

Energieopslag in het net van morgen

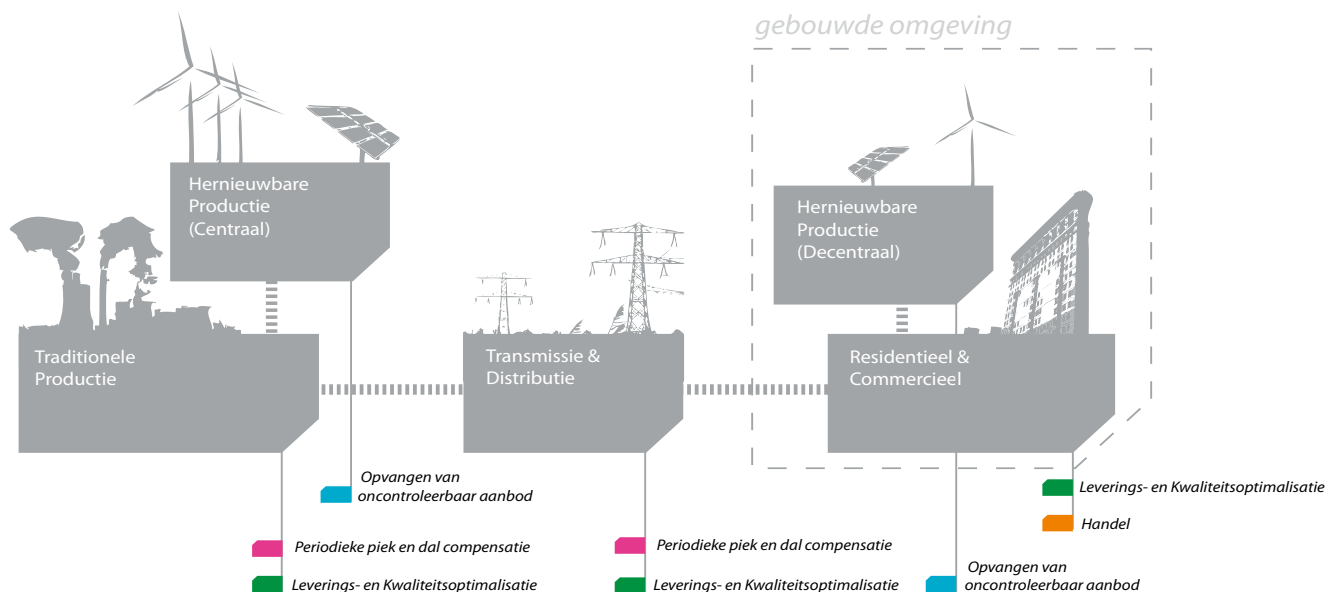
Onze energievoorziening gaat veranderen. De traditionele fossiele bronnen maken plaats voor nieuwe duurzame bronnen. Deze verschuiving van energiebronnen creëert behoefte om onze energie-infrastructuur op een andere manier vorm te geven en toekomstbestendig te maken. Royal Haskoning heeft onderzocht hoe de (toekomstige) energievoorziening de gebruiker en decentrale energieproducent beter van dienst kan zijn. Specifiek is aandacht besteed aan de rol van opslag van elektrische energie en het 'smart grid' in de gebouwde omgeving. Een visie op het net van morgen.

F.G. (Friso) Lippmann MSc., ir. S.O (Steven) Lemain en ir. S. (Stefan) Valk; Royal Haskoning

De weg naar een duurzame energievoorziening is ingeslagen. Veel landen over de wereld werken in toenemende mate met een energiemix van conventioneel en duurzaam opgewekte energie. Technologieën voor opwekking van duurzame energie worden steeds meer

toegepast, zowel centraal als decentraal. Dit is een gewenste ontwikkeling met het oog op klimaatverandering en voorzieningszekerheid. Echter, ons elektriciteitsnetwerk is hier niet op ingesteld. Een hervorming van het net, of op z'n minst het gebruik daarvan, is daarom

onvermijdelijk. Energieopslag en smart grids zijn veelbesproken onderwerpen, die moeten bijdragen aan optimalisatie van de energie-infrastructuur. Dit artikel geeft weer van hoe het net van morgen zich kan ontwikkelen, met daarbij



-Figuur 1- Redenen voor energieopslag

specifieke aandacht voor de samenhang tussen opslag van elektrische energie en het 'smart grid' – ontwikkelingen die elkaar kunnen versterken maar ook kunnen bijten.

