



# Onderzoek buurtbatterijen

Rapportage

Provincie Noord-Holland

10 maart 2023

Project  
Opdrachtgever

Onderzoek buurtbatterijen  
Provincie Noord-Holland

Document  
Status  
Datum  
Referentie

Rapportage  
Definitief  
10 maart 2023  
134232\_23-004.278

Projectcode  
Projectleider  
Projectdirecteur

124232  
R. Colenbrander MSc  
Ir. A.H.J. van Kuijk

Auteur(s)  
Gecontroleerd door  
Goedgekeurd door

C.G.J. Hügel MSc, N. Janssen MSc, C.J. Berkhout MSc  
T. Kuijers (Generation.Energy), C. van Ommeren (Decisio), R. Colenbrander MSc  
R. Colenbrander MSc

Paraaf



Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.  
Leeuwenbrug 8  
Postbus 233  
7400 AE Deventer  
+31 (0)570 69 79 11  
www.witteveenbos.com  
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

## INHOUDSOPGAVE

	<b>SAMENVATTING</b>	<b>4</b>
1	<b>INLEIDING</b>	<b>8</b>
2	<b>CONGESTIE PROBLEMATIEK</b>	<b>10</b>
2.1	Samenvatting	10
2.2	Netopbouw en netcongestie	10
2.3	Verhelpen van netcongestie	12
2.4	Netcongestie en de buurtbatterij	13
3	<b>VERDIENMODELLEN VOOR (BUURT)BATTERIJEN</b>	<b>17</b>
3.1	Samenvatting	17
3.2	Batterijen en verdienmodellen	17
3.3	Buurtbatterij voor verlagen energierekening en congestiemanagement?	19
	<a href="#">Laatste pagina</a>	21
	<b>Bijlage(n)</b>	<b>Aantal pagina's</b>
I	Netopbouw, congestie en congestie oplossingen	7
II	Verdienmodel voor een thuisbatterij	2
III	Eigenaarschap en exploitatie	6
IV	Ruimtegebruik Batterijsysteem	6
V	Batterijsysteem en vergunningen	4
VI	Doorlooptijd plaatsing batterijsysteem	3
VII	Batterijtechnieken	3

## SAMENVATTING

Naar aanleiding van een door Provinciale Staten van Noord-Holland aangenomen motie zijn in dit onderzoek drie hypothesen getoetst over de werking van een buurtbatterij:

- 1 de buurtbatterij kan de energierekening van huishoudens verlagen;
- 2 de buurtbatterij kan de uitrol van zonne-energie versnellen;
- 3 de buurtbatterij kan overbelasting van het elektriciteitsnet helpen voorkomen of verminderen.

Witteveen+Bos heeft in samenwerking met Opslag Versneller, Decisio en Generation.Energy deze hypothesen onderzocht.

Voordat de hoofdconclusies worden beschreven, wordt eerst stilgestaan bij wat een buurtbatterij precies is en wat we verstaan onder netcongestie en congestiemanagement.

### Definitie buurtbatterij

Een buurtbatterij is een batterijsysteem dat lokaal en collectief wordt ingezet en in de eerste plaats tot doel heeft lokale problemen (zoals een overbelasting van het elektriciteitsnetwerk, oftewel netcongestie) op te lossen en/of voor lokale partijen baten te creëren (zoals een lagere energierekening). Vanwege deze lokale inslag is een buurtbatterij bij voorkeur in eigendom van meerdere particuliere partijen/personen. De aansluiting van de buurtbatterij op het elektriciteitsnet wordt niet gedeeld met andere installaties of gebruikers. Met andere woorden, hij zit achter een eigen 'elektriciteitsmeter'. Dit in tegenstelling tot een thuisbatterij die achter de elektriciteitsmeter in een woning zit, en in principe alleen in die woning elektriciteit levert. Een buurtbatterij is dus een onafhankelijk functionerende (*stand-alone*) toepassing. Het vermogen van de buurtbatterij is, door het lokale karakter, beperkt tot maximaal 1,5 MW. Op dit vermogen kunnen ongeveer 1.000 woningen worden aangesloten.

### Netcongestie

Er is sprake van netcongestie als de belasting op het elektriciteitsnet hoger dreigt te worden dan de capaciteit van het elektriciteitsnet. Daarbij kan sprake zijn van netcongestie door 'Levering Door de Netbeheerder' aan de eindgebruiker (LDN-congestie) of 'Opname Door de Netbeheerder' (ODN-congestie). Typische oorzaken van LDN-netcongestie zijn de hogere belasting van het elektriciteitsnet door gebruik van warmtepompen en laadpalen. Typische oorzaken van ODN-netcongestie zijn de hogere belasting op het elektriciteitsnet door zonnepanelen of windturbines die stroom terug leveren aan het elektriciteitsnet. LDN- en ODN-netcongestie kan verduurzaming van onder andere de gebouwde omgeving hinderen. Zo kunnen bestaande wijken niet worden verduurzaamd, nieuwbouwwijken niet worden aangesloten op het elektriciteitsnet en zonnepanelen niet terugleveren aan het elektriciteitsnet.

### Congestiemanagement

Met congestiemanagement verdeelt de lokale netbeheerder de beperkte ruimte op het elektriciteitsnet. Dit doen ze op momenten dat de vraag naar transport van elektriciteit hoger is dan wat het elektriciteitsnet aankan. Is deze vraag op een bepaald tijdstip te groot? Dan kunnen zakelijke grootverbruikers tijdelijk en tegen een vergoeding minder elektriciteit verbruiken of terugleveren. De ruimte die daarmee vrijkomt, wordt verdeeld onder andere gebruikers. Zo krijgen meer gebruikers met een grootverbruikaansluiting hun gewenste elektrische vermogen. Een concreet voorbeeld van een grootverbruiker die congestiemanagementdiensten aanbieden zijn koelhuizen. Zij kunnen op verzoek van de netbeheerder dieper invriezen op momenten dat er een piek in stroomaanbod is (bijv. bij veel zon en wind), en minder diep invriezen bij een dreigend te kort aan stroom.

## Hoofdconclusies

De drie hoofdconclusies uit dit onderzoek zijn:

- 1 **een buurtbatterij leidt niet tot een lagere energierekening voor huishoudens.** Er is geen verdienmodel voor een buurtbatterij om lokale overschotten zonne-energie op te slaan en op een later moment terug te leveren aan het net. Verder lijkt een buurtbatterij een inefficiënt middel om de energierekening te verlagen, omdat de businesscase slechts beperkt positief te maken is. Wanneer een positieve businesscase wordt nagestreefd, moet de batterij ingezet worden op landelijke elektriciteitsmarkten en/of congestiemarkten en/of onbalansmarkten. Hiermee worden lokale maatschappelijke doelen, zoals zelfconsumptie van zon-PV, het reduceren van lokale netcongestie en het reduceren van de stroomrekening voor buurtbewoners beperkt/niet behaald.
- 2 **een buurtbatterij is geen efficiënte oplossing om de uitrol van zon op dak te vergroten.** In gebieden met netcongestie zijn de gederfde zonopbrengsten door netcongestie op buurtniveau beperkt, zelfs bij een toekomstige verdubbeling van het aantal zonnepanelen. Dit komt doordat eventuele derving van opbrengsten van huishoudens met zonnepanelen alleen optreden tijdens piekproductie in de zomer. Door de lage opbrengstenderving en doordat opslag van overschotten geen verdienmodel heeft, leidt de inzet van een buurtbatterij niet tot significant hogere opbrengsten voor huishoudens met zonnepanelen. Bovendien zijn er andere (goedkopere) oplossingen om opbrengsten van zon op dak te verbeteren die meer voor de hand liggen.
- 3 **een buurtbatterij is geen voorkeursoplossing voor netcongestie.** Netbeheerder Liander ziet betere oplossingen voor het oplossen van netcongestie die kosteneffectiever zijn en/of minder nadelen hebben dan buurtbatterijen. Het laagspanningsnet, waar woningen op zijn aangesloten, is vooralsnog uitgesloten voor congestiemanagement. Hierdoor mogen buurtbatterijen of andere flexibiliteitsoplossingen (nog) geen rol spelen in congestiemanagement waardoor ze (nog) geen bijdrage kunnen leveren aan het verminderen van lokale netcongestieproblematiek.

## Nadere toelichting hoofdconclusies

### *Een buurtbatterij leidt niet tot een lagere energierekening*

Een grote batterij is beter geschikt voor het verlagen van de energierekening dan een kleine batterij, zoals een buurtbatterij. De voornaamste verdienmodellen voor (buurt)batterijen zijn gericht op landelijke elektriciteits- en onbalansmarkten. Grotere batterijopslagprojecten hebben gemakkelijker toegang tot deze markten en zijn door schaalvoordelen meer rendabel dan kleine (buurt)batterijen. Dus als het voornaamste doel is om de energierekening te verlagen, dan kan beter een grotere batterij worden ingezet.

Daarnaast wordt de businesscase van een buurtbatterij die primair ingezet wordt voor congestiemanagement negatief. Voor een buurtbatterij op het middenspanningsnet zijn de inkomsten voor congestiemanagement beperkt en wegen de kosten van de buurtbatterij niet meer op tegen de baten. Daarnaast ondermijnt congestiemanagement ook de verdere verdien capaciteit van de buurtbatterij, omdat de buurtbatterij ten alle tijden in staat moet zijn om congestie te voorkomen. Een buurtbatterij op het laagspanningsnet is vanuit regelgeving zelfs volledig uitgesloten van inzet voor congestiemanagement, waardoor er voor congestiemanagement op het laagspanningsnet geen verdienmodel bestaat.

Verder is er geen verdienmodel voor opslag van overschotten uit zon-PV. Dit komt met name door verschuldigde energiebelasting en netbeheerkosten wanneer zonnestroom van en naar de buurtbatterij getransporteerd wordt. Door deze kosten is opslag van overschotten aan zonne-energie alleen zinvol met een batterij die is aangesloten op dezelfde aansluiting als de zonnepanelen. Want, alleen als de batterij zich achter dezelfde aansluiting bevindt als de zonnepanelen zijn geen energiebelasting en netbeheerkosten verschuldigd over de energie die wordt ontladen met de batterij. Omdat een buurtbatterij zich niet achter dezelfde aansluiting als de zonnepanelen bevindt, gaat elektriciteit richting huishoudens via het elektriciteitsnet, en zal er dus energiebelasting betaald moeten worden over de energie die wordt teruggeleverd aan de huishoudens. Dit maakt de inzet van een buurtbatterijen ten behoeve van lokale opslag van overschotten van zonne-energie financieel niet interessant.

Lokale opslag van overschotten zonne-energie is in financieel opzicht alleen een optie met een thuisbatterij, mits de salderingsregeling deels of volledig is afgeschaft. Over de afschaf van de salderingsregeling loopt momenteel een maatschappelijke discussie<sup>1</sup>. Vooral nog is het plan om deze geleidelijk uit te faseren in de periode 2025-2031.

#### *Een buurtbatterij vormt geen efficiënte oplossing om meer zon op dak mogelijk te maken*

De verliezen van zonne-energie, als gevolg van het afschakelen van zonnepanelen door netcongestie, zijn beperkt. Dit komt doordat de verliezen enkel optreden op hele zonnige dagen in de zomer, terwijl het aantal hele zonnige dagen beperkt is.

De gemiddelde verliezen zijn onder meer afhankelijk van het aantal geïnstalleerde zonnepanelen in een buurt, de capaciteit van het elektriciteitsnet (zwak/sterk), de locatie van de woning op het elektriciteitsnet (begin/einde van kabel) en het type omvormer (actief/passief). Gemiddeld is het verlies in opbrengst voor huishoudens 5 % bij zwakke netten (oudere bestaande netten) en circa 1 % bij sterke netten (netten die tegenwoordig worden aangelegd). Als het gemiddelde aantal zonnepanelen per woning zou verdubbelen, zouden de verliezen ook ongeveer verdubbelen tot respectievelijk 10 % of 2 %. Woningen met passieve omvormers of woningen die zich aan het uiteinde van een elektriciteitskabel bevinden, zullen worden geconfronteerd met hogere verliezen, terwijl woningen aan het begin van een kabel niet of nauwelijks verliezen hebben. Gemiddeld zijn de verliezen beperkt en omdat er geen verdienmodel is om met een buurtbatterij overschotten zon op te slaan is het niet te verwachten dat de inzet van een buurtbatterij huishoudens zal stimuleren mee zonnepanelen te installeren.

Verder zijn er andere (goedkopere) oplossingen die kunnen helpen om overschotten van zonne-energie lokaal te gebruiken en verliezen (stroom dat niet wordt getransporteerd) te beperken. Dit kan door met name op zonnige momenten in de zomer (wanneer het aanbod overschot optreedt) extra stroomvraag te creëren. Bijvoorbeeld door de vaatwasser of wasmachine aan te zetten, elektrische auto's op te laden of, indien van toepassing, een warmtepomp warmtapwater te laten bereiden.

#### *Een buurtbatterij is geen voorkeursoplossing voor netcongestie*

Er zijn meer geschikte en kosten effectievere oplossingen om lokale netcongestie op te lossen die de voorkeur hebben van netbeheerder Liander boven buurtbatterijen. Het gaat om de volgende oplossingen:

- 1 voorkomen van pieken in elektriciteitstransport door inzet lokaal aanwezige flexibiliteit (van bijvoorbeeld laden van elektrische auto's op momenten van stroomoverschotten);
- 2 extra ruimte creëren door te onderzoeken of de bestaande netten veilig zwaarder belast kunnen worden;
- 3 netverzwaring, zoals vervangen van huidige transformatoren en plaatsen van nieuwe transformatorhuisjes;

Een buurtbatterij is pas te overwegen als oplossingen 1 t/m 3 geen oplossing bieden. Door Liander wordt de buurtbatterij dan ook niet als een voorkeursoplossing gezien bij het structureel vergroten van de capaciteit. Structureel vermogen vrijmaken met een batterij lukt alleen als een batterij er iedere keer in slaagt een verbruikspiek te voorspellen, genoeg capaciteit heeft om deze op te vangen en weer op tijd 'klaar staat' voor de volgende piek. Dit is voor netbeheerders een groot risico dat invloed heeft op de leveringszekerheid.

Tot slot geldt dat een buurtbatterij (aangesloten op het laagspanningsnet waar woningen op zijn aangesloten) niet structureel extra capaciteit kan creëren door congestiemanagement. Deze beperking volgt uit de *netcode elektriciteit* die specificeert dat het laagspanningsnet voornamelijk (zie ook onderstaande aanbevelingen) uitgesloten is voor congestiemanagement.

---

<sup>1</sup> Februari 2023.

## Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de bevindingen uit dit rapport komen wij tot de volgende conclusies en aanbevelingen:

- 1 de inzet van een buurtbatterij lijkt niet een geschikte maatregel voor het verlagen van de huidige energierekening van huishoudens om overschotten zon op te slaan of lokale netcongestie te voorkomen;
- 2 houd ontwikkelingen met betrekking tot aangepaste wet- en regelgeving (wijziging netcode) en nieuwe verdienmodellen voor congestiemanagement (op laagspanningsniveau) in de gaten. Er worden hier in de komende jaren wijzigingen verwacht die de propositie van een (buurt)batterij kunnen verbeteren;
- 3 creëer meer bewustzijn bij huishoudens over de nut en noodzaak om elektrische apparaten vooral aan te zetten als de zon schijnt. Hiermee wordt zonnestroom lokaal beter benut. Denk bijvoorbeeld aan slimme sturing van warmtepompen om warmte te bufferen, slim laden van elektrische auto's of het aanzetten van de wasmachine, droger en vaatwasser op zonnige momenten;
- 4 ga na hoe de provincie een rol kan nemen in het voorrang geven aan projecten met een maatschappelijke functie of projecten die congestieproblemen oplossen of beperken, zoals de Autoriteit Consument en Markt sinds kort toestaat. Hierdoor kunnen netbeheerders in gebieden met een tekort aan transportcapaciteit afwijken van het 'first come, first serve'-principe en kunnen schrijnende situaties zoals geschetst in de aanleiding beter voorkomen worden<sup>1</sup>;
- 5 overweeg de inzet van grote batterijen hoger in het elektriciteitsnet, op het niveau van middenspanningskabels en/of verdeelstations. De grote batterij is dan groter (1.000-6.000 woningen) dan een buurtbatterij (<1.000 woningen), wat de businesscase ten goede komt. Daarnaast ligt de oorzaak van netcongestie, waardoor lokale ontwikkelingen geen doorgang vinden, niet uitsluitend in lokale netcongestie, maar ook in het middenspanningsnet;
- 6 houd er rekening mee dat batterijen in andere toepassingen wel een te overwegen en haalbare optie kunnen zijn. Twee voorbeelden daarvan zijn:
  - laadpleinen met zonnepanelen en batterijen die opladen tijdens piekuren zon en ontladen tijdens piekuren van laadpalen;
  - batterijen achter de meter die helpen de benodigde aansluitcapaciteit van een partij te verkleinen door te ontladen tijdens de piekvraag van die partij.

Het grootste verschil tussen buurtbatterijen en laatstgenoemde batterijen bij bijvoorbeeld laadpleinen is dat deze batterijen een aansluiting op het elektriciteitsnet delen met andere installaties/gebruikers. Daardoor is over de energie die uit de batterij wordt ontladen richting de gebruiker geen energiebelasting of nettarief meer verschuldigd, terwijl dit bij buurtbatterijen wel het geval is. Ook voorkomt de bundeling van laadinfrastructuur middels een laadplein de belasting van het laagspanningsnet, omdat laadpleinen eerder direct op het middenspanningsnet worden aangesloten. Dit heeft ook de voorkeur van Liander.

Als voor specifieke situaties batterijen een effectieve oplossing blijken, houd dan rekening met het volgende:

- 1 betrek vroegtijdig de veiligheidsregio, omdat veiligheidseisen een aandachtspunt vormen. Zeker in dichter bebouwde gebieden;
- 2 houd er rekening mee dat een oplossing met batterijen, door onder andere het vergunning traject, levertijden en bouwperiode, een doorlooptijd kent van meer dan een jaar, waardoor ook een (hybride) batterij geen onmiddellijke oplossing vormt voor een netcongestie probleem;
- 3 mocht een batterij worden overwogen, kan eventueel worden onderzocht of de doorlooptijd en vergunbaarheid zou kunnen worden versneld met een mobiele installatie;
- 4 help kleinere batterij-initiatieven zich te verenigen binnen een partij waardoor ze a) makkelijker toegang krijgen tot de markt, b) makkelijker in aanmerking komen voor financiering en c) makkelijker een positief rendement kunnen realiseren door schaalvoordelen.

---

<sup>1</sup> Deze aanbeveling volgt uit een nieuwsuiting van de ACM die slechts een week voor oplevering van deze rapportage gepubliceerd is (02-03-2023). Verdere toelichting op dit besluit wordt gegeven in het kader in sectie 2.3.

# 1

## INLEIDING

### Aanleiding

De elektrificatie van de gebouwde omgeving en opwek van duurzame energie neemt in een hoog tempo toe. Deze snelle ontwikkeling legt een druk op het elektriciteitsnet, zo ook in Noord-Holland, waardoor er op veel plekken sprake is van transportschaarste of netcongestie. In sommige gevallen is het door netcongestie niet mogelijk om lokaal geproduceerde zonne-energie op het net te zetten. Daarnaast kunnen buurtbewoners met zonnepanelen maar beperkt gebruik maken van de door hen geproduceerde zonne-energie, omdat ze ten tijde van opwek zelf maar weinig verbruiken. Als gevolg hiervan worden mensen terughoudend met het plaatsen van zonnepanelen, wat de energietransitie negatief kan beïnvloeden. Ook zorgt netcongestie er in sommige gevallen voor dat er geen nieuwe grootverbruikersaansluitingen gerealiseerd kunnen worden. Hierdoor kunnen nieuwbouwwontwikkelingen in gevaar komen, bijvoorbeeld omdat noodzakelijke voorzieningen niet aangesloten kunnen worden (winkels, scholen).

Tijdelijke opslag van overschotten zonne-energie met een buurtbatterij zou het verlies van zonnestroom kunnen voorkomen en het eigengebruik van zonne-energie door buurtbewoners kunnen vergroten. Ook zou een buurtbatterij een oplossing kunnen bieden om overbelasting van het elektriciteitsnet te voorkomen. Dit kan een buurtbatterij doen door op momenten van teveel duurzame opwek op te laden en deze stroom weer vrij te geven op momenten dat de verbruiksvraag hoog is. Hierdoor zou een buurtbatterij het transport van elektriciteit op piekmomenten kunnen verminderen en daarmee netcongestie kunnen helpen voorkomen of beperken.

### Doel van onderzoek

Om erachter te komen óf en op welke manier buurtbatterijen een effectieve en veilige bijdrage kunnen leveren aan bovenstaande punten heeft de provincie Noord-Holland Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs gevraagd een verkennend onderzoek te doen. Dit naar aanleiding van een motie in Provinciale Staten, waar de volgende drie hypothesen zijn geformuleerd:

- 1 de buurtbatterij kan de energierekening van huishoudens verlagen;
- 2 de buurtbatterij kan de uitrol van zonne-energie versnellen;
- 3 de buurtbatterij kan overbelasting van het elektriciteitsnet helpen voorkomen of verminderen.

In deze rapportage zijn deze drie hypothesen getoetst. De resultaten en bevindingen zijn opgenomen in het hoofdrapport. Daarnaast wordt in de bijlages bij dit rapport uitgebreide achtergrondinformatie gegeven over andere facetten van een buurtbatterij. Het gaat dan om toelichting van overige technische, financiële, organisatorische, (milieu)ruimtelijke, juridische en veiligheidsaspecten.

