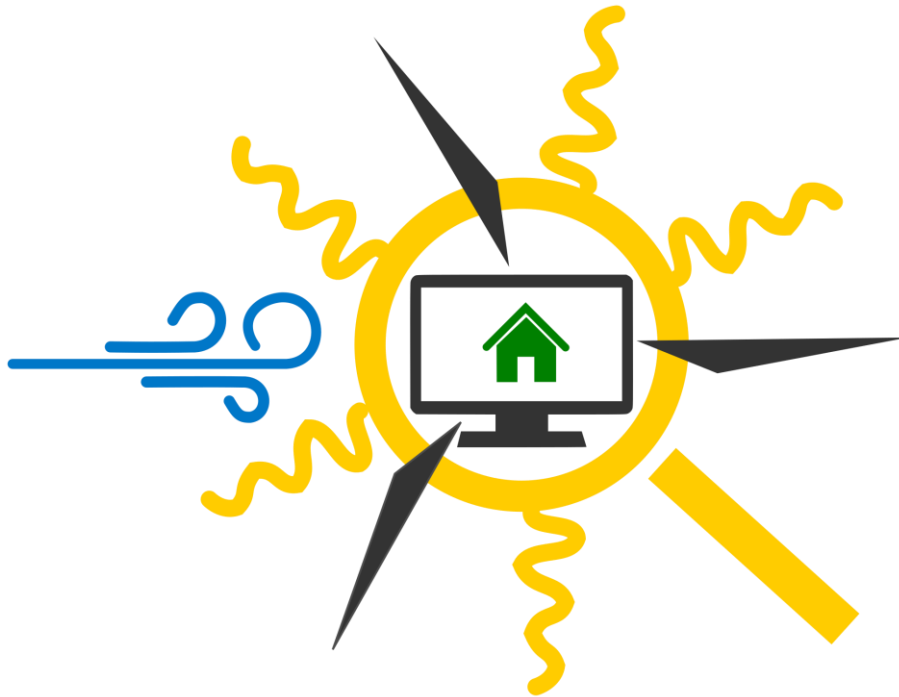




CEMS Basisbrochure

versie mei 2023



In samenwerking met:



en



MAAK JE METER SLIM

met steun van:

**AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN**



Vlaanderen
is ondernemen

Dit is een uitgave van Volta

Marlylaan 15/08

1120 Brussel

info@volta-org.be

www.volta-org.be

© Volta 2023

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

1.	Inleiding	3
2.	Doel	4
3.	Basisbegrippen	6
3.1.	Productie, verbruik, injectie, afname, zelfverbruik, zelfvoorziening	6
3.1.1.	Zonder PV-installatie	6
3.1.2.	Prosumert	6
3.2.	Vermogen en energie	8
3.3.	Beschikbare flexibiliteit benutten	8
3.3.1.	Piekafvlakking	8
3.3.2.	Afname en productie op elkaar afstemmen	9
3.4.	Waarvoor dient elektriciteit in een huishouden?	10
4.	De digitale meter	11
4.1.	Waarom een digitale meter?	11
5.	CEMS definitie	12
5.1.	Integrator	12
6.	CEMS toepassingen	13
6.1.	Metten is weten	13
6.2.	Visualisatie van het verbruik	14
6.3.	Energiebesparing	14
6.4.	Flexibiliteit	14
6.4.1.	Verwarming en warm water	14
6.4.2.	Batterij	14
6.4.3.	EV	15
6.4.4.	Decentrale productie	15
6.4.5.	Huishoudtoestellen	15
6.5.	Terugverdieneffecten	17
6.5.1.	Facturatie met een digitale meter	17
6.5.2.	Prosumerten	17
6.5.3.	Capaciteitstarief	18
6.6.	Nieuwe spelers op de markt	18
6.6.1.	FSP	18
6.6.2.	Aggregator	18
6.6.3.	ESCO	18
7.	Mogelijke kenmerken van CEMS	19
8.	Standaardisatie	20
9.	Cybersecurity en privacy	20
10.	Sociale aspecten	20
11.	Besluit	20
12.	Interessante links	20
13.	Lijst afkortingen	21

Tegen 2050 wacht ons een schitterende nieuwe wereld. Zonne- en windenergie en waterkracht kunnen ons verlossen van de uitlaatgassen van fossiele brandstoffen – als we dat echt willen. Burgers en KMO's – u en ik – kunnen meewerken door CEMS te installeren. CEMS? Daarover gaat deze brochure.

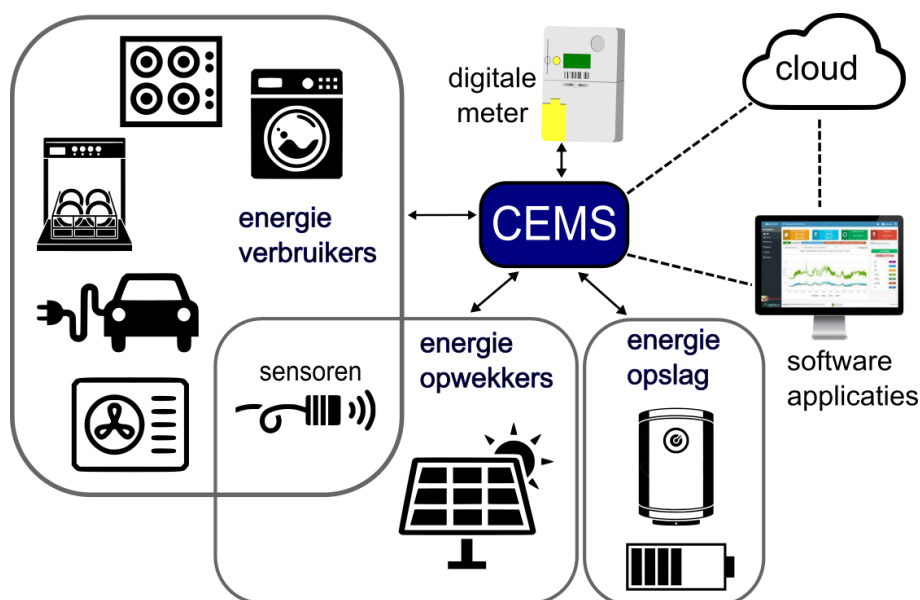
1. Inleiding

Onze energievoorziening is in transitie naar milieuvriendelijke, hernieuwbare energiebronnen. De uitrol van de digitale meter is volop aan de gang. Hij is een van de bouwstenen van het slimme elektriciteitsnet van de toekomst. Het is de bedoeling dat de gebruikers hierop inspelen. Maar hoe? Ongetwijfeld zitten ze met veel vragen. Vragen waarmee ze aankloppen bij hun elektro-installateur. Deze brochure legt de basisprincipes van energiebeheer uit.

De digitale meter wordt uitgerold bij burgers en KMO's, de 'customers' (Engels voor klant). Voor hen worden er customer energiemanagementsystemen (CEMS) ontwikkeld. Die moeten hen helpen om op een slimme en milieuvriendelijke manier om te springen met hun energieverbruik en eventuele productie, zonder alles voortdurend zelf in het oog te moeten houden.

Voor alle duidelijkheid: ook de term 'HEMS' (Home Energy Management System) wordt gebruikt, maar dan alleen voor woningen. In de praktijk is er geen verschil met CEMS.

Bijkomende informatie vind je op maakjemeterslim.be. Dat is een onafhankelijk platform waarop o.a. fabrikanten hun energiebeheersystemen kunnen bekendmaken. Zo krijg je op één adres een volledig marktoverzicht.

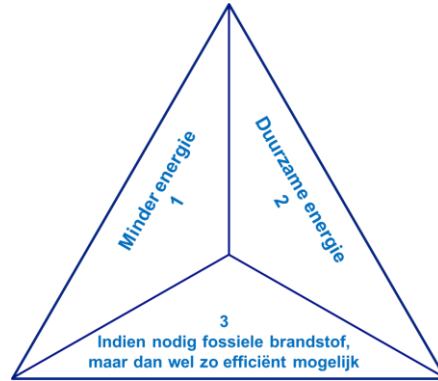


Figuur 1 – schematische voorstelling van CEMS

2. Doel

Waarom zou je CEMS in huis halen?

CEMS is een hulpmiddel om je energieverbruik te verlagen en om meer hernieuwbare energie te benutten. Dat zijn de voornaamste pijlers van de 'trias energetica', de basisprincipes van een milieuvriendelijk energieverbruik.



