DNV·GL

BUURTBATTERIJ

Haalbaarheid en schaalbaarheid van de buurtbatterij

TKI Systeemintegratie

Rapport nr.: 18-0126 Rev.1
Datum: 2018-02-28



Projectnaam:	Buurtbatterij	DNV GL - Energy
Rapport titel:	Haalbaarheid en schaalbaarheid van de buurtbatterij	Energy Advisory Postbus 9035
Klant:	TKI Systeemintegratie	6800 ET ARNHEM
Contactpersoon:	Haike van de Vegte	
Datum:	2018-02-28	
Project nr.:	10031455	Tel: +31 26 356 9111
Organisatie unit:	RA-SAS	KvK 09006404
Rapport nr.:	18-0126 Rev.1	

Geschreven door:	Beoordeeld door:	Goedgekeurd door:
M. van Melzen	H. van de Vegte	M. Huibers
Consultant	Consultant	Team Manager Solar & Storage

Copyright © DNV GL 2018 All rights reserved. Unless otherwise agreed in writing: (i) This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise; (ii) The content of this publication shall be kept confidential by the customer; (iii) No third party may rely on its contents; and (iv) DNV GL undertakes no duty of care toward any third party. Reference to part of this publication which may lead to misinterpretation is prohibited. DNV GL and the Horizon Graphic are trademarks of DNV GL AS.

DNV GL Distributie:

☒ Onbeperkte distributie (intern en extern)
☐ Onbeperkte distributie binnen de DNV GL Groep
☐ Onbeperkte distributie binnen DNV GL Netherlands
☐ Geen distributie (vertrouwelijk)

Trefwoorden:
Buurtbatterij

Versie	Datum	Reden voor uitgave	Auteur	Beoordeeld	Goedgekeurd
0	2018-01-22	Eerste uitgave	M. van Melzen	H. van de Vegte	M. Huibers
1	2018-02-28	Finale uitgave	M. van Melzen	H. van de Vegte	M. Huibers

DNV GL Netherlands B.V.

Inhoud

GEGEVENS PROJECT 1

CONTACTPERSONEN VOOR MEER INFORMATIE 1

1 SAMENVATTING 2

2 INLEIDING 4

3 DOELSTELLING EN WERKWIJZE 5

4 RESULTATEN 5
4.1 Randvoorwaarden en definities 5
4.2 Diensten 6
4.3 Dimensionering 9
4.4 Barrières voor energieopslag 10

5 FINANCIËLE HAALBAARHEID BUURTBATTERIJ VOOR PROSUMERS 12
5.1 Richtlijnen contract tussen netbeheerder en Buurtbatterij 15
5.2 Benodigde vergunning voor realisatie Buurtbatterij 16
5.3 Business case studies 16

6 CONCLUSIES, AANBEVELINGEN 26
6.1 Discussie 27

7 UITVOERING VAN HET PROJECT 28
7.1 De problemen (technisch en organisatorisch) die zich tijdens het project hebben voorgedaan en de wijze waarop deze problemen zijn opgelost 28
7.2 Toelichting op wijzigingen ten opzichte van het projectplan 28
7.3 Toelichting op de verschillen tussen de begroting en de werkelijk gemaakte kosten. 28
7.4 Toelichting wijze van kennisverspreiding 29
7.5 Toelichting PR project en verdere PR-mogelijkheden 29

GEGEVENS PROJECT

Projectnummer:	TES1216105
Projecttitel:	Haalbaarheid en schaalbaarheid van de buurtbatterij
Penvoerder:	DNV GL
Medeaanvragers:	Alfen, Peeeks
Projectperiode:	1 september 2016 – 1 november 2017

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

CONTACTPERSONEN VOOR MEER INFORMATIE

DNV GL Energy

Haike van de Vegte
haikevandevegte@dnvgl.com

Melvin van Melzen
melvin.van.melzen@dnvgl.com

Alfen

Evert Raaijen
E.Raaijen@alfen.com

Peeeks

Jorrit Lucas
jorrit.lucas@peeekspower.com

Hugo van der Heijden
hugo.vanderheijden@peeekspower.com

1 SAMENVATTING

Doel van deze haalbaarheidsstudie is om de haalbaarheid en tevens de schaalbaarheid van de Buurtbatterij te beoordelen, inclusief nog te ontsluiten inkomstenbronnen zoals die van de regionale netbeheerder, in combinatie met additionele inkomstenbronnen of besparingen. Hiervoor zijn twee daadwerkelijke cases verkregen van verschillende netbeheerders, welke zijn doorgerekend.

- De Buurtbatterij kan als volgt worden gedefinieerd:
- Een Buurtbatterij levert meerdere diensten, waarvan één of meer systeemdiensten aan de regionale netbeheerder
- Een Buurtbatterij is eigendom van een particuliere partij
- Een Buurtbatterij staat 'voor de meter' en kan in een residentiële, commerciële of industriële omgeving staan
- Een Buurtbatterij bedient meer dan één gebruiker, de eigenaar en eventueel opererende partij zijn niet de enige gebruikers van het systeem.

De conclusie van deze studie is dat bij huidige prijzen van (Li-ion) batterijtechnologie, gemiddelde kosten voor netverzwaring, en bij gebruikmaking van historische prijzen van reservemarkten, de Buurtbatterij in bepaalde situaties haalbaar is.

De Buurtbatterij is voor netbeheerders interessant omdat dit concept in bepaalde gevallen goedkoper uitvalt dan traditionele netverzwaring.

De Buurtbatterij is voor marktpartijen interessant; de marktpartij welke de Buurtbatterij beheert en opereert, wordt voor een langere tijd door de netbeheerder gecontracteerd wat resulteert in een grotere mate van investeringszekerheid.

Diensten die kunnen worden geleverd kunnen onderverdeeld worden in diensten voor regionale netbeheerders, transmissie netbeheerders, marktdiensten, en diensten voor prosumers die hun opgewekte energie willen opslaan voor gebruik op een ander moment van de dag.

Twee cases zijn doorgerekend, waarvan één economisch rendabel blijkt en de andere niet. De voornaamste bottleneck is de duur en frequentie van het congestieprobleem dat moet worden opgelost.

Een aanzet is gedaan tot een voorbeeldcontract tussen een marktpartij en netbeheerder, om de netbeheerder ervan te kunnen verzekeren dat een dienst ook daadwerkelijk wordt geleverd op het moment dat deze nodig is voor de netbeheerder. Belangrijkste aspecten van een dergelijk contract:

- Afspraken over boetes bij niet leveren
- Verificatie van het controle algoritme: aanbevelingen zijn gedaan voor het beoordelen van het algoritme dat de regeling van de Buurtbatterij bepaalt, om de zekerheid van levering aan de netbeheerder te garanderen.

De Buurtbatterij is in bepaalde gevallen een aantrekkelijke oplossing voor alle betrokken stakeholders, echter zijn er barrières die de implementatie van de oplossing tegenhouden. De belangrijkste barrières voor een Buurtbatterij zijn gebrek aan standaardisatie, vergoedingen, eigenaarschap, competitie en markttoegang, definitie energieopslag.

Het eindresultaat is een raamwerk voor investeerders, netbeheerders en energiebedrijven om een investeringsbeslissing voor een Buurtbatterij te maken en deze Buurtbatterij verder uit te ontwikkelen.

Op basis van de uitkomsten van deze cases is een beslisboom opgezet, waarmee netbeheerders kunnen bepalen of een situatie potentieel geschikt is voor het toepassen van een Buurtbatterij.

Het concept is schaalbaar en de ontwikkelde beslisboom geeft een eerste aanzet tot het bepalen waar het concept potentieel interessant is. Een Buurtbatterij kan, bij het wegvallen of aanpassing van de salderingsregeling, in de toekomst ook waarde leveren voor kleinverbruikers.

Aanbevelingen tot vervolg is het implementeren van een dergelijke Buurtbatterij systeem in een locatie waarbij daadwerkelijk een congestieprobleem bestaat, waar de Buurtbatterij een alternatief vormt voor netuitbreiding, en waar een private partij het systeem beheert en diensten aanbiedt aan de regionale netbeheerder. Verder wordt netbeheerders aanbevolen om publieke tenders voor flexibiliteit verder te ontwikkelen, waarbij de Buurtbatterij één van de opties is voor het leveren van deze flexibiliteit.

2 INLEIDING

De gebouwde omgeving is verantwoordelijk voor een derde van het Nederlandse energieverbruik. Dit onderzoek moet uitwijzen in welke mate Buurtbatterijen (voor definitie, zie hoofdstuk 4) kunnen bijdragen aan het toestaan van hogere penetratiegraden van zonne-energie, warmtepompen en elektrisch vervoer. De verhouding van opslagcapaciteit tot productiecapaciteit en tot energieconsumptie vormen hierbij een indicatie van de mogelijkheid van deze oplossing om de gebouwde omgeving onafhankelijk te maken van fossiele brandstoffen. Nu er meerdere pilotprojecten daadwerkelijk zijn neergezet zijn, is het belangrijk de haalbaarheid en de schaalbaarheid van het concept te onderzoeken.

Elektrificatie leidt tot toenemende piekconsumptie wat kan leiden tot congestie. Het niet beheersen van deze problemen veroorzaakt lokaal een onbetrouwbare stroomvoorziening of zelfs schade aan apparaten. De netbeheerder wordt geconfronteerd met samenvallende opwekking of consumptie die relatief kortdurende problemen in het net veroorzaken.

De oplossing is in vele gevallen netverzwaring omdat wetgeving andere meer innovatieve maatregelen niet toestaat. Het gevolg is dat kostbare maatregelen nodig zijn om de problemen te verhelpen of voorkomen. De kosten van deze maatregelen worden gedeeld door alle gebruikers in het beheergebied van de netbeheerder en dus niet alleen door de mogelijk aan te wijzen veroorzakers.

Een Buurtbatterij kan potentieel leiden tot goedkopere en mobiele infrastructuur voor de netbeheerder. Een Buurtbatterij kan verschillende diensten kan leveren, voor de netbeheerder, de transmissiesysteem operator (TenneT) en niet in de laatste plaats voor de eindgebruiker. Een Buurtbatterij kan het laagspanningsnet in bedrijf houden bij storing/onderhoud in middenspanningsnet of bij onderhoud aan de infrastructuur waar het afhankelijk van is zoals de wijktransformator.