### Wat is een buurtbatterij?

Een buurtbatterij is een batterij met een lokale insteek op collectief niveau. Dit betekent dat de buurtbatterij bewoners en andere lokale bedrijven in een buurt bedient. Dit kan zijn om lokale problemen (netcongestie) op te lossen en/of voor lokale partijen baten te creëren (bijvoorbeeld een lagere energierekening).

Uit dit lokale karakter volgt ook een beperking van het formaat van de buurtbatterij. Om een buurtbatterij in het elektriciteitsnet te kunnen inpassen, kan het vermogen van de buurtbatterij niet groter zijn dan de netcapaciteit. Daarom is het maximale vermogen van de buurtbatterij in dit onderzoek gelijkgesteld aan het maximale vermogen van een middenspanningsruimte.



In de volksmond wordt dit ook wel een transformatorhuisjes genoemd. De middenspanningsruimtes voeden het laagspanningsnet waar kleinere gebruikers zoals woningen op zijn aangesloten. Het grootste type middenspanningsruimte heeft een vermogen van 1,5 MW. Kortom, het maximale vermogen van een buurtbatterij is gelijkgesteld aan 1,5 MW. Op dit vermogen kunnen ongeveer 1.000 woningen worden aangesloten.

De inzet van een buurtbatterij is tot slot van collectieve aard, waarbij de diensten van de batterij ten goede komen aan meerdere personen, huishoudens en/of bedrijven. De buurtbatterij is in de regel dan ook in eigendom van meerdere lokale partijen en/of buurtbewoners. Dit plaatst de buurtbatterij 'voor de meter'. Daarmee bedoelen we dat de buurtbatterij een individuele (*stand-alone*) aansluiting heeft op het elektriciteitsnet. Er zijn dus geen andere verbruikers aangesloten op de aansluiting. Dit in tegenstelling tot thuisbatterijen die achter de meter van de individuele woningen geplaatst worden.

### Leeswijzer

Het rapport bestaat uit drie delen: het eerste deel (hoofdstuk 2) gaat in op netcongestie, het tweede deel (hoofdstuk 3) behandelt het verdienmodel van buurtbatterijen en het derde deel bestaat uit een serie bijlages. Bijlagen 1 en 2 dienen ter ondersteuning en achtergrond op hoofdstuk 2 en 3. In de andere bijlagen worden de overige onderzochte thema's individueel behandeld.

Hoofdstuk 2 beschrijft hoe een buurtbatterij de druk op het elektriciteitsnet kan verlagen (hypothese 3). Hiervoor leggen we in sectie 2.2 eerst uit wat netcongestie is, in welke verschijningsvormen het voorkomt en welke problemen het kan veroorzaken. Zoals al uit de management samenvatting blijkt, is een buurtbatterij niet de eerste keuze voor het verhelpen van netcongestie. De alternatieven die een netbeheerder eerst aan zal grijpen worden beschreven in sectie 2.3. De buurtbatterij zou in sommige gevallen tóch als laatste redmiddel ingezet worden tegen netcongestie. De voorwaarden en de belemmeringen die daarbij komen kijken worden beschreven in sectie 2.4.

Hoofdstuk 3 beschrijft hoe de businesscase van een buurtbatterij ingevuld kan worden met verschillende verdienmodellen. In sectie 3.2 lichten we de drie belangrijkste categorieën van verdienmodellen toe. Een positieve businesscase kan enkel behaald worden als verschillende verdienmodellen gecombineerd ("gestapeld") worden. In paragraaf 3.3 is toegelicht 'waarom' de buurtbatterij geen significante invloed kan hebben op het verlagen van de energierekening van huishoudens (hypothese 1), en 'waarom' het opslaan van zonnestroom en het bestrijden van lokale congestie geen rendabele verdienmodellen vormen en daardoor dus geen stimulans zal zijn voor een versnelde uitrol van zonnepanelen op woningen (hypothese 2).

In de bijlages gaan we in op de overige vragen uit de uitvraag van de Provincie Noord-Holland. Bijlage I gaat verder in op congestie veroorzaakt door zonnepanelen en technieken die een alternatief kunnen vormen voor of een aanvulling kunnen zijn op buurtbatterijen voor het bestrijden van netcongestie. Bijlage II geeft meer details over de verschillende verdienmodellen van een buurtbatterij. Bijlage III beschrijft wat er komt kijken bij eigenaarschap en exploitatie van buurtbatterijen en met welke partijen geïnteracteed wordt. Bijlage IV beschrijft de fysieke en milieuruimte die benodigd is voor een buurtbatterij. Bijlage V gaat in op de vergunningen die benodigd zijn voor het plaatsen van een buurtbatterij en welke partijen hierbij betrokken zijn. Bijlage VI zet de doorlooptijd van de plaatsing van een buurtbatterij uiteen en bijlage VII vergelijkt tot slot de verschillende batterijtechnieken op een aantal dominante prestatie-indicatoren.

# 2

## CONGESTIE PROBLEMATIEK

### 2.1 Samenvatting

De netcongestieproblematiek in het elektriciteitsnet kent twee verschillende oorzaken/vormen. Enerzijds is er netcongestie door overschotten (zonne-)energie die door het elektriciteitsnet niet kan worden getransporteerd. In deze vorm van netcongestie is er een tekort aan opnamecapaciteit, ofwel ODN-congestie (Opname door Netbeheerder). Gevolg hiervan is dat aanbieders van duurzaam opgewekte stroom deze niet aan het elektriciteitsnet kunnen leveren. Een andere vorm van netcongestie is netcongestie door een sterke toename van de elektriciteitsvraag. Denk bijvoorbeeld aan een toename van elektriciteitsvraag door laadpalen en warmtepompen. Er is een tekort aan capaciteit voor levering, ofwel LDN-congestie (Levering door Netbeheerder). Gevolg hiervan is dat bijvoorbeeld bedrijven geen stroom kunnen krijgen voor het plaatsen van laadpalen of het plaatsen van elektrische ovens. De congestieproblematiek wordt verder toegelicht in paragraaf 2.2

Netbeheerder Liander ziet betere oplossingen voor het oplossen van netcongestie dan buurtbatterijen. De voorkeursoplossingen aangedragen door Liander zijn uitgelicht in paragraaf 2.3. In situaties waar voorkeursoplossingen niet tijdig mogelijk zijn en (maatschappelijk urgente) ontwikkelingen op kortere termijn doorgang moeten vinden kunnen buurtbatterijen mogelijk een oplossing bieden. Echter zijn er verschillende barrières die de adoptie van buurtbatterijen in de weg staan. Deze barrières zijn verder uitgewerkt in paragraaf 2.4.

### 2.2 Netopbouw en netcongestie

Het elektriciteitsnet is van oudsher ingericht om energie te transporteren van centrale opweklocaties (grote energiecentrales) naar de eindgebruiker (onder andere in de wijk). Het energienet is vertakt opgebouwd waarbij de transportcapaciteit afneemt richting de uiteindes van de vertakkingen. De fijnste vertakkingen is het laagspanningsnet. Dit is het netwerkniveau waarop huishoudens zijn aangesloten. In deze studie gaat de focus uit naar dit laagspanningsnet. Het midden- en hoogspanningsnet zijn buiten beschouwing gelaten. Zie bijlage I.1 voor meer toelichting over de opbouw van het elektriciteitsnet.

De distributienetwerkbeheerder (in Noord-Holland is dit met name Liander) is verantwoordelijk voor de distributie van elektriciteit naar (klein)verbruikers en daarmee dus voor het laagspanningsnet in de wijk. Ten tijde van de aanleg van het huidige laagspanningsnet was niet voorzien dat er vergaande elektrificatie zou plaatsvinden. Daarom is het netwerk niet ontworpen op de grote elektriciteitsvraag van nieuwe ontwikkelingen zoals warmtepompen en elektrische auto's. Liander houdt in de gaten hoe groot de belasting op het elektriciteitsnet is. Er is sprake van netcongestie op het moment dat Liander verwacht dat de toekomstige belasting van het elektriciteitsnet groter (dreigt) te worden dan de capaciteit van het elektriciteitsnet. Voorgenomen ontwikkelingen, zoals de bouw van scholen en winkels, komen daardoor tijdelijk op pauze te staan.

## Twee typen netcongestie

Globaal kan onderscheid worden gemaakt tussen twee soorten netcongestie; LDN-congestie en ODN-congestie:

- 1 LDN-congestie: LDN-congestie staat voor levering van elektriciteit (aan consumenten) door de netbeheerder. LDN-congestie kan optreden op momenten dat er veel auto's worden opgeladen met grote vermogens of als 's winters veel warmtepompen draaien. Teveel gelijktijdige afname kan ervoor zorgen dat apparaten uitvallen of beschadigd raken. Wanneer er sprake is van een congestiesituatie zal de netbeheerder geen nieuwe (grootverbruik)aansluitingen kunnen realiseren;
- 2 ODN-congestie: ODN-congestie staat voor opname van elektriciteit (van consumenten) door de netbeheerder. ODN-congestie kan optreden wanneer op zonnige dagen grote hoeveelheden elektriciteit uit zonne-energie het netwerk op gaat. Bij ODN-congestie kunnen huishoudens hun geproduceerde zonne-energie niet kwijt op het net waardoor deze verloren gaat.

### *LDN-congestie in Noord-Holland*

LDN-congestie komt op steeds meer plekken in de provincie Noord-Holland voor<sup>1</sup>. Nieuwe gebruikers, zoals scholen kunnen hierdoor niet gerealiseerd worden totdat het congestieprobleem is verholpen. Maar ook door de toename van laadpalen of (hybride) warmtepompen in buurten kan LDN-congestie in de toekomst voor problemen zorgen, doordat het bestaande net de vergrote vraag niet aankan. Het is de taak van de netbeheerder Liander om overbelasting te voorkomen door tijdig maatregelen te treffen.

### *ODN-congestie door zonnestroom in de gebouwde omgeving*

ODN-congestie kan optreden in buurten waar meer stroom aan het netwerk wordt geleverd, dan het netwerk aankan. Op deze momenten worden zonnepanelen automatisch afgeschakeld. Voor de getroffen huishoudens is dit een probleem, omdat zij hun geproduceerde zonne-energie niet nuttig kunnen inzetten en deze verloren gaat. De mate van hinder voor huishoudens met zonnepanelen is onder andere afhankelijk van de locatie van de woning op de laagspanningskabel, het aantal zonnepanelen in een buurt, de capaciteit van het elektriciteitsnet (zwak/sterk), en het type omvormer (actief/passief):

- huishoudens aan het einde van de kabel (ver van het transformatorstation) ondervinden vaker problemen met het invoeden van zonnestroom. Dit komt doordat de consequenties van ODN-congestie het eerst merkbaar zijn aan het eind van de kabel;
- de belasting op het net is onder andere afhankelijk van het aantal zonnepanelen in een buurt. De kans op ODN-congestie neemt toe bij een toename aan het aantal zonnepanelen. Bij een gemiddelde buurt met 0,9 kWp (landelijk gemiddelde) per huishouden zijn weinig problemen te verwachten. Buurten waarin elk huishouden zonnepanelen heeft, kunnen met een gemiddeld vermogen van 3 kWp wel in de problemen komen;
- het laagspanningsnet is ontworpen met een gemiddelde capaciteit per huishouden als uitgangspunt. In oude wijken is deze capaciteit lager dan in nieuwere wijken. Bij een hogere netcapaciteit kunnen er in nieuwe wijken dus meer zonnepanelen geplaatst worden zonder ODN-congestie te veroorzaken;
- afhankelijk van het type omvormer en hoe 'slim' deze is, kan ODN-congestie sneller of juist minder snel voorkomen. Moderne omvormers maken gebruik van nieuwe technieken waarmee er, op wijk niveau, enkele procenten meer energie het net op kan zonder congestie te veroorzaken.

Netcongestie verschilt dus per buurt en per huishouden. Op buurtniveau is de verloren zonnestroom ten opzichte van de totale stroomproductie van de buurt beperkt<sup>2</sup>. Met de huidige adoptiegraad (gemiddeld 0,9 kWp per huishouden) van zonnepanelen zijn de momenten dat er meer energie productie is dan het laagspanningsnet aankan schaars. Dit komt alleen voor op zonnige zomerdagen. Hierdoor blijft het totale energieverlies beperkt. Netcongestie kan vaker en langduriger voorkomen bij een hogere adoptiegraad van zonnepanelen. Bij een verdubbeling van het aantal zonnepanelen (t.o.v. huidig landelijk gemiddelde) zijn de verliezen echter nog steeds te overzien: deze zullen voor zwakke laagspanningsnetten oplopen tot 10 %, voor sterke laagspanningsnetten zo'n 3 %. In bijlage I.2 wordt een nadere analyse gegeven van de verliezen van zonnepanelen door netcongestie.

---

<sup>1</sup> <https://www.liander.nl/grootzakelijk/transportschaarste/beschikbaarheid-capaciteit/noord-holland>

<sup>2</sup> The added value of coordinating inverter control" - Peter Lusi, Lachlan LH Andrew, Ariel Liebman, Guido Tack.  
[https://www.researchgate.net/publication/339300773\\_The\\_Added\\_Value\\_of\\_Coordinating\\_Inverter\\_Control](https://www.researchgate.net/publication/339300773_The_Added_Value_of_Coordinating_Inverter_Control)

## 2.3 Verhelpen van netcongestie

Netcongestie kan op meerdere manieren voorkomen of verholpen worden. Deze manieren worden hier uitgelicht aan de hand van het diagram in afbeelding 2.1. In dit diagram is de prioritering van oplossingen voor netcongestie gegeven vanuit het perspectief van Liander. De buurtbatterij valt in de laatste categorie voor het verhelpen van netcongestie en is daarmee niet de meest gewenste optie van Liander. Zoals duidelijk wordt in het diagram zijn er andere opties om congestie te verhelpen die veelal vanuit kostenoverwegingen de voorkeur hebben. Deze alternatieven zijn hieronder verder toegelicht.

Afbeelding 2.1 Diagram met prioritering van oplossingen voor netcongestie



### Inzet van flexibele vraag

Flexibele vraag (en aanbod) kan worden ingezet om belasting van het elektriciteitsnet beter over de tijd te spreiden. Vraagsturing, zoals dit concept ook wel genoemd wordt, kan bijvoorbeeld gedaan worden door warmtepompen en laadpalen aan te zetten op de momenten van piekaanbod van stroom (en uit te zetten op momenten van piekvraag naar stroom). Vraagsturing biedt zo uitkomst om pieken op te vangen die anders zouden leiden tot kortstondige overbelasting van het netwerk. De totale hoeveelheid energie die het elektriciteitsnet levert blijft gelijk door de inzet van flexibele vraag, maar het wordt beter verdeeld over de dag. In bijlage I.1 wordt dieper ingegaan op enkele van deze alternatieven.

### Bestaand net beter benutten

Netbeheerders hanteren over het algemeen ruime marges om onvoorziene pieken in verbruik of opwek op te kunnen vangen. Om meer capaciteit voor aansluitingen vrij te maken, kan de netbeheerder onderzoeken of het bestaande netwerk op een veilige manier zwaarder belast kan worden. De netcomponenten kunnen gecontroleerd zwaarder belast worden als uit onderzoek blijkt dat dit een veilige en effectieve oplossing is.

### Netverzwaring

De meest voor de hand liggende oplossing is het verzwaren van het bestaande netwerk, bijvoorbeeld door dikkere kabels of grotere transformatoren te plaatsen. Dit is voor de lange termijn en waar de congestie problemen groot zijn de voorkeursoplossing en gaat ook in een groot deel van Nederland plaatsvinden. De investeringskosten zijn (in vergelijking met buurtbatterijen) relatief laag en er kan netcapaciteit gerealiseerd worden die altijd beschikbaar is. Ofwel, capaciteit die niet afhankelijk is van de aanwezigheid en inzet van flexibele vraag.

### Realiseren van nieuwe (tijdelijke) flexibele vraag/aanbod

Als laatste optie is er de inzet van nieuwe, flexibele aanbod of flexibele vraag. Het realiseren van flexibele aanbod/vraag wordt gezien als een tijdelijke oplossing (totdat netverzwaring is gerealiseerd). Dit zou een buurtbatterij kunnen zijn, die oplaadt bij piekaanbod van stroom en ontlaaft bij piekvraag naar stroom. Een buurtbatterij kan op deze manier ingezet worden met als hoofdtak het verhelpen van netcongestie. De buurtbatterij zal dan dus, afhankelijk van de specifieke congestiesituatie, vraag of aanbod realiseren ten tijde van piekbelasting op het net.

De oplossing van het tijdelijk realiseren van flexibele vraag/aanbod krijgt lage prioriteit. Het brengt relatief hoge (investerings)kosten met zich mee terwijl de oplossing als tijdelijk wordt gezien en/of met deze maatregel slechts een relatief kleine verhoging van de netcapaciteit wordt gerealiseerd. Bovendien mogen buurtbatterijen op dit moment nog geen congestiemanagementdiensten op het laagspanningsnet aanbieden aan de lokale netbeheerder. De andere drie opties bieden ofwel een oplossing met minder kosten ofwel een oplossing met grote capaciteitsuitbreiding voor langere tijd.

---

### Maatschappelijk prioriteren van projecten door netbeheerders

Op 02-03-2023, kort voor oplevering van deze rapportage, maakte de Autoriteit Consument & Markt (ACM) bekend<sup>1</sup> dat het voor netbeheerders mogelijk wordt om in gebieden waar sprake is van een tekort aan transportcapaciteit af te wijken van het principe dat degene die het eerste een aanvraag doet als eerste toegang krijgt tot het net ('first come, first serve'). De ACM wil het mogelijk maken om bij nettoegang voorrang te geven aan projecten die congestieproblemen oplossen of beperken en aan projecten met een maatschappelijke functie, zoals woningbouw, veiligheidsdiensten, gezondheidszorg of scholen.

Om deze afwijking te regelen start de ACM op korte termijn een codewijzigingstraject, waarbij het streven is deze in mei 2023 te publiceren. In de tussentijd staat de ACM het toe dat netbeheerders hierop reeds anticiperen, wat in principe betekent dat er direct de mogelijkheid bestaat gebruik te maken van deze regeling. Als netbeheerders in een concreet geval kunnen motiveren waarom voorrang nodig is, zal de ACM niet handhavend optreden. Op basis van welke criteria voorrang verleend kan worden en door wie de keuze gemaakt wordt is op dit moment onduidelijk. Mogelijk kan de provincie een rol nemen in dit proces.

---

## 2.4 Netcongestie en de buurtbatterij

Uit paragraaf 2.3 volgt dat voor Liander, een buurtbatterij geen voorkeursoptie is voor het verhelpen van netcongestie. Een buurtbatterij vormt dus alleen een oplossing als de andere voorkeursopties niet tijdig kunnen worden ingezet. Daarmee is de weg echter nog niet geëffend voor de inzet van buurtbatterij. Zo zijn er vanuit verschillende perspectieven nog barrières en randvoorwaarden die de inzet van een buurtbatterij bemoeilijken. De belangrijkste **randvoorwaarden**, **stimuli** en **barrières** voor buurtbatterijen zijn hieronder opgenomen. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen aandachtspunten vanuit de volgende perspectieven:

- A. wet en regelgeving;
- B. overwegingen netbeheerder;
- C. type overbelasting;
- D. locatie van overbelasting;
- E. veiligheid;

**A) Belangrijke wet en regelgeving rond inzet van congestiemanagement en batterijen vloeit voort uit het wetsvoorstel energiewet, elektriciteitswet, de netcode elektriciteit en regels rondom energiebelasting.**

#### *Energiebelasting en dubbele energiebelasting*

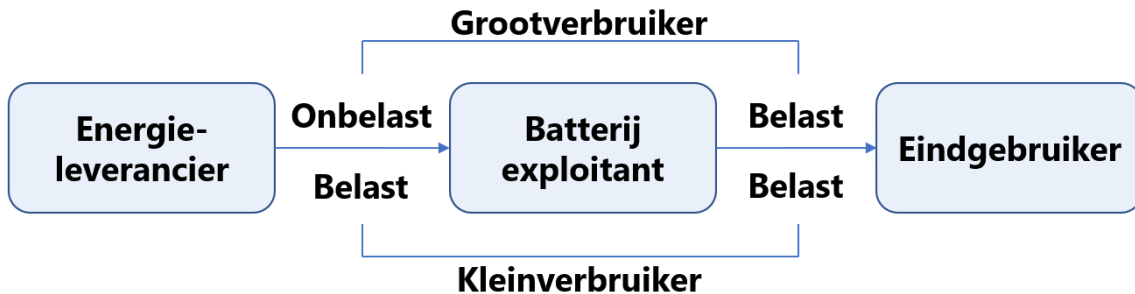
- **randvoorwaarden:** energie die wordt geleverd vanuit een buurtbatterij aan een woning is onderhevig aan energiebelasting;
- **stimulans:** enkel batterijen met een grootverbruikersaansluiting (>3x80A) zijn per 1 januari 2022 vrijgesteld van dubbele energiebelasting. Dit is grafisch weergegeven in afbeelding 2.2.;

---

<sup>1</sup> <https://www.acm.nl/nl/publicaties/acm-maakt-maatschappelijk-prioriteren-door-netbeheerders-mogelijk>

- **barrière:** batterijen die worden aangesloten op een kleinverbruikersaansluiting (<3x80A) zijn verplicht om zowel over de afgenomen elektriciteit als over de geleverde elektriciteit energiebelasting te betalen. Vanwege deze dubbele energiebelasting bij een kleine aansluiting, is het financieel niet haalbaar om een stand-alone batterij aan de sluiten op een kleinverbruikersaansluiting.

Afbeelding 2.2 Energiebelasting en dubbele energiebelasting



### Netcode elektriciteit

Stimuli en barrières voor buurtbatterijen vanuit de *netcode elektriciteit* zijn hieronder opgenomen. De artikelen uit de netcode waar deze punten betrekking op hebben zijn opgenomen in onderstaand kader.