Figuur 2 – Trias energetica

Voor het elektriciteitsnet is het belangrijk dat productie en afname voortdurend in evenwicht zijn (meer daarover in § 3.3). Ook daarbij kan CEMS helpen.

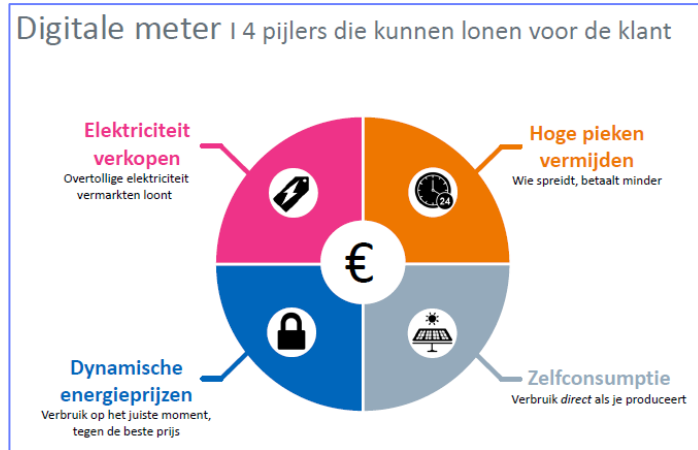
Tegelijkertijd kan je met CEMS besparen op je energiefactuur. CEMS regelt ook alles zo veel mogelijk automatisch en maakt het leven zo comfortabeler. Je moet jouw verbruik niet voortdurend zelf in de gaten houden, je hoeft zelfs niet thuis te zijn.

Hoe gaat dat in zijn werk?

- Als je verbruik daalt, betaal je minder (§ 6.3)
- Zodra er bij jou een digitale meter (§ 4.1) geplaatst is, krijg je extra mogelijkheden:
 - Er worden dynamische prijscontracten (§ 6.5.1) aangeboden. Daarmee betaal je minder als je je verbruik verschuift naar periodes waarin de elektriciteitsprijs laag is.
 - Prosumenten met een digitale meter betalen minder naarmate hun zelfverbruik stijgt (§ 6.5.2). Het overschot kunnen ze verkopen – via een terugleveringscontract of via persoon aan persoon verkoop – of delen binnen een energiegemeenschap.
 - In 2023 is het capaciteitsstarief (§ 1.1.1) ingevoerd voor een deel van de elektriciteitsfactuur. Wie al een digitale meter heeft, betaalt minder als hij hoge pieken vermijdt door zijn verbruik te spreiden.

Besparen betekent hier ook: de uitgaven minder zien stijgen dan iemand die niets doet. Om de kosten van de energietransitie naar hernieuwbare energie binnen de perken te houden, moet het verbruik omlaag en moet het verschuiven naar periodes dat er veel hernieuwbare energie beschikbaar is. Dat lukt nooit met de grotendeels manuele sturing die we nu gewoon zijn.

De figuur hieronder toont hoe VREG de toekomst van de elektriciteitsstarieven ziet.



Figuur 3 – Toekomstvisie op de elektriciteitsstarieven (Bron: VREG)

3. Basisbegrippen

Vooraleer we dieper ingaan op CEMS, bespreken we enkele basisbegrippen

3.1. Productie, verbruik, injectie, afname, zelfverbruik, zelfvoorziening

3.1.1. Zonder PV-installatie

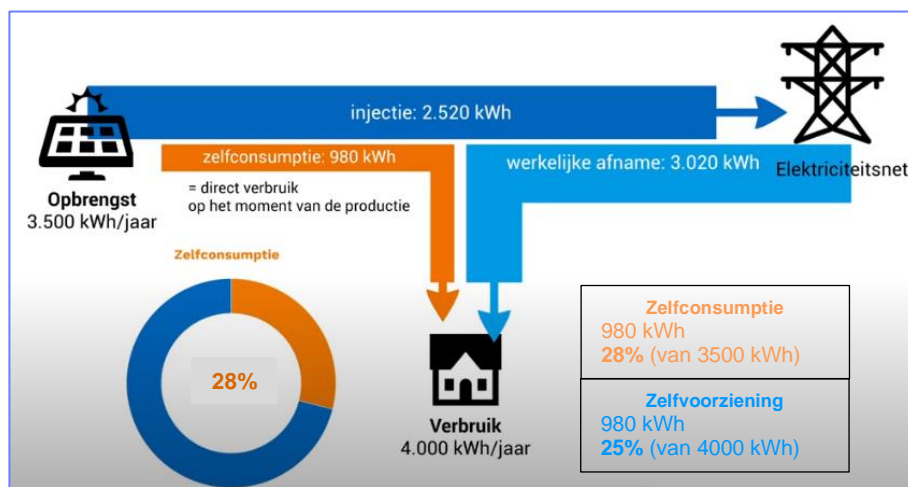
Vroeger was het simpel. Een elektriciteitscentrale injecteert haar productie in het elektriciteitsnet en een klant neemt zijn verbruik af van het elektriciteitsnet.

M.a.w.:

- elektriciteitscentrale: injectie = productie
- klant zonder eigen productie: afname = verbruik

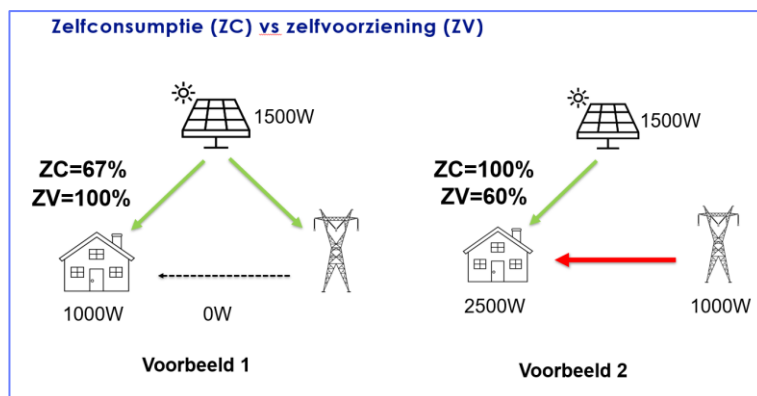
3.1.2. Prosumert

Wanneer de klant zelf ook elektriciteit produceert, wordt het ingewikkelder (Figuur 4), hij wordt dan een prosumert:



Figuur 4 – voorbeeld van de energiestromen bij een prosumert (Bron: VREG)

- De klant kan een deel van zijn productie (opbrengst) ogenblikkelijk zelf verbruiken.
 - Als we dit deel vergelijken met de totale productie, spreken we van zelfverbruik of zelfconsumptie.
 - Als we dit deel vergelijken met het totale verbruik, spreken we van zelfvoorziening
- Wanneer de klant meer produceert dan hij op dat ogenblik verbruikt, injecteert hij het overschot in het elektriciteitsnet.
- Wanneer de klant minder produceert dan hij op dat ogenblik verbruikt, neemt hij het tekort af van het elektriciteitsnet.



**Figuur 5 – voorbeelden van zelfconsumptie en zelfvoorziening
vb. 1: productieoverschot – vb. 2: productietekort**

M.a.w.:

- productieoverschot: injectie = productie - verbruik zelfverbruik = verbruik zelfvoorziening is 100%
- productietekort: afname = verbruik - productie zelfverbruik = 100% zelfvoorziening is productie
- evenwicht: injectie = afname = 0 zelfverbruik = 100% zelfvoorziening is 100%

Met een terugdraaiende teller worden de energiehoeveelheden over een volledig jaar bekeken, met een digitale meter gaat het om de ogenblikkelijke waarden (§ 6.5.2).

Een batterij kan zowel voor productie als voor verbruik zorgen (tot ze leeg respectievelijk vol is).

3.2. Vermogen en energie

Vermogen en energie zijn 2 belangrijke begrippen. Het verband tussen beide is:

$$\text{energie} = \text{vermogen} \times \text{tijd}$$

Als we het over elektriciteit hebben, zijn veelgebruikte eenheden kWh voor energie en kW voor vermogen.

Het laden van een elektrisch voertuig (EV) is een goede illustratie:

- In de batterij wordt energie opgeslagen (bv. 40 kWh).
- Het vermogen waarmee ze geladen wordt (bv. 11 kW), bepaalt hoe snel de energie in de batterij toeneemt.

