

De wijk in balans

Een lokaal energiedeelsysteem voor iedereen



 **GROOT GEERDINKHOF**
Vereniging van huiseigenaren

 Hogeschool
van Amsterdam



ENERGIE LAB ZUIDOOST

**EC
HO**

Colofon

Titel	Van Zon naar Buurman
Subtitel	Energie voor en door de buurt
Inleverdatum	13 juni 2026
Plaats	Amsterdam
Onderwijsinstelling	Hogeschool van Amsterdam
Opleiding	Master Urban Technology

Auteurs

Naam	Hidde Boxelaar
Specialisatie	Bedrijfskunde
Studentennummer	500809075
E-mailadres	hidde.boxelaar@hva.nl

Naam	Ids Hogenbirk
Specialisatie	Werktuigbouwkunde
Studentennummer	500979206
E-mailadres	ids.hogenbirk@hva.nl

Naam	Stefan van der Molen
Specialisatie	Engineering: Product Design
Studentennummer	500856425
E-mailadres	stefan.van.der.molen@hva.nl

Beoordelaars

Naam	Rick Wolbertus
E-mailadres	r.wolbertus@hva.nl

Naam	Allyson Mannsur
E-mailadres	a.n.mannsur@hva.nl

Opdrachtgevers

Naam: Energiecoöperatie Holendrecht-Oost

Contactpersoon: Cor van Haagen

Naam: Commissie Energietransitie Geerdinkhof

Contactpersoon: Wouter van Rennes, Berend Fraenkel & Jeroen Kruisheer

Voorwoord

Voor u ligt het adviesrapport *De wijk in balans: Een lokaal energiedeelsysteem voor iedereen*, opgesteld in het kader van de masteropleiding Urban Technology aan de Hogeschool van Amsterdam. Dit onderzoek is uitgevoerd door Hidde Boxelaar, Ids Hogenbirk en Stefan van der Molen in opdracht van Energiecoöperatie Holendrecht-Oost (EC-HO) en de Commissie Energietransitie Geerdinkhof (CEG).

Binnen dit onderzoek hebben wij onderzocht hoe een lokaal energiedeelsysteem met buurtbatterij financieel, juridisch en technisch haalbaar kan worden gerealiseerd in Holendrecht-Oost, rekening houdend met de ruimtelijke inpassing. Daarnaast is verkend hoe de opgedane inzichten kunnen worden toegepast binnen Geerdinkhof. Aanleiding voor dit onderzoek zijn de toenemende uitdagingen binnen de energietransitie, zoals netcongestie, de groei van duurzame energieopwekking en de behoefte om lokaal opgewekte energie slimmer te benutten.

Het onderzoek vormde voor ons een uitdagend en leerzaam traject, waarin wij onze verschillende achtergronden in bedrijfskunde, werktuigbouwkunde en product design hebben gecombineerd om tot één integraal advies te komen. Daarbij hebben wij niet alleen gekeken naar technische oplossingen, maar ook naar de juridische, financiële en organisatorische voorwaarden die nodig zijn om energiedelen in de praktijk mogelijk te maken.

Wij willen onze opdrachtgevers Cor van Haagen, Wouter van Rennes, Berend Fraenkel en Jeroen Kruisheer bedanken voor hun betrokkenheid, inzichten en waardevolle feedback gedurende het onderzoek. Daarnaast bedanken wij onze begeleiders Rick Wolbertus en Allyson Mannsur voor hun kritische blik, expertise en begeleiding tijdens het gehele proces. Ook gaat onze dank uit naar het docententeam van de Master Urban Technology voor de ondersteuning en kennis die zij gedurende dit project hebben gedeeld.

Met trots presenteren wij dit adviesrapport. Wij hopen dat de resultaten bijdragen aan de verdere ontwikkeling van energiegemeenschappen in Amsterdam Zuidoost en inspiratie bieden voor vergelijkbare initiatieven elders in Nederland.

Amsterdam, juni 2026

Hidde Boxelaar
Ids Hogenbirk
Stefan van der Molen

Afkortingenlijst

Energiecoöperatie Holendrecht-Oost	(EC-HO)
Commissie Energietransitie Geerdinkhof	(CEG)
Middenspanningsruimtes	(MSR)
APEC	(Amsterdam Platform Energiegemeenschappen)
Energiedienstorganisatie	(EDO)
Autoriteit Consument & Markt	(ACM)
Causal Loop Diagrams	(CLD's)
Peer-to-Peer	(P2P)
Community Energy Storage	(CES)
Energiedeelsysteem	(EDS)
Energy Management System	(EMS)
Demand Side Management	(DSM)
Capaciteitssturendcontract	(CSC)
Groepstransportovereenkomst	(GTO)
Winst/verlies	(W/V)
Terugverdiëntijd	(TVT)
Multi Criteria Analyse	(MCA)
Congestiemanagementcontract	(CMC)

Meeteenheden:

kW	kilowatt (vermogen)
MW	megawatt (vermogen)
kWh	kilowattuur (energie/capaciteit)
MWh	megawattuur (energie/ capaciteit)
kWp	kilowatt-piek (piek vermogen)
MWp	megawatt-piek (piek vermogen)
m ³	kubieke meter (gasverbruik)
m ²	vierkante meter (oppervlakte)
kV	kilovolt (spanning)
kVa	kilovolt ampère (spanning)
EU/kWh	euro per kilowattuur (energietarief)
EU/huishouden	euro per huishouden

Begrippenlijst

ACM (Autoriteit Consument & Markt) — De Nederlandse toezichthouder die regels stelt voor onder andere de energiemarkt en netbeheerders, en bepaalt onder welke voorwaarden partijen toegang tot het elektriciteitsnet krijgen.

All-electric — Een woning of systeem dat volledig op elektriciteit draait, zonder aardgas (bijvoorbeeld met een warmtepomp en elektrisch koken).

Balancing (vraag en aanbod) — Het continu gelijk houden van de hoeveelheid opgewekte en verbruikte elektriciteit, wat nodig is om het net stabiel te houden.

Buurtbatterij — Een gezamenlijke, grote batterij voor een wijk waarin lokaal opgewekte energie wordt opgeslagen om later te gebruiken.

Capaciteit (kWh) vs. vermogen (kW) — Capaciteit is hoeveel energie een batterij kan opslaan (kWh); vermogen is hoe snel die energie geleverd of opgenomen kan worden (kW).

Capaciteitssturend contract (CSC) — Een afspraak met de netbeheerder om het verbruik tijdelijk te verlagen of te verschuiven als het net dreigt overbelast te raken, vaak in ruil voor voorrang op het net.

Community Energy Storage (CES) — Gezamenlijke energieopslag waarbij energie eerst centraal wordt opgeslagen (zoals in een buurtbatterij) in plaats van direct tussen huishoudens te worden uitgewisseld.

Congestiemangement — Maatregelen om een (dreigend) overbelast elektriciteitsnet te ontlasten, bijvoorbeeld door verbruik te verschuiven.

Congestiemangementcontract (CMC) — Een contract waarmee een afnemer afsprekt het net te ontlasten op drukke momenten, in ruil voor bijvoorbeeld een vergoeding of voorrang.

Congestieverzachter / congestieverlichting — Een project dat ruimte maakt op het volle elektriciteitsnet, waardoor het voorrang kan krijgen bij het verkrijgen van een aansluiting.

Demand Side Management (DSM) / Energievraagsturing — Het actief sturen van het elektriciteitsverbruik (tijdstip en hoeveelheid) om het systeem efficiënter te maken, bijvoorbeeld apparaten laten draaien als er veel zon is.

Elektrificatie — De overstap van fossiele energie (zoals aardgas) naar elektriciteit, bijvoorbeeld voor verwarming en vervoer.

Energiebelasting — De belasting die over het elektriciteitsverbruik wordt betaald.

Energiecoöperatie — Een vereniging van bewoners die samen lokaal energie opwekt, opslaat of deelt.

Energiedelen — Het lokaal (administratief of fysiek) uitwisselen van zelf opgewekte energie tussen bewoners of binnen een gemeenschap.

Energiedeelsysteem (EDS) — Het geheel van techniek, regels en organisatie waarmee energie binnen een wijk wordt gedeeld.

Energiegemeenschap — Een groep bewoners die zich organiseert om samen duurzame energie op te wekken, te delen en te beheren.

Energiemarktplaats — Een digitaal platform dat lokaal vraag en aanbod van energie aan elkaar koppelt.

Energiewet — De Nederlandse wet (sinds 1 januari 2026) die het lokaal opslaan, delen en onderling verhandelen van energie mogelijk maakt.

Energy Management System (EMS) — Het systeem dat automatisch bepaalt wanneer energie wordt opgeslagen of geleverd, en zo de opslag en verdeling coördineert.

Flexibiliteit (energiesysteem) — Het vermogen van het energiesysteem om in te spelen op schommelingen in vraag en aanbod, bijvoorbeeld door verbruik te verschuiven of energie op te slaan.

Groepstransportovereenkomst (GTO) — Een contract waarbij meerdere partijen samen één afspraak met de netbeheerder maken en de toegekende transportcapaciteit onderling verdelen.

Laag-, midden- en hoogspanningsnet — De drie niveaus van het elektriciteitsnet: hoogspanning transporteert over grote afstand, middenspanning verdeelt regionaal en laagspanning levert aan woningen.

Lokaal energiedeelsysteem — Een energiedeelsysteem dat binnen één wijk of gemeenschap is georganiseerd.

Lokale opwekkingsgraad — Het aandeel van de lokaal opgewekte energie dat ook daadwerkelijk lokaal wordt gebruikt, in plaats van teruggeleverd aan het net.

Middenspanningsruimte (MSR) — Een ruimte met een transformator die het middenspanningsnet met het laagspanningsnet verbindt.

Netbeheerder — Het bedrijf dat het elektriciteitsnet aanlegt en beheert (zoals Liander regionaal en TenneT landelijk).

Netcongestie — Overbelasting van het elektriciteitsnet, doordat de gevraagde of teruggeleverde hoeveelheid stroom de capaciteit van kabels en apparatuur overschrijdt.

Peak-shaving — Het afvlakken van verbruikspieken, bijvoorbeeld door op piekmomenten de batterij in te zetten.

Peer-to-peer (P2P) — Directe uitwisseling van energie tussen huishoudens onderling, zonder tussenkomst van een centrale partij.

Piekbelasting / piekvermogen — Het moment waarop de vraag naar (of het aanbod van) elektriciteit op het net het hoogst is.

Prioriteringskader (ACM) — De volgorde die de ACM hanteert om te bepalen welke partijen voorrang krijgen op de wachtlijst voor een netaansluiting.

Prosumer — Een huishouden dat zowel energie verbruikt (consumer) als zelf opwekt (producer).

Salderingsregeling — Regeling waarbij huishoudens teruggeleverde zonne-energie mogen wegstrepen tegen hun verbruik; wordt per 1 januari 2027 afgeschaft.

Terugleververgoeding — De vergoeding die een energieleverancier betaalt voor teruggeleverde elektriciteit; vervangt vanaf 2027 de salderingsregeling.

Managementsamenvatting

De energietransitie leidt tot een sterk groeiende elektriciteitsvraag en een toenemende opwekking van zonne-energie. Hierdoor neemt de belasting op het elektriciteitsnet toe en ontstaat netcongestie. Om deze ontwikkelingen op te vangen, wordt flexibiliteit binnen het energiesysteem steeds belangrijker. In Holendrecht-Oost wordt al op aanzienlijke schaal zonne-energie opgewekt, maar een groot deel hiervan wordt niet lokaal benut. Energiecoöperatie Holendrecht-Oost (EC-HO) en de Commissie Energietransitie Geerdinkhof (CEG) hebben daarom de ambitie om een lokaal energiedeelsysteem met buurtbatterij te realiseren. De stap naar implementatie blijft echter uit, doordat onduidelijk is onder welke voorwaarden zo'n systeem financieel, juridisch en technisch haalbaar is.

Vanuit deze context is onderzocht hoe een lokaal energiedeelsysteem met buurtbatterij financieel, juridisch en technisch haalbaar kan zijn voor Holendrecht-Oost, rekening houdend met de ruimtelijke inpassing. Hierbij is gebruikgemaakt van systems thinking, waarbij een Causal Loop Diagram en de leverage points van Meadows het systeem inzichtelijk maken en helpen om gericht te sturen op interventies. De focus ligt op Holendrecht-Oost, voor Geerdinkhof wordt een versimpelde uitwerking gemaakt

Juridisch blijkt dat energiedelen sinds de invoering van de Energiewet (1 januari 2026) mogelijk is, mits alle deelnemers bij dezelfde energieleverancier zijn aangesloten. Het gemeentelijk beleid rondom energiegemeenschappen staat nog in de kinderschoenen. Dit wordt binnen dit onderzoek niet als obstakel, maar als kans gezien om dit beleid mede vorm te geven. De belangrijkste belemmering is de wachtlijst voor een netaansluiting: om voorrang te krijgen stelt Liander de eis van minimaal 1 MW vermogen gedurende vier uur, wat voor één wijk niet haalbaar is.

Technisch is aangetoond dat een energiedeelsysteem de lokale opwekkingsgraad sterk kan verhogen. Door vraag en aanbod via een

energiemarktplaats beter op elkaar af te stemmen, kan dit tot wel 34% stijgen. Een buurtbatterij kan hier bovenop nog eens 20% aan bijdragen in een aantal scenario's.

Voorwaarde hierbij is wel dat eerst een onderliggende energiemarktplaats met een energiemanagementsysteem (EMS) aanwezig is. De omvang van de batterij is sterk afhankelijk van het toekomstige verbruik en de participatiegraad.

Ruimtelijk zijn dertien potentiële locaties teruggebracht tot één voorkeurslocatie (locatie 7). Deze ligt dicht bij de middenspanningskabel, op voldoende afstand van woningen en is beschermd, waardoor de visuele impact beperkt blijft.

Financieel verdient de investering zich in 24 van de 27 doorgerekende businesscases binnen vijftien jaar terug. De kleinste batterij is daarbij de veiligste keuze, omdat deze in alle scenario's wordt terugverdiend en bovendien de hoogste winst realiseert. De kanttekening hierbij is dat een kleinere batterij een lagere lokale opwekkingsgraad zal behalen dan een grotere batterij. Uit de Multi Criteria Analyse volgt dat batterij 2.1 bij een participatiegraad van 8,3% het minste risico geeft.

Geconcludeerd wordt dat een lokaal energiedeelsysteem met buurtbatterij financieel, juridisch en technisch haalbaar is, mits aan een aantal randvoorwaarden wordt voldaan. Drie systeeminterventies kunnen de financiële haalbaarheid verder vergroten: een subsidie voor risicodekking, het opheffen van de energiebelasting binnen de gemeenschap (gemiddeld +241% winst) en het verlagen van de terugleververgoeding (gemiddeld +23% winst). De kernaanbeveling aan EC-HO is om eerst een energiemarktplaats op te zetten voordat een buurtbatterij wordt aangeschaft, en vervolgens tijdig een netaansluiting aan te vragen.

Inhoudsopgave

1. Inleiding	10	5.4 <i>Ruimtelijke inpassing.....</i>	48
1.1 <i>Aanleiding</i>	11	5.5 <i>Financiële haalbaarheid</i>	51
1.2 <i>Vooronderzoek/achtergrond informatie.....</i>	14	5.6 <i>Multi-criteria analyse</i>	55
1.3 <i>Probleemstelling.....</i>	15	5.7 <i>Systeeminterventies</i>	58
1.4 <i>Knowlegde Gap.....</i>	16	6. Conclusie.....	62
1.5 <i>Scope.....</i>	17	6.1 <i>Financiële haalbaarheid</i>	62
2. Onderzoeksvragen	20	6.2 <i>Juridische haalbaarheid</i>	62
2.1 <i>Hoofdvraag.....</i>	20	6.3 <i>Technische haalbaarheid.....</i>	63
2.2 <i>Deelvragen</i>	20	6.4 <i>Ruimtelijke inpassing.....</i>	63
2.3 <i>Doelstelling</i>	20	6.5 <i>MCA</i>	64
2.4 <i>Eindproduct.....</i>	20	6.6 <i>Systeeminterventies</i>	64
3. Onderzoeksraamwerk	21	7. Discussie/aanbevelingen.....	65
3.1 <i>Systems Thinking</i>	21	7.1 <i>Zet een energiedeelsysteem op voordat een batterij wordt aangeschaft .</i>	65
3.2 <i>Methode.....</i>	23	7.2 <i>Reken de nieuwe invoerwaardes door nadat een energiedeelsysteem is opgezet</i>	65
4. Kennisbasis	26	7.3 <i>Formaat batterij.....</i>	66
4.1 <i>Flexibel energiesysteem</i>	26	7.4 <i>Aansturing van de batterij.....</i>	66
4.2 <i>Energy Trading</i>	29	7.5 <i>Vraag zo snel mogelijk een aansluiting aan.....</i>	66
4.3 <i>Energymatch</i>	31	7.6 <i>Aanbeveling nationale wetgeving.....</i>	66
5. Onderzoeksresultaten.....	34	7.7 <i>Aanbeveling Geerdinkhof.....</i>	66
5.1 <i>Huidige energiedeelsysteem.....</i>	34	8. Literatuurlijst	68
5.2 <i>Juridisch kader.....</i>	38	9. Bijlage	74
5.3 <i>Technische haalbaarheid</i>	42	9.1 <i>Congestieonderzoek.....</i>	74
		9.2 <i>Energiewet 2026.....</i>	76

9.3	<i>Adviesrapport: de publiek-civiele weg naar een duurzame energietransitie</i>	
	79	
9.4	<i>Frameworks energiegemeenschappen</i>	82
9.5	<i>ACM-prioriteringskader en voorwaarden Liander</i>	83
9.6	<i>Gespreksverslag meeting EC-HO en CEG</i>	84
9.7	<i>Wijkanalyse Holendrecht-Oost en Geerdinkhof</i>	86
9.8	<i>Doelstellingenbomen</i>	88
9.9	<i>Methodologisch overzicht</i>	92
9.10	<i>Stakeholderanalyse</i>	98
9.11	<i>Gesprek Bertus Tulleners</i>	100
9.12	<i>Toelichting deelvraag 3</i>	102
9.13	<i>Verkenning case-studies ruimtelijke inpassing</i>	111
9.14	<i>3 locaties identificeren</i>	112
9.15	<i>Leeswijzer businesscase buurtbatterij</i>	114
9.16	<i>Businesscases</i>	120
9.17	<i>MCA</i>	123
9.18	<i>Systeeminterventies</i>	124

1. Inleiding

In 2015 is het Parijsakkoord gesloten om de opwarming van de aarde te beperken tot maximaal 1,5°C, waarin 196 landen afspraken hebben gemaakt om de uitstoot van broeikasgassen drastisch te verminderen. Vanuit het Parijsakkoord heeft de Europese Unie in 2019 de ‘European Green deal’ opgesteld, waarin een uitgebreid klimaat- en duurzaamheidsplan is opgesteld (Europese Unie, 2016). De Green Deal heeft als doel om in 2050 volledig klimaatneutraal te zijn in Europa. Vanuit dit doel zijn verschillende onderwerpen concreet gemaakt waarop Europees gefocust moet worden. De onderwerpen die het meest aansluiten bij dit project zijn ‘Klimaat’ en ‘Energie’. De klimaatdoelen hierbij zijn klimaatneutraal in 2050, 42,5% van alle energie moet uit hernieuwbare bronnen komen en de energie-efficiëntie moet verbeterd worden (European Commission, 2019). Om dit te bereiken moeten grotere veranderingen plaatsvinden op het gebied van energie. De fossiele brandstoffen moeten worden verminderd en hernieuwbare energie, zoals zonne-energie, windenergie, waterkracht en biomassa moet sterk worden verhoogd.

Nederland heeft vanuit de European Green Deal het klimaatakkoord opgesteld, wat een nationaal beleidsakkoord is om landelijk de uitstoot van broeikasgassen te verlagen. Dit heeft grote invloed op de huidige manier van energieopwekking en energiegebruik van Nederland en zo ook Amsterdam.

Amsterdam streeft ernaar om in 2050 een volledig klimaatneutrale stad te zijn en heeft daartoe de Routekaart Amsterdam Klimaatneutraal 2050 opgesteld (Gemeente Amsterdam, 2021). Een relevante strategie om dit doel te bereiken is elektrificatie van bijvoorbeeld de gebouwde omgeving. Woningen stappen over van aardgas op duurzame verwarmingstechnieken (zoals warmtepompen en warmtenetten), elektrisch koken en het gebruiken hernieuwbare energiebronnen, zoals zonne- en windenergie. Waar de gemeente eerder sterk inzette op de grootschalige uitrol van warmtenetten in Amsterdam, zijn deze plannen momenteel niet verder in uitvoering. Ook is er een onderzoek naar het

aanleggen van warmtenet i.c.m. aquathermie, maar dit heeft een groot prijskaartje voor wijken met grondgebonden woningen (Van Asten et al., 2025). Om deze redenen lijkt de toepassing van een *all-electric* systeem de eerste keuze. Dit leidt tot een stijging van wel 3-4,5x van de elektriciteitsvraag in 2050 (Sijm, 2024).

De groeiende elektriciteitsvraag en toenemende piekbelasting zorgen voor netcongestie, waarbij het elektriciteitsnet de vraag van huishoudens en bedrijven niet altijd meer volledig kan faciliteren. Een belangrijke oorzaak hiervan is een gebrek aan flexibiliteit binnen het energiesysteem. Wanneer vraag en aanbod van elektriciteit onvoldoende op elkaar worden afgestemd, neemt de belasting op het net toe en kunnen knelpunten ontstaan. Deze ontwikkeling is ook zichtbaar in Amsterdam. In bijlage 9.1 is verder toegelicht wat dit betekent voor Amsterdam. Volgens TenneT zal in het nieuwe netdeel Amsterdam Zuidoost een nieuw hoogspanningsstation worden gerealiseerd. Met deze uitbreiding neemt de beschikbare transportcapaciteit in de regio naar verwachting met circa 1500 MW toe (TenneT, 2026a). Dit onderstreept dat aanzienlijke investeringen nodig zijn om het elektriciteitsnet toekomstbestendig te maken.

Naast uitbreidingen op het hoogspanningsnet wordt ook het middenspanningsnet verzwakt. Naar verwachting zullen in de komende jaren ongeveer 2.600 nieuwe middenspanningsruimtes (MSR) worden bijgebouwd (Gemeente Amsterdam, z.d.-a). Deze ontwikkelingen laten zien dat de bestaande netinfrastructuur steeds meer onder druk staat door de groeiende elektriciteitsvraag en de toename van duurzame energieopwek.

Een van deze oorzaken is de sterke groei van zonne-energie. Zonne-energie zorgt ervoor dat op bepaalde momenten grote hoeveelheden elektriciteit tegelijkertijd worden opgewekt. Hierdoor wordt het steeds lastiger om het elektriciteitsnet in balans te houden, waarbij vraag en aanbod van elektriciteit gelijk moeten zijn. Met name op zonnige momenten, wanneer veel zonnepanelen tegelijk energie produceren, kan er een overschot aan elektriciteit ontstaan. Dit leidt tot extra druk op het elektriciteitsnet en kan in

sommige gevallen resulteren in netcongestie. Hoewel dit in Nederland steeds vaker voorkomt, is invoeding van zonne-energie in Amsterdam momenteel nog geen beperkende factor doordat er in de zomer nog ruimte beschikbaar is op het net. Deze situatie komt in Nederland steeds vaker voor (Eneco, z.d.; Vandebon, z.d.).

Tegen deze achtergrond verandert het beleidskader rondom teruglevering van elektriciteit. Een belangrijke beleidsmaatregel is het afschaffen van de salderingsregeling per 1 januari 2027. Met deze maatregel wil de overheid huishoudens stimuleren om een groter deel van hun zelf-opgewekte elektriciteit direct in de woning te gebruiken, in plaats van deze terug te leveren aan het net (Rijksoverheid, z.d.). Hierdoor kan de belasting op het elektriciteitsnet worden verminderd en wordt het energiesysteem beter in balans gehouden (Vandebon, z.d.; Eneco, z.d.).

Binnen deze context groeit de aandacht voor lokale energieoplossingen, die de flexibiliteit van het energiesysteem vergroten. In 2025 waren in Nederland circa 3,25 miljoen zonnepanelen aangesloten (CBS, 2025). Om deze lokaal opgewekte energie efficiënter te benutten, is het concept energiedelen ontstaan. Energiedelen in een woonwijk betreft het administratief of fysiek uitwisselen van lokaal opgewekte hernieuwbare energie, zoals zonne-energie, tussen bewoners, burens of binnen een energiegemeenschap. In dit onderzoek wordt de term ‘lokaal energiedeelsysteem’ gebruikt voor een systeem waarin energie lokaal binnen een energiegemeenschap of wijk wordt geproduceerd, gedeeld, opgeslagen en verbruikt.

Op Europees niveau werd in 2018 wetgeving vastgesteld om energiedelen mogelijk te maken (EU, 2018), waarbij de verdere uitwerking werd overgelaten aan de afzonderlijke lidstaten. In Nederland heeft dit geleid tot de invoering van de zogeheten ‘Energiewet’ die op 1 januari 2026 werd ingevoerd (TenneT, 2026b). Tot voor kort was energiedelen in Nederland slechts beperkt mogelijk, doordat de bestaande wet- en regelgeving hier onvoldoende op was ingericht. Met de invoering van de Energiewet komt hierin verandering. De wet introduceert regels die het mogelijk maken om energie lokaal op te slaan, te

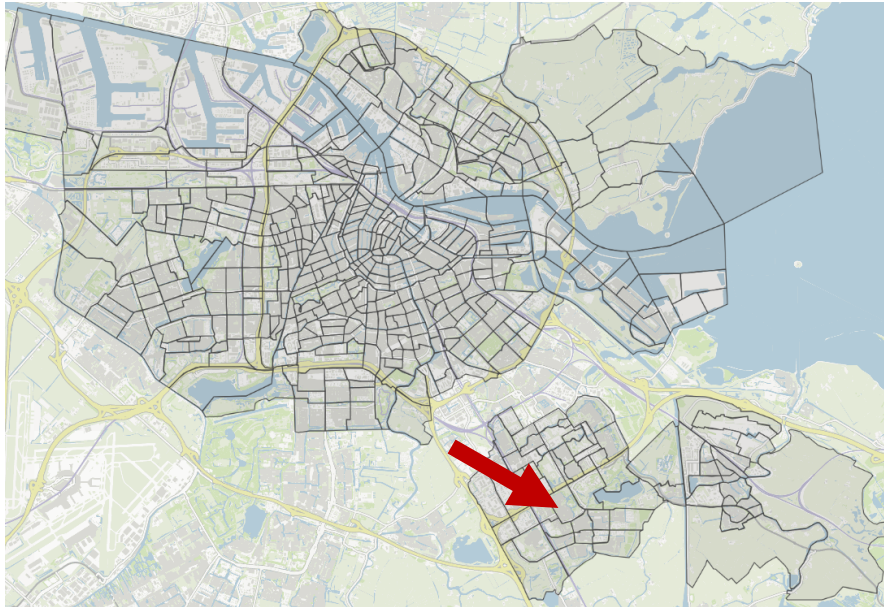
delen en onderling te verhandelen via zogenoemde peer-to-peerconstructies, waarbij lokale initiatieven een grotere rol krijgen (Regionale Energie Transitie, 2026). Een nadere toelichting op deze wet is opgenomen in bijlage 9.2. Omdat energiedelen een relatief nieuw concept is, zijn veel praktische en organisatorische aspecten hiervan nog onvoldoende onderzocht.

1.1 Aanleiding

Vanuit de gemeenschap is steeds meer inzet voor duurzaamheidsinitiatieven, waaronder ook het delen van energie binnen de wijk en het opslaan van zelf opgewekte energie. Zo ook de opdrachtgevers van dit onderzoek in Amsterdam Zuidoost. In Amsterdam Zuidoost liggen in totaal 23 wijken, allemaal met eigen buurtinitiatieven. In twee van deze wijken zijn **Energiecoöperatie Holendrecht-Oost (EC-HO)** en **Commissie Energietransitie Geerdinkhof (CEG)** actieve gemeenschappen die ook proberen hun bijdragen te leveren aan het verduurzamen van de wijk.

Afgelopen jaar is in Holendrecht-Oost een onderzoek gedaan naar het aardgasvrij maken van de wijk (Van Asten et al., 2025). Na dit succes, is er dit jaar wederom een onderzoek geformuleerd. Dit jaar willen zowel energiecoöperatie Holendrecht-Oost als Commissie Energietransitie Geerdinkhof onderzoeken hoe lokaal energie opgeslagen en gedeeld kan worden binnen de wijk door het toepassen van een buurtbatterij. Dit met het doel om bij te dragen aan de duurzaamheid van de wijk. In hoofdstuk 1.1.1 en 1.1.2 worden de wijken en opdrachtgevers nader toegelicht.

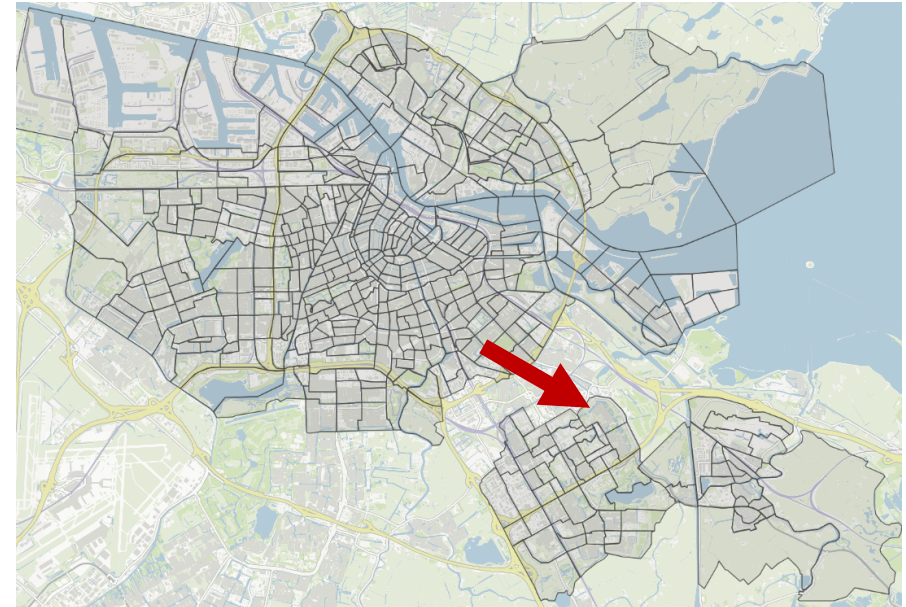
1.1.1 Holendrecht-Oost



Figuur 1: Locatie Holendrecht-Oost

Holendrecht-Oost is een wijk gelegen in het midden van Amsterdam Zuidoost. Het is een groene, ruimte opgezette woonwijk met 1000 grondgebonden woningen uit de jaren '80. De buurt is een mix van koop- en huurwoningen. De wijk is erg multicultureel met bewoners van verschillende afkomsten. Holendrecht-Oost kent een “recht-toe-recht-aan” ruimtelijke structuur (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2020). In de wijk heeft ongeveer 30% van de woningen zonnepanelen geïnstalleerd op het dak. EC-HO is een kerngroep van enthousiaste bewoners uit Holendrecht-Oost. Deze groep richt zich op hoe de energievoorziening van de wijk eruitziet als alle huishouden van het gas af zijn, volgens de huidige plannen van Gemeente Amsterdam. De missie van EC-HO is om zelf te bepalen hoe de toekomstige manier van energie- en warmtevoorziening eruit komt te zien en hier gezamenlijk eigenaar van te worden (Energiecoöperatie Holendrecht Oost, 2026). Zo kunnen de bewoners zelf een belangrijke bijdrage leveren aan de energietransitie.

1.1.2 Geerdinkhof



Figuur 2: Locatie Geerdinkhof

Geerdinkhof is een wijk gelegen bovenin Amsterdam Zuidoost. Het is een rustige groene wijk met grondgebonden woningen uit de jaren '70 en '80. De buurt heeft enkel koopwoningen. Geerdinkhof is in vergelijking tot andere wijken in Zuidoost een minder multiculturele wijk. De ruimtelijke structuur in de wijk is te beschrijven als een “kronkelige wijk” (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2020). In de wijk heeft ongeveer 60% van de woningen zonnepanelen geïnstalleerd op het dak. Commissie Energietransitie Geerdinkhof is een groep bewoners die als doelstelling heeft om de bewoners in Geerdinkhof te ondersteunen bij hun inspanningen om aardgasvrij te worden, volgens het beleid van de overheid. Hierbij stimuleert de commissie bewoners te isoleren en wordt er onderzoek gedaan naar collectieve warmtesystemen voor de wijk om zo een bijdrage te leveren aan de energietransitie van de wijk (Commissie Energietransitie Geerdinkhof, 2025).

1.1.3 Ontwikkeling gemeentelijk beleid

EC-HO en CEG hebben gehoord van het concept “energiedelen” en zijn geïnteresseerd in de mogelijkheden om dit toe te passen in hun eigen wijk. Door de invoering van de Energiewet in 1 januari 2026, is er ruimte ontstaan voor bewoners en energiegemeenschappen om gezamenlijk energieprojecten te ontwikkelen.