■ WAAROM OPSLAG?

Het meest gehoorde argument om elektrische energie op te slaan is het opvangen van oncontroleerbaar aanbod, om zo de leveringszekerheid van het energiesysteem te vergroten. Tegelijk zou het net de grote verwachte groei van decentraal opgewekte duurzame elektriciteit niet aankunnen, waarbij opslag een uitkomst zou kunnen bieden. Er zijn echter nog meer toepassingen te definiëren [1] [2]. Figuur 1 geeft een gesimplificeerd beeld van de energie-infrastructuur en de stakeholders in relatie tot vier redenen voor energieopslag.

1. Opvangen oncontroleerbaar aanbod (blauw)

Bij (decentrale) productie van duurzame energie is het aanbod slechts beperkt te controleren (bijvoorbeeld zon- of windenergie). Energie kan echter opgeslagen worden op het moment dat er overschot is (bijvoorbeeld 's nachts bij wind) om de energie vervolgens te consumeren op het moment dat er een tekort is (bijvoorbeeld overdag en windstil).

2. Leverings- en kwaliteitsoptimalisatie (groen)

Opslag ter plaatse van centrale productie gaat om de aanwezigheid van 'black start'-voorraad: een voorraad energie om de centrale te herstarten wanneer deze stil is komen te liggen en energie van een nabijgelegen centrale niet voorhanden is. Ter plaatse van de eindgebruiker kan opslag dienen als stroomkwaliteitsoptimalisatie door uitval op te vangen en compensatie van schommelingen. Decentrale opwekking van duurzame energie kan overigens leiden tot overbelasting van het elektriciteitsnet. Lokale opslag van energie kan uitkomst bieden.

3. Periodieke piek en dal compensatie (roze)

Energie producerende partijen laden het opslagmedium tijdens dalperioden en ontladen het medium tijdens piekperioden. Hiermee kan een kostenefficiënte basislast continu worden gegenereerd en pieken kunnen worden opgevangen met elektriciteit die is opgeslagen als de vraag onder de basislast is.

4. Handel (oranje)

Handel is een essentieel onderdeel van onze energievoorziening. Nieuw is dat consumenten die elektriciteit gaan produceren ook aan deze handel kunnen deelnemen. Met een opslagmedium beschikt de consument over meer controle over de eigen vraag en het aanbod op de markt. Zo kan de consument

met een opslagmedium laden wanneer de elektriciteitsprijzen laag zijn en ontladen wanneer de prijzen hoog zijn.

Opslag van energie op grote schaal heeft reeds zijn toepassing gevonden, denk bijvoorbeeld aan stuwmeren. In het kader van de decentralisering van het energiesysteem, mogelijk gemaakt door decentrale productie, is het daarom interessant te kijken naar de mogelijkheden voor *decentrale* opslag. Hierna volgt een weergave van diverse opslagmethoden met een focus op de toepassing in de gebouwde omgeving.

■ OPSLAGMETHODEN

Niet elke methode voor opslag van elektrische energie is geschikt voor toepassing in de gebouwde omgeving. Toepassingen voor opslag van elektrische energie laten zich typeren aan de hand van vier technische prestatie-eigenschappen: vermogen, ontladingstijd, responstijd en energiec capaciteit. Duurzaamheid is een belangrijke eigenschap. Wat betekent dit voor een opslagmedium in de gebouwde omgeving?

Vermogen

Er is slechts een beperkt vermogen nodig. Er hoeft immers 'slechts' een wijk of gebouwcomplex voorzien te worden van elektriciteit vanuit het medium. Een gemiddelde wijk van 500 huishoudens is geraamd op een vraag van maximaal 1 MW (uitgaande van een maximaal gelijktijdig verbruik van 2 kW per huishouden). Decentraal opgewekte stroom is in productie eveneens beperkt. Ter indicatie: een kant-en-klaar zonnepanelenpakket voor een enkel huishouden produceert maximaal 2,66 kW. Het vermogen van het opslagmedium is daarom geraamd in de range tot 1 MW.