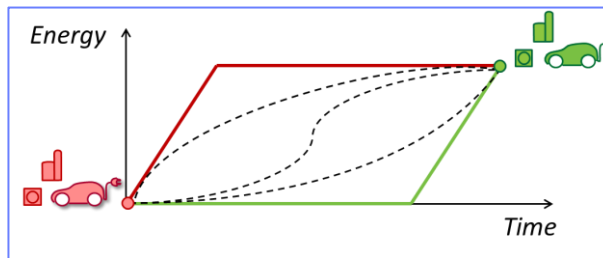
Ander voorbeeld: een waterkoker met een vermogen van 2 kW die 3 minuten werkt – voldoende om een liter water aan de kook te brengen – verbruikt $2 \text{ kW} \times 0,05 \text{ h} = 0,1 \text{ kWh}$.

3.3. Beschikbare flexibiliteit benutten

Op het elektriciteitsnet in zijn geheel moeten afname en injectie voortdurend in evenwicht zijn, anders gaan de frequentie en/of de spanning afwijken. In het verleden pasten de elektriciteitscentrales hun productie zonder veel problemen aan de afname aan. Tegenwoordig wordt er steeds meer zonne- en windenergie opgewekt. Die is weersafhankelijk en dus niet flexibel. We moeten dus op zoek naar andere vormen van flexibiliteit om het net in balans te houden.

Flexibiliteit betekent hier de mogelijkheid om de injectie en/of afname van elektriciteit te verschuiven in de tijd.

De figuur hieronder geeft een voorbeeld: het elektrisch voertuig (EV) moet na een ingestelde tijd opgeladen zijn. Het laadvermogen is echter zo groot dat het sneller kan. Je kan dan meteen op vol vermogen laden of het laden zo lang mogelijk uitstellen of elke variant daartussen volgen.



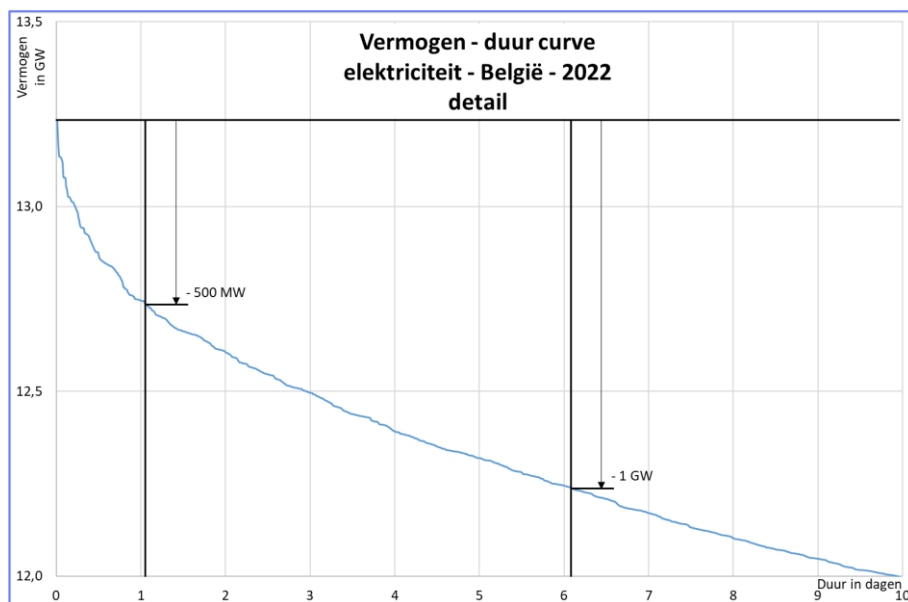
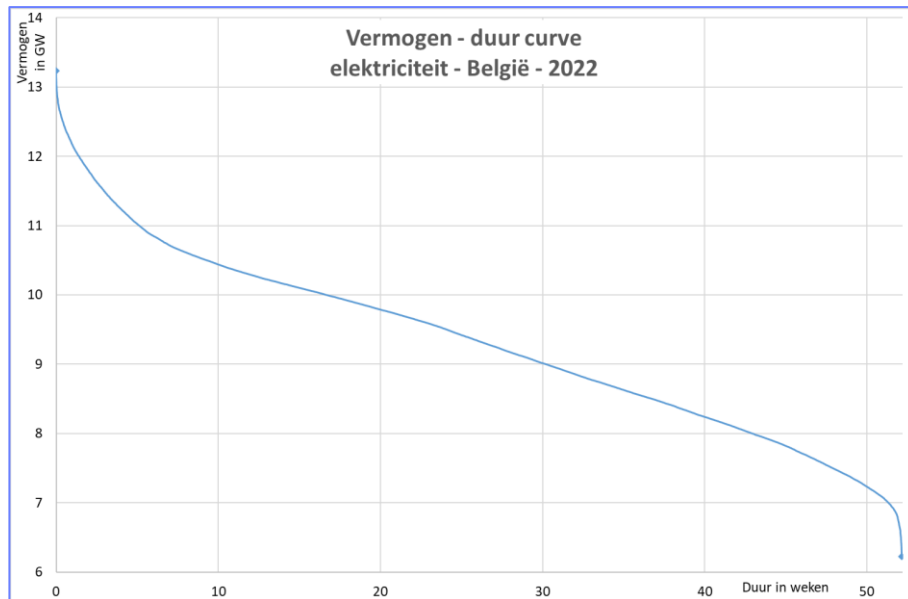
Figuur 6 – beschikbare flexibiliteit bij het laden van een EV: elk pad tussen de rode lijnen (meteen op vol vermogen laden) en de groene lijnen (zo lang mogelijk wachten) leidt naar een volle batterij bij vertrek (groen punt) (Bron: EnergyVille)

Flexibiliteit kan voor twee doelen ingezet worden.

3.3.1. Piekafvlakking

De meeste elektrische installaties produceren of verbruiken niet constant hetzelfde vermogen. Ze moeten zo gebouwd worden, dat het maximale benodigd elektrisch vermogen geleverd kan worden. Dat betekent bv. voedingskabels die voldoende dik zijn. Voor België als geheel betekent dit voldoende productiecapaciteit om aan de piekvraag te kunnen voldoen en een elektriciteitsnet om dat piekvermogen te verdelen. Door het verbruik te spreiden in de tijd en zo de piekbelasting te verlagen (piekafvlakking, Engels: peak shaving) kan er bespaard worden.

Figuur 7 toont hoeveel weken / dagen per jaar de piekvraag een bepaalde grootte heeft. De laatste 500 MW hebben we maar iets meer dan 24 uur nodig, de volgende 500 MW hebben we in totaal 6 dagen nodig. Als we daarvoor 2 gascentrales zouden bouwen, zouden die 1 en 6 dagen per jaar moeten draaien. Dat is zeer weinig om de investering terug te verdienen. Als we met z'n allen tijdens de momenten van piekvraag ons verbruik wat verlagen, kunnen we deze investeringen vermijden. Dat kan door ons verbruik te verschuiven in de tijd en/of door minder te verbruiken.



**Figuur 7 – elektrisch vermogen in België in 2022 in functie van de duur dat het gevraagd werd
bovenaan: volledige curve – onderaan detail**