Een tweede probleem treedt op wanneer de huidige salderingswetgeving vervangen wordt zoals aangekondigd per 2020. Waar het voor consumenten met zonnepanelen nu mogelijk is om energie aan de leverancier terug te verkopen tegen hetzelfde tarief als ingekochte stroom, zal dit niet meer het geval zijn vanaf 2020. De voorziene verandering in salderingswetgeving veroorzaakt een prijsverschil, als gevolg is terugleveren minder rendabel dan het zelf gebruiken van energie. De Buurtbatterij kan eigenaren van zonnepanelen in staat stellen om virtueel te salderen door energie tijdelijk op te slaan buiten de woning.

De belangrijkste potentiële maatschappelijke voordelen van een Buurtbatterij kunnen, afhankelijk van de specifieke locatie en situatie, als volgt worden opgesomd:

- Voorkomen van onnodige netverzwaring
- Verlagen van netverliezen
- Beter en goedkoper grid management en daarmee lagere netwerkkosten
- Meer ruimte voor duurzame opwek in het lokale distributienet
- Lokaal balanceren
- Verhogen van betrouwbaarheid stroomvoorzieningen en voorzien in noodstroom.

3 DOELSTELLING EN WERKWIJZE

Doel van deze haalbaarheidsstudie is om de haalbaarheid en tevens de schaalbaarheid van de Buurtbatterij te beoordelen, inclusief nog te ontsluiten inkomstenbronnen zoals die van de regionale netbeheerder, in combinatie met additionele inkomstenbronnen of besparingen. Hiervoor zijn twee op de praktijk gestoelde cases verkregen van verschillende netbeheerders, welke zijn doorgerekend.

4 RESULTATEN

4.1 Randvoorwaarden en definities

Wanneer is een energieopslagsysteem een Buurtbatterij? Er zijn een aantal gebruikssituaties bedacht waar vanuit de volgende randvoorwaarden van een Buurtbatterij zijn vastgesteld:

- Een Buurtbatterij levert meerdere diensten, waarvan één of meer systeemdiensten aan de regionale netbeheerder, zoals: congestiemanagement en management van de spanningskwaliteit
- Een Buurtbatterij is eigendom van een particuliere partij
- Een Buurtbatterij staat 'voor de meter' en kan in een residentiële, commerciële of industriële omgeving staan
- Een Buurtbatterij bedient meer dan één gebruiker, de eigenaar en eventueel opererende partij zijn niet de enige gebruikers van het systeem. Een locatie met veel gebruikers die voor wat betreft de netbeheerder één klant zijn, is ook een Buurtbatterij. Bijvoorbeeld een winkelcentrum, flat of microgrid
- De Buurtbatterij staat bij voorkeur in of in de buurt van een laagspanningsnet
- Een Buurtbatterij wordt commercieel ingezet en wordt dus niet geopereerd door een netbeheerder.

De verschillende opties zijn onder elkaar gezet in een tabel, waarbij eigenaar en de partij die het systeem opereert zijn weergegeven. In beginsel zijn verschillende gradaties van toepassing en bestaat er dus geen exclusieve definitie van een Buurtbatterij. In de tabel hieronder komt iedere combinatie overeen met een 'niveau', waar nummer 1 het meest overeenkomt met de definitie van de Buurtbatterij en niveau 5 het minst.

Niveau	Eigenaar	Opereren van Buurtbatterij	Conclusie
1	Commerciële partij	Commerciële partij	Wel een Buurtbatterij
2	Netbeheerder[1]	Commerciële partij	Mogelijk een Buurtbatterij
3	Commerciële partij	Netbeheerder en commerciële partij beheren in samenspraak ieder een deel	Mogelijk gedeeltelijk een Buurtbatterij
4	Commerciële partij	Netbeheerder	Geen Buurtbatterij
5	Netbeheerder	Netbeheerder	Geen Buurtbatterij

[1] Deze constructie, waarbij de netbeheerder eigenaar is, en een commerciële partij het system opereert, is volgens de regelgeving op dit moment niet geoorloofd

4.2 Diensten

De Buurtbatterij biedt systeemdiensten aan de lokale netbeheerder, waaronder spanningskwaliteit- en congestiemanagement. De Buurtbatterij is een decentrale oplossing, daarom is het mogelijk om lokaal ontstane problemen te verhelpen mits op de juiste plaats aanwezig. Er zijn twee toepassingen waarbij de Buurtbatterij een unieke propositie kan leveren voor de lokale netbeheerder, namelijk bij:

- het voorkomen van netverzwaring door middel van systeemdiensten
- het optimaliseren van de netaansluiting door (virtuele) *peak shaving*.

Daarnaast biedt de Buurtbatterij nabijgelegen energiegebruikers en producenten aan om een aantal diensten virtueel af te nemen; virtueel alsof de dienst door een opslagsysteem achter de meter van de afnemer geplaatst is. Prijsarbitrage is een voorbeeld hiervan; de Buurtbatterij fungeert dan als een virtuele thuisbatterij ter voorkoming van financiële verliezen uit de over enkele jaren wegvallende salderingswetgeving. Het opslagsysteem stelt de producenten van zonne-energie in staat om hun zelfgebruik te verhogen door de overproductie op te slaan voor eigen verbruik later op de dag. Verder kan een opslagsysteem het mogelijk maken om energie in te kopen wanneer het goedkoper is en verkopen wanneer het duur is.

De laatste categorie toepassingen die opslag kan bieden is systeemdiensten aan een transmissienetbeheerder. De behoefte aan balanshandhaving kan locatieonafhankelijk worden ingevuld en dus maakt het voor deze toepassing weinig uit waar het vermogen aangeboden wordt zolang er geen nieuwe problemen veroorzaakt worden. Deze markt is al toegankelijk, echter is er een ondergrens voor beschikbaar vermogen van 1 MW wat niet snel door een enkele buurtbatterij gehaald kan worden, wel door een virtuele samenvoeging van opslagsystemen.

De verschillende diensten staan in onderstaande tabel opgesomd:

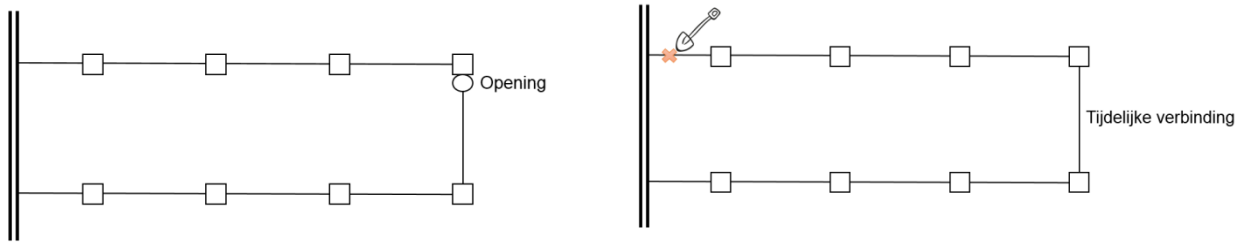
Toepassingen van de Buurtbatterij	**Belanghebbenden**	**Lokale dienst** *(BB-domein)*	**Markt toegankelijk anno 2017**
Voorkoming netverzwaring	Distributienetbeheerders Transmissienetbeheerders	Ja	Nee
Optimaliseren netaansluiting	Gebouweigenaren Duurzame energieproducenten Industrie	Ja	Ja (niet virtueel)
Leveringszekerheid	Kritische toepassingen zoals ziekenhuizen, vliegvelden, datacentra, afgelegen gebieden, netbeheerders	Ja	Nee
Prijsarbitrage	Consumenten en/of energieproducenten	Gedeeltelijk	Nee (niet voor consumenten)
Balanshandhaving (Primair reserve, onbalanssysteem)	Transmissienetbeheerders	Nee (maar wel mogelijk)	Ja

	Soort dienst	**Dienstnaam**	**Beschrijving**
1	Balancering	Primaire Reserve / Frequency Containment Reserve (FCR)	Primaire reserve staat ook wel bekend als *spinning reserve*, hoewel deze definitie aan het veranderen is met de mogelijkheid voor storage om deel te nemen aan FCR. In het geval van een onverwacht event, bijvoorbeeld de uitval van een centrale of het wegvallen van een deel van het net, wordt primaire reserve geactiveerd om de plotselinge afwijking in netfrequentie te compenseren te deze te stabiliseren. Alle deelnemers aan het synchroon gekoppelde Europese elektriciteitsnet dienen bij te dragen aan deze reserve.
2	Balancering	Secundaire Reserve / Frequency Restoration Reserve (aFRR, active)	Secundaire reserve kan geleverd worden door middel van *spinning* of *non-spinning* reserve. Het doel van secundaire reserve is om een afwijking in netfrequentie weer terug te brengen naar het oorspronkelijke niveau. Secundaire reserve dient geactiveerd te worden binnen 15 minuten na activatie van primaire reserve.