- **stimuli:** De belangrijkste stimuli van congestiemanagement door de netbeheerder vloeit voort uit de *netcode elektriciteit* in de vorm van capaciteitsbeperkingscontracten (CBC). Zie bijlage 12, lid 1 van de netcode elektriciteit. Een capaciteitsbeperking houdt in dat een aangeslotene (zowel levering, als teruglevering) tegen betaling afziet van het volledige gebruik van zijn overeengekomen aansluit- en transportcapaciteit, om bij te dragen aan het oplossen van voorziene fysieke netcongestie;
- **randvoorwaarden:** congestiemanagement wordt door de netbeheerder op het middenspanningsnet toegepast tot een maximum van 150 % van de nominale capaciteit van het elektriciteitsnet, zie artikel 9.10, lid 2d. Stel dat een transformatorstation 1.000 woningen van stroom kan voorzien, dan kan de capaciteit van de transformator door congestiemanagement met een batterij worden uitgebreid tot maximaal 1.500 woningen. Op het laagspanningsnet is dit maximum 100%, wat betekent dat de netbeheerder daar geen congestiemanagement hoeft toe te passen. Dit gebeurt in de praktijk dan ook niet;
- **barrière 1:** het laagspanningsnet, waar woningen op zijn aangesloten, is vooralsnog uitgesloten van congestiemanagement. Buurtbatterijen of andere flexibiliteitsoplossingen mogen dus vooralsnog geen rol spelen om de capaciteit van het net te vergroten. Zie artikel 9.10, lid 2<sup>e</sup> van de *netcode elektriciteit*. Wel worden er aanpassingen van de netcode elektriciteit verwacht die congestiemanagement in de toekomst wellicht mogelijk maken;
- **barrière 2:** De CBC's zijn nog in een ontwikkelstadium en richten zich vooralsnog enkel op een capaciteitsbeperking (tussen 0-100 % van het aansluitvermogen). Instrumenten die capaciteit vergroten (zoals de non-firm ATO) staan nog in de kinderschoenen en worden in de praktijk nog maar weinig toegepast.

### Wetsvoorstel energiewet/elektriciteitswet

- **randvoorwaarde:** conform de huidige elektriciteitswet en nieuwe energiewet mag een netbeheerder geen batterijopslag in eigendom of beheer hebben, tenzij de Autoriteit Consument en Markt (ACM) anders besluit op grond van de daarvoor vastgelegde voorwaarden in de Energiewet.

---

### Netcode elektriciteit

- artikel 9.1, lid 1, bijlage 12, lid 1: Met het afzien van het gebruik van gecontracteerde en beschikbaar gestelde transportvermogen, hierna capaciteitsbeperking genoemd, biedt een aangeslotene aan om gedurende een afgesproken periode zijn transportbehoefte te beperken tot een afgesproken capaciteit.
- artikel 9.1, lid 1, bijlage 12, lid 2: Capaciteitsbeperking is gebaseerd op een tussen de netbeheerder en de aangeslotene af te sluiten contract, hierna capaciteitsbeperkingscontract genoemd;
- artikel 9.10, lid 2a: De netbeheerder hoeft geen congestiemanagement toe te passen als de periode van het verwachte tekort aan beschikbare transportcapaciteit korter duurt dan 1 jaar en het congestiegebied in drie jaar daarvoor geen congestiegebied is geweest, of onderdeel uitmaakte van een of meer congestiegebieden beheerd door de desbetreffende netbeheerder;
- artikel 9.10, lid 2d: De netbeheerder hoeft geen congestiemanagement toe te passen voor de vraag naar transport waarvoor de benodigde transportcapaciteit groter is dan technische grens van de aanwezige transportcapaciteit. Deze technische grens bedraagt 110 % van de aanwezige transportcapaciteit vermeerderd met het aanwezige regelbaar vermogen, tot een maximum van 150 % van de aanwezige transportcapaciteit;
- artikel 9.10, lid 2<sup>e</sup>: de technische grens als bedoeld in het tweede lid, onderdeel d bedraagt 100 % van de aanwezige transportcapaciteit indien het beperkende netelement gelegen is in het laagspanningsnet.

### Wetsvoorstel Energiewet :

- artikel 3.28: Een transmissie- of distributiesysteembeheerder voor elektriciteit bezit, ontwikkelt, beheert of exploiteert geen elektriciteit opslagfaciliteit of elektriciteits-omzettings-faciliteit, tenzij de Autoriteit Consument en Markt (ACM) anders oordeelt.
- 

### B) Overwegingen netbeheerder

- 1 **barrière 1:** de Capaciteit Beperkende Contracten (CBC) zijn vanuit Liander vooralsnog gericht op grote aansluitingen met een capaciteit van meer dan 2 MW. De reden hiervoor is dat dit type gebruikers meestal op afstand afgeschakeld kunnen worden. Daardoor geeft dit Liander meer zekerheid en controle dat dergelijke gebruikers ook gegarandeerd minder elektriciteit verbruiken als dat op dat moment nodig. Voor aansluitingen kleiner dan 2 MW wordt momenteel nog onderzocht hoe de netbeheer er zeker van kan zijn dat een capaciteitsbeperking ook echt te allen tijde wordt gehandhaafd. Voor een buurtbatterij gaan we uit van 1,5 MW;
- 2 **barrière 2:** het is lastig te garanderen dat een buurtbatterij te allen tijde netcongestie verhelpt. Om netcongestie te verhelpen met de inzet van een buurtbatterij, moet actief op het laad/ontlaad gedrag worden gestuurd. Daarnaast dient de batterij op de juiste momenten vol geladen dan wel leeg te zijn om een bijdrage te kunnen leveren in congestiemanagement. Als er bijvoorbeeld ODN-congestie door overvloedige zonne-energie verholpen moet worden, dan moet de batterij hiervoor nog voldoende opslagcapaciteit over hebben. In extreme gevallen kan de onjuiste inzet van een buurtbatterij de congestie problematiek zelfs versterken door op onjuiste momenten te laden dan wel ontladen. De juiste aansturing van een buurtbatterij is dus cruciaal om netcongestie daadwerkelijk te verhelpen;
- 3 **randvoorwaarde 1:** congestieproblemen dienen (idealiter) in het hoogst mogelijke netvlak (spanningsniveau) opgelost te worden, want dat is kostenefficiënter. Dus: liever 1 batterij van 5 MW, dan 5 batterijen van 1 MW.

### C) Type overbelasting en relatie met elektrisch verwarmen

- **randvoorwaarde:** de mate waarin een (buurt)batterij netcongestie (tijdelijk) kan verhelpen, is afhankelijk van het soort belasting dat zorgt voor de overbelasting. De mate van belasting en de spreiding van de belasting over de tijd (vraagprofiel) zijn belangrijke aspecten. De belasting van het net door een all-electric warmtepomp is groter dan de belasting door een hybride warmtepomp, omdat de hybride warmtepomp (op piekmomenten) een deel van de benodigde energie uit gas haalt i.p.v. uit elektriciteit. In buurten met veel hybride warmtepompen kan een buurtbatterij mogelijk een passende oplossing bieden om netcongestie tegen te gaan, omdat een buurtbatterij goed in staat is om te voldoen aan het vraagprofiel van een hybride warmtepomp. Omdat de belasting van all-electric warmtepompen groter is dan die van hybride warmtepompen, kan een (buurt)batterij geen oplossing vormen voor buurten met een hoge adoptiegraad van all-electric warmtepompen. Dit heeft twee onderliggende redenen.

Allereerst is de collectieve belasting van het net in een buurt met veel all-electric warmtepompen hoger dan de maximaal toegestane overbelasting (150 % van nominale capaciteit) die met congestiemanagement mag worden verholpen. Ten tweede zou de (buurt)batterij een zeer grote opslagcapaciteit nodig hebben om met name tijdens zeer koude winterdagen voldoende capaciteit te kunnen garanderen. Een nadere uitwerking van congestie door elektriciteitsvraag van warmtepompen is te vinden in bijlage I, paragraaf I.3

#### D) Locatie van de netcongestie

- **randvoorwaarde/barrière:** Een buurtbatterij vormt geen effectieve oplossing voor het deel van de (toekomstige) congestieproblemen die zich op het middenspannings- of hoogspanningsnet bevinden. Zo zal de congestieproblematiek die ervoor zorgt dat nieuwbouw ontwikkelingen stilvallen niet haar oorsprong vinden in het laagspanningsnet of trafohuisjes (middenspanningsruimte), Liander kan deze elementen in de aanleg namelijk relatief gemakkelijk afstemmen op het gevraagde vermogen. Het probleem in dergelijke situaties ligt hoger in het elektriciteitsnet, waarbij de exacte aanleiding van situatie tot situatie verschilt. Een buurtbatterij op het laagspanningsnet is dus voor een te bouwen nieuwbouwwijk matig geschikt, omdat het netcongestieprobleem hoger in het netwerk ligt en het probleem met de inzet van een buurtbatterij, niet aangepakt wordt bij de bron. Op het moment dat het netcongestieprobleem hoger in het netwerk wordt opgelost profiteert niet alleen de nieuwbouwwijk hiervan, maar ook alle andere partijen die op dit net zijn aangesloten.

#### E) Veiligheid

- **randvoorwaarde:** trafohuisjes (middenspanningsruimte) die overbelast dreigen te raken staan vaak midden in of dicht bij bebouwing. Het aansluiten van een buurtbatterij op dit specifieke deel van het elektriciteitsnet plaatst een buurtbatterij in de praktijk vaak dicht bij bebouwing. Dit is vanuit veiligheidsoogpunt echter een aandachtspunt, gezien het risico op het vrijkomen van een giftige gaswolk in het geval van brand in de buurtbatterij. De risicocontour die gehanteerd moet worden om woningen en bewoners op veilige afstand te houden maakt het lastig om de buurtbatterij in een wijk, dicht bij een transformatorhuisje, in te passen. Als voorbeeld: de externe veiligheidscontour van een buurtbatterij in de gemeente Haarlemmermeer is circa 80 m.



# 3

## VERDIENMODELLEN VOOR (BUURT)BATTERIJEN

### 3.1 Samenvatting

Er zijn verschillende verdienmodellen denkbaar voor een (buurt)batterij, waarmee geld verdiend kan worden met ontladen en opladen op specifieke momenten in de tijd. De meest winstgevendende verdienmodellen maken gebruik van producten die verhandeld worden op landelijke markten. Bij grootschalige commerciële batterijopslag wordt dan ook hoofdzakelijk in op deze landelijke verdienmodellen. De belangrijkste verdienmodellen voor een batterijsysteem worden toegelicht in paragraaf 3.2 alsook de noodzaak om verschillende verdienmodellen te combineren. Uit paragraaf 3.3 volgt verder dat een buurtbatterij, in tegenstelling tot grootschalige batterijopslag, door zijn beperkte omvang een inefficiënt middel is om de energierekening voor buurtbewoners te verlagen. Ook volgt dat de businesscase van een buurtbatterij negatief uitpakt indien deze wordt ingezet voor het bestrijden van lokaal congestiemanagement.

### 3.2 Batterijen en verdienmodellen

De buurtbatterij is een type batterij dat als doel heeft om een lokale maatschappelijke impact te maken, zoals lokaal congestiemanagement of tijdelijke opslag van zonnestroom van buurtbewoners. Deze lokale inslag verschilt ten opzichte van grootschalige commerciële batterijopslag. De verdienmodellen waarop wordt ingespeeld bij grootschalige commerciële batterijopslag zijn landelijk georiënteerd, wat inhoudt dat ze inspelen op (inter)nationale elektriciteitsprijzen of vergoedingen voor netbalancering op landelijke schaal. Deze verdienmodellen houden daarmee geen rekening met de congestiesituatie op de plek van de batterij. Financieel rendement is met een batterijsysteem zelden te vinden in maatschappelijke doelstellingen zoals lokaal congestiemanagement of het opslaan van zonnestroom van buurtbewoners. Voor een positieve businesscase van een buurtbatterij is het dan ook aan te raden om ook in te spelen op deze landelijk georiënteerde verdienmodellen, maar tegelijkertijd ondermijnt deze inzet voor winstoptimalisatie het vermogen van een buurtbatterij om lokale problematiek op te lossen.

#### Stapelen van verdienmodellen

Het combineren van verdienmodellen wordt 'stapelen' genoemd en is essentieel in het behalen van een solide businesscase. Zo concludeert CE Delft<sup>1</sup> dat een kleine buurtbatterij (100 kW/400 kWh) met maar één enkel verdienmodel vóór 2030 niet rendabel zal worden. Een gestapelde businesscase met een combinatie van handel op de elektriciteitsmarkt, onbalansdiensten en congestiemanagementdiensten heeft de hoogste opbrengsten en wordt voor een buurtbatterij rendabel geacht. Door een slimme stapeling van verdienmodellen wordt voorkomen dat de batterij 'stil' komt te staan en er sprake is van batterijcapaciteit waarmee op dat moment geen geld wordt verdiend. Bovendien kan deze stapeling van verdienmodellen over de dag en de week gevarieerd worden. Daarmee kan te allen tijde de ideale toepassing gekozen worden voor dat specifieke moment en kan op die manier de meeste economische waarde uit de batterij gecreëerd worden. De praktijk leert dan ook dat bij (commerciële) grootschalige batterijopslag verdienmodellen altijd worden gestapeld.

---

<sup>1</sup> CE Delft, Omslagpunt grootschalige batterijopslag – December 2021.

### Drie verdienmodellen voor batterijen

De belangrijkste verdienmodellen die bij kunnen dragen aan een positieve businesscase van een batterij (ook buurtbatterij) zijn grofweg in te delen in 4 categorieën:

- 1 balanceringsdiensten;
- 2 handel op de elektriciteitsmarkten;
- 3 congestiemanagementdiensten;
- 4 capaciteitsbeperkingscontracten.

#### *Balanceringsdiensten*

Balanceringsdiensten worden met name door TenneT gebruikt om het net stabiel te houden. Concreet worden verstoringen, overbelastingen of andere problemen in het net met deze diensten voorkomen. De landelijke en regionale netbeheerders zijn eindverantwoordelijk voor de stabiliteit van het energiesysteem en moeten ervoor zorgen dat vraag en aanbod in het energiesysteem te allen tijde in balans zijn. Netbeheerders hebben echter zelf geen installaties om de balans te handhaven. Zij werken hiervoor samen met marktpartijen (balancing service providers of BSP's) die balanceringsdiensten leveren.

Balanshandhaving werkt volgens een eenvoudig principe. Als er te veel aanbod voorhanden is, zorgen de netbeheerders door middel van financiële compensatie voor meer vraag (afnemer betalen om extra af te nemen) of minder aanbod (opwekker betalen om niet te leveren). Hierdoor wordt het systeem op landelijke schaal weer in balans gebracht. Hetzelfde gebeurt bij een te grote vraag, maar dan omgekeerd. Doordat batterijen gemakkelijk en snel op afroep kunnen op- en ontladen zijn ze erg geschikt voor het verlenen van balanceringsdiensten.

#### *Handel op de elektriciteitsmarkten*

Het tweede type verdienmodel wordt gevormd door elektriciteitshandel op verschillende landelijke en/of internationale elektriciteitsmarkten. Op deze markten is geld te verdienen met een batterij door in te spelen op de prijsvolatiliteit. Door met opslag te laden als de prijzen op de beurzen laag zijn en te ontladen tegen hoge prijzen is een marge te maken met de opgeslagen elektriciteit.

#### *Congestiemanagementdiensten*

Het derde type verdienmodel zijn congestiemanagementdiensten. Deze lijken erg op balanceringsdiensten, maar hebben als doel congestie op het elektriciteitsnet te voorkomen. In tegenstelling tot balanceringsdiensten zijn congestiemanagementdiensten locatie-specifiek, zodat netcongestie in een bepaalde regio verholpen kan worden. Congestiemanagementmarkten en -diensten staan nog in de kinderschoenen en de markt is nog niet liquide, waardoor de inkomsten beperkt zijn. Congestiemanagementdiensten kunnen door de netbeheerder alleen financieel gecompenseerd worden als een batterijsysteem zich op het middenspanningsnet bevindt, omdat het laagspanningsnet hiervoor vooralsnog uitgesloten is.

#### *Capaciteitsbeperkingscontracten*

Een capaciteitsbeperkingscontract houdt in dat een gebruiker tegen (een vaste) betaling afziet van het volledige gebruik van zijn overeengekomen aansluit- en transportcapaciteit. Door ten tijden van netcongestie af te zien van het gebruik van de volledige aansluitcapaciteit kan een bijdrage worden geleverd aan het oplossen van voorziene fysieke congestie. Doordat er hierbij een wederzijdse verplichting bestaat tussen de gebruiker en de netbeheerder is zeker dat congestiemanagement voor vaste inkomsten kan zorgen. Voor de netbeheerder is dit product nuttig omdat met deze contracten de leveringszekerheid voor alle aangeslotenen gegarandeerd kan worden. Zo kunnen er op een betrouwbaar manier meer aansluitingen worden gerealiseerd.

Capaciteitsbeperkende contracten kunnen voorkomen dat batterijen congestieproblemen verergeren. Doordat batterijen vaak inspelen op landelijk georiënteerde markten, kan het voorkomen dat acteren op deze verdienmodellen de lokale congestiesituatie juist verslechteren. Het lijkt wenselijk om capaciteitsbeperkingscontracten toe te passen wanneer netcongestie tegengaan het doel is van een batterij. Dit creëert een extra en gegarandeerde inkomstenbron voor de batterij.

---

### Toegang tot elektriciteitshandelsmarkten

Een batterij-exploitant heeft niet zomaar toegang tot de verschillende elektriciteitshandelsmarkten. Als de exploitant zijn elektriciteit wil verhandelen op deze markten, moet dat gebeuren via een tussenpartij of moet de exploitant zich laten registreren als een bepaalde entiteit (waarbij aan bepaalde voorwaarden voldaan moet worden). Deze entiteiten zijn door de netbeheerders in het leven geroepen om hen te helpen de stabiliteit en balans van het net te bewaken.

Door het kleinere formaat van een buurtbatterij, is het voor een buurtbatterijexploitant van één enkel batterijsysteem niet haalbaar om zich te begeven op (een deel van) deze markten. Enerzijds doordat de batterij soms qua formaat niet aan minimale eisen voor een markt voldoet. Anderzijds doordat de operationele kosten die deelname aan een markt met zich meebrengen te hoog zijn om handelen op de markt financieel interessant te maken. Een alternatief om toch te kunnen handelen op deze markten, is onderdeel worden van een grotere portefeuille aan flexibel vermogen. Bundelen van flexibel vermogen wordt gedaan door een zogenaamde *aggregator*, die als een geheel handel drijft namens meerdere flexibele assets. Een overzicht van de verschillende handelsmarkten, de rol van aggregators en de verschillende partijen die een rol spelen in elektriciteitshandel zijn uiteengezet in Bijlage III.2.

---

### 3.3 Buurtbatterij voor verlagen energierekening en congestiemanagement?

Uiteindelijk is het doel van de buurtbatterij om lokale baten te creëren. De voornaamste lokale baten die worden gezien zijn:

- tijdelijke opslag van zonne-energie;
- verlagen van de energierekening;
- verlagen van netcongestie.

Ondanks dat deze lokale baten van maatschappelijke waarde kunnen zijn, dragen ze niet bij aan het verkrijgen van een positieve businesscase. Dit is toegelicht in de volgende paragrafen. Batterijcapaciteit die wordt gereserveerd/gebruikt voor de uitvoering van deze taken, kan niet gebruikt worden om geld mee te verdienen met de modellen uit paragraaf 3.2. Hierdoor kan een buurtbatterij niet tegelijkertijd een gezonde business case creëren én sociaal maatschappelijke doelen vervullen (zoals opslag van zonne-energie en bestrijden van netcongestie).

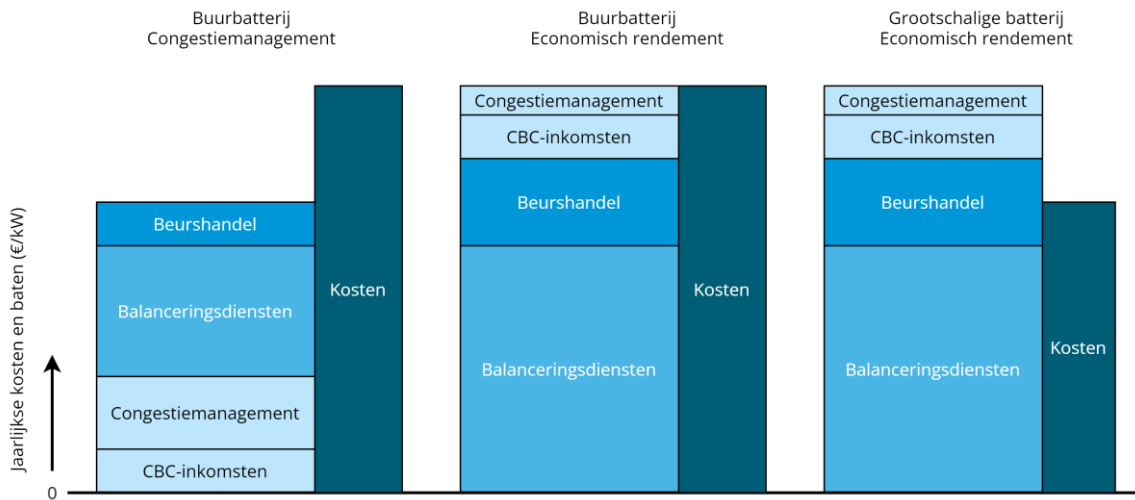
#### Geen verdienmodel voor tijdelijke opslag van zonne-energie

Voor het tijdelijk opslaan en terugleveren van overschotten zonne-energie aan buurtbewoners met een buurtbatterij is er geen verdienmodel. Dit komt hoofdzakelijk doordat consumenten over de energie die een buurtbatterij teruglevert energiebelasting en nettarieven verschuldigd zijn. De financiële marge die hierdoor kan worden behaald is klein en weegt niet op tegen de investeringskosten. De energiebelasting en andere tarieven kunnen zonder belastinghervormingen alleen vermeden worden door een batterij achter de meter te plaatsten, zoals bij een thuisbatterij het geval is. Het ontbreken van een verdienmodel maakt dat een buurtbatterij geen rendabele optie is voor het tijdelijk opslaan van overschotten zonne-energie. Dit maakt een buurtbatterij dan ook geen geschikt middel om de adoptie van zonnepanelen te versnellen. Meer informatie over het potentiële verdienmodel voor thuisbatterijen die overschotten zonnepanelen opslaan is te vinden in bijlage I.2.