3.3.2. Afname en productie op elkaar afstemmen

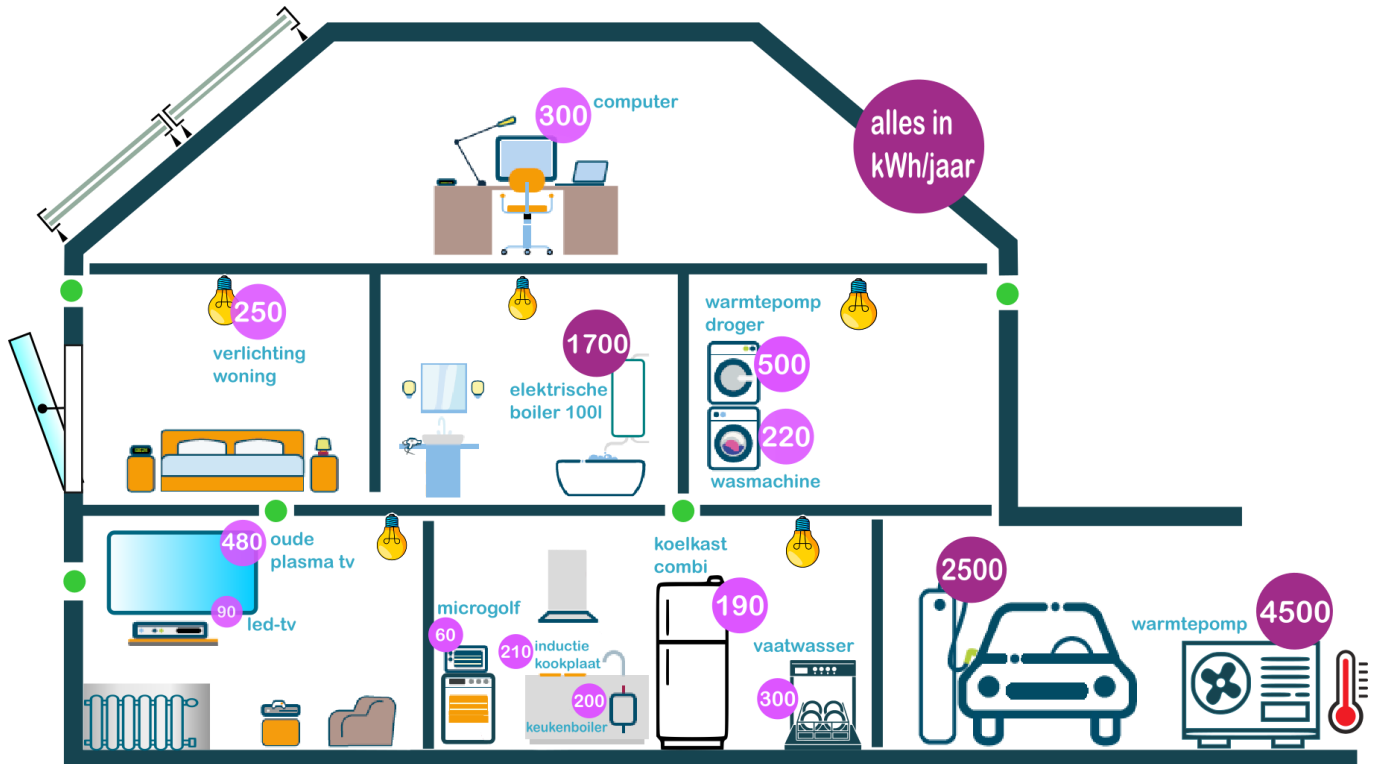
Afname en productie op elkaar afstemmen kan met vraagsturing (Engels: Demand Side Management, DSM).

Voorbeeld: in een woning met PV-installatie kan een deel van het verbruik verplaatst worden naar de periodes dat de PV-installatie haar maximaal vermogen levert. Dat is DSM. Het voordeel is dat hierdoor je zelfverbruik verhoogt (§ 6.4.4 en 6.5.2). Tegelijk wordt de injectie op het elektriciteitsnet beperkt. Dat is een vorm van piekafvlakking.

3.4. Waarvoor dient elektriciteit in een huishouden?

Waarvoor dient de elektriciteit die op je factuur staat? Hieronder geven we cijfers voor een gemiddeld gezin. Bij [Sibelga](#) vind je meer gedetailleerde informatie over het vermogen en verbruik per toestel.

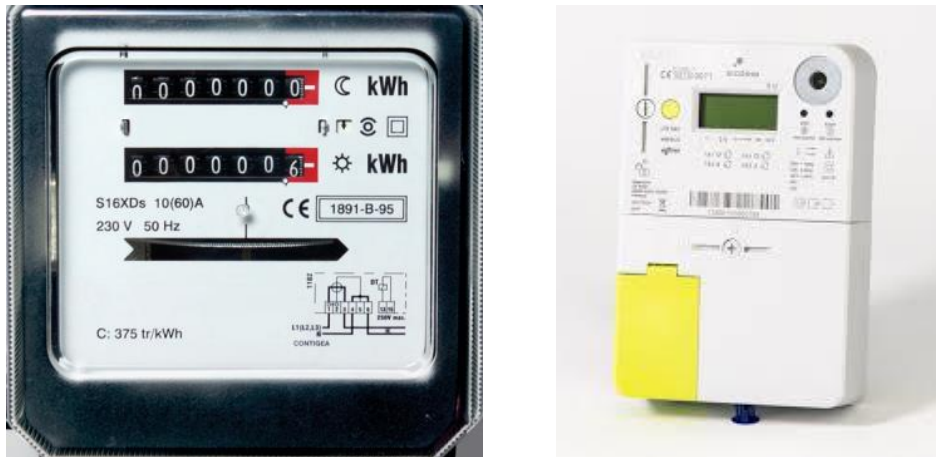
Voor CEMS zijn uiteraard de grootste verbruikers het belangrijkste: elektrisch voertuig (§ 6.4.3), warmtepomp, boiler.



Figuur 8 – het jaarlijks verbruik van elektrische toestellen thuis

4. De digitale meter

In Vlaanderen krijgen alle gezinnen en KMO's met een klassieke, analoge elektriciteitsmeter (Ferraris-meter) een [digitale meter](#). De [uitrol](#) is gestart in 2019. Tegen eind 2024 moet 80 procent van de digitale meters geplaatst zijn en tegen 2029 100%.



Figuur 9 – links een Ferraris-meter (hier met dag- en nachtteller), rechts een digitale meter

4.1. Waarom een digitale meter?

Het is tegenwoordig in veel domeinen normaal om over te stappen van analoge naar digitale technologie. De klassieke, analoge Ferraris-meter en budgetmeter worden trouwens niet meer gemaakt.

Een belangrijk voordeel van de digitale meter is dat hij kan communiceren met de distributienetbeheerder (DNB) en met de klant.

Daardoor hoeft de DNB niet meer langs te komen om het verbruik te noteren. Zo kan de leverancier de klant veel vaker over zijn verbruik informeren dan via de jaarlijkse factuur. De klant kan zijn verbruik ook zelf opvolgen, via een CEMS-toepassing. Een verhuis en dergelijke kunnen voortaan vanop afstand geregeld worden. Bovendien krijgt de DNB een veel duidelijker beeld van de belasting van het elektriciteitsnet. Hij kan defecten sneller detecteren en oplossen. Hij ziet ook beter waar hij moet investeren in een versterking van het elektriciteitsnet.

Tegelijk ondersteunt de digitale meter de energietransitie. De digitale meter maakt nieuwe diensten, zoals tijdsafhankelijke tarieven, mogelijk. Gezinnen en kleine bedrijven die dat wensen, kunnen hierop inspelen. Naast het verbruik meet de digitale meter bij prosumenten ook de injectie op het elektriciteitsnet. Dat maakt het mogelijk om de geïnjecteerde energie te verkopen.

Voor de communicatie met de klant heeft de digitale meter 2 uitgangen, de zogenaamde 'P1'- en 'S1'-poort. Meer informatie daarover op deze [webpagina](#) van Fluvius.



Figuur 10 – 'P1'- en 'S1'-poort van de digitale meter

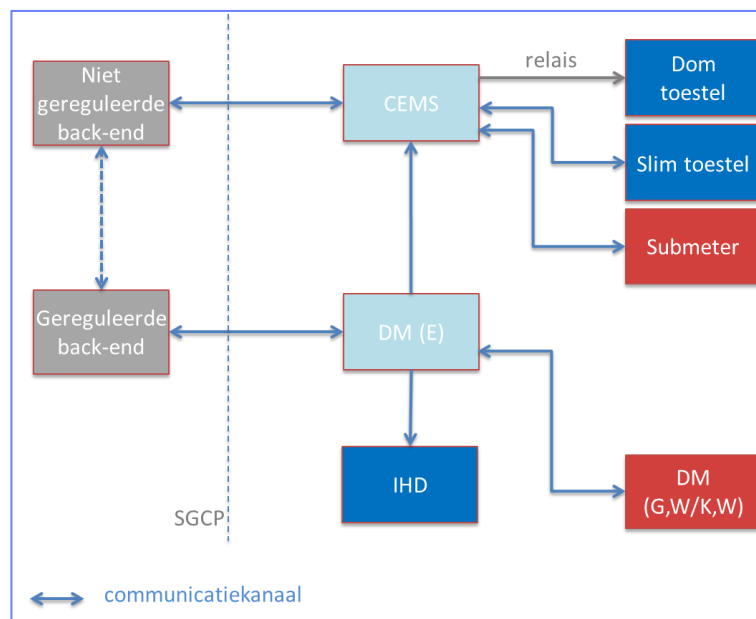
5. CEMS definitie

Zoals wel vaker het geval is, worden aan het begrip CEMS verschillende betekenissen toegekend.