3	Bulk Energie Diensten	Energieprijs Arbitrage (APX, Intraday marketen)	Deze dienst kan gezien worden als een verplaatsing in de tijd van de levering van energie. Energie arbitrage werkt volgens het principe van goedkoop kopen en duur verkopen. Een opslagsysteem wordt geladen gedurende een periode met lage prijzen, en ontladen wanneer prijzen hoog zijn.
4	Duurzame Energie Integratie	Portfolio Optimalisatie / Onbalans Reductie	Bij portfolio optimalisatie wordt een opslagsysteem gebruikt om het verschil tussen de voorspelling en output van duurzame energiebronnen te verkleinen, waardoor ook de hoeveelheid ontstane onbalans verminderd wordt.
5	Consumentendiensten	Zelfconsumptie (PV)	Vermindering van het eigen energieverbruik door een overschot aan geproduceerde energie uit PV gedurende de dag op te slaan, en te gebruiken tijdens een tekort aan PV productie.
6	Consumentendiensten	Verkleinen netaansluiting	Een opslagsysteem kan gebruikt worden om de netaansluiting te verkleinen en zo kosten te reduceren, welke gebaseerd wordt op de maximale hoeveelheid vermogen die van het net gevraagd wordt.
7	Consumentendiensten	Piekreductie	Opslagsystemen kunnen gebruikt worden om de piekvraag te reduceren, wat leidt tot lagere netverliezen en overbelasting van het netwerk kan voorkomen.
8	Consumentendiensten	Noodstroomvoorziening	In het geval van stroomuitval kan een opslagsysteem noodstroom leveren op locaties waar continue stroom vitaal is, zoals bij ziekenhuizen.
9	Consumentendiensten	Power Quality	Opslagsystemen kunnen verstoringen in het net verminderen of verhelpen (e.g. voltage dips of flicker) voor klanten waarbij een stabiele stroomvoorziening noodzakelijk zijn.
10	Diensten voor Transmissie- & Distributie infrastructuur	Congestiemanagement	Een opslagsysteem kan congestieproblemen verminderen in het transmissie- en distributienet of transformatoren wanneer dergelijke componenten van de infrastructuur tegen hun maximale capaciteit aanlopen, waardoor spanningsproblemen ontstaan.

4.2.1 Prioritering van diensten

Uit gesprekken met verschillende netbeheerders is gebleken wat de prioriteiten zijn bij het assetmanagement van distributiesystemen. De eerste prioriteit is te allen tijde betrouwbaarheid van de infrastructuur. Een kabel en onderstation biedt ten alle tijden het vermogen aan waarvoor hij is ontworpen en is in staat kortstondig licht overbelast te worden. Een batterij daarentegen kan tegen limieten oplopen van capaciteit. Op middenspanning-niveau zijn netten uitgelegd in ringen welke op een strategisch punt onderbroken zijn, deze punten worden netopeningen genoemd. Mocht er storing ontstaan op een kabel in een MS-ring, dan kan de open plek in de ring gesloten worden en het afgesloten deel van het net tijdelijk vanaf de andere helft van de ring gevoed worden. Dit is een vorm van redundantie welke bekend staat als N-1. Om er zeker van te zijn dat redundantie op deze manier kan worden geboden wordt het net zo uitgelegd dat in een worst-case scenario kabels niet meer dan een uur op 110% van hun capaciteit worden belast. In een normale situatie ziet dat eruit zoals in de linker afbeelding (zie hieronder); rechts geeft weer hoe de traditionele oplossing bij graafschade is en de opening wordt gesloten om redundante voeding te leveren.



4.3 Dimensionering

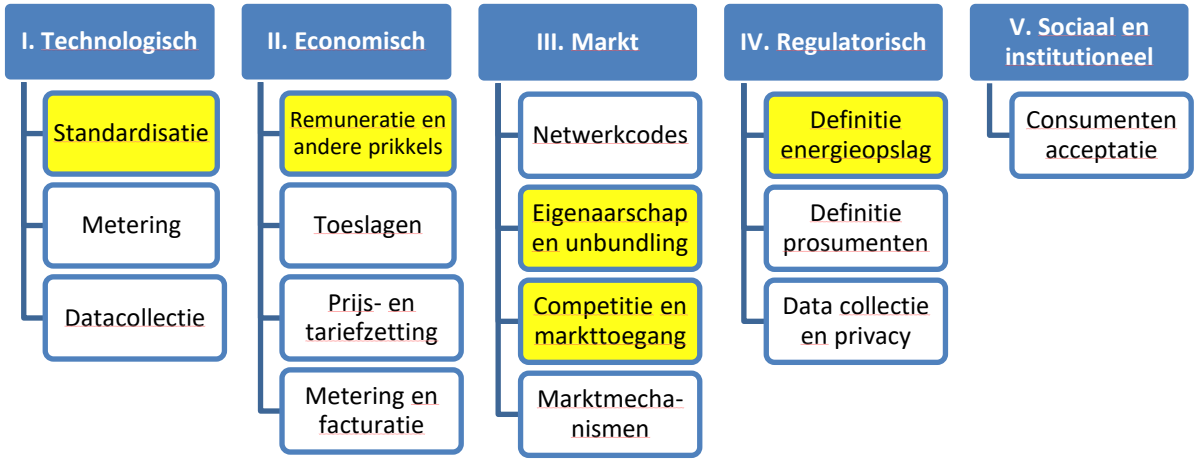
Een Buurtbatterij moet voldoende capaciteit hebben om systeemdiensten aan een netbeheerder te bieden naast de diensten voor andere gebruikers. Anderzijds moet het een systeem zijn dat zonder nieuwe problemen te veroorzaken kan functioneren, een te groot systeem kan zijn mogelijkheden niet onbelemmerd inzetten.

Piekbelasting is meestal niet lang van duur, a.d.h.v. gesprekken met netbeheerders mogen we aannemen dat het gaat om pieken die maximaal een aantal uren duren. Uiteraard is dit afhankelijk van de situatie. Als de vermogensvraag op piekmomenten in een ring groeit voorbij de redundante stroom zal netverzwaring nodig zijn. Dergelijke netverzwaring is slechts nodig in het geval van storing of graafschade. Netverzwaring kan ook in de vorm van een Buurtbatterij worden uitgevoerd, de batterij levert het vermogen dat de kabel in een andere situatie had moeten leveren. In deze situatie staat zekerheid voorop, met andere woorden: de batterij moet te allen tijde een minimale hoeveelheid energie opgeslagen hebben om voor de betreffende periode op vol vermogen te kunnen leveren in geval van nood.

Op een hoger niveau in het net, bij de koppeling van hoogspanning met middenspanning staan grote transformatoren. Deze dure transformatoren staan redundant opgesteld. Bij hoge piek vermogensvraag zijn extra trafo's nodig wat een dure vorm van verzwaring is, ook kan ruimtegebrek op de locatie parten spelen. Een aantal geaggregeerde buurtbatterijen kunnen samen, net zoals dat bij kabels in MS netten, noodvermogen leveren gedurende de korte pieken in overbelasting. Zo kan een Buurtbatterij per ring meerdere vormen van storing verhelpen, er zijn rond de 10 MS-ringen per hoogspanningsstation. De schaalbaarheid van de Buurtbatterij wordt beperkt door praktische grenzen. Een Buurtbatterij kan technisch gezien ook worden opgebouwd uit een aantal geaggregeerde kleine batterijen die samen een gelijk vermogen en capaciteit hebben. Praktische beperkingen zijn dat kleine systemen duurder zijn in aanschaf en relatief hoge onderhouds- en operatiekosten hebben.

4.4 Barrières voor energieopslag

Er bestaan verschillende barrières beschreven welke de uitrol van energieopslag (kunnen) bemoeilijken, onder andere welke weergegeven zijn in onderstaande figuur.



Bronnen: EASE [1] Energy Storage NL[2] and reports by the Association of European Automotive and Industrial Battery Manufacturers (EUROBAT)[3] and SolarPower Europe[4].

[1]EASE, Winter Package – TF2.4 on End-Users, 2016; EASE, Energy Storage in the "Clean Energy for All" Package, 2016. [2]Energy Storage NL, Nationaal Actieplan Energieopslag, 2016. [3]EUROBAT, Battery Energy Storage in the EU – Barriers, opportunities, services and benefits, 2016. [4]SolarPower Europe, SolarPower Europe Outlines 10 Policy Priorities for Solar & Storage, 2016.

De geel gekleurde barrières de belangrijkste voor de Buurtbatterij; deze barrières en hun huidige status zullen verder toegelicht worden op de volgende slides. Het wegnemen van deze barrières is namelijk (i) noodzakelijk voor veilige en gecoördineerde operatie, (ii) essentieel voor een sluitende business case, en (iii) noodzakelijk voor bevorderende regulering.

Barrière	Impact	Huidige status
Technische en operationele standaarden	Het uitblijven van standaarden zorgt voor onzekerheid – zolang geen concrete eisen gesteld worden aan opslagsystemen, blijven er risico's omtrent veiligheid en kwaliteit. Dit belemmert investeringen in energieopslag.	Standaarden voor energieopslag zijn momenteel in ontwikkeling bij organisaties zoals IEC en IEEE. Het zal echter nog een aantal jaren duren voordat deze gereed zijn, waar de markt niet op kan wachten. Vanuit de markt is dan ook een eigen *Recommended Practice* opgesteld op het gebied van veiligheid en operatie, genaamd GRIDSTOR[5].
Remuneratie en incentives	Voor vele toepassingen van opslag, e.g. congestiemanagement, is het tot op heden moeilijk gebleken om de waarde te bepalen. Dit leidt tot een passieve houding in de markt,	Het bekijken van de inzet van flexibiliteit als alternatief voor netverzwaring is voorgesteld als onderdeel van de Europese energiewetgeving, wat de

	waarbij compensatie voor diensten soms in zijn geheel uitblijft. Hierdoor is het momenteel nog steeds moeilijk om een sluitende business case te creëren voor opslag.	waardebepaling van opslagdiensten kan versnellen. Ook zijn er middels pilotprojecten initiatieven bezig op dit gebied.
Eigenaarschap en unbundling	Het is momenteel nog niet volledig duidelijk welke partijen eigenaar mogen zijn van energieopslag systemen. Voor het stimuleren van opslag zou het positief zijn als de DSO en TSO eigenaar mogen zijn om in te zetten als alternatief voor netverzwaring, maar vanwege hun status als staatsmonopolie in veel landen als gevolg van unbundling zou dit de markt kunnen verstoren.	Het Winter Package stelt dat eigenaarschap in hele beperkte gevallen mogelijk kan zijn voor DSO en TSO, mits het alleen voor eigen diensten op de eigen markt is en er vanuit de markt geen andere aanbieder komt. De voorkeur lijkt echter te zijn om dit zo veel mogelijk aan de markt over te laten. De ACM in Nederland heeft aangegeven het hier mee eens te zijn, maar moedigt wel de afname van diensten aan om de flexibiliteitsmarkt op gang te krijgen.
Competitie en markttoegang	Opslagsystemen hebben in veel gevallen geen toegang tot de markt, of worden bij markttoegang benadeeld (bijvoorbeeld voor balancering en wholesale). In de praktijk is toegang tot deze markten echter wel nodig om voldoende omzet te genereren uit energieopslag. Ook dienen productdefinities aangepast te worden om opslag gelijke kansen te bieden.	Op Europees niveau zijn er momenteel nog geen concrete initiatieven om bredere markttoegang te faciliteren voor energieopslag. Wel zijn deze er in een aantal landen op nationaal niveau. Zo staat er bij TSO TenneT een pilot op het punt van beginnen waarbij kleinschalige opslag primaire reserve kan gaan leveren. Toegang tot de wholesale markt is mogelijk voor grotere systemen, maar voor individuele consumenten nog niet.
Definitie energieopslag	Er is nog geen vastgestelde definitie van energieopslag. Als gevolg hiervan wordt energieopslag zowel gezien als 'generator' en 'gebruiker'. Hierdoor wordt zowel bij opladen als ontladen energiebelasting betaald, en ondervindt opslag hinder van nadelige effecten van de netwerktarieven-systematiek en saldering.	In de Winter Package is aangegeven dat energieopslag een aparte entiteit zou moeten worden met aangepaste definitie, welke karakteristieken en diensten kan bevatten van zowel generatoren als gebruikers als netwerken. De omzet van dergelijke systemen zou dan marktgebaseerd zijn, afhankelijk van de diensten die het systeem levert.