De gemeente Amsterdam stimuleert deze ontwikkeling. De gemeente heeft aangegeven dat energiegemeenschappen een volwaardige rol moeten krijgen in de energietransitie en heeft hiervoor een routekaart opgesteld waarin de voorwaarden voor publiek-civiele samenwerking worden beschreven (Gemeente Amsterdam et al., 2025). Binnen deze aanpak worden verschillende ondersteunende regels en organen ontwikkeld. Één van deze organen is APEC (Amsterdam Platform Energiegemeenschappen) die lokale energiegemeenschappen samenbrengt en ondersteunt. Daarnaast wordt gewerkt aan de oprichting van een Energiedienstorganisatie (EDO), die diensten rondom lokale energieprojecten kan leveren, bijvoorbeeld voor het beheren van collectieve zonnepanelen, slimme meters en buurtbatterijen. Verdere toelichting over deze ontwikkelingen is te vinden in bijlage 9.3.

Door deze nieuwe wetgeving- en beleidsontwikkelingen groeit de interesse bij EC-HO en CEG in het onderzoeken van mogelijkheden voor lokale energiedelen en energieopslag binnen de wijk. Deze ontwikkelingen vormen de aanleiding voor het huidige onderzoek.

1.2 Vooronderzoek/achtergrond informatie

Dit hoofdstuk biedt de benodigde achtergrondinformatie voor het onderzoek. Daarbij worden ontwikkelingen en randvoorwaarden besproken die van invloed zijn op de haalbaarheid van het onderzoek in Holendrecht-Oost.

1.2.1 Verschillende deelstructuren

Na de formalisatie van het begrip “energiegemeenschappen” in de Energiewet 2026 (zie *bijlage 9.2*) is het concept energiedelen mogelijk. Volgens Justin Pagden (2025) zijn er 3 mogelijke modellen om energie te delen (zie *bijlage 9.3*):

1. Gelijktijdig delen
2. Alles delen
3. Energiegemeenschap als eigen leverancier

Volgens Pagden hebben alle 3 de mogelijke modellen één belangrijke randvoorwaarde: deelnemers moeten overstappen naar dezelfde energieleverancier. Dit maakt energiedelen in de huidige tijd ingewikkeld, omdat dit veel vraagt van de leden van energiegemeenschappen (Pagden, 2025).

1.2.2 Prioriteringskader

Naast veranderingen in wetgeving rondom energiedelen speelt ook de verdeling van beschikbare netcapaciteit een steeds grotere rol. In gebieden waar sprake is van netcongestie kunnen nieuwe of zwaardere aansluitingen niet altijd direct worden gerealiseerd. Om te bepalen welke partijen toegang krijgen tot schaarse transportcapaciteit, heeft de Autoriteit Consument & Markt (ACM) een maatschappelijk prioriteringskader opgesteld. Dit kader maakt het mogelijk dat netbeheerders aanvragen voor transportcapaciteit niet uitsluitend behandelen op basis van het voorheen gehanteerde *first come, first served* principe, maar ook kijken naar de maatschappelijke waarde van een project (Stedin, z.d.; Nysingh, 2026). Verdere toelichting over de het prioriteringskader is te vinden in *bijlage 9.5*.

Het prioriteringskader wordt vanaf 2026 structureel toegepast door netbeheerders bij de verdeling van transportcapaciteit in gebieden met netcongestie. Hierdoor krijgen projecten die de druk op het elektriciteitsnet verlagen sneller toegang tot beschikbare netcapaciteit. Dit moet ervoor zorgen dat de beschikbare capaciteit effectiever wordt benut en dat initiatieven die de energietransitie ondersteunen niet onnodig worden vertraagd (Nysingh, 2026).

1.2.3 Lage project-participatie

Uit gesprekken met de opdrachtgever blijkt dat de participatiegraad binnen Holendrecht-Oost laag is (C. van Haagen, persoonlijke communicatie, 12 februari 2026; zie *bijlage 9.12*). De actieve kern omvat minder dan 1% van de bewoners. Voor een succesvolle realisatie van een energiedeelsysteem is echter voldoende elektriciteitsopwek noodzakelijk. Tegelijkertijd vraagt een ingrijpende en kapitaalintensieve investering om voldoende financiële draagkracht binnen de gemeenschap.

1.2.4 Positieve businesscase

Voor de implementatie van een lokaal energiedeelsysteem speelt de economische haalbaarheid een belangrijke rol. Hoewel technische en organisatorische aspecten van belang zijn voor de werking van een dergelijk systeem, blijkt uit gesprekken met betrokkenen uit de wijk dat vooral de financiële aantrekkelijkheid voor bewoners bepalend kan zijn voor het succes op de langere termijn (C. van Haagen, persoonlijke communicatie, 12 februari 2026; zie *bijlage 9.6*). Wanneer een energiedeelsysteem aantoonbare voordelen oplevert voor de bewoners, ontstaat er namelijk een grotere bereidheid om deel te nemen aan of gebruik te maken van het energiedeelsysteem. Hierbij wordt gerefereerd naar de winst/verlies (W/V) aan het eind van de levensduur van de batterij. Ook de terugverdientijd speelt een rol in het financieel aantrekkelijk maken van de investering. Hoe eerder de investering zichzelf terugverdient, hoe minder risicovol de investering zal lijken.

1.3 Probleemstelling

Binnen de energietransitie wordt het steeds belangrijker om lokaal opgewekte energie efficiënter te benutten. In Holendrecht-Oost en Geerdinkhof is al veel zonne-energie aanwezig, maar deze wordt nog niet optimaal lokaal gebruikt. Energiedelen en de buurtbatterij biedt hiervoor een mogelijke oplossing, maar de implementatie blijkt complex door technische, juridische en financiële onzekerheden. Vanuit deze context ontstaat de volgende probleemstelling.

Energiecoöperatie EC-HO en de Commissie Energietransitie Geerdinkhof hebben de ambitie om in de wijk een energiedeelsysteem te realiseren.

In Holendrecht-Oost en Geerdinkhof wordt al op aanzienlijke schaal zonne-energie opgewekt. Een deel van deze lokaal opgewekte elektriciteit wordt echter niet direct binnen de wijk benut. Hierdoor blijft potentieel voor efficiënter lokaal energiegebruik onbenut.

Energiedelen kan op papier bijdragen aan een betere afstemming tussen lokale opwek en lokaal verbruik en daarmee aan een efficiënter en flexibeler energiesysteem op wijkniveau. Ondanks deze ambitie is de stap naar daadwerkelijke implementatie tot op heden niet gezet.

De realisatie van een energiedeelsysteem stagneert doordat onduidelijk is hoe dit systeem binnen de wijk concreet vormgegeven kan worden en onder welke voorwaarden het uitvoerbaar is. Hierdoor blijft besluitvorming over implementatie uit en wordt het potentieel van lokaal opgewekte zonne-energie momenteel onvoldoende benut. Er zijn meerdere deelstructuren voor het delen van energie, waarbij het onduidelijk is welke van de drie structuren het best toepasbaar is voor EC-HO en CEG en tegen welke obstakels aangelopen wordt.

Tegelijkertijd zijn er binnen Amsterdam ontwikkelingen gaande rondom de positionering van energiegemeenschappen. Met de oprichting van APEC en de ontwikkeling van een EDO wordt gewerkt aan nieuwe vormen van publiek-civiele samenwerking. De gemeente Amsterdam onderzoekt momenteel de

juridische verankering van lokaal eigenaarschap, passende financieringsinstrumenten en heldere voorwaarden voor gemeentelijke ondersteuning. Deze beleidskaders zijn echter nog in ontwikkeling, waardoor het nog onduidelijk is hoe dit zich tot deze stedelijke structuren en randvoorwaarden moet verhouden en welke concrete mogelijkheden dit biedt voor energiedelen in Holendrecht-Oost en Geerdinkhof.

Ook het maatschappelijk prioriteringskader van de ACM speelt een rol. Deze partij bepaalt hoe schaarse transportcapaciteit op het elektriciteitsnet wordt verdeeld in gebieden met netcongestie. In plaats van alleen het *first come, first served*-principe toe te passen, krijgen projecten met een hogere maatschappelijke waarde of projecten die het elektriciteitsnet ontlasten voorrang. Voor initiatieven zoals een buurtbatterij betekent dit dat zij alleen prioriteit kunnen krijgen wanneer zij aantoonbaar bijdragen aan het verminderen van netcongestie. Wanneer deze prioriteit niet wordt toegekend, zal het onduidelijk zijn hoelang het duurt voordat een aansluiting toegekend wordt. Dit kan oplopen tot meerdere jaren, waarbij momenteel een wachtlijst is tot minimaal 2037 voor grootverbruik aansluitingen (Stultiens, 2026).

De projectparticipatie binnen Holendrecht-Oost is laag. Dit vormt een belangrijke belemmering voor de realisatie van een energiedeelsysteem, aangezien zowel voldoende lokale energieopwek, als betrokkenheid van bewoners noodzakelijk is voor een goed functionerend systeem. Tegelijkertijd vraagt een ingrijpende investering om voldoende financiële draagkracht binnen de gemeenschap, wat bij een laag deelnemend aantal huishoudens de uitvoerbaarheid van het initiatief bemoeilijkt.

Naast deze juridische en technische randvoorwaarden speelt ook de economische haalbaarheid een belangrijke rol. Een energiedeelsysteem moet niet alleen technisch uitvoerbaar zijn, maar ook financieel aantrekkelijk zijn voor bewoners. Daarom is het noodzakelijk dat dit systeem voor leidt tot een positieve businesscase, waarbij de kosten worden gecompenseerd door voordelen zoals lagere energiekosten of een efficiënter gebruik van lokaal opgewekte energie waar iedereen in de wijk gebruik van kan maken.

1.4 Knowlegde Gap

Ondanks de toegenomen beleidsmatige ruimte voor de energiegemeenschappen ontbreekt op wijkniveau geïntegreerde en toepasbare kennis over de voorwaarde waaronder energiedelen juridisch, technisch en financieel realiseerbaar is. De punten waar meer kennis voor nodig is zijn:

- Het systemisch functioneren van energiedeelsysteem
- De juridische trends, mogelijkheden en beperkingen van energiedelen binnen de kaders van de nieuwe Energiewet en de publiek-civiele samenwerking, toegepast op een afgebakende woonwijk.
- De deelstructuur modellen voor lokaal energiedelen
- De technische en ruimtelijke vereisten en systeemcondities die nodig zijn om lokale opwek en lokaal verbruik effectief op elkaar af te stemmen.
- De ruimtelijke randvoorwaarden die van invloed zijn op de realisatie van een buurtbatterij
- De financiële mogelijkheden, waaronder investeringskosten, operationele kosten, verdienmodellen voor de case Holendrecht-Oost en Geerdinkhof
- De mogelijke barrières die doorbroken moeten worden voor een haalbare uitkomst

Er is nog onvoldoende kennis over de praktische haalbaarheid van energiedelen en de toepassing van een buurtbatterij binnen de wijk. Zolang de juridische, technische, ruimtelijke en financiële aspecten onvoldoende in kaart zijn gebracht, blijft onduidelijk onder welke voorwaarden een lokaal energiedeelsysteem in Holendrecht-Oost en Geerdinkhof haalbaar en succesvol kan worden toegepast.

1.5 Scope

Voor dit onderzoek wordt een duidelijke scope gehanteerd om de haalbaarheid van het onderzoek te waarborgen. Er worden keuzes gemaakt omtrent de wijkkeuze en er wordt toegelicht welke thema's wel of niet onderzocht gaan worden. Binnen de onderzochte onderzoeksthema's wordt toegelicht welke aspecten wel en niet mee worden genomen.

1.5.1 Wijkkeuze

Uit het introductiegesprek met de opdrachtgevers is naar voren gekomen dat beide wijken een overlappend doel hebben, namelijk een concept om energiedelen mogelijk te maken binnen de wijk (C. van Haagen & W. van Rennes, persoonlijke communicatie, 12 februari 2026; zie *bijlage 9.6*). Naast dit overlappende doel liggen een aantal verschillen binnen EC-HO en CEG, wat wordt uitgelegd in *bijlage 9.7*. Door de verschillen in ruimtelijke opbouw, demografie, participatie, sociaal-culturele aspecten en economische positie zal er voor de wijken een ander concept uitkomen. Het parallel onderzoeken van beide wijken gaat binnen dit onderzoek ten koste van de diepgang. Door de focus te leggen op Holendrecht-Oost kan er een uitgebreide analyse gedaan worden op de casus om tot een realistischer en verder uitgewerkt eindresultaat te komen. Om deze reden wordt de focus in het onderzoek gelegd op Holendrecht-Oost. Verdere toelichting van deze keuze is toegelicht in *bijlage 9.6*.

Voor de wijk Geerdinkhof wordt een vergelijking gemaakt aan de hand van het concept van Holendrecht-Oost om ook voor deze wijk in kaart te brengen hoe er naar eenzelfde soort energiedeelsysteem toegewerkt kan worden.

1.5.2 Onderzoeksthema's

In totaal zijn er 5 hoofdthema's binnen het project, waar de focus op gelegd zal worden. Deze thema's zijn: juridisch, technisch, financieel, sociaal en ruimtelijk inpassing. Per onderdeel wordt aangegeven wat wel en niet meegenomen

wordt binnen het onderzoek. In *Figuur 3* is een visuele afbakening van deze hoofdthema's te vinden. Het figuur is een visualisatie van de toelichting van de vijf thema's die hieronder verder besproken worden.

1.5.2.1 Juridisch

Voor de toepassing van een buurtbatterij wordt de focus gelegd op het onderzoeken van het huidige beleid rondom de omgevingsplannen, energiegemeenschappen, netcongestie en energiedelen. Deze informatie geeft het inzicht in de huidige mogelijkheden en barrières van het project rondom de juridische aspecten. Daarnaast wordt er gekeken naar juridische trends op nationaal en lokaal niveau, zoals het ontwikkelingen in de Energiewet. Ook wordt gekeken naar de huidige positie van energiegemeenschappen binnen de huidige wetgeving en welke rol deze spelen in de toekomst.

1.5.2.2 Technisch

Om energie op te slaan wordt in dit onderzoek gekeken naar het plaatsen van buurtbatterijen en niet naar thuisbatterijen. Dit komt voort uit het onderzoek van CE Delft, waaruit blijkt dat thuisbatterijen niet financieel rendabel zijn en netcongestie kunnen verergeren (Van Der Woude et al., 2024). De focus wordt gelegd op elektrische opslag.

Grootverbruik aansluitingen hebben op dit moment een wachttijd die kan oplopen tot 10 jaar (Enexis, z.d.). In Amsterdam Zuidoost kan een aansluiting pas vanaf 2037 verkregen worden. Aangezien thuisbatterijen niet rendabel zijn wordt het alternatief een buurtbatterij, welke een grootverbruik aansluiting moet krijgen. Om eerder een aansluiting te krijgen, moet de batterij helpen bij het verminderen van de netcongestie, omdat deze aansluitingen voorrang krijgen op het net (DZP, z.d.; Stedin, z.d.). Om deze reden wordt congestiemanagement meegenomen binnen de scope. Naast het gebruiken van een batterij zijn er alternatieven om eigen opgewekte energie slim te gebruiken, door vraag en aanbod gelijk te stellen door middel van een Peer-2-

Peer constructie. Deze alternatieven worden ook onderzocht om mogelijk toe te passen in combinatie met een buurtbatterij.

1.5.2.3 Financieel

Binnen deze afbakening staat de businesscase centraal. In de businesscase wordt de financiële haalbaarheid beoordeeld, waarbij zowel kosten als opbrengsten in relatie tot elkaar worden beschouwd. Ontwikkelingen op de energiemarkt en de energieprijzen spelen hierin een belangrijke rol, evenals de invloed van regelingen zoals belastingen of beschikbare subsidies op landelijk en gemeentelijk niveau.

Tegelijkertijd wordt gekeken naar de benodigde investeringen en de wijze van financiering, in combinatie met terugkerende kosten voor beheer en onderhoud. Ook het aantal deelnemende huishoudens wordt meegenomen, omdat dit direct doorwerkt in de verdeling van kosten en baten. Ten slotte wordt in dit onderzoek de verdeling van de kosten buiten beschouwing gelaten. Er wordt enkel gekeken naar de absolute kosten binnen de gemeenschap.

1.5.2.4 Sociaal

Binnen het onderzoek worden de meeste sociale aspecten buitenwegen gelaten. Er wordt geen onderzoek gedaan naar de volgende punten:

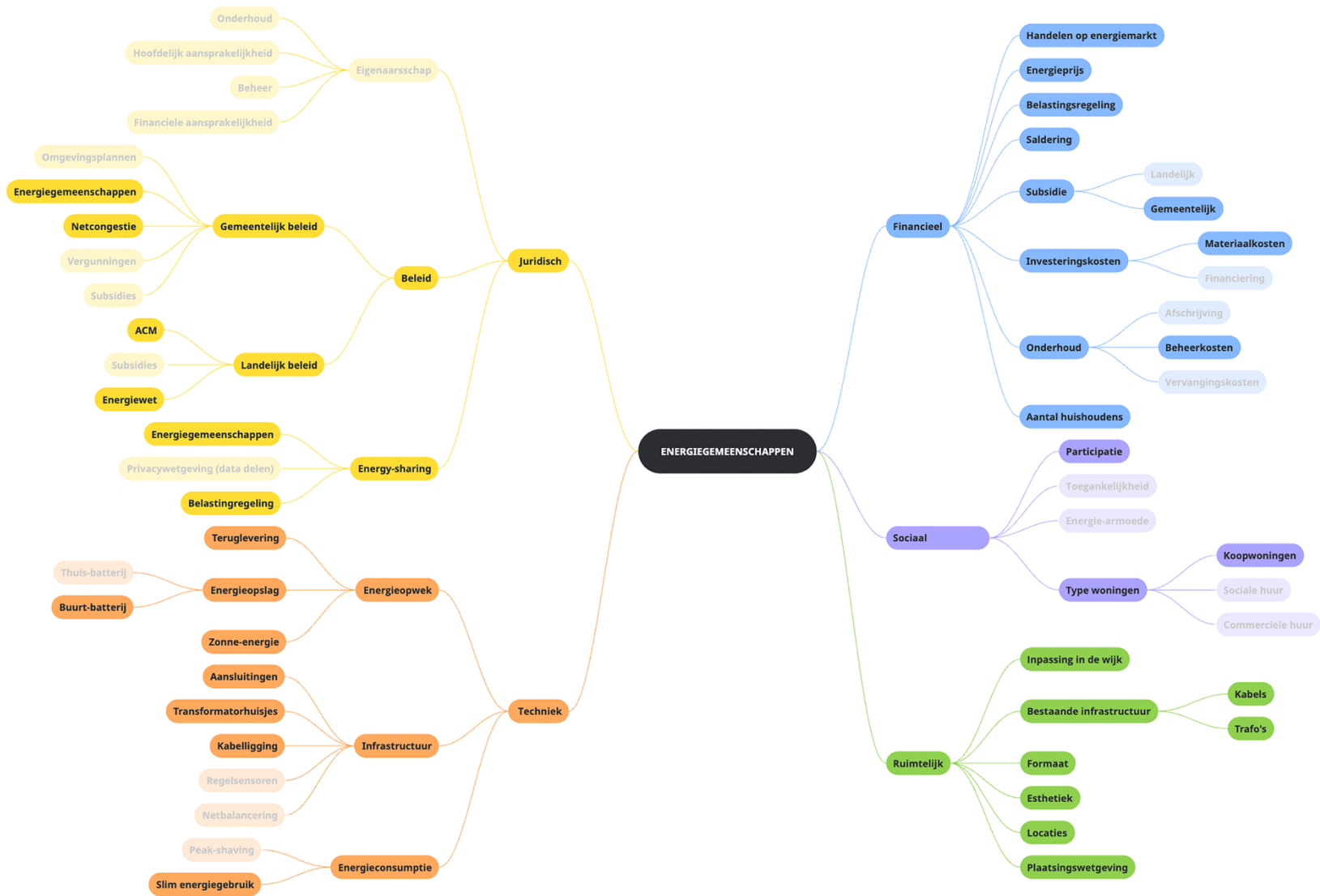
- Rechtvaardige energietransitie: eerlijke verdeling van de kosten/investeringen/opbrengsten.
- Informatie richting buurtbewoners: hoe kan de informatie uit het verslag duidelijk naar buurtbewoners gecommuniceerd worden.
- Participatie: hoe kan participatie binnen de wijk vergroot worden.

Vanuit de opdrachtgever is het op dit moment niet van belang te onderzoeken hoe de participatiegraad te verhogen (C. van Haagen & W. van Rennes, persoonlijke communicatie, 12 februari 2026; zie bijlage 9.6). Ook worden de rechtvaardige energietransitie en informatie richting buurtbewoners niet meegenomen, omdat de focus van het project ligt op het slim gebruiken van de lokaal opgewekte energie. Dit omvat niet het verdelen van de

(investerings)kosten en opbrengsten. Er wordt alleen een voorwaarde gesteld dat het energiedeelsysteem financieel rendabel is. Hoewel binnen dit onderzoek geen focus wordt gelegd op sociale aspecten, zal de participatie wel worden meegenomen in de vorm van scenario's. Toelichting over deze scenario's is te vinden in hoofdstuk 9.12.3. Ook zal vanuit een maatschappelijk perspectief worden gekeken bij het vinden van een geschikte locatie voor de buurtbatterij.

1.5.2.5 Ruimtelijk

Binnen deze afbakening worden alle ruimtelijke aspecten meegenomen die van invloed zijn op de inpassing. Dit omvat de inpassing in de wijk, waarbij rekening wordt gehouden met de bestaande omgeving en omgevingsfuncties. Daarnaast wordt de bestaande infrastructuur betrokken, waaronder kabels en MSR's. Ook het formaat maakt deel uit van de afweging, zodat de oplossing zowel functioneel als visueel passend is. Ten slotte wordt alles met betrekking tot de realisatie van de buurtbatterij niet meegenomen in dit onderzoek. Enkel het formaat, de locatie, inpassing in de omgeving en de koppeling met het bestaande elektriciteitsnet zal worden onderzocht.



Figuur 3: visuele weergave van de afbakening, aanvullend op de tekst hierboven. De vervaagde onderdelen worden buiten de scope geplaatst

2. Onderzoeksvragen

Om de centrale probleemstelling te beantwoorden, zijn een hoofdvraag en verschillende deelvragen opgesteld. Deze onderzoeksvragen vormen de leidraad voor het onderzoek en geven richting aan de analyse van de juridische, technische, ruimtelijke en financiële aspecten van het lokaal energiedeelsysteem.

2.1 Hoofdvraag

Op basis van de probleemstelling is een centrale hoofdvraag opgesteld. Deze vraag vormt het uitgangspunt van het onderzoek:

‘Hoe kan een lokaal energiedeelsysteem financieel, juridisch en technisch haalbaar zijn voor Holendrecht-Oost, rekening houdend met de ruimtelijke inpassing?’

2.2 Deelvragen

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn de volgende deelvragen opgesteld:

1. Hoe ziet het energiedeelsysteem er voor Holendrecht-Oost systemisch uit?
2. Hoe zien de juridische ontwikkelingen rondom energiedelen, energieopslag en teruglevering eruit?
3. Hoe draagt het energiedeelsysteem in Holendrecht-Oost bij aan het opwekken en verbruiken van lokale energie?
4. Hoe ziet de ruimtelijke implementatie van het energiedeelsysteem in Holendrecht-Oost eruit?
5. Hoe zien businesscases voor het energiedeelsysteem met buurtbatterij eruit in Holendrecht-Oost?
6. Welke systeeminterventies zijn nodig om het energiedeelsysteem in Holendrecht-Oost haalbaar te maken?

2.3 Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek is om inzichtelijk te maken hoe een lokaal energiedeelsysteem in Holendrecht-Oost technisch, juridisch en financieel haalbaar kan zijn om energie te delen op wijkniveau, rekening houdend met de ruimtelijke inpassing. Daarnaast wordt voor de wijk Geerdinkhof een advies opgesteld waarin wordt beschreven hoe een vergelijkbare casus kan worden ontwikkeld, gebaseerd op de inzichten uit het onderzoek in Holendrecht-Oost. Wanneer blijkt dat de haalbaarheid beperkt is of onmogelijk wordt gemaakt in de huidige situatie, zal in kaart gebracht welke obstakels de haalbaarheid beperken en hoe deze opgelost zouden kunnen worden.

De doelstelling van dit onderzoek draagt bij aan de hoofddoelen van EC-HO en CEG (zie *bijlage 9.6*). De twee stakeholders hebben beiden vergelijkbare doelen binnen dit project, maar toch zitten er verschillen in: de focus van EC-HO ligt op het duurzaam verwarmen van de woningen. Bij CEG ligt de focus meer op het ontzorgen van de bewoners door een alternatief te vinden op de salderingsregeling.

2.4 Eindproduct

De resultaten worden gepresenteerd aan de buurtbewoners tijdens de jaarlijkse buurtbijeenkomsten in Holendrecht-Oost en Geerdinkhof. Hier worden de onderzoeksresultaten gepresenteerd die de energievoorziening kan gebruiken om te evalueren of en hoe een energiedeelsysteem gerealiseerd en gebruikt kan worden. Als aanvulling van deze presentatie wordt er een adviesrapport geschreven waarin de bevindingen staan gedocumenteerd.

Holendrecht-Oost: Ontwerp, businesscase, systemische aanpassingen die haalbaarheid waarborgen en adviesrapport + buurtpresentatie

Geerdinkhof: Dashboard resultaten energiedelen, korte businesscase, One-pager stappenplan voor energiedeelsysteem + buurtpresentatie

3. Onderzoeksraamwerk

Dit hoofdstuk beschrijft het onderzoeksraamwerk dat in dit onderzoek wordt gehanteerd. Eerst zal er worden ingegaan op theorie, waarna deze wordt gekoppeld aan de methode.

3.1 Systems Thinking

Binnen dit onderzoek wordt gebruikgemaakt van systems thinking als overkoepelende benadering. Systems thinking richt zich op het begrijpen van complexe systemen door niet alleen naar losse onderdelen te kijken, maar juist naar de onderlinge relaties, terugkoppelingen en dynamiek tussen factoren (Bertalanffy, 1950; Forrester, 1961). Dit is relevant voor energiedelen en buurtbatterijen, omdat deze vraagstukken worden gekenmerkt door een groot aantal actoren, afhankelijkheden en wederzijdse invloeden.

Een belangrijk uitgangspunt binnen systems thinking is dat systeemgedrag voortkomt uit de structuur van het systeem, zoals feedbackloops, informatiestromen en regels. Om deze structuur inzichtelijk te maken en te vertalen naar interventies, worden in dit onderzoek twee veelgebruikte instrumenten toegepast: causal loop diagrams (CLD's) en de leverage points van Meadows (1999).

Het causal loop diagram wordt ingezet om de onderlinge relaties en feedbackloops binnen het systeem van energiedelen zichtbaar te maken. Vervolgens worden de leverage points gebruikt om te bepalen op welke plekken in het systeem interventies het meest effectief kunnen zijn. Door deze combinatie ontstaat een gestructureerde manier om complexe systeemdynamiek te analyseren en gericht te sturen op systeemverandering.

3.1.1 Causal loop diagram

Causal Loop Diagrams (CLD's) worden in de literatuur gezien als een belangrijke eerste stap in het analyseren van complexe systemen. Dit komt

doordat een CLD inzichtelijk maakt hoe verschillende actoren het systeem zien en helpt om tot een gezamenlijk en gedeeld beeld van het systeem te komen (Crielaard et al., 2023). Hierdoor ontstaat niet alleen meer kennis van de samenhang tussen factoren, maar ook van de onderliggende dynamiek binnen het systeem.

Daarnaast blijkt uit de literatuur dat CLD's niet alleen geschikt zijn voor analyse, maar ook een sterke basis vormen voor het ontwikkelen van interventies. Zo tonen Geboers et al. (2025) aan dat een CLD gebruikt kan worden om systeemdynamieken te identificeren en deze vervolgens te vertalen naar leverage points en bijbehorende acties. Ook Egerer et al. (2021) bevestigen dat kwalitatieve system dynamics modellen, zoals CLD's, effectief zijn om complexe systemen te analyseren en op basis daarvan gerichte interventies te ontwikkelen. Hiermee laten eerdere studies zien dat CLD's niet alleen bijdragen aan systeemanalyse, maar ook een brug vormen naar het ontwerpen van interventies.

3.1.2 Meadows

Om deze stap van systeemanalyse naar concrete interventies verder te structureren, wordt in de literatuur vaak gebruikgemaakt van de leverage points van Donella Meadows (1999). De leverage points beschrijven plekken in een systeem waar een kleine verandering grote effecten kan hebben. Volgens Meadows zijn deze interventiepunten hiërarchisch opgebouwd (zie Tabel 1): ingrepen op oppervlakkig niveau, zoals parameters (bijv. subsidies of normen), hebben doorgaans weinig invloed op het systeemgedrag. Meer impactvolle leverage points liggen in de structuur van het systeem, zoals feedbackloops en informatiestromen, die bepalen hoe het systeem reageert op veranderingen. De meest krachtige interventies bevinden zich op het diepste niveau: de regels, doelen en onderliggende paradigma's van een systeem, waar veranderingen kunnen leiden tot fundamentele systeemverandering.

Niveau	Leverage Point	Onderzoekstoepassing
12	Constanten, parameters, getallen	Normen, subsidies, belastingen, budget, bezittingen
11	Buffers en stabiliserende voorraden	Energieopslag, reservecapaciteit, vermogen
10	Structuur van materiële stromen	Locatie van electirciteitsopslag, kabel, zonnepanelen, slimme meters, slimme consumptie-technieke
9	Lengte van vertragingen	Vergunningsfacilitering, aansluitingverkrijgen
8	Balancerende feedbackloops	Frequentie, netskwaliteitsbeheersing, congestie, vraag en aanbod balancerend, flexibele energieprijzen, peak-shafing, peak-shifting, netkwaliteitsbeheer, capaciteitsdiensten, spanningsregulatie
7	Versterkende feedbackloops	Collectieve inkoop, energie delen, prosumerdiensten, zonne-panelen adoptatie
6	Informatiestromen	Data gemeenschappen, data Liander, energieprijzen, eigenverbruik, beleidsplannen toekomst, wetgeving toekomst

5	Systeemregels	Landelijke wetgeving, Europese wetgeving, gemeentelijk beleid
4	Zelforganisatie	Energiegemeenschappen, participatie, energiedeelstructuur, eigenaarschap, aansprakelijkheid
3	Systeendoelen	Energiearmoede, Energy Justice, verdeelde kosten
2	Paradigma's en mindsets	
1	Transcendentie	

Tabel 1: Leverage Points van Meadows

3.1.3 Koppeling CLD en Meadows

Latere studies bouwen hierop voort door leverage points expliciet te koppelen aan systeemstructuren, zoals feedbackloops, systeemontwerp en intentie (Abson et al., 2017; Egerer et al., 2021). Dit sluit direct aan bij het gebruik van CLD's, waarin juist deze structuren zichtbaar worden gemaakt. De literatuur laat daarnaast zien dat leverage points goed kunnen worden vertaald naar concrete interventies. Geboers et al. (2025) tonen aan dat interventies ontwikkeld kunnen worden op verschillende niveaus in het systeem, zoals gedrag, structuren, doelen en overtuigingen. Egerer et al. (2021) benadrukken daarbij dat het analyseren van leverage points helpt om interventies te prioriteren en hun effectiviteit binnen het systeem te beoordelen.

3.2 Methode

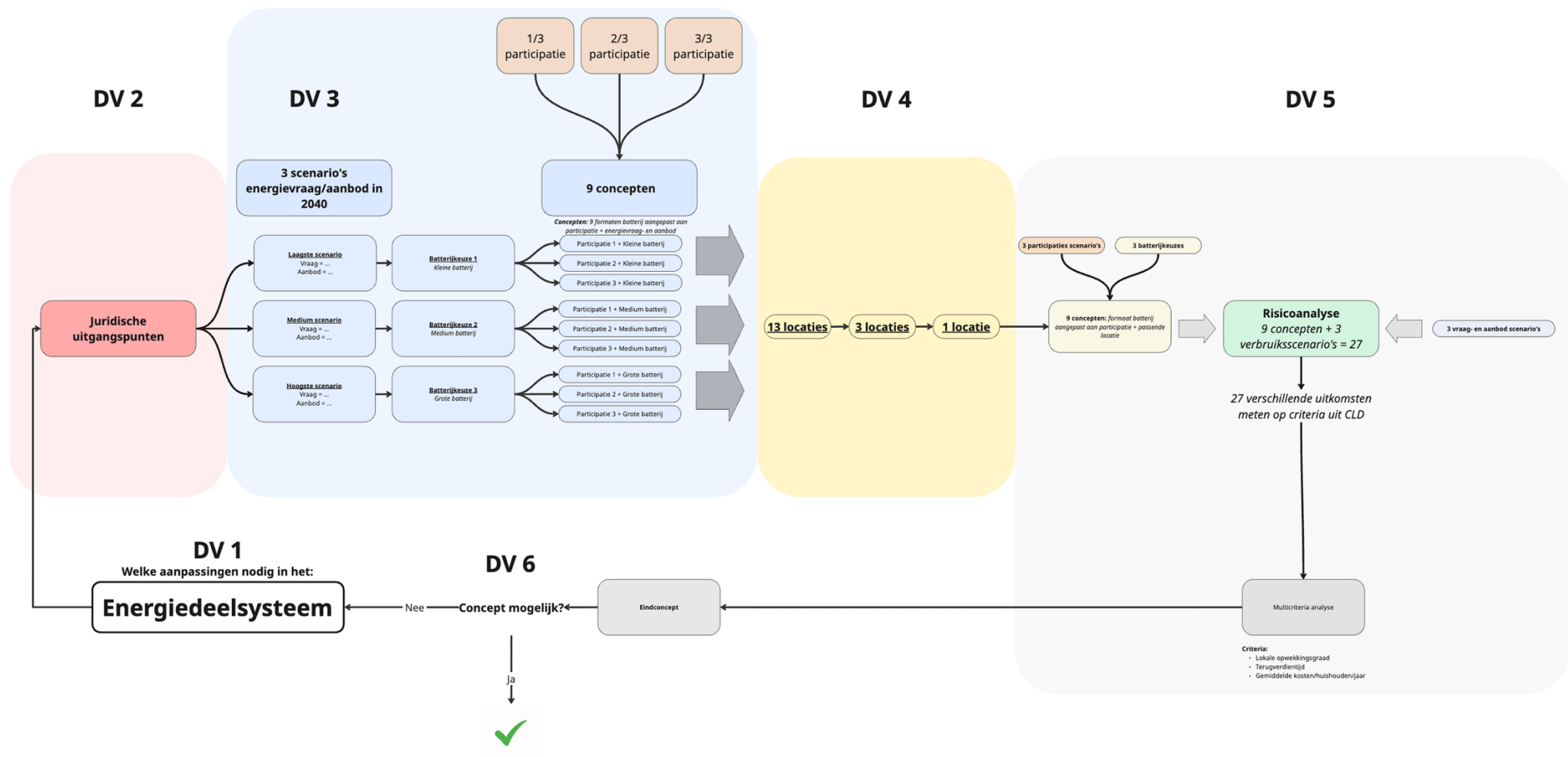
In Figuur 4 is een overzicht te zien van indeling van de onderzoeksresultaten. De theoretische inzichten uit hoofdstuk 3.1 worden vertaald naar een concreet onderzoeksraamwerk waarin systems thinking niet alleen als denkkader maar ook als leidraad voor de uitvoering dient. De methode *Solving Complex Problems* van De Haan en De Heer (2016) biedt hiervoor een gestructureerde aanpak, gericht op het analyseren van complexe systemen, het ontwikkelen van alternatieven en het verkennen van scenario's. Centraal staat het iteratief toetsen van interventies via een Causal Loop Diagram (CLD), in lijn met de system dynamics-benadering van Sterman (2000). Deze combinatie maakt het mogelijk om niet alleen de huidige staat van het systeem te begrijpen, maar ook om gericht te sturen op systeemverandering.