Ontladingstijd

De ontladingstijd is de tijd die een opslagstelsel nodig heeft voor volledige op- of ontlading. Gezien de drijvers voor opslag in de gebouwde omgeving (e.g. handel, leveringsoptimalisatie, dag-/nachtcompensatie) is een ontladingstijd van enkele uren een geschikt profiel.

Responstijd

De responstijd is de tijd waarin het systeem reageert op (verandering van) vraag en aanbod. Consumentengedrag wordt gekenmerkt door directe aanspraak op elektriciteit en veroorlooft daarom een responstijd van maximaal enkele seconden. Daarnaast wordt er met duurzaam opgewekte energie, door bijvoorbeeld zonnepanelen, veel fluctuatie in het aanbod van energie veroorzaakt. Om deze energie op te slaan, dient het opslagsysteem

direct te kunnen reageren en is een responstijd van maximaal enkele seconden vereist.

Energiec capaciteit

De capaciteit van het systeem volgt uit de hierboven beschreven ontladingstijd en het vermogen. Omdat de capaciteit een gevoelsmatig prettige maat biedt, is deze als aparte eigenschap vermeld. Het vermogen van het opslagmedium is geraamd op 1 MW. Met een ontladingstijd van enkele uren (2 tot 4 uur) komt de capaciteit in de orde van enkele megawatturen (2 tot 4 MWh).

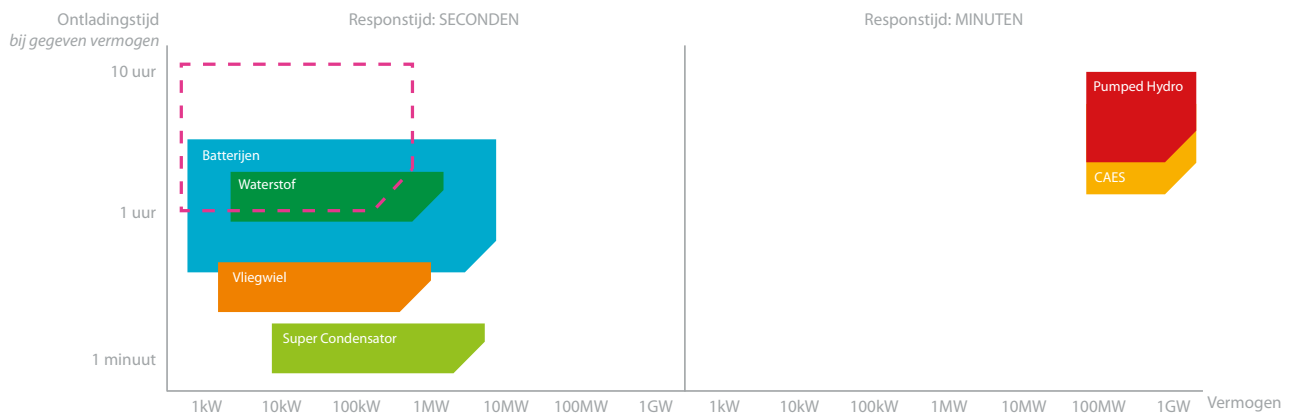
Duurzaamheidscriteria

In aanvulling op de technische uitsluitingscriteria is tevens een aantal duurzaamheidscriteria gehanteerd. In beginsel is de drijver voor de energietransitie de verduurzaming van de energievoorziening. Als criteria voor het opslagmedium zijn daarom naast de genoemde prestatie-eigenschappen enkele aan duurzaamheid gerelateerde eigenschappen van belang zoals kosten, efficiëntie, energiedichtheid (opgeslagen energie per gewicht of volume), levensduur, stadium van ontwikkeling, toxiciteit, veiligheid en beschikbaarheid van materiaal.

In figuur 2, op de volgende pagina, is een overzicht gegeven van de opslagmethoden die op dit moment het meest voorkomen [3] [4] in relatie tot de vier prestatie-eigenschappen van het medium. Het roze kader geeft aan waarbinnen de opslagmethoden volgens de besproken technische selectiecriteria moeten vallen voor toepassing in de gebouwde omgeving. De twee systemen die in aanmerking komen zijn batterijen en waterstof.