Onderstaande tabel geeft weer wat de belangrijkste barrières zijn voor opslagsystemen voor de verschillende gebruikersgroepen.

	Standaar-disatie	Remuneratie en incentives	Eigenaarschap en unbundling	Competitie en markttoegang	Definitie energieopslag
Ziekenhuis	x			x	x
Voetbalstadion	x			x	x
BRP/retailer	x	x		x	x
Prosument	x	x		x	x
DSO	x	x	x		x
TSO	x	x	x		x
Investeerder	x	x		x	x

Voor alle gebruikersgroepen is standaardisatie noodzakelijk voor veilige operatie en interactie met het net. Voor commerciële partijen is markttoegang nodige voor een sluitende business case. BRPs, prosumenten en investeerders zullen verder bij hun business case maximaal gebruik maken van zowel markttoegang als remuneratie en incentives. Voor commerciële partijen is de definitie van opslag bepalend voor energiebelastingen en voor TSO/DSO geeft de definitie mogelijks problemen i.v.m. eigenaarschap.

5 FINANCIËLE HAALBAARHEID BUURTBATTERIJ VOOR PROSUMERS

De potentie van een Buurtbatterij voor kleinverbruikers (huishouden) wordt bepaald o.b.v. twee cases:

- Huishouden met geschikt dak voor PV
- Huishouden met zeer geschikt dak voor PV.

Cases betreffen een inschatting van de financiële waarde van het opslaan van een overschot van duurzame PV productie in de Buurtbatterij. Hierbij gelden een de volgende aannames:

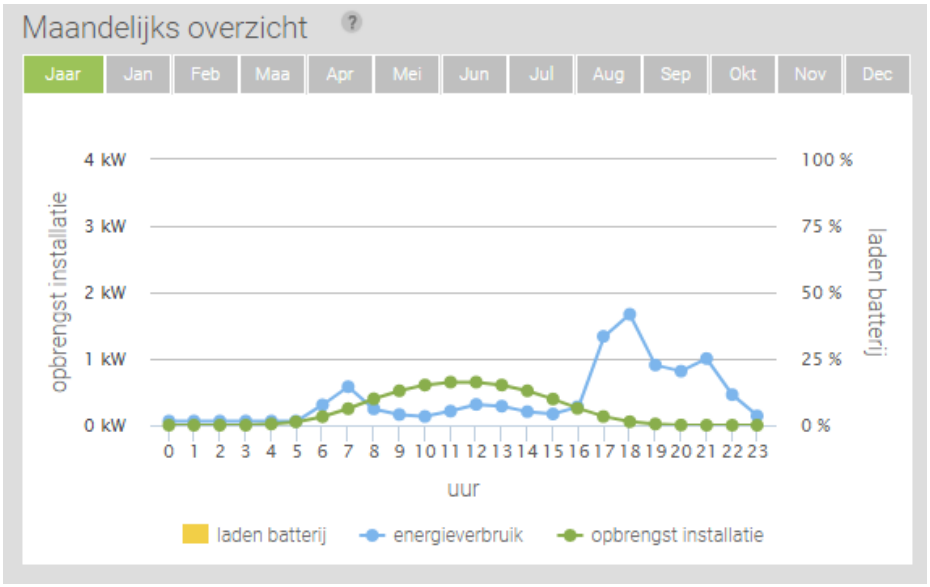
- Saldering is afgeschaft en vervangen door een Feed-in-Tariff gelijk aan het huidige netto Duitse tarief
- 20% van het financiële voordeel van de batterij gaat naar de consument als incentive
- Huishoudens hebben een verbruik van 3.500 kWh (Nederlands gemiddelde) en een PV systeem van 2 kWp
- Data van gebruiksprofielen en opwekprofielen zijn van Zonatlas Arnhem

- Vanwege de lage elektriciteitskosten voor grootverbruikers (ca. €0.12/kWh), en het feit dat de huidige feed-in-tarieven in Duitsland pas bij 750 kWp onder de €0.12/kWh duiken, is op basis hiervan momenteel geen case te onderbouwen voor grootverbruikers.

		Huishouden geschikt dak	Huishouden zeer geschikt dak
Gegevens			
Installatie en verbruik	PV capaciteit (kWp)	2	2
	PV opwek (kWh)	1.500	2.000
	Gemiddeld jaarlijks verbruik huishouden	3.500	3.500
	Percentage eigen gebruik van PV opwek	**45%**	**42%**
	Eigen gebruik PV installatie (kWh)	**675**	**840**
Financieel	Gem. elektriciteitsprijs NL 2017* per kWh	0.20	0.20
	Feed-in-Tarief per kWh	0.12	0.12
	Potentiële omzet per kWh	0.08	0.08
Resultaten			
	Totale potentiële omzet per jaar	**€54.00**	**€67.20**
	Percentage naar consument	20%	20%
	Besparing consument per kWh	€0.02	€0.02
	Totale besparing consument	**€13.50**	**€16.80**
	Omzet Buurtbatterij per kWh	€0.06	€0.06
	Totale omzet Buurtbatterij per consument	**€40.50**	**€50.40**

De potentie is bepaald op basis van batterij gericht op congestiemanagement (10 MW / 30 MWh). Bij gebruik van een enkele cyclus per dag is de maximale omzet: 30 MWh * 0.06 €/kWh = €1.800. 3 cases zijn doorgerekend o.b.v. het zonprofiel van zonatlas:

- Gemiddelde dag in het jaar
- Gemiddelde dag in de zomer (juni)
- Gemiddelde dag in de winter (januari).



Resultaten	Gemiddelde dag in jaar	Gemiddelde dag in juni	Gemiddelde dag in januari
Max surplus (kW)	0.5	0.8	0.1
Totaal surplus (kWh)	2.5	5	0.3
Max klanten vermogen*	20.000	12.500	100.000
Max klanten energie**	12.000	6.000	100.000
Max klanten totaal***	12.000	6.000	100.000

*indien het piekvermogen van teruglevering als uitganspunt wordt genomen, hoeveel klanten kunnen gebruik maken van het *vermogen* van de batterij

**waneer de surplus energie als uitgangspunt wordt genomen, dat in de batterij kan worden opgeslagen, hoeveel *energie* kan dan maximaal worden meegenomen

***kleinste beperkende waarde, oftewel dit zegt hoeveel klanten praktisch kunnen worden bediend

Het minste aantal klanten kan bediend worden in de zomer. Echter is de potentie voor toepassing in de zomer wel het hoogste, gezien het feit dat congestieproblemen vooral in de winter ontstaan is er dan meer ruimte om een Buurtbatterij voor virtueel salderen in te zetten.

Concluderend kan gesteld worden dat een Buurtbatterij, waarbij de primaire doelstelling het leveren van congestiemanagement is, in de toekomst ook waarde kan leveren voor kleinverbruikers. De totale waarde stroom voor de Buurtbatterij is significant, gezien een enkele batterij genoeg is om 6.000 – 100.000 klanten te bedienen afhankelijk van het seizoen.

De waardecreatie is afhankelijk van een aantal andere factoren:

- Zonpotentie in de regio en van de individuele huishoudens
- Afschaffing van de salderingsregeling
- Afschaffing dubbele energiebelasting bij opslag energie (nu niet meegerekend)
- Seizoen / hoeveelheid toepassing Buurtbatterij voor congestiemanagement.

5.1 Richtlijnen contract tussen netbeheerder en Buurtbatterij

Netbeheerders willen zekerheid betreffende de afname van diensten van de Buurtbatterij, zoals het oplossen van congestie in het distributienet, en het oplossen van spanningsproblemen. Het primaire proces van de netbeheerder is zekerheid in levering en kwaliteit van het gedistribueerde vermogen. Om ervoor te zorgen dat de netbeheerder verzekerd kan zijn van een afname van diensten van de Buurtbatterij, dienen duidelijke richtlijnen te worden opgezet waarbinnen een marktpartij moet opereren.

Deze condities om de leveringszekerheid van een Buurtbatterij te waarborgen, kunnen worden vastgesteld binnen een contract tussen de marktpartij en de netbeheerder. De belangrijkste elementen van een dergelijk contract betreft een duidelijke afbakening van:

- Het deel van het distributienet dat binnen invloedssfeer van de Buurtbatterij ligt en
- de problematiek van dat net waar de batterij voor verantwoordelijk is
- Duidelijke afbakening verantwoordelijkheden marktpartij welke de Buurtbatterij opereert. Als voorbeeld kan worden genoemd: de Buurtbatterij is verantwoordelijk voor het gehele distributienet dat ‘stroomafwaarts’ achter de Buurtbatterij is gepositioneerd. De Buurtbatterij is verantwoordelijk voor het oplossen van congestieproblematiek tussen 17:00 en 19:00. Een aggregator is verantwoordelijk voor het leveren van de dienst.