Het onderzoek is opgedeeld in zes opeenvolgende deelvragen, waarbij de uitkomst van elke deelvraag dient als input voor de volgende.

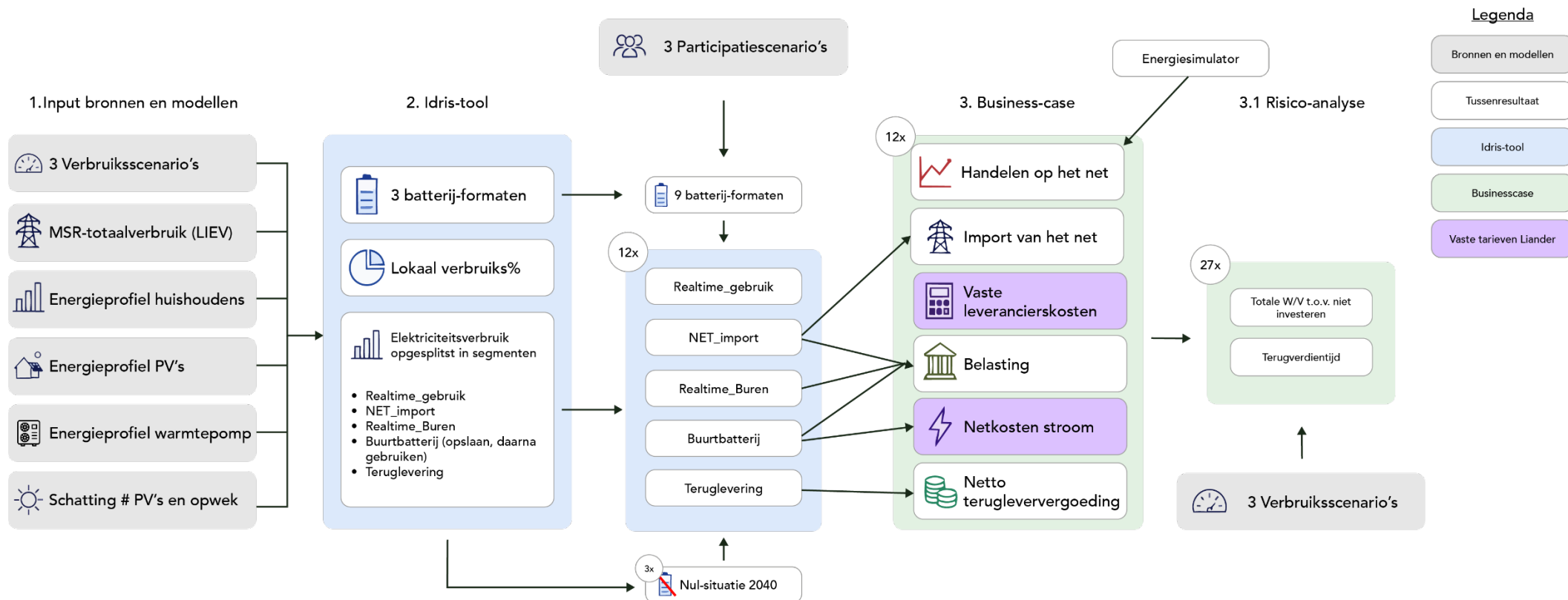
- In **deelvraag 1** wordt het energiedeelsysteem van Holendrecht-Oost systemisch in kaart gebracht via een CLD, opgesteld op basis van literatuur, expertgesprekken en stakeholderanalyse. De leverage points van Meadows (1999) vormen hierbij het analytisch kader om de invloed van factoren op systeemniveau te duiden en te prioriteren.
- In **deelvraag 2** worden de juridische randvoorwaarden in kaart gebracht door middel van wetgeving, beleidsdocumenten en interviews met betrokkenen.
- **Deelvraag 3** richt zich op een technische analyse van het lokale energieverbruik en -opwek, waarbij gebruik wordt gemaakt van Liander-energieprofielen en een Pythonsimulatie (hierna de Idris-tool) om scenario's voor 2040 door te rekenen. De uitkomsten, benodigde capaciteit en vermogen, vormen vervolgens de basis voor deelvraag 5.
- In **deelvraag 4** wordt de ruimtelijke inpassing van de buurtbatterij onderzocht via een cut-off methode en een plus-minmatrix, resulterend in één voorkeurslocatie.

- In **deelvraag 5** worden 27 businesscases doorgerekend voor verschillende combinaties van batterijgrootte, participatiegraad en verbruiksscenario, waarna een Multi Criteria Analyse de meest haalbare combinatie bepaald van de criteria van Holendrecht-Oost.
- In **deelvraag 6** verschuift de focus naar interventies. Op basis van alle voorgaande analyses worden systeeminterventies geïdentificeerd, gekoppeld aan leverage points en getoetst via terugkoppeling naar het CLD. Hierdoor ontstaat inzicht in welke aanpassingen, juridisch, technisch of financieel, het energiedeelsysteem realiseerbaar maken onder de huidige randvoorwaarden.

In Figuur 5 is een overzicht te zien welke stappen zijn ondernomen om 27x tot de terugverdientijd en W/V te komen. Aan het eind van verschillende deelvragen worden de uitgangspunten teruggekoppeld aan de leverage points van Meadows, zodat inzichtelijk wordt op welk systeemniveau een bevinding of randvoorwaarde opereert. Door deze iteratieve werkwijze biedt het onderzoeksraamwerk een gestructureerde en onderbouwde manier om energiedeelstructuren te analyseren en systematisch te werken aan effectieve systeeminterventies. Een gedetailleerd methodologisch overzicht per deelvraag is opgenomen in bijlage 9.9.



Figuur 4: stroomdiagram van het onderzoeksraamwerk waarin de indeling van de onderzoeksresultaten (deelvragen) wordt gevisualiseerd



Figuur 5: methode om tot winst/verlies en terugverdientijd te komen

4. Kennisbasis

Dit kennisbasis biedt de basis voor het analyseren van flexibiliteit binnen lokale energiesystemen. In dit hoofdstuk wordt onderzocht hoe flexibiliteit binnen het energiesysteem kan worden gecreëerd en op welke wijze dit bijdraagt aan het beter afstemmen van vraag en aanbod en het verminderen van netcongestie.

4.1 Flexibel energiesysteem

Flexibiliteit vormt een kernbegrip binnen het moderne energiesysteem, waarin vraag en aanbod van elektriciteit continu in balans moeten zijn. Flexibiliteit kan worden gedefinieerd als het vermogen van het energiesysteem om te reageren op variaties en onzekerheden in vraag en aanbod (Lund et al., 2015).

Toegenomen elektriciteitsverbruik en -opwekking leiden tot netcongestie, wat optreedt wanneer de gevraagde hoeveelheid vermogen de technische grenzen van kabels en apparatuur overschrijdt (De Winkel et al., 2025). In de literatuur wordt flexibiliteit gezien als een belangrijke oplossing om deze problematiek te verminderen. Flexibiliteit stelt het energiesysteem in staat om vraag en aanbod beter op elkaar af te stemmen, bijvoorbeeld door energiegebruik in de tijd te verschuiven (Spiliotis et al., 2016) of lokaal op te slaan (De Winkel et al., 2025). Hierdoor kan piekbelasting op het net worden verminderd en kan de beschikbare netcapaciteit efficiënter worden benut.

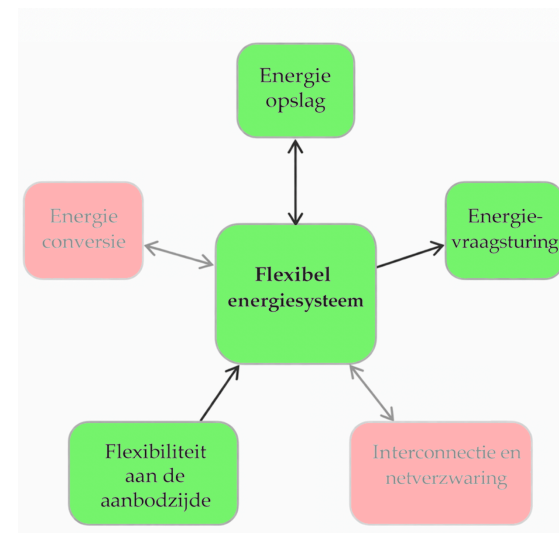
Flexibiliteit wordt door Huber et al. (2014) technisch benaderd als het vermogen van het systeem om veranderingen in de netto belasting op te vangen, gemeten via de omvang, frequentie en snelheid van veranderingen. Blarke (2011) kijkt meer naar de relatie tussen vraag en aanbod. In zijn benadering draait flexibiliteit om hoe goed deze twee op elkaar aansluiten. Dit wordt uitgedrukt als een correlatie: hoe beter de match tussen vraag en aanbod, hoe hoger de flexibiliteit. Als vraag en aanbod slecht op elkaar aansluiten, ontstaat er een mismatch en neemt de flexibiliteit af. Denholm et al. (2011) stellen dat flexibiliteit afhangt van de samenstelling van het

energiesysteem: meer flexibele centrales verhogen de flexibiliteit, terwijl basislastcentrales met beperkte flexibiliteit dit tegenwerken.

Deze voorbeelden laten zien dat de maatstaven voor het definiëren van flexibiliteit niet eenduidig zijn en kunnen variëren afhankelijk van de definitie, aangezien het noodzakelijk is om de verschillende aspecten van het energiesysteem te adresseren.

Koirala et al. (2018) stellen vijf sleutelblokken van het flexibele energiesysteem vast (zie *Figuur 6*). In dit onderzoek wordt flexibiliteit geanalyseerd vanuit deze vijf blokken, waarbij de bijdrage van de blokken aan het vergroten van systeemflexibiliteit en het verlichten van het elektriciteitsnet centraal staat:

1. Flexibiliteit aan de aanbodzijde: *productie aanpassen aan de vraag*
2. Energievraagsturing: *gebruik van energie verschuiven in de tijd*
3. Energieopslag: *energie opslaan voor later gebruik*
4. Energieconversie: *energie omzetten naar een andere vorm*
5. Interconnectie en netverzwaring: *het net uitbreiden en verbinden om capaciteit te vergroten*



Figuur 6: vijf blokken voor een flexibel energiesysteem (Koirala et al., 2018)

De interactie tussen de verschillende blokken is weergegeven in Figuur 6. Dit onderzoek richt zich echter uitsluitend op elektriciteit, waardoor energieconversie buiten beschouwing blijft. Ook interconnectie en netverzwaring worden niet meegenomen, aangezien deze maatregelen reeds door netbeheerders worden ingezet en dit onderzoek zich juist richt op alternatieve oplossingen elders in het systeem.

Binnen dit onderzoek naar een energiedeelsysteem ligt de focus op het vergroten van flexibiliteit door middel van flexibiliteit aan de aanbodzijde, vraagsturing en energieopslag. De volgende paragrafen werken deze drie blokken afzonderlijk uit.

4.1.1 Flexibiliteit aan de aanbodzijde

Flexibiliteit aan de aanbodzijde betreft het vermogen om de energieproductie af te stemmen op de actuele vraag. In een lokaal energiesysteem met een hoge penetratie van zonne-energie is dit bijzonder relevant: het aanbod van hernieuwbare energie is variabel en niet altijd gesynchroniseerd met de vraag. Prosumers, huishoudens die zowel energie produceren als consumeren, kunnen hun overschotten en tekorten onderling afstemmen, of deze overschotten beschikbaar stellen aan andere consumenten binnen de wijk (Minuto & Lanzini, 2022).

Binnen een lokaal energiesysteem kan dit worden georganiseerd via directe energie-uitwisseling tussen huishoudens, ook wel peer-to-peer (P2P) energiehandel genoemd.

In tegenstelling tot traditionele energiemarkten, waarin een centrale leverancier de energie distribueert, stelt P2P-handel gebruikers in staat om onderling hun energie-uitwisseling te bepalen zonder tussenkomst van een centrale partij (Khorasany et al., 2022). Daarmee draagt P2P direct bij aan flexibiliteit aan de aanbodzijde: lokaal opgewekte energie wordt efficiënter ingezet binnen de wijk en hoeft minder over het net te worden getransporteerd. Dit sluit aan bij de definitie van flexibiliteit van Blarke (2011), waarin een betere match tussen vraag en aanbod centraal staat.

Zhao et al. (2023) tonen aan dat deze vorm van energie-uitwisseling bijdraagt aan flexibiliteit, doordat overschotten en tekorten tussen prosumers en verbruikers onderling worden uitgewisseld en de balans tussen vraag en aanbod verbetert. Khorasany et al. (2022) stellen aanvullend dat prosumers hierdoor hun energieproductie en -consumptie beter kunnen coördineren en actief kunnen deelnemen aan flexibiliteitsmechanismen.

4.1.2 Energievraagsturing

Energievraagsturing, in de literatuur ook aangeduid als Demand Side Management (DSM), richt zich op het actief sturen van het elektriciteitsverbruik van gebruikers om het energiesysteem efficiënter te laten functioneren. Dit gebeurt door het aanpassen van zowel het tijdstip als de hoeveelheid energiegebruik, bijvoorbeeld door huishoudelijke apparaten of elektrische voertuigen te laten functioneren tijdens perioden met een hoog aanbod van hernieuwbare energie.

Zoals Spiliotis et al. (2016) aangeven, is het verschuiven van energievraag in de tijd essentieel om flexibiliteit te realiseren. DSM maakt het mogelijk om elektriciteitsverbruik te verschuiven van piek- naar daluren (Panda et al., 2022), wat leidt tot een vlakker belastingsprofiel en een efficiënter gebruik van de beschikbare netcapaciteit. Ahmed et al. (2026) stellen dat dergelijke DSM-benaderingen effectief bijdragen aan het reduceren van fluctuaties in de belasting van het net. Dit sluit aan bij de definitie van flexibiliteit van Blarke (2011), waarin een betere match tussen vraag en aanbod centraal staat.

Op deze manier wordt niet alleen de zelfconsumptie van lokaal opgewekte energie verhoogd, maar wordt ook de flexibiliteit van het systeem vergroot doordat vraag en aanbod beter op elkaar worden afgestemd. Castillo-Cagigal et al. (2011) laten zien dat een hogere mate van lokaal energiegebruik resulteert in een lagere afhankelijkheid van externe energiebronnen, een betere afstemming van het elektriciteitsnet op de lokale vraag en een efficiënter energiesysteem. Daarnaast draagt vraagsturing bij aan het verminderen van netcongestie, zoals beschreven door De Winkel et al. (2025),

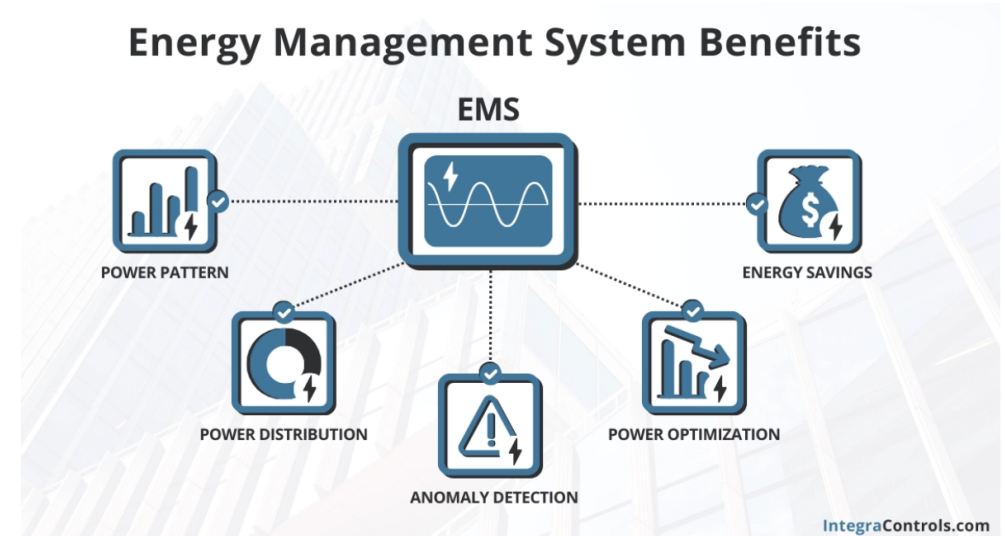
doordat minder energie hoeft te worden getransporteerd over het elektriciteitsnet.

4.1.3 Energieopslag

Energieopslag vormt het derde blok binnen dit onderzoek en speelt een cruciale rol in het overbruggen van het tijdsverschil tussen productie en consumptie. Lokaal opgewekte energie, zoals zonne-energie die overdag wordt opgewekt, kan worden opgeslagen en later worden ingezet wanneer de vraag hoger is dan het aanbod. Hierdoor kan piekbelasting op het net worden verminderd en de beschikbare netcapaciteit efficiënter worden benut (De Winkel et al., 2025).

Binnen een lokaal energiesysteem kan energieopslag worden georganiseerd via Community Energy Storage (CES), waarbij energie niet direct tussen huishoudens wordt uitgewisseld, maar eerst wordt opgeslagen in een gezamenlijke opslagvoorziening, zoals een buurtbatterij. Door lokaal opgewekte energie op deze manier lokaal op te slaan, kunnen de spanning en stroom in het laagspanningsnet binnen de gewenste grenzen worden gehouden (Westering & Hellendoorn, 2020).

CES wordt gekenmerkt door een centraal aangestuurde structuur, waarin een Energy Management System (EMS) de opslag en verdeling van energie coördineert. Dit systeem bepaalt wanneer energie wordt opgeslagen of geleverd en speelt daarmee een belangrijke rol in het balanceren van vraag en aanbod binnen de wijk (van der Stelt et al., 2018). CES slaat overtollige energie op en gebruikt deze later om verschillen tussen vraag en aanbod te overbruggen (Mohanty et al., 2024). Hierdoor wordt de zelfconsumptie verhoogd en de belasting op het elektriciteitsnet verminderd.



Figuur 7: energy management system (integracontrols.com)

Daarnaast gaat CES verder dan een puur technische oplossing. Het wordt in de literatuur gezien als een complex socio-technisch systeem, waarin technologische componenten (zoals batterijen en EMS), sociale aspecten (zoals gebruikersgedrag en acceptatie) en institutionele factoren (zoals regelgeving en eigenaarschap) samenkomen (Koirala et al., 2018). Dit betekent dat het functioneren van CES niet alleen afhankelijk is van de technologie, maar ook van samenwerking tussen actoren, governance-structuren en maatschappelijke acceptatie. Bovendien kan CES aanvullende diensten leveren aan het bredere energiesysteem, zoals het leveren van balanceringsdiensten en het ondersteunen van netstabiliteit.

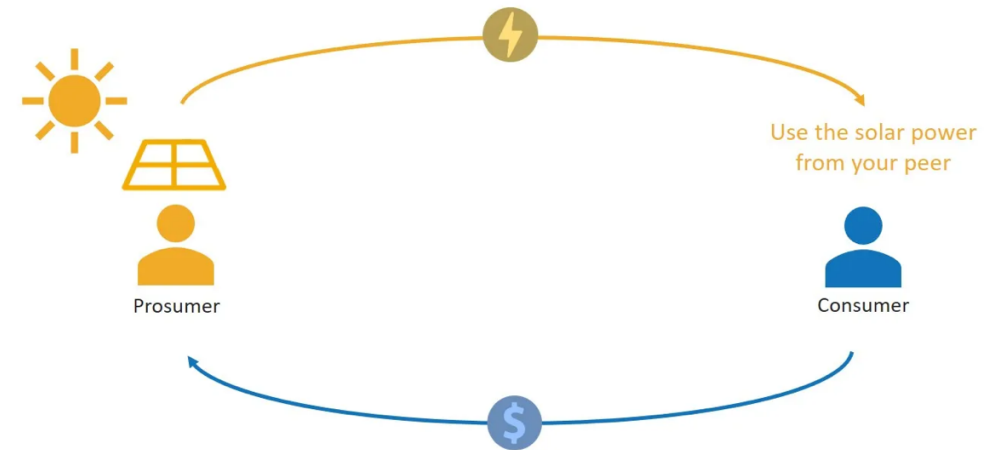
4.1.4 Energiedelen

De drie voorgaande paragrafen, aanbodflexibiliteit, vraagsturing en energieopslag, komen samen in het concept van energiedelen. Waar de afzonderlijke blokken zich richten op specifieke mechanismen binnen het energiesysteem, biedt energiedelen een organisatorisch kader waarin prosumers, consumenten en opslagcapaciteit op wijkniveau met elkaar worden verbonden. Binnen een lokaal energiesysteem kunnen prosumers overschotten en tekorten onderling afstemmen, maar kunnen deze overschotten ook worden afgestemd naar consumenten binnen de community (Minuto & Lanzini, 2022). Hierdoor ontstaat flexibiliteit op wijkniveau, waarbij vraag en aanbod niet alleen individueel maar collectief worden gebalanceerd.

Energie delen kan op verschillende manieren worden georganiseerd. Enerzijds zijn er systemen waarin gebruikers zelf energie met elkaar uitwisselen via peer-to-peer mechanismen, waarbij prosumers rechtstreeks energie kunnen verhandelen zonder tussenkomst van een centrale partij (Khorasany et al., 2022). Anderzijds zijn er systemen zoals CES, waarin een centrale organisatie bepaalt hoe de energie wordt verdeeld (Hutty et al., 2021). Afhankelijk van de gekozen inrichting bieden beide benaderingen een andere manier om vraag en aanbod op lokaal niveau op elkaar af te stemmen.

4.2 Energy Trading

Waar energiedelen zich richt op het uitwisselen van energie tussen huishoudens, vormt energy trading de volgende stap waarin deze uitwisseling ook economisch wordt georganiseerd. Energy trading kan worden gedefinieerd als het verhandelen van elektriciteit en flexibiliteit tussen verschillende actoren, waarbij prijsmechanismen en marktstructuren worden gebruikt om vraag en aanbod op elkaar af te stemmen (Khorasany et al., 2022). Hiermee fungeert energy trading als een coördinatiemechanisme binnen het energiesysteem, waarin niet alleen fysieke energiestromen, maar ook financiële en informatiestromen samenkomen.



Figuur 8: energy trading

Binnen de literatuur wordt energy trading vaak gekoppeld aan het concept van flexibiliteit, zoals eerder beschreven in hoofdstuk 4.1. Energy trading maakt deze flexibiliteit concreet, doordat prijsmechanismen gebruikers stimuleren om hun productie en consumptie aan te passen. Hierdoor ontstaat een dynamische afstemming tussen vraag en aanbod, wat bijdraagt aan het verminderen van piekbelasting en netcongestie.

Energy trading vindt plaats op verschillende niveaus binnen het energiesysteem. Traditioneel gebeurt dit op centrale elektriciteitsmarkten, waar grootschalige energieproductie wordt verhandeld. Door de toename van decentrale opwek verschuift de focus echter steeds meer naar lokale energiemarkten, waarin huishoudens en prosumers direct met elkaar energie kunnen uitwisselen (Sousa et al., 2019). Dit zorgt ervoor dat lokaal opgewekte energie efficiënter wordt benut.

Een belangrijk aandachtspunt is dat deze handel ook technisch uitvoerbaar moet zijn. Het elektriciteitsnet heeft namelijk fysieke grenzen, waardoor niet elke economische uitkomst mogelijk is. Daarom wordt energy trading vaak

gecombineerd met flexibiliteitsmechanismen om netcongestie te voorkomen (Jin & Jia, 2020; Khorasany et al., 2022).

Tot slot speelt digitalisering een belangrijke rol. Digitale platforms maken het mogelijk om energiehandel automatisch te organiseren en transacties te registreren. Hierdoor ontstaat een systeem waarin marktmechanismen en systeemsturing samenkomen, ook wel aangeduid als transactive energy (Huang et al., 2021).

Binnen deze lokale markten bestaan verschillende vormen van energy trading. Zo kunnen gebruikers via P2P handel direct energie met elkaar uitwisselen, terwijl in community-based systemen een centrale partij of platform de verdeling coördineert (Capper et al., 2022). In beide gevallen bepalen marktmechanismen, zoals prijs en vraag en aanbod, hoe energie wordt verdeeld.

Samenvattend kan energy trading worden gezien als de economische en organisatorische laag bovenop energie delen, waarin energie-uitwisseling wordt gestuurd door marktmechanismen en prijsprikkels. Het vormt daarmee een essentieel onderdeel van een flexibel energiesysteem, doordat het gebruikers activeert om hun gedrag aan te passen en zo bijdraagt aan een betere balans tussen vraag en aanbod.

Niveau	Omschrijving	Kernfunctie
1: Huishoudelijk niveau	Het huissysteem richt zich op het optimaliseren van energiegebruik binnen de woning, via inzicht in verbruik, bewustwording van besparingsmogelijkheden en geautomatiseerde aansturing van apparaten.	Individuele optimalisatie van verbruik (energievraagsturing)
2: Lokale energiemarktplaats	Huishoudens kunnen energieoverschotten beschikbaar stellen aan een lokale energiemarktplaats, waarbij de focus verschuift van individueel gebruik naar collectieve benutting.	Overschotten aanbieden aan de gemeenschap volgens zelfingestelde huisregels (flexibiliteit aan de aanbodzijde)
3: Real time matching in de gemeenschap	Het huissysteem reageert in real time op tekorten en overschotten op de marktplaats, zodat optimalisatie niet alleen binnen het huishouden maar ook binnen de gemeenschap plaatsvindt.	Matchen van vraag en aanbod binnen de wijk of gemeenschap. De lokale energiemarktplaats kent huisregels van alle huishoudens en wordt aangestuurd door een digitaal product (energievraagsturing)
4: Uitwisseling tussen gemeenschappen	Het systeem maakt ook uitwisseling tussen verschillende, vergelijkbare energiemarktplaatsen mogelijk.	Opschaling van lokale matching naar gekoppelde en zo lokaal mogelijke gemeenschappen

Tabel 2: overzicht van niveaus van Energymatch

De onderzoekers benadrukken nogmaals dat deze niveaus niet alleen technisch zijn, maar ook bestuurlijk en sociaal, omdat op elk niveau regels, voorkeuren en voorwaarden nodig zijn om energie delen mogelijk en aanvaardbaar te maken. Den Ouden, E. & Valkenburg plaatsen CES uit hoofdstuk 4.1, zoals de buurtbatterij, in het derde niveau omdat het bijdraagt aan het matchen van overschotten en tekorten door middel van een digitaal product (EMS). Ze zeggen dat een buurtbatterij in principe zonder marktplaatsregels kan functioneren, maar dat de gemeenschap eventueel wel gemeenschapsregels kan opstellen als:

- De buurtbatterij accepteert overschotten van energie van alle leden, wanneer de batterij vol is wordt de energie doorgegeven aan het landelijke net
- De verrekening van opgeslagen en aan het landelijke net geleverde energie wordt eerlijk over de gemeenschap verdeeld (om het 'recht van de eerste' te voorkomen)

Energymatch heeft raakvlak met de verschillende deelmodellen van Justin Pagden, waarbij de deelmodellen van Pagden vooral een versimpeling zijn van van Energymatch. Zo wordt bij niveau 2 (Energymatch) en deelmodel 1 (Pagden) beide het energieoverschot aangeboden aan de gemeenschap tegen een verrekenprijs, maar gooit Energymatch hier een extra laag overheen door ook een energiemarktplaats, regels en energie-vraagsturing toe te voegen. Hetzelfde gebeurt bij niveau 3 (Energymatch) en deelmodel 2 (Pagden), waarbij beide modellen reageren op andermans overschotten, in plaats van alleen overschotten aan te bieden.

Volgens den Ouden, E., & Valkenburg is het nodig om de haalbaarheid van het concept energie delen te beoordelen op 4 verschillende perspectieven:

1. **Sociaal-maatschappelijk perspectief:** dit refereert aan de waarde van energie delen voor mens en maatschappij: hoe wenselijk is de oplossing en welke bij-effecten heeft deze?

2. **Economische perspectief:** dit refereert aan een duurzaam verdienmodel: hoe kun je met energiedelen de benodigde investeringen terugverdienen en geld en energie besparen?
3. **Technische perspectief:** dit refereert aan de technische haalbaarheid: kan het ontwerp ingebed worden in het grotere technische systeem?
4. **Juridisch perspectief:** het wettelijk kader dat het mogelijk moet maken.

Deze perspectieven passen goed bij EC-HO en CEG, omdat beide organisaties zijn die gevormd worden door regels, rollen en datastromen.

5. Onderzoeksresultaten

In dit hoofdstuk worden de onderzoeksresultaten gepresenteerd, opgebouwd langs de vier onderzoeksthema's: juridisch, technisch, ruimtelijk en financieel.

5.1 Huidige energiedeelsysteem

In dit hoofdstuk wordt de volgende deelvraag beantwoord: “Hoe ziet het energiedeelsysteem er voor Holendrecht-Oost systemisch uit?” Er wordt gebruik gemaakt van de theorie van Meadows om systemische factoren te koppelen aan de hefboomen van Meadows. Op basis hiervan wordt een Causal Loop Diagram (CLD) opgesteld, waarin zichtbaar wordt hoe verschillende factoren volgens de theorie van Meadows invloed kunnen uitoefenen op de criteria van het systeem. Ten slotte wordt gekeken naar de stakeholders binnen het energiedeelsysteem en hoe zij invloed kunnen uitoefenen op de criteria in het CLD.

5.1.1 Criteria Causal Loop Diagram

In bijlage 9.6 zijn doelenbomen opgesteld voor EC-HO en CEG op basis van gesprekken met deze partijen. Een doelenboom is een overzicht waarin een hoofddoel wordt opgesplitst in onderliggende doelen die nodig zijn om dit doel te bereiken. Deze doelen komen voort uit een stakeholderanalyse (zie bijlage 9.8), waarbij de belangen en behoeften van verschillende stakeholders worden vertaald naar concrete doelstellingen. Deze doelen vormen de basis van het CLD. Er is gekozen om 4 doelen als criteria te gebruiken in het CLD:

1. Lokale opwekkingsgraad [%]
2. Totale winst/verlies [EU/huishouden]
3. Terugverdientijd [# jaar]
4. Piekvermogen op het net [MWp]

De lokale opwekkingsgraad, de hoeveelheid lokaal opgewekte elektriciteit die lokaal verbruikt wordt, is meegenomen als criterium. Op basis van de

gesprekken met opdrachtgever EC-HO is de belangrijkste wens dat de opgewekte elektriciteit binnen de wijk moet blijven. De lokale opwekkingsgraad moet zo hoog mogelijk zijn.

De totale winst/verlies per huishouden wordt meegenomen als criterium. Dit omvat operationele kosten zoals, onderhoud, leverancierskosten, netbeheerkosten van Liander, maar ook de energiekosten. Om de investeringskosten van de buurtbatterij terug te verdienen, moeten de totale kosten gedurende de levensduur van de batterij lager zijn dan de kosten die zouden worden gemaakt zonder buurtbatterij.

De terugverdientijd is gekozen als criterium, omdat dit belangrijk zal zijn voor de haalbaarheid van de buurtbatterij; dit zegt namelijk iets over de investeringsbereidheid. Onderzoek over de relatie tussen verbruiksgedrag en investeren toont een aantal indicatoren voor een grotere investeringsbereidheid: “de belangrijkste daarvan is de terugverdientijd van de maatregel.” (Handgraaf et al. 2014) Het doel van dit criterium is daarom het minimaliseren van de terugverdientijd.

Ten slotte zal het piekvermogen dat plaatsvindt op het elektriciteitsnet een criterium zijn. Om prioriteit te krijgen op het verkrijgen van een elektriciteitsaansluiting, moet de batterij net verlichtend zijn. Wanneer de batterij dit niet verzorgt, zal de aansluiting op de reguliere wachtlijst komen te staan, waardoor de haalbaarheid van de batterij in gevaar komt. Hier zal verder op in worden gegaan in hoofdstuk 5.2.5.

