaststelling is dan ook dat we gaan van een systeem met de hoeveelheid geproduceerde energie als belangrijkste factor naar een systeem waar vooral de beschikbaarheid van energiediensten van belang is. De waarde van energie is inderdaad meer en meer afhankelijk van het moment waarop de energie geproduceerd wordt. Terwijl vroeger kWh (energie) de voornaamste eenheid was, evolueren we naar een systeem waar de kW (vermogen of capaciteit) steeds belangrijker wordt. Deze capaciteit van de productie- en netinfrastructuur bepaalt immers de mogelijkheid om op het gepaste ogenblik de diensten aan te bieden die de gebruiker wenst.

Toenemende elektrificatie

Naast de toename van de hernieuwbare energieproductie zien we ook aan de consumptiezijde een opvallende trend: meer en meer energiediensten worden via elektrische weg geleverd, zoals wagens, warmwaterboilers en ruimteverwarming (warmtepompen). Deze toepassingen zijn milieuvriendelijker dan hun alternatieven op olie of aardgas, maar brengen ook uitdagingen met zich mee. Zo moeten we vermijden dat iedereen op hetzelfde moment tijdens de avondpiek de batterij van zijn wagen oplaadt, om het net niet te overbelasten.

Netinvesteringen zijn erg kapitaalintensief, waardoor het aangewezen is de bestaande netinfrastructuur zo efficiënt mogelijk te gebruiken. Anderzijds moet een maximaal gebruik van de beschikbare lokale hernieuwbare elektriciteitsproductie worden aangemoedigd. Algemeen is een optimale afstemming van vraag en aanbod, zowel op lokaal als op systeemniveau, een van de belangrijkste uitdagingen.

Actief netbeheer

De verwachte groei van hernieuwbare elektrische energie, in combinatie met de elektrificatie van verwarming en transport, kan zonder een passende marktgebaseerde sturing leiden tot een hogere piekbelasting per aansluitpunt. Het huidige distributienet werd gedimensioneerd en wordt uitgebaat volgens het *fit and forget*-principe. Men voorzag in netinfrastructuur (kabels, schakelmateriaal en transformatoren) met een voldoende capaciteit op basis van de assumptie dat alle verbruikers op het net zich (statistisch gezien) eerder willekeurig en onafhankelijk van elkaar gedragen. De gelijktijdigheid van hun verbruikspatroon was (en is) eerder laag. Bovendien verschilt het werkelijke piekverbruik erg per netgebruiker en is het veelal een stuk lager dan het aansluitvermogen. De spreiding in grootte van het piekverbruik en het ongelijktijdige karakter van het verbruikspatroon zorgen ervoor dat de maximaal toekenbare aansluitcapaciteit per netgebruiker groter is dan de capaciteit die alle netgebruikers in een net zouden kunnen benutten als ze tegelijk maximaal consumeren.

Bovenstaande aannames inzake het piekverbruik en de gelijktijdigheid komen steeds meer op de helling te staan. Enerzijds zal de opkomst van hernieuwbare energiebronnen, elektrische voertuigen en warmtepompen het piekvermogen per netgebruiker significant doen stijgen. Mogelijk stijgt ook de gelijktijdigheid, doordat toestellen zoals elektrische voertuigen gelijktijdig worden geladen of als marktpartijen deze toestellen extern zouden gaan aansturen. We moeten daarom van de bestaande *fit and forget*-aanpak evolueren naar een actief netbeheer, om de bestaande netcapaciteit optimaal te benutten en waar nodig uit te bouwen. Slimme netten en een actief netbeheer worden een deel van de oplossing om (waar mogelijk) netversterkingen te voorkomen of tenminste uit te stellen.

Actief netbeheer komt neer op een doorgedreven monitoring van de netten, zodat lokale congesties in kaart gebracht worden en er waar nodig kan worden ingegrepen om de vermogensstromen binnen de technische beperkingen van het net te optimaliseren.

Algemeen vormen de opgesomde factoren zowel uitdagingen als opportuniteiten die op de hele maatschappij een impact hebben. De energietransitie – de overgang van een energiesysteem met een centrale fossiele en nucleaire productie naar een lokale duurzame opwekking en naar meer duurzaam elektriciteits-gedreven transport en dito verwarming – brengt ook op regelgevend vlak uitdagingen met zich mee.

In dit document belichten we hoe de eindgebruiker de energietransitie actief mee tot stand kan brengen. Hij wordt niet langer gestuurd *door* het systeem, maar speelt een centrale rol *in* het systeem. Het voldoen van zijn behoeften aan energiediensten moet door de regelgeving mogelijk worden gemaakt, zodat de stakeholders in het energielandschap hier optimaal op kunnen inspelen, met aangepaste producten en diensten en door de uitbouw van een efficiënt energiesysteem.

2 Opportuiniteiten voor de energietransitie

2.1. Nieuwe elementen in het energielandschap

Van centrale naar decentrale productie

In het traditionele energiesysteem werd energie centraal geproduceerd door grote installaties zoals kern-, aardgas- en steenkoolcentrales, vervolgens vervoerd via het transmissie- en distributienet en uiteindelijk afgeleverd bij de klant, die passief zijn rekening betaalde. Met de opkomst van bijvoorbeeld zonnepanelen en warmtekrachtkoppeling worden veel consumenten zogenaamde 'prosumenten', met een eigen elektrische energieproductie. We gaan over van een sterk gecentraliseerd energiesysteem naar een decentraal systeem, met een lokale productie en afname. Dit plaatst alle spelers voor nieuwe uitdagingen: de transmissie-

en distributienetbeheerders, de producenten en de leveranciers. Het zijn echter de verbruikers die via de door hen gewenste energiediensten zullen aangeven hoe het systeem er zal dienen uit te zien.

In het toekomstige energiesysteem wordt energie als belangrijkste waardemeter vervangen door capaciteit om de gewenste diensten aan de gebruiker te bieden.

Hernieuwbare energie met beperkte marginale kosten

Vele vormen van hernieuwbare energieproductie hebben verwaarloosbare marginale kosten: voor hun werking is er geen grondstof nodig, en voor het onderhoud slechts een zeer beperkte werkkraft. Momenteel moet echter op dagen waarop weinig hernieuwbare energie beschikbaar is nog steeds in traditionele productiecapaciteit voorzien worden, bijvoorbeeld door steenkool- of gascentrales. Maar doordat deze centrales op andere dagen niet kunnen concurreren met de goedkope hernieuwbare bronnen draaien zij minder uren per jaar, waardoor zij hun winstmarges zien krimpen. Een aantal aardgascentrales wordt nog wel gecontracteerd om hun capaciteit stand-by te houden, bijvoorbeeld als strategische reserve.