#### Geen verlaging van energierekening en slechter verdienmodel door lokaal congestiemanagement

Aangezien er geen verdienmodel is om lokaal overschotten zonne-energie op te slaan kan een buurtbatterij alleen de energierekening verlagen als deze inspeelt op meerdere landelijke verdienmodellen (uit paragraaf 3.2). Een ander verdienmodel wordt gevormd door het leveren van lokaal congestiemanagement met als primair doel om extra capaciteit te creëren en daarmee LDN-netcongestie te voorkomen of uit te stellen. In afbeelding 3.1 zijn voor deze situatie indicatief de kosten en baten bij inzet van een buurtbatterij met en zonder lokaal congestiemanagement weergegeven. Daarnaast zijn ter referentie de kosten en baten van een grootschalig batterijopslagsysteem weergegeven.

Afbeelding 3.1 Indicatieve kosten en opbrengsten binnen 3 verschillende types businesscases: een buurtbatterij primair ingezet voor congestiemanagement, een buurtbatterij die ingezet wordt voor maximaal economisch rendement en een grootschalige batterij die ingezet wordt voor maximaal economisch rendement. Of en in hoeverre de business case van een grootschalige batterij positief is, is maatwerk en daarmee per casus afhankelijk



Uit afbeelding 3.1 volgen de volgende observaties:

- een buurtbatterij (op het middenspanningsnet) die primair voor het tegengaan van lokaal congestiemanagement wordt ingezet (afbeelding 3.1, links) heeft een negatieve businesscase. Zodra de buurtbatterij wordt ingezet voor dit doeleinde, moet een aanzienlijk deel van de batterijcapaciteit voor deze taak gealloceerd worden. De batterij moet namelijk klaarstaan voor momenten van grote piekvraag of -aanbod. Hierdoor kan de batterij een groot deel van de dag niet ingezet worden voor andere verdienmodellen die lucratiever zijn, zoals balanceringsdiensten of beurshandel. De totale kosten wegen daarmee niet op tegen de baten;
- de businesscase die ingericht is op het behalen van economisch rendement (afbeelding 3.1, midden) is gematigd positief. Als te allen tijde de meest lucratieve stapeling van verdienmodellen wordt ingezet, vallen de kosten van de buurtbatterij ongeveer gelijk met de baten. Er is naast deze lucratieve stapeling van verdienmodellen weinig capaciteit beschikbaar om in te zetten voor lokale doeleinden;
- de businesscase van grootschalige batterijopslag (afbeelding 3.1, rechts) is doorgaans gericht op economisch rendement. Hierdoor is de stapeling van verdienmodellen naar verwachting hetzelfde als voor de buurtbatterijen gericht op economisch rendement. Toch is de businesscase voor grotere batterijen eerder positief dan die van buurtbatterijen. Dit komt doordat de operationele kosten, investeringskosten en nettarieven voor de grotere batterij relatief gezien (per kW) lager zijn door schaalvoordelen. Of en in hoeverre de business case van grootschalige batterijen door het stapelen van verdienmodellen tot een positieve business case leidt, is per case afhankelijk. Het vertrekpunt hierin is; als met een stand-alone batterij een positieve business case kan worden behaald, dan is dit met een grootschalige batterij hoger in het net.

Grootschalige batterijopslag kent door schaalvoordelen een betere businesscase dan de relatief kleine buurtbatterijen. Zo zijn de inkomsten voor beide type batterijen ongeveer gelijk (per kW), maar de investeringskosten en nettarieven (per kW) relatief hoger bij een kleine batterij zoals een buurtbatterij. Hierdoor is de businesscase voor een buurtbatterij minder interessant dan voor een grotere batterij op hogere netvlakken. Als de inzet van de batterij enkel gericht is op het verlagen van de energierekening door het behalen economisch rendement met elektriciteitshandel, dan doen consumenten er dus beter aan zich te richten op grootschaligere batterijsystemen dan buurtbatterijen.

---

Als gevolg van de oorlog in Oekraïne en de daaruit volgende ontwikkelingen op de energiemarkt zijn de elektriciteitsprijzen gestegen en is de volatiliteit toegenomen. Dit maakt dat de inkomsten uit de onbalansmarkt en groothandelsmarkt over het laatste jaar sterk zijn toegenomen. Daar tegenover staat dat de kosten van batterijopslag ook zijn gestegen. Per saldo is de businesscase voor kleinschalige opslag daarmee op dit moment nog steeds beperkt interessant.

---

Bijlage(n)

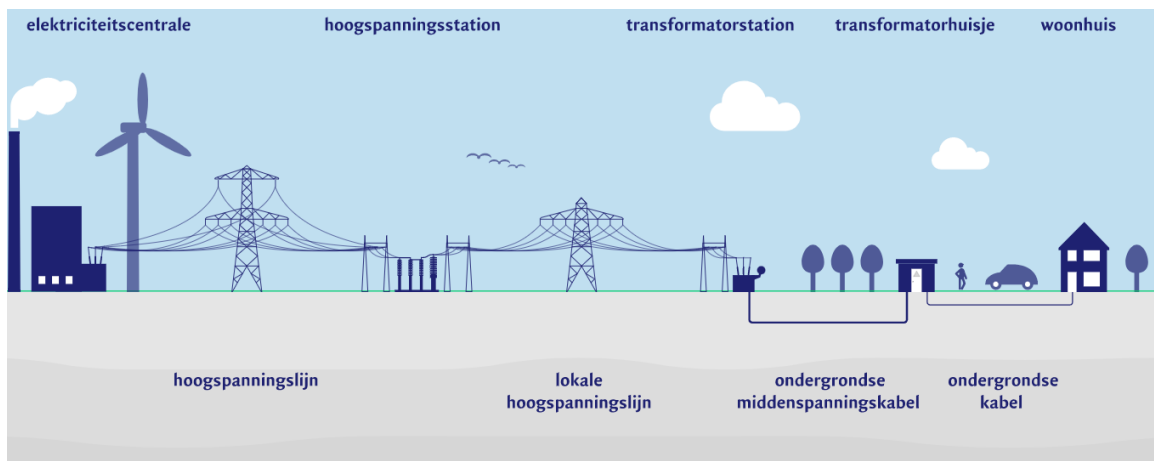
## BIJLAGE: NETOPBOUW, CONGESTIE EN CONGESTIE OPLOSSINGEN

### I.1 Opbouw elektriciteitsnet

Het elektriciteitsnet is opgebouwd uit verschillende onderdelen. Globaal kan onderscheid worden gemaakt tussen het hoogspanningsnet, het middenspanningsnet en het laagspanningsnet. Deze onderdelen zijn grafisch weergegeven in afbeelding I.1.

- *het hoogspanningsnet* wordt gebruikt voor het transport van elektrische energie over langere afstanden en verzorgt de elektriciteitsvoorziening op internationale, nationale en provinciale schaal. Grote elektriciteitscentrales, windparken en industriële afnemers worden direct op het hoogspanningsnet aangesloten;
- *het middenspanningsnet* wordt gevoed vanuit het hoogspanningsnet. Deze netten zijn met elkaar verbonden ter hoogte van het transformatorstation, of ook wel 'onderstation' genoemd. Het middenspanningsnet voorziet de transformatorhuisjes van elektriciteit. Middelgrote klanten en zonneparkjes worden direct aangesloten op het middenspanningsnet of bij grotere klanten, zonneparken of windparken op het onderstation;
- *het laagspanningsnet* levert elektriciteit via laagspanningskabels aan kleinverbruikers (meestal woningen). De verbinding tussen het middenspannings- en laagspanningsnet wordt gemaakt in het transformatorhuisje. Liander noemt dit huisje ook wel de middenspanningsruimte (MSR). Woningen en kleine bedrijven worden aangesloten op het laagspanningsnet.

Afbeelding I.1 Overzicht elektriciteitsnet (bron: kennisplatform.nl<sup>1</sup>)



<sup>1</sup> <https://www.kennisplatform.nl/uit-welke-onderdelen-bestaat-het-elektriciteitsnetwerk/>

## 1.2 Analyse verliezen zon-PV

In Nederlandse woonwijken komen steeds meer zonnepanelen op daken te liggen. Vooral in buitengebieden en oudere woonwijken kan de toename van thuisproducenten op zonnige dagen leiden tot overbelasting van het net omdat het net hier niet is berekend op grootschalige en gelijktijdige teruglevering van zonnestroom. Op momenten dat de productie van zonnestroom hoog is en de afname laag is, kan in het lokale laagspanningsnet de spanning van het net oplopen. Dit zal vooral aan het eind van de kabel zijn, waar het cumulatieve effect van alle zonnepanelen in de buurt merkbaar is. Een te hoge spanning kan schadelijk zijn voor apparatuur en kan het risico op kortsluiting vergroten. Om overspanning te voorkomen schakelen omvormers van de zonnepanelen daarom uit als de spanning te hoog wordt ( $> 253$  V) in een poging de spanning te laten zakken. Op dat moment leveren de zonnepanelen geen elektriciteit meer aan het net.

Aangezien de overspanning zichzelf reguleert is dit niet zozeer een probleem waar de netbeheerder tegenaan loopt, maar van de producent die inkomsten uit teruggeleverde elektriciteit misloopt.

Hoeveel het jaarlijkse energieverlies precies is door het afschakelen van zonnepanelen door netcongestie is niet gemakkelijk te kwantificeren. Dit is afhankelijk van het laagspanningsnetwerk in de specifieke buurt en van het gemiddeld aantal zonnepanelen per woning. De omvang van een gemiddelde zonnepanelen installatie voor huishoudens is 3,5 kWp. Een kwart van de huishoudens heeft nu zonnepanelen<sup>1</sup>. Gemiddeld over alle huishoudens (dus ook die zonder zonnepanelen) heeft een huishouden dus 0,9 kWp aan zonnepanelen op het dak liggen. Uit onderzoek<sup>2</sup> blijkt dat er bij deze adoptiegraad 0-3 % verliezen van de totale energieproductie zijn. Wanneer de adoptie van zonnepanelen stijgt naar gemiddeld 2 kWp per huishouden, dan lopen de verliezen op naar 1-10 % van de totale opbrengst. Voor individuele huishoudens kan dit verlies echter veel groter of juist kleiner zijn, afhankelijk van de locatie van het huishouden ten opzichte van de transformator (verliezen aan het einde van de kabel zijn het grootst). Dit kan in het geval van gemiddeld 2 kWp per huishouden oplopen tot 27 % van de opbrengst.

Vanuit technisch oogpunt kan een buurtbatterij hier de congestie verhelpen. Huishoudens hoeven met de juiste inzet van een buurtbatterij niet langer zonne-energie verloren te laten gaan. Wanneer de adoptiegraad van zonnepanelen bijvoorbeeld stijgt tot de 2 kWp en het LS-net heeft een capaciteit van 1,5 kW, dan moet de buurtbatterij voorzien in 0,5 kW om congestie te voorkomen. De opslagcapaciteit van de buurtbatterij moet groot genoeg zijn om alle energie, die geleverd wordt boven de 1,5 kW grens, op te nemen. In de praktijk produceren de zonnepanelen echter bijna nooit boven de 1,5 kW, het grootste deel van de tijd zitten ze hier onder. Alleen met goed weer op het midden van de dag in de zomermaanden wordt de 1,5 kW overschreden. Dit is dan voor ongeveer 6 uur achtereenvolgend. Door een buurtbatterij te realiseren die voor deze 6 uur 0,5 kW per huishouden kan opnemen, kan de netcongestie voorkomen worden. De benodigde opslag capaciteit komt hiermee uit op ongeveer 3 kWh per huishouden.

Echter, het is onwaarschijnlijk dat investeren in een buurtbatterij voor deze toepassing zinrijk is. Uit een analyse van het PBL<sup>3</sup> blijkt dat de energieverliezen minimaal zijn als het vermogen van een installatie beperkt wordt tot 70 % van het piekvermogen. Voor installaties van zonnepanelen bij huishoudens is het nog gebruikelijk om een aansluiting voor 100 % te realiseren. Netcongestie in de wijk door overschot aan zonne-energie zal in de praktijk beter opgelost kunnen worden door het maximale vermogen van zonnepanelen van huishoudens te verminderen. Dit kan bijvoorbeeld vastgesteld worden op 70 % zoals gebruikelijk is voor zonneparken. Hiermee kan de hoeveelheid zon op dak in Nederland nog uitgebreid worden tot ruim 2 kWp per huishouden. De door deze maatregel gederfde inkomsten staan in schril contrast met de grote investering die nodig zou zijn voor een buurtbatterij. Het is kostenefficiënter om een deel van de opwekpotentie van zonne-energie verloren te laten gaan dan om een buurtbatterij te plaatsen.

---

<sup>1</sup> <https://solarmagazine.nl/nieuws-zonne-energie/i28643/2-miljoen-huizen-in-nederland-hebben-zonnepanelen>

<sup>2</sup> "The added value of coordinating inverter control" - Peter Lusi, Lachlan LH Andrew, Ariel Liebman, Guido Tack.  
[https://www.researchgate.net/publication/339300773\\_The\\_Added\\_Value\\_of\\_Coordinating\\_Inverter\\_Control](https://www.researchgate.net/publication/339300773_The_Added_Value_of_Coordinating_Inverter_Control)

<sup>3</sup> <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2022-zon-pv-op-een-kleinere-netaansluiting-4909.pdf>

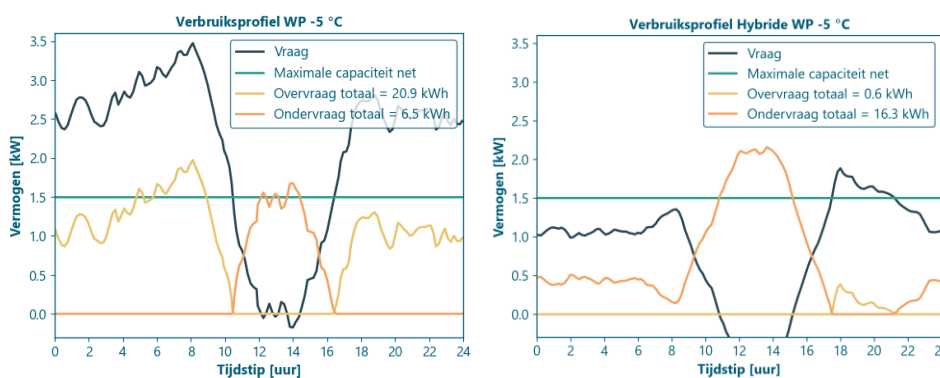


### 1.3 Analyse impact (hybride) warmtepomp

Als gevolg van de warmtetransitie neemt het aantal (hybride) warmtepompen de komende jaren fors toe. Een toename van het aantal (hybride) warmtepompen kan ervoor zorgen dat het laagspanningsnet overbelast raakt. In dat geval zou een buurtbatterij wellicht uitkomst kunnen bieden. Een groot deel van het laagspanningsnet is ontworpen op een gelijktijdige vermogensvraag van 1,5 kW per huishouden, terwijl (hybride) warmtepompen kunnen zorgen voor een gelijktijdige belasting van 2-3,5 kW. De benodigde opslagcapaciteit en vermogen van de buurtbatterij per woning is onderzocht aan de hand van de gemiddelde gebruiksprofielen van all-electric warmtepompen en hybride warmtepompen. De gebruiksprofielen zijn afkomstig uit het installatiemonitor onderzoek<sup>1</sup>. In dit onderzoek is de gemiddelde elektriciteitsvraag van woningen met (hybride) warmtepompen gemeten bij verschillende temperaturen.

Om de inzet van buurtbatterijen te bepalen is verondersteld dat het laagspanningsnet is uitgelegd op een capaciteit van 1,5 kW per huishouden. Voor alle elektriciteitsvraag boven de 1,5 kW dient de buurtbatterij elektriciteit te ontladen, om overbelasting van het elektriciteitsnet te voorkomen. De verbruiksprofielen en totale overvraging zijn opgenomen in afbeelding 1.2.

Afbeelding 1.2 Gemiddeld gelijktijdig gebruikersprofiel per woning van warmtepompen (links) en hybride warmtepompen (rechts)



#### Analyse van overbelasting en benodigde batterijcapaciteit

Uit bovenstaande profielen blijkt dat bij een buitentemperatuur van 5 graden onder het vriespunt er voor de all-electric warmtepomp sterke overvraging van de netcapaciteit plaatsvindt. Voor de hybride warmtepomp is deze overvraging beperkt. Deze congestieproblematiek speelt alleen bij dergelijk stevig winterweer (bij warmere buitentemperaturen kan de warmtepomp de woning warmhouden met minder vermogensvraag). Om de overbelasting te verhelpen in de all-electric situatie is de benodigde batterijcapaciteit erg groot, terwijl het probleem bij dergelijke temperaturen zich slechts enkele dagen per jaar voordoet. Hybride warmtepompen resulteren in aanzienlijk minder overbelasting vergeleken met all-electric warmtepompen, om dat op momenten van piekvraag bijgestookt kan worden met gas.

#### Benodigde buurtbatterijcapaciteit bij warmtepompen

Uit een analyse van de gebruiksprofielen in afbeelding 1.2 blijkt dat voor de all-electric situatie een batterijcapaciteit van 21 kWh per woning nodig is om één dag door te komen. Daarbij geldt dat de batterij niet genoeg kans heeft om tijdens daluren bij te laden, dus als er meerdere dagen koud weer is, moet er voor meerdere dagen energie opgeslagen worden (15 kWh voor elke dag extra). Dit wordt al snel een erg groot en kostbaar systeem.

<sup>1</sup> Installatiemonitor - <https://www.installatiemonitor.nl/>

### *Benodigde buurtbatterijcapaciteit bij hybride warmtepompen*

Voor de hybride warmtepomp situatie is slechts sprake van een beperkte overbelasting van het laagspanningsnet. Er is daarom een beperkte batterijcapaciteit nodig van circa 0,6 kWh per woning. Bovendien is er voldoende kans om in daluren bij te laden, waardoor de buurtbatterij niet voor meerdere dagen gedimensioneerd hoeft te worden.

### **Overbelasting en netcode congestiemanagement**

Zoals te zien in afbeelding I.2 overvragen de all-electric warmtepompen het stroomnet met bijna 100 % en hybride warmtepompen met zo'n 30 %. Volgens de recent gewijzigde netcode congestiemanagement hoeft de netbeheerder enkel congestiemanagementmaatregelen toe te passen tot 150 % van de capaciteit van het elektriciteitsnet. De capaciteit van het laagspanningsnet kan binnen die marge dus maar maximaal tot 2,25 kW worden uitgebreid, wat voor het voorkomen van overbelasting in een all-electric wijk niet voldoende is. Als een buurtbatterij ingezet zou worden voor het bestrijden van deze congestie, dan kan het dus voorkomen dat de batterijexploitant voor zijn congestiemanagementdiensten geen financiële compensatie ontvangt voor het deel van de belasting dat boven de 150 % ligt. Voor de situatie met de hybride warmtepomp zou dit wel volledig gecompenseerd kunnen worden.

## **I.4 Overige alternatieven voor buurtbatterij**

In deze paragraaf wordt kort ingegaan op enkele technieken die een alternatief kunnen vormen voor de buurtbatterij. Er is onderscheid gemaakt tussen de volgende technieken:

- thuisbatterij;
- slim sturen van warmtepomp;
- elektriciteit omzetten in warmte (e-boiler);
- slim laden van elektrische auto's;
- slim ontladen van elektrische auto's;
- laadplein met batterijopslag en zon-PV;
- hybride buurtbatterijen.

### **Thuisbatterijen**

Thuisbatterijen zijn batterijen die in woningen achter de meter geplaatst worden. Hiermee kan energie die door de zonnepanelen van de woning zelf wordt opgewekt lokaal opgeslagen worden, nog vóór de elektriciteit het distributienet opgaat, en op een later moment weer verbruikt worden. Met een thuisbatterij kan de hoeveelheid zelfconsumptie van eigen zonnestroom van circa 30 % vergroot worden naar circa 60 % van de jaarlijkse elektriciteitsvraag<sup>1</sup>. Thuisaccu's komen in verschillende capaciteiten en vermogens, waardoor de duur waarover een thuisbatterij een woning kan voorzien van stroom uiteen loopt. Een bekend voorbeeld van een thuisbatterij is de Tesla PowerWall. Deze thuisbatterij heeft een vermogen van 13,5 kWh en kan continu maximaal 5 kW aan vermogen leveren.

Ondanks dat de Europese markt voor thuisbatterijen snel groeit (107 % van 2020 op 2021<sup>2</sup>) is op het moment van schrijven het aanschaffen van een thuisbatterij in Nederland niet financieel interessant. Dit komt omdat consumenten nog kunnen salderen. Dit houdt in dat de energieleverancier de teruggeleverde energie verrekend met het verbruik, wat effectief betekent dat het tarief voor terugleveren van elektriciteit gelijk is aan die van verbruik. Dit maakt het lokaal opslaan van energie financieel overbodig. De salderingsregeling wordt vanaf 2025 tot 2031 echter afgebouwd, waardoor er ná 2030 enkel nog een teruglevertarief over ontvangen wordt voor teruggeleverde elektriciteit, welke een stuk lager zal zijn dan de tarieven voor levering. Samen met de groter wordende variabiliteit van elektriciteitsprijzen onder dynamische contracten en goedkoper wordende batterijtechnologie kan dit ervoor zorgen dat thuisbatterijen in de toekomst vaker voor zullen komen.