5.1.2 Causal Loop Diagram

In Figuur 10 is het causal loop diagram te zien. Wat opvalt is dat er een feedback loop aanwezig is. Deze is in groene pijlen weergegeven.

5.1.2.1 Energieoverschot → benodigde opslagcapaciteit batterij

Wanneer het energieoverschot omhooggaat, is er meer opslagcapaciteit nodig om de pieken op te slaan (+). Wanneer er meer opslagcapaciteit is, zullen de overgebleven overschotten verminderen, omdat deze nu opgeslagen worden en dus geen overschot meer zijn, maar elektriciteit die op een later tijdstip benut zal worden (-).

5.1.2.2 Externe factoren

In het CLD zijn vier externe factoren geplaatst:

1. Zonnepanelen [#]
2. Warmtepompen [#]
3. Huishoudens [#]
4. Deelnemende huishoudens [#]

Voor alle vier deze externe factoren geldt dat deze factoren binnen dit onderzoek niet beïnvloed zullen worden. Aangezien deze factoren echter veel invloed hebben op de resultaten, zullen ze in hoofdstuk 5.3 worden meegenomen in scenario's. Er wordt onderscheid gemaakt tussen huishoudens en deelnemende huishoudens:

- **Huishoudens:** aantal huishoudens in de wijk
- **Deelnemende huishoudens:** aantal huishoudens dat deelneemt in het energiedeelsysteem

5.1.2.3 Energiedelen

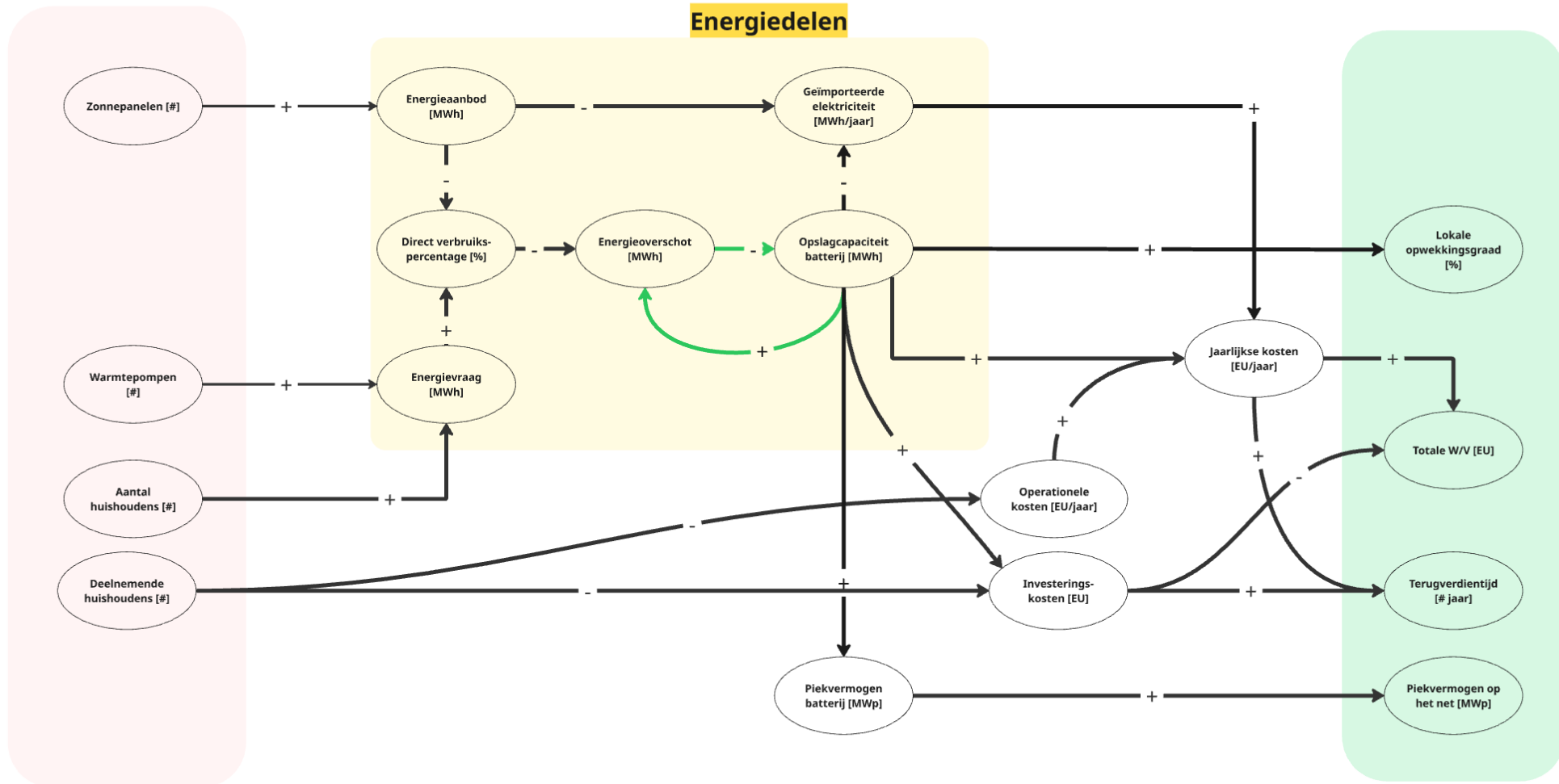
In het CLD is een onderdeel *energiedelen* aangegeven. Dit stukje geeft systemisch weer welke factoren van energiedelen met behulp van een buurtbatterij van invloed zijn op de criteria. Zo heeft de hoeveelheid opslagcapaciteit directe invloed op de lokale opwekkingsgraad, waardoor het maximaliseren hiervan belangrijk is. Tegelijkertijd heeft een stijging van deze factor invloed op de totale winst/verlies en de terugverdientijd. Een belangrijke factor van het energiedelen is het *direct verbruikpercentage*. Deze factor is gebaseerd op Energymatch (zie hoofdstuk 4.3) en beschrijft hoeveel van de opgewekte energie direct wordt verbruikt door vraag en aanbod goed aan elkaar te koppelen. Uit het CLD is te herleiden dat het maximaliseren van deze factor de lokale opwekkingsgraad vergroot. Dit sluit aan bij de Energymatch theorie en benadrukt daarmee dat energiedelen een belangrijk onderdeel is om lokaal opgewekte energie binnen de wijk te houden.

Externe factoren

Factoren

Criteria

Energiedelen



Figuur 10: CLD van energiedeelsysteem met het concept energiedelen met buurtbatterij¹

¹ Causal loop diagram is opgesteld op basis van ervaringen, gesprekken en literatuur die zijn verzameld en geïnterpreteerd

5.1.3 Betrokken partijen binnen het systeem

Binnen het energiedeelsysteem zijn verschillende stakeholders betrokken die op verschillende Meadows-niveaus invloed kunnen uitoefenen op de criteria. In bijlage 9.10 is een stakeholderanalyse uitgevoerd waarin alle stakeholders zijn geïdentificeerd en de mate van betrokkenheid per stakeholder is weergegeven. Binnen dit energiedeelsysteem hebben de energiecoöperaties de meeste invloed op de uitkomsten, gevolgd door de gemeente,

5.1.3.1 Bewoners/energiecoöperatie

De bewoners en de energiecoöperaties hebben in het CLD veel invloed (Meadows 4); factoren als *energievraag* en *energieaanbod* worden sterk beïnvloed door keuzes die de bewoners zelf maken over het installeren van een warmtepomp en/of zonnepanelen. Deze keuze ligt vooral bij de woningeigenaren, maar ook (sociale) huurders kunnen druk uitoefenen op woningcorporaties en verhuurders om deze keuzes te maken. Dit geeft de bewoners en buurtcoöperaties de grootste rol in het beïnvloeden van de criteria van het CLD.

5.1.3.2 Gemeente Amsterdam

De gemeente Amsterdam kan op meerdere manieren invloed uitoefenen op de factoren in het CLD. Zo kan een subsidiëring (Meadows 12) voor een buurtbatterij de investeringskosten per huishouden omlaag brengen, wat van invloed is op de terugverdientijd. Ook kan de gemeente ervoor kiezen om bewoners te stimuleren hun elektriciteitsopwekking- en gebruik beter op elkaar af te stemmen. Dit zorgt er namelijk voor dat er minder elektriciteit geïmporteerd hoeft te worden, wat de winst verhoogd. Dit zal verder toegelicht worden in hoofdstuk 5.3.3.

5.2 Juridisch kader

In dit hoofdstuk wordt de vraag “Hoe zien de juridische ontwikkelingen rondom energiedelen, energieopslag en teruglevering eruit?” beantwoord. Er wordt gekeken naar recente ontwikkelingen op nationale en lokale wetgeving, beleidsvoering en energiedelen in de praktijk. Ook wordt gekeken naar de mogelijke richtingen die de wetgeving en beleidsvoering op kan gaan in de toekomst. Al deze ontwikkelingen worden verstaan als juridische trends. Ten slotte wordt in de conclusie een juridisch kader gecreëerd waarin binnen dit onderzoek geopereerd zal worden.

5.2.1 Energiewet

Per 1 januari 2026 is in Nederland de Energiewet in werking getreden (*Energiewet*, 2026). Het introduceert regels voor energie delen, energieopslag en peer-to-peer-handel, met nadruk op lokale initiatieven. Zo formaliseert het begrippen als *energiegemeenschap* en *actieve afnemer*, wat energiedelen mogelijk maakt, mits leden van een gemeenschap/coöperatie bij dezelfde energieleverancier zitten (Regionale Energiestrategie, z.d.). In bijlage 9.2 wordt een uitgebreide weergave gegeven van de nieuwe Energiewet en de mogelijke ontwikkelingen. Voor nu wordt 1 belangrijke mogelijke ontwikkeling eruit gehaald.

Volgens Eigenhuis (*Energie Delen: Wat Is Wel en Niet Mogelijk?*, z.d.) bevat de huidige Energiewet een probleem: om energie te delen, moeten kopers en verkopers bij dezelfde energieleverancier aangesloten zijn. Om dit probleem op te lossen, is het kabinet bezig met een nieuw wetvoorstel. Het wordt mogelijk voor kopers en verkopers om energie te delen, zonder bij dezelfde energieleverancier aangesloten te zitten. Volgens de planning zal dit voorstel midden 2026 in moeten gaan, waarmee dit juridische obstakel verheven moet worden.

Justin Pagden trekt dit obstakel tijdens een evenement van OranjeEnergie in twijfel en stelt dat dit het organisatorische vraagstuk nog complexer maakt dan het al is (J. Pagden, persoonlijke communicatie, 17 maart 2026). Dit komt doordat, boven op de complexiteit die een structuur onder één energieleverancier al met zich meebrengt, de aanwezigheid van meerdere energieleveranciers deze complexiteit verder versterkt. Hierin gaf hij als praktijkvoorbeeld België, waarin dit al wordt toegepast en het volgens hem erg chaotisch verloopt. Als uitgangspunt voor dit onderzoek wordt daarom genomen dat het vooralsnog niet mogelijk is om energie te delen wanneer men bij verschillende energieleveranciers aangesloten zit. Dit betekent voor dit onderzoek dat ervan uit wordt gegaan dat iedereen bij dezelfde energieleverancier aangesloten moet zitten om energie te delen.

5.2.2 Afschaffing salderingsregeling

Per 1 januari 2027 treedt de salderingsregeling in Nederland uit werking. De salderingsregeling maakt het voor huishoudens mogelijk om hun opgewekte energie weg te strepen tegen hun energieverbruik. Wanneer een huishouden op jaarbasis meer energie produceert dan dat ze verbruiken, krijgen huishoudens hiervoor een vergoeding. Een huishouden krijgt voor teruggeleverde elektriciteit hetzelfde tarief als wordt betaald voor afgenomen elektriciteit (inclusief belasting) (*Salderingsregeling Zonnepanelen*, z.d.). De salderingsregeling maakt het voor huishoudens mogelijk om geld krijgen voor energieoverschotten.

Door de afschaffing van de salderingsregeling kan een huishouden de opgewekte elektriciteit niet meer wegstrepen tegen het verbruik. Als vervanger van de salderingsregeling wordt een terugleververgoeding geïntroduceerd die de energieleveranciers moeten betalen aan de huishoudens voor hun opgewekte elektriciteit. Deze vergoeding bedraagt minimaal 50% van de kale energieprij. Dit is zonder belastingen, in tegenstelling tot de salderingsregeling (*Afschaffen Salderingsregeling 2027*, z.d.), en kan op piekmomenten ook betekenen dat consumenten moeten betalen om terug te leveren. Vanaf 2030 mag de energieleverancier deze prijs zelf bepalen, maar

deze moet volgens de ACM wel “redelijk” zijn. De ACM adviseert daarom aan het ministerie van Klimaat en Groei (KGG) om verder toe te lichten wat een “redelijke terugleververgoeding” inhoudt (ACM, 2024).

De afschaffing van de salderingsregeling houdt voor huishoudens in dat de terugverdientijd van de zonnepanelen significant zullen stijgen. Dit maakt het voor alle partijen met zonnepanelen daarom interessanter om te oriënteren naar manieren om hun opgewekte energie anders toe te passen dan terugleveren aan het net: zoals lokale energieopslag of energiedelen. De afschaffing van de salderingsregeling wordt daarom meegenomen als uitgangspunt voor dit onderzoek.

5.2.3 PGS 37-1 richtlijnen (per 2027)

Het kabinet streeft ernaar om de PGS 37-1 en PGS 37-2-richtlijnen per 1 januari 2027 op te nemen in de Nederlandse Omgevingswet (Van Gastel, 2026). PGS 37-1 en PGS 37-2 bieden een richtlijn voor de veilige opslag van elektriciteit in energieopslagsystemen en de opslag van lithiumhoudende energiedragers vanaf 20 kWh. De opname in de Omgevingswet maakt het voor batterij-exploitanten daarom verplicht om zich hieraan te houden. In Tabel 3 is een overzicht te zien van de invloed van belangrijke aspecten uit de PGS-richtlijnen op de buurtbatterij. Deze zullen worden meegenomen als uitgangspunt voor het onderzoek en verder worden behandeld in hoofdstuk 5.4.

Aspect	Wat betekent dit voor een buurtbatterij
Locatiekeuze	Kies een plek waar de batterij ruimtelijk past bij de functie van het gebied en waar de gemeente die functie in het omgevingsplan kan verantwoorden
Afstand tot omgeving	Houd rekening met afstand en scheiding tot woningen, publieksruimte, wegen en andere installaties, omdat PGS 37-1 de gevolgen voor de omgeving centraal stelt en situering afhankelijk is van scenario's en voorzieningen
Hulpdiensten	Zorg dat de container goed bereikbaar en beheersbaar is voor brandweer en andere hulpdiensten binnen de lokale opstel- en aanrijmogelijkheden
Omgevingsprocedure	Toets naast PGS 37-1 ook aan omgevingsplan, bouwregels en eventuele maatwerk- of vergunningvoorschriften.

Tabel 3: overzicht van aspecten uit PGS-richtlijnen die invloed hebben op de buurtbatterij

5.2.4 Gemeentelijk beleid

Vanuit de nationale wetgeving krijgen gemeentes zelf de ruimte om invulling te geven aan het energiegemeenschappelijk beleid. Volgens Bertus Tulleners, medeauteur van “de publiek-civiele weg naar een duurzame energietransitie” (Gemeente Amsterdam et al., 2025) staat dit beleid nog erg in de kinderschoenen (zie bijlage 9.11). Dit houdt in dat er nog geen concrete richtingen zijn voor het beleid over energiegemeenschappen. Zo moet de gemeente bijvoorbeeld onderzoek doen naar verschillende vraagstukken die verder worden toegelicht in bijlage 9.3.

Tulleners stelt dat gemeentelijk beleid wordt ontwikkeld uit pilots en burgerinitiatieven. Zo kunnen beleidsmakers échte ervaringen gebruiken om nieuw beleid te creëren. Binnen dit onderzoek zal daarom als uitgangspunt worden meegenomen om het beleid niet als obstakel te zien, maar als kans om het beleid aan te passen en/of vorm te geven. Hierdoor kan de haalbaarheid van een energiedeelsysteem worden aangetoond wanneer deze obstakels verheven worden.

5.2.5 Verkrijgen van aansluiting

Op dit moment is er sprake van netcongestie in Holendrecht-Oost. Hierdoor is er een wachtlijst voor nieuwe grootverbruik aansluitingen, zoals een aansluiting voor een buurtbatterij. Deze wachtlijst is een obstakel voor de buurtbatterij, omdat onbekend is wanneer een aansluiting toegekend zal worden. Zoals toegelicht in hoofdstuk 1.2.2 heeft de ACM een prioriteringskader ontwikkeld waarop bepaalde aansluitingen in de wachtlijst voorrang krijgen. Bovenaan dit prioriteringskader staat de congestieverzachter, dit zijn projecten die direct ruimte maken op het elektriciteitsnet, waardoor meer partijen gebruik kunnen maken van het net. Een buurtbatterij kan volgens Liander bijdragen aan de verlichting van het elektriciteitsnet. Hierdoor kan de batterij, onder voorwaarden, vallen onder de kop congestieverzachters. Uitgebreide toelichting over het prioriteringskader en de voorwaarden van Liander is te vinden in bijlage 9.5. De belangrijkste voorwaarden voor dit onderzoek zijn:

1. Minimaal 1.000 kW vermogen beschikbaar voor congestiemanagement
2. Dit vermogen moet minimaal 4 uur continu geleverd kunnen worden

Voor de buurtbatterij betekent dit een minimaal vermogen van 1 MW en een minimale capaciteit van 4 MWh. Een batterij van dat formaat vraagt om een forse investering, wat kan oplopen tot 1.500.000 Euro (Cornett, 2026). Dit zal nadelig zijn voor de investeringskosten. Daarnaast is het nog maar de vraag of het technisch gezien mogelijk is voor een batterij van dat formaat in

Holendrecht-Oost om congestie te verminderen. Dit zou extra onderzoek vereisen. Er ligt daarom een dilemma:

1. Kiezen voor congestieverlichting en relatief snel een aansluiting krijgen tegen een hogere investeringskosten en extra onderzoek
2. Niet kiezen voor congestieverlichting en relatief langzaam een aansluiting krijgen tegen lagere investeringskosten

Voor dit onderzoek zal de congestieverlichtend eis buiten beschouwing worden gelaten, omdat dit niet haalbaar is voor een buurtbatterij in Holendrecht-Oost. Liander zou deze eis moeten aanpassen als het bedrijf de mogelijkheid wil bieden dat buurtbatterijen op kleinere schaal toegepast kunnen worden binnen energiecoöperaties voor netverlichting. In plaats van “netverlichting” zal later in hoofdstuk 5.5.3 worden gekeken naar de optie “netneutraal” door middel van een CSC (capaciteitssturingscontract).

5.2.6 Energiedelen in de praktijk

Energiedelen is juridisch mogelijk, maar in de praktijk komt hier veel bij kijken. Volgens Energymatch moet binnen gemeenschappen rollen, regels en datastromen worden opgezet om vraag en aanbod goed op elkaar af te stemmen. Hierbij kan een buurtbatterij op niveau 3 worden toegepast om overschotten op te vangen en tekorten aan te vullen, zoals vermeld in de kennisbasis (zie hoofdstuk 4.3). Om de buurtbatterij toe te passen, is echter een onderliggend systeem nodig in de vorm van een lokale energiemarktplaats. De taak van de lokale energiemarktplaats is om energiegebruik in de gemeenschap te optimaliseren door een digitaal product toe te passen die de overschotten en tekorten zo goed mogelijk aan elkaar koppelt. EC-HO en Geerdinkhof kunnen deze taak op zich nemen door bewoners te stimuleren een lidmaatschap aan te schaffen bij deze energiemarktplaats, een huissysteem aan te schaffen en door democratisch marktplaatsregels en gemeenschapsregels op te stellen. Pas wanneer dit onderliggende systeem is opgezet, kan een buurtbatterij worden geïmplementeerd.

ENTRANCE (handelsplatform) en Energiemanagers (EMS) zijn voorbeelden van digitale producten die dit onderliggende systeem creëren. Binnen dit onderzoek zal ervan uit worden gegaan dat het onderliggende systeem aanwezig is bij de participerende huishoudens. De reden voor dit uitgangspunt is dat dit onderliggende systeem een randvoorwaarde is voor het toepassen van de buurtbatterij, maar het uitwerken van dit systeem past niet binnen de tijd en scope van dit onderzoek.

5.2.7 Conclusie

In Tabel 4 zijn de uitgangspunten te vinden van dit hoofdstuk. Elk uitgangspunt wordt gekoppeld aan een Meadows hefboom (zie hoofdstuk 3.1.2) om aan te tonen op welk niveau het uitgangspunt opereert. Deze uitgangspunten samen creëren het juridische kader waarin binnen dit onderzoek geopereerd zal worden.

Uitgangspunt	Meadows hefboom (1-12)
Iedereen moet bij dezelfde energieleverancier aangesloten zitten om energie te kunnen delen	5
De afschaffing van de salderingsregeling wordt meegenomen	5
Omgevingsveiligheidseisen uit PGS 37-1	5
Het beleid niet als obstakel zien, maar als kans om het beleid aan te passen en/of vorm te geven	5
Minimaal 1 MW 4 MWh buiten beschouwing laten. Er wordt echter wel meegenomen dat de batterij netneutraal moet zijn	11
Er wordt vanuit gegaan dat een functionerende energiemarktplaats aanwezig is binnen EC-HO	4

Tabel 4: uitgangspunten hoofdstuk 5.2

5.3 Technische haalbaarheid

In dit hoofdstuk wordt de vraag “Hoe draagt het energiedeelsysteem in Holendrecht-Oost bij aan het opwekken en verbruiken van lokale energie?” beantwoord. Er wordt toegelicht wat het huidige energieverbruik- en opwekking van de wijk is. Hierna wordt gekeken naar het energieverbruik en -opwek van 2040. Vanuit deze gegevens wordt door middel van een simulatie bepaald wat het effect is van een energiedeelsysteem in combinatie met een buurtbatterij op het lokale energieverbruik en het vermogen op het net. Alle resultaten zijn door middel van deze tool berekend. Een toelichting van de simulatie is te vinden in bijlage 9.12.5.

5.3.1 Huidige energieopwekking- en verbruik in Holendrecht-Oost

Om een duidelijk beeld te krijgen van de opwek en verbruik in de wijk, is het van belang om energiedata van de wijk te verzamelen. Voor Holendrecht-Oost is de data van Liander en de LIEV-tool gebruikt. Liander heeft de energieprofielen van verschillende type aansluitingen voor zowel elektriciteit als gas (Open Data | Liander, z.d.). Binnen deze studie wordt het energieprofiel van het aansluittype “woning” gebruikt. Voor de energieprofielen van de zonnepanelen is de data van Micheal Jenks gebruikt. De LIEV-tool geeft informatie over het totale verbruik van de MSR's binnen de ruimte. Om de data te visualiseren, is gebruik gemaakt van een pythonsimulatie. In Figuur 5 van hoofdstuk 3.2 Methode is een visualisatie gemaakt van de in- en output van de simulatie. Binnen de tool worden de inputwaardes doorgerekend tot de gewenste output. In bijlage 9.12.5.6 staan alle variabelen en uitgangspunten van de simulatie.

5.3.1.1 Energieverbruik

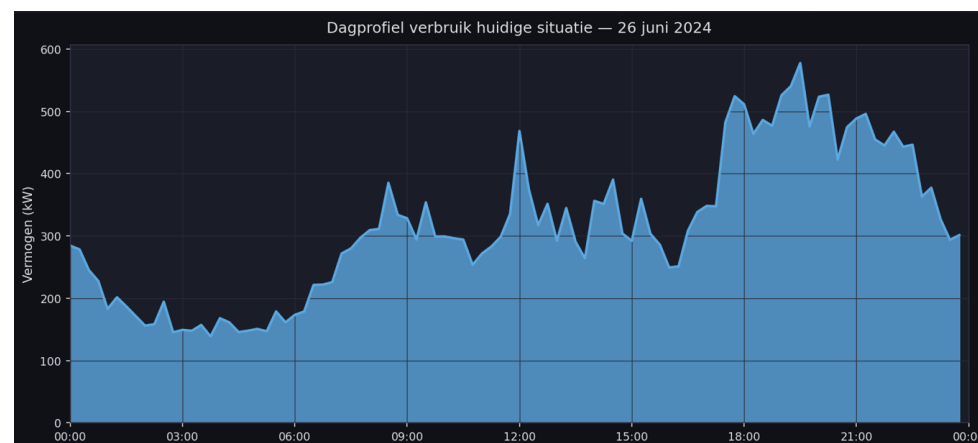
Binnen Holendrecht-Oost staan 2 MSR's opgesteld. In bijlage 9.12.1 zijn de locaties van de MSR's te vinden. Van deze MSR's is het jaarverbruik uit te lezen door middel van de LIEV-tool van Micheal Jenks. Binnen deze tool wordt er onderscheid gemaakt tussen de verschillende functies, zoals wonen,

sport/bijeenkomstplaats, industrie etc. Voor dit onderzoek is de keuze gemaakt om te kijken naar de functie *wonen*. Het jaarverbruik van de MSR's is te vinden in Tabel 5.

	Verbruik [kWh]
MSR 1 (414512888)	1319520
MSR 2 (421182309)	1805480

Tabel 5: jaarverbruik middenspanningsruimtes Holendrecht-Oost

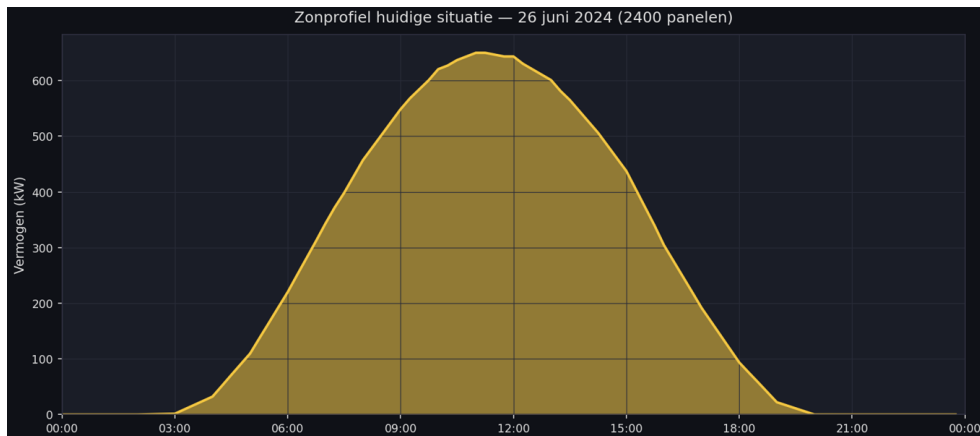
Naast het jaarverbruik zijn ook de energiepieken in kaart gebracht. De energiepieken op het net kunnen bepaald worden door het totale verbruik te combineren met de energieprofielen van Liander en de zonnepanelen. Het standaard profiel van de huishoudens van Holendrecht-Oost is gevisualiseerd in Figuur 11. Hierbij ligt de grootste piek in de avond tussen 17:00 en 21:00. In de wintermaanden, wanneer de pieken het hoogst zijn, kan dit oplopen tot 1 MW.



Figuur 11: gemiddeld dagprofiel in een wintermaand, waarin de pieken oplopen tot 1 MW

5.3.1.2 Energieopwekking

Zoals benoemd in bijlage 9.7 DESTEP hebben 30% van de daken in Holendrecht-Oost zonnepanelen. Op de daken van Holendrecht-Oost liggen gemiddeld 8 zonnepanelen wat betekent dat in de wijk 2400 zonnepanelen liggen². Het Wattpiek vermogen van de wijk ligt op 1234 kWh (Open Data | Liander, z.d.). De totale opwek van de wijk ligt op 714.000 kWh. Het zonneprofiel is gevisualiseerd in Figuur 12.



Figuur 12: energieprofiel zonnepanelen

Vanuit Figuur 11 en Figuur 12 is te zien dat de profielen niet overeenkomen met elkaar. Doordat opwekpieken in de middag liggen en de verbruikspieken in de avond kan de opgewekte energie niet altijd gebruik worden. Dit is waar energiedelen en/of een buurtbatterij een rol kan spelen.

5.3.2 Energieopwek- en verbruik in Holendrecht-Oost in 2040

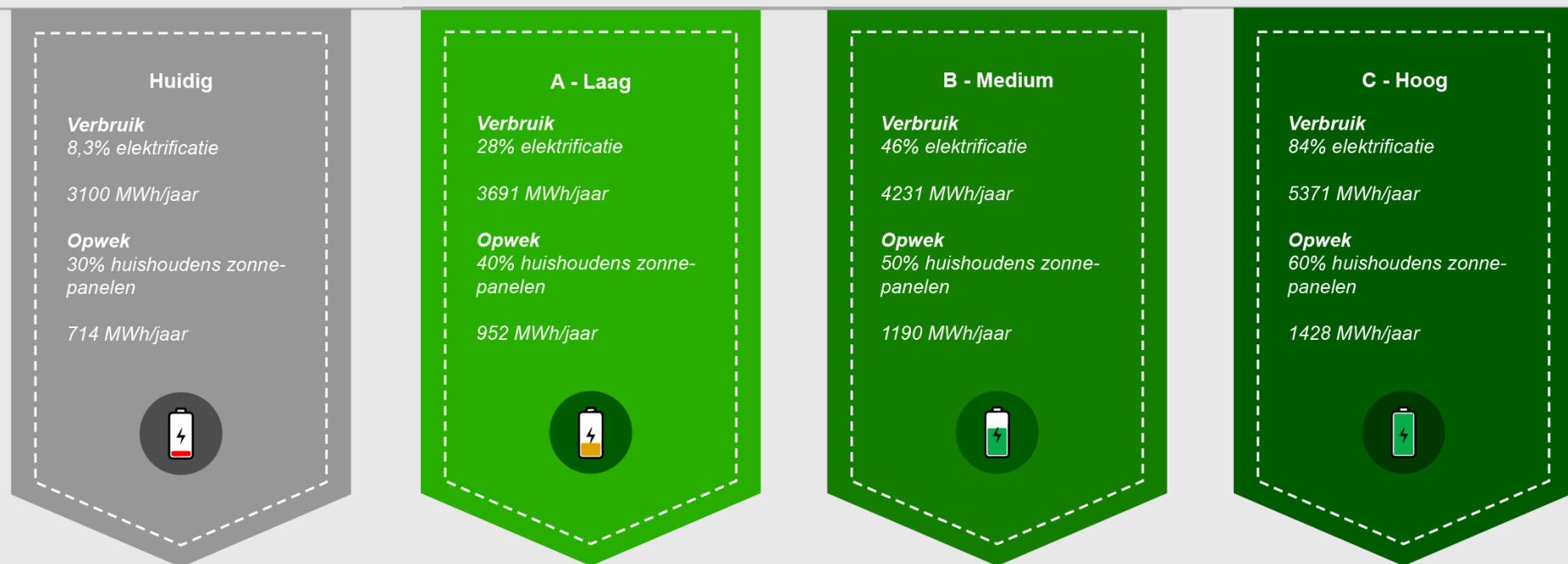
In de toekomst zal het energieverbruik groeien, omdat huishoudens steeds meer overstappen richting warmtepompen, elektrisch koken en elektrische auto's om de klimaatdoelen van 2040 te halen (Frank de Lange et al., 2026). Om de toekomstige scenario's voor energieverbruik en opwek te berekenen, worden de warmtepompen en elektrisch koken als variabelen gebruikt. Elektrische auto's worden buiten de scope gelaten, omdat de focus wordt gelegd op huishoudens.

Om het toekomstig energieverbruik van Holendrecht-Oost vorm te geven zijn 3 scenario's gemaakt. Deze zijn te vinden in Figuur 13. De toelichting van de scenario's is te vinden in bijlage 9.12.2.

² Ervan uitgaand dat de wijk 1000 woningen heeft

3 SCENARIO'S

Verschillende scenario's op de energievraag- en aanbod in 2040



Figuur 13: toekomstige scenario's op de energievraag- en aanbod. De hoeveelheden energie zijn bepaald aan de hand van de volgende aannames: verbruik warmtepomp = 2000 kWh/jaar (Energiewacht, z.d.), opwek zonnepaneel = 340 kWh/jaar (Hoeveel kWh Levert een Zonnepaneel op? | Essent, z.d.), gemiddeld aantal zonnepanelen per huishouden indien aanwezig = 8. Elektrificatie = warmtepomp + inductie koken

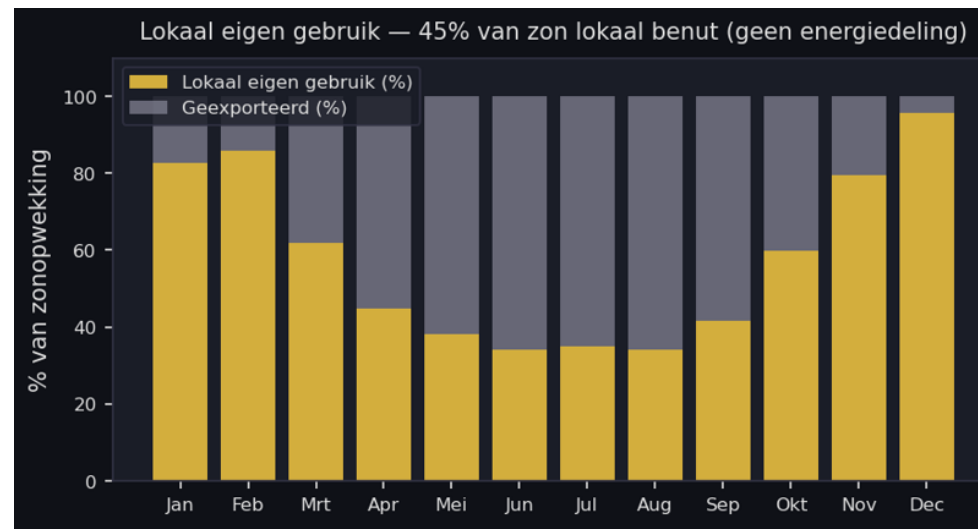
5.3.3 Invloed van energiedelen op de lokale opwekingsgraad

Vanuit de theorie van *Energymatch* is het belangrijk om een energiemarktplaats op te stellen om overschotten en tekorten beter aan elkaar te kunnen matchen binnen de energiegemeenschap (zie hoofdstuk 4.3). Deze stap kan veel invloed hebben op het lokaal benutten van energie.