Om de zekerheid voor de netbeheerder te borgen, zijn verschillende strategieën mogelijk. In het volgende overzicht staan de belangrijkste genoemd:

- De eigenaar van de Buurtbatterij heeft ten alle tijden een capaciteit in de batterij beschikbaar voor het leveren van diensten voor de netbeheerder. Hiervoor is door de eigenaar van de batterij een monitoringssysteem geïnstalleerd waarmee de capaciteit aan de netbeheerder kan worden getoond, om te bewijzen dat aan deze eis is voldaan.
- Er is een door een onafhankelijke partij geverifieerd Energy Management Systeem opgezet, dat de State of Charge van een batterij op dusdanige wijze opereert, dat er altijd op de juiste momenten voldoende capaciteit beschikbaar is om aan de vraag van de netbeheerder te voldoen.

5.2 Benodigde vergunning voor realisatie Buurtbatterij

Om een Buurtbatterij te plaatsen in de gebouwde omgeving, dienen een aantal vergunningen verkregen te worden. Welke vergunningen nodig zijn, en wat de eisen zijn aan deze vergunningen, is afhankelijk van lokaal gemeentelijk beleid.

Noodzakelijke vergunningen zijn:

- Omgevingsvergunning, bouwdeel en milieudeel
- Recht van opstal.

Andere studies die mogelijk nodig zijn als voorwaarde zijn:

- Veiligheidsstudies (Lithium)
- Bodemvervuiling
- Bodemstabiliteit / sondering
- Milieueffectrapportage (MER).

Beleid omtrent vergunningen voor opslagsystemen verschilt sterk per gemeente. Over het algemeen zijn opslagsystemen een nieuw onderwerp, waar de meeste gemeentes weinig tot geen ervaring mee hebben. Als gevolg hiervan voeren sommige gemeentes een erg strikt beleid, waar anderen juist erg mild zijn.

De veiligheid van opslagsystemen is een vitale component van de sociale acceptatie van energieopslag. Om deze reden raadt DNV GL aan om gebruik te maken van de GRIDSTOR *recommended practice* als basis voor beleidsvorming, voor gemeentes welke nog geen eigen beleid hebben.

GRIDSTOR is een *recommended practice* die ontwikkeld is vanuit de industrie omtrent energieopslag. Onderwerpen die behandeld worden in GRIDSTOR zijn:

- **Veiligheid** – welke veiligheidsaspecten dient men mee te nemen bij het ontwikkelen van een batterijconcept in een bebouwde omgeving, hoe zijn de risico's in kaart te brengen en welke standaarden zijn van toepassing, etc.
- **Operatie –** hoe dient een opslagsysteem te worden aangesloten op het net, welke controle-systemen zijn relevant voor het effectief opereren van een batterij, welke parameters te monitoren, etc.
- **Prestaties –** welke definities zijn relevant voor het bepalen van de prestatie, hoe dient capaciteitsreductie mee te worden genomen in dimensionering, hoe bepaal je 'énd-of-life', hoe kunnen meerdere applicaties met een enkel systeem worden bediend, etc.

5.3 Business case studies

Haalbaarheid van de Buurtbatterij kan worden ingeschat aan de hand van een aantal bestaande netverzwaring-scenario's van netbeheerders. De drie grote netbeheerders[1] hebben ieder een casus aangeleverd waarbij een Buurtbatterij als alternatief voor netverzwaring wordt beschouwd. Deze cases hebben gemeen dat een stijgende vermogensvraag resulteert in een overbelasting waardoor er geen

[1] Bronnen: https://energiecijfers.info/ en kennisdeling met netbeheerders

volledige redundantie meer geboden kan worden. Twee van de cases zijn verder uitgewerkt. De tabel toont de onderzochte cases met hun karakteristieke eigenschappen.

Casus	Netbeheerder	Type probleem	Piekvermogen nodig	Piekduur	Kansen voor de Buurtbatterij
1	Alliander	Vermogen	10 MVA	1,5 u	Vermogensvraag en overschrijding neemt toe, er zit onzekerheid in de uiteindelijke piek binnen de afschrijving van netinvesteringen.
2	Stedin	Vermogen	20 MVA	8 u (alleen op werkdagen)	Ziekenhuis en ondernemingen in gebied met redundantievraag.

Voor ieder van deze cases wordt een uiteenzetting gedaan van de grote en kosten van de Buurtbatterij en wat het voor de netbeheerder kost om deze oplossing te kiezen. Daarna worden ook secondaire en tertiaire toepassingen gezocht en competitieve vergoedingen begroot. Opbrengstpotentiaal van deze diensten worden in kaart gebracht om een business case te schetsen en uiteindelijk de haalbaarheid en schaalbaarheid te toetsen. Primair zal de Buurtbatterij ingezet worden om congestie te voorkomen.

Netbeheerders hebben een redundant netwerk (N-1). In geval van enkelvoudige redundantie (1+1) wil dat zeggen dat er voor iedere 1 MVA piek er een 2 MVA netwerk is uitgerold (= worst case). Dus bij enkelvoudige storing, als ergens in de keten een enkel onderdeel uitvalt, blijft het net beschikbaar op vol vermogen echter zonder redundantie. Als de vraag in een gebied de geïnstalleerde capaciteit overschrijdt moet er netverzwaring komen om redundantie te verzekeren en dus een betrouwbaar distributienetwerk te garanderen. Dit kan tot extreme gevallen leiden waar voor enkele procenten van het jaar er sprake is van congestie.

In de huidige Nederlandse netten bedraagt de gemiddelde tijd tussen falen ongeveer 7 jaar, dus een kleine kans dat dergelijke congestie tot problemen leidt. Oftewel eens in de 7 jaar zijn delen van het net door uitval tijdelijk niet redundant uitgevoerd, dit zorgt alleen voor problemen als er ook een piek in het net plaatsvind wat maar enkele dagen van het jaar en momenten van de dag kan gebeuren. De kans dat een storing en piek samenvallen is dus extreem klein.

De gemiddelde onderbrekingsduur is 73,5 minuten, de gemiddelde uitvalduur is 21 minuten per jaar. Het middenspanningnet is het meest storingsgevoelig. Op dit niveau kan de Buurtbatterij dus waarde toevoegen. De Buurtbatterij biedt vermogen als alternatief van netverzwaring aan en speelt in op de lage kans dat een piek tegelijk met een enkelvoudige fout optreedt.

De kleine kans dat een piek en netuitval samenvallen betekent dat netverzwaring met een Buurtbatterij in de praktijk realistisch gezien niet ingezet hoeft te worden. Dus kan een Buurtbatterij tegen een in bepaalde gevallen lager tarief en zonder grote investeringen van de netbeheerder netverzwaring voorkomen. Daarbij kan in theorie de onzekere groei van piekvraag worden gevolgd door de Buurtbatterij modulair uit te breiden en de toename van piekvraag te volgen met een groeiend systeem. Voor de vergoeding van de netbeheerder wordt uitgegaan van een niet redundante aansluiting, oftewel een half tarief aansluiting oftewel even duur als een gemiddelde aansluiting. Als randvoorwaarde moet een onjuist gebruik van de batterij worden voorkomen voor het leveren van additionele diensten, welke juist een bedreiging vormen voor de kwaliteit van het distributienet.

Primair moet de Buurtbatterij altijd beschikbaar zijn voor de netbeheerder, de leveringszekerheid mag nooit in het geding komen. Deze dienst is het bestaansrecht van de Buurtbatterij. Echter zijn er vele

weken waarin een Buurtbatterij niet of beperkt stand-by hoeft te staan voor eventueel congestiemanagement als het daar al voor ingezet moet worden. Het grootste deel van het jaar kan een Buurtbatterij dus vrijwel ongelimiteerd secundaire en tertiaire diensten leveren. Een klein deel van het jaar zijn er kleine beperkingen omdat er kans op congestie is. Een nog kleiner deel van het jaar zijn er wat grotere beperkingen omdat congestie een grotere rol speelt en de Buurtbatterij energiecapaciteit moet reserveren om te reageren op een eventuele storing.

UPS diensten en congestiediensten hebben veel synergie. Als het net dreigt uit te vallen, krijgt de UPS gebruiker een waarschuwing. Als een storing laag in het net voor directe uitval zorgt, kan de Buurtbatterij achter de meter UPS diensten leveren tot dat het probleem verholpen is (nieuwe trafo, netopening sluiten). Als in extreme gevallen congestiemanagement onvoldoende is om het net operationeel te houden, dan voorziet de Buurtbatterij een beperkte UPS dienstverlening, bijvoorbeeld 10 minuten.

5.3.1 Case 1: Alliander 60 MVA

5.3.1.1 Casebeschrijving

Wanneer vraag naar congestiemanagement:
1x per dag tijdens avondpiek, die alleen in de winter voorkomt wanneer energiegebruik het hoogst is. Ongeveer 15 weken per jaar is er congestie, alleen op werkdagen.

Technische vraag voor congestiemanagement:
10 MW vermogen gedurende 1,5 uur.

Hoe vaak inzet congestiemanagement nodig:
Enkel wanneer uitval (d.m.v. storing) en piek samenvallen, oftewel extreem kleine kans dat inzet congestiemanagement nodig is.

- Enkelvoudig falen: redundantie van netbeheerder vervalt door ongeplande storing of onderhoud (frequentie 1 keer in 7 jaar)
- Piekvraag: 1,5 uur per werkdag, in 15 “piekweken” per jaar dus 112,5 uur per jaar
- Kans dat beide incidenten op dezelfde dag samenvallen is 0,008%
- Kans dat beide incidenten in dezelfde week samenvallen is 0,0113%.

Toekomstperspectief:
De hoogte van de piek en daarmee de ernst van de congestie is nu beperkt maar neemt toe in vermogen en duur als gevolg van de toenemende energievraag in het gebied. Groei van piek heeft onzekerheid in zich en kan sneller of langzamer plaatsvinden. Capaciteit van de Buurtbatterij kan uitgebreid worden als de congestie verergert. Als salderen afgebouwd wordt en regelgeving als gevolg van het winterpackage nieuwe kansen mogelijk maakt (zie slides omtrent regelgeving), dan kan de Buurtbatterij virtuele achter de meter opslag diensten aanbieden.