Flexibiliteit

Hoewel nieuwe toepassingen, zoals elektrische verwarming en transport, kunnen leiden tot een hoog gelijktijdig gebruik en mogelijk een congestie in

de distributienetten, brengen deze technologieën ook meer flexibiliteit in het energiesysteem. De eindgebruiker kan zijn verbruik spreiden in de tijd, door bijvoorbeeld tijdens de dag het huis te verwarmen met energie van de eigen zonnepanelen of 's nachts het elektrisch voertuig op te laden. Dit kan voordelig zijn voor zijn factuur. Daarnaast biedt flexibiliteit ook een oplossing voor het balanceren van variabele hernieuwbare bronnen op systeemniveau. Ook voor het opvangen van mogelijk grote stroomtekorten door het sluiten van grote centrales is flexibiliteit van de decentrale productie en het verbruik een oplossing gebleken. Binnen Europa is België een voorloper op het gebied van het inzetten van flexibiliteit op systeemniveau, met in totaal meer dan 400 MW flexibele consumptie in verschillende marktproducten.⁸ Ook op wereldvlak is België bij de koplopers, zoals blijkt uit een studie van de Global Smart Grid Federation.⁹ De gecontracteerde flexibiliteit betreft wereldwijd bijna uitsluitend grote industriële verbruikers. Algemeen is het een grote uitdaging – en het onderwerp van deze publicatie – om ook de kleine verbruikers te laten bijdragen aan een efficiënt en flexibel energiesysteem.

Door de verschillende functies die flexibiliteit kan bieden, is er een duidelijk kader nodig. Hier geldt ook weer de stelregel 'streven naar een maatschappelijk optimum', waarbij flexibiliteit een commerciële dienst is die moet kunnen worden ingezet waar zij het meeste waarde kan bieden voor het systeem en de gebruiker. Hier komen we in de scenario's van het volgende hoofdstuk uitgebreid op terug.

Het belang van duurzaamheidsdoelstellingen is reeds aangehaald in de Europese doelstellingen voor 2020 en 2030. Als onze regio een voortrekkersrol wil spelen inzake de centrale plaats van de eindgebruiker in deze transitie, moet hij niet alleen bewust gemaakt worden van energie-efficiëntie maatregelen. Ook flexibiliteit moet mee worden geëvalueerd in energie-audits, klimaatconvenanten, energie labels en dergelijke.

2.2 Nieuwe communicatiemogelijkheden: Internet of Things

Het Internet of Things (IoT)-paradigma, waarbij allerhande toestellen, sensoren, systemen, voertuigen, gebouwen enz. met elkaar communiceren en gegevens uitwisselen, is een ingrijpende en essentiële trend. In een aantal studies wordt verwacht dat tegen 2020 tot 50 miljard objecten wereldwijd geconnecteerd zullen zijn.¹⁰

⁸ Smart Energy Demand Coalition, "Mapping Demand Response in Europe today," <http://www.smartenergydemand.eu/wp-content/uploads/2015/10/Mapping-Demand-Response-in-Europe-Today-2015.pdf>, 2015.

⁹ The Global Smart Grid Federation, Flexibility Working Group, "Demand response initiatives around the world," To be published, December 2016.

¹⁰ C. Dave Evans, "How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything," https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf, 2011.

De opportuniteiten van IoT en de bijbehorende digitalisering in het algemeen worden gezien als zeer belangrijke *drivers* voor het realiseren van een echt slim en duurzaam energiesysteem, op een kostenefficiënte manier. Men kan distributienetten real time monitoren en aansturen, eventuele problemen snel lokaliseren en zelfs voorspellen, (hernieuwbare) energiebronnen optimaal aansturen en kleinere flexibele lasten (bv. residentieel) ontsluiten voor vraagsturing.

Door de opkomst van nieuwe, draadloze technologieën, waardoor we data over grote afstanden en met een minimaal energieverbruik kunnen versturen, kunnen we allerhande systemen op een goedkope manier connecteren. De communicatie- en onderhoudskosten zijn laag, aangezien sensoren jarenlang data kunnen versturen vooraleer hun batterij vervangen moet worden.

Alle geconnecteerde toestellen en systemen genereren zeer veel data. Dat is enkel zinvol als er iets nuttigs mee gebeurt. Dit vereist een efficiënte dataverwerking, inclusief het filteren, aggregeren en reduceren van de data, het combineren van bronnen (bv. het verbruik van een woning in combinatie met contextdata over de bewoners en het gebouw), het extraheren van interessante patronen en kennis, en het gebruik van deze kennis om systemen te optimaliseren en in de mate van het mogelijke ook zelflerend te maken. Denk aan slimme thermostaten die na verloop van tijd de voorkeuren van de bewoners kennen. Big data-technologieën kunnen helpen bij het identificeren van bijkomende flexibiliteit in energieconsumptie in complexe omgevingen.

De eindgebruiker moet toegang krijgen tot zijn data en beslissen wat ermee gebeurt.

Er valt nog heel wat vooruitgang te boeken in het slim combineren van systemen. Denk binnen in een woning aan een optimale afstemming van airconditioning, zonnewering en verlichting voor een minimaal energieverbruik en tegelijk een maximaal comfort, of aan het zo goed mogelijk aanpassen van de lokale productie en het verbruik, niet enkel binnen de eigen woning, maar ook op straat- of wijkniveau.

Interoperabiliteit tussen de deelsystemen is hierbij essentieel, wat gestandaardiseerde en open interfaces vergt en het gebruik van *middleware* als brug tussen diverse technologieën en protocollen. Zo kan men gemakkelijk nieuwe elementen inpluggen en maximaal waarde creëren door innovatieve diensten die deze systemen op een slimme manier combineren. De eindgebruiker moet steeds gemakkelijk toegang krijgen tot zijn data en vrij beslissen wat ermee gebeurt. Een mooi voorbeeld is het Green Button-initiatief in de VS, waarbij de eindconsument verbruiksdata eenvoudig kan opvragen en aanwenden voor allerhande diensten, bijvoorbeeld om zijn energie-efficiëntie te verhogen.¹¹

¹¹ The Green Button Initiative, "Helping you find and use your energy data," <http://www.greenbuttondata.org/>.

Op het vlak van netwerking en 'the cloud' is het belangrijk dat de gegenereerde data en controlesignalen efficiënt, betrouwbaar en veilig gedeeld worden, met soms een groot aantal partijen. Er is nood aan goede beveiligingsmechanismen om de privacy van de eindgebruiker te waarborgen en te verhinderen dat hackers toegang krijgen tot voor onze economie essentiële systemen.

Een gelijkenis: de evolutie van communicatie over de decennia

Telefonie is een van de oudste communicatiediensten. Het dimensioneren en de capaciteitsplanning waren gebaseerd op het voortschrijdende inzicht van het verbruik op het netwerk. Zowel het aantal gebruikers als de verschillende belprofielen werden opgevolgd om de vraag van de eindgebruikers perfect te volgen. Daarnaast was ook de afstand een kostbepalende factor. De telefoonzone bepaalde de afstandscomponent. Hoe verder de connectie moest worden gelegd, hoe duurder de dienst was. Bellen binnen de zone was het goedkoopste. Gedurende decennia werden zo telefoniediensten aangeboden voor een variabele prijs/maand.