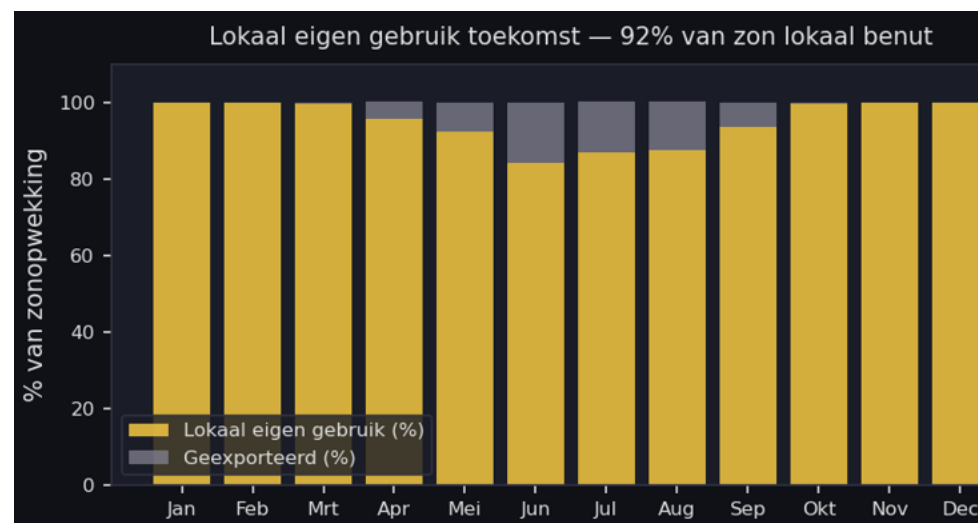
Op dit moment gebruiken de bewoners een deel van hun eigen opgewekte zonne-energie direct. Het andere deel wordt geëxporteerd naar het net. In Figuur 14 is per maand te zien hoeveel procent van de huidige opgewekte energie lokaal gebruikt wordt. In het ideale geval worden de overschotten niet geëxporteerd aan het net, maar wordt dit direct verkocht aan de buurt om de energie zo lokaal mogelijk te gebruiken en de druk op het net niet te verhogen. Tijdens het verkopen aan buurtbewoners wordt er gerefereerd naar “Peer-2-Peer handel”.

In Figuur 15 is de nieuwe situatie te zien, waarbij de overschotten en tekorten binnen de wijk optimaal aan elkaar worden gematcht, zoals beschreven in niveau 3 van *Energymatch* (zie hoofdstuk 4.3). Hierdoor stijgt de lokale opwekingsgraad van 45% naar 92%³ wat betekent dat een aanzienlijk groter deel van de lokaal opgewekte energie ook daadwerkelijk binnen de wijk wordt verbruikt. Deze uitkomst sluit aan bij Demand Side Management (hoofdstuk 4.1) door vraag en aanbod via de energiemarktplaats beter op elkaar af te stemmen, neemt de lokale zelfconsumptie sterk toe.

De percentages van de lokale opwekingsgraad zijn onafhankelijk van de participatiegraad, aangezien deze uitsluitend worden berekend op basis van de huishoudens die deelnemen aan het energiedeelsysteem.



Figuur 14: huidig lokaal energieverbruik



Figuur 15: lokaal energieverbruik in combinatie met energiedelen

³Het resultaat van 92% kan uitsluitend behaald worden wanneer de tekorten voor 100% worden aangevuld door de beschikbare overschotten. Dit is dus *best case*

5.3.4 De invloed van energiedelen + buurtbatterij

Nadat het energiedelen is toegepast, is er nog steeds een deel van zonne-energie die geëxporteerd wordt naar het net. Dit is waar de buurtbatterij van pas komt, de energie die na het energiedelen nog over is, kan worden opgeslagen in de batterij om dit later die dag te kunnen gebruiken en de lokale opwekkingsgraad te vergroten. Dit sluit aan bij het derde blok uit het flexibiliteitskader van Koirala et al. (2018) (*hoofdstuk 4.1*), waarin energieopslag vraag en aanbod in de tijd op elkaar afstemt. De methode om de batterijcapaciteit te bepalen wordt toegelicht in bijlage 9.12.4. In bijlage 9.12.5.6 staan alle variabelen en uitgangspunten van de simulatie.

5.3.4.1 Batterijkeuze

De lokale opwekkingsgraad is afhankelijk van de capaciteit van de batterij. Hoe groter de batterij is, hoe hoger de lokale opwekkingsgraad. Wel zit er een optimum in de batterij, omdat er vanaf een bepaald moment geen grote veranderingen meer zijn. In bijlage 9.12.4 is door middel van een simulatie bepaald wat de optimale capaciteit van de batterij is per verbruiksscenario. De resultaten staan in Tabel 6.

	Capaciteit batterij [kWh]
Scenario A	1250
Scenario B	2000
Scenario C	2500

Tabel 6: capaciteit batterij voor hele buurt

Om het lokaal energieverbruik te maximaliseren, is er één zeer belangrijke factor: participatie. Zonder participatie is energiedelen niet mogelijk. Voor Holendrecht-Oost zijn er 3 participatiescenario's opgesteld. Dit is 1,8%, 8,3% en 25,0%. Verdere toelichting over de participatiescenario's staat in bijlage 9.12.3.

De capaciteit van de batterij kan erg veranderen afhankelijk van het aantal deelnemende huishouden. De batterijcapaciteit per verbruiksscenario aangepast aan de participatiescenario's zijn te vinden in Tabel 7.

	Participatie			
	laag	medium	hoog	
Scenario A	23	104	313	kWh
Scenario B	36	166	500	kWh
Scenario C	45	208	625	kWh

Tabel 7: capaciteit batterij aangepast aan opwek- en participatiescenario's

5.3.4.2 Resultaten van lokaal energiedelen met batterij

Energiedelen en een buurtbatterij hebben grote impact op de lokale benutting van de opgewekte energie. De resultaten zijn te vinden in Figuur 16. Uit de scenarioanalyse blijkt dat een batterij boven op het energiedelen 13-19% kan bijdragen aan het lokale energie benutting.

Lokale opwekkingsgraden					
Batterij formaat	ZONDER batterij (2025)	ALLEEN energiedelen (2042)	Batterij (1)	Batterij (2)	Batterij (3)
Verbruiksscenario					
Opwek/verbruik (A)	45%	79%	92%	96%	97%
Opwek/verbruik (B)	48%	73%	84%	89%	92%
Opwek/verbruik (C)	52%	70%	76%	82%	85%

Figuur 16: lokale opwekkingsgraden verschillende scenario's

5.3.5 Conclusie

In Tabel 8 zijn de uitgangspunten te vinden van dit hoofdstuk. Elk uitgangspunt wordt gekoppeld aan een Meadows hefboom (zie hoofdstuk 3.1.2) om aan te tonen op welke niveau het uitgangspunt opereert.

Uitgangspunt	Meadows hefboom (1-12)
Energiedelen. <i>Energiedelen kan de lokale opwekkingsgraad verhogen naar 92%</i>	7
Peak-shaving. <i>Door de batterij in te zetten tijdens piekmomenten kunnen de pieken worden verlaagd</i>	8
Energieopslagcapaciteit. <i>Door een batterij toe te passen bovenop het energiedelen, kan het resterende overschot ook lokaal gebruikt worden. Hierdoor kan alle opgewekte elektriciteit binnen de wijk blijven. Het formaat van de batterij is afhankelijk van verbruiks- en participatiescenario's</i>	11
Burgerparticipatie. Het belangrijkste onderdeel is burgerparticipatie. Binnen deze studie wordt er uitgegaan van 3 scenario's, namelijk 1,8% (A), 8,3% (B) en 25,0% (C)	4

Tabel 8: uitgangspunten hoofdstuk 5.3

5.4 Ruimtelijke inpassing

In dit hoofdstuk wordt de vraag “Hoe ziet de ruimtelijke implementatie van het energiedeelsysteem in Holendrecht-Oost eruit?” beantwoord. De ruimtelijke implementatie van een buurtbatterij vormt een belangrijk onderdeel binnen de haalbaarheid van een lokaal energiedeelsysteem met buurtbatterij. Hoewel buurtbatterijen vaak worden benaderd als een technische oplossing voor netcongestie en energieopslag, blijkt uit verschillende casestudy's dat de fysieke plaatsing sterk bepalend is voor de kosten, uitvoerbaarheid en maatschappelijke acceptatie van het systeem. De locatiekeuze wordt daarbij niet uitsluitend bepaald door beschikbare ruimte, maar door een samenhang van technische, ruimtelijke, juridische en sociale factoren. In dit hoofdstuk worden op basis van deze factoren 13 locaties geïdentificeerd voor de ruimtelijke inpassing van een buurtbatterij in Holendrecht-Oost. Deze worden vervolgens gereduceerd naar 3 locaties, waarna deze 3 locaties worden beoordeeld op 6 specifiekere criteria. Ten slotte wordt 1 locatie gekozen als uitgangspunt voor dit onderzoek.

5.4.1 Verkenning casestudy's

In bijlage 9.13 zijn casussen onderzocht over technische- en ruimtelijke inpassing, veiligheid en maatschappelijke acceptatie. De onderzochte casussen laten zien dat de ruimtelijke inpassing van een buurtbatterij vraagt om een integrale afweging tussen verschillende aspecten:

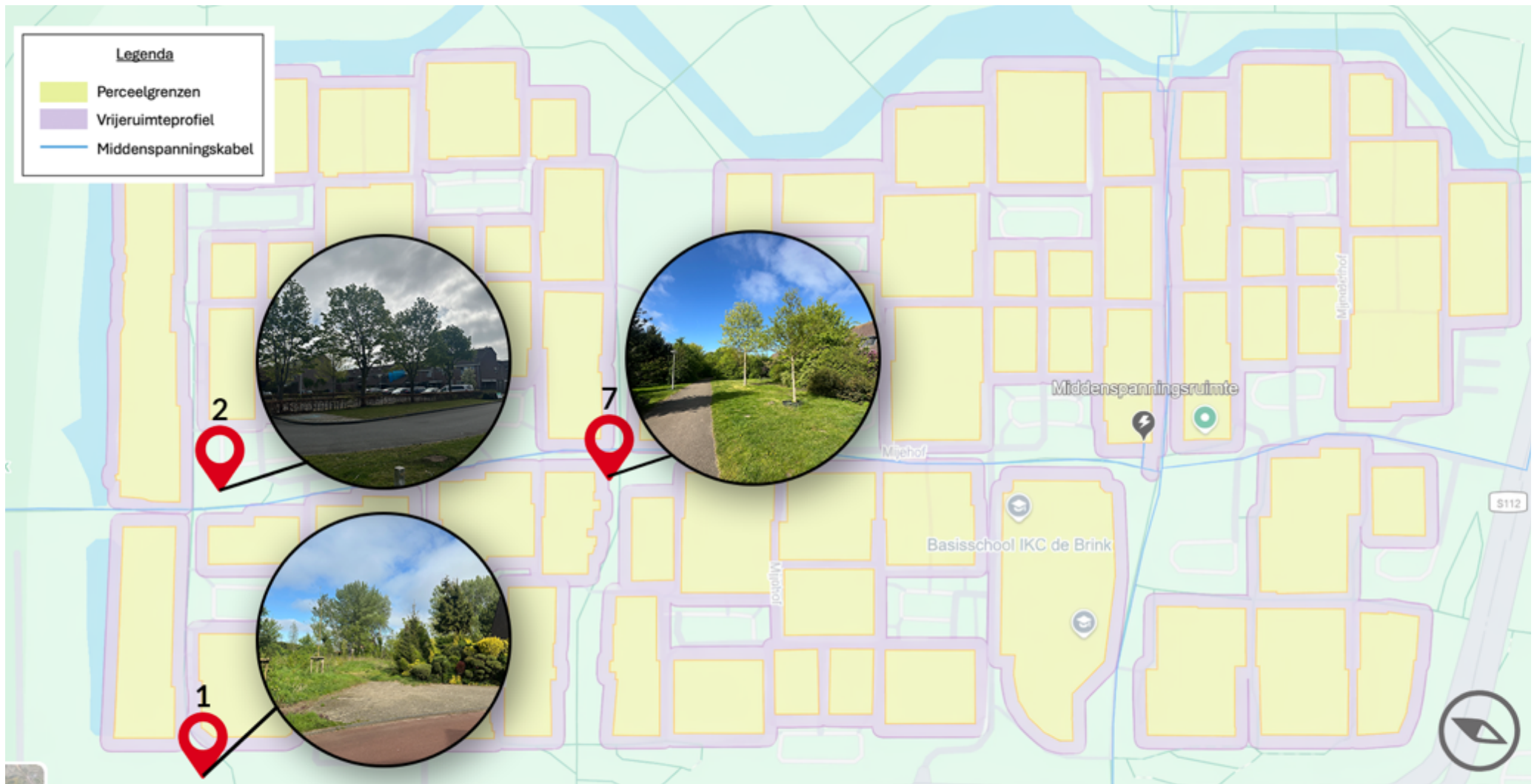
1. Technische aansluiting en infrastructuur (Yarra Energy Foundation, 2022)
2. Fysieke ruimte en bereikbaarheid (DNV GL, 2018)
3. Veiligheidsrichtlijnen (Witteveen+Bos, 2023)
4. Maatschappelijke acceptatie (Yarra Energy Foundation, 2022)

5.4.2 Drie meest kansrijke locaties

Er is een verkenning uitgevoerd om 13 potentiële locaties voor de buurtbatterij in Holendrecht-Oost te identificeren. Deze 13 locaties zijn in eerste instantie gevonden door de hele wijk minimalistisch te beoordelen op de hierboven benoemde aspecten. Deze locaties zijn vervolgens in bijlage 9.14.3 nogmaals, maar kritischer beoordeeld op dezelfde aspecten door middel van de *cut-off* methode. De toepassing van deze methode geeft drie overgebleven locaties: 1, 2 en 7 (zie *Figuur 17*). Om deze drie overgebleven locaties verder en objectiever met elkaar te vergelijken, zijn aanvullende beoordelingscriteria opgesteld. Deze criteria zijn gericht op een integrale locatie, door zowel de technische haalbaarheid als de ruimtelijke en sociaal-maatschappelijke inpassing mee te nemen. De volgende criteria zijn gehanteerd:

- Afstand tot de middenspanningskabel
- Zichtbaarheid vanuit woningen
- Zichtbaarheid vanuit de openbare ruimte
- Noodzaak tot het aanleggen van een toegangsweg
- Impact op groen (verwijdering van groen)
- Overlast tijdens de installatie

Voor de overgebleven drie locaties is een plus/min-matrix opgesteld, waarin de voor- en nadelen systematisch zijn afgewogen (zie *Figuur 18*). Deze methode maakt het mogelijk om de locaties met elkaar te vergelijken. Aanvullend dient te worden meegenomen dat bij de daadwerkelijke realisatie van een buurtbatterij ook andere aspecten een rol spelen. Hierbij kan gedacht worden aan een eventuele herplantingsplicht bij het verwijderen van groen, het waarborgen van veiligheid en verlichting op en rondom de locatie, en het bevorderen van sociale controle. Daarnaast kan een veiligheidsschouw noodzakelijk zijn om de locatie te toetsen aan geldende richtlijnen en risico's. Hoewel deze aspecten van belang zijn voor de uiteindelijke implementatie en beheerfase van een buurtbatterij, vallen zij buiten de scope van dit onderzoek.



Figuur 17: 3 beste locaties op basis van cut-off methode: 1, 2 & 7

	Locatie 1	Locatie 2	Locatie 7
			
Afstand tot MS-kabel	-	+	+
Zichtbaarheid vanuit huis	0	-	+
Zichtbaarheid openbare ruimte	0	-	0
Weg aanleggen	+	+	+
Groen verwijdering	+	0	-
Overlast tijdens installatie	-	0	+

Figuur 18: keuzematrix van de 3 mogelijke beste locaties, waaruit locatie 7 is gekozen (de derde)
(+) goed (-) slecht & (0) neutraal

5.4.3 Conclusie

Uit deze analyse blijkt dat locatie 7 de meest geschikte optie is. Deze locatie ligt dicht bij de middenspanningskabel, op voldoende afstand van woningen en is beschermt, waardoor de visuele impact beperkt blijft. Nadeel is het verlies van groen, maar dit weegt minder zwaar dan bij de alternatieven. Op basis van deze afweging wordt locatie 7, in samenspraak met EC-HO, geselecteerd als voorkeurslocatie voor de buurtbatterij. In het verdere verloop van het onderzoek wordt deze locatie gebruikt als uitgangspunt voor het bepalen van technische, ruimtelijke en financiële parameters.

5.5 Financiële haalbaarheid

In deze deelvraag staat de financiële haalbaarheid van een energiedeelsysteem met buurtbatterij centraal. Daarbij wordt antwoord gegeven op de vraag: "Hoe zien businesscases voor het energiedeelsysteem met buurtbatterij eruit in Holendrecht-Oost?" Om deze vraag te beantwoorden worden de kosten, baten, terugverdientijd en het financiële resultaat van verschillende scenario's geanalyseerd.

5.5.1 Opzet van de businesscase

Een businesscase is een tool die inzicht geeft in of een project financieel haalbaar is om in te investeren. De businesscase voor Holendrecht-Oost is opgebouwd als een rekenmodel waarin verschillende groottes van een buurtbatterij worden doorerekend. De investering voor de buurtbatterij wordt getoetst aan twee situaties, waarin telkens een vergelijking wordt gemaakt tussen:

- De situatie zonder buurtbatterij
- De situatie met een buurtbatterij

De uitkomsten van het verschil tussen deze twee situaties, laat zien in welke situatie de coöperatie minder kosten maakt, en dus winst boekt. Voor de businesscase is een tijdperiode van vijftien jaar genomen. Dit komt voort uit meerdere studies (CE Delft, 2022; NREL, 2021) waarbij vijftien jaar wordt genomen als levensduur van lithium-ion batterijen.

Binnen zowel de energietransitie als dit onderzoek zijn diverse toekomstige onzekerheden van invloed. Om deze mee te nemen, is de businesscase opgebouwd aan de hand van drie variabelen:

1. Deelnemende huishoudens (voor toelichting, zie hoofdstuk 5.3.4.1)

Het percentage huishoudens dat deelneemt aan het systeem (1,8%, 8,3% en 25%). Deze variabele bepaalt de schaal van het systeem en de benodigde batterijcapaciteit.

2. Batterijgrootte (zie hoofdstuk 5.3.4.1)

Voor elke percentage deelnemende huishoudens worden meerdere batterijgroottes doorerekend, variërend van kleine tot grootschalige systemen. De batterijgrootte heeft directe invloed op de capaciteit, investeringskosten en netaansluiting.

3. Verbruiksscenario (zie Figuur 13)

Verschillende scenario's beschrijven de ontwikkeling van lokale elektriciteitsvraag- en aanbod. In de businesscase is dit afkomstig van de groei van zonnepanelen en warmtepompen.

Door deze drie variabelen te combineren ontstaat in totaal 27 verschillende businesscases met ieder een verschillende uitkomst. De volledige leeswijze van de businesscase is terug te vinden in bijlage 9.15.

5.5.2 Verdienmodellen

De buurtbatterij maakt gebruik van twee verschillende verdienmodellen om de investering terug te verdienen. Deze zijn opgesplitst in de winter- en zomermaanden:

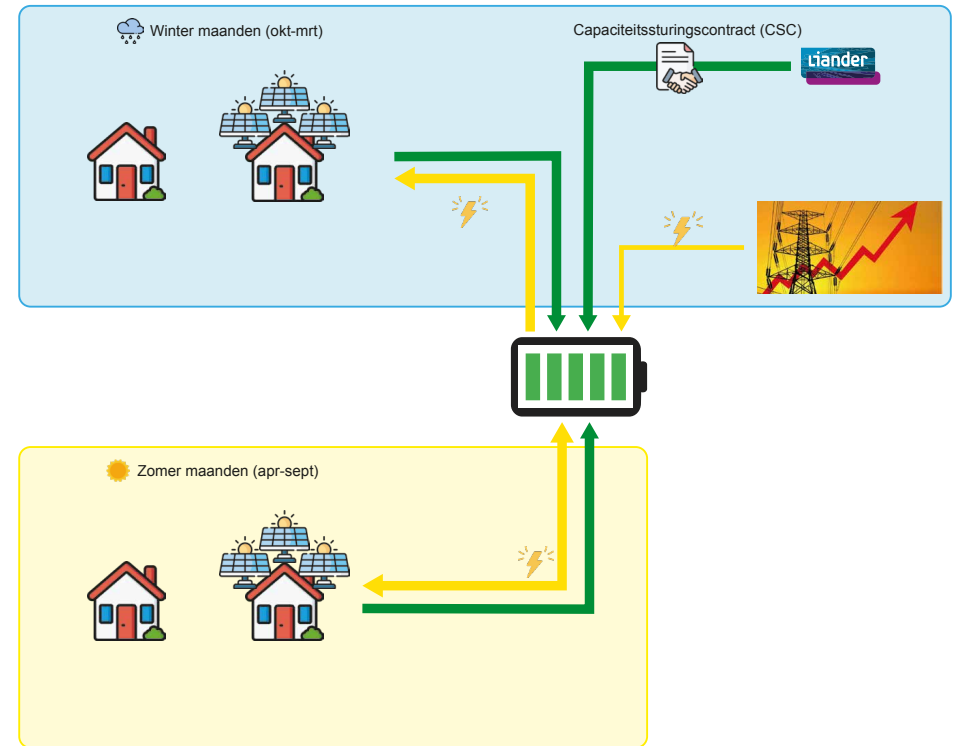
1. **Zomermaanden (APR-SEPT):** overschotten worden overdag opgeslagen in de batterij voor later gebruik. Hierdoor ontstaan baten tijdens piekuren, omdat minder elektriciteit van het net afgehaald hoeft te worden tegen dure tarieven
2. **Wintermaanden (OKT-MRT):** tijdens daluren laadt de batterij zichzelf op voor later gebruik. Hierdoor ontstaan baten tijdens piekuren, omdat minder elektriciteit van het net afgehaald hoeft te worden tegen dure tarieven

Deze verdienmodellen zijn gebaseerd op de energiedeelstructuren van Justin Pagden. Deze worden uitgebreid toegelicht in bijlage 9.3. In Figuur 19 is dit gevisualiseerd.

5.5.3 Criteria

In hoofdstuk 5.1.2 zijn criteria opgesteld in het CLD. In de businesscases zullen criteria 2 en 3 worden getoetst, namelijk **totale winst/verlies** [EU/huishouden] en **terugverdientijd** [# jaar].

Naast deze 2 criteria, speelt in de businesscase nog een ander criteria mee. In de businesscase dient criteria 4, **piekvermogen op het net** [MW], als randvoorwaarde voor de businesscases. Zo is in hoofdstuk 5.2.5 bepaald dat, om toegang tot het net te verkrijgen, het piekvermogen op het elektriciteitsnet niet hoger mag zijn dan dat het zou zijn als het energiedeelsysteem niet wordt toegepast (netneutraal). Dit is te realiseren door een capaciteitssturingscontract (CSC) af te sluiten met Liander (*Liander*, z.d.) Een capaciteitssturingscontract is een overeenkomst waarbij een afnemer (zoals een energiesysteem) afspraken maakt om het elektriciteitsverbruik tijdelijk te verminderen of te verschuiven op momenten dat het net overbelast dreigt te raken. In ruil daarvoor krijgt de afnemer vaak een prioriteitspositie op een aansluiting aan het net.



Figuur 19: twee verschillende verdienmodellen die worden gebruikt om de investering in de buurtbatterij terug te verdienen. Hierin zijn de gele lijnen elektriciteitsstromen en de groene lijnen geldstromen

5.5.4 Aannames en systeemgrenzen

Omdat de businesscase is opgesteld als een totaaloverzicht van de coöperatie, worden kosten en baten collectief beschouwd en niet per individueel huishouden.

Een belangrijk uitgangspunt hierbij is dat interne geldstromen binnen de coöperatie niet worden meegenomen als kosten of baten. De uitwisseling van geld tussen huishoudens en de buurtbatterij wordt beschouwd als een zero-

sum game, waarbij financiële transacties elkaar opheffen. Een zero-sum game is een situatie waarin wat de ene partij wint, de andere partij precies verliest. In totaal verandert er niets: er komt geen waarde bij en er gaat ook niets verloren; het wordt alleen anders verdeeld.

Alleen externe kosten en opbrengsten, zoals netkosten, belastingen en handel met het publieke net, worden meegenomen in de analyse.

Voor het opstellen van de businesscase zijn onderstaande aannames gehanteerd om de berekeningen consistent en vergelijkbaar te maken:

- **EPEX 2025 als basis:** Alle prijsdata is gebaseerd op de EPEX-marktprijzen van 2025, als representatief uitgangspunt voor dynamische energieprijzen. Omdat energieprijzen op een tijdshorizon van 15 jaar sterk kunnen veranderen, is in de businesscase rekening gehouden met een jaarlijkse indexatie van 5,75%. De uiteindelijke resultaten blijven echter afhankelijk van toekomstige marktontwikkelingen.
- **Verbruik groeit lineaire:** De analyse beslaat 15 jaar, in lijn met de verwachte levensduur van batterijen, waarbij verbruik en opwek lineair toenemen.
- **Halvering terugleververgoeding (2030):** Er wordt aangenomen dat de netto terugleververgoeding in 2030 halveert door nieuwe (zie hoofdstuk 5.2.2).
- **Onderhoudskosten batterij:** Deze zijn lineair bepaald op basis van twee referentiewaarden, zodat alle batterijgroottes vergelijkbaar doorgerekend kunnen worden.
- **Investeringskosten batterij:** Deze zijn lineair opgeschaald op basis van vijf referentiewaarden, om kosten per batterijgrootte te benaderen. Hieronder vallen onder andere ook de aansluiting, fundering en installatie.
- **Algemene indexatie (2,5%):** Voor algemene kosten wordt een jaarlijkse inflatie van 2,5% gehanteerd.

- **Indexatie energie- en gasprijzen (5,75%):** Energieprijzen stijgen sneller en worden daarom met 5,75% per jaar geïndexeerd.
- **Geen kosten voor zon en warmtepompen:** Investeringskosten in zonnepanelen en warmtepompen zijn niet meegenomen, omdat wordt aangenomen dat deze ook zonder buurtbatterij plaatsvinden.

5.5.5 Conclusie

Op de volgende pagina zijn de resultaten van de businesscase weergegeven. In bijlage 9.16 zijn alle grafieken van de batterijen los te zien. Uit deze resultaten blijkt dat de investering in een buurtbatterij zich in 24 van de 27 scenario's terugverdiend.

De drie negatieve uitkomsten doen zich voornamelijk voor bij de grootste batterijvariant in combinatie met het laagste verbruiksscenario (scenario A). Dit is het geval bij 8,3% en 25% deelnemende huishoudens. Bij 1,8% deelnemende huishoudens laat deze combinatie eveneens de laagste opbrengst zien, maar blijft de uitkomst nog net positief. Dit wijst erop dat de grootste batterijvariant gevoelig is voor een lager dan verwacht verbruik en in dat geval niet wordt terugverdiend.

Over alle scenario's heen is zichtbaar dat de kleinste batterijvariant de minst risicovolle keuze is. Deze wordt in alle gevallen terugverdiend en realiseert bovendien in elk participatiescenario de hoogste winst.

Daarnaast blijkt dat voor alle batterijgroottes de hoogste opbrengsten worden behaald in verbruiksscenario C. Opvallend hierbij is dat de combinatie van de kleinste batterijvariant met verbruiksscenario C in alle participatiescenario's leidt tot de hoogste winst.

Participatie = 1,8%					
Batterij formaat	Batterij (1.1)		Batterij (1.2)		Batterij (1.3)
Verbruiksscenario					
Opwek/verbruik (A)	€	14.547	€	12.337	€ 8.208
Opwek/verbruik (B)	€	33.674	€	31.151	€ 26.696
Opwek/verbruik (C)	€	73.848	€	70.819	€ 65.987

Tabel 14: totale w/v 1,8% deelnemende huishoudens

Participatie = 8,3%					
Batterij formaat	Batterij (2.1)		Batterij (2.2)		Batterij (2.3)
Verbruiksscenario					
Opwek/verbruik (A)	€	107.242	€	-5.293	€ -15.238
Opwek/verbruik (B)	€	198.106	€	103.639	€ 76.354
Opwek/verbruik (C)	€	385.322	€	289.889	€ 262.019

Tabel 13: totale w/v 8,3 % deelnemende huishoudens

Participatie = 25%					
Batterij formaat	Batterij (3.1)		Batterij (3.2)		Batterij (3.3)
Verbruiksscenario					
Opwek/verbruik (A)	€	236.782	€	126.532	€ -11.317
Opwek/verbruik (B)	€	510.468	€	402.618	€ 264.562
Opwek/verbruik (C)	€	1.074.370	€	963.612	€ 823.795

Tabel 12: totale w/v 25% deelnemende huishoudens

Participatie = 1,8%			
Batterij formaat	Batterij (1.1)		Batterij (1.3)
Verbruiksscenario			
Opwek/verbruik (A)	11	12	13
Opwek/verbruik (B)	9	10	11
Opwek/verbruik (C)	7	8	8

Tabel 11: terugverdientijd (TVT) 1,8% deelnemende huishoudens

Participatie = 8,3%			
Batterij formaat	Batterij (2.1)		Batterij (2.3)
Verbruiksscenario			
Opwek/verbruik (A)	9	#N/B	#N/B
Opwek/verbruik (B)	7	11	12
Opwek/verbruik (C)	6	8	9

Tabel 10: terugverdientijd (TVT) 8,3% deelnemende huishoudens

Participatie = 25%			
Batterij formaat	Batterij (3.1)		Batterij (3.3)
Verbruiksscenario			
Opwek/verbruik (A)	10	12	#N/B
Opwek/verbruik (B)	8	10	12
Opwek/verbruik (C)	6	7	9

Tabel 9: terugverdientijd (TVT) 25% deelnemende huishoudens

5.6 Multi-criteria analyse

Om de resultaten van de verschillende businesscases objectief met elkaar te vergelijken, wordt in dit hoofdstuk een Multi Criteria Analyse uitgevoerd. Hierbij worden de prestaties van de verschillende batterijen beoordeeld op basis van vooraf vastgestelde criteria, zodat kan worden bepaald welke batterij het meest geschikt is voor toepassing binnen Holendrecht-Oost.

In hoofdstuk 5.1 zijn de volgende criteria opgesteld in het CLD:

1. Lokale opwekkingsgraad [%]
2. Totale winst/verlies [EU/huishouden]
3. Terugverdiëntijd [# jaar]
4. Piekvermogen op het net [MWp]

In de verschillende voorgaande hoofdstukken zijn de data van de criteria van dit onderzoek bij elkaar verzameld. Om een eerlijke vergelijking te maken tussen deze criteria, wordt gebruikt gemaakt van een Multi Criteria Analyse (MCA). Een MCA is een methode om verschillende opties systematisch met elkaar te vergelijken op basis van meerdere criteria, zodat een weloverwogen keuze kan worden gemaakt. Aan elk criteria wordt een weging gegeven, waarmee wordt aangegeven hoe belangrijk elk criterium is ten opzichte van de andere criteria. De verschillende alternatieven worden per criterium beoordeeld met een score tussen de 0,0 en 1,0. Deze scores worden vervolgens vermenigvuldigd met de weging van het criterium. Door alle gewogen criteria bij elkaar op te tellen komt daar uiteindelijk een cumulatieve score uit.

Voor de MCA worden criteria 1, 2 en 3 meegenomen in de beoordeling. Criterium 4 wordt, net als in hoofdstuk 5.5.3, beschouwd als een randvoorwaarde voor de implementatie van de buurtbatterij. Omdat een lokaal energiedeelsysteem met een buurtbatterij pas een aansluiting kan verkrijgen wanneer het piekvermogen op het net niet toeneemt, is er binnen het gehele

onderzoek rekening mee gehouden dat deze randvoorwaarde niet wordt overschreden.

In samenspraak met de opdrachtgever EC-HO is er een weging gegeven voor de 3 criteria.

- | | |
|---|--------------|
| 1. Lokale opwekkingsgraad [%] | Weging [0,9] |
| 2. Totale winst/verlies [EU/huishouden] | Weging [0,7] |
| 3. Terugverdiëntijd [# jaar] | Weging [0,1] |

Voor de MCA wordt de cumulatieve score gebruikt als eindresultaat. Per batterij worden eerst de scores van de drie beoordelingscriteria binnen elk verbruiksscenario bij elkaar opgeteld. Hierdoor ontstaat voor ieder verbruiksscenario een totaalscore. Vervolgens worden de totaalscores van de drie verbruiksscenario's samengevoegd tot één cumulatieve score per batterij. Deze cumulatieve score geeft weer welke batterij binnen het betreffende participatiescenario het minste risico geeft en daarmee de meest geschikte keuze vormt.