5.3.1.2 Buurtbatterijoplossing

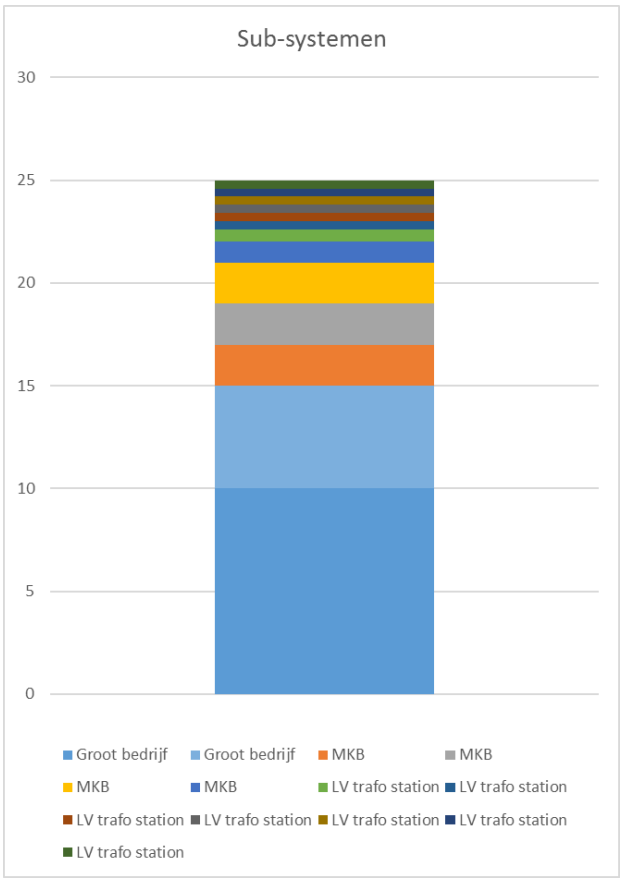
Nu oplossen met een groot systeem, voldoende om de worst case scenario van congestie voor 15 jaar aan te pakken. Capaciteit is flexibiel en kan redelijk eenvoudig uitgebreid worden mocht de piekvraag harder stijgen dan verwacht. Gedistribueerd systeem: batterijen achter de meter bij bedrijven die de Buurtbatterij UPS diensten kunnen gebruiken tegen scherpe tarieven.

Er zijn 13 subsystemen, deze configuratie is gekozen zodat meerdere waardestromen kunnen worden benut en is vanzelfsprekend arbitrair. De grootste staan achter de meter bij grote aansluitingen. De

kleinste staan bij en onderstation waar ruimte voor een subsysteem is of een overbelasting kan worden verholpen.

Technische eigenschappen systeem:

- 10 MW/25 MWh Li-Ion
- Kosten 350[2] €/kWh: 8,75 miljoen euro turn-key[3].



Figuur 4.1 Mogelijke opdeling van een Buurtbatterij, waarbij ieder blok een aantal MWh voorstelt dat gereserveerd wordt voor een bepaalde afnemer.

5.3.1.3 Waardestromen

1. Primair: 10 MW Congestiemitigatievermogen; waarde van DSO komt vanuit voordeel op aansluiting
2. Primair: 22 v/d 25 MWh wordt ingezet als UPS dienst bij een bedrijf met continuïteitsvraag
3. Secondair: FCR. 8MW in congestieweken, 10MW in congestievrij weken

[2] Kosten voor ½ C systeem 100MWh grootte is +- 275 €/kWh. Extra kosten vanwege meerdere subsystemen waardoor realisatiekosten hoger zijn dan een enkel project

[3] Bron van deze waarden zijn gemiddelde waardes van verschillende projecten op mondiaal vlak begeleid door DNV GL in 2016 en 2017. Daarbij is gerekend met lagere kosten voor het Power Conversion System, aangezien het een systeem met een lage C-rate betreft. Het betreft een gemiddelde waarde, uiteindelijke prijs zal van veel factoren afhangen, zoals uiteindelijke C-rate, levensduur eisen, etc.

- 15 minuten gecontracteerd: worst case scenario is 28 min inzet dus gedimensioneerd voor 30 min equivalent vol vermogen op- en afregelen
- De virtuele batterij heeft een schijnbare capaciteit van 1MWh per MW dus 8MWh of 10 MWh bandbreedte waar FCR in kan functioneren binnen de totale capaciteit van 25 MWh.

4. Tertiair: In congestieweken kan de resterende 2MW ingezet voor speculatie op spot en onbalansmarkt
5. Tertiair: 3 v/d 25 MWh staat opgesteld bij onderstations ter ondersteuning van deze onderstations (vermogen, spanningskwaliteit) en kan met laadpalen worden gecombineerd, dit betekent een additionele opbrengst bij de energielevering naar de laadpalen, aangezien hiermee belasting e.d. kan worden voorkomen bij gebruikmaking van zon-PV.

Toekomstige waardestromen:

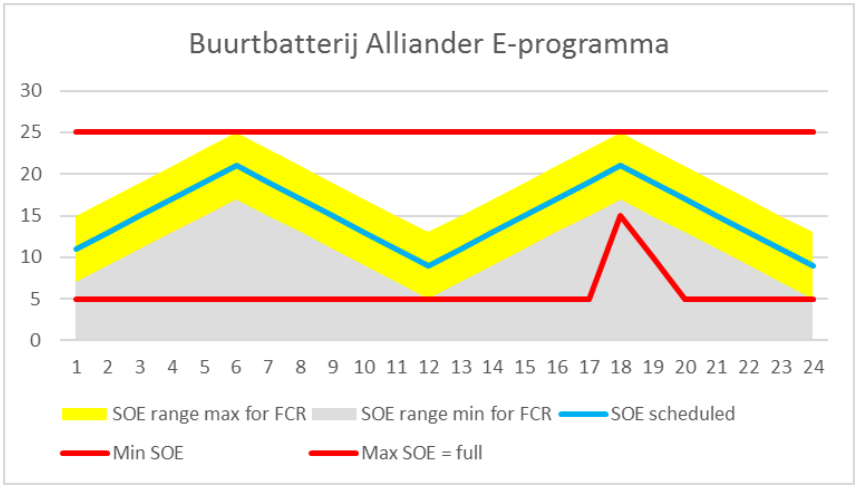
- Post winter package toepassing: virtual home storage (arbitrage als een dienst). Deel van het verschil tussen inkoop en verkoop van energie en laag en hoog tarief kan van geprofiteerd worden. Dit zou dan in plaats komen van speculatie op de spot markt.

5.3.1.4 Gebruiksprofiel en degradatie

In deze case zijn er twee gebruiksregimes, namelijk in weken zonder congestie en in weken met congestie. In weken zonder congestie kan het volledige vermogen van 10MW op FCR ingezet worden.

In weken met congestie zal er maximaal 8MW FCR ingezet worden en kan er met 2 MW en 12 MWh gespeculeerd worden op spot en onbalansmarkt. Dit profiel is weergegeven in de volgende afbeelding, waarbij het 'E-programma' in een grafiek is weergegeven. Hierbij moet gelet worden op de volgende restricties:

- De batterij moet voor UPS en congestiemitigatie altijd een SOE tussen de rode lijnen hebben
- Tijdens de avondpiek moet de accu vol genoeg zijn om 1,5 uur lang vermogen te kunnen leveren
- De rest van de dag is er een lagere energiebehoefte en is er ruimte voor arbitrage
- De blauwe lijn toont een voorbeeld van maximale inzet van de opslageenheid voor energiespeculatie
- De gele band toont het bereik waarbinnen FCR actief is bovenop het arbitrage profiel en moet rekening houden met de bottleneck rond de avondpiek.



Figuur 4.2 Programma van 'State of Energy' (y-as, in MWh) tegenover het aantal uren (x- as) van een typische dag voor de Buurtbatterij binnen de betreffende regio

- Door degradatie vernauwt de bottleneck rondom de avondpiek waar binnen FCR kan functioneren.
- Kalenderdegradatie (degradatie van de batterij, zonder beinvloeding door gebruik) zorgt voor 0,5% capaciteitsverlies per jaar.

Degradatie door het uitvoeren van de FCR dienst zorgt voor ~0,75 % capaciteitsverlies per jaar.

In congestieweken is vanaf 8% degradatie nodig het vermogen voor FCR te verlagen. In congestievrije weken kan de volledige 10MW vermogen ingezet worden, ongeacht de degradatie. Het maximale vermogen van FCR in congestieweken is afhankelijk van de degradatie:

- Degradatie 0% = 10 MW tot jaar 6,4 jaar
- Degradatie 8% = 8 MW vanaf 6,4 jaar
- Degradatie 10% = 7,5 MW vanaf jaar 8
- Degradatie 15% = 6,25 MW vanaf jaar 12
- Degradatie 20% = 5 MW vanaf jaar 16
- Degradatie 25% = 3,75 MW komt niet voor
- Degradatie 30% = 2,5 MW komt niet voor

5.3.1.5 Business case

De business case is berekend door de verschillende diensten te combineren, in lijn met de aanpak zoals in het hoofdstuk hierboven beschreven. De drie belangrijkste diensten worden gecombineerd, namelijk Frequency Containment Reserve (FCR), congestie back-up en Uninterupted Power Supply (UPS) diensten. De waardes voor congestie back-up en UPS diensten zijn verkregen binnen de gesprekken met de betreffende stakeholders.