Met de komst van nieuwe technologieën, zoals mobiele communicatie en het gebruik van telefonie over datanetwerken (IP-netwerken), ontstonden ook nieuwe uitdagingen. De traditionele kosten-*drivers* (belminuten, afstand en belprofielen) werden irrelevant.

Het businessmodel gebaseerd op belminuten heeft in de telecom plaatsgemaakt voor nieuwe diensten die zijn gebaseerd op de wensen van de gebruiker.

Vandaag de dag zijn alle operatoren geëvolueerd naar een gebundeld aanbod waarin traditionele telefoniediensten, mobiele communicatie en internet aangeboden worden op één aansluiting. Die geeft de eindgebruiker een bepaalde capaciteit (vaste prijs/maand) om verschillende diensten te benutten.

Het dimensioneren van het nieuwe, onderliggende netwerk dat al deze diensten ter beschikking moet stellen, wordt een stuk moeilijker. De kosten zijn nu eerder capaciteitsgedreven: capaciteit per regio (zendmasten en lokale intelligentie om gebruikers te bedienen) en uitrol van optische vezels om het onvoorspelbare gebruik op te vangen door in een enorm hoge capaciteit te voorzien. Uiteraard is dit niet een-op-een te vertalen naar de energiesector, waar het voorzien in een enorm hoge capaciteit te hoge kosten met zich mee zou brengen omdat de meer dan 200.000 kilometers kabel in België vervangen zouden moeten worden. Hier is eerder het slimme gebruik van de bestaande netwerkinfrastructuur een belangrijke uitdaging.

Een interessante observatie is dat in de telecomsector het traditionele 'betaal volgens gebruik'-model resoluut heeft plaatsgemaakt voor een capaciteitsmodel waarin een bundel van diensten wordt geactiveerd.

3 Scenarioanalyses: de eindgebruiker centraal

In dit hoofdstuk overlopen we enkele scenario's die nu en in de toekomst relevant zijn. We geven aan hoe de eindgebruiker een rol kan spelen op een manier die de energietransitie ten goede komt. We vermelden ook expliciet waar het huidige regelgevende kader een obstakel vormt.

We maken een onderscheid tussen twee groepen consumenten. Enerzijds zijn er de grote industriële consumenten, die een substantieel aandeel van het verbruik vertegenwoordigen en die voor hun energie vaak internationale contracten afsluiten. In een aantal landen kunnen zij reeds op verschillende manieren de flexibiliteit in hun productieprocessen valoriseren in de markt. Voor de grote consumenten is voornamelijk de prijs van gas en elektriciteit van belang, en een bepalende factor in hun investeringspolitiek. Naast de prijs is ook de betrouwbaarheid van de energiebevoorrading essentieel.

In dit document focussen we op de kleine residentiële en commerciële consument. Hij is helemaal niet geïnteresseerd in elektriciteit of gas als *commodity* en wil enkel de energiedienst, bijvoorbeeld warm water of verlichting, onafhankelijk van de vraag of de warmte door een gas- of elektrische boiler is geproduceerd. Dit typische gedrag biedt mogelijkheden op het gebied van de technologiekeuze, maar vormt ook uitdagingen. Het is de taak van de energiesector om aan de wensen van de consument te voldoen, zodat zijn comfort behouden blijft of verhoogd wordt. Dat laatste is erg belangrijk, zoals in onderzoeksprojecten (bijvoorbeeld in het Vlaamse Linear-project) is aangetoond. Zelfs een kleine inspanning van residentiële eindgebruikers om op dagelijkse basis met energie bezig te zijn is veelal te veel.¹²

3.1 Een residentiële eindgebruiker

In het eerste scenario bekijken we een individuele residentiële eindgebruiker met een elektrisch voertuig, een warmtepomp en eventueel een elektrische boiler en batterij. We geven kort achtergrondinformatie over deze technologieën.

3.1.1 Opkomende technologieën

De warmtepomp

Het verwarmingsproces met een warmtepomp is efficiënter dan verwarming met een conventionele gasketel. De zogenaamde 'Seasonal Performance Factor' (SPF,

¹² The Linear project, "Demand Response for Families," http://www.linear-smartgrid.be/sites/default/files/boekje_linear_okt_2014_boekje_web.pdf, 2015.

de verhouding van de geleverde warmte/jaar tot de verbruikte elektrische energie/jaar) kan oplopen tot meer dan 4 (voor een grondwatersysteem), afhankelijk van het type warmtepomp en de buitentemperatuur. Bovendien kunnen warmtepompen comfort verhogend werken doordat er in de zomer ook mee gekoeld kan worden.

Toch zijn warmtepompen vandaag de dag nog niet erg populair in Vlaanderen omdat de totale investering in vergelijking met een conventionele gasketel nog steeds hoger is. Dit heeft onder andere te maken met de lage gasprijs ten opzichte van elektriciteit.¹³ Hoewel de elektriciteitsprijs op de markt voor producenten goedkoper wordt, wordt de elektriciteitsrekening voor de consument steeds duurder als gevolg van taksen en heffingen.

Thuisbatterijen

Thuisbatterijen worden goedkoper. Zo kost de Powerwall 2.0 van Tesla rond de 7000 euro voor een energie-inhoud van 14 kWh.¹⁴ De prijs van batterijen is de jongste jaren sneller gedaald dan de meest optimistische voorspellingen tien jaar geleden vooropstelden.¹⁵ Maar de investering is voor de consument nog steeds niet rendabel, gezien de manier waarop de elektriciteit verrekend wordt in het huidige regelgevende kader (saldering - terugdraaiende teller).

Elektrische voertuigen

De allereerste, 19de-eeuwse wagens waren elektrisch, maar in de 20ste eeuw nam de verbrandingsmotor het over en pas de jongste jaren zijn elektrische wagens aan een opmerkelijke opmars bezig. De rijafstand van bepaalde modellen loopt reeds op tot 500 km en ook de prijs daalt elk jaar. Vele autoproducenten hebben hun eigen elektrische modellen op de markt en enkele landen, zoals Noorwegen, hebben ambitieuze plannen om hun wagenpark volledig te elektrificeren. Het is dan ook een realistische aanname dat in 2030 een aanzienlijk deel van het wagenpark elektrisch zal zijn: dat betekent enerzijds een zeer grote besparing op het gebied van CO₂-uitstoot, anderzijds komt er hierdoor een grote elektrische verbruiker bij.

3.1.2 De eindgebruiker in de energietransitie

De gebruiker over wie in dit eerste scenario sprake is, leeft in een zogenaamde Bijna-Energie-Neutraal (BEN) woning, met een eigen energieproductie met zonnepanelen op het dak. Maar dit betekent niet dat voor hem de situatie

¹³ Eurostat, "Energy, transport and environment indicators," <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/7731525/KS-DK-16-001-EN-N.pdf/cc2b4de7-146c-4254-9521-dcbd6e6fafa6>, 2016.

¹⁴ EGear.be, "Prijs van de Tesla home battery," <http://www.egear.be/tesla-powerwall/>, 2016.