In de meest enge betekenis is het een toestel dat achter de digitale meter geplaatst wordt en dat, o.a. op basis van informatie van de digitale meter, het energieverbruik in kaart brengt en optimaliseert. Tegelijk verhoogt CEMS het comfort, doordat de gebruiker niet manueel hoeft in te grijpen en zelfs niet thuis hoeft te zijn.

De figuur hieronder toont de architectuur van een slim energiesysteem uit de [conceptnota 'Uitrol van digitale meters in Vlaanderen'](#) van de Vlaamse Regering van 13/02/2017. Hierin is CEMS voorgesteld als 1 centrale module.

CEMS kan ook ruimer geïnterpreteerd worden. Enerzijds kan CEMS ook energie besparen los van de digitale meter, bijvoorbeeld door de verwarming, verluchting en verlichting van een lokaal te regelen op basis van een aanwezigheidsensor. We krijgen dan een overlap met domotica en immotica. Waar domotica vroeger vooral geassocieerd werd met comfort, integreert ze nu ook energiebesparing.



Figuur 11 – Architectuur van een slim meetsysteem (Bron: Vlaamse Regering)

Legende:

- CEMS Customer Energy Management System
- IHD In-Home Display
- DM (E) Digitale Meter voor elektriciteit
- DM (G, W/K, W) Digitale Meter voor gas, voor warmte en koude of voor water
- SGCP Smart Grid Connection Point

Anderzijds is er voor CEMS veel meer nodig dan één toestel. Het volledige systeem omvat hardware, software, communicatietechnologie en gebruikersinterfaces (§ 1). Het gaat van een eenvoudige thermostaat tot een volledig geïntegreerd controlesysteem dat rekening houdt met de bewoners en de buitenwereld (vb. weersvoorspelling, variabele prijzen). Het is een ruime markt met veel specialisaties.

5.1. Integrator

Deze markt is nog volop in ontwikkeling en biedt kansen aan ondernemende elektro-installateurs, als plaatser maar ook als ontwikkelaar en/of als integrator.

De integrator neemt de eindverantwoordelijkheid voor de goede werking van het geheel. Hij zorgt ervoor dat alle systemen (verwarming, PV, EV, ...) die op een CEMS aangesloten worden, optimaal samenwerken. Hij treedt op als uniek aanspreekpunt voor de klant en coördineert de oplossing van fouten en klachten. Dit is een nieuw beroep, niet eenvoudig maar met toekomst.

6. CEMS toepassingen

Wat kan CEMS voor jou doen?

EEN CASE UIT DE PRAKTIJK

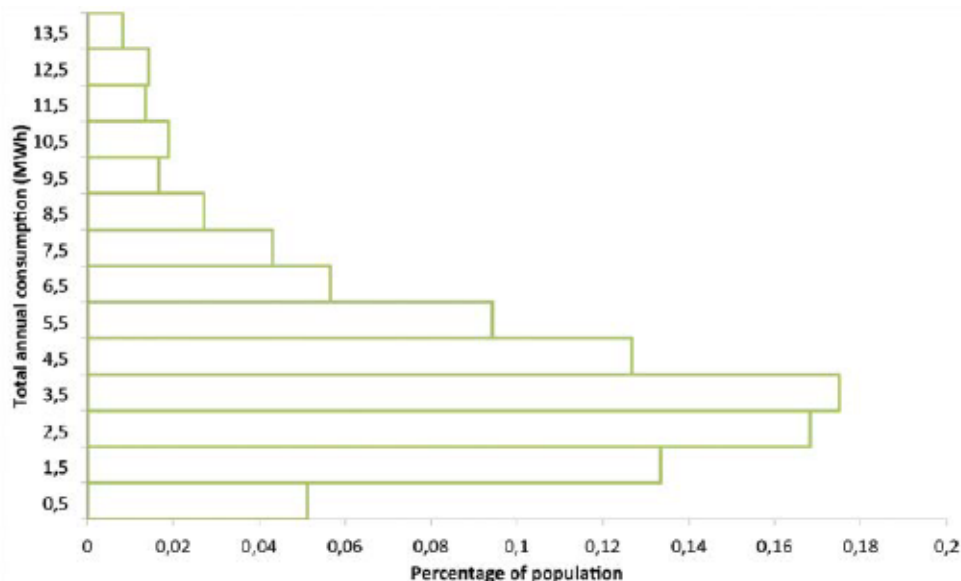
Een goed geïsoleerde woning met zonnepanelen (8 kWp, 7600 kWh/jaar) is uitgerust met een warmtepomp. Die zorgt zowel voor de ruimteverwarming als voor het opwarmen van de warmwaterboiler. De eigenaar heeft een EV. Hij werkt vaak thuis en dan kan hij overdag laden. Hij heeft een CEMS geïnstalleerd, dat op deze manier werkt:

- Om de opgewekte zonne-energie zoveel mogelijk zelf te verbruiken, draait de warmtepomp in de eerste plaats overdag als de zon schijnt en daarnaast ook als het te koud wordt in de woonkamer.
- Het EV wordt in de zomer maximaal met zonne-energie geladen: de sturing van de laadstroom volgt automatisch het overschot aan zonne-energie dat niet elders in de woning verbruikt wordt.
- In de winter is er niet genoeg zon om het EV te laden, dan houdt de sturing het capaciteitstarief in het oog: de laadstroom wordt aangepast zodat een vooraf ingestelde waarde niet overschreden wordt.

Zonder CEMS en EV bedroeg de zelfconsumptie 28%, met CEMS en EV meer dan 60%. Dit levert een besparing op van ongeveer € 700 per jaar. Veel hangt af van het aantal km dat thuis kan geladen worden.

6.1. Meten is weten

Elk gezin of KMO is anders. Het is moeilijk algemene regels te geven over welke toepassing voor wie interessant is. [Figuur 12](#) hieronder geeft een idee van de verschillen tussen gezinnen.



Figuur 12 – verdeling van het elektriciteitsverbruik van Vlaamse gezinnen in 2008 (de grafiek stopt bij 14 MWh, het maximum bedraagt ongeveer 200 MWh). (Bron: [Linear-eindrapport](#) (blz. 24))

Een goede eerste stap is, vanaf de installatie van de digitale meter, de gegevens van de digitale meter gedurende een jaar bij te houden en dan te analyseren. Meten is weten.

Dit kan aangevuld worden met de plaatsing van bijkomende energiemeters om de voornaamste verbruikers in kaart te brengen.

Aangezien de grafiek meer dan 10 jaar oud is, deze aanvulling:

- Het elektriciteitsverbruik van een gemiddeld gezin zonder warmtepomp of EV, wordt geschat op 3500 kWh per jaar.
- Zowel een warmtepomp als een EV (§ 6.4.3) voegen daar enkele duizenden kWh aan toe (maar je verbruikt minder andere energie, zoals gas of benzine). Hoeveel er juist bijkomt, hangt van de concrete situatie af.

6.2. Visualisatie van het verbruik

Het opvolgen van het ogenblikkelijk verbruik kan gecombineerd worden met het tonen ervan op een scherm. Dat hoeft niet veel te kosten en het zien van het eigen verbruik zet aan tot energiebesparing. In de [kosten-baten-analyse voor de invoering van de digitale meter in Vlaanderen](#) (blz. 8) is sprake van een energiebesparing van gemiddeld 2,6% voor elektriciteit en 1% voor gas. Dat zijn gemiddelden, wie gemotiveerd is, kan meer besparen.

6.3. Energiebesparing

CEMS kan rechtstreeks energie besparen en zo zorgen voor een lagere energiefactuur en een properder milieu. Enkele voorbeelden:

- Ruimteverwarming kan gestuurd worden in functie van aanwezigheid, zeker in combinatie met zoneverwarming. Met een zelflerend algoritme start de verwarming juist op tijd zodat er een aangename temperatuur heerst als je (op het normale tijdstip) opstaat. Ook de weersvoorspelling speelt een rol, bv. als het in de loop van de dag warmer wordt, moet er minder warmte gebufferd worden.
- De aanwezigheidssensoren kunnen ook dienen om de ventilatie te sturen, die in moderne gebouwen verplicht is. Ook sensoren die de luchtkwaliteit meten (CO₂, vochtigheid) worden daarvoor gebruikt.
- De nood aan koeling kan verkleind worden bv. door sturing van de zonnewering en/of nachtventilatie. Ook hier is het zinvol om rekening te houden met de weersvoorspelling.
- Lichtsturing kan gebruik maken van aanwezigheids- en daglichtsensoren.