Batterijen

We zijn gewend (oplaadbare) batterijen te gebruiken voor kleine applicaties (mobiele telefoons, fotocamera's etc.). Batterijen kunnen echter ook op grotere schaal toegepast worden. Het principe van de batterij blijft hierbij gelijk: het elektrochemisch opslaan van elektrische energie. Batterij-varianten die al toegepast worden zijn bijvoorbeeld lood-zuur, redox flow, natrium-zwavel en lithium-ion. Mogelijke toekomstige technologieën met verbeterde eigenschappen zijn natrium-water, lithium-zwavel en lithium-lucht. De markt van (lithium-)batterijen breidt zich in hoog tempo uit vanwege de grootschalige toepassing van mobiele consumentenelektronica en door de verwachte opkomst van elektrische auto's. Ze vormen daarmee een aantrekkelijke optie voor toepassing in de gebouwde omgeving. De levensduur van de huidige generatie Li-ion-batterijen is acceptabel en met betrekking tot



-Figuur 2- Selectie opslagmedia gebouwde omgeving

de toxiciteit, veiligheid en de beschikbaarheid van grondstoffen is de batterij de vandaag de dag meest geschikte optie [5].

Waterstof

Met een zeer hoge energiedichtheid is de energiedrager waterstof fysisch gezien een zeer geschikt medium voor opslag van energie. Op kleine schaal echter is een volledig op waterstof gebaseerd opslagsysteem duur en inefficiënt. Dit wordt veroorzaakt doordat bij elke stap in de opslagcyclus (productie van waterstof uit water, opslag van waterstof en omzetting naar elektriciteit met behulp van een brandstofcel) energieverliezen optreden. Energieopslag met behulp van waterstof is nog volop in ontwikkeling. Bijvoorbeeld op het vlak van berging van waterstof: waterstof zou kunnen worden opgeslagen in de vorm van ammoniak. Een waterstof-ammoniakstelsel is energie-efficiënter dan een waterstof-watersysteem. Dit maakt het waterstof-ammoniakstelsel economisch gezien interessant. Maar op gebouw- en wijkniveau is deze vorm van opslag ongeschikt vanwege het toxische karakter van ammoniak. [6]

'SMART GRID' EN OPSLAG

Of energieopslag een grote rol speelt in het net van morgen is nog maar de vraag. Zoals eerder aangegeven speelt een tweede ontwikkeling een belangrijke rol: het 'smart grid'. Belangrijke eigenschappen van het smart grid zijn verbeterde *meting en communicatie*, meer *verbondenheid* en meer *vraagsturing*.

Meting en communicatie

Het smart grid gaat uit van zeer exacte meting van de vraag, exacter dan deze nu is. Hiermee maakt een smart grid een exactere sturing van aanbod mogelijk. Directe communicatie tussen centrale en decentrale producenten en afnemers zou het mogelijk moeten maken voor elke energieproducent, centraal of decentraal, real time een afnemer voor energie

te vinden. De verbeterde voorspelbaarheid van vraag naar elektriciteit en de verbeterde communicatie zorgen ervoor dat er altijd voldoende afnemers zijn, waarmee overproductie tot een minimum wordt beperkt. Hiermee vermindert de behoefte aan opslag.

Verbondenheid

Het smart grid gaat uit van een sterk verbeterde infrastructuur: een net waarin op ieder punt energie kan worden aangeboden en afgenomen, en waar ook iedere aanbieder en afnemer aan verbonden is. De energiemarkt wordt zo sterk vergroot. De productie zal hierdoor, zo is de gedachte, altijd een afnemer vinden. De behoefte aan opslag zou dus kunnen verminderen.

Vraagsturing

Voor hernieuwbare energie uit zon en wind is sturing van het aanbod nagenoeg uitgesloten; de enige optie is het stellen van een maximum aan de capaciteit. In de context van smart grids wordt daarom gedacht aan het sturen van de vraag in tegenstelling tot het sturen van het aanbod. Dit houdt in dat een tijdspanne wordt vastgelegd waarbinnen een bepaalde hoeveelheid energie nodig is. Vervolgens bepaalt het smart grid welke tijdstippen binnen de aangegeven tijdspanne het meest geschikt zijn voor energieafname.