¹⁵ Björn Nykvist and Måns Nilsson, "Nature Climate Change," 2015.

zich al aandient waarin hij de verbinding met het elektriciteitsnet enkel nog in noodgevallen nodig heeft: tijdens de dag injecteert hij immers het overschot aan energie van zijn zonnepanelen in het net, 's avonds consumeert hij netto wanneer de zonnepanelen geen energie meer leveren en het huishoudelijke verbruik piekt. Hij gebruikt het net dus als een 'batterij met een oneindige opslagcapaciteit'. Er is tevens een seizoenseffect merkbaar, waarbij de energieproductie van de zonnepanelen sterk varieert, afhankelijk van de tijd van het jaar.

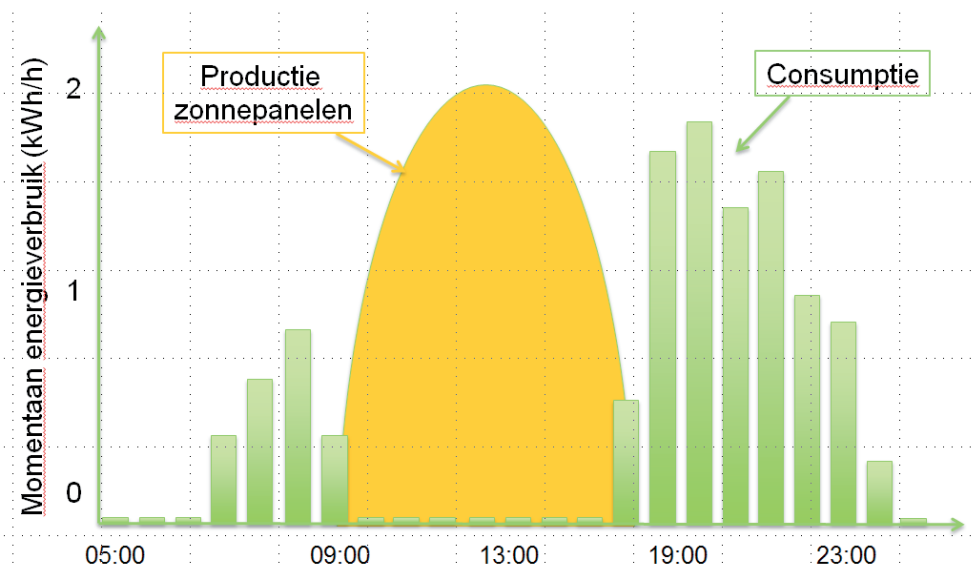


Fig. 1. — Elektriciteitsverbruik en -productie tijdens de dag van een residentiële eindgebruiker bij voltijdse tweeverdieners

Vandaag de dag krijgt deze gebruiker geen financiële stimulans om zijn verbruikspatroon zo veel mogelijk te laten overeenstemmen met de productie van zijn zonnepanelen. In het algemeen is energie-efficiëntie niet altijd één op één gerelateerd met kostenefficiëntie. Vaak is de tijd waarop de energie geconsumeerd wordt bepalender voor de geassocieerde kosten dan de hoeveelheid verbruikte energie. Een elektrische boiler die oplaadt tijdens een zonnige dag kan in totaal iets meer energie verbruiken dan een boiler die enkel 's avonds oplaadt, maar vanuit systeem perspectief kan hij wel een stuk voordeliger zijn. In het algemeen moet steeds een juiste afweging tussen efficiëntie en flexibiliteit gemaakt worden, waarbij de optimalisatie van de systeemkosten een goede leidraad is.

Het regelgevende kader moet van die aard zijn dat eindgebruikers die hun piekgebruik verlagen en/of hun geproduceerde energie zelf consumeren, hiervoor beloond worden.

Vandaag de dag moedigt de tariefmethode vanuit systeemperspectief niet de meest kostenefficiënte oplossing aan, integendeel. Of een eindgebruiker nu 's avonds dure energie van piekcentrales verbruikt of goedkope zonne-energie tijdens de dag, financieel komt dit voor hem op hetzelfde neer. Dat komt onder andere doordat deze gebruiker geen slim meetsysteem ter beschikking heeft waarmee

het verbruik op elk moment van de dag kan worden gemeten en op grond van deze gegevens kan worden gestuurd.

Met een slim meetsysteem kan de leverancier een nieuw tarief aanbieden dat rekening houdt met het profiel van de prosumant. Zo kan de ene leverancier een standaard dag/nachttarief aanbieden, terwijl de andere rekening houdt met de productie van de zonnepanelen van zijn klant. Een derde leverancier zal bijvoorbeeld geen financiële compensatie bieden voor de geproduceerde zonne-energie maar extra diensten aanbieden, zoals het leasen van een batterij. Naast de leverancier kunnen ook andere marktpartijen extra diensten aanbieden aan de consument. Zo zal de visualisatie van de energieconsumptie van verschillende huishoudtoestellen de consument op een meer gedetailleerde manier informeren over welke energie-inefficiënte toestellen aan vervanging toe zijn. Studies in de USA tonen aan dat de besparing bij de eindgebruiker gemiddeld 8,5% hoger ligt als hij de consumptie tot op toestelniveau kan zien.¹⁶ Anderzijds kan een slimme sturing van bepaalde huishoudelijke apparaten ook voordelig zijn voor alle actoren in het systeem. Het Vlaamse Linear-project toonde duidelijk aan dat eindgebruikers in staat zijn om zonder comfortverlies hun piekverbruik te verschuiven in de tijd¹², op voorwaarde dat er slimme technologie ingezet werd die hun toestellen stuurt. Huishoudens die manueel rekening moesten houden met variabele energieprijzen gaven het snel op.

Het regelgevende kader moet van die aard zijn dat eindgebruikers die hun piekgebruik verlagen en hun geproduceerde energie zelf consumeren, hiervoor beloond worden. Vandaag de dag is dat nog niet het geval. Zo is het huidige nettatarief van de eindgebruiker gelinkt aan het totale energieverbruik. De werkelijke kosten voor de netbeheerder zijn echter veeleer gelinkt aan capaciteit: de fysieke aansluitcapaciteit, maar ook en vooral de effectieve vermogensuitwisseling door de prosumant.

¹⁶ The American Energy Council, "Advanced Metering Initiatives and Residential Feedback Programs: A Meta-Review for Household Electricity-Saving Opportunities," <http://aceee.org/research-report/e105>, 2010.

In de toekomst zou men kunnen werken met een zogenaamde 'instelbare capaciteit'. Dit is een mogelijk scenario: stel dat de eindgebruiker een fysieke aansluiting heeft van 50 A. Door het verbruik van zijn toestellen zo veel mogelijk af te stemmen op de productie van zijn zonnepanelen heeft hij doorgaans maar 20 A nodig. Dan kan de eindgebruiker met de netbeheerder een goedkopere formule afsluiten. Dus: hoewel de fysieke aansluitcapaciteit 50 A bedraagt, krijgt de eindgebruiker een instelbare stroomuitwisseling van 20 A tegen een goedkoper tarief. Tegenover dat goedkopere tarief staat een aangepaste dienstverlening:

- wanneer de gebruiker boven zijn gecontracteerde stroomuitwisseling gaat, betaalt hij in verhouding meer;
- in noodsituaties kan de netbeheerder de eindgebruiker een aantal keer per jaar terugzetten op een contractueel minimum.