---

<sup>1</sup> <https://www.anwb.nl/huis/energie/thuisbatterij-alles-wat-je-wil-weten>

<sup>2</sup> European Market Outlook For Residential Battery Storage, 2022–2026, SolarPower Europe

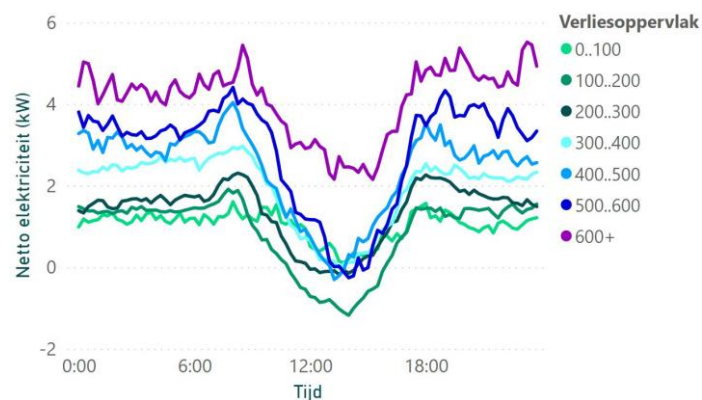
Om thuisbatterijen effectief in te zetten om het net te ontlasten, is een vorm sturing van de batterijen achter de meter nodig. Dit zal voor een netbeheerder moeilijk te organiseren zijn door het decentrale karakter van de thuisbatterijen en het feit dat ze in privébeheer zijn. Onbalansmarkten zijn door de kleine schaalgroten ook moeilijker te bereiken dan in het geval van een grootschalige buurtbatterij. Mogelijk kan een aggregator hier in de toekomst een rol in spelen door een portfolio van meerdere thuisbatterijen te combineren tot een voldoende grote omvang om relevant te zijn op de onbalans markten.

Thuisbatterijen zijn los van de schaalgrootte en plaatsing achter de meter een vorm van opslag die erg lijkt op een buurtbatterij. Ze lossen hetzelfde probleem op (mits slim aangestuurd om de zonnepiek op te vangen) en concurreren om dezelfde financiële baten uit elektriciteitshandel. Als veel huishoudens in een bepaald gebied een thuisbatterij hebben, kan dit er dus voor zorgen dat een buurtbatterij op die plek overbodig of minder rendabel is.

### Slim sturen van warmtepompen

De elektriciteitsvraag van een warmtepomp is niet constant gedurende de dag. Dit is te zien in afbeelding I.3. Door een warmtepomp uit te rusten met een buffervat en deze slim aan te sturen, kan de belasting van het net verminderd worden. Slim sturen wordt dan gedaan door de warmtepomp warmte te laten bufferen wanneer er voldoende netcapaciteit is. Dit werkt tot op zekere hoogte: de dagelijkse energievraag moet minder zijn dan wat het elektriciteitsnet in één dag kan leveren. Door een warmtepomp te laten bufferen als er een overschot aan lokaal opgewekte elektrische energie is, kan een dergelijke “warmtebatterij” daarnaast teruglevercongestie verminderen door het vergroten van gelijktijdig verbruik. Het voordeel van deze oplossing ten opzichte van een buurtbatterij, is dat deze oplossing in combinatie met zon op dak, het eigengebruik van zonnestroom stimuleert. De warmtepomp zit bij huishoudens achter dezelfde netaansluiting als de zonnepanelen. Hierdoor wordt minder elektriciteit uit zon op dak in het elektriciteitsnet ingevoerd waardoor netcongestie in potentie afneemt.

Afbeelding I.3 Gemiddeld elektriciteitsverbruik van all-electric warmtepompen [kW] in de winter<sup>1</sup>



### Elektriciteit omzetten in warmte (e-boiler)

Een overschot aan zonnestroom kan ook omgezet worden in warmte door middel van een elektrische boiler (e-boiler). De e-boiler kan gezien worden als een grote waterkoker waarin met elektriciteit warm water geproduceerd wordt. Dit warme water wordt opgeslagen in een goed geïsoleerd drukvat, waarna het gebruikt kan worden voor warmwatervoorziening van woningen of bedrijven. Door te verwarmen op momenten van overschotten aan zonnestroom op het net, kan de e-boiler bijdragen aan het verminderen van netcongestie en bijdragen aan een duurzame warmtevoorziening in de gebouwde omgeving. In tegenstelling tot een batterij kan de e-boiler geen elektriciteit aan het net terugleveren op momenten van schaarste.

<sup>1</sup> Installatiemonitor [BDH] - Publieke eindrapportage februari 2022.

### Slim sturen van laadpalen

Uit een analyse in opdracht van Enpuls<sup>1</sup> blijkt dat het laden van elektrische voertuigen in 2030 voor aanzienlijke vraagpieken op het LS-net kan leiden. "Slim laden" is een veelgenoemde oplossing om de vraag te spreiden en de piek belastingen te verminderen. Slim laden kan gedaan worden op verschillende stuursignalen zoals minimale kosten, minimale CO<sub>2</sub>-uitstoot of minimale netbelasting. Deze resulteren niet in eenzelfde laadgedrag: sturen op minimale kosten resulteert niet altijd in minimale netbelasting, en kan netcongestie is sommige gevallen zelfs verergeren.

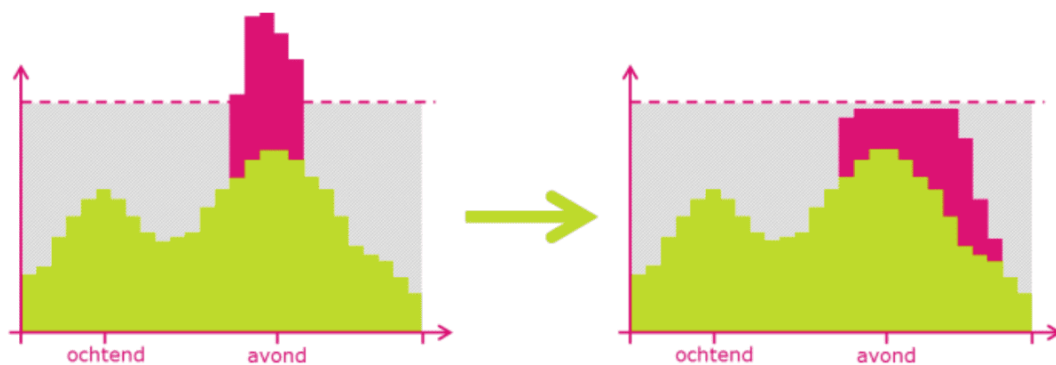
In het onderzoek FlexPower3<sup>2</sup>, wordt slim laden en het combineren van laadpalen verder onderzocht. Een aanzienlijke reductie in de piekbelasting van maximaal 74 % kan worden gerealiseerd, aldus het rapport. Anderzijds is er ruimte op het net voor het realiseren van 3 keer zo veel laadpalen op hetzelfde netwerk zonder te hoeven investeren in netverzwaring..

---

### Voorbeeld van vraagsturing: load balancing met publieke laadpalen

Het recht om publieke laadpalen te realiseren en exploiteren is geregeld in concessies die door overheden worden uitgeschreven. In nieuwe concessies voor laadpalen zal een clause worden opgenomen die laadpaalexploitanten er toe verplicht om het gecombineerde laadvermogen van laadpalen tot een bepaald maximum te beperken. Hierdoor ontstaan er minder hoge pieken op het elektriciteitsnet en wordt de noodzaak tot netverzwaring uitgesteld. Dit effect is geïllustreerd in afbeelding I.4

Afbeelding I.4 normaal laden met piek in avond versus slim laden of load balancing. (bron: Enexis)



---

### Slim ontladen van elektrische auto's: vehicle-to-grid

Enkele moderne auto's en laadpalen hebben naast het slim afnemen van elektriciteit ook de mogelijk om elektriciteit uit de accu van de auto terug te leveren aan het net. In vakjargon heet dit *vehicle-to-grid*. Elektrische auto's kunnen op deze manier, mits juist aangestuurd, dezelfde functionaliteit krijgen als een batterij. Dit is momenteel een concept wat nog in ontwikkeling is. De kostprijs van laadinfrastructuur met deze functionaliteit is circa 10 keer duurder dan laadinfrastructuur zonder deze functionaliteit. Toch heeft deze oplossing grote potentie door de batterij capaciteit die nu beschikbaar is in elektrische auto's. Dit loopt op tot 80 kW, terwijl een thuisbatterij niet groter is dan 20 kW. Door de gelijkwaardige functionaliteit vormt *vehicle-to-grid* concurrentie voor de businesscase van een buurtbatterij. Uit een studie van netbeheerder Stedin (Utrecht) blijkt dat slim laden en V2G in theorie de potentie hebben om netcongestie op het laagspanningsnet door laadpalen grotendeels te verhelpen in 2035.

---

<sup>1</sup> 'Slim laden must have bij groei elektrisch vervoer. Onderzoek naar kosten en baten van slim laden' - APPM en CE Delft in opdracht van Enpuls - maart 2019

<sup>2</sup> Flexpower3 - flexpower/Elaad.nl.

### Batterijen bij laadplein

Laadpalen kunnen ook worden gebundeld op een laadplein, waarbij de laadpalen zijn aangesloten achter één aansluiting. In dergelijke gevallen kan een batterij een meerwaarde vormen, zeker als er boven het parkeerterrein ook zonnepanelen worden gerealiseerd. Door een combinatie van onderstaande verdienmodellen kan een positieve businesscase ontstaan:

- 1 beperken pieken in afname (reductie netkosten);
- 2 benutten goedkope zonnestroom in plaats van terugleveren aan het net;
- 3 besparen op energiebelasting, ODE en inkoop;
- 4 hogere benuttingsgraad van laadpaal;
- 5 optioneel: balanceren van het elektriciteitsnet.

Er zijn voorbeelden bekend van laadpleinen met een positieve businesscase. De businesscase zal afhankelijk zijn van locatiespecifieke factoren, zoals bijvoorbeeld de hoeveelheid en het type gebruikers (forenzen, winkelbezoek, woon/werk verkeer) en de opbrengst van de zonnepanelen. De ontwikkeling van laadpleinen als centrale hub waar vraag en opslag (en eventueel opwek) van elektriciteit samenkomen, kent een soortgelijke inzet van een batterij als het buurtbatterij-concept.

### Hybride buurtbatterijen

In specifieke gevallen zou de inzet van een hybride (buurt)batterij mogelijk een oplossing kunnen bieden. Hybride batterijen bestaan uit een combinatie van batterijen en een dieselgenerator. De dieselgenerator dient hierbij enkel als back-up, wat als voordeel heeft dat de leveringszekerheid te allen tijde kan worden gegarandeerd (ook al maakt hij geen draaiuren). De inzet van hybride batterijen is alleen denkbaar als voorkeursoplossingen niet (op tijd) mogelijk zijn en (maatschappelijk urgente) ontwikkelingen op kortere termijn doorgang moeten vinden. De hybride batterij zal dus uitsluitend gebruikt worden als laatste redmiddel en kan niet als structurele oplossing gezien worden. Net als normale buurtbatterijen zullen hybride batterijen die ingezet worden voor bestrijding van netcongestie niet op zichzelf rendabel zijn. Er moet dus rekening gehouden worden dat dit type opstelling alleen financieel haalbaar is als de onrendabele top kan worden afgedekt (denk aan subsidie).



## BIJLAGE: VERDIENMODEL VOOR EEN THUSBATTERIJ

### Thuisbatterij: toekomstig besparingspotentieel op energierekening

Het verdienmodel van een thuisbatterij kan berusten op het tijdelijk opslaan van overschotten zonne-energie om te profiteren van het prijsverschil tussen de inkoop van elektriciteit tegen een hoge prijs en verkoop van overschotten zonne-energie tegen een lage prijs. Momenteel is hier nog geen geschikt verdienmodel voor door de aanwezigheid van de salderingsregeling. Dit verdienmodel wordt echter in toenemende mate interessant, naarmate de salderingsregeling tot 2031 afloopt. De theoretische besparing op de jaarlijkse energierekening is hieronder uitgewerkt:

- 1 **jaarlijkse besparing** = (Prijsverschil inkoop/verkoop - LCOS) × Toename zelfverbruik
- 2 **prijsverschil inkoop/verkoop**: dit is het prijsverschil verschil tussen de inkoop- en verkoopprijs van elektriciteit. Op dit moment<sup>1</sup> is een gemiddelde inkoopprijs voor consumenten circa 0,7 EUR/kWh en een verkoopprijs van 0,1 EUR/kWh;
- 3 **Levelised Cost of Storage (hierna: LCOS)**: de kosten van de batterij worden gevat in LCOS. Dit is een bedrag per geleverde kWh dat, over de gehele levensduur, de batterijkosten dekt. Typische LCOS voor batterijsystemen ligt tussen 0,2-0,35 EUR/kWh;
- 4 **toename zelfverbruik**: door inzet van een (collectieve) thuisbatterij van circa 3,3 kWh (optimaal formaat voor verhogen zelfverbruik<sup>23</sup>) kan het zelfverbruik van zonne-energie worden verhoogd van circa 30 % tot 55 %<sup>4</sup>. Gegeven een gemiddeld elektriciteitsverbruik en zonproductie van 3.300 kWh neemt het zelfverbruik toe met 880 kWh per jaar.

In afbeelding II.1 is de jaarlijkse besparing weergegeven voor verschillende prijsverschillen voor inkoop en verkoop van stroom en voor de batterijkosten. In veel gevallen is de jaarlijkse besparing negatief (economisch verlies in plaats van winst). Dit komt doordat de prijsmarge kleiner is dan de LCOS van de batterij (opbrengsten wegen niet op tegen de kosten). Alleen bij een voldoende grote prijsmarge en/of lage batterijkosten verdient de batterij zichzelf terug.

Het huidige prijsverschil bedraagt circa 50 tot 60 eurocent (EUR 0,7 -0,1). Bij dit prijsverschil kan een positieve business case ontstaan voor een thuisbatterij. De vraag is hoe de elektriciteitsprijs zich in de toekomst ontwikkelt. Indien de inkooprijzen voor elektriciteit zich herstellen tot het niveau van voor 2021 (circa 0,2 - 0,3 EUR/kWh), dan is er nauwelijks een verdienmodel voor een thuisbatterij. De economische waarde van een thuisbatterij is in grote mate afhankelijk van de prijs voor elektriciteit. De volatiele stroomprijzen van afgelopen vijf jaar maken adoptie van thuisbatterijen onzeker.

### Uitfasering salderingsregeling

Door de salderingsregeling is het voor consumenten nog niet interessant om met een thuisbatterij stroom op te slaan. De salderingsregeling wordt tot 2031 afgebouwd. Hierdoor ontstaat er een steeds beter verdienmodel om lokaal stroom op te slaan met een thuisbatterij.

---

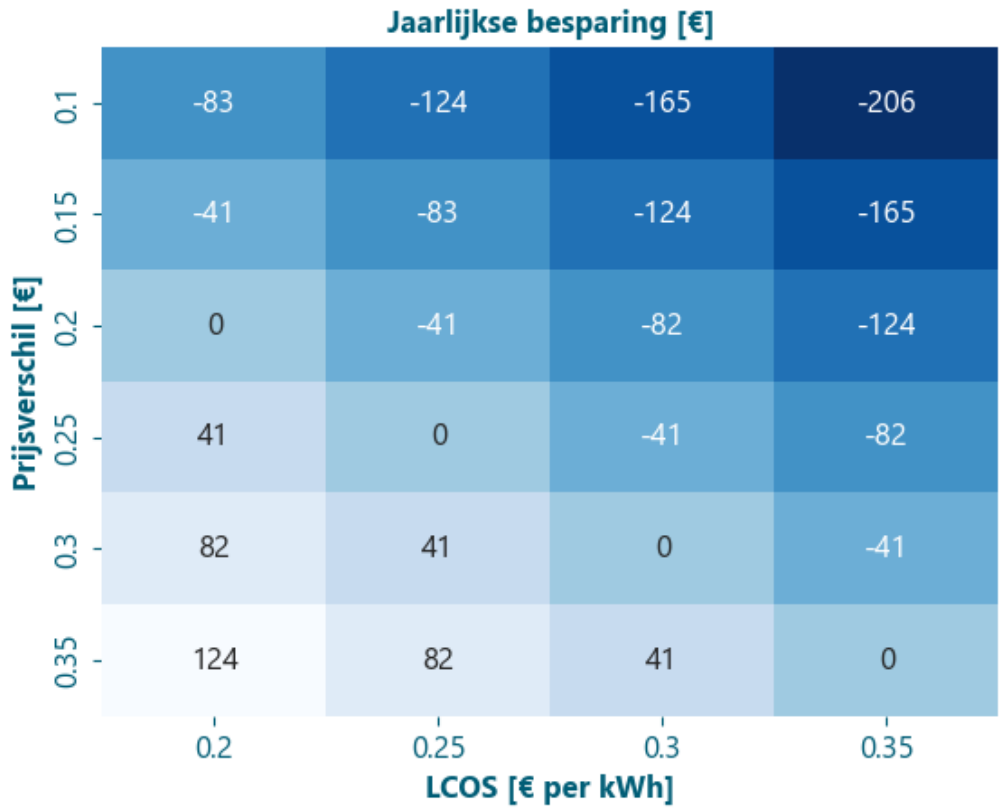
<sup>1</sup> Januari 2023

<sup>2</sup> "Decongestie van het distributienet door decentrale opslag" - <https://www2.howest.be/d3o/index.html>

<sup>3</sup> "When the Sun goes down : Solar Energy Storage in the Neighborhood" - <https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/397380>

<sup>4</sup> "Quantifying self-consumption linked to solar home battery systems: Statistical analysis and economic assessment", Sylvain Quoilin , Konstantinos Kavvadias, Arnaud Mercier, Irene Pappone, Andreas Zucker - Applied Energy 182 (2016) 58–67 - August 2016.

Afbeelding II.1 Jaarlijkse besparing door inzet van een batterij (boven) en uitfasering van salderingsregeling (onder).





## BIJLAGE: EIGENAARSHIP EN EXPLOITATIE

Een buurtbatterijeigenaar of -exploitant heeft te maken met vele partijen en entiteiten. Deze sectie geeft inzicht in hoe de batterijeigenaar of -exploitant zich verhoudt tot deze partijen en entiteiten, en wat eenieders verantwoordelijkheid is in de algehele organisatie van het net en de elektriciteitsmarkt. We beschouwen hiervoor op 4 verschillende vlakken interactie met andere partijen:

- 1 er is een aansluiting op het elektriciteitsnet vereist;
- 2 er moet toegang zijn tot de elektriciteitsmarkten;
- 3 de buurtbatterij moet worden gekocht (eigenaarschap) ;
- 4 de buurtbatterij moet geëxploiteerd worden.

### III.1 Aansluiting op het net

Om elektrische lading uit te wisselen met producenten en consumenten moet de batterij aangesloten zijn op het elektriciteitsnet. De elektriciteitsnetten zijn in het beheer van netbeheerders. In Nederland wordt het hoogspanningsnet beheerd door TenneT en het midden- en laagspanningsnet door de regionale netbeheerders. In de provincie Noord-Holland zijn dit Liander en Stedin.

De **Transmission System Operators (TSO's)** of **hoogspanningsnetbeheerder** is verantwoordelijk voor het beheer, onderhoud, de planning en bouw van het hoogspanningsnet (>110 kV). In Nederland is TenneT de TSO. De Europese TSO's werken samen voor een geharmoniseerde Europese elektriciteitsmarkt en zijn verantwoordelijk voor systeembalans, het evenwicht tussen productie en consumptie en het voorkomen congestie.

De **regionale netbeheerders (RNB's)** of **distributiesysteembeheerders** zijn verantwoordelijk voor het beheer, onderhoud, de planning en bouw van het distributienet (<110 kV). Ze zijn bij wet verplicht om nieuwe producenten of consumenten aan te sluiten op het net. Daarnaast zijn ze verantwoordelijk voor het registreren, beheren en uitwisselen van gegevens met marktpartijen en het voor voorkomen van congestie.

**Aangeslotenen**, ofwel elektriciteitsproducenten en -verbruikers waaronder ook buurtbatterijen onder vallen, hebben het recht om zoveel elektriciteit op te wekken of te verbruiken als ze willen, zo lang dit binnen de grenzen van de aansluiting en contractuele grenzen van de aansluitingsovereenkomst valt ("vrijheid van dispatch"). Elke vorm van contractuele afspraken met betrekking tot hun vraag en aanbod zijn hierbij toegestaan ("vrijheid van transactie") en alle bronnen van productie en consumptie worden door de netbeheerders op een niet-discriminerende wijze gerealiseerd ("vrijheid van aansluiting").