De energiebesparing gaat hier gepaard met een comfortverhoging. Door de automatische sturing, wordt de gebruiker ontzorgd.

Bovenstaande punten gelden vooral voor KMO's. De CEMS systemen voor particulieren gaan meestal niet zo ver. Daar wordt meestal de zelfconsumptie geoptimaliseerd zoals in de case hierboven.

6.4. Flexibiliteit

CEMS kan ervoor zorgen dat beschikbare flexibiliteit benut wordt (§ 3.3). Ook hier is automatisatie belangrijk om de gebruiker te ontzorgen, omdat die vaak niet thuis is en/of het te ingewikkeld vindt.

Hieronder bespreken we een aantal toepassingen die flexibiliteit bieden.

6.4.1. Verwarming en warm water

In vergelijking met warmte, kan elektriciteit gemakkelijk getransporteerd worden, maar opslag van elektriciteit is duur. Warmte kan gemakkelijk opgeslagen worden, bv. in een goed geïsoleerd vat water of in de thermische massa van een gebouw, maar transport van warmte is duur omdat de leidingen over de volledige lengte geïsoleerd moeten worden.

De elektrificatie van verwarming kan voor minder CO₂ en meer flexibiliteit zorgen. Een warmtepomp verdient normaal de voorkeur omdat ze veel minder elektriciteit verbruikt dan een elektrische weerstandsverwarming (typisch 2,5 tot 5 keer minder). De flexibiliteit die een warmtepomp biedt is daardoor wel kleiner (lager vermogen en minder elektrische energie). Ze is ook duurder.

Om de flexibiliteit van een warmtebuffer te benutten is een intelligente sturing nodig, die berekent wanneer er hoeveel warmte geleverd moet worden:

- Een zelflerende thermostaat houdt rekening met het gedrag van de gebruiker. Hij analyseert de gewoontes van de gebruikers en verfijnt zo zijn programmatie.
- Hij anticipeert bv. op de tijd die nodig is om de gewenste temperatuur te bereiken, zodat het lekker warm is bij het opstaan.
- Een sturing verbonden met het internet kan vanop afstand bediend worden, bv. met een smartphone.
- Geofencing is een hippe term voor een thermostaat die ziet of er iemand thuis is. Als de laatste onverwacht weg moet, zou een klokthermostaat de verwarming gewoon laten opstaan. Een thermostaat met geofencing detecteert wanneer alle bewoners een bepaalde afstand (vb.: 500 m) van huis zijn. De verwarming stopt tot een van hen terug binnen 500 m van de woning komt. Momenteel bieden weinig systemen deze functionaliteit aan.

Dit geldt zowel voor ruimteverwarming als voor sanitair warm water.

Ook warmtekrachtkoppeling (WKK) kan hier een rol spelen. Veel gebouwen hebben tegelijk nood aan elektriciteit en warmte en bovendien maakt een warmtebuffer de elektriciteitsproductie flexibel. In een ideaal geval gebruikt de WKK hernieuwbare energie zoals biogas.

6.4.2. Batterij

Opslag van elektriciteit in een batterij zorgt natuurlijk ook voor meer flexibiliteit. Een prosumant kan met een batterij zijn zelfverbruik (§ 3.1) verhogen.

Hoe groot die batterij moet zijn, hangt af van de concrete situatie, o.a. de verhouding tussen het jaarlijks verbruik en de jaarlijkse productie. Wanneer die ongeveer aan elkaar gelijk zijn:

- zou het zelfverbruik zonder batterij gemiddeld ruw geschat 30% bedragen.
- zou het zelfverbruik kunnen verdubbelen naar 60% met een batterij met een capaciteit van ongeveer 1 kWh per MWh jaarproductie van de PV-installatie.

Wie voor een batterij kiest, kan die ook voor andere zaken gebruiken, bv. als noodvoeding (Engels: UPS, Uninterruptable Power Supply). Opgelet, een batterij-installatie die moet kunnen dienen als energieopslagsysteem (gekoppeld aan het elektriciteitsnet) en als noodvoeding (in eilandwerking), is complexer dan als ze maar één functie moet vervullen.

6.4.3. EV

Een EV kan in deze context beschouwd worden als een speciaal soort batterij, die niet altijd aanwezig is.

Enkele cijfers:

- In België rijdt een wagen gemiddeld 15 000 km/jaar (40 km/dag). Met een gemiddeld verbruik van 17 kWh per 100 km betekent dat 2500 kWh per jaar (7 kWh/dag). Hoeveel er werkelijk gereden wordt en hoeveel er thuis geladen wordt, hangt van de gebruiker af. Het verbruik van een EV is ook niet altijd hetzelfde, het hangt o.a. af van de snelheid, de rijstijl en de weersomstandigheden.
- Een typische laadpaal voor thuis heeft een vermogen van 3,7 tot 7,4 kW (monofasig) of 11 kW (driefasig). Maar dat vermogen heb je meestal niet nodig. Iemand die inderdaad maar 40 km gereden heeft, moet ongeveer 7 kWh bijladen. Als dat heel de nacht mag duren, volstaat het minimum laadvermogen van 1,4 kW.
- Met een batterij van bv. 50 kWh zou een wekelijkse laadbeurt volstaan. In de praktijk vertrekken de meeste gebruikers liefst met een volle batterij, zodat ze veel vaker laden en hun flexibiliteit afneemt.

Mensen met zonnepanelen laden het best met de eigen zonnestroom. Om zo groen mogelijk te rijden, beperken ze zich daarbuiten het best tot het benodigd aantal km voor hun volgende trip. Als de batterij volgeladen wordt met stroom uit het net, is er daarna minder ruimte om te laden met de eigen PV-installatie.

De batterij van een EV kan in principe ook gebruikt worden om energie te leveren aan een gebouw en/of het elektriciteitsnet. Men spreekt dan van V2G (Vehicle-to-Grid, soms ook V2X, Vehicle-to-everything). Deze ontwikkeling zit in de fase van de proefprojecten en mag binnen enkele jaren verwacht worden.

6.4.4. Decentrale productie

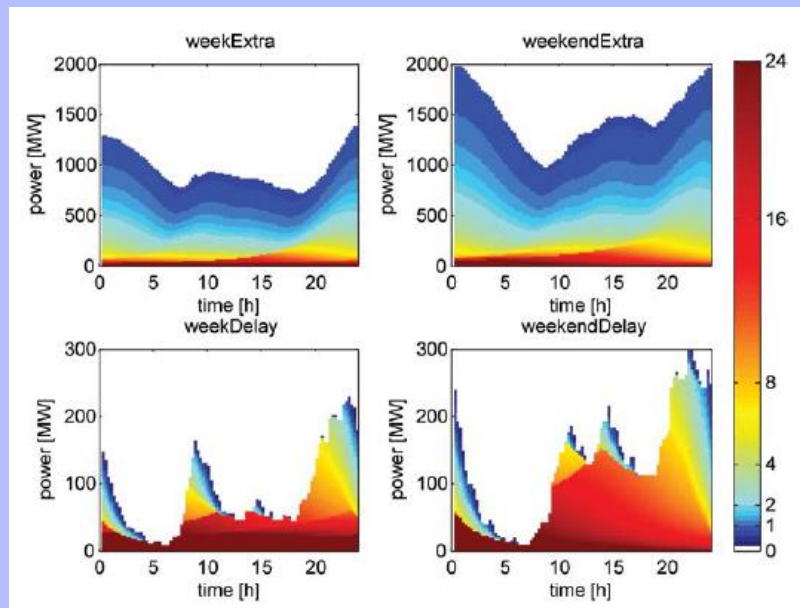
Een eigenaar van zonnepanelen of een andere decentrale productie-installatie, verbruikt in principe best zoveel mogelijk van de opgewekte energie meteen zelf (§ 6.5.2). De energie passeert niet langs de elektriciteitsmeter en er zijn geen transportverliezen. Daarvoor moet hij zijn flexibiliteit benutten.

6.4.5. Huishoudtoestellen

Afwasmachines, wasmachines en droogkasten hoeven niet altijd meteen te starten. Als ze maar klaar zijn wanneer de gebruiker dat wil, bv. wanneer hij opstaat of thuiskomt.

Daarvoor heb je zogenaamde 'slimme' huishoudtoestellen nodig. Net zoals de digitale meter zijn ze zelf niet slim maar kunnen ze communiceren met een CEMS. De gebruiker kan bij het vullen ingeven wanneer het toestel zeker klaar moet zijn.