Op die manier maakt men een financieel onderscheid tussen eindgebruikers die gemotiveerd zijn om hun piekverbruik te spreiden in de tijd, en zij die geen inspanning willen of kunnen doen. Een eindgebruiker kan er ook perfect voor opteren om te allen tijde de volle 50 A ter beschikking te hebben. Ook kan dit systeem een alternatief zijn voor afschakelplannen. Door in noodsituaties alle eindgebruikers terug te brengen op hun gecontracteerde minimum kan namelijk een algemene afschakeling vermeden worden.

Het is logisch dat niet alle eindgebruikers weten wat hun piekverbruik of zelfs hun aansluitcapaciteit is. Hier is echter ruimte voor nieuwe diensten die hen aangeboden kunnen worden op basis van meterdata of andere Internet-of-Things-mogelijkheden. Binnen de aansluitcapaciteit van de consument hebben marktspelers (aggregatoren, leveranciers, aanbieders van energiediensten...) een *level playing field* (een eerlijk speelveld) om de eindgebruiker bij te staan bij het optimaliseren van zijn comfort en zijn financieel voordeel van intelligent verbruik.

Hoeveel dit financieel allemaal opbrengt voor de eindgebruiker, de netbeheerder en de betrokken marktpartijen (aggregator, leverancier, energietechnologiebedrijf...), is afhankelijk van een groot aantal parameters. Zo is niet alleen het verbruiksprofiel van belang, maar ook het verschil tussen piek- en dal tarief, de waarde van flexibiliteit voor de transmissie- en distributienetbeheerder, de toekomstige marktprijs van elektriciteit en gas, de toekomstige prijs van batterijen en andere toestellen en, niet onbelangrijk, de attitude van de eindgebruiker. Een vlugge berekening geldt dan ook enkel voor een specifiek scenario en geeft geen representatief beeld van het potentieel. Daarom zullen deze concepten uitgetest moeten worden in *living lab*-situaties met een voldoende aantal deelnemers en realistische randvoorwaarden. Hiervoor dienen regelluwe zones opgericht te worden die toegankelijk zijn voor alle actoren, zodat innovatie op geen enkele wijze afgeremd wordt.

Door gebruik te maken van het hierboven beschreven scenario wordt het stap voor stap mogelijk dat de gebruiker een lijst van energiediensten aanvinkt die hij wenst

te gebruiken. De leverancier van deze diensten zal dan de technisch noodzakelijke en optimale keuzes maken (aansluitcapaciteit, PV panelen, opslag, vraagsturing via IoT...) en de gebruiker wordt niet geconfronteerd met de techniciteit van de oplossingen.

De eigendom van het gebouw is hierbij essentieel. Als er investeringen in zonnepanelen of een warmtepomp dienen te gebeuren, levert dit betere energiediensten op voor de bewoner, terwijl de eigenaar de investering doet. Hoe de financiering moet gebeuren dient nog grondig onderzocht te worden.

3.2 Een appartementsgebouw

3.2.1. Opkomende technologieën

Er komen nieuwe technologieën ter beschikking die meer interactievormen tussen eindgebruikers kunnen ondersteunen. Zo kan in de energiesector onder andere de *block chain*-betaaltechnologie een belangrijke rol spelen. Hierdoor kunnen gegevensuitwisseling en verificatie op een betrouwbare manier plaatsvinden, zonder dat een derde partij de transactie moet overzien. Hiermee zouden verbruikers onderling energie kunnen verhandelen. Een aantal technologieën werden reeds ontwikkeld om eindgebruikers toe te laten onderling groene stroom te verhandelen^{17,18}, maar uiteraard moet rekening gehouden worden met het regelgevende kader. Hoe deze technologie in deze energiesector ingezet kan worden, is het onderwerp van proefprojecten en studies in Europa.

3.2.2 De eindgebruiker in de energietransitie

Een appartementsgebouw is een gemeenschap van mensen die op bepaalde vlakken samen financiële verantwoordelijkheden nemen (onderhoud van het gebouw, lift...). Op gebied van energie is elk appartement vandaag de dag een individueel eiland. Elk appartement heeft een eigen meter met een eigen leverancier en er is vaak geen mogelijkheid voor eigen energieopwekking.

De bewoners en/of eigenaars van een appartement zouden samen een investering kunnen doen in bijvoorbeeld een warmtekrachtkoppelinginstallatie, een warmtepomp, zonnepanelen op het dak of een batterij in de kelder. Ook hybride systemen kunnen interessant zijn. Zo kan een relatief kleine warmtepomp het zomerse warmwaterverbruik dekken wanneer de elektriciteitsprijzen laag zijn

¹⁷ Sunride, "Solarstrom direkt for Ort verkaufen," <http://www.sunride.net/#intro-1>, 2016.

¹⁸ Smappee, "De Smappee Solarcoin," http://www.smappee.com/be_nl/blog/smappee-beloont-eigenaars-van-zonnepanelen-met-gratis-solarcoins/, 2016.

en kan de eigen warmtekrachtkoppeling elektriciteit produceren wanneer op een winteravond de energieprijs hoog is.

Vandaag de dag laat het regelgevende kader het niet toe dat de bewoners van een appartementsgebouw als één geheel opereren, ook al kunnen zij zo hun gemeenschappelijke kosten verlagen en tegelijk bijdragen aan de energietransitie. Wanneer echter het individuele verbruik en de productie in het gebouw gemeten wordt, zijn alle gegevens voorhanden om een regeling te kunnen uitwerken die voor alle bewoners financieel voordelig uitkomt en die vanuit maatschappelijk oogpunt bijdraagt aan de energietransitie.

3.3 Een woonwijk

In een volgend scenario bekijken we een nieuwe woonwijk die aangelegd wordt.

3.3.1 Opkomende technologieën

Warmtenetten

Bij de aanleg van een nieuwe woonwijk kunnen verschillende technologiekeuzes gemaakt worden. Specifiek voor warmte kan men denken aan een warmtenet, warmtepompen of een traditioneel gasnet. Warmtenetten zijn in België nog zeer beperkt. In Scandinavische landen en Duitsland zijn er al veel meer aangelegd.

De meest kostenefficiënte oplossing verdient altijd de voorkeur, uiteraard zolang de technologie voldoet aan de comforteisen van de consument. Recente studies (bv. in het Strategoproject¹⁹) tonen aan dat warmtenetten kostenefficiënt kunnen zijn bij de aanbouw van nieuwe woonwijken, vooral wanneer er een industrieel proces restwarmte als energiebron kan aanleveren. Een belangrijk voordeel van warmtenetten is dat zij uitgebreid kunnen worden met energieopslag op langere termijn (seizoensopslag). Zogenaamde vierdegeneratienetwerken gaan nog verder: de warmte wordt hier op een lage temperatuur uitgewisseld tussen verschillende netgebruikers. Een centrale warmtebron, ook al gaat het over afvalwarmte, is daarbij niet voorhanden.