De resultaten van de MCA zijn te zien in Tabel 15. De uitgebreide resultaten zijn te vinden in bijlage 9.17.

Participatie = 1,8%			
Batterij formaat	Batterij (1.1)	Batterij (1.2)	Batterij (1.3)
Verbruiksscenario			
Opwek/verbruik (A)	1,2	1,2	1,0
Opwek/verbruik (B)	1,4	1,5	1,4
Opwek/verbruik (C)	2,0	2,1	2,1
Cumulatieve score	4,6	4,7	4,5

Participatie = 8,3			
Batterij formaat	Batterij (2.1)	Batterij (2.2)	Batterij (2.3)
Verbruiksscenario			
Opwek/verbruik (A)	1,9	1,0	1,4
Opwek/verbruik (B)	1,8	1,6	1,6
Opwek/verbruik (C)	2,0	1,9	1,9
Cumulatieve score	5,7	4,4	4,8

Participatie = 25%			
Batterij formaat	Batterij (3.1)	Batterij (3.2)	Batterij (3.3)
Verbruiksscenario			
Opwek/verbruik (A)	1,7	1,6	1,0
Opwek/verbruik (B)	1,7	1,7	1,6
Opwek/verbruik (C)	1,9	2,1	2,0
Cumulatieve score	5,3	5,4	4,6

Tabel 15: resultaten Multi Criteria Analyse.

5.6.1 Conclusie

De hoogste cumulatieve score over alle 27 combinaties wordt behaald door batterij 2.1 bij een participatiegraad van 8,3%, met een totaalscore van 5,7. Dit komt doordat de kleine batterijomvang leidt tot een korte terugverdientijd van negen jaar in scenario A, terwijl de participatiegraad van 8,3% hoog genoeg is om een substantiële totale W/V te genereren van €106.239 in datzelfde scenario. De lokale opwekkingsgraad van batterij 2.1 is vergelijkbaar met die van grotere batterijen. Hierdoor profiteert batterij 2.1 van een gunstige combinatie van criteria: voldoende deelnemers om de vaste kosten te dragen, zonder dat de investeringskosten de terugverdientijd te sterk verlengen.

Een opvallend resultaat uit de MCA is dat verbruiksscenario A op het criterium lokale opwekkingsgraad altijd hoger scoort dan scenario B en C, voor alle batterijformaten en participatiegraden. Dit komt doordat in scenario A het percentage zonnepanelen het kleinst is, waardoor er minder energieoverschotten zijn. Scenario C heeft daarentegen de kortste terugverdientijd, omdat de hogere totale W/V de investeringskosten sneller terugverdient. Doordat de lokale opwekkingsgraad zwaar weegt in de MCA

(0,9), valt scenario A in de meeste gevallen hoger uit dan op basis van de businesscase alleen verwacht zou worden.

De laagste score in de gehele MCA wordt behaald door batterij 2.2 in scenario A bij 8,3% participatie. Dit is direct te verklaren vanuit de terugverdientijd: bij deze combinatie bedraagt de terugverdientijd langer dan 15 jaar. In de normalisatie krijgt deze combinatie daardoor een score van 0 op het zwaarstwegende financiële criterium. Gecombineerd met een negatieve totale W/V van -€5.796 resulteert dit in een lage eindscore, ondanks een goede score op lokale opwekkingsgraad. Batterij 2.2 in scenario A is daarmee de combinatie met het hoogste financiële risico binnen de MCA.

Een tweede patroon dat zichtbaar zijn in de resultaten, zijn dat grote batterijen, 1.3, 2.3 en 3.3, weliswaar de hoogste lokale opwekkingsgraad behalen, maar bij lage participatie en verbruiksscenario A een terugverdientijdscore van 0 ontvangen doordat de terugverdientijd de vijftienjarige horizon overschrijdt. Dit verklaart waarom de grote batterij bij 1,8% participatie in scenario A lager uitvalt dan de kleine batterij in hetzelfde scenario: de winst op lokale opwekkingsgraad compenseert de lage TVT-score niet voldoende.

Op basis van de MCA kan worden geconcludeerd dat batterij 2.1 bij 8,3% participatie de meest haalbare optie is, gemeten naar de opgestelde criteria en wegen. Wanneer een participatiegraad van minimaal 8,3% niet gegarandeerd kan worden, is batterij 1.1 bij 1,8% participatie de financieel meest verantwoorde keuze, vanwege de laagste risico's rondom de terugverdiensijd. De middelgrote en grote batterijen presteren beter naarmate de participatiegraad toeneemt, maar zijn bij lage participatie kwetsbaar vanwege de langere terugverdiensijden die de MCA zwaar afstraft.

Vanuit de resultaten is te concluderen dat het energiedeelsysteem bij een hogere participatie voordeliger is dan bij een lagere participatie. Om deze reden wordt aangeraden een participatiegraad van minimaal 8,3% te hebben als het energiedeelsysteem wordt toegepast.

5.7 Systeeminventies

In dit onderdeel wordt de volgende vraag beantwoord: “Welke systeeminventies zijn nodig om het energiedeelsysteem in Holendrecht-Oost haalbaar te maken?”. Als eerst zal op basis van de businesscases gekeken worden hoe de financiële haalbaarheid vergroot kan worden. Daarna zal worden gekeken welke interventies nodig zijn om de technische haalbaarheid te vergroten. Ten slotte wordt een inventarisatie gemaakt van de juridische obstakels die het energiedeelsysteem in de huidige tijd onmogelijk maken of significant verhinderen en hoe deze opgeheven kunnen worden.

5.7.1 Systeeminventies voor financiële haalbaarheid

In hoofdstuk 5.5 is te zien dat bij ieder participatiescenario de kleinste batterij financieel het veiligst is. In hoofdstuk 5.3 is geconcludeerd dat een grotere batterij zorgt voor een hogere lokale opwekingsgraad. Hierdoor wordt meer van de lokaal opgewekte elektriciteit lokaal verbruikt. In 3 van de 27 gevallen kunnen deze grotere batterijen zichzelf echter niet terugverdienen. Om het risico voor het aanschaffen van een energiedeelsysteem te verkleinen, is een lijst met systeem interventies opgezet die gericht zijn op het financieel rendabeler maken van de buurtbatterij. Deze interventies zijn:

1. Subsidie voor risicodekking (Meadows 12)
2. Energiebelasting binnen energiegemeenschappen opheffen – alleen nog geïmporteerde elektriciteit belasting (Meadows 5)
3. Terugleververgoeding van energieleveranciers verlagen (Meadows 5)

In bijlage 9.18 zijn de resultaten te zien per interventie. Hier volgt een korte samenvatting van de potentiële impact van deze interventies.

5.7.1.1 Subsidie voor risicodekking

Een subsidie van maximaal 15.238 Euro (participatie = 8,3%, Opwek A, Batterij 2.3) het volledige financiële risico kan dekken. Bij andere businesscases is dit 11.317 Euro of zelfs 5293 Euro. Hierdoor kan een gemeente of ander overheidsorgaan het financiële risico volledig wegnemen bij de energiegemeenschappen en het aantrekkelijker maken om te investeren.

5.7.1.2 Gemeenschapsbelasting ophef

In de huidige tijd moet binnen energiegemeenschappen belasting worden betaald wanneer bijvoorbeeld buurtbewoner 1 elektriciteit deelt met buurtbewoner 2. Een mogelijke interventie is het aantrekkelijker maken van energiedelen door deze belasting te verminderen of zelfs af te schaffen. Hierdoor hoeft alleen belasting te worden betaald op elektriciteit dat wordt afgenomen van het net, in plaats van dat het lokaal is opgewekt. Door deze belasting volledig af te schaffen, wordt de totale W/V gemiddeld 241% hoger. Dit toont aan het verminderen of afschaffen van deze belasting veel impact heeft op het financiële rendement.

5.7.1.3 Terugleververgoeding verlagen

In hoofdstuk 5.5 is vastgesteld dat voor elke kWh teruggeleverde elektriciteit een terugleververgoeding uitbetaald. Tot 2030 is deze vergoeding minimaal 50% van de kale elektriciteitsprijs. Vanaf 2030 mogen energieleveranciers deze vergoeding zelf bepalen. Door de terugleververgoeding vanaf 2030 te verlagen of zelfs weg te halen, wordt het aantrekkelijker om de opgewekte elektriciteit zelf te verbruiken. Door de vergoeding van 0,0125 EU/kWh te reduceren naar 0,00 EU/kWh wordt de gemiddelde W/V verhoogd met 23%. Er is echter nog steeds 1 situatie waarin 6845 Euro verlies wordt gemaakt (participatie = 8,3%, Opwek A, Batterij 2.3).

5.7.2 Systeeminterventies voor technische haalbaarheid

In hoofdstuk 5.2 is het volgende vastgesteld: om een buurtbatterij te implementeren in een energiedeelsysteem, moet eerst een basis worden gelegd in de vorm van een onderliggend systeem: een energiemarktplaats. De energiemarktplaats maakt gebruik van een digitaal product, een EMS, om overschotten en tekorten binnen een wijk zo goed mogelijk aan elkaar te koppelen. Om dit goed te regelen, moeten huishoudens als eerst via een huissysteem hun eigen energieverbruik optimaliseren (niveau 1). Vervolgens kunnen huishoudens hun overschotten beschikbaar stellen aan de wijk (niveau 2). Daarna kunnen huishoudens via hun huissysteem reageren op andermans overschotten (niveau 3). Dit is de basis van peer-to-peer energiedelen via een energiemarktplaats. Door het toepassen van een energiedeelsysteem, is in hoofdstuk 5.3 vastgesteld dat lokale opwekkingsgraad hierdoor significant verhoogd kan worden.

In dit onderzoek is gekozen om ervan uit te gaan deze onderliggende energiemarktplaats aanwezig is de wijk, zodat gefocust kan worden op de haalbaarheid van een buurtbatterij. In de realiteit is de eerste stap naar een buurtbatterij echter om dit systeem aan te leggen in de wijk. De gemeente kan de transitie naar dit soort systemen ondersteunen door dit op te nemen in het gemeentelijk beleid (Meadows 5). Zo kan een juridische randvoorwaarde voor de identiteit “energiegemeenschap” zijn dat een energiemarktplaats aanwezig is. Vervolgens kan een voorwaarde voor gemeentelijke ondersteuning zijn dat je de identiteit “energiegemeenschap” moet hebben. Ten slotte kan gemeentelijke ondersteuning van de uitvoering van een pilot zorgen voor een versterkende feedbackloop (Meadows 6), waarin het toepassen van zo’n systeem andere gemeenschappen kan prikkelen om dit ook te doen.

5.7.3 Verheffen van juridische obstakels

In Tabel 16 is een overzicht te vinden van de juridische obstakels. Deze obstakels zorgen ervoor dat het energiedeelsysteem niet mogelijk is óf dat de uitvoering hiervan significant wordt verhinderd. Zoals toegelicht in hoofdstuk 5.2, zijn deze obstakels in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten om missend beleid aan te vullen en/of aan te passen en aan te tonen wat de haalbaarheid van een energiedeelsysteem is wanneer deze obstakels worden verheven.

Voor obstakel 1 en 2 geldt dat vooral onduidelijkheid is over de invulling van deze juridische kaders. Het verheffen van deze juridische obstakels zal dus geen invloed hebben op de criteria die zijn opgesteld in het CLD. Obstakel 3, geen ondersteuning energiedelen, maakt het lastiger om een energiedeelsysteem toe te passen, maar ook hier geldt dat dit geen invloed heeft op de criteria. Ook worden energieleveranciers vanaf midden 2026 verplicht dit wel toe te staan, zoals toegelicht in bijlage 9.2. De volgende 3 geïdentificeerde obstakels hebben invloed op de criteria uit het CLD (zie *Figuur 20*):

4. 1 MW regel van Liander (invloed op piekvermogen van batterij [MWp])
5. 4 uur leveringsregel van Liander
6. Juridische/financiële rol gemeente

Obstakel 4 en 5 hebben samenhang met obstakel 7: de lange wachttijd voor een aansluiting. Dit maakt de juridische haalbaarheid van de buurtbatterij ingewikkeld. Om met prioriteit een aansluiting te krijgen voor de buurtbatterij, moet voldaan worden aan prioriteit 1 van het ACM-prioriteringskader (congestieverzachter). Hierbij is Liander’s eis dat het opgestelde vermogen van minimaal 1 MW minimaal 4 uur lang geleverd moet kunnen worden. Dit creëert een 1:4 verband tussen vermogen en capaciteit, wat de investeringskosten van de batterij kan verhogen. Het aanpassen van deze regel naar een lagere drempelwaarde (Meadows 5), kan daarom de terugverdientijd en de totale

winst/verlies beïnvloeden, mits het opgestelde vermogen de congestie daadwerkelijk kan verlagen.

Een alternatief voor het aanpassen van de regel, is het concept ‘aggregatoren.’ Dit zijn partijen die meerdere kleine producenten bundelt in een portfolio en de capaciteit aanbiedt op de energiemarkt. Als meerdere wijken een buurtbatterij installeren kan een aggregator opgezet worden om een groter vermogen te leveren en te voldoen aan de 1 MW-eis.

Obstakel 7, juridische/financiële rol gemeente, zou de businesscase van de buurtbatterij rendabeler kunnen maken. Een gebrek aan juridische kaders rondom deze ondersteuning zorgt echter voor onduidelijkheid over wat deze ondersteuning is en hoe deze verkregen kan worden. In hoofdstuk 5.7.2 is een suggestie gedaan voor een mogelijk stuk beleid.

Nr	Obstakel	Toelichting
1	Voorwaarden gemeentelijke ondersteuning	Voorwaarden voor gemeentelijk ondersteuning bij energieprojecten bestaat niet
2	Ondersteunende randvoorwaarden	Randvoorwaarden voor energiegemeenschappen, toegankelijke procedures, juridische ondersteuning etc. bestaan niet
3	Geen ondersteuning energiedelen	Energiedelen is voor energieleveranciers niet verplicht om aan te bieden en het voor door de meeste niet aangeboden
4	1 MW regel van Liander	Minimaal opgesteld vermogen vanuit Liander om de status “capaciteitsverlichtend” te bereiken. 1 MW is niet haalbaar voor EC-HO.
5	4 uur leveringsregel van Liander	Minimaal 4 uur kunnen leveren van opgesteld vermogen (bij batterijen)

6	Juridische/financiële rol gemeente	Juridische/financiële rol van gemeente bij energieprojecten is niet vastgelegd
7	Wachtlister aansluiting	Lengte van wachtlister voor grootverbruik aansluiting is onbekend en ACM-prioriteringskader maakt geen uitzondering voor buurtbatterijen

Tabel 16: overzicht van juridische obstakels voor een buurtbatterij in Holendrecht-Oost

5.7.4 Conclusie

In Tabel 17 is een overzicht te vinden van de conclusies uit dit hoofdstuk.

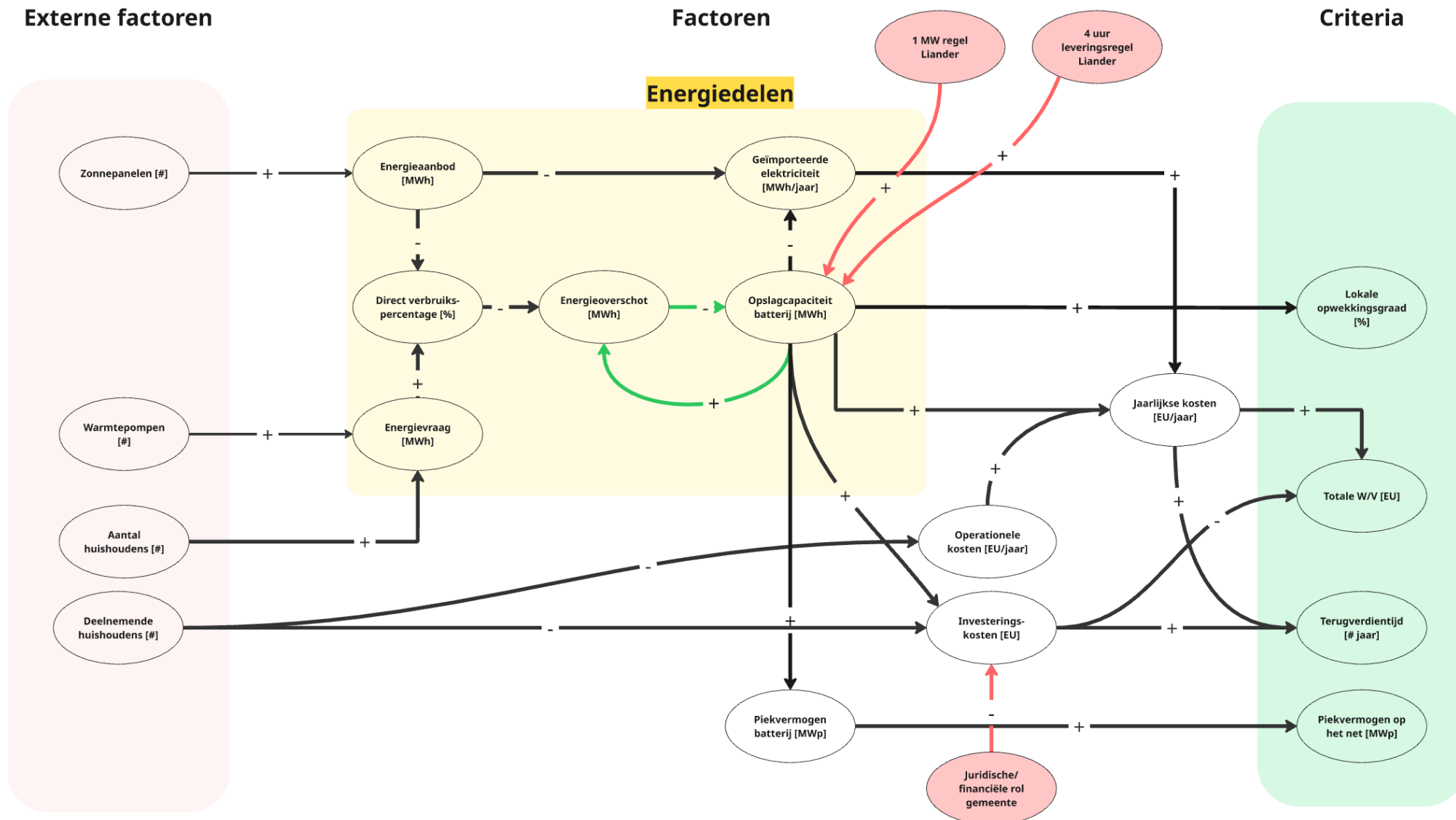
Thema	Toelichting
Financieel	Een energiedeelsysteem met een buurtbatterij is financieel mogelijk, mits de juiste batterij wordt gekozen per participatie. Interventies zoals subsidies, belastingvrijstellingen en verminderen van de terugleververgoeding kan het financiële risico verminderen of zelfs wegnemen
Technisch	Een energiedeelsysteem met een buurtbatterij is technisch mogelijk, maar alleen met een functionerende energiemarktplaats. De gemeente kan de transitie naar dit soort energiemarktplaatsen ondersteunen door dit in beleid mee te nemen
Juridisch	Een energiedeelsysteem met buurtbatterij is juridisch mogelijk, maar sommige regels of een gebrek aan regels kunnen de haalbaarheid significant verhinderen: de grootste juridische uitdaging is het verkrijgen van een aansluiting. Daarnaast kan de gemeente beleidsmatig sturen op energiemarktplaatsen door dit als voorwaarde te stellen voor bijvoorbeeld subsidies. Ten slotte is het van belang om marktplaats- en gemeenschapsregels te maken binnen de gemeenschap.

Tabel 17: conclusies uit hoofdstuk 5.7 per onderzoeksthema

Externe factoren

Factoren

Criteria



Figuur 20: juridische obstakels geplaatst in het CLD

6. Conclusie

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de hoofdvraag: “hoe kan een lokaal energiedeelsysteem financieel, juridisch en technisch haalbaar zijn voor Holendrecht-Oost, rekening houdend met ruimtelijke inpassing?” Per categorie wordt toegelicht welke factoren de haalbaarheid beïnvloeden en hoe hiermee omgegaan moet worden.

6.1 Financiële haalbaarheid

Het toepassen van een energiedeelsysteem in Holendrecht-Oost biedt financieel kansen. Voor de financiële haalbaarheid zijn een hoop factoren die invloed hebben op de uitkomst van de businesscase.

De financiële voordelen van een investering in een buurtbatterij zijn binnen de coöperatie in de meeste gevallen positief, en dus haalbaar.

Om de batterij financieel rendabel te maken moeten verschillende verdienmodellen gebruik worden voor de zomer- en wintermaanden.

- **Zomermaanden (APR-SEPT):** overschotten worden overdag opgeslagen in de batterij voor later gebruik. Hierdoor ontstaan baten tijdens piekuren, omdat minder elektriciteit van het net afgehaald hoeft te worden tegen dure tarieven
- **Wintermaanden (OKT-MRT):** tijdens daluren laadt de batterij zichzelf op voor later gebruik. Hierdoor ontstaan baten tijdens piekuren, omdat minder elektriciteit van het net afgehaald hoeft te worden tegen dure tarieven

Hiernaast moet vooraf duidelijk zijn wat het energieverbruik en de energieopwekking is van de wijk om de batterij goed te dimensioneren. Uit de risicoanalyse blijkt dat een te grote batterij leidt tot meer investeringskosten die niet terugverdient kunnen worden. Om deze reden is het kiezen van de kleine batterij de meest veilige optie, rekening houdend met de terugverdientijd.

Participatie speelt een belangrijke rol voor de financiële haalbaarheid van een energiedeelsysteem. Als de participatie boven de 8,3% (83 huishoudens) ligt, wordt in de meeste gevallen de terugverdientijd een jaar verkort. Ook het toekomstige verbruik en opwek van de wijk is sterk van invloed op de haalbaarheid van het lokale energiesysteem.

Om de haalbaarheid verder te vergroten, kunnen subsidies voor risicodekking de financiële risico's van een investering grotendeels of zelfs volledig wegnemen. Hierdoor verbeteren zowel het totale winst-/verlies als de terugverdientijd. Daarnaast kan het afschaffen van energiebelasting binnen energiegemeenschappen, waarbij alleen geïmporteerde elektriciteit wordt belast, leiden tot een gemiddelde stijging van het totale winst-/verlies van 241%. Tot slot kan een verlaging van de terugleververgoeding door energieleveranciers leiden tot een stijging van het totale winst-/verlies met 23%.

Een belangrijk uitgangspunt van het energiedeelsysteem, is dat met peer-to-peer energiedelen geen geld verdient kan worden. De uitwisseling van geld tussen huishoudens wordt beschouwd als een zero-sum game, waarbij financiële transactie elkaar opheffen. Dit betekent dat door transacties binnen de coöperatie geen geld verdient kan worden.

6.2 Juridische haalbaarheid

Op 1 januari 2026 is de Energiewet in werking getreden. Het introduceert regels voor energiedelen, energieopslag en peer-to-peer-handel, met nadruk op lokale initiatieven. In de Energiewet worden energiegemeenschappen specifiek benoemd, en moeten deze worden gezien als juridische entiteit. Door de wet wordt energiedelen mogelijk gemaakt. Een kanttekening hierbij is dat alle leden van de energiegemeenschap/coöperatie bij dezelfde energieleverancier zitten. Op dit moment bieden nog niet alle energieleveranciers energiedelen aan, maar per midden 2026 worden energieleveranciers verplicht dit toe te passen.

Deze nieuwe ontwikkelingen doen veel voor energiedelen, maar er zijn ook nog een aantal obstakels:

- Doordat deze ontwikkelingen nieuw zijn, is er nog geen gemeentelijk beleid rondom energiedelen. De gemeente kan een bijdrage leveren door deze initiatieven te ondersteunen door subsidies uit te geven of energiecoöperaties te helpen bij het opzetten van een energiedeelsysteem.
- Door de drukte rondom netcongestie is Liander momenteel niet bezig met de vraag rondom energiedelen binnen de wijk en de toevoeging van buurtbatterijen binnen deze context. De huidige eis om congestie verlichtend te zijn is 1 MW vermogen, 4 MWh capaciteit. Dit zijn hoeveelheden waar een buurt niet aan voldoet. Om deze reden is het lastig om snel een aansluiting te krijgen. Een goede manier om relatief snel een aansluiting te krijgen is door middel van een CSC. Met dit contract mag in piekuren geen energie van het net gehaald worden om de congestie niet te verzwaren. Zo kan de wachttijd verkort worden en kan de buurtbatterij eerder geplaatst worden.

6.3 Technische haalbaarheid

Om een energiedeelsysteem technisch mogelijk te maken, is een onderliggend systeem nodig die dit aanstuurt: een energiemarktplaats. De energiemarktplaats maakt gebruik van een EMS om overschotten en tekorten binnen een wijk zo goed mogelijk aan elkaar te koppelen. Om dit goed te regelen, moeten huishoudens als eerst via een huissysteem hun eigen energieverbruik optimaliseren (niveau 1). Vervolgens kunnen huishoudens hun overschotten beschikbaar stellen aan de wijk (niveau 2). Daarna kunnen huishoudens via hun huissysteem reageren op andermans overschotten (niveau 3). Dit is de basis van peer-to-peer energiedelen via een energiemarktplaats. Wat binnen de energiemarktplaats overblijft aan elektriciteit, kan door het EMS naar een batterij gestuurd worden voor later

gebruik. Door het toepassen van een energiedeelsysteem kan de lokale opwekkingsgraad significant verhoogd worden (zie *Figuur 21*).

RISICOANALYSE VOOR LOKALE OPWEKKINGSGRAAD					
Batterij formaat	ZONDER batterij en energiedelen (2025)	ALLEEN energiedelen	Batterij (1)	Batterij (2)	Batterij (3)
Verbruiksscenario's 2042					
Opwek/verbruik (A)	45%	79%	92%	96%	97%
Opwek/verbruik (B)	48%	73%	84%	89%	92%
Opwek/verbruik (C)	52%	70%	76%	82%	85%

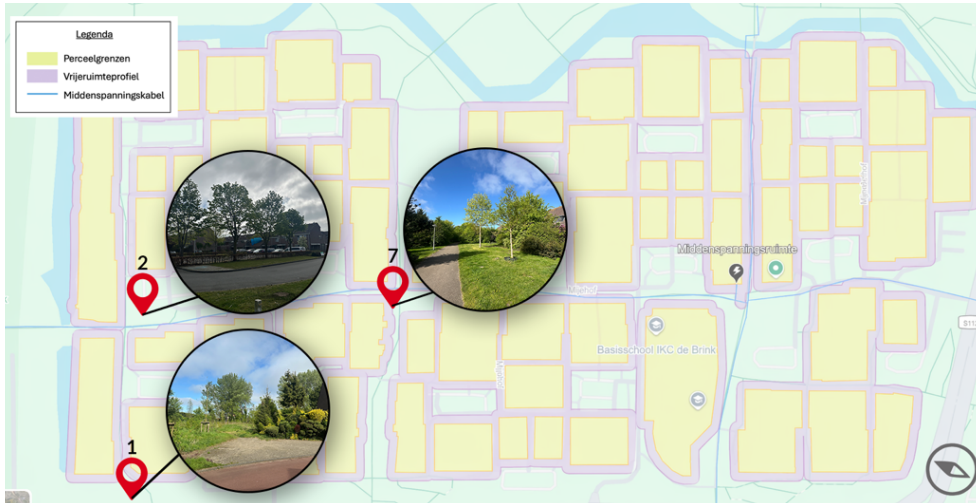
Figuur 21: overzicht van lokale opwekkingsgraad per opwek/verbruiksscenario en per batterij

6.4 Ruimtelijke inpassing

Voor de ruimtelijke inpassing van de batterij is onderzocht welke locatie het meest geschikt is. Hierbij is rekening gehouden met de werkzaamheden, zichtbaarheid veiligheid. De criteria die hiervoor zijn opgesteld zijn:

- Afstand tot MS-kabel
- Zichtbaarheid vanuit huizen
- Zichtbaarheid openbare ruimte
- Weg aanleggen
- Groen verwijdering
- Overlast tijdens installatie

Vanuit deze criteria is gekozen om de batterij neer te zetten op locatie 7, naast het fietspad van de Mijehof. De exacte locatie is te vinden in *Figuur 19*.



Figuur 22: locaties buurtbatterij

Naast de batterij moet ook de controller/computer van het EMS geplaatst worden binnen de wijk die de vraag en aanbod regelt. Deze kan op dezelfde locatie geplaatst worden.

Naast de veranderingen in openbare ruimte moet er in de woningen ook wat veranderen. Elke woning moet voorzien worden van een slimme meter om te kunnen communiceren met het EMS.

6.5 MCA

Binnen de gehanteerde criteria en wegingen kan worden geconcludeerd dat op basis van de MCA de kleinste batterijvarianten over het algemeen het beste presteren. Deze batterijen scoren het hoogst doordat zij in vrijwel alle scenario's een korte terugverdientijd hebben en financieel het minst risicovol zijn. Hoewel grotere batterijen een hogere lokale opwekkingsgraad en kortere terugverdientijden realiseren, wordt dit voordeel in de MCA niet voldoende gecompenseerd door de hoge investeringskosten. Hierdoor vallen grotere batterijen met name bij lagere participatie en verbruiksscenario's lager uit.

6.6 Systeeminterventies

In dit onderzoek zijn 3 systeeminterventies getest:

1. Subsidie voor risicodekking
2. Afschaffing/vermindering gemeenschapsbelasting
3. Afschaffing/vermindering terugleververgoeding

Een subsidie van maximaal 15.238 Euro (participatie = 8,3%, Opwek A, Batterij 2.3) het volledige financiële risico kan dekken. Bij andere businesscases is dit 11.317 Euro of zelfs 5293 Euro. Hierdoor kan een gemeente of ander overheidsorgaan het financiële risico volledig wegnemen bij de energiegemeenschappen en het aantrekkelijker maken om te investeren.

In de huidige tijd moet binnen energiegemeenschappen belasting worden betaald wanneer bijvoorbeeld buurtbewoner 1 elektriciteit deelt met buurtbewoner 2. Door deze belasting volledig af te schaffen, wordt de totale W/V gemiddeld 241% hoger. Dit toont aan het verminderen of afschaffen van deze belasting veel impact heeft op het financiële rendement.

Tot 2030 is deze de terugleververgoeding minimaal 50% van de kale elektriciteitsprijs. Vanaf 2030 mogen energieleveranciers deze vergoeding zelf bepalen. Door de vergoeding van 0,0125 EU/kWh te reduceren naar 0,00 EU/kWh wordt de gemiddelde W/V verhoogd met 23%. Er is echter nog steeds 1 situatie waarin 6845 Euro verlies wordt gemaakt (participatie = 8,3%, Opwek A, Batterij 2.3).

7. Discussie/aanbevelingen

In dit hoofdstuk wordt de discussie geopend en worden aanbevelingen gegeven aan EC-HO. Hierin wordt ook benoemd welke rol andere stakeholders, zoals de gemeente Amsterdam, kunnen spelen in het uitvoeren van deze aanbeveling. Ten slotte wordt een universele roadmap weergegeven van 8 stappen die onder anderen EC-HO kan uitvoeren om te komen tot een haalbaar energiedeelsysteem. Aan de hand van deze roadmap zal ook een advies uitgebracht worden voor Geerdinkhof.

7.1 Zet een energiedeelsysteem op voordat een batterij wordt aangeschaft

Om een lokaal energiedeelsysteem toe te passen, is een onderliggend systeem nodig in de vorm van een lokale energiemarktplaats. De Energymatch-theorie (zie hoofdstuk 4.3) beschrijft precies hoe zo'n marktplaats is opgebouwd. De taak van de lokale energiemarktplaats is om energiegebruik in de gemeenschap te optimaliseren door een digitaal product toe te passen die de overschotten en tekorten van huishoudens zo goed mogelijk aan elkaar koppelt. EC-HO kan deze taak op zich nemen door bewoners te stimuleren een lidmaatschap aan te schaffen bij deze energiemarktplaats, een huissysteem aan te schaffen en democratisch marktplaatsregels en gemeenschapsregels op te stellen. Hierbij is de aanbeveling: pas wanneer dit onderliggende systeem is opgezet, kan een buurtbatterij worden geïmplementeerd. ENTRNCE (handelsplatform) en Energiemanagers (energiemanagementsysteem) zijn voorbeelden van digitale producten die dit onderliggende systeem creëren.

Naast het technisch opzetten van een energiemarktplaats, moeten ook marktplaatsregels worden opgesteld. Een voorbeeld hiervan is:

- “De winst die gemaakt wordt met een buurtbatterij wordt verdeeld op basis van de hoeveelheid opwek dat een huishouden toevoegt” of;

- “Alle deelnemende huishoudens investeren exact hetzelfde bedrag in een buurtbatterij, ongeacht of deze zonnepanelen of warmtepompen hebben.”

Dit soort regels zullen per energiegemeenschap verschillen en moeten duidelijk vastgelegd worden.

De gemeente kan hierin een rol spelen door de transitie naar dit soort energiemarktplaatsen te ondersteunen in beleidsplannen en energiegemeenschappen te helpen bij het opzetten van een eigen energiemarktplaats. Zo kan een randvoorwaarde voor de status “energiegemeenschap” kan zijn dat een energiemarktplaats aanwezig is. Aanvullend hierop kan een voorwaarde van een subsidie zijn dat je de status “energiegemeenschap” moet hebben. Hierdoor kan de gemeente beleidsmatig sturen op het stimuleren van energiedelen en uiteindelijk financiële ondersteuning bieden bij de stap naar een buurtbatterij.