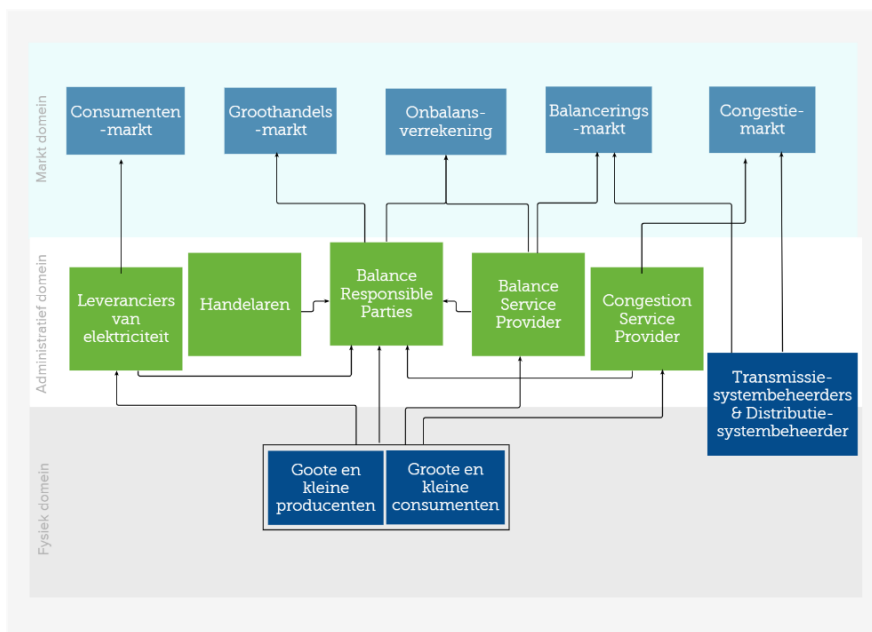


De buurtbatterij zoals beschouwd in dit rapport zal aangesloten worden op het laagspanningsnet of het middenspanningsnet. De Aansluit- en Transportovereenkomst (ATO), waarin de voorwaarden van aansluiting en (terug)levering beschreven staan, moet dan ook gesloten worden met de regionale netbeheerder. Naast het realiseren van de fysieke aansluiting op het net, spelen de regionale en hoogspanningsnetbeheerder een belangrijke rol op de handelsmarkten, beschreven in de volgende paragraaf.

### III.2 Toegang tot de handelsmarkten

Om geld te verdienen met een buurtbatterij kunnen verschillende verdienmodellen overwogen worden. Dit vindt in de meeste gevallen plaats via één of meerdere elektriciteitshandelsmarkten. De buurtbatterij-exploitant heeft zonder meer echter geen directe toegang tot de deze markten. Als de exploitant zijn elektriciteit wil verhandelen op de markt, moet dat gebeuren via een tussenpartij of moet de exploitant zich laten registreren als een bepaalde entiteit. Een overzicht van de verschillende handelsmarkten en partijen die daarbij een rol spelen zijn weergegeven in onderstaande afbeelding.

Afbeelding III.1 Schematisch overzicht van de elektriciteitsmarkten en actieve partijen<sup>1</sup>



De elektriciteitsmarkten waarop een buurtbatterij elektriciteit kan verhandelen kunnen grofweg ingedeeld worden in 3 categorieën: de groothandelsmarkt, de balanceringsmarkt en de congestiemarkt.

<sup>1</sup> Bron: <https://www.tennet.eu/nl/marktrollen>.

## Groothandelsmarkt

Op de groothandelsmarkt kopen en verkopen producenten, handelaren, energiebedrijven en grootverbruikers grote volumes elektriciteit. De groothandelsmarkt is verder op te delen in de lange-termijnmarkt, de day-aheadmarkt en de intradaymarkt die van elkaar verschillen in hoe lang van te voren de energie verhandeld wordt en in de producten die verhandeld kunnen worden. Op de groothandelsmarkt kan alleen gehandeld worden door een zogenaamde Balance Responsible Party.

De **Balance Responsible Party (BRP)**, **balansverantwoordelijke partij** of **programmaverantwoordelijke** neemt een deel van de verantwoordelijkheid van een hoogspanningsnetbeheerder op zich om systeembalans te bewaken. Het is een rechtspersoon die het evenwicht van één of meerdere toegangspunten tot het net overziet en moet dagelijks aan de hoogspanningsnetbeheerder rapporteren over de verwachte transacties (productie, transport en verbruik) per tijdvak van 15 minuten (Imbalance Settlement Period, ISP). De hoogspanningsnetbeheerder bepaalt het onbalansvolume door deze verwachting te vergelijken met de gemeten invoeding en/of afname en verrekend deze met de BRP tegen de onbalansprijs.

Als een buurtbatterij direct aan kleinverbruikers wil leveren (op de groothandelsmarkt), bijvoorbeeld aan de bewoners van een specifieke buurt, dan moet de buurtbatterij een energieleverancier worden. Hiervoor is een energievergunning nodig van de Autoriteit Consument en Markt (AMC). Een andere optie is om aan te sluiten bij een bestaande energieleverancier als “wederverkoper”.

**Elektriciteitsleveranciers** sluiten leveringscontracten met verbruikers en factureren de elektriciteitsrekening. Om te kunnen leveren kopen ze stroom in op de groothandelsmarkt (lange-termijn, day-ahead en intraday). Een leverancier kan zelf een BRP zijn, maar kan zich ook aansluiten bij een externe BRP, wat betekent dat ze rapporteren over de verwachte afname in invoeding van hun afnemers.

## Balanceringsmarkt

De hoogspanningsnetbeheerder moet vraag en aanbod van elektriciteit te allen tijde in evenwicht houden. Hiervoor is balanceringscapaciteit benodigd. Deze capaciteit kan de hoogspanningsnetbeheerder inkopen op de balanceringsmarkt waar balanceringsproducten zoals FCR, aFRR en mFRR verhandeld worden. Deze producten representeren een bepaalde hoeveelheid reservecapaciteit die door een TSO kan worden afgeroepen op het moment dat sprake is van onbalans op het net. Balanceringsproducten kunnen alleen op de markt aangeboden worden door een Balance Service Provider, die door middel van een prequalificatie hebben aangetoond dat ze aan de technische eisen voor de balanceringsproducten kunnen voldoen.

**Balance Service Providers (BSP)** of **balanceringsdienstverleners** bieden de hoogspanningsnetbeheerder namens de aansluitingen in hun portfolio's balanceringsenergie en/of -vermogen aan. De hoogspanningsnetbeheerder koopt en activeert dit vermogen om onvoorziene onbalans in het elektriciteitsnet op te heffen.

## Congestiemarkt

Door een groeiende vraag naar elektrische energie kan het voorkomen dat de vraag naar transport van elektriciteit hoger is dan het transport- of distributienet kan voorzien (netcongestie). In afwachting van netverzwaring zijn netbeheerders verplicht om congestiemanagement in te zetten. Om alle aangesloten toch van stroom te kunnen voorzien, vraagt de netbeheerder marktpartijen om biedingen uit te brengen op de congestiemarkt voor extra levering of afname van elektriciteit. Alleen gekwalificeerde Congestion Service Providers kunnen congestieproducten aanbieden.

De **Congestion Service Provider (CSP)** bieden de netbeheerders namens de aansluitingen in hun portfolio's, maar in tegenstelling tot balanceringsdiensten gaat het hier om locatiegebonden redispatch-biedingen, zodat congestieproblematiek lokaal opgelost kan worden.

### III.3 Eigenaarschap

Hoewel netcongestie en systeembalans de verantwoordelijkheid zijn van de netbeheerder, mag de netbeheerder zelf geen eigenaar zijn van batterijen. De Wet onafhankelijk Netbeheer schrijft voor dat de netbeheerder zich niet mag bezighouden met commerciële activiteiten buiten het beheer van het net. Het beheer van de netten staat hiermee los van de productie en de levering om kwaliteit en goed beheer van het net te waarborgen. In het concept wetsvoorstel van de nieuwe Energiewet kan hier enkel een uitzondering op worden gemaakt als de Autoriteit Consument & Markt of ontheffing verleent of vaststelt dat de batterij een 'geïntegreerd netwerkcomponent' is. Bij ontheffing mag de netbeheerder met de batterij niet handelen op de energiemarkten. Ontheffing kan alleen aan de netbeheerder verleend worden als de batterij noodzakelijk is voor het van haar taken en als marktpartijen de faciliteit niet binnen redelijke termijn kunnen of willen bieden.

Commerciële partijen (bedrijven) kunnen wel eigenaar zijn van een buurtbatterij. Dit komt echter in de praktijk nog weinig voor, omdat de businesscase voor kleinschalige batterijopslag nog onvoldoende rendabel is. Door kostenverlaging van batterijtechniek en de opkomst van nieuwe verdienmodellen voor het verlenen van systeemdiensten aan netbeheerders kan hier in de toekomst verandering in komen. Door schaalvoordelen zijn grotere batterijen op hogere netvlakken voor bedrijven wel al rendabele investeringen. Zo is in 2022 de Buffalo batterij (25 MW en 48 MWh) geplaatst in Lelystad<sup>1</sup>.

Als het doel van de buurtbatterij het vergroten van eigengebruik van zonnestroom of het verlagen van de energierekening is, dan is een energiecoöperatie een voor de hand liggende eigenaar.

Een **energiecoöperatie** is een lokale groep bewoners die samen in hun wijk of dorp willen verduurzamen en willen hierbij zelf bepalen waar hun energie vandaan komt. Een coöperatie is een rechtsvorm die met een onderneming (buurtbatterij) winst kan maken en die winst wil uitkeren aan haar leden. Een coöperatie heeft een bestuur. Beslissingen over de plannen van de coöperatie worden genomen in een Algemene Ledenvergadering.

Bij een energiecoöperatie is lokaal eigenaarschap vaak het uitgangspunt. Doordat er geen commerciële partij maar een bestuur aan het roer staat, behoudt deze vorm van eigenaarschap de meeste controle om gegenereerde inkomsten terug te laten vloeien naar de buurtbewoners.

### III.4 Exploitatievormen en barrières

Iemand moet bepalen wanneer een batterij op- en ontlad, met andere woorden, welke verdienmodellen worden aangesproken met de inzet van de batterij. Dit wordt bepaald door de batterijexploitant. Er zijn verschillende exploitatievormen te onderscheiden die in deze paragraaf uiteen worden gezet. Combinaties van verschillende vormen zijn hierbij mogelijk.

#### *Opereren op de consumentenmarkt*

De makkelijkste vorm van exploitatie is handelen op de consumentenmarkt. Hiervoor hoeft de buurtbatterij enkel een dynamisch contract bij een energieleverancier af te sluiten. Vervolgens wordt afgenomen en teruggeleverde stroom één-op-één bij de leverancier afgerekend. Dit geeft de batterijexploitant de vrijheid te laden en ontladen op overeengekomen momenten. Voor een kleine batterij zou dit een realistische optie kunnen zijn, maar aan buurtbatterijen van groter formaat zal dit type contracten niet snel verleend worden. Dit komt doordat de leverancier (of de Balance Responsible Party achter de leverancier) de opwek en afname van de batterij moet voorspellen om haar portefeuille in balans te houden. Als het vermogen van de batterij significant is ten opzichte van de totale portefeuille, dan brengt dit mogelijk een te grote onzekerheid met zich mee brengen.

---

<sup>1</sup> <https://giga-storage.com/projecten/buffalo/>

Als alternatief op deze constructie, kan de eigenaar van de buurtbatterij zélf energieleverancier worden. Voor een buurtbatterij is dit een haalbare optie. Hiervoor is een vergunning van de Autoriteit Consument & Markt voor nodig. Als energieleverancier kunnen buurtbewoners contracten afsluiten voor het leveren en afnemen van stroom. Op deze manier kan bijvoorbeeld worden afgesproken dat een bewoner aangesloten op een batterij zijn geleverde zonnestroom zonder meerkosten weer mag afnemen.

#### *Opereren op de groothandelsmarkt, onbalansmarkt en congestiemarkt*

Daarnaast zou de buurtbatterijexploitant zich ook op de groothandelsmarkt, onbalansmarkt of congestiemarkt kunnen begeven. Deze markten kunnen echter alleen door respectievelijk een Balance Responsible Party, Balance Service Provider of een Congestion Service Provider bereikt worden. Voor het worden van een BSP of een CSP gelden minimale waardes voor het totale vermogen binnen een portefeuille. Voor het verlenen van balanceringsdiensten gelden 1MW voor aFRR biedingen en 20MW aan contractwaarde voor mFRR<sup>1</sup>. Voor congestiemanagementdiensten geldt een minimaal vermogen van 100 kW voor zowel levering als teruglevering. Naast deze minimale vermogens moet er bij TenneT een prekwalificatieproces doorlopen worden, waarbij moet worden voldaan aan technische, organisatorische en financiële randvoorwaarden.

Zelf een BRP, BSP en/of CSP worden geeft een batterijexploitant de vrijheid om de batterij naar eigen inzicht in te zetten. Hiermee kan het verdienvermogen van de batterij worden geoptimaliseerd. Functioneren als een BRP, BSP, of CSP vereist echter een hoge mate van organisatie. Deze organisatie brengt overheadkosten met zich mee, waardoor dit voor individuele buurtbatterijen financieel gezien vaak niet haalbaar is. Er wordt niet genoeg omzet gegenereerd om deze kosten te dragen. Om toch toegang te krijgen tot de verschillende energiehandelsmarkten kan de buurtbatterij zich aansluiten bij een aggregator.

Een **aggregator** is een partij die flexibele capaciteit van meerdere kleine aangeslotenen bundelt en daarmee handelt op de groothandels-, balancerings- of congestiemarkt. De aggregator kan zijn flexibiliteit via BRPs, BSPs of CSPs aanbieden of kan zelf als een van deze rollen kwalificeren.

#### *Aansluiten bij een aggregator (schaalniveau)*

Een aggregator kan een commerciële partij zijn. Deze partijen zijn vaak BRP en BSP (en in sommige gevallen ook CSP) tegelijk. Voorbeelden van bekende partijen die zich hiermee bezighouden zijn E.D.Mij, Eneco, Engie, Greenchoice en Scholt. De buurtbatterij kan in zijn volledigheid aan deze partij verhuurd worden, of er kan voor de gerealiseerde omzet een verdeelsleutel overeengekomen worden tussen de eigenaar en de exploitant (gedeeld risico). De batterijeigenaar verliest hiermee doorgaans de controle over de wijze waarop de batterij wordt ingezet. Een deel van de omzet gaat naar de commerciële partij.

Wanneer een energiecoöperatie eigenaar is van de buurtbatterij, dient de buurtbatterij naast een financieel belang vaak ook een maatschappelijk belang. Denk aan het reduceren van CO<sub>2</sub>-uitstoot of het tegengaan van netcongestie. Er kan een spanningsveld ontstaan tussen de energiecoöperatie enerzijds en die van de aggregator anderzijds. De coöperatie heeft de aggregator nodig voor bereiken van schaalgrootte, terwijl de aggregator waarschijnlijk handelt vanuit winstoptimalisatie en minder vanuit de belangen die de coöperatie relevant vindt. Denk aan het behalen van maatschappelijke doelen zoals optimalisatie van zelfgebruik van zonnestroom en het behouden van lokaal zeggenschap en rendement voor de bewoners. Met andere woorden, het verhuren van de buurtbatterij aan een commerciële partij brengt het risico met zich dat de batterij minder van de buurt zelf wordt.

Een denkbare oplossing hiervoor komt in de toekomst mogelijk in de vorm van een coöperatieve aggregator, waarin de assets van verschillende energiecoöperaties worden gebundeld. Hierdoor ontstaat een gedeelde portefeuille BRP/BSP/CSP die kan worden ingezet op de elektriciteitsmarkten. Op dit moment voert Energie Samen, landelijke koepel en belangenorganisatie van energiecoöperaties, een pilot uit voor het opzetten van een coöperatieve aggregator. Zie hiervoor onderstaand kader.

---

<sup>1</sup> De minimale vermogens voor mFRR en aFRR zijn groot ten opzichte van het maximaal gestelde vermogen van 2 MW van een buurtbatterij. Een individuele buurtbatterij kan in de praktijk dus niet of nauwelijks BSP worden, zonder deel uit te maken van een grotere portefeuille aan flexibel vermogen.

---

**Wattflex**

In het pilotproject Wattflex zet Energie Samen een coöperatieve aggregator op. Die moet coöperatieve elektriciteitsproductie bundelen om zo een betere positie op de energiemarkt te krijgen. Nieuwe software wordt ontwikkeld door Hanzehogeschool Groningen en Repowered om coöperatieve opwekprojecten te koppelen aan batterijen. Hiermee willen ze lokaal opgewekte duurzame energie én flexibiliteit optimaal benutten en in waarde omzetten die ten goede komt aan de lokale energiec collectieven.

---

# IV

## BIJLAGE: RUIMTEGEBRUIK BATTERIJSYSTEEM

### IV.1 Inleiding

Een buurtbatterij kan niet zonder meer op iedere locatie worden gerealiseerd. Bij het realiseren van een buurtbatterij spelen onder andere de volgende aspecten een belangrijke rol voor de locatie:

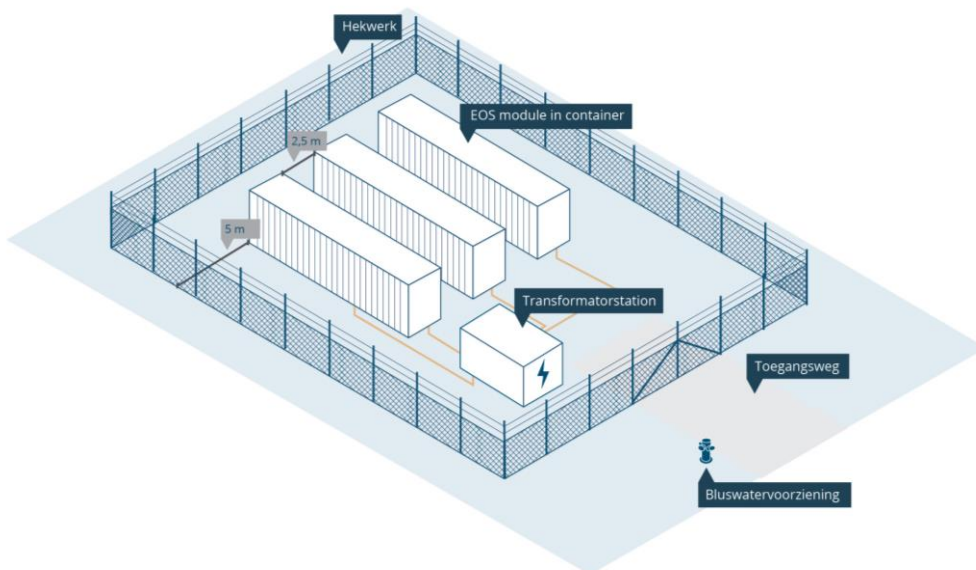
- 1 de fysieke ruimte van de buurtbatterij (inclusief interne veiligheidsruimte);
- 2 de indirecte ruimte van de buurtbatterij (onder andere veiligheid en geluid).

#### Fysieke ruimte buurtbatterij

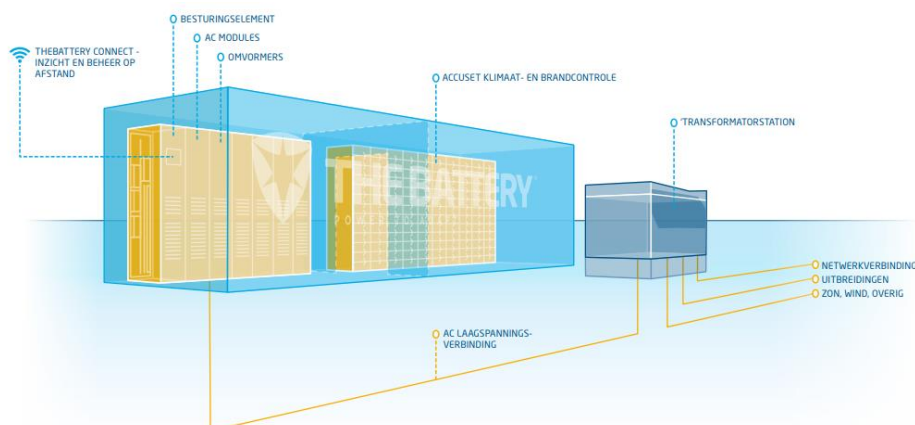
Het (fysieke) ruimtegebruik van een batterijsysteem kan in kaart worden gebracht als alle onderdelen zijn bepaald. De opbouw van een batterijsysteem is als volgt, zoals ook weergegeven in afbeelding IV.1:

- één of meerdere modules:
  - batterijpakketten;
  - AC/DC omvormers;
  - besturingselement(en);
  - brand/veiligheidsmaatregelen;
- vrije ruimte om modules;
- AC/AC transformator (De noodzaak voor een eigen transformator hangt samen met de grootte van de aansluiting. Boven 160 kVA is een eigen klantstation verplicht. De oppervlakte van een klantstation bedraagt 6-8 m<sup>2</sup> en het benodigde grondstuk is 22-34 m<sup>2</sup>;
- toegankelijkheidseisen zwaar vervoer;
- hekwerk.

Afbeelding IV.1 Batterijsysteem en (mogelijke) onderdelen van batterijsysteem



Afbeelding IV.2 Schematische weergaven van componenten in een batterijcontainer (bron: Alfen)



Het fysieke ruimtegebruik schaal in grote mate direct met de opslagcapaciteit (MWh) van het batterijsysteem. De opslagcapaciteit is geeft in grote mate richting aan de fysieke omvang van een energie opslag systeem (EOS). Het vermogen (MW) van een EOS hangt meestal samen met de grootte van/hoeveelheid omvormers. Deze nemen in vergelijking met de batterijen zelf een stuk minder ruimte in beslag en zijn dus in veel mindere mate maatgevend voor de omvang van het EOS.