Wijkbatterijen

Het gebruik van wijkbatterijen blijft vandaag de dag nog beperkt tot enkele geïsoleerde demonstratieprojecten, zoals het Nice Grid-project in Zuid-Frankrijk.

¹⁹ The STRATEGO project, "Enhanced Heating and Cooling Plans to Quantify the Impact of Increased Energy Efficiency in EU member states," <http://stratego-project.eu/wp-content/uploads/2014/09/STRATEGO-WP2-Executive-Summary-Main-Report.pdf>, 2016.

Daar test de netbeheerder een batterij als alternatief voor netinvesteringen en gebruikt hij ze om lokaal een micronet op te zetten.^{20,21} De kosten zijn nog te hoog en daarenboven zijn er regelgevende beperkingen. Zo kan de batterij gebruikt worden om netinvesteringen uit te stellen, maar de netbeheerder zelf kan de energie in een batterij niet verkopen, aangezien hij dan de facto een marktspeler wordt. De optimale inzet van een batterij kan een combinatie zijn van verschillende factoren: prijsoptimalisatie voor de consument (d.w.z. opslaan bij een lage marktprijs, ontladen bij een hoge prijs), reserve voor de transmissienetbeheerder of ondersteuning van het lokale net.

Lokale afstemming van energieproductie en -verbruik moet de regelgeving mogelijk maken.

3.3.2 De eindgebruiker in de energietransitie

De nieuwe woonwijk kan besluiten om samen te investeren in een technologie die financieel en vanuit maatschappelijk oogpunt kostenefficiënt is, zoals:

- zonnepanelen op het dak van het naburige schoolgebouw;
- een warmtekrachtkoppelinginstallatie;
- een batterij in de wijk.

De technologische mogelijkheden zijn legio. Als de consumenten met hun investeringen vraag en aanbod lokaal kunnen afstemmen, bijvoorbeeld door gebruik te maken van de batterij, kunnen zij hun gemeenschappelijke piekverbruik doen dalen. Men spreekt dan van een 'virtueel micronet'.

In dit (en uiteraard ook andere scenario's) is het nuttig aandacht te hebben voor het sociale aspect van de energietransitie. Niet iedereen kan zich een investering in zonnepanelen, een batterij of elektrische wagen veroorloven, ook al worden ze steeds goedkoper. Vandaag de dag is het systeem nog niet optimaal: de elektriciteitsgebruikers betalen mee voor de kosten van de groenestroomcertificaten, terwijl de eigenaars van zonnepanelen door hun terugdraaiende teller ook nog eens netkosten uitsparen. Momenteel betalen zij wel een heffing voor het gebruik

²⁰ GRID4EU Final Report, "Innovation for Energy Networks," http://grid4eu.blob.core.windows.net/media-prod/29375/grid4eu-final-report_normal-res.pdf, 2016.

²¹ The NICE Grid project, "Final assessment of the demonstration," http://grid4eu.blob.core.windows.net/media-prod/28739/grid4eu_demo6_deliverable_dd693_final.pdf, 2016.

van het net, maar daar is geen financiële aanmoediging aan gekoppeld om de lokaal opgewekte energie zelf te consumeren. Zij injecteren op een zonnige dag in het net, consumeren 's avonds dure energie van gascentrales en op het einde van de dag staat de teller op nul. In het beschreven scenario wordt wel een financiële stimulans gecreëerd bij de investeerders in lokale productie, wat de systeemkosten kan verlagen en niet ten nadele is van financieel zwakkere eindgebruikers.

3.4 Een KMO-zone

Een laatste voorbeeld is een KMO-zone, waarbij de productie en het verbruik een interessante combinatie opleveren. Een groep bedrijven kan investeren in lokale productie en de investeringskosten en opbrengsten delen. We nemen het voorbeeld van een windturbine, aangezien die standaard zelden in een residentiële omgeving geplaatst wordt.

Wanneer een groep bedrijven met een hoog verbruik samen een windturbine plaatst en er hierdoor voor zorgt dat hun piekverbruik daalt en dat een groot deel van de windenergie lokaal geconsumeerd wordt, verkleint deze groep bedrijven hun ecologische voetafdruk. Men investeert in duurzame energie, en het lokale aspect biedt ook voordelen voor de netbeheerder.

Dat laatste wordt nu volledig over het hoofd gezien. Elke KMO heeft een eigen meter en het is in het huidige regelgevende kader onmogelijk om hun verbruik te koppelen met de lokaal geproduceerde energie: investeren in een windturbine 100 km verderop komt voor de bedrijven financieel op hetzelfde neer.

Een gelijkaardig voorbeeld zijn twee bedrijven, het ene met een hoge elektriciteitsvraag tijdens de dag, het andere met een groot potentieel voor zonnepanelen. Zij kunnen samen hun verbruik uitvlakken, maar dat is in de huidige regelgeving nog niet mogelijk. Ook hier is er geen regeling op het gebied van gemeenschappelijke eigendom.

In een laatste stap kunnen bedrijven of groepen consumenten geneigd zijn om op eigen initiatief energie uit te wisselen of zich zelfs af te schakelen van het net. Dat laatste fenomeen is al relevant in een aantal landen met afgelegen gebieden en een hoog potentieel aan hernieuwbare opwekking. Voor het elektriciteitsnet in Vlaanderen verwachten we deze evolutie de komende jaren nog niet op grote schaal, gezien de sterke uitbouw van het net en het verstedelijkte karakter van de regio. Zeker wanneer de factuur van de netbeheerder in de toekomst enkel diens werkelijke kosten weergeeft (zonder bijvoorbeeld de kosten voor groenestroomcertificaten en openbare dienstverplichtingen), wordt afschakelen van het net voor de industriële of residentiële consument nog niet meteen rendabel.

4 Conclusies en aanbevelingen voor het regelgevende kader

In dit document bespreken we een aantal belangrijke trends in de energiesector. Verschillende scenario's werden onderzocht: de alleenstaande verbruiker, het appartementsgebouw, de woonwijk en de KMO-zone. Voor elk scenario stelden we voorop hoe het energiesysteem voor de kleine verbruiker er in de toekomst zou kunnen uitzien op basis van de huidige evoluties, en gaven we aan waar het regelgevende kader de energietransitie afremt of verhindert. Hieronder formuleren we de voornaamste conclusies die op regelgevend vlak verder onderzoek vergen.