7.2 Reken de nieuwe invoerwaardes door nadat een energiedeelsysteem is opgezet

Pas wanneer een onderliggend energiedeelsysteem is opgezet, kan worden gekeken naar een buurtbatterij. In dit onderzoek is gekeken naar de financiële, juridische en technische haalbaarheid van het toepassen van een energiedeelsysteem met en zonder buurtbatterij. Hierin is gemodelleerd hoeveel overschot er is na energiedelen, maar het daadwerkelijke overschot kan pas in de praktijk blijken wanneer energiedelen wordt toegepast. Een aanbeveling hierbij is dat de invoerwaardes nogmaals doorgerekend moeten worden, nadat een energiedeelsysteem is opgezet in de wijk. Hierdoor zal het technische en financiële effect van de batterij nauwkeuriger worden, waaruit een beslissing kan worden gemaakt om een batterij wel of niet aan te schaffen.

7.3 Formaat batterij

Op basis van dit onderzoek is gebleken dat batterij 1 (klein) financieel het minste risico draagt. Om de lokale opwekkingsgraad te maximaliseren, moet batterij 3 (groot) gekozen worden. Hierbij geldt dat het risico dat de batterij zichzelf niet terugverdiend verhoogd wordt (bijvoorbeeld wanneer scenario A uitkomt in plaats van C). Het toekomstig gemeentelijk beleid rondom energiegemeenschappen kan inhouden dat de gemeente helpt dit risico dekken in de vorm van een subsidie.

De batterijen zijn gedimensioneerd op de vraag- en aanbodsscenario's van 2042. Dit betekent dat het verbruik en de opwekking in 2027 nog niet op deze waardes liggen. Ook is niet zeker welk scenario in de toekomst uitkomt. Door in te zetten op een uitbreidbare container kan er voor de eerste jaren een kleinere batterij worden aangeschaft. Als de groei van zonnepanelen steeds verder toeneemt, of de participatie stijgt, kan de batterij uitgebreid worden. Dit is goede manier om het financiële risico van de W/V te verlagen.

7.4 Aansturing van de batterij

Een digitaal product, ook wel Energiemanagementsysteem (EMS), stuurt de batterij aan op basis van energievraag- en aanbod en energieprijzen. Het advies voor de aansturing van de batterij is om het op te splitsen in zomermaanden (APR-SEPT) en wintermaanden (OKT-MRT). In de zomermaanden worden lokaal opgewekte overschotten opgeslagen voor later gebruikt. In de wintermaanden zijn vrijwel geen overschotten. Om te voorkomen dat de batterij stilstaat, moet de batterij in de wintermaanden tijdens daluren opladen tegen lage energietarieven voor later gebruik.

7.5 Vraag zo snel mogelijk een aansluiting aan

Wanneer het energiedeelsysteem binnen de wijk is toegepast en wordt uitgebreid met een buurtbatterij moet een aansluiting aangevraagd worden bij Liander. Dit moet zo snel mogelijk gebeuren, vanwege lange wachtlijsten. Het

aansluiten door middel van een CSC is het meest geschikt. In wordt afgesproken dat de batterij geen elektriciteit afneemt tijdens piekuren, waardoor de congestie niet wordt verzwaard. Met dit contract kan de wachttijd verkort worden en kan de buurtbatterij eerder geplaatst worden.

Een andere optie om de wachttijd te verkorten is door in het CSC af te spreken dat het opgestelde vermogen gebruikt mag worden voor *peak-shaving*. Dit contract heeft als voorwaarde dat het vermogen minimaal 1 MW is en de capaciteit minimaal 4 MWh. Dit zijn eisen die voor één wijk niet haalbaar zijn. Een alternatief is het concept 'aggregatoren:' partijen die meerdere kleine producenten bundelt in een portfolio en de capaciteit aanbiedt op de energiemarkt. Als meerdere wijken een buurtbatterij installeren, kan een aggregator een groter vermogen leveren en voldoen aan de 1 MW-eis. De aanbeveling is om een vervolgonderzoek uit te voeren door dit binnen APEC bespreekbaar te maken, omdat dit verschillende energiegemeenschappen vertegenwoordigt. Het opzetten van een aggregator sluit aan op niveau 4 van "Energy match", waar energiegemeenschappen onderling energiedelen.

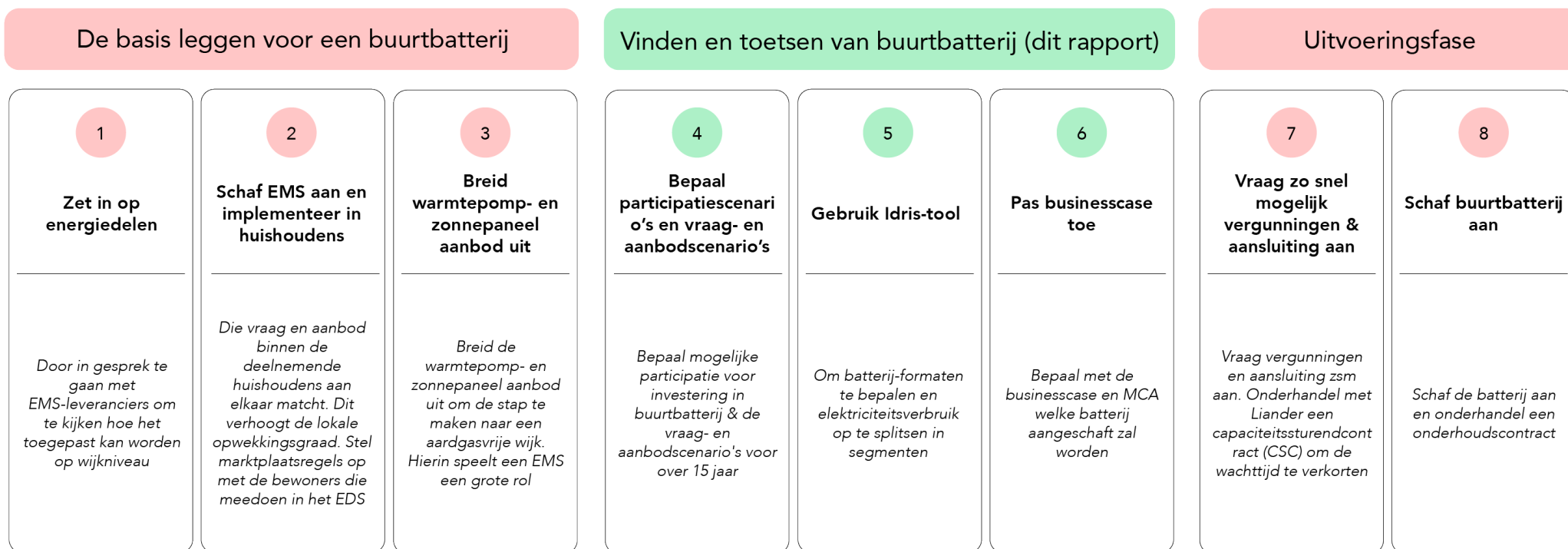
7.6 Aanbeveling nationale wetgeving

Vanaf 2030 mogen energieleveranciers zelf bepalen van de terugleververgoeding moet zijn. Deze moet volgens de ACM een "eerlijke vergoeding" zijn. Deze terugleververgoeding kan veel invloed hebben op de W/V van een buurtbatterij; zo kan het afschaffen van deze vergoeding de W/V gemiddeld 23% verhogen. De aanbeveling hier is om met APEC te pleiten voor verduidelijking rondom de terugleververgoeding, zodat het financiële risico van een buurtbatterij beter kan worden bepaald.

7.7 Aanbeveling Geerdinkhof

Houd dezelfde roadmap aan zodat een energiemarktplaats wordt opgezet. Ga daarna op zoek naar een passende buurtbatterij door toekomstige vraag- en aanbod in kaart te brengen en te berekenen welk batterijformaat het best past bij de wensen van Geerdinkhof (op basis van wegingen van de criteria uit CLD).

IN 8 STAPPEN NAAR EEN HAALBAAR ENERGIEDEELSYSTEEM



Figuur 23: roadmap om tot een haalbaar energiedeelsysteem met buurtbatterij te komen

8. Literatuurlijst

Abson, D.J., Fischer, J., Leventon, J. et al. Leverage points for sustainability transformation. *Ambio* 46, 30–39 (2017). Geraadpleegd op 2 april 2026, van <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0800-y>

ACM geeft groen licht voor groepstransportovereenkomst. (2025, 19 december). Unc Inc / Unc Inc Amsterdam - uncinc.nl. Geraadpleegd op 17 februari 2026, van <https://www.netbeheernederland.nl/artikelen/nieuws/acm-geeft-groen-licht-voor-groepstransportovereenkomst>

Acm. (2024, 17 september). *ACM adviseert wetsvoorstel afschaffen salderingsregeling te verduidelijken.* ACM. <https://www.acm.nl/nl/publicaties/acm-adviseert-wetsvoorstel-afschaffen-salderingsregeling-te-verduidelijken>

Advies over wijziging van de Energiewet om EMD-pakket te implementeren. (2025, 17 november). Raadvanstate. <https://www.raadvanstate.nl/actueel/nieuws/november/advies-wijziging-energiewet-emd-pakket/>

Afschaffen salderingsregeling 2027. (z.d.). Vereniging Eigen Huis. Geraadpleegd op 9 mei 2026, van <https://www.eigenhuis.nl/verduurzamen/zonnepanelen/afschaffen-salderingsregeling>

Amsterdam Zuidoost. (2017). VISIE AMSTERDAM ZUIDOOST ENERGIENEUTRAAL 2040. In *Masterplan Energie - Amsterdam Zuidoost* (pp. 4–24). https://openresearch.amsterdam.nl/media/inline/2024/1/11/231213_pm_en_ergieflyer_zuid_oost_enkel_mailbaar_1-992642841.pdf

Belastingdienst. (z.d.). Energiebelasting. <https://www.belastingdienst.nl/wps/wcm/connect/bldcontentnl/belastingdie>

[nst/zakelijk/overige_belastingen/belastingen_op_milieugrondslag/energiebelasting/energiebelasting](https://www.belastingdienst.nl/wps/wcm/connect/bldcontentnl/belastingdienst/zakelijk/overige_belastingen/belastingen_op_milieugrondslag/energiebelasting/energiebelasting)

Bertalanffy, L. von. (1950). General systems theory. *The British Journal for the Philosophy of Science*.

Blarke, M. B. (2011). Towards an intermittency-friendly energy system: Comparing electric boilers and heat pumps in distributed cogeneration. *Applied Energy*, 91(1), 349–365. Geraadpleegd op 2 april 2026, van <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.09.038>

Capper, T., Gorbacheva, A., Mustafa, M. A., Bahloul, M., Schwidtal, J. M., Chitchyan, R., Andoni, M., Robu, V., Montakhabi, M., Scott, I. J., & Franci, C. (2022). Peer-to-peer, community self-consumption, and transactive energy: A systematic literature review of local energy market models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 162, 112403. Geraadpleegd op 10 april 2026, van <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112403>

Castillo-Cagigal, M., Caamaño-Martín, E., Matallanas, E., Masa-Bote, D., Gutiérrez, A., Monasterio-Huelin, F., & Jiménez-Leube, J. (2011). PV self-consumption optimization with storage and Active DSM for the residential sector. *Solar Energy*, 85(9), 2338–2348. Geraadpleegd op 7 april 2026, van <https://doi.org/10.1016/j.solener.2011.06.028>

CE Delft. (2022). Omslagpunt grootschalige batterijopslag: Wat is de betekenis van batterijopslag voor de inpassing van zon in het energiesysteem? CE Delft. Geraadpleegd op 21 mei 2026, van <https://ce.nl/publicaties/omslagpunt-grootschalige-batterijopslag/>

Centraal Bureau voor de Statistiek. (2025, 9 mei). Groei aantal warmtepompen neemt af. *Centraal Bureau Voor de Statistiek*. <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2025/19/groei-aantal-warmtepompen-neemt-af>

Cole, W., Frazier, A. W., Augustine, C., & Marcy, C. (2021). *Cost projections for utility-scale battery storage: 2021 update*. National Renewable Energy

Laboratory (NREL). Geraadpleegd op 21 mei 2026, van <https://www.nrel.gov/docs/fy21osti/79236.pdf>

Congestieverzachters | Liander. (z.d.). Geraadpleegd op 9 mei 2026, van <https://www.liander.nl/grootzakelijk/energietransitie/maatschappelijk-prioriteren/congestieverzachters#faq-item-stoppen-prioriteren>

Cornett, S. (2026, 5 januari). *Cost of Battery Storage Per kWh: 2026 Pricing Guide*. Geraadpleegd op 9 mei 2026, van <https://vipenergyservice.com/energy-storage/cost-of-battery-storage-per-kwh>

Crielaard, L., Quax, R., Sawyer, A. D. M., Vasconcelos, V. V., Nicolaou, M., Stronks, K., & Sloot, P. M. A. (2023). Using network analysis to identify leverage points based on causal loop diagrams leads to false inference. *Scientific Reports*, 13(1), 21046. Geraadpleegd op 7 april 2026, van <https://doi.org/10.1038/s41598-023-46531-z>

De Haan, A., & De Heer, P. (2016). Solving complex problems: Professional group decision-making in complex situations. Noordhoff Uitgevers.

De Winkel, E., Lukszo, Z., Neerincx, M., & Dobbe, R. (2025). Adapting to limited grid capacity: Perceptions of injustice emerging from grid congestion in the Netherlands. *Energy Research & Social Science*, 122, 103962. Geraadpleegd op 2 april 2026, van <https://doi.org/10.1016/j.erss.2025.103962>

Denholm, P., & Hand, M. (2011). Grid flexibility and storage required to achieve very high penetration of variable renewable electricity. *Energy Policy*, 39(3), 1817–1830. Geraadpleegd op 2 april 2026, van <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.01.019>

DNV GL. (2018). Haalbaarheid en schaalbaarheid van de buurtbatterij. In TKI Systeemintegratie (Report Nr. 18-0126 Rev.1). Geraadpleegd op 17 februari 2026, van <https://www.dnvgl.com/energy>

Doelstelling van 1 miljoen warmtepompen in 2030 uit zicht - Techniek Nederland. (2024, 13 november).

<https://www.technieknederland.nl/pers/doelstelling-van-1-miljoen-warmtepompen-in-2030-uit-zicht>

Egerer, S., Cotera, R. V., Celliers, L., & Costa, M. M. (2021). A leverage points analysis of a qualitative system dynamics model for climate change adaptation in agriculture. *Agricultural Systems*, 189, 103052. Geraadpleegd op 7 april 2026, van <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103052>

Energie delen: wat is wel en niet mogelijk? (z.d.). Vereniging Eigen Huis. <https://www.eigenhuis.nl/verduurzamen/energierekening/energie-delen>

Energiegemeenschappen - regionale energiestrategie. (z.d.). Regionale Energiestrategie. Geraadpleegd op 7 februari 2026, van <https://www.regionale-energiestrategie.nl/participatie/lokaal+eigendom/energiegemeenschappen/default.aspx>

Energieverbruik van een warmtepomp | Nefit Bosch. (z.d.). Home Comfort. <https://www.nefit-bosch.nl/producten/warmtepompen/verbruik-warmtepomp/>

Energiewacht. (z.d.). *Alles over het verbruik van een warmtepomp*. Geraadpleegd op 5 maart 2026, van <https://www.energiewacht.nl/kennisbank/warmtepompen/verbruik-warmtepomp>

Energiewet. (2026, 1 januari). Wetten.Overheid. Geraadpleegd op 11 februari 2026, van <https://wetten.overheid.nl/BWBR0050714/2026-01-01#Hoofdstuk1>

Forrester, J. W. (1961). *Industrial dynamics*. MIT Press.

Frank de Lange, Paul Nillesen, Maurice Koerse, & PricewaterhouseCoopers Advisory N.V. (2026). Financiële Impact van het Energiebeleid voor Netbeheerders 2026. In *PwC Strategy&*.

https://www.netbeheernederland.nl/sites/default/files/2026-03/fien26_-_finaal_rapport.pdf

Geboers, L., Dijkstra, C., Rongen, F. C., Djojoseparto, S. K., & Poelman, M. P. (2025). Understanding the underlying systems dynamics contributing to the continued predominance of the unhealthy motorway food environment in the Netherlands: identifying leverage points and actions for change. *BMC Medicine*, 23(1), 279. Geraadpleegd op 7 april 2026, van <https://doi.org/10.1186/s12916-025-04088-w>

Gemeente Amsterdam, Amsterdamse energiegemeenschappen, & APEC. (2025). De publiek-civiele weg naar een duurzame energietransitie: Roadmap energiegemeenschappen. In *Roadmap Energiegemeenschappen*.

Gemeente Amsterdam. (2025, 2 april). *Nieuwe koers warmtetransitie*. Openresearch.Amsterdam. <https://openresearch.amsterdam/nl/page/121259/nieuwe-koers-warmtetransitie>

Handgraaf, M., Van Lidth de Jeude, M., & Noach, C. (2014). Energiebesparing: De relatie tussen verbruiksgedrag en investeren. In *Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland*. Ecofys. <https://www.ecofys.com>

Hoeveel kWh levert een zonnepaneel op? | Essent. (z.d.). <https://www.essent.nl/kennisbank/zonnepanelen/wat-zijn-zonnepanelen/hoeveel-kwh-zonnepanelen>

Huang, Q., Amin, W., Umer, K., Gooi, H. B., Eddy, F. Y. S., Afzal, M., Shahzadi, M., Khan, A. A., & Ahmad, S. A. (2021). A review of transactive energy systems: Concept and implementation. *Energy Reports*, 7, 7804–7824. Geraadpleegd op 10 april 2026, van <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.05.037>

Huber, M., Dimkova, D., & Hamacher, T. (2014). Integration of wind and solar power in Europe: Assessment of flexibility requirements. *Energy*, 69, 236–246. Geraadpleegd op 2 april 2026, van <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.02.109>

Hutty, T. D., Pena-Bello, A., Dong, S., Parra, D., Rothman, R., & Brown, S. (2021). Peer-to-peer electricity trading as an enabler of increased PV and EV ownership. *Energy Conversion And Management*, 245, 114634. Geraadpleegd op 7 april 2026, van <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114634>

Informatiepunt Leefomgeving. (z.d.). *Overzicht PGS-richtlijnen*. <https://iplo.nl/thema/externe-veiligheid/publicatiereeks-gevaarlijke-stoffen-pgs/overzicht-pgs-richtlijnen/>

Jin, X., & Jia, H. (2020). Local flexibility markets: Literature review on concepts, models and clearing methods. *Applied Energy*, 261, 114387. Geraadpleegd op 10 april 2026, van <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114387>

Khorasany, M., Shokri Gazafroudi, A. S., Razzaghi, R., Morstyn, T., & Shafie-Khah, M. (2022). A framework for participation of prosumers in peer-to-peer energy trading and flexibility markets. *Applied Energy*, 314, 118907. Geraadpleegd op 10 april 2026, van <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.118907>

Koirala, B. P., Van Oost, E., Van Der Windt, H., Department of Science, Technology and Policy Studies, University of Twente, the Netherlands, & Faculty of Science and Engineering, University of Groningen, the Netherlands. (2018). Community energy storage: A responsible innovation towards a sustainable energy system? In *Applied Energy* (pp. 570–585) [Journal-article]. Geraadpleegd op 2 april 2026, van <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.09.163>

Liander. (2025). Tarieven voor eenmalige klantendiensten - Elektriciteit. In Liander. <https://www.liander.nl/-/media/files/tarieven/grootzakelijk/tarieven-2025/eenmalige-tarieven-elektriciteit-2025.pdf>

Liander. (2026a). Jaarlijkse netwerkkosten gas 2026.

Liander. (2026b). Jaarlijkse netwerkkosten stroom 2026.

Liander. (2026c). Tarieven voor aansluiting en transport elektriciteit. In Liander.

Liander. (2026d). Tarieven stroom 2026 - Liander.

Liander. (z.d.). Geraadpleegd op 2 juni 2026, van <https://www.liander.nl/grootzakelijk/energietransitie/congestieproducten/csc>

Lund, P. D., Lindgren, J., Mikkola, J., Salpakari, J., & Department of Applied Physics, School of Science, Aalto University. (2015). Review of energy system flexibility measures to enable high levels of variable renewable electricity. In *Renewable And Sustainable Energy Reviews* (Vols. 45–45, pp. 785–807). Geraadpleegd op 2 april 2026, van <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.01.057>

Meadows, D., H. (1999). *Leverage Points: Places to Intervene in a System*. The Sustainability Institute, 1. Geraadpleegd op 12 maart 2026, van https://donellameadows.org/wp-content/userfiles/Leverage_Points.pdf

Medarac, H., Koning, G. D., Dutch New Energy Research, & Warmte365. (2025). *Nationaal Warmtepomp trendrapport*.

Nationale Agenda Laadinfrastructuur. (2025, 14 mei). <https://www.agendalaadinfrastructuur.nl/ondersteuning+gemeenten/documenten+en+links/documenten+in+bibliotheek/handlerdownloadfiles.ashx?idnv=3082352>

Netbeheer Nederland. (2024, 25 januari). *Netbeheerders zien aantal huishoudens met zonnepanelen verder groeien in 2023*. Unc Inc / Unc Inc Amsterdam - uncinc.nl. <https://www.netbeheernederland.nl/artikelen/nieuws/netbeheerders-zien-aantal-huishoudens-met-zonnepanelen-verder-groeien-2023>

Nieuw elektriciteitsstation Gaasperdam | Liander. (2026, 17 februari). Liander. <https://www.liander.nl/regio/amsterdam/amsterdam/gaasperdam>

Nieuwe prioriteringskader ACM: regels voor prioriteit bij vol stroomnet. (2025, 12 december). NetbeheerNederland.

<https://www.netbeheernederland.nl/artikelen/nieuws/nieuwe-prioriteringskader-acm-regels-voor-prioriteit-bij-vol-stroomnet#:~:text=Nieuwe%20prioriteringskader%20ACM:%20regels%20voor%20prioriteit%20bij%20vol%20stroomnet%20%7C%20Netbeheer%20Nederland&text=Nieuws%E2%80%A2%2012%20december%202025%20%E2%80%A2Leestijd%204%20min.>

Nieuwe verdeling schaarste op het stroomnet heeft impact op wie transportcapaciteit krijgt. (2026, 17 maart). NetbeheerNederland. <https://www.netbeheernederland.nl/artikelen/nieuws/nieuwe-verdeling-schaarste-op-het-stroomnet>

Open data | Liander. (z.d.). <https://www.liander.nl/over-ons/open-data#verbruiksprofielen-gv-elektriciteit>

Padgen, J. (2025, 12 december). *Samen energie maken: hoe de nieuwe Energiewet ruimte biedt aan lokale energiegemeenschappen*. Oostnl. <https://oostnl.nl/nieuws-overzicht/samen-energie-maken-hoe-de-nieuwe-energiewet-ruimte-biedt-aan-lokale-energiegemeenschappen>

Panda, S., Mohanty, S., Rout, P. K., Sahu, B. K., Bajaj, M., M. Zawbaa, H., & Kamel, S. (2022). Residential Demand Side Management model, optimization and future perspective: A review. In *Energy Reports* (Vol. 8, pp. 3727–3766) [Journal-article]. Geraadpleegd op 7 april 2026, van <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.02.300>

Salderingsregeling zonnepanelen. (z.d.). Vereniging Eigen Huis. Geraadpleegd op 9 mei 2026, van https://www.eigenhuis.nl/verduurzamen/zonnepanelen/salderingsregeling-zonnepanelen?_gl=1*1id052y*_up*MQ..*_ga*MTc2OTY2NjgzMC4xNzczOTEzMTA4*_ga_B13Q79S35Z*_czE3NzM5MTMxMDckbzEkZzAkdDE3NzM5MTMxMDckajYwJGwwJGgw

Samen energie maken: hoe de nieuwe Energiewet ruimte biedt aan lokale energiegemeenschappen. (z.d.). Oostnl. <https://oostnl.nl/nieuws-overzicht/samen-energie-maken-hoe-de-nieuwe-energiewet-ruimte-biedt-aan-lokale-energiegemeenschappen>

Samen Om. (z.d.). *Onze tarieven*. Geraadpleegd op 18 mei 2026, van <https://www.samenom.nl/tarieven/>

Sijm, J. (2024). Verkenning van toekomstige ontwikkelingen en uitdagingen voor een klimaatneutraal elektriciteits-systeem in Nederland, 2030-2050. In Achtergrondrapport Bij de PBL-studie Trajectverkenning Klimaatneutraal Nederland 2050 (TVKN 2050) (TNO 2024 P11618; pp. 1–70). TNO. <https://www.pbl.nl/system/files/document/2024-04/TNO-2024-verkenning-van-toekomstige-ontwikkelingen-elektriciteitssysteem-in-nederland-2030-2050.pdf>

Sousa, T., Soares, T., Pinson, P., Moret, F., Baroche, T., & Sorin, E. (2019). Peer-to-peer and community-based markets: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 104, 367–378. Geraadpleegd op 10 april 2026, van <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.01.036>

Spiliotis, K., Gutierrez, A. I. R., & Belmans, R. (2016). Demand flexibility versus physical network expansions in distribution grids. *Applied Energy*, 182, 613–624. Geraadpleegd op 2 april 2026, van <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.08.145>

Stappenplan voor warmtegemeenschappen. (2025, 17 september). Openresearch.Amsterdam. <https://openresearch.amsterdam/nl/page/126226/stappenplan-voor-warmtegemeenschappen>

Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. New York: McGraw-Hill/Irwin.

Stultiens, E. (2026, 16 januari). Netbeheerders melden langere wachttijden voor stroomnet Noord-Holland, wel verlichting Oostzaan. *Solar & Storage*

Magazine. <https://solarmagazine.nl/nieuws-zonne-energie/i42694/netbeheerders-melden-langere-wachttijden-voor-stroomnet-noord-holland-wel-verlichting-oostzaan>

Thermobello. (z.d.). *INFO* | www.thermobello.nl. www.thermobello.nl. Geraadpleegd op 5 maart 2026, van <https://www.thermobello.nl/info>

Van Gastel, E. (2026, 9 januari). Veiligheidsrichtlijnen PGS 37 voor batterijen per 2027 in wet vastgelegd. *Solar & Storage Magazine*. <https://solarmagazine.nl/nieuws-zonne-energie/i42626/veiligheidsrichtlijnen-pgs-37-voor-batterijen-per-2027-in-wet-vastgelegd>

Verboon, T. (2026, 5 februari). *Wetsvoorstel energiedelen mist prikkel* | *Berensch.* . . Berenschot. <https://www.berenschot.nl/artikelen/wetsvoorstel-energiedelen-mist-prikkel>

Voorrang maatschappelijke projecten blijft mogelijk met nieuw prioriteringskader. (2025, 12 december). ACM. <https://www.acm.nl/nl/publicaties/acm-voorrang-maatschappelijke-projecten-blijft-mogelijk-met-nieuw-prioriteringskader>

Warmtenetwerk. (z.d.). *Amsterdam Zuid en Oost – MAP*. Map. Geraadpleegd op 5 maart 2026, van <https://warmtenetwerk.nl/map/project/amsterdam-zuid-en-oost/>

Witteveen+Bos. (2023). *Onderzoek buurtbatterijen*. In Rapportage. Geraadpleegd op 1 mei 2026, van <https://noordholland.bestuurlijkeinformatie.nl/Document/View/7d06568c-39c3-4983-acd9-0f8730751213>

Yarra Energy Foundation. (2022). *Neighbourhood Battery Initiative Final Report: Yarra Community Battery Project*.

Zhao, F., Li, Z., Wang, D., & Ma, T. (2022). Peer-to-peer energie delen with demand-side management for fair revenue distribution and stable grid interaction in the photovoltaic community. *Journal Of Cleaner Production*,

383, 135271. Geraadpleegd op 10 april 2026, van
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135271>

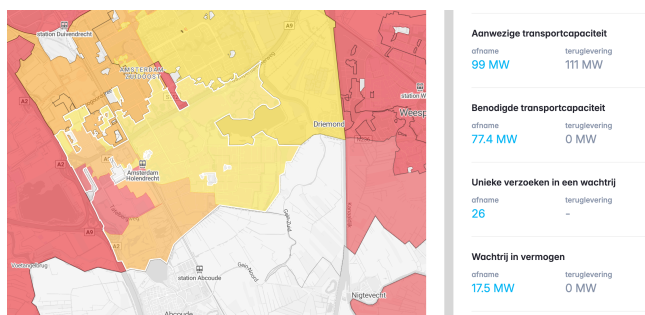
9. Bijlage

9.1 Congestieonderzoek

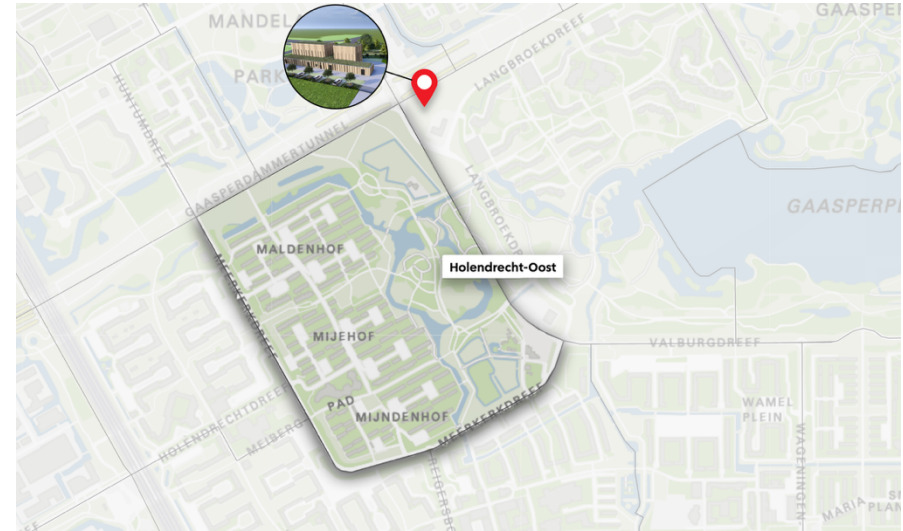
Op dit moment is er een beperkte capaciteit op het onderstation Bijlmer Zuid. Om ervoor te zorgen dat nieuwe aansluitingen niet worden gehinderd, moet dit onderstation ontlast worden. In dit onderdeel wordt toegelicht welke maatregelen worden genomen en hoe dit relevant is tot dit onderzoek.

Liander elektriciteitsstation Gaasperdam 2029

In 2027 wordt een nieuw elektriciteitsstation Gaasperdam gebouwd. Dit onderstation grenst aan de Holendrecht-Oost (zie *Figuur 25*) en moet volgens de huidige planning af zijn in 2029. Het onderstation neemt relatief veel ruimte in beslag: “op deze locatie realiseert Liander een 150/10 kV-onderstation. Het elektriciteitsstation Gaasperdam bestaat uit een 10kV-schakelgebouw met drie transformatorboxen. In elke box zit een transformator die de spanning van 110kV naar 10kV omzet. Vanuit 10kV wordt de spanning verdeeld naar kleinere elektriciteitsruimtes die verspreid staan in heel Amsterdam. Om het perceel wordt een hekwerk geplaatst. De benodigde terreingrootte om het elektriciteitsstation in te passen bedraagt circa 3.024 m (72 bij 42 meter). Het gebouw zelf wordt circa 925 m² groot.” (Nieuw Elektriciteitsstation Gaasperdam | Liander, 2026)



Figuur 24: capaciteitskaart regionale netbeheerder op 5 februari 2026 (partners.inenergie.nl)

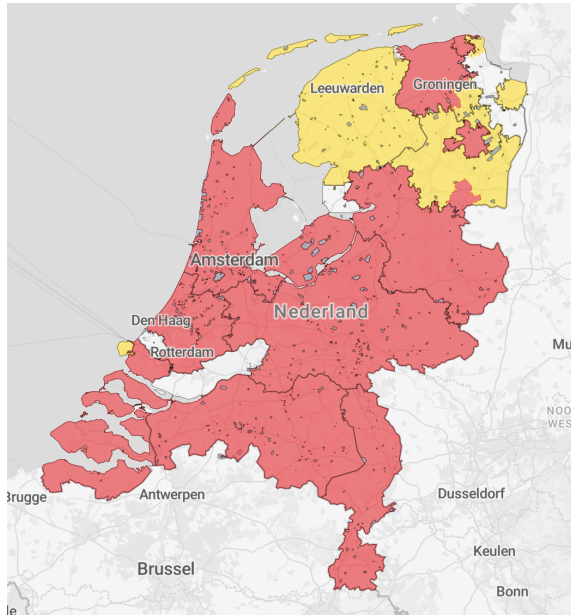


Figuur 25: elektriciteitsstation Gaasperdam

TenneT hoogspanningsstation 2037

Het elektriciteitsstation Gaasperdam zorgt voor een ontlasting van het middenspanningsnet van Liander, maar niet op het hoogspanningnet van TenneT. Hier bevindt zich op nationaal niveau netcongestie (zie *Figuur 26*) die door de uitbreiding van Gaasperdam niet verholpen wordt. Om dit aan te pakken komt er in 2037 een nieuw hoogspanningsstation ergens in de regio Zuid-Oost (gemeente presentatie.)

Totdat dit hoogspanningsstation is gebouwd, is het een kwestie van harde prioriteiten stellen op de wachtlijst van aansluitingen, maar ook onderzoeken waar capaciteit vrijgemaakt kan worden. Zo krijgen projecten die volgens het prioriteringskader van het ACM netverzachtend zijn voorrang op de wachtlijst.



Figuur 26: capaciteitskaart TenneT op 5 februari 2026 (partners.inenergie.nl)

Conclusie

Een buurtbatterij is een project dat, indien juist toegepast, congestieverzachtend kan werken. Hierdoor zou een buurtbatterij een prioriteit hebben op de wachtlijst. Dit kan het extra aantrekkelijk maken voor de gemeente Amsterdam en Liander om hieraan mee te werken.