Een voorbeeld hiervan zijn koelinstallaties die 's nachts 'overkoelen' wanneer er een aanbodoverschot is en energieprijzen laag zijn. Overdag is dan minder koeling vereist: alle benodigde energie is in kortere tijd in de nacht opgenomen.

Andere vormen van vraagsturing zijn bijvoorbeeld real-time-sturing of demand-response. Dit kan op basis van de actuele stroomprijs als prikkel of op basis van afspraken met de stroomleverancier. Een afnemer krijgt een betere stroomprijs als hij op verzoek in periodes van onbalans het verbruik vermindert; dat kan automatisch gebeuren voor sommige

apparaten (elektrische boilers, (vaat)wasmachines, airconditioners wasdroger, diepvriezer voor een korte periode etc.). Sturing van de vraag verbetert de afstembaarheid van vraag en aanbod, reduceert hiermee de kans op over- of onderproductie en vermindert daarmee de behoefte aan opslag.

De verbeteringen in meting, communicatie en verbondenheid creëren daarentegen ook een gunstig klimaat voor opslag doordat ze gedeeld gebruik van het opslagmedium mogelijk maken. Hierop wordt ingegaan onder 'Scenario's'.

KOSTEN

Hoe nobel en doelstelling ook wezen mag, voor de daadwerkelijke toepassing van opslag in de gebouwde omgeving zijn de kosten doorslaggevend. Inzicht in de kostenstructuur van het huidige net zegt dus veel over hoe de markt zich kan ontwikkelen.

Energie op de Europese energiemarkt kost gemiddeld ongeveer 4 ct/kWh. De maximale prijs die voor energie op de markt wordt betaald in ongeveer 7 ct/kWh. Voor de consument worden hier bovenop kosten in rekening gebracht (transmissie & distributie, energieleverancier en belasting) tot een totaal van rond de 23 ct/kWh. Energie uit decentrale opwekking (bij de consument) die de energiemarkt op gaat, wordt verhandeld voor 'een redelijke prijs'; gelijk aan ongeveer de maximum prijs voor energie op de markt: zo'n 7 cent. In deze situatie zullen de kosten voor een kWh uit een opslagmedium 23 - 7 = 16 cent mogen bedragen om rendabel te zijn.

Vandaag de dag geldt in Nederland de *salderingsregeling*. Deze regeling is een subsidie, bedoeld om startende technieken van de grond te krijgen, en maakt dat de consument geen 7 maar 23 cent voor een geleverde kWh krijgt (gelijk aan de prijs die ze betaalt). Deze regeling heeft voor opslag van energie tot gevolg dat bij toepassing het opslagmedium kosteloos zou moeten zijn om te renderen.

■ SCENARIO'S

Bovenstaand zijn de theoretische mogelijkheden besproken van opslag van elektrische energie en enkele functionaliteiten van het smart grid. Maar wat betekent dit nu voor de Nederlandse energievoorziening? Welke praktische veranderingen kunnen we verwachten? Het Nederlandse net is bijzonder degelijk, m.a.w. het kan behoorlijk wat hebben voor ingrijpende veranderingen noodzakelijk zijn. Toch kunnen kleine veranderingen optimalisaties tot gevolg hebben nog voordat ze zijn geboren uit noodzaak.

De toekomst van onze energievoorziening laat zich vormen door vele technische, sociaal-economische en politieke ontwikkelingen. Dit in combinatie met de tegenstrijdige belangen die gelden maakt dat het lastig is een exacte voorspelling te doen over het net van morgen, en specifiek opslag in de gebouwde omgeving. Er zijn daarom een viertal scenario's geschetst:

1. Collectivisme

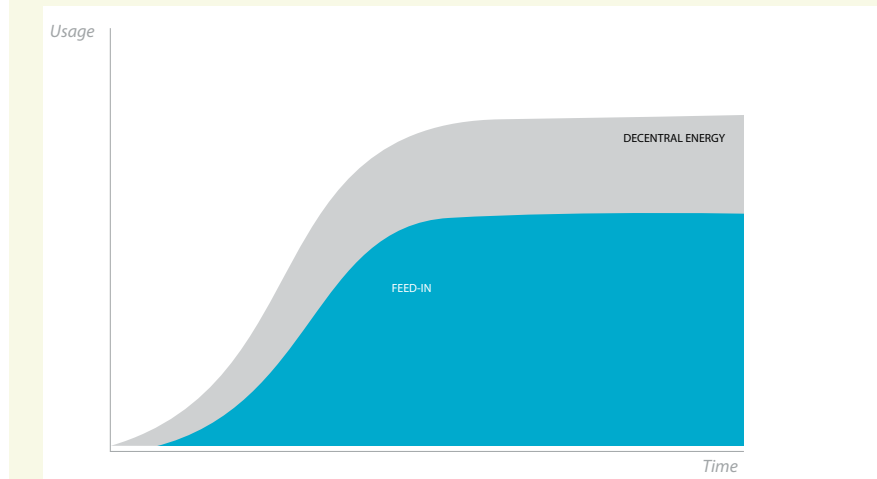
Terugleveren aan het net is voor de decentrale producent het meest kostenefficiënt. De oorzaken hiervan liggen in een uitblijvende daling in de prijs voor opslagmedia, nieuwe kostenconstructies met betrekking tot (lokale) teruglevering, aanhoudende subsidiëring op teruglevering (salderen) en een combinatie van deze (figuur 3).

2. Individualisme

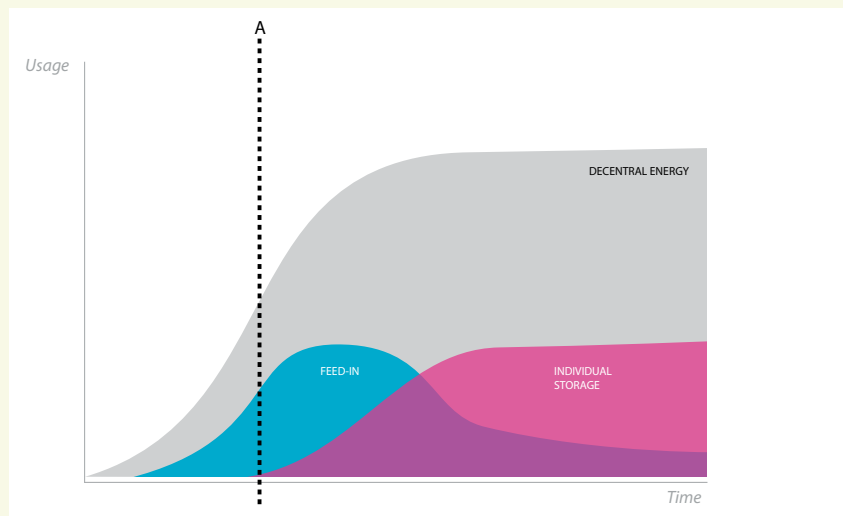
Dit scenario wordt gekenmerkt door moment A (figuur 4), aangegeven door de stippellijn in de figuur, waarop opslag van elektrische energie voor de consument even kostenefficiënt is als teruglevering. Scenario 2 start als scenario 1, terugleveren is het voordeligste alternatief voor decentrale overproductie, mede veroorzaakt door de salderingsregeling. Bij een aanhoudende stijging van decentrale duurzame productie is het aannemelijk dat deze subsidiëring af neemt. Moment A geeft het punt weer waarop subsidiëring op teruglevering dusdanig is verlaagd dat opslag voordeliger is voor de consument/decentrale producent. Individuele opslag zal vanaf dit punt stijgen, en teruglevering zal vanaf dit punt afnemen. In een reëel eindscenario is het gebruik van individuele opslag gestabiliseerd.