- De regelgeving dient aangepast te worden aan de energietransitie. Ze moet omgevormd worden van een beperkende naar een proactieve benadering waarin de gebruiker centraal staat. Zo kan hij de gewenste energiediensten vanuit de markt transparant verkrijgen, zonder met de techniciteit van het systeem geconfronteerd te worden. De eindgebruiker die de energietransitie ondersteunt, moet hiervoor beloond worden.
- In het energiesysteem wordt tegen 2030 capaciteit de belangrijkste waarde-meter, niet langer energie. Meer dan de totale hoeveelheid verbruikte energie wordt het belangrijk op welk tijdstip ze verbruikt wordt. Flexibiliteit in de productie, opslag en consumptie wordt dan ook een van de sleutelvereisten van het energiesysteem. Om de stap naar 2030 mogelijk te maken zullen eindgebruikers voor hun flexibiliteit financieel beloond moeten worden.
- De door de overheid gestelde doelstellingen moeten in de mate van het mogelijke technologie-neutraal zijn, zodat innovaties in een bepaalde technologie niet afgeremd worden. De meest kostenefficiënte oplossing verdient bij de technologiekeuze steeds de voorkeur. Belangrijk is dat voldaan wordt aan de comforteisen van de consument en dat er geen voorafname wordt gedaan van toekomstige ontwikkelingen. Inzetten op een specifieke technologie kan namelijk innovatie afremmen of zelfs tegenwerken.
- De impact van de eigendom (huur of eigenaar) en de mogelijkheden om een gemeenschappelijke of gedeelde investering te doen die de energietransitie ten goede komt, moeten grondig geanalyseerd worden. De belemmeringen in de regelgeving moeten worden weggewerkt.
- Samenwerking door verbruikers, particulieren en/of bedrijven, en gemeenschappelijke transitie bevorderende investeringen, bijvoorbeeld in appartementen, woonwijken of industrieparken, moeten worden bevorderd.
- Een slimme bemeting moet de flexibiliteit en kostenefficiëntie bij de eindverbruikers bevorderen en het voor leveranciers en aanbieders van energiediensten mogelijk maken om een aan de verbruiker aangepast tarief en dito diensten aan te bieden. Zo kan er gewerkt worden met een instelbare contractuele capaciteit (lager dan de fysieke), die bepalend is voor het tarief. Informatie

over de aansluitcapaciteit en verbruiksdata moeten lokaal beschikbaar gesteld kunnen worden voor de eindgebruiker.

- Dankzij slimme bemeting moet de netbeheerder ook een hoge mate van integratie van fluctuerende hernieuwbare energiebronnen kunnen beheersen, zonder te moeten overgaan tot netverzwarende investeringen
- De komende jaren zien we de mogelijkheid ontstaan dat eindgebruikers onderling energie uitwisselen en verhandelen, al dan niet in een lokale 'virtueel micronet'-context. Vanuit technologisch standpunt hebben eindgebruikers diverse mogelijkheden om data uit te wisselen. Hoe en welke data, en hoe de slimme bemeting hiervoor een toegevoegde waarde kan bieden, wordt momenteel nog in verschillende projecten en initiatieven onderzocht.
- Internet of Things (IoT) wordt een zeer belangrijke *driver* voor het realiseren van een echt slim en duurzaam energiesysteem, op een kostenefficiënte manier. De enorme hoeveelheid gegeneerde data en signalen vergen een efficiënt en veilig databeheer in een open structuur, zodat een groot aantal spelers de informatie kan delen. Een neutrale instantie voor het beheer en correcte gebruik van deze data zou hierbij aangewezen zijn (*trustful third party*). De gebruiker moet steeds toegang hebben tot zijn data en kunnen beslissen wat ermee gebeurt.
- De hier beschreven aanpassingen en vernieuwingen moeten uitgetest kunnen worden in proefprojecten en in een zo realistisch mogelijke omgeving, waar de regelgeving tot een minimum wordt beperkt. Dit *living lab* moet toegankelijk zijn voor alle actoren, zodat innovatie op geen enkele wijze geremd wordt.

Bibliografie

KVAB. [Online]. Available: <http://www.kvab.be/>.

Energyville. [Online]. Available: www.energyville.be.

UNFCCC United Nations Framework Convention on Climate Change, "Paris Agreement," https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_english_.pdf, 2015.

The European Commission, "The Paris Protocol – A blueprint for tackling global climate change beyond 2020," https://ec.europa.eu/clima/policies/international/paris_protocol/docs/com_2015_81_en.pdf, 2015.

The European Commission communication, "The Winter package, proposals on clean Energy for all Europeans," https://ec.europa.eu/priorities/priorities/energy-union-and-climate/proposals-clean-energy-all-europeans_en, 2016.

The European Commission, "Two years on Energy Union," https://ec.europa.eu/priorities/sites/beta-political/files/2-years-on-energy-union_en_0.pdf, 2016.

Covenant of Mayors, http://www.covenantofmayors.eu/index_en.html.

The Smart Energy Demand Coalition, "Mapping Demand Response in Europe today," <http://www.smartenergydemand.eu/wp-content/uploads/2015/10/Mapping-Demand-Response-in-Europe-To-day-2015.pdf>, 2015.

The Global Smart Grid Federation, Flexibility Working Group, "Demand response initiatives around the world," To be published, December 2016.

C. Dave Evans, "How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything," https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf, 2011.

The Green Button Initiative, "Helping you find and use your energy data," <http://www.greenbutton-data.org/>.

The Linear project, "Demand Response for Families," http://www.linear-smartgrid.be/sites/default/files/boekje_linear_okt_2014_boekje_web.pdf, 2015.

Eurostat, "Energy, transport and environment indicators," <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/7731525/KS-DK-16-001-EN-N.pdf/cc2b4de7-146c-4254-9521-dcbd6e6fafa6>, 2016.

EGear.be, "Prijs van de Tesla home battery," <http://www.egear.be/tesla-powerwall/>, 2016.

Björn Nykvist and Måns Nilsson, "Nature Climate Change," 2015.

The American Energy Council, "Advanced Metering Initiatives and Residential Feedback Programs: A Meta-Review for Household Electricity-Saving Opportunities," <http://aceee.org/research-report/e105>, 2010.

Sunride, "Solarstrom direkt for Ort verkaufen," <http://www.sunride.net/#intro-1>, 2016.

Smappee, "De Smappee Solarcoin," http://www.smappee.com/be_nl/blog/smappee-beloont-eigenaars-van-zonnepanelen-met-gratis-solarcoins/, 2016.

The STRATEGO project, “Enhanced Heating and Cooling Plans to Quantify the Impact of Increased Energy Efficiency in EU member states,” <http://stratego-project.eu/wp-content/uploads/2014/09/STRATEGO-WP2-Executive-Summary-Main-Report.pdf>, 2016.

GRID4EU Final Report, “Innovation for Energy Networks,” http://grid4eu.blob.core.windows.net/media-prod/29375/grid4eu-final-report_normal-res.pdf, 2016.

The NICE Grid project, “Final assessment of the demonstration,” http://grid4eu.blob.core.windows.net/media-prod/28739/grid4eu_demo6_deliverable_dd693_final.pdf, 2016.

“Stroomversnelling,” <http://www.stroomversnelling.vlaanderen/>.