In tabel IV.1 is een overzicht gegeven van het fysieke ruimtebeslag en daarmee het benodigde grondoppervlak voor bestaande projecten en commerciële systemen. Het grondgebruik is afhankelijk van de configuratie van het batterijsysteem en de onderlinge afstand tussen modules als gevolg van de interne veiligheidscontour. Zoals beschreven in de PGS-richtlijnen<sup>1</sup> dient tussen meerdere EOS systemen (vaak in de vorm van containers) een onderlinge veiligheidsafstand van 1-2,5 m te worden gehanteerd en tussen het EOS modules en externe objecten een afstand van tenminste 5-10 m. Zie voor meer informatie de volgende paragraaf over de indirecte ruimte van de buurtbatterij. Grafische voorbeelden van batterijprojecten zijn opgenomen in onderstaande afbeeldingen.

Tabel IV.1 Voorbeelden van ruimtegebruik batterijsystemen van bestaande projecten en commerciële systemen.

Batterijcapaciteit (MWh)	Fysieke ruimte [m <sup>2</sup> ]	Grondoppervlak inclusief onderlinge afstand [m <sup>2</sup> ]	Ratio inclusief onderlinge afstand m <sup>2</sup> /MWh <sup>+</sup>	Project/product voorbeeld
0.1	7.5	7,5	75	Buurtbatterij Rijssenhout
0.4	7.5	n.v.t.	19	Alfen mobile
0.6	45	100	166	Zonnepark Altweeterheide
3.7	30	n.v.t.	8	Alfen highdense
10	178	350	35	Greenchoice Hartelkanaal

### Voorbeeldberekening ruimtegebruik

Het Greenchoice Wind EOS bestaat uit 6 40-voets containers (12,2 x 2,44 m) en heeft een opslagcapaciteit van 10 MWh. Het fysieke ruimtebeslag van de 6 containers bedraagt daarmee 178 m<sup>2</sup>. Gegeven de onderlinge veiligheidsafstanden van 2,5 m bedraagt de fysiek benodigde ruimte circa 350 m<sup>2</sup>. De totaal benodigde oppervlakte, inclusief veiligheidscontour (5-10 m) bedraagt 550-850 m<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> PGS 37-1: Lithium-houdende energiedragers: Energie Opslag Systemen - EOS. Februari 2022

Afbeelding IV.3 Greenchoice Wind batterij Hartelkanaal (haven van Rotterdam) - 10 MWh



Afbeelding IV.4 Rijsenhout buurtbatterij - 128 kWh



Afbeelding IV.5 Altweeterheide zonnepark batterij - 617 kWh





### Indirecte ruimte buurtbatterij

Naast de fysieke ruimte van een buurtbatterij kan ook de indirecte ruimte van belang zijn bij de inpassing. Het gaat hier dan met name om veiligheid, geluid en magnetische straling. Vanuit veiligheidsoogpunt gelden verschillende richtlijnen voor de plaatsing van EOS. De richtlijnen zijn echter nog niet wettelijk vastgesteld. Er zijn daarom nog geen harde randvoorwaarde te geven ten aanzien van veiligheids- en risicobeheersingsmaatregelen. De richtlijnen volgen uit enkele documenten en vormen de basis voor advies over EOS door brandweer/veiligheidsregio's aan het bevoegd gezag. De concrete maatregelen ten aanzien van de ruimtelijke inpassing van batterijsystemen die volgen uit deze documenten zijn hieronder opgenomen:

- **bereikbaarheid:** ter hoogte van het EOS dient een toegangsweg voor nooddiensten te zijn;
- **Bluswatervoorzieningen:** De locatie van de batterijcontainers in de publieke buitenruimte hangt samen met de locatie waar het bluswater beschikbaar moet zijn: idealiter is er bluswater met voldoende debiet en tijdsduur in de directe nabijheid van de opslaglocatie beschikbaar;
- **fysieke schade:** EOS-systemen moeten afdoende beschermd zijn tegen fysieke schade, zoals weersinvloeden en aanrijding door wegverkeer;
- **veiligheidsafstanden en brandwerendheid:** De veiligheidscontour wordt gevormd door de minimale afstand tussen het batterijsysteem en externe objecten. Zonder additionele brandwerendheid moet het EOS minimaal 10 m van de inrichtingsgrens (hekwerk) en andere brandbare objecten staan. De veiligheidsafstand van tot 5 m worden gereduceerd indien voldoende brandwerende maatregelen zijn genomen.
- **onderlinge veiligheidsafstanden EOS:** Grote batterijsystemen bestaan vaak uit meerdere units. Voor dergelijke EOS-modules gelden minimale onderlinge afstanden om te voorkomen dat een brand van 1 module overslaat op de volgende module. De minimale onderlinge veiligheidsafstand die aangehouden dient te worden is tenminste 1 m voor kleine EOS (tot 6 units) en 2,5 m (meer dan 6 units). Afhankelijk van de opstelling kan ook voor kleine EOS een onderlinge afstand gelden van 2,5 m;
- **veiligheidscontour i.v.m. gifwolk:** Naast de veiligheidsafstand dient ook een veiligheidscontour in acht te worden genomen in verband met het vrijkomen van (zeer) giftig waterstoffluoridegas in geval van een brand in een EOS. Er bestaat nog geen richtlijn voor de te hanteren veiligheidscontour. Wel is duidelijk dat de veiligheidscontour vele male groter kan zijn dan de veiligheidsafstand. (zie kader);
- **contour magnetische straling klantstation:** Er is nieuw beleid in ontwikkeling dat kijkt naar een minimale afstand van een klantstation tot gebouwen als woningen, scholen, ziekenhuizen en kinderdagopvanglocaties (dit zijn gevoelige functies). De afstanden zijn nog niet vastgelegd, maar in een voorlopige analyse (het zogenaamde Lysias rapport) wordt gesteld dat een MSR/klantstation liefst op 4 m of meer en minimaal 2 m afstand moet houden tot genoemde functies.

---

### Veiligheidscontour gifwolk - EOS bij zonnepark in gemeente Haarlemmermeer

In de gemeente Haarlemmermeer is men voornemens een EOS te bouwen naast een zonnepark. Aanvankelijk was voorzien om de EOS in de nabijheid van woningen te plaatsen. Op advies van de veiligheidsregio is de locatie van de EOS echter aangepast, omdat de gifwolk over nabijgelegen woningen zou kunnen zweven, wat leidt tot een onaanvaardbaar hoog veiligheidsrisico. Om het veiligheidsregio te beperken heeft de veiligheidsregio geadviseerd een veiligheidscontour van tenminste 80 m aan te houden ten opzichte van kwetsbare objecten (zoals woningen).

---

### PGS 37-1 (Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen)<sup>1</sup>

De PGS-richtlijn is een document over activiteiten met gevaarlijke stoffen met als doel risico's te beheersen rond omgevingsveiligheid, brandpreventie, arbeidsveiligheid en rampenbestrijding. De PGS 37-1 is specifiek voor li-ion energie opslag systemen en bevat richtlijnen voor onder meer ontwerp/constructie, gebruik en ruimtelijke inpassing. De PGS-37-1 is nog niet wettelijk verankerd. Wel bestaat er het voornemen om in het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) onder de Omgevingswet een verwijzing op te nemen naar de PGS-37-1, waardoor bepaalde maatregelen wettelijk verplicht zijn voor de exploitant<sup>2</sup>. Zodra de verwijzing in het Bal

---

<sup>1</sup> PGS 37-1: Lithium-houdende energiedragers: Energie Opslag Systemen - EOS. Februari 2022, <https://publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/publicaties/online/pgs-37-1/2021/0-1-februari-2022>

<sup>2</sup> Bron:, Edwin van Gastel, Marco de Jonge Baas, Solar magazine, <https://solarmagazine.nl/nieuws-zonne-energie/i28680/staatssecretaris-heijnen-onderzoek-naar-risicoprofielen-en-dubbele-energiebelasting-thuisbatterijen>

in werking treedt, zal de Circulaire risicobeheersing lithium-ion energiedragers uit 2020 worden ingetrokken. Het document Circulaire risicobeheersing lithium-ion energiedragers gold tot de komst van de PGS-37-1 als leidend document voor de veiligheidsregio's. Aldus de Bart Koning, van de veiligheidsregio Kennemerland, vormt de concept PGS-37-1 inmiddels de basis voor adviezen die de veiligheidsregio uitbrengt aan het bevoegd gezag en de omgevingsdienst<sup>1</sup>.

#### Handreiking Bluswatervoorziening en bereikbaarheid<sup>2</sup>

Deze handreiking is opgesteld door brandweer Nederland met maatregelen voor bluswatervoorzieningen en bereikbaarheid. In deze nieuwste versie is op sommige punten speciaal aandacht voor de risico's van batterijen: *'Er zal meer ingezet worden op het koelen (bij gasbranden) en/of neerslaan van toxische rook uit bijvoorbeeld Li-ion accu's. Dat betekent niet dat er direct méér water (debiet) nodig is, maar vaak wel dat water langduriger beschikbaar moet zijn. Bij buurtbatterijen geldt feitelijk hetzelfde: er zal langdurig water nodig zijn. Een aantal van deze buurtbatterijen staat in containers. Bij een mogelijke beginnende brand van de batterij is de huidige inzetactie het koelen van de batterij middels het vullen van de container. De locatie van de batterijcontainers in de publieke buitenruimte hangt samen met de locatie waar het bluswater beschikbaar moet zijn: idealiter is er bluswater met voldoende debiet en tijdsduur in de directe nabijheid van de opslaglocatie beschikbaar.'*

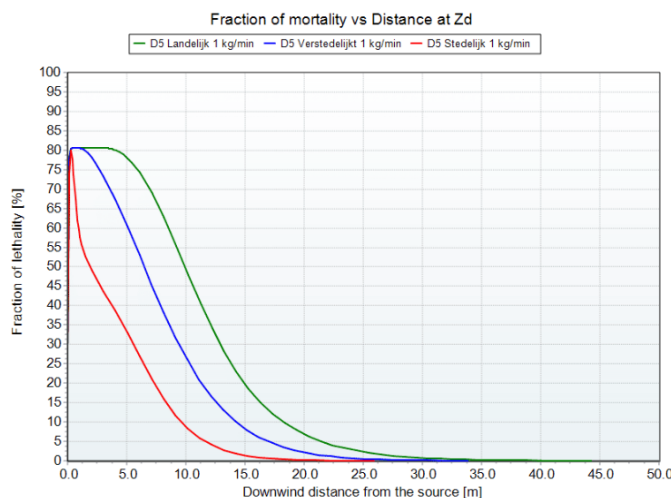
#### Scenariokaarten van het NIPV

Het NIPV (Nederlands Instituut Publieke Veiligheid) heeft de 'scenariokaart' gepubliceerd. De scenariokaart gaat in op effecten van een batterijbrand en de wolk giftig waterstoffluoridegas die vrijkomt bij zo'n brand. Het NIPV schrijft het volgende over waterstoffluoridegas: *'Waterstoffluoride is een kleurloos, giftig en bijtend gas. De damp is zwaarder dan lucht en vormt met damp uit de buitenlucht bijtende nevels die zich over de grond verspreiden. Inademing van waterstoffluoride kan leiden tot beschadiging van de luchtwegen en longen. Waterstoffluoride dringt door de huid heen en richt in het weefsel schade aan die pas na enige tijd pijn met zich mee brengt. Daarnaast reageert het met calcium in het lichaam.'*

Gegeven het hoge risico op ernstig letsel of overlijden bevat de scenariokaarten indicaties voor de kans op letaliteit bij blootstelling aan de gifwolk voor verschillende afstanden en weertype. Een voorbeeld hiervan is opgenomen in afbeelding 4.5, waarbij de kans op overlijden (letaliteit) is weergegeven voor een neutraal weertype (weertype D5) en als functie van de afstand tot het batterijsysteem.

De scenariokaarten berusten op modelmatige berekeningen en houdt nog geen rekening met praktijk situaties. Daardoor is het nog niet mogelijk om, op grond van de scenariokaart, een richtlijn te geven voor de minimale afstand die aangehouden dient te worden tussen een EOS en een (kwetsbaar) object, zoals een woning.

Afbeelding IV.6 letaliteit door blootstelling aan gifwolk voor afstand tot batterij, gegeven weertype D5 (windsnelheid=5m/s)



<sup>1</sup> Bron: Bart Koning, Veiligheidsregio Kennemerland, gesprek met Bart Koning in december 2022

<sup>2</sup> Handreiking Bluswatervoorziening en Bereikbaarheid - Brandweer Nederland, januari 2020

### *Handreiking elektriciteit opslag systemen:<sup>1</sup>*

Dit document is opgesteld door veiligheidsregio's Haaglanden en Rotterdam-Rijnmond in samenwerking met LIOGV (landelijk informatiepunt ongevallen gevaarlijke stoffen). Het is geen officieel document maar een samenvatting van bestaande regels en normen met betrekking tot batterij systemen aangevuld met aanbevelingen die mogelijk omgezet kunnen worden in wet- of regelgeving. De maatregelen en aanbevelingen betreffen vooral de constructie en fabricage van het systeem en aan welke eisen deze moet voldoen om een brand te voorkomen of de effecten van een brand te mitigeren. Over de wijze waarop er met risico's omgegaan moet worden bij EOSen staat er: *"Vanwege de moeilijke bestrijdbaarheid van een brand met lithium-ion energiedragers ligt de nadruk op maatregelen in de preventieve sfeer en de voorbereiding op een incident, zodat een incident beperkt blijft of gemakkelijker te bestrijden is. In beide gevallen is er sprake van een risicoverlagend effect.*

---

<sup>1</sup> *Handreiking Elektriciteit Opslag Systemen (EOS > 20 kWh li-ion)* - M. Meijer, M. van den Berg en S. Lepelaar (veiligheidsregio's Haaglanden Rotterdam-Rijnmond) November 2020  
<https://nipv.nl/wp-content/uploads/2022/03/202011-VRH-VRR-LIOGS-Handreiking-elektriciteit-opslag-systemen.pdf>



## BIJLAGE: BATTERIJSYSTEEM EN VERGUNNINGEN

Voor de realisatie van een buurtbatterij kunnen verschillende vergunningen, ontheffingen of toestemmingen benodigd zijn. De noodzaak van een vergunning wordt vastgesteld op basis van de vigerende wet- en regelgeving, waarin de criteria voor vergunningplicht zijn opgenomen. Op basis van *expert judgement* en gesprekken met de omgevingsdienst en veiligheidsregio Kennemerland is geïnventariseerd wat de belangrijkste vergunningprocedures zijn om rekening mee te houden tijdens het realiseren van een buurtbatterij. Deze zijn opgenomen in tabel V.1. Hierbij is gekeken naar procedures die veel invloed hebben op de planning en haalbaarheid van het realiseren van een buurtbatterij.

Tabel V.1 Benodigde vergunningen

Vergunningen	Bevoegd gezag	Proceduretijd	Bezwaar- of beroepstermijn	Toelichting
Omgevingsvergunning afwijken bestemmingsplan <i>Veiligheidshalve opgenomen</i>	gemeente	Omgevingsvergunning afwijken bestemmingsplan (buitenplans): 6 maanden  Binnenplans afwijken/buitenplans afwijken (kruimelgevallen Bor) / tijdelijk afwijken: 8 weken behandeltermijn	6 weken	<p>Per locatie dient te worden nagegaan of een buurtbatterij past binnen de regels van het geldende bestemmingsplan. Indien een buurtbatterij niet past binnen de regels van het geldende bestemmingsplan, is er een omgevingsvergunning afwijken bestemmingsplan nodig. Ook kan er een omgevingsvergunning uitvoeren van werken nodig zijn.</p> <p>Als een buurtbatterij zou kwalificeren als een bouwwerk ten behoeve van een infrastructurele of openbare voorziening is op grond van bijlage II, artikel 2 onder 18 van het Besluit omgevingsrecht geen omgevingsvergunning afwijken bestemmingsplan nodig als de buurtbatterij voldoet aan de volgende eisen: niet hoger dan 3 m en oppervlakte niet meer dan 15 m<sup>2</sup>.</p> <p>In gebieden met een specifieke bestemming die reeds voorziet in de inpassing van gevaarlijke stoffen/bouwwerken<sup>1</sup> (zoals bij industrieterreinen met zwaarste categorie bedrijven en gronden rondom hoogspanningsstations) zijn mogelijk geschikt voor het plaatsen van een buurtbatterij binnen het vigerende bestemmingsplan.</p>

<sup>1</sup> Bron: Folkert van der Meulen, omgevingsdienst, Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied, december 2022.

Vergunningen	Bevoegd gezag	Proceduretijd	Bezwaar- of beroepstermijn	Toelichting
Omgevingsvergunning bouwen <i>Veiligheidshalve opgenomen</i>	gemeente	8 weken	6 weken	Een buurtbatterij is een bouwwerk. Om deze reden is er een omgevingsvergunning bouwen nodig. Indien een buurtbatterij zou kwalificeren als een bouwwerk ten behoeve van een infrastructurele of openbare voorziening is, op grond van bijlage II, artikel 2 onder 18 van het Besluit omgevingsrecht, geen omgevingsvergunning bouwen nodig als de buurtbatterij voldoet aan de volgende eisen: 1°. niet hoger dan 3 m; 2°. de oppervlakte niet meer dan 15 m <sup>2</sup> .
Omgevingsvergunning milieu <i>Veiligheidshalve opgenomen</i>	gemeente of provincie	6 maanden	6 weken	Voor een Energie Opslag Systeem (EOS) / buurtbatterij zijn geen regels gesteld op grond van het Besluit omgevingsrecht en/of het Activiteitenbesluit/Activiteitenregeling. Verder is vanuit de milieuregelgeving voornamelijk weinig geregeld voor EOS en gelden er (nog) geen wettelijke risicocontouren rondom een EOS <sup>1</sup> . Toch kan voor een buurtbatterij, afhankelijk van de omvang en het type (grond)stoffen en de wijze van opslag een omgevingsvergunning milieu nodig zijn.  <i>De wens/hoop, van Bart Koning van de veiligheidsregio Kennemerland, is dat een EOS op termijn als milieubelastende activiteit gaat worden gezien en een onderdeel zal vormen in het besluit activiteit leefomgeving (BAL). Aldus staatssecretaris Heijnen<sup>2</sup> is het voornemen om in het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) onder de Omgevingswet een verwijzing op te nemen naar de PGS'en, waardoor bepaalde maatregelen rond inzet van (buurt)batterijen wettelijk verplicht worden. De PGS staat voor Publicatie Gevaarlijke stoffen (PGS-37-1) en (PGS-37-2) en bevat richtlijnen met betrekking tot Energie Opslag Systemen (EOS).</i>
Sanerings-beschikking <i>Veiligheidshalve opgenomen</i>	gemeente of provincie	15 weken	6 weken	Bodemonderzoek moet uitwijzen of er sprake is van bodemverontreiniging op de locaties waar handelingen in de bodem worden verricht ten behoeve van de realisatie van de buurtbatterij. Als er sprake is van een ernstige bodemverontreiniging dient een saneringsbeschikking aangevraagd te worden.
Vergunning Wet natuurbescherming <i>Veiligheidshalve opgenomen</i>	provincie	6 maanden	6 weken	Een voortoets natuur en stikstofdepositieberekeningen moeten uitwijzen of er sprake is van significante effecten op N2000-gebieden.
Ontheffing Wet natuurbescherming <i>Veiligheidshalve opgenomen</i>	provincie	13 weken	6 weken	Een quickscan flora en fauna moet uitwijzen of er sprake is van het verstoren van beschermde plant- en diersoorten.

<sup>1</sup> Bron: Vincent Verwije en Gerke Veenboer, Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied, december 2022.

<sup>2</sup> Bron: Edwin van Gastel, Marco de Jonge Baas, Solar magazine, <https://solarmagazine.nl/nieuws-zonne-energie/i28680/staatssecretaris-heijnen-onderzoek-naar-risicoprofielen-en-dubbele-energiebelasting-thuisbatterijen>

---

### **Toelichting omgevingsvergunning afwijken bestemmingsplan**

Een belangrijk aandachtspunt bij een aanvraag omgevingsvergunning afwijken bestemmingsplan is dat de concreetheid van de aanvraag. Uit gesprekken met de omgevingsdienst en gemeente Haarlemmermeer blijkt dit een uitdaging vormt, mede omdat het (vanuit de aanvrager) wenselijk kan zijn om een aanvraag juist niet volledig specifiek te maken. Bijvoorbeeld om te kunnen anticiperen op de komst van betere/goedkopere batterijsystemen. Voor de vergunningverlening is het noodzakelijk om de techniek specifiek te maken, omdat veiligheidsrisico's en risicocontouren samenhangen met de type techniek.

Er ontstaat hierdoor een kip/ei probleem. In reactie hierop kunnen meer kaderstellende onderzoeken uitgevoerd worden, zodat een vergunning kan worden verleend op voorwaarde dat aan het kader kan worden voldaan. In samenwerking met de omgevingsdienst doorloopt de gemeente Haarlemmeer momenteel deze route in samenwerking met de omgevingsdienst. Deze manier van werken is echter niet schaalbaar, omdat de kader stellende onderzoeken vragen om veel inzet van tijd, mensen en middelen van de gemeente (en omgevingsdienst).

Hoe dan ook blijven specifieke onderzoeken voorlopig nog noodzakelijk, omdat duidelijke nationale richtlijnen, wettelijke risicocontouren of andere beleidskaders nog ontbreken.

---

### **Betrokken partijen bij vergunningsverlening**

De volgende partijen zijn betrokken in de vergunningsverlening:

- 1 de gemeente (meestal bevoegd gezag voor vergunningverlening);
- 2 de omgevingsdienst (ondersteund gemeente);
- 3 de veiligheidsregio (adviserend richting de gemeente en omgevingsdienst);

Afhankelijk van de noodzakelijke vergunningen kunnen ook de provincie en het waterschap bevoegd gezag zijn.

### **Grip op vergunningeninventarisatie en locatieanalyse**

Zodra er concrete plannen zijn om een buurtbatterij te realiseren wordt geadviseerd om:

- 1 een vooroverleg met bevoegde gezagen en de veiligheidsregio te houden;
- 2 een locatiespecifieke grip op locatie-analyse uit te voeren;
- 3 een vergunningeninventarisatie op te stellen (locatieafhankelijk).