Linear was een Vlaams pilootproject (2009 – 2015) waarin bij 240 gezinnen o.a. slimme huishoudtoestellen geïnstalleerd werden en de flexibiliteit die ze aanboden onderzocht werd.



Figuur 13

Deze grafieken uit het [Linear-eindrapport](#) (blz. 80) tonen de extrapolatie van de geboden flexibiliteit naar alle Belgische gezinnen. Voor een goed begrip

- De x-as toont het tijdstip en de y-as het vermogen
- De kleurschaal toont het aantal uren dat er mag verschoven worden.
- De 2 grafieken links tonen de beschikbare flexibiliteit tijdens de week en rechts tijdens de weekends:
In het weekend is er meer flexibiliteit beschikbaar.
- De bovenste grafieken tonen het vermogen dat kan worden bijgeschakeld, de onderste grafieken tonen het vermogen dat kan worden afgeschakeld:

De meeste toestellen staan meer af dan aan en wanneer ze aan staan, kunnen ze niet allemaal zomaar onderbroken worden. Daardoor kunnen er meer toestellen worden bijgeschakeld dan afgeschakeld.

We zien dat er op deze manier 's middags meer zonne-energie zou kunnen verbruikt worden. 's Avonds zou een beperkte afzwakking van de verbruikspiek mogelijk zijn.

6.5. Terugverdieneffecten

Wanneer is een investering in CEMS financieel interessant?

Minder energie verbruiken (§ 6.3) betekent een lagere energiefactuur. Volgens de V-test van VREG kost een afname van 1000 kWh ongeveer € 320 bij de goedkoopste leveranciers (cijfer van april 2023).

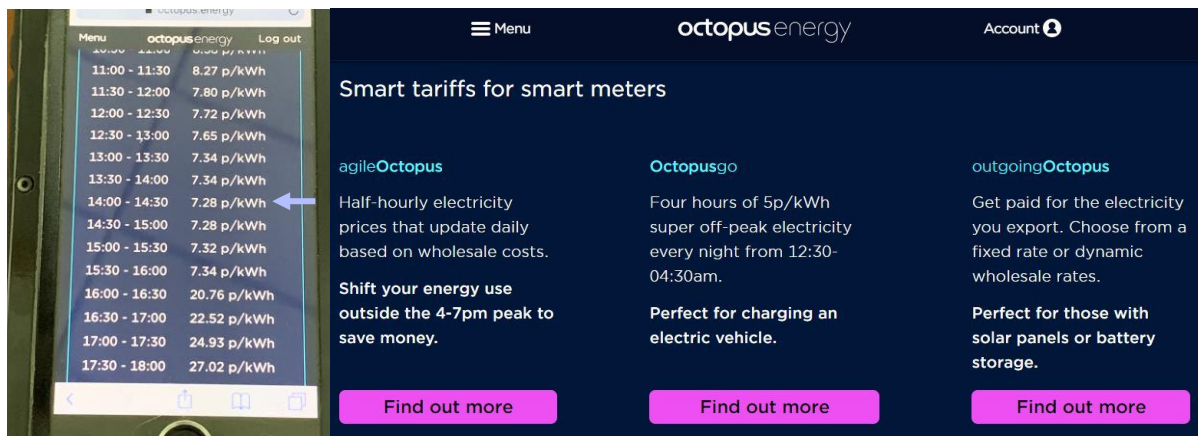
Met de digitale meter komen daar mogelijkheden bij. Die worden hieronder besproken.

6.5.1. Facturatie met een digitale meter

De jaarlijkse elektriciteitsfactuur bestaat uit [3 delen](#): energiekost, nettarieven en heffingen. Omwille van de energietransitie mogen we ons verwachten aan veranderingen in de berekeningswijze. We schrijven deze alinea in april 2023.

Voor de facturatie slaat een digitale meter de waarden per kwartier op. Dat maakt het mogelijk om tarieven in te voeren die in de tijd variëren. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen:

- dynamische tarieven: gebaseerd op de prijs van de elektriciteit op de beurs. Op de groothandelsmarkten voor elektriciteit wordt voor elk uur (of half uur of kwartier) een prijs bepaald. De variatie is groot: de prijs kan oplopen tot meer dan 80 €/MWh maar kan ook onder nul zakken. [Figuur 14](#) hieronder geeft een voorbeeld van een dynamisch tarief uit Groot-Brittannië.
- ToU-tarieven (van het Engels: Time of Use): een vaste prijs die verschilt naar gelang het tijdstip in de dag. Een eenvoudig voorbeeld is het huidige dag-nacht-tarief.



Figuur 14 – dynamisch tarief in de UK, met links de smartphone-applicatie. De energie kost om 17:30h bijna 4 x meer dan om 14:00h! (Bron: <https://octopus.energy/>)

6.5.2. Prosumenten

De digitale meter meet afname en injectie apart. Prosumenten met een digitale meter hebben geen recht meer op een terugdraaiende teller. Ze betalen de elektriciteit die ze van het net afnemen zoals iedereen aan de normale prijs. Voor de elektriciteit die ze in het net injecteren kunnen ze een terugleveringsvergoeding krijgen, maar die ligt lager dan de prijs voor afname. Meer zelfverbruik (§ 3.1.2) is interessant. Een voorbeeld met cijfers van de [V-Test van VREG](#) van april 2023:

- Een gezin met een verbruik van 4000 kWh per jaar en een PV-opbrengst van ook 4000 kWh per jaar
- Met een zelfverbruik van 25% (1000 kWh), bedragen afname en injectie allebei 3000 kWh
Met een zelfverbruik van 50% (2000 kWh), bedragen afname en injectie allebei 2000 kWh
- Die extra 1000 kWh extra zelfverbruik vertaalt zich in een besparing van ongeveer
 - € 230 met een goedkoop variabel contract
 - € 440 met een vast contract (voor afname, het bijhorend contract voor injectie is variabel)

6.5.3. Capaciteitstarief

Op 1 januari 2023 is in Vlaanderen het capaciteitstarief ingevoerd voor een deel van de distributiekosten. Dat deel wordt dan niet langer aangerekend op basis van het verbruik (kWh), maar op basis van de maandelijkse vermogenspiek (kW).

- Voor elk kwartier wordt het gemiddelde vermogen berekend.
Voorbeeld: de waterkoker in § 3.2 heeft 0,1 kWh verbruikt. Als er in dat kwartier geen ander verbruik was, bedraagt het gemiddeld vermogen voor dat kwartier: $0,1 \text{ kWh} / 0,25 \text{ h} = 0,4 \text{ kW}$
- Per maand wordt de grootste kwartierwaarde voor die maand aangerekend.
- De minimumwaarde bedraagt 2,5 kW. Wie een lagere piekwaarde heeft, betaalt voor die maand voor 2,5 kW.
- Om grote schommelingen in de maandelijkse bedragen te vermijden, wordt het gemiddelde van de piekwaarden over de laatste 12 maanden aangerekend. Voorbeeld:
 - Iemand heeft altijd een piek van 3 kW en eenmalig een piek van 9 kW
 - Voor die maand moet hij niet het driedubbele betalen
 - Gedurende 12 maanden betaalt hij voor 3,5 kW (het gemiddelde van 11×3 en 1×9)
 - Het eindresultaat is hetzelfde.
- Het tarief bedraagt ongeveer voor de meeste regio's in Vlaanderen 40 €/kW voor 12 maanden. Het gemiddelde piekvermogen van de gezinnen in Vlaanderen zou tussen 3 en 4 kW liggen. Dankzij het capaciteitstarief is het bv. financieel interessant om het laden van een EV (§ 6.4.3) 's avonds uit te stellen tot de andere verbruikers gedaan hebben en om het laadvermogen te beperken. Meer en meer CEMS systemen hebben tegenwoordig deze functionaliteit.

6.6. Nieuwe spelers op de markt

Tot nu toe volstaat voor burgers en KMO's een contract met één markspeler voor hun energievoorziening: het contract met hun energieleverancier. De distributienetbeheerder moet ook zijn rol spelen – zorgen voor de leidinginfrastructuur waarlangs de energie tot bij de klant geraakt – maar omdat die een monopolie heeft, zijn de aansluitingsvoorwaarden voor iedereen hetzelfde.

Met de digitale meter komen daar nieuwe mogelijkheden bij: FSP, aggregator, ESCO.