3. Gematigd collectivisme

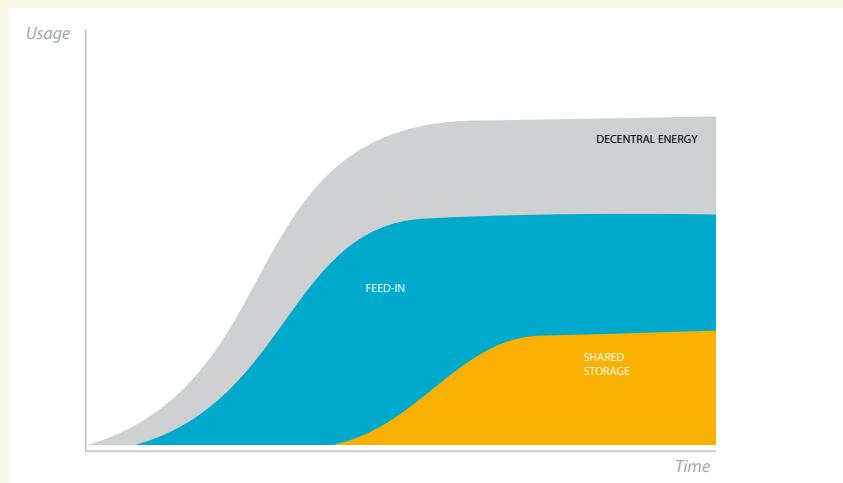
Om opslagmedia binnen een groter collectief (gebouwencomplex/wijk) toe te passen (wat schaalvoordelen biedt) hebben overheden het speelveld beïnvloed door het elimineren van tegenstrijdige belangen en het scheppen van de voorwaarden voor betere samenwerking. We zien een scenario als bij het toekomstbeeld Collectivisme, waarin teruglevering voor de



-Figuur 3- Collectivisme



-Figuur 4- Individualisme



-Figuur 5- Gematigd collectivisme

decentrale producent de beste optie is, met als uitbreiding de georganiseerde toepassing van gedeelde opslag op het niveau van gebouwencomplex of wijk (figuur 5). Nieuwe kostenconstructies, zoals het doorbelasten van de afstand van producent tot afnemer, kunnen hieraan bijdragen.

4. Vertraagd gematigd collectivisme

Een vierde scenario laat een overgangsfase

zien van toekomstbeeld Individualisme naar Gematigd collectivisme. Op moment A (figuur 6) speelt dezelfde situatie als in het scenario bij Individualisme, het moment waarop opslag van elektrische energie voor de consument even veel opbrengt als teruglevering. Ontwikkelingen op het gebied van opslag zetten door tot een punt waarop schaalvoordelen kunnen worden uitgenut. Dit punt wordt aangegeven door stippelijnen

B in de figuur. Evenals in het toekomstbeeld Gematigd collectivisme hebben overheden het speelveld beïnvloed door het elimineren van tegenstrijdige belangen en het scheppen van de voorwaarden voor betere samenwerking, om zo gedeelde opslag renderend (kostenneutraal) te maken.