Diensten	**Vergoeding per periode**	**Omzet per jaar**
FCR opbrengst	2500 EURO/MW/week	EUR 1.225.000,00
DSO congestie back-up	2850 EURO/MW/maand*	EUR 342.000,00
UPS diensten	500 EURO/MW/maand**	EUR 132.000,00
	Totaal	EUR 1.699.000,00
	CAPEX	EUR 8.750.000,00
	Break-even na	~5 jaar
	Levensduur batterij	15 jaar
	Winst aan einde levensduur	EUR 16.735.000,00

**Gebaseerd op gesprekken met netbeheerder en een groffe kostencalculatie op basis van de nettarieven. Een herberekening van deze waarde dient te worden uitgevoerd voor een verdere uitwerking van iedere*

andere case, aangezien deze case-specifiek is.
***Gebaseerd op een inschatting van de huidige waarde van UPS diensten*

5.3.1.6 Conclusie case 1

De Buurtbatterij kan zeer voordelig congestiemanagement leveren omdat het weinig ingezet hoeft te worden om congestie te verhelpen. De korte congestieduur van 1,5 uur speelt in het voordeel van batterijtechnologie, dit type technologie is het goedkoopst per MWh rond een ontlaadtijd tussen de 1 en 2 uur. De Buurtbatterij eigenaar bereikt binnen 5 jaar break-even op basis van lange en korte termijn contracten. Energiespeculatie, virtuele home storage en andere handelsdiensten dragen verder bij aan de business case, operationele kosten dragen enigszins negatief bij aan de businesscase. Als de Buurtbatterij economisch is afgeschreven is er nog technische levensduur beschikbaar, deze kan tijdens of na de economische levensduur ingezet worden om meer waarde te ontsluiten.

FCR speelt een zeer grote rol bij de inkomsten van de Buurtbatterij. De korte termijn contracten van deze markt veroorzaakt onzekerheid in de business case, en de inkomsten voor de toekomst zijn niet bekend. Er wordt echter voorzien dat nieuwe mogelijkheden die het winterpackage biedt zal zorgen voor nieuwe waardestromen die de lagere opbrengst kunnen compenseren.

Het opsplitsen van de Buurtbatterij in subsystemen creëert op veel plaatsen waarde d.m.v. UPS dienstverlening. De modulaire opbouw van lithium ion systemen maakt dat er van schaalvoordeel geprofiteerd kan worden.

5.3.2 Case 2: Stedin 40 MVA naar 60 MVA

5.3.2.1 Casebeschrijving

Wanneer vraag naar congestiemanagement:
1x per dag tijdens kantoortijden.

Technische vraag voor congestiemanagement:
20 MW vermogen gedurende 8 uur.

Hoe vaak inzet congestiemanagement nodig:
Alleen als uitval (door storing) en piek samenvallen, oftewel extreem kleine kans dat inzet congestiemanagement nodig is.

- Enkelvoudig falen: redundantie van netbeheerder vervalt door ongeplande storing of onderhoud (frequentie 1 keer in 7 jaar)
- Piekvraag: 8 uur per werkdag, op alle werkdagen dus 2000 uur per jaar
- Kans dat beide incidenten op dezelfde dag samenvallen is 3,2%.

Toekomstperspectief:
De hoogte van de piek en daarmee de ernst van de congestie is nu beperkt maar neemt toe in vermogen en duur als gevolg van de toenemende energievraag in het gebied. Groei van piek heeft onzekerheid in zich en kan sneller of langzamer plaatsvinden. De capaciteit van de Buurtbatterij kan uitgebreid worden als de congestie verergert. Als salderen afgebouwd wordt en regelgeving als gevolg van het winterpackage nieuwe kansen mogelijk maakt, dan kan de Buurtbatterij virtuele achter de meter opslag diensten aanbieden.

5.3.2.2 Buurtbatterijoplossing

Het probleem kan opgelost worden met een groot systeem, voldoende om de worst case scenario van congestie voor 15 jaar aan te pakken. De capaciteit is flexibel en kan redelijk eenvoudig uitgebreid worden mocht de piekvraag harder stijgen dan verwacht. Gedistribueerd systeem: batterijen achter de meter bij bedrijven die de Buurtbatterij UPS diensten kunnen gebruiken tegen scherpe tarieven.

Er zijn 13 subsystemen, deze configuratie is gekozen zodat meerdere waardestromen kunnen worden benut en is vanzelfsprekend arbitrair. De grootste staan achter de meter bij grote aansluitingen. De kleinste staan bij en onderstation waar ruimte voor een subsysteem is of een overbelasting kan worden verholpen.

Technische eigenschappen systeem:

- 20 MW / 200 MWh Li-Ion
- Kosten 300[4] €/kWh: 60 miljoen euro turn-key[5].

5.3.2.3 Waardestromen

1. Primair: 20 MW Congestiemitigatievermogen; waarde van DSO komt vanuit voordeel op aansluiting
2. Primair: Inzet UPS dienst bij een bedrijven met continuïteitsvraag
3. Secondair: 10MW FCR
    - 15 minuten gecontracteerd: worst case scenario is 28 min inzet dus gedimensioneerd voor 30 min equivalent vol vermogen op- en afregelen
    - De virtuele batterij heeft een schijnbare capaciteit van 1MWh per MW dus 10 MWh bandbreedte waar FCR in kan functioneren binnen de totale capaciteit van 200 MWh.
4. Tertiair: Resterend vermogen kan ingezet worden voor speculatie op spot- en onbalansmarkt, dat betekent dat er per dag met 10 MW en 100 MWh van de batterij gespeculeerd kan worden.

Toekomstige waardestromen:

I. Post winter package toepassing: virtual home storage (arbitrage als een dienst). Deel van het verschil tussen inkoop en verkoop van energie en laag en hoog tarief kan van geprofiteerd worden. Dit zou dan in plaats komen van speculatie op de spot markt.

5.3.2.4 Gebruiksprofiel en degradatie

In deze case zijn er twee gebruiksregimes, namelijk dagen zonder congestie (weekenden) en dagen met congestie (werkdagen).

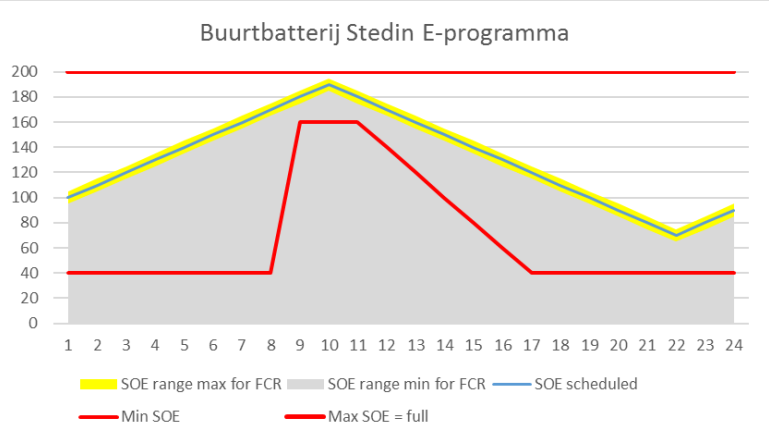
Er kan 10MW FCR ingezet worden en er kan met 10 MW en 110 MWh gespeculeerd worden op spot- en onbalansmarkt. Dit profiel is weergegeven in de volgende afbeelding, hierbij moet gelet worden op de volgende restricties:

- De batterij moet voor UPS en congestiemitigatie altijd een SOE tussen de rode lijnen hebben

[4] Kosten voor ½ C systeem 100MWh grootte is +- 275 €/kWh. Extra kosten vanwege meerdere subsystemen waardoor realisatiekosten hoger zijn dan een enkel project

[5] Bron van deze waarden zijn gemiddelde waardes van verschillende projecten op mondiaal vlak begeleid door DNV GL in 2016 en 2017. Daarbij is gerekend met lagere kosten voor het Power Conversion System, aangezien het een systeem met een lage C-rate betreft. Het betreft een gemiddelde waarde, uiteindelijke prijs zal van veel factoren afhangen, zoals uiteindelijke C-rate, levensduur eisen, etc.

- Aan het begin van de werkdag moet de accu vol genoeg zijn om 8 uur lang vermogen te kunnen leveren
- De rest van de dag is er een lagere energiebehoefte en is er ruimte voor energieprijsspeculatie
- De blauwe lijn toont een voorbeeld van maximale inzet van de opslageenheid voor energiespeculatie:
    - De blauwe lijn toont een cyclus van 10 MW en 110 MWh
    - De gele band toont het bereik waarbinnen FCR actief is bovenop het arbitrage profiel.



Figuur 4.3 Programma van 'State of Energy' (y-as, in MWh) tegenover het aantal uren (x-as) van een typische dag voor de Buurtbatterij binnen de betreffende regio

5.3.2.5 Business case

De business case is berekend door de verschillende diensten te combineren. De drie belangrijkste diensten worden gecombineerd, namelijk Frequency Containment Reserve (FCR), congestie back-up en Uninterupted Power Supply (UPS) diensten. De waardes voor congestie back-up en UPS diensten zijn verkregen binnen de gesprekken met de betreffende stakeholders.

Diensten	**Vergoeding per periode**	**Omzet per jaar (EUR, voor 20MW)**
FCR opbrengst	2500 EURO/MW/week	1300000
DSO congestie back-up	100 EURO/MW/maand*	24000
UPS diensten	500 EURO/MW/maand**	120000
	Totaal	1444000
	CAPEX	60000000
	Break-even na (jaar)	41 jaar
	Levensduur batterij	15 jaar

	Winst aan einde levensduur	EUR -38.340.000

**Gebaseerd op informatie van netbeheerder, waar conventionele netverzwaring circa 1.000.000 EUR kost, met een technische levensduur van 40 jaar.*
***Gebaseerd op een inschatting van de huidige waarde van UPS diensten*

5.3.2.6 Conclusie case 2

De Buurtbatterij is niet rendabel, omdat de kosten van netverzwaring aantrekkelijker zijn dan de case met energieopslag. Daarnaast moet de batterij binnen deze case in staat zijn om 8 uur lang congestievermogen te kunnen leveren. Dit betekent dat de batterij niet voor andere diensten kan worden ingezet. Een snellere batterij met een hoog vermogen zou aantrekkelijker zijn omdat er dan meer vermogen op FCR ingezet kan worden. Maar in dat geval zou het distributienet de limiterende factor zijn, wat betekent dat de additionele diensten juist een negatief effect zouden hebben op de congestie.

6 CONCLUSIES, AANBEVELINGEN

Bij de huidige prijzen van batterijtechnologie is de Buurtbatterij haalbaar op specifieke locaties.