6.6.1. FSP

We hebben gezien dat het voor de energietransitie belangrijk wordt om de beschikbare flexibiliteit te benutten. Bv. de netbeheerders kunnen daarvoor specifieke contracten sluiten. Wie zo'n contract sluit, wordt een 'leverancier van flexibilitiediensten' (Engels: Flexibility Service Provider, FSP). Uiteraard moet de aanvrager daarvoor signalen kunnen sturen naar de FSP, waarop zijn elektrische installatie gepast reageert.

6.6.2. Aggregator

In principe kan elke eindverbruiker FSP worden, maar vaak zal de flexibiliteit die hij individueel kan aanbieden te klein zijn om voor zo'n contract in aanmerking te komen. Daardoor komt er een nieuw soort markspeler bij, de 'aggregator'. Een aggregator bundelt de flexibiliteit van eindverbruikers om die als één geheel door te verkopen. Ook hier moet de elektrische installatie van de eindverbruiker gepast reageren op signalen van de aggregator. Daarvoor is een vorm van CEMS nodig, die door de aggregator opgezet en beheerd wordt.

6.6.3. ESCO

Een andere nieuwe markspeler is de leverancier van energiediensten (Engels: Energy Service Company, ESCO). Die levert geen energie maar de toepassing waarvoor die energie moet dienen, bv. verlichting, verwarming, ... Hij zorgt voor de plaatsing of verbetering en het onderhoud van de installatie. Omdat de klant een afgesproken prijs betaalt voor de dienst, heeft de ESCO er belang bij om te kiezen voor een energiezuinige, onderhoudsvriendelijke installatie. De ESCO draagt het financiële risico van de investering in de installatie. Het contract tussen ESCO en klant wordt energieprestatiecontract genoemd.

7. Mogelijke kenmerken van CEMS

Zoals reeds gezegd bestaat een volledig CEMS-systeem uit hardware, software, communicatietechnologie en gebruikersinterfaces (Figuur 1). De mogelijke combinaties zijn nagenoeg eindeloos.

De software is het hart van het systeem. Het programma moet de juiste beslissingen nemen.

We geven hier enkele aandachtspunten.

- Welke input heeft de software nodig, welke stuursignalen stuurt hij uit?
- Waar bevindt zich de intelligentie: op een centrale plaats (lokaal of in de 'cloud') of verspreid over de componenten van het systeem?
- Welke protocollen worden er gebruikt voor de communicatie? Communicatie verloopt via verschillende 'lagen', zoals de laag met de boodschap (brief), de laag met het adres (omslag) en de fysische laag (postbode). Bij digitale communicatie is er sprake van [7 lagen](#). Voor elke laag bestaan er meerdere protocollen. Het aantal mogelijke combinaties is dus groot.
- Een open of gesloten systeem?
 - Een open systeem maakt gebruik van publieke standaarden, waar meerdere fabrikanten op inspelen (via een 'Application Programming Interface' = API). Zo is de klant niet gebonden aan 1 fabrikant.
 - Een gesloten systeem gebruikt een protocol dat eigendom is van 1 fabrikant. Die garandeert uiteraard de compatibiliteit van al zijn producten en in geval van problemen weet je waar je moet zijn. Vlaanderen telt heel wat succesvolle domotica-fabrikanten die een eigen systeem aanbieden.
 - De scheiding tussen beide is niet strikt. Sommige fabrikanten die een open protocol gebruiken, voegen er bijkomende mogelijkheden aan toe, die alleen met hun producten werken. Anderzijds bieden fabrikanten met een gesloten protocol zogenaamde 'gateways' aan, waarlangs met een open protocol gecommuniceerd kan worden.
 - De communicatie met de digitale meter verloopt alvast volgens een protocol dat vastgelegd is door Fluvius.
- Communicatie via bekabeling of (gedeeltelijk) draadloos?
- Hoeveel werk vraagt het afstellen van het systeem? Is het 'plug-&-play'? Hoeveel parameters moeten er correct ingesteld worden? Wil je zelf verbeteringen kunnen aanbrengen aan de programmatie?

Hoe meer toepassingen (bv. verwarming, PV en EV) er geïntegreerd worden, hoe beter het energiebeheer kan geoptimaliseerd worden maar hoe moeilijker de afstelling wordt. Dan is er zeker nood aan een integrator.

8. Standaardisatie

Zoals hierboven aangegeven, zijn er voor communicatie goede afspraken, d.w.z. protocollen nodig. Die worden vastgelegd in normen. Anders dan bij normen over bv. veiligheids- of milieueisen – die door de overheid worden opgelegd – gaat het hier om normen die fabrikanten vrijwillig toepassen.

Bij een aantal open protocollen moeten de fabrikanten hun toestellen door een onafhankelijke keuringsinstantie laten testen vooraleer ze er het label van dat protocol mogen op aanbrengen. Dat geeft een betere garantie van de compatibiliteit.

9. Cybersecurity en privacy

Veel CEMS maken gebruik van het internet, bv. voor de weersvoorspelling, toegang met een smartphone, een toepassing in de 'cloud',

Het systeem moet de nodige beveiliging voorzien en de gebruiker moet die correct toepassen, bv. het initieel paswoord veranderen in een nieuw, dat voldoende lang is en speciale karakters bevat.

Meer en meer wordt tweestapsauthenticatie (Engels: Two Factor Authentication, 2FA) toegepast. Om toegang te krijgen tot een computer moet dan bv. niet alleen een wachtwoord ingegeven worden maar ook een code die naar een GSM gestuurd wordt.

Persoonlijke data moeten beschermd worden volgens de Europese privacywetgeving (GDPR, General Data Protection Regulation EU 2016/679). Voor het opslaan van persoonlijke gegevens is toelating en een geldige reden vereist. De gegevens van mensen in een gebouw moeten beschermd worden. Waar worden ze opgeslagen, voor hoelang, waarvoor en door wie mogen ze gebruikt worden? Het is belangrijk dat de data niet direct aan persoonsgegevens gelinkt kunnen worden.

10. Sociale aspecten

CEMS vraagt een investering die zich op termijn terugbetaalt (§ 1.1). Hoe groter iemands verbruik, hoe korter de terugbetalingstermijn wellicht zal zijn.

In de elektriciteitsfactuur zitten ook kosten die door iedereen gedragen moeten worden: de nettarieven en heffingen. Wanneer een aantal gebruikers daarvoor minder betalen, moet de rest meer betalen. Dat kan niet de bedoeling zijn. De VREG krijgt wel de opdracht om een studie uit te voeren over welke toepassingen effectief leiden tot lagere kosten voor het elektriciteitsnet en waarvoor het dus verantwoord zou zijn om een korting op de nettarieven toe te staan.

11. Besluit

Europa, België en Vlaanderen willen tegen 2050 nagenoeg klimaatneutraal zijn. CEMS wordt een essentieel onderdeel van de energietransitie die daarvoor nodig is. De eerste toepassingen zijn al op de markt, maar de trein is nog maar net vertrokken. Aarzel niet om aan deze evolutie deel te nemen, we verwachten dat ze een hoge vlucht zal nemen. Voor betrouwbare informatie is er o.a. maakjeterslim.be.

12. Interessante links

<https://maakjeterslim.be/>

<https://www.vlaanderen.be/bouwen-wonen-en-energie/elektriciteit-en-aardgas/digitale-meter>

<https://www.fluvius.be/nl/meters-en-meterstanden/digitale-meter>

<https://www.vreg.be/nl/elektriciteitsmeter>

<https://www.vreg.be/nl/faq/digitale-meter>

13. Lijst afkortingen

2FA	Two Factor Authentication
CEMS	Customer Energy Management System
ESCO	Energy Service Company
EV	Elektrisch Voertuig
FSP	Flexibility Service Provider
HEMS	Home Energy Management System
IHD	In-Home Display
DM (E)	Digitale Meter voor elektriciteit
DM (G, W/K, W)	Digitale Meter voor gas, voor warmte en koude of voor water
DNB	DistributieNetBeheerder
DSM	Demand Side Management
GDPR	General Data Protection Regulation EU 2016/679
KMO	Kleine en Middelgrote Onderneming
SGCP	Smart Grid Connection Point
ToU	Time-of-Use
UPS	Uninterruptable Power Supply
V2G	Vehicle-to-Grid
V2X	Vehicle-to-everything
VREG	Vlaamse Regulator van de Elektriciteits- en Gasmarkt
WKK	WarmteKrachtKoppeling