#### *Vooroverleg*

Tijdens een vooroverleg met een bevoegd gezag, gemeente of omgevingsdienst en veiligheidsregio, kunnen de voorgenomen werkzaamheden en vergunning plichtige activiteiten worden besproken. Het bevoegd gezag is in een vroeg stadium betrokken bij een project en kan hierop anticiperen. Daarmee ontstaat in de meeste gevallen een "positief gevoel" over een project. Verder kunnen gemeenten bij het opstellen of wijzigen van bestemmingsplannen het gebruik van gronden ten behoeve van buurtbatterijen mogelijk maken of daar op zijn minst rekening mee (gaan) houden.

#### *Locatieanalyse*

De grip op locatie-analyse is een quickscan van alle relevante milieu- en omgevingsonderwerpen (zoals externe veiligheid, natuur en bodemkwaliteit) en brengt de belangrijkste kansen, knelpunten en risico's in beeld. Het aanhaken van de veiligheidsregio is daarbij cruciaal, om te voorkomen dat aandachtspunten ten aanzien van externe veiligheid goed worden meegenomen.

#### *Vergunningeninventarisatie*

In een vergunningeninventarisatie worden alle (mogelijk) benodigde vergunningen (zoals omgevingsvergunning bouwen, omgevingsvergunning kappen en watervergunning waterstaatswerken) opgenomen. In de vergunningeninventarisatie dient ook aandacht besteed te worden aan de gevolgen van de inwerkingtreding van de Omgevingswet (naar verwachting 1 juli 2023) voor de aan te vragen vergunningen.

---

### Relevantie van vooroverleg

De locatie van een batterijsysteem bij een zonnepark in de gemeente Haarlemmermeer is op advies van de veiligheidsregio Kennemerland gewijzigd. De reden hiervoor was dat de batterij te dicht bij woningen was voorzien, waardoor het veiligheidsrisico onaanvaardbaar hoog was. Dit probleem kwam pas in de loop van het project aan het licht, omdat de veiligheidsregio niet vanaf start ruimtelijke procedure betrokken was. Met name bij de toepassing van een buurtbatterij is de vroegtijdige betrokkenheid van de veiligheidsregio nuttig, omdat de buurtbatterij dicht bij woningen zal staan dan batterijen hoger in het net.

---

### Wanneer is de omgevingsdienst betrokken?

De gemeente is in de meeste gevallen bevoegd gezag. Daardoor komt de omgevingsdienst voor plaatsing van een buurtbatterij niet noodzakelijkerwijs in beeld, tenzij gemeenten (een deel van) de bouwtaken bij de omgevingsdienst hebben belegd. Door het ontbreken van nationaal en/of provinciaal beleid en richtlijnen t.a.v. externe veiligheid is er weinig informatie beschikbaar om op terug te vallen. Om die reden is het waarschijnlijk dat de omgevingsdienst voorlopig nog in beeld zal zijn wanneer sprake is van een (buurt)batterij project. Zo is de omgevingsdienst momenteel betrokken bij grotere energie opslagsystemen, zoals in Westpoort bij een initiatief van Giga Storage en Liander en bij een zonnepark in de Haarlemmermeer, waar ook een batterijsysteem gerealiseerd gaat worden.

### Rol van de veiligheidsregio

De veiligheidsregio's hebben een taak om bij ruimtelijke ontwikkelingen te adviseren over de mogelijke gevaren en gevolgen van een ongeval met gevaarlijke stoffen. Vanuit de bouwregelgeving kunnen voor het oprichten van een EOS, eisen worden gesteld door de het bevoegd gezag. De veiligheidsregio heeft daarin een adviserende rol en gaat daarbij uit van de maatregelen die zijn opgenomen in de opvolger van de Circulaire risicobeheersing lithium-ion energiedragers (dd. Juni 2020): de PGS-37-1 (Richtlijn voor de veilige opslag van elektriciteit in Energie Opslag Systemen) dd. Februari 2022. De adviezen over maatregelen/eisen uit de PGS-37-1 worden verder aangevuld met inzichten uit de handreiking Bluswatervoorzieningen en bereikbaarheid en het scenarioboek<sup>1</sup>.

---

### Provincie Noord Holland en veiligheidsregio's

Er zijn in de provincie Noord Holland vier veiligheidsregio's:

- 1 Kennemerland
  - 2 Amsterdam
  - 3 Gooi- en Vechtstreek
  - 4 Noord-Holland Noord
- 

---

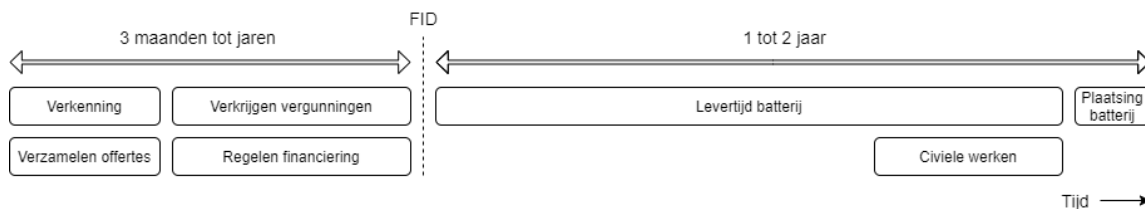
<sup>1</sup> Li-ion Energieopslag systeem (EOS) – Giftige wolk - Scenarioboeken (nipv.nl)

# VI

## BIJLAGE: DOORLOOPTIJD PLAATSING BATTERIJSYSTEEM

### VI.1 Inleiding

In de doorlooptijd van de plaatsing van een buurtbatterij kunnen twee fases onderscheiden worden, namelijk de voorbereidingsfase en de bouwfase. In deze paragraaf worden deze fases en dominante factoren in het bepalen van de doorlooptijd uiteengezet.



### VI.2 Voorbereidingsfase

De voorbereidingsfase omvat alle werkzaamheden die vóór het definitieve investeringsbesluit ("FID - Final Investment Decision") gedaan worden. Afhankelijk van het project kan deze fase al in 3 maanden afgerond zijn, maar bij inefficiënte processen kan het ook jaren duren. Dominante factoren in de doorlooptijd zijn de verkenning en ontwerp van de batterij en het verkrijgen van vergunningen en financiering.

#### Verkenning en ontwerp

De eerste fase in het verwerklijken van een buurtbatterij bestaat uit activiteiten zoals:

- het bepalen van de locatie van de batterij, waarbij zowel de geografische locatie als de locatie op het elektriciteitsnet van belang is;
- voeren van gesprekken met stakeholders (o.a. gemeente, veiligheidsregio, omwonenden);
- het verwerven van de grond of opstalrechten;
- het kiezen van een batterijtechniek, -formaat, -ontwerp en leverancier;
- het vinden van een aannemer voor de uitvoering van civiele werken;
- een ontwerp maken voor ruimtelijke inpassing van de batterij;
- het voorbereiden van vergunningen- en financieringsaanvragen;
- het uitzoeken van subsidiemogelijkheden;
- het veiligstellen van contracten met leveranciers of aggregators en/of het verkrijgen van toegang tot handelsmarkten;
- het organiseren van eigenaarschap en exploitatie (contracten en overeenkomsten);
- het verkrijgen van een Aansluit- en Transportovereenkomst met de regionale netbeheerder.

#### Vergunningen en financiering

De duur van de eerste fase wordt met name bepaald door het verkrijgen van vergunningen en het regelen van financiering. Expertise op het vlak van ruimtelijke procedures, vergunningverlening en financiering is hierbij gewenst.



### *Het proces beschouwd vanuit de ontwikkelaar van de batterij*

Grote ontwikkelaars van batterijen hebben meermaals vergunningprocedures doorlopen. Hierdoor weten ze welke informatie klaar moet staan voor de vergunningverlener en welke vragen ze van de vergunningverlener kunnen verwachten. Hierdoor kunnen ze snel alle benodigde informatie aanleveren om de vergunning in korte tijd op orde te maken. Deze bedrijven hebben vaak een bestaande portefeuille aan energie-assets en een onderbouwd (en gestandaardiseerd) plan voor het uitbaten van de batterij. Beide factoren maken het risicoprofiel lager waardoor financiering makkelijker kan worden verschaft.

Kleinere partijen en nieuwkomers in de batterijenwereld, zoals energiecoöperaties, zijn vaak minder goed georganiseerd. Daarnaast is expertise soms minder aanwezig en is de financiële draagkracht anders dan die van commerciële ontwikkelaars. Het verkrijgen van vergunningen kan langer duren doordat bijvoorbeeld aangeleverde informatie niet compleet is en zaken na het indienen van de aanvraag, uitgezocht moeten worden. Doordat kleine partijen vaak minder financiële garanties kunnen bieden aan een financier, zullen financiers veel informatie willen analyseren om zo hun risicoprofiel zo goed als mogelijk in te kunnen schatten. Het kan zonder *trackrecord* veel tijd en moeite kosten een financier te overtuigen om een lening te verstrekken. Daarnaast kent een coöperatie een hoger risicoprofiel waardoor meer eigen vermogen moet worden meegebracht en/of de rentevoet hoger is dan voor commerciële ontwikkelaars. Bij een inefficiënt proces kan het verkrijgen van financiering en vergunningen tot op de schaal van jaren duren.

### *Het proces beschouwd vanuit het bevoegd gezag*

Voor het verkrijgen van vergunningen zijn proceduretijden en bezwaar- of beroepstermijnen van toepassing. Welke vergunningprocedures doorlopen moeten worden is o.a. afhankelijk van het formaat, de batterijtechniek en de voorgenomen locatie van de batterij (zie bijlage Batterijsystemen en Vergunningen). Als een bouwvergunning aangevraagd moet worden, dan geldt daarvoor een proceduretijd van 8 weken en een bezwaartermijn van 6 weken. In het geval dat ook een omgevingsvergunning afwijken bestemmingsplan benodigd is, kan de proceduretijd oplopen tot 6 maanden met 6 weken bezwaartermijn.

De bekendheid en bereidwilligheid van gemeentes en veiligheidsregio's ten aanzien van de plaatsing van buurtbatterijen kan sterk bepalend zijn voor de tijd en moeite die het kost om vergunningen te verkrijgen. Het kan zijn dat het bevoegde gezag nog geen beleid rondom buurtbatterijen heeft geformuleerd en/of strenge eisen aan de vergunningen stelt.

## VI.3 Bouwfase

Na de voorbereidende fase en het definitieve investeringsbesluit kan begonnen worden aan de bouw en plaatsing van de batterij. De bouwfase loopt van het investeringsbesluit tot de ingebruikname van de batterij. Deze fase kost gemiddeld tussen en 1 en 2 jaar. Er zijn voor de doorlooptijd in deze fase 3 dominante factoren te onderscheiden.

### **Bouw en levering van de batterij**

De bouw en de levering van de batterij vormen veruit het langstduurende periode in de doorlooptijd van een buurtbatterij. De batterij moet vaak nog ontwikkeld worden. Lange levertijden zijn een aandachtspunt. Zeker voor niet commerciële ontwikkelaars.

### **Civiele werken**

Voordat de batterij wordt geplaatst, moeten er door de aannemer kabels worden getrokken worden en moet er een fundering gerealiseerd worden. Deze werkzaamheden duren vergeleken met de bouw en levering van de batterij relatief kort en kunnen in parallel uitgevoerd worden. Hierdoor vormen de civiele werken doorgaans geen bottleneck in de doorlooptijd.

### **Plaatsing**

Batterijleveranciers leveren tegenwoordig veelal volledig geïntegreerde systemen die bijna volledig in de fabriek worden geassembleerd. Hierdoor wordt de tijd die besteed wordt aan werkzaamheden *on-site* op de bouwplaats geminimaliseerd. Een (buurt)batterij kan dan ook binnen 1 tot 5 dagen geplaatst worden.

# VII

## BIJLAGE: BATTERIJTECHNIKEN

### VII.1 Inleiding

Voor de inzet van een batterij als buurtbatterij kunnen verschillende opslagtechnieken worden overwogen. Deze bijlage behandelt verschillende opslagtechnieken en geeft een overzicht van de factoren die van belang zijn voor het selecteren van een batterijsysteem. Deze factoren kunnen worden gebruikt om inzicht te geven in de verschillen tussen elektrische opslagtechnieken. Op basis van de factoren geven we een overzicht van de meest kansrijke opslagtechnieken. Per opslagtechniek is een overzicht gemaakt van de technische specificaties.

### VII.2 Dominante factoren om te beschouwen

1. **kosten:** De initiële investering (CAPEX) en de operationele kosten (OPEX) vormen samen de totale kosten van een batterijsysteem. Deze kunnen samengebracht worden in de *Levelized Cost of Storage* (LCOS). Hierin wordt de levensduur en efficiëntie van het systeem meegerekend. De LCOS vormt de prijs (€/kWh) voor elke kWh die na opslag terug geleverd is aan het net gedurende de levensduur van het batterijsysteem. Op deze manier is LCOS de basis voor economische vergelijking tussen verschillende opslagsystemen<sup>1</sup>;
2. **energiedichtheid:** Kan uitgedrukt worden als volume specifieke energie (MWh/m<sup>3</sup>) of als massa specifieke energie (MWh/kg). Voor stationaire toepassing zoals de buurtbatterij vormen beiden vermoedelijk geen beperkingen;
3. **round-trip efficiëntie:** Bij het opslaan van elektriciteit gaat energie verloren. Tijdens het op- en ontladen van het batterijsysteem ontstaat er warmte door verschillende chemische en elektrische inefficiënties. Dit leidt ertoe dat de hoeveelheid energie die een batterij terug levert altijd lager is dan de hoeveelheid energie die door de batterij opgenomen is. Daarnaast vertonen nagenoeg alle opslagtechnieken ook zelfontlading, waarbij energie over tijd verloren gaat. De hoeveelheid energie die door zelfontlading verloren gaat is afhankelijk van de typische opslagduur. Dit betekent dat de inzetstrategie van het batterijsysteem ook effect heeft op de *round-trip* efficiëntie. De *round-trip* efficiëntie heeft direct effect op de kosten van opslag, uit te drukken met LCOS;
4. **levensduur:** Batterijen en de elektrische randapparatuur vertonen degradatie. Door degradatie vermindert de efficiëntie en de opslagcapaciteit van het batterijsysteem gedurende de levensduur. Een deel van de degradatie komt door de belasting van ontladen en ontladen van de batterij. Daarnaast veroorzaakt het ouder worden van een batterijsysteem ook degradatie. Er zijn verschillende mechanismen die de prestatievermindering van batterijsystemen veroorzaken. Dit is deels gebonden aan de gebruikte technologie en productiekwaliteit. Een andere invloedrijke factor is de inzet van het batterijsysteem. Intensief gebruik met veel laadcycli in een korte tijd onder grote vermogens zorgt voor een kortere levensduur van het batterijsysteem;

---

<sup>1</sup> Oliver Schmidt, Sylvain Melchior, Adam Hawkes, Iain Staffell, Projecting the Future Levelized Cost of Electricity Storage Technologies, Joule, Volume 3, Issue 1, 2019.

5. **opslagduur + laad- en ontladingsnelheden:** dit hangt vooral samen met de momenten waarop het systeem in bedrijf moet zijn, wat vervolgens afhangt van de inzet van de batterij. Bijvoorbeeld, voor *peak shaving* van de PV-opbrengst is het gedurende enkele uren nodig om energie op te slaan. 4 uur is een typische tijdschaal voor deze toepassing, waarbij de batterij in 4 uur tijd volledig oplaad/ontlaad. Voor aan andere toepassing, bijvoorbeeld netwerk ondersteunende diensten (zoals FCR, aFRR en mFRRda<sup>1</sup>), is een veel kortere tijdschaal van toepassing. Hier kan het systeem op ontworpen worden waarbij er meer nadruk ligt op hogere vermogens en lagere opslagcapaciteiten. Bestaande *utility scale* batterijopslagsystemen zijn veelal ontworpen op een tijdschaal van een tot vier uur<sup>2</sup>;
6. **grondstoffen, circulariteit & ketenrisico's:** veel batterijtechnologieën maken gebruik van kritieke materialen of stoffen die (mogelijk) schadelijk zijn voor gezondheid en milieu wanneer deze vrijkomen. Batterijtechnologieën presteren uiteenlopend op gebied van grondstofgebruik, circulariteit en ketenrisico's. Om de duurzaamheid van batterij productie te duiden wordt de GWP (global warming potential) per MWh geleverde energie gemeten. Dit relateert de uitstoot aan het directe doel van de batterij. Daarnaast is het voor de uitstoot gedurende gebruiksfase van belang wat de efficiëntie is van de batterij. Inefficiëntie resulteert in verloren energie die gerelateerd kan worden aan GWP van de energiebron. Dit is wel afhankelijk van de soort energie waarmee de batterij geladen wordt, 100 % zonne-energie heeft bijvoorbeeld een lagere GWP dan de gemiddelde Nederlandse energiemix;
7. **Technical Readiness level (IEA):** de IEA geeft energie technologieën een score op basis van een *Technology Readiness Level*. Dit geeft aan hoe volwassen de technologie is en dus wat er redelijkerwijs te verwachten is met betrekking tot de commerciële beschikbaarheid en risico's.

### VII.3 Vergelijking technieken

Hieronder wordt een drietal technologieën kort besproken en de relevante kengetallen genoemd. Deze technologieën hebben een TRL van 8 of hoger en kunnen zodoende worden aangemerkt als voldoende volwassen technieken die commercieel goed verkrijgbaar zijn. Deze technologieën vormen daarmee reële opties voor inzet als buurtbatterij.

#### Li-ion

Een bekend soort batterijopslag die veel toegepast wordt in consumentenelektronica en elektrische mobiliteit is de lithium-ion batterijtechnologie. Er is een aantal verschillende samenstellingen zoals lithium-ijzer-fosfaat (LFP), nikkel-kobalt-aluminium (NCA) en nikkel-mangaan-kobalt (NMC). Elke samenstelling heeft andere karakteristieken met betrekking tot energiedichtheid, veiligheid en duurzaamheid. Door de groeiende vraag naar geëlektrificeerd transport is ook de vraag naar lithium batterijen gestegen. De productie voor dit type batterijen, met name om aan de vraag uit de automotive sector te kunnen voldoen, is afgelopen jaren opgeschaald. Dit heeft een reductie in kosten veroorzaakt voor deze batterijen.

#### Loodzuur

Met loodbatterijen is veel ervaring, onder andere door de jarenlange toepassing als autoaccu en voor UPS-systemen. Echter, er zijn verschillen tussen de conventionele autoaccu en een loodaccu geschikt voor *utility scale* opslag. De grootste tekortkoming van conventionele loodaccu's is dat deze slecht bestand zijn tegen diepe ontlading (het volledig ontladen van de batterij). Zodoende kan een beperkt deel van de totale capaciteit nuttig gebruikt worden. Dit draagt bij aan de relatief lage energiedichtheid van deze batterijtechnologie.

<sup>1</sup> TenneT, Ondersteunende diensten Nederland, <https://www.tennet.eu/nl/de-elektriciteitsmarkt/ondersteunende-diensten-Nederland>

<sup>2</sup> Oliver Schmidt, Sylvain Melchior, Adam Hawkes, Iain Staffell, Projecting the Future Levelized Cost of Electricity Storage Technologies, Joule, Volume 3, Issue 1, 2019

## Redox flow

Redox-flowbatterijtechnologie verschilt van conventionele batterijtechnologie omdat de elektrochemisch actieve vloeistoffen - waar de elektrische energie in wordt opgeslagen - opgeslagen worden in tanks. Door de vloeistoffen door een membraamsysteem (*redox cell*) te laten stromen wordt de reactie die energie levert op gang gebracht. In dit type energieopslagsystemen zijn de opslagcapaciteit (kWh) en het vermogen (kW) in verschillende ratio's in te stellen.

Tabel VII.1 Overzicht met batterijtechnieken

criterium	Eenheid	Li-ion	Loodzuur	Redox flow
CAPEX	EUR/kWh	300 - 400	270 - 370	200 - 600
LCOS	EUR/MWh	200 - 350	500 -1000	100 - 300
Energiedichtheid - Massa	Wh/kg	100 - 250	30 - 50	5-50
Energiedichtheid - Volume	Wh/L	250 - 680	60 - 100	5 - 50
efficiëntie	%	>90	75 - 85	68 - 95
Levensduur - cycli	-	2000 - 4000	500 - 1000	20000
Levensduur - jaren	Jaar	13	10	20
Opslagduur	uur	1 - 4	> 4	> 4

## VII.4 Conclusie techniek

Het overgrote deel van de nieuw geïnstalleerde energieopslagsystemen maakt gebruik van lithium-ion batterijen. Loodzuurbatterijen worden met name ingezet voor UPS-toepassingen (power reliability), al is het waarschijnlijk dat ook voor deze toepassing lithium-ion in de nabije toekomst de standaard zal worden. Lithium-ion is momenteel voor bijna alle toepassingen de aangewezen techniek, of wordt op korte termijn het meest competitief, met uitzondering van seizoensopslag<sup>1</sup>. Redox-flow batterijtechnologie vormt een reëel alternatief maar is beter geschikt voor grootschalige projecten of toepassingen met langere opslagduur. Dit is waar de schaalvoordelen van redox flow uitblinken. Met het oog op het doel van de buurtbatterij (op korte termijn verlichten van lokale netcongestie), concluderen wij dat lithium-ion de meest geschikte batterijtechnologie is. Tot slot is er door de grootschalige adoptie van lithium-ion technologie in verschillende sectoren nog potentie voor kostprijsreductie in de komende jaren.

<sup>1</sup> *Projecting the Future Levelized Cost of Electricity Storage Technologies* - Schmidt et al, 2019