Voor de specifieke locaties is het combineren van verschillende diensten en daarmee inkomstenstromen nodig om de business case rond te krijgen. Historische prijzen voor onbalans en reservemarkten zijn gebruikt, echter, het is niet duidelijk wat deze prijzen zullen zijn in de (nabije) toekomst. Een intelligent algoritme is nodig om de verschillende diensten te kunnen combineren.

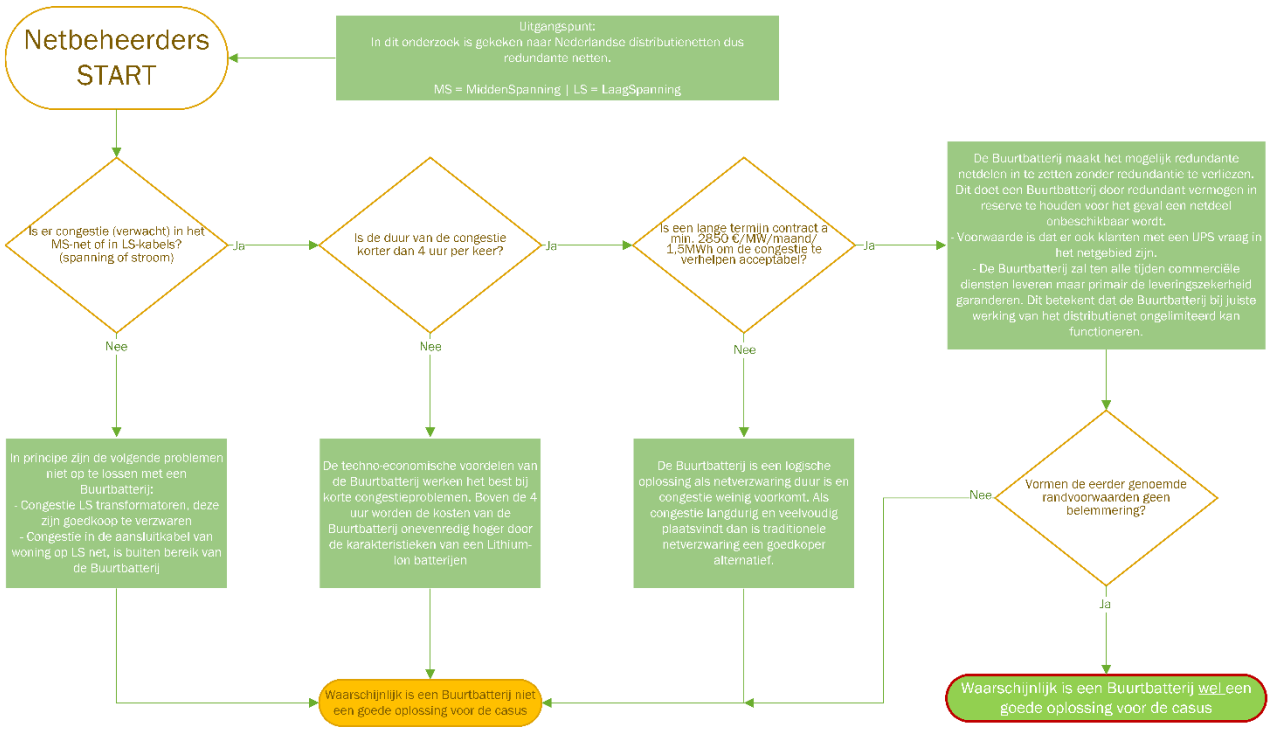
De volgende barrières zijn van toepassing op de Buurtbatterij: Standaardisatie, renumeratie, eigenaarschap, markttoegang en definiëring van energieopslag.

De netbeheerder wil verzekerd zijn van beschikbaarheid van het systeem, hiervoor zijn verschillende mogelijkheden beschikbaar:

- Verificatie van het regelalgoritme
- Fysieke beperking van het batterijsysteem middels een Battery Management System
- Monitoringssysteem voor aantonen aanwezige capaciteit
- Penalties in geval van niet-leveren.

Om ervoor te zorgen dat de netbeheerder verzekerd kan zijn van een afname van diensten van de Buurtbatterij, dienen duidelijke richtlijnen te worden opgezet waarbinnen een marktpartij moet opereren.

De netbeheerder is de belangrijkste afnemer van Buurtbatterijdiensten. Om de netbeheerder een handvat te geven en een voorlopige haalbaarheid van de Buurtbatterij oplossing voor congestie te bieden, is een beslisboom opgezet. De beslisboom geeft een goed beeld van de haalbaarheid van de Buurtbatterij in een netverzwaringssituatie.



Het concept is schaalbaar, de ontwikkelde beslisboom geeft een eerste aanzet tot het bepalen waar het concept potentieel interessant is. Een Buurtbatterij kan, bij het wegvallen of aanpassing van de salderingsregeling, in de toekomst ook waarde leveren voor kleinverbruikers.

Aanbevelingen tot vervolg is het implementeren van een dergelijke Buurtbatterij systeem in een locatie waarbij daadwerkelijk een congestieprobleem bestaat, waar de Buurtbatterij een alternatief vormt voor netuitbreiding, en waar een private partij het systeem beheert en diensten aanbiedt aan de regionale netbeheerder. Verder wordt netbeheerders aanbevolen om publieke tenders voor flexibiliteit verder te ontwikkelen, waarbij de Buurtbatterij één van de opties is voor het leveren van deze flexibiliteit.

6.1 Discussie

Een aantal aspecten zijn belangrijk voor de discussie:

- Prijzen Frequency Containment Reserve: de prijzen voor het leveren van deze dienst zijn gebaseerd op prijzen uit het verleden (2016 en 2017), echter, deze kunnen zeer veranderen in de komende jaren. Het is lastig de te verwachten prijzen te voorspellen, echter, de trent lijkt dalend te zijn gezien het feit dat er meer aanbod ontstaat. Het is belangrijk deze constatering mee te nemen in de meer gedetailleerde business case.
- De regelgeving rondom eigenaarschap van een batterij door de netbeheerder staat ter discussie. Binnen deze haalbaarheidsstudie is de huidige status van deze discussie als uitgangspunt genomen, echter, het verdient de aanbeveling om de ontwikkelingen rondom eigenaarschap mee te nemen in verdere detaillering van het concept.

7 UITVOERING VAN HET PROJECT

7.1 De problemen (technisch en organisatorisch) die zich tijdens het project hebben voorgedaan en de wijze waarop deze problemen zijn opgelost

Een aantal van de cases van de netbeheerders kwamen later dan geanticipeerd. Er is daarom bij RVO om uitstel gevraagd wat is toegekend.

7.2 Toelichting op wijzigingen ten opzichte van het projectplan

In dit hoofdstuk staan wijzigingen ten opzichte van het projectplan.

De volgende werkpakketten stonden in het projectplan beschreven:

- In Werkpakket 1 worden definities, dimensies en bekadering van het concept Buurtbatterij beschreven
    - Status: dit is volledig afgerond
- In Werkpakket 2 wordt de vergelijkingstudie uitgevoerd. Hierbij wordt een overzicht van de technische en maatschappelijke voors en tegens van een buurtbatterij beschreven versus een woningbatterij
    - Status: De technische en maatschappelijke voors en tegens van de buurtbatterij zijn bestudeerd en beschreven. De woningbatterij is niet meer bestudeerd, aangezien de bestudering van de buurtbatterij al erg intensief bleek. Daar tegenover zijn meerdere buurbatterij cases doorgerekend
- In Werkpakket 3 wordt de haalbaarheidsstudie uitgevoerd. Hiervoor wordt een kosten- en batenanalyse van een Buurtbatterij uitgevoerd, met NPV en gevoeligheidsanalyse
    - Status: de haalbaarheidsstudie is niet voor één case maar voor twee cases uitgevoerd. Een terugverdientijd is berekend, maar niet een NPV of gevoeligheidsanalyse, met name omdat de additionele case veel tijd vergde
- In Werkpakket 4 wordt de schaalbaarheidsstudie uitgevoerd. Hiervoor wordt een lijst met belangrijke parameters ontwikkeld voor het kunnen bepalen welke locaties geschikt zijn voor het ontwikkelen van een Buurtbatterij
    - Status: afgerond
- In Werkpakket 5 wordt de rapportage en disseminatie van de projectresultaten uitgevoerd.
    - Status: afgerond.

7.3 Toelichting op de verschillen tussen de begroting en de werkelijk gemaakte kosten.

Er zijn geen significante verschillen tussen de begroting en de werkelijk gemaakte kosten.

7.4 Toelichting wijze van kennisverspreiding

Het consortium heeft op verschillende bijeenkomsten en in verschillende media de resultaten van de haalbaarheidsstudie gepresenteerd. Hierbij een overzicht:

- Presentatie van de resultaten tijdens de ACRRESS conferentie over het CSGrip project
- Presentatie van de resultaten tijdens de Singapore International Energy Week event
- Presentatie van de resultaten tijdens de Smart Storage event
- Presentatie van de resultaten bij Alliander, Stedin en Enexis.

7.5 Toelichting PR project en verdere PR-mogelijkheden

De uitkomsten inclusief kennis van deze studie zijn op de volgende manieren verspreid op het moment van schrijven van deze eindrapportage:

- Op 21 februari 2017 is een artikel in Energeia verschenen over dit project: https://energeia.nl/nieuws/40059199/dnv-gl-wil-markt-en-netbeheerder-bij-elkaar-brengen-in-buurtbatterij
- Op 26 april 2017 is het volgende artikel verschenen in Duurzaam Bedrijfsleven: https://www.duurzaambedrijfsleven.nl/future-cities/22497/de-buurtbatterij-voor-iedereen-wat-is-de-businesscase
- Smart Storage heeft het volgende artikel geplaatst: https://smartstoragemagazine.nl/nieuws/i13204/dnv-gl-consortium-ontwikkelt-framework-voor-buurtbatterij-business-cases
- EnergieNext heeft het volgende artikel geplaatst: https://energienext.nl/consortium-finetunet-businesscase-buurtbatterij/

About DNV GL

Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, DNV GL enables organizations to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification and technical assurance along with software and independent expert advisory services to the maritime, oil and gas, and energy industries. We also provide certification services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our 14,000 professionals are dedicated to helping our customers make the world safer, smarter and greener.