Samenstelling van de Werkgroep

Ronnie BELMANS (EnergyVille, KU Leuven, KTW)

Pieter VINGERHOETS (EnergyVille)

Ivo VAN VAERENBERGH (KTW)

Cedric DE JONGHE (Actility Benelux)

Philippe DE RAEDEMAEKER (Engie)

Erik HENDRIX (Proximus)

Matthias STROBBE (UGent-imec)

Chris DEVELDER (UGent-imec)

Peter DE PAUW (Eandis)

Joris LEMMENS (Infrax)

Jeroen BÜSCHER (EnergyVille)

Geert PALMERS (3E)

Stefan GROSJEAN (Smappee)

KTW = Klasse Technische Wetenschappen

RECENTE STANDPUNTEN (vanaf 2013)

21. Karel Velle – *Archieven, de politiek en de burger*, KVAB/Klasse Menswetenschappen, 2013.
22. Etienne Aernoudt, Dirk Fransaeer, Egbert Lox, Karel Van Acker – *Dreigende metaalschaarste? Innovaties en acties op weg naar een circulaire economie*, KVAB/Klasse Technische wetenschappen, 2014.
23. Roger Marijnissen, Francis Strauven – *Voor een verantwoord beheer van ons kunstpatrimonium*, KVAB/Klasse Kunsten, 2014.
24. Jan Eeckhout, Joep Konings – *Jeugdwerkloosheid*, Denkersprogramma Klasse Menswetenschappen, 2014.
25. Pascal Verdonck e. a. – *Medische Technologie, als motor voor innovatieve gezondheidszorg*, KVAB/Klasse Technische wetenschappen, 2014.
26. Charles Hirsch, Erik Tambuyzer e. a. – *Innovatief ondernemerschap via spin-offs van kenniscentra*, KVAB/Klassen Natuurwetenschappen en Technische wetenschappen, 2014.
27. Giovanni Samaey, Jacques Van Remortel e. a. – *Informaticawetenschappen in het leerplichtonderwijs*, KVAB/Klasse Technische wetenschappen en Jonge Academie, 2014.
28. Paul Van Rompuy – *Leidt fiscale autonomie van deelgebieden in een federale staat tot budgettaire discipline?* KVAB/Klasse Menswetenschappen, 2014.
29. Luc Bonte, Paul Verstraeten e. a. – *Maatschappelijk verantwoord ondernemen. Meedoen omdat het moet, of echt engagement?* KVAB/Klasse Technische wetenschappen, 2014.
30. Piet Van Avermaet, Stef Slembrouck, Anne-Marie Simon-Vandenbergen – *Talige diversiteit in het Vlaams onderwijs: problematiek en oplossingen*, KVAB/Klasse Menswetenschappen, 2015.
31. Jo Tollebeek – *Metamorfozes van het Europese historisch besef, 1800-2000*, KVAB/Klasse Menswetenschappen, 2015.
32. Charles Hirsch, Erik Tambuyzer e.a. – *Innovative Entrepreneurship via Spin-offs of Knowledge Centers*, KVAB/Klassen Natuurwetenschappen en Technische wetenschappen, 2015.
33. Georges Van der Perre en Jan Van Campenhout (eds.) – *Higher education in the digital era. A thinking exercise in Flanders*, Denkersprogramma KVAB/Klasse Technische wetenschappen, 2015.
34. Georges Van der Perre, Jan Van Campenhout e.a. – *Hoger onderwijs voor de digitale eeuw*, KVAB/Klasse Technische wetenschappen, 2015.
35. Hugo Hens e. a. – *Energiezuinig (ver)bouwen: geen rechttoe rechtaan verhaal*, KVAB/Klasse Technische wetenschappen, 2015.
36. Marnix Van Damme – *Financiële vorming*, KVAB/Klasse Menswetenschappen, 2015.
37. Els Witte – *Het debat rond de federale culturele en wetenschappelijke instellingen (2010-2015)*, KVAB/Klasse Menswetenschappen, 2015.
38. Irina Veretennicoff, Joos Vandewalle e.a. – *De STEM-leerkracht*, KVAB/Klasse Natuurwetenschappen en Klasse Technische wetenschappen, 2015.
39. Johan Martens e.a. – *De chemische weg naar een CO₂-neutrale wereld*, KVAB/Klasse Natuurwetenschappen, 2015.
40. Herman De Dijn, Irina Veretennicoff, Dominique Willems e.a. – *Het professoraat anno 2016*, KVAB/Klasse Natuurwetenschappen, Klasse Menswetenschappen, Klasse Kunsten en Klasse Technische wetenschappen, 2016.
41. Anne-Mie Van Kerckhoven, Francis Strauven – *Een bloementapijt voor Antwerpen*, KVAB/Klasse Kunsten, 2016.
42. Erik Mathijs, Willy Verstraete (e.a.), *Vlaanderen wijs met water: waterbeleid in transitie*, KVAB/Klasse Technische wetenschappen, 2016.
43. Erik Schokkaert - *De gezondheidszorg in evolutie: uitdagingen en keuzes*, KVAB/Klasse Menswetenschappen, 2016.

De volledige lijst met standpunten en alle pdf's kunnen worden geraadpleegd op www.kvab.be/standpunten.aspx

DE EINDGEBRUIKER CENTRAAL IN DE ENERGIETRANSITIE

De energiesector ondergaat ingrijpende veranderingen. Er is de toenemende lokale elektriciteitsproductie uit hernieuwbare bronnen, die vaak afhankelijk zijn van zon of wind. Er zijn ook de opkomende duurzame technologieën, zoals elektrische voertuigen en elektrische verwarming op basis van warmtepompen. Zij zullen het residentiële elektriciteitsverbruik sterk doen stijgen. Voor de aanpak van deze uitdagingen zijn er ook nieuwe mogelijkheden op het gebied van communicatie en dataverwerking.

In het energiesysteem van de 21ste eeuw krijgt de prosumant een centrale rol. Hij kan zelf energie opwekken en het systeem ondersteunen door zijn elektrische verbruik te verschuiven naar periodes met goedkope energie. Vandaag de dag speelt de regelgeving hier nog niet op in.

In dit document beschrijft de KVAB samen met EnergyVille over welke mogelijkheden de residentiële eindgebruiker in de toekomst zal beschikken om actief bij te dragen aan de transitie naar een koolstofarme maatschappij. Hij zal daarbij niet aan comfort inboeten, wel integendeel. De nadruk ligt op de regelgeving, die deze belangrijke technologische en maatschappelijke evoluties niet in de weg mag staan.

De reeks Standpunten van de Academie is een bijdrage tot het wetenschappelijk onderbouwd debat over actuele maatschappelijke en artistieke thema's. De auteurs, leden en werkgroepen van de Academie schrijven in eigen naam, onafhankelijk en met volledige intellectuele vrijheid. De goedkeuring voor publicatie door een of meerdere Klassen van de Academie waarborgt de kwaliteit van de gepubliceerde studies.