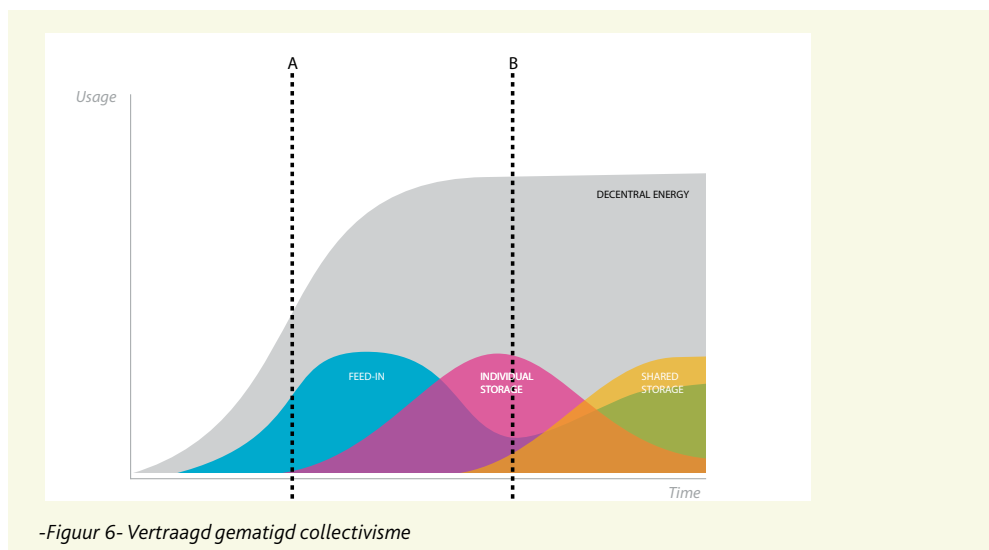
Energieopslag in het net van morgen

Gezien de ver ontwikkelende staat van het huidige Nederlandse net (hoge bedrijfszekerheid en belastbaarheid) en de potentiële toegevoegde waarde van informatie- en communicatietechnologie is het aannemelijk dat op korte termijn voornamelijk ontwikkelingen in de richting van optimalisatie van het bestaande net naar een smart grid zullen plaatsvinden. Wat kan worden verwacht van opslag in de gebouwde omgeving? Het speelveld binnen de energiesector kenmerkt zich door belangen en doelstellingen van stakeholders die voor een deel tegenstrijdig zijn. Van een vruchtbare samenwerking en degelijke onderlinge uitlijning van de belangen en doelstellingen lijkt op dit moment geen sprake te zijn. In het net van morgen is het schaalniveau (woning of wijk) waarop behoefte aan opslag kan ontstaan afhankelijk van de kostenstructuur en de onderlinge uitlijning van belangen. Als decentrale opslag zijn toevlucht vindt op korte termijn is er daarom een reële kans dat dit op individuele schaal zal gebeuren. Al met al kan worden gesteld dat wanneer opslag verder is doorontwikkeld het een welkome extensie kan zijn van het net; ook of juist wanneer dit tot smart grid is geëvolueerd.

LITERATUUR

1. U.S. Department Of Energy, Office Of Electricity Delivery & Energy Reliability, Energy Storage Program Planning Document, February 2011
2. Pike Research CleanTech Market Intelligence, Dehamna A., Bloom. E., Energy Storage on the Grid, Long Duration Energy Storage Systems: Compressed Air, Pumped Storage, NaS Batteries, Hydrogen Storage, Flow Batteries and Lithium Ion Batteries for Utility-Scale Storage, Q3 2011.
3. Cole S., Van Hertem D., Meeus L., Belmans R.: Energy storage on production and transmission level: a SWOT analysis, WSEAS Transactions on Power Systems, Vol.1, Issue 1, ISSN 0885-8950, IF 0.922, January, 2006; pp. 31-38
4. Baxter R., Energy Storage – A nontechnical Guide, Pennwell Corporation, Tulsa, Oklahoma (USA), 2006
5. Wagemaker, Marnix, Presentatie congres decentrale energieproductie en –opslag, 24, 25 en 26 okt 2011, presentatie Marnix Wagemaker
6. Mulder, 2011, Interview met Prof.Dr.Ir. Mulder van de Faculteit Radiation, Radionuclides & Reactors (R3) van de Technische Universiteit Delft, afdeling Fundamental Aspects of Materials and Energy, afgenomen op 4 oktober 2011 te Delft

Het volledige rapport is te downloaden is van de website van TVVL



www.remon.com

Aardwarmte - 't zat er al in en Remon haalt 't er weer voor u uit !

REMON

passie voor duurzame energie

Remon regelt voor installateurs, architecten en huiseigenaren het complete aardwarmte-systeem. En we leveren het sleutelklaar op tot aan de warmtepomp. Heel gemakkelijk, heel vertrouwd.

Waarom zo stellig? Omdat Remon het meest competente boorbedrijf van Nederland is en omdat we zorgvuldig geperfectioneerde techniek gebruiken.

Wat betekent dat in de praktijk?

- we boren snel de benodigde schachten, tot 300 meter diep
- we berekenen deskundig de bijbehorende leidingweerstand
- we werken netjes en schoon, zonder graafwerk in het terrein of boormateriaal dat achterblijft rondom het boorgat
- we stemmen 't systeem af op uw behoeften
- en we geven 25 jaar systeemgarantie

Waarom Remon?

- SIKB-erkend boorbedrijf
- open en gesloten bronsystemen
- grote en kleine boormachines, geschikt voor elk terrein
- landelijk opererende servicedienst - 24/7 service
- meer dan 25 jaar ervaring

Marum | Dalfsen | Ospel

0594 64 80 80 | 0529 43 50 40 | 077 466 00 45