9.2 Energiewet 2026

De Energiewet vervangt de Elektriciteitswet 1998 en Gaswet 2000 en richt zich op verduurzaming, flexibiliteit en markttoegang voor decentrale energieopwekking. Het introduceert regels voor energieopslag, delen van energie en peer-to-peer-handel, met nadruk op lokale initiatieven. Zo formaliseert het begrippen als “energiegemeenschap” en “actieve afnemer”, wat energie delen mogelijk maakt, mits leden van een gemeenschap/coöperatie bij dezelfde energieleverancier zitten (Regionale Energiestrategie, z.d.)

9.2.1 Relevante juridische begrippen

Actieve afnemer: een eindafnemer, of een groep gezamenlijk optredende eindafnemers, die binnen een eigen of gezamenlijke installatie zelfopgewekte of gedeelde elektriciteit verbruikt of opslaat, die zelfopgewekte elektriciteit verkoopt of deelt, die gedeelde elektriciteit verbruikt of opslaat, of die gebruik maakt van flexibiliteits- of energie-efficiëntiediensten, mits die activiteiten niet zijn belangrijkste commerciële activiteit vormen (*Energiewet*, 2026).

Aggregeren: combineren van vraagrespons of ingevoede elektriciteit van verschillende actieve afnemers met het oog op wederverkoop

Allocatiepunt: administratief punt waar invoeding, onttrekking of verbruik van elektriciteit of gas wordt toegerekend aan een marktdeelnemer.

Delen van energie: zelfverbruik door één of meer actieve afnemers van hernieuwbare energie

Energiegemeenschap: juridische entiteit die ten behoeve van haar leden, vennoten of aandeelhouders activiteiten op de energiemarkt verricht en als hoofddoel heeft het bieden van milieuvoordelen of economische of sociale voordelen aan haar leden, vennoten of aandeelhouders of aan de plaatselijke gebieden waar ze werkzaam is, en niet is gericht op het maken van winst.

Opslaan van elektriciteit: uitstellen van uiteindelijk gebruik van elektriciteit tot een later moment dan het moment waarop de elektriciteit is geproduceerd, of omzetten van elektrische energie in een vorm van energie die wordt opgeslagen om het daarna weer om te zetten in elektrische energie of die andere vorm van energie in het systeem te gebruiken

Peer-to-peer-handel: levering van hernieuwbare elektriciteit die is geproduceerd door een actieve afnemer aan een eindafnemer, onder vooraf bepaalde voorwaarden voor de automatische uitvoering en afwikkeling van die levering, rechtstreeks of via de marktdeelnemer die de automatische uitvoering en afwikkeling realiseert

Vraagrespons: verandering van het verbruik of de invoeding van elektriciteit bij eindafnemers ten opzichte van hun normale verbruiks- of terugleverpatronen, in reactie op marktsignalen of systeembehoefte, met als doel de vraagvermindering, of -verhoging te verkopen op een energiehandsmarkt

9.2.2 Groepstransportovereenkomsten

Groepstransportovereenkomsten (GTO's): Bedrijven (zoals op een energiehubs) sluiten samen één contract met de netbeheerder en verdelen de afgesproken transportcapaciteit onderling. De ACM heeft GTO's opgenomen in de Netcode: “hiermee wordt het lokaal, onderling delen van transportvermogen juridisch gewaarborgd.” (ACM Geeft Groen Licht Voor Groepstransportovereenkomst, 2025)

9.2.3 Deelname aan de energiemarkt zonder leveringsvergunning

Energiegemeenschappen mogen onder voorwaarden deelnemen aan de energiemarkt zonder leveringsvergunning. Deze voorwaarden zijn juridisch vastgesteld in artikel 2.17 van de Energiewet (*Energiewet*, 2026). Het is verboden om elektriciteit of gas te leveren aan een eindafnemer zonder vergunning. In afwijking hiervan:

1. mag een energiegemeenschap die elektriciteit of gas produceert deze leveren zonder vergunning, indien:
 - a. de energiegemeenschap over de periode van een jaar niet meer elektriciteit of gas levert dan ze op jaarbasis invoedt op het systeem;
 - b. wordt geleverd aan eindafnemers met een kleine aansluiting die leden of aandeelhouders van de energiegemeenschap zijn; en
 - c. de energiegemeenschap niet meer leden of afzonderlijke aandeelhouders heeft dan een bij ministeriële regeling vast te stellen aantal;
2. mag een actieve afnemer met een kleine aansluiting die elektriciteit produceert, deze zonder vergunning leveren, indien hij over de periode van een jaar niet meer elektriciteit levert dan hij zelf invoedt op het systeem;
3. mag een leverancier zonder vergunning leveren dan wel faciliteren in peer-to-peer-handel indien er sprake is van een overeenkomst met een groep eindafnemers, waarbij:
 - a. de meerderheid van de in de groep participerende eindafnemers rechtspersoon is of handelt in de uitoefening van een beroep of bedrijf;
 - b. de in de groep participerende eindafnemers onderling technische, organisatorische of functionele bindingen hebben;
 - c. de vertegenwoordiger beschikt over toestemming tot vertegenwoordiging van de bij de overeenkomst betrokken eindafnemers; en
 - d. de eindafnemers met een kleine aansluiting voorafgaand aan het sluiten van de leveringsovereenkomst door de vertegenwoordiger, bedoeld onder 3°, zijn gewezen op de gevolgen voor hun rechtspositie en zij uitdrukkelijk met die gevolgen hebben ingestemd;
4. mag een producent van elektriciteit of gas zonder vergunning leveren aan een eindafnemer met een kleine aansluiting indien die eindafnemer een dochtermaatschappij in de zin van artikel 24a van Boek 2 van het Burgerlijk Wetboek is van die producent;
5. mag een leverancier elektriciteit of gas zonder vergunning leveren aan eindafnemers met een kleine aansluiting die zijn aangesloten op een gesloten systeem;
6. mag een buiten Nederland gevestigde leverancier zonder vergunning elektriciteit of gas leveren aan of zonder vergunning faciliteren in peer-to-peer-handel ten behoeve van ten hoogste 500 eindafnemers met een kleine aansluiting die gevestigd zijn in gebieden aan de Nederlandse landsgrens.

9.2.4 Problematieken in de huidige Energiewet

Volgens Eigenhuis (*Energie Delen: Wat Is Wel en Niet Mogelijk?*, z.d.) bevat de huidige Energiewet twee problemen:

- Het verplicht energieleveranciers niet om energiedelen aan te bieden
- Om energie te delen, moeten kopers en verkopers bij dezelfde energieleverancier zitten

Om deze problemen op te lossen, is het kabinet bezig met nieuw wetvoorstel. Dit wetsvoorstel maakt het mogelijk voor kopers en verkopers om energie te delen, zonder bij dezelfde energieleverancier aangesloten te zitten. Daarnaast verplicht het energieleveranciers om energiedelen aan te bieden. Volgens de planning zal dit voorstel midden 2026 in moeten gaan, waarmee dit juridische obstakel verheven moet worden.

Volgens Verboon (2026) speelt er in de Energiewet nog een ander probleem: “*In de huidige regelgeving is energiedelen niet beperkt tot geografisch nabijgelegen deelnemers. (...) Iets wat voor het energiesysteem wél wenselijk is en in de huidige implementatie van energiedelen ontbreekt. (...) Dit stimuleert lokaal gebruik en verkleint daarmee de transportschaarsteproblematiek.*” (Verboon, 2026)

Verboon schrijft dat de prikkel in de Energiewet ontbreekt om lokaal energie te consumeren, terwijl deze prikkel in andere EU-landen wel bestaat in de vorm van belastingkortingen of lagere netwerkkosten.

9.2.5 Mogelijke ontwikkelingen

De raad van state adviseert de Europese richtlijnen Elektriciteit Market Design aan te houden (*Advies Over Wijziging van de Energiewet Om EMD-pakket te Implementeren*, 2025). Dit maakt het onder andere mogelijk om energie te delen waarbij men niet bij dezelfde energieleveranciers zit aangesloten. Planning is dat deze veranderingen midden 2026 ingaan. Het is het gevolg van Europese wetgeving.

9.3 Adviesrapport: de publiek-civiele weg naar een duurzame energietransitie

APEC (Amsterdam Producerende Energie Coöperaties) en gemeente Amsterdam hebben verschillende randvoorwaarden geïdentificeerd die verduidelijkt moeten worden om tot gemeentelijke beleidskaders en publiek-civiele samenwerking te komen die energiegemeenschappen een volwaardige positie biedt. In dit onderdeel wordt beschreven welke gemeentelijke randvoorwaarden vorm moeten krijgen en hoe dat gebeurt. De volgende onderdelen zijn afkomstig uit een adviesrapport aan APEC en de gemeente Amsterdam over energiegemeenschappen (Gemeente Amsterdam et al., 2025).

9.3.1 Nieuwe organisaties APEC & EDO

APEC wordt in juli 2025 formeel opgericht. Ook komt er een energiedienstenorganisatie (EDO) die bewonersinitiatieven ondersteunt met kennis en uitvoering.

APEC is de Amsterdamse koepel die het merendeel van lokale energiegemeenschappen bundelt en vertegenwoordigt. De aangesloten initiatieven zijn binnen APEC actief in verschillende werkgebieden, zoals governance, communicatie, gemeenschappen en de energie categorieën zon, wind, warmte, energiebesparing, integratie en mogelijk in de toekomst opslag. Door samenwerking binnen APEC willen energiegemeenschappen de energietransitie versnellen en collectieve duurzame energieproductie versterken.

De energiedienstenorganisatie (EDO) is bedoeld om Amsterdammers te ondersteunen bij projecten in hun buurt. Het idee is dat een EDO kennis bundelt, als netwerk fungeert en snellere en efficiëntere ondersteuning aan energiegemeenschappen biedt.

9.3.2 Adviesrapport: de publiek-civiele weg naar een duurzame energietransitie

Kaders voor gemeentelijke ondersteuning van energiegemeenschappen

Voor zowel gemeente Amsterdam als energiegemeenschappen is het van belang dat er heldere voorwaarden komen voor gemeentelijke ondersteuning bij energieprojecten. Het is belangrijk om deze kaders vooraf helder te hebben, omdat het voor bewonersinitiatieven anders niet duidelijk is of er perspectief is en ruimte wordt geboden door de gemeente.

Daarbij wordt gekeken naar de mogelijkheden binnen de landelijke en Europese regelgeving om de volwaardige rol van energiegemeenschappen concreet vorm te geven.

Lokaal eigenaarschap en eigendom

Gemeente Amsterdam werkt aan lokaal eigenaarschap als fundament voor een rechtvaardige en gedragen energietransitie. Daarbij draait het niet alleen om wát lokaal eigendom is, maar vooral om hóe het op een toegankelijke en sociaal inclusieve manier kan worden vormgegeven. Een manier waarbij alle bewoners die dat willen kunnen meedoen. Lokaal eigenaarschap gaat verder dan juridisch of financieel bezit: het omvat ook lokale betrokkenheid, zeggenschap en een eerlijke verdeling van de opbrengsten. Juist voor bewoners die daar nu lastig toegang toe hebben.

Voor zon- en windprojecten kiest de gemeente ervoor om lokaal eigendom juridisch te verankeren in een verordening. Voor warmte, energiebesparing en systeemintegratie is een vergelijkbare juridische basis momenteel niet mogelijk, vanwege het ontbreken van een wettelijke grondslag.

Om lokaal eigendom in de praktijk te realiseren zijn ondersteunende randvoorwaarden essentieel. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om duidelijke definities, toegankelijke procedures, juridische en organisatorische ondersteuning, toegang tot financiering en expliciete erkenning van

energiegemeenschappen in beleid en uitvoering. Daarom werkt gemeente Amsterdam samen met energiegemeenschappen niet alleen aan de juridische verordening zelf, maar ook aan de omliggende condities. Daarbij wordt participatief verkend wat onder lokaal eigendom wordt verstaan, welke vormen geschikt zijn voor verschillende typen opwek (zoals zon en wind) en wat nodig is om dit op buurtniveau mogelijk te maken.

Planning: de resultaten van het participatieproces over de verordening en definities worden in november 2025 verwacht. De verordening zelf wordt eind 2025 of begin 2026 vastgesteld.

Financieel instrumentarium

De gemeente onderzoekt hoe een passend financieel-juridisch instrumentarium kan worden ontwikkeld dat aansluit bij de principes en realiteit van publiek-civiele samenwerking.

Structurele financiering is momenteel niet beschikbaar op de gemeentelijke begroting. Wel is in het Bestedingsplan Energietransitie voor 2025 en 2026 jaarlijks 3 miljoen euro gereserveerd voor bewonersinitiatieven. Hieruit wordt ook de samenwerking met energiegemeenschappen gefinancierd. Dit betreft vooral proceskosten, maar dekt nog niet de (capex) investeringen voor energieprojecten zelf. De gemeente onderzoekt welke (juridische en financiële) rol zij daarbij kan en mag spelen.

Planning: in 2025 wordt de publiek-civiele samenwerking verder geconcretiseerd. Daarin wordt ook opgenomen hoe financiering van initiatieven en projectfinanciering gerealiseerd kan worden. Op basis daarvan wordt gewerkt aan een gezamenlijke begroting voor de jaren na 2026.

Ongelijk investeren voor gelijke kansen

De energietransitie moet voor álle Amsterdammers toegankelijk zijn, ongeacht inkomen, achtergrond of woonsituatie. Niet iedereen kan nu even makkelijk deelnemen. Daarom hanteert gemeente Amsterdam het principe ongelijk

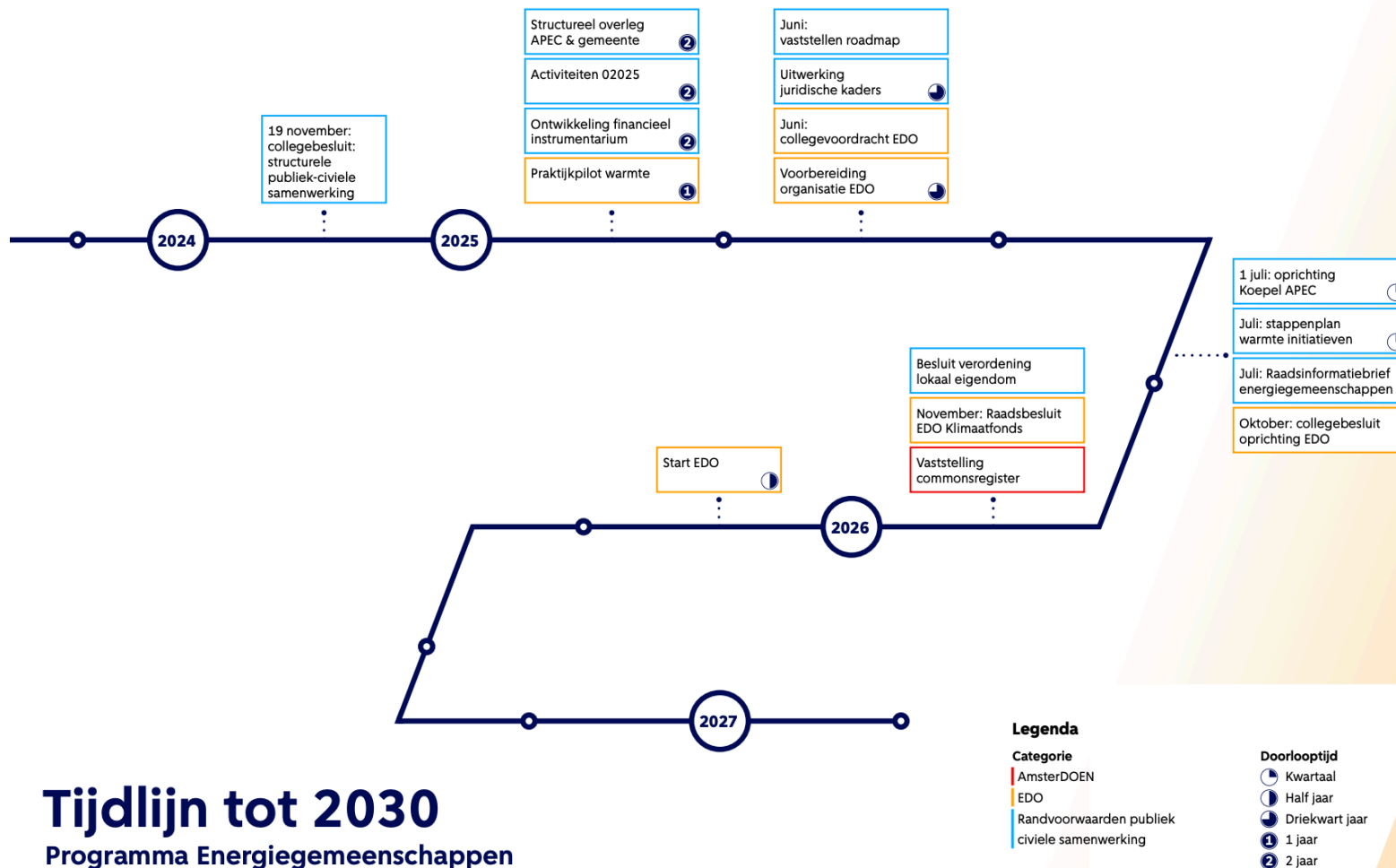
investeren voor gelijke kansen: extra inzet waar die het hardst nodig is. Niet als uitzondering, maar als voorwaarde voor een rechtvaardige aanpak.

9.3.3 Conclusie en relevantie tot onderzoek

De gemeente doet op dit moment onderzoek naar beleid en invloed op de volgende onderwerpen/vragen:

- **Heldere voorwaarden** voor gemeentelijke ondersteuning bij energieprojecten
- **Lokaal eigenaarschap als fundament:** hoe het op een toegankelijke en sociaal inclusieve manier kan worden vormgegeven
- **Ondersteunende randvoorwaarden**, zoals duidelijke definities, toegankelijke procedures, juridische en organisatorische ondersteuning, toegang tot financiering en expliciete erkenning van energiegemeenschappen in beleid en uitvoering om lokaal eigendom in de praktijk te realiseren
- **Passend financieel-juridisch instrumentarium** dat aansluit bij de principes en realiteit van publiek-civiele samenwerking
- **Welke (juridische en financiële) rol** zij daarbij kan en mag spelen in (capex) investeringen voor energieprojecten zelf

Op 17 september 2025 is het rapport “stappenplan voor warmtegemeenschappen” gepubliceerd die een stappenplan illustreert die warmtegemeenschappen kunnen gebruiken als leidraad (*Stappenplan Voor Warmtegemeenschappen*, 2025). Hier wordt voorzichtig antwoord gegeven op de vragen die eerder gesteld zijn. In dit onderzoek kan dit gebruikt worden als leidraad voor de buurtbatterij.



Figuur 27: roadmap energiegemeenschappen (openresearch.amsterdam)

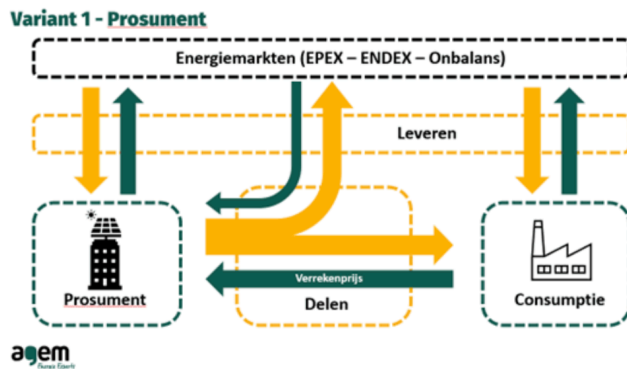
9.4 Frameworks energiegemeenschappen

Volgens Paden (2025) zijn er 3 mogelijke frameworks om energie te delen. Hierbij is een belangrijke randvoorwaarde dat alle afnemers bij dezelfde energieleverancier aangesloten zijn. De volgende informatie is van Pagden:

1. Gelijktijdig delen

De laagdrempelige instap: deelnemers delen alleen de stroom die tegelijkertijd wordt opgewekt en verbruikt. Iedereen zit bij dezelfde energieleverancier.

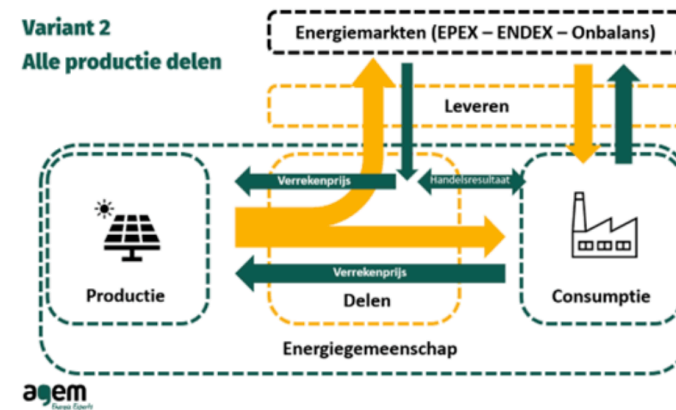
Voor wie? Ondernemers die willen starten met energiedelen zonder complex collectief. Denk aan één ondernemer met zonnepanelen die direct stroom levert aan zijn buurman.



Figuur 28: gelijktijdig energiedelen (P2P)

2. Alles delen

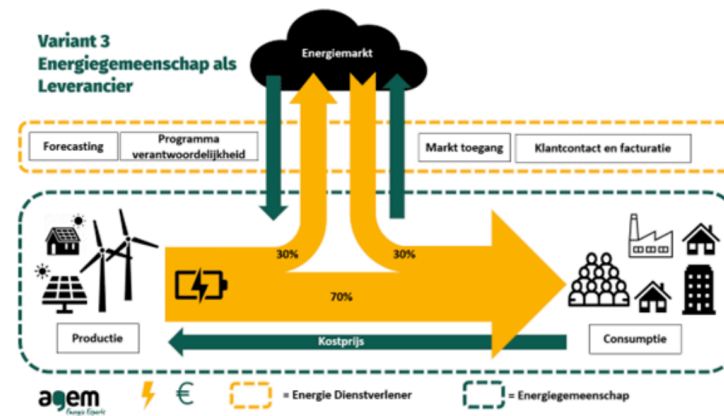
Hierbij wordt alle opgewekte energie gedeeld, ongeacht het moment van verbruik. De deelnemers vormen een energiegemeenschap, spreken een vaste verrekenprijs af en delen gezamenlijk risico's en opbrengsten. Voor wie? Bedrijven die samen investeren in opwek en stabiliteit zoeken.



Figuur 29: gelijktijdig energiedelen (P2P) + investering om resterende deel te delen

3. Energiegemeenschap als eigen leverancier

De meest vergaande vorm: de gemeenschap richt een eigen coöperatieve energieleverancier op. Deelnemers worden klant bij hun eigen collectief, dat professionele diensten inkoopt voor marktdeelname. Dit geeft maximale regie maar brengt ook grotere financiële en operationele verantwoordelijkheden met zich mee.



Figuur 30: Energiegemeenschap als eigen leverancier, waarbij de energiegemeenschap zelf een energieleverancier wordt

9.5 ACM-prioriteringskader en voorwaarden Liander

Op dit moment vindt in Holendrecht-Oost netcongestie plaats. Hierdoor is er een wachtlijst voor nieuwe aansluitingen. De Autoriteit Consumenten & Markt (ACM) heeft een prioriteringskader ontwikkeld waarop bepaalde aansluitingen in de wachtlijst voorrang krijgen. Dit kader is als volgt:

1. **Congestieverzachters:** projecten die direct ruimte op het elektriciteitsnet maken. Hierdoor kunnen meer partijen gebruik maken van net.
2. **Veiligheid:** projecten die essentieel zijn voor de nationale veiligheid, zoals ziekenhuizen, noodhulpdiensten, defensie en politie.
3. **Basisbehoeften:** projecten die voorzien in maatschappelijke basisbehoeften zoals woningbouw, onderwijs.

Een buurtbatterij kan volgens Liander bijdragen aan de verlichting van het elektriciteitsnet. Hierdoor kan de batterij onder voorwaarden vallen onder de kop congestieverzachters. De belangrijkste voorwaarden zijn (Congestieverzachters | Liander, z.d.):

1. Minimaal 1.000 kW vermogen beschikbaar voor congestiemanagement
2. Dit vermogen moet minimaal 4 uur continu geleverd kunnen worden
3. Het volledige aangevraagde transportvermogen moet op elk moment beschikbaar zijn
4. Een congestiemanagementcontract is verplicht
5. Congestiediensten moeten geleverd worden voor het aangevraagde vermogen. Bij afname (GTV-E) moeten diensten voor afname geleverd worden; bij teruglevering (GTV-T) moeten diensten voor opwek geleverd worden

Liander geeft zelf de aanvraag van een batterij in een afnamecongestiegebied als voorbeeld: “Een klant wil een aansluiting en capaciteit voor zijn 5 megawatt batterij in een afname congestiegebied. De klant maak samen met ons

flexafspraken dat de batterij allereerst nooit zal opladen tijdens een afnamepiek. Bovendien biedt de klant de volledige vijf megawatt vermogen aan ons aan om op afroep in te voeden op het net om de afname-piek te verlagen.” (Congestieverzachters | Liander, z.d.)

Volgens Nationale Agenda Laadinfrastructuur coördinatieteam netcongestie (2025) kunnen partijen op dagen dat geen beroep wordt gedaan op de capaciteit gewoon handelen op de groothandelsmarkt en de onbalansmarkt. Hierdoor kunnen partijen op die dagen dus volledige focus leggen op het verdienen van geld.

Bij bovenstaande criteria dient vermeld te worden dat in de praktijk een dag van tevoren zal worden aangegeven welk vermogen zal worden geleverd en/of welke beperkingen er van kracht zijn (day-ahead). Dit betekent dat er voor partijen nog steeds de vrijheid bestaat om deel te nemen aan de groothandelsmarkt en de onbalansmarkt op de momenten dat er geen afroep of beperking van kracht is.

9.5.1 Wachtrij veranderingen

Op dit moment hebben netbeheerders alleen wachtlijsten voor grootverbruikers. Per 1 juli 2026 zal geen onderscheid meer worden gemaakt tussen groot- en kleinverbruikers (*Nieuwe Prioriteringskader ACM: Regels Voor Prioriteit Bij Vol Stroomnet*, 2025). De netbeheerders zullen tussen 1 juli 2026 en 1 januari 2027 de aansluitingen toekennen aan de wachtlijst volgens het prioriteringskader. Als er nog capaciteit over is, zal dit vanaf 1 januari 2027 worden toegekend aan de aanvragen die geen prioriteit hebben (*Nieuwe Verdeling Schaarste op het Stroomnet Heeft Impact op Wie Transportcapaciteit Krijgt*, 2026). Wanneer alle capaciteit is vergeven en er geen nieuwe capaciteit is bijgekomen, zullen alle nieuwe aanvragen op de wachtlijst komen. Dit geldt dan voor zowel de aanvragen met prioriteit als de aanvragen zonder prioriteit.

9.6 Gespreksverslag meeting EC-HO en CEG

Onderwerp	Introductiegesprek
Datum	12-02-2026
Tijd:	12:00-13:30
Locatie	Huis van de Toekomst
Aanwezig	Cor van Haagen, Wouter van Rennes, Jeroen Kruisheer, Stefan van der Molen, Hidde Boxelaar en Ids Hogenbirk

Opening

Deze vergadering was de eerste kennismaking tussen de energiecoöperatie EC-HO, de energiecoöperatie Geerdinkhof en de studenten van de Master Urban Technology. Het doel van het gesprek was om elkaar beter te leren kennen en meer verduidelijking te krijgen over de opdracht. Tijdens het gesprek zijn er een paar uitgangspunten voor de opdracht naar boven gekomen, die hieronder zijn beschreven.

1. Wijk

De opdracht betreft 2 wijken waar de focus op gelegd gaat worden, genaamd Holendrecht-Oost en Geerdinkhof. Elke wijk heeft zijn eigen eigenschappen, welke hieronder zijn vermeld. De wijken verschillen op sommige vlakken van elkaar, maar tijdens het gesprek kwam naar voren om voor beide wijken naar dezelfde technische oplossing te kijken, omdat deze niet veel zullen verschillen. Als eerst wordt de focus gelegd op 1 wijk (welke n.t.b. is), hierna zal deze oplossing ook getoetst worden op de andere wijk.

Kenmerk	Holendrecht Oost	Geerdinkhof
Eigendomsverhouding	Mix sociale huur en koop	100% Koopwoningen

Ruimtelijke Structuur	Recht-toe-recht-aan	'Bloemkoolwijk';
Zonnepanelen-dichtheid	Circa 30%	'Meest bedekte wijk van Amsterdam'
Participatiegraad	Laag (~1% actieve kern)	Hoog; actieve VVH (80% lidmaatschap)
Investeringsbereidheid	Focus op sociale rechtvaardigheid	Hogere investeringsbereidheid, want over het algemeen een welvarende buurt
Primaire Motivatie	Duurzame warmte & lagere lasten huurders	Energieopslag zonnepanelen (salderingsregeling, dus energie terugleveren gaat geld kosten)

2. Wat wordt onderzocht

Vanuit de vraag van EC-HO (*"Kunnen de middenspanningsruimtes (MSR) uitgebreid worden met buurtbatterijen?"*) is er gekeken wat specifieke punten zijn die interessant zijn voor beide energiecoöperaties. Daaruit zijn de volgende conclusies gekomen.

- Technisch mogelijkheden

- Er gaat gekeken worden naar de technische mogelijkheden van een buurtbatterij. Denk hierbij aan de locatie, aantal aangesloten huishoudens, functie van de batterij.

- Hierna wordt gekeken wat het plaatsen van een buurtbatterij voor invloed heeft op bijvoorbeeld het aantal benodigde transformatorhuisjes of de maandelijkse energiekosten. Hiervoor kunnen verschillende scenario's onderzocht worden betreft het aantal zonnepanelen, de participatiegraad, de aanwezigheid van een warmtenet en het aantal aanwezige warmtepompen. Deze scenario's geven inzicht in de benodigde voorwaarden die de buurtbatterij met die meebrengt om technisch en financieel rendabel te zijn, wat waardevolle inzichten levert in de rol van de buurtbatterij(en).

- Juridische mogelijkheden

- Hoe ziet het handelen van energie tussen de verschillende bewoners er juridisch en organisatorisch uit? Er zijn nieuwe wetten uitgekomen en wat was al mogelijk hiervoor? Dit gaat worden uitgezocht. Hierbij wordt ook naar ontwikkelingen in de toekomst gekeken

- Financiële haalbaarheid

- Er wordt gekeken naar een businesscases voor het plaatsen van de buurtbatterij. Is het rendabel en welke factoren leiden tot een goede uitkomst of zitten hiervoor in de weg?

Naast de batterij kan ook gekeken worden naar eventuele energieverbeteringen/systemen die bijdragen aan het optimaliseren van de batterij.

In het gesprek is besloten niet de focus te leggen op de buurtparticipatie. Het idee is om een technisch-juridische oplossing te bedenken, met hierbij een businesscase.

3. Doelstelling

Het doel van het project is om te onderzoeken of een buurtbatterij technisch, juridisch en financieel haalbaar is voor de wijken Holendrecht-Oost en

Geerdinkhof. Hierbij zijn een aantal uitgangspunten waar rekening mee gehouden moet worden

- De energie wordt zo lokaal mogelijk opgewekt
- Bewoners moeten ontzorgd worden door het simpel te houden
- Kijk naar de toekomst m.b.t. juridische mogelijkheden

4. Eindproduct

Wat wordt opgeleverd door de studenten:

- Adviesrapport
 - Is de buurtbatterij haalbaar en hoe komt de samenstelling eruit te zien?
 - Wat zijn de uitgangspunten van de batterij en wat zien hierbij de barrières?
- Eindpresentatie voor de bewoners van de wijken

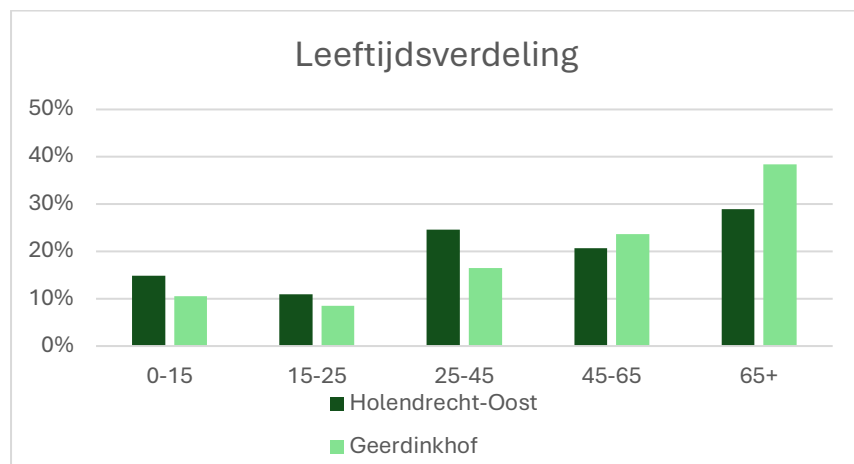
5. Afspraken

Communicatie: Wouter van Renners (Geerdinkhof) en Kor van Hagen (Holendrecht Oost)

- Er zal elke maand een update gegeven worden vanuit de studenten aan de energiecoöperaties tijdens een vergadering. Deze zullen de studenten inplannen op een donderdag. Indien er vaker een gesprek nodig is wordt dit aangegeven en wordt een datum gepland
- Na elk gesprek zal een gespreksverslag gestuurd worden van de studenten naar de energiecoöperaties.
- De studenten zullen de energiecoöperaties benaderen als zij informatie willen van de bewoners van de wijk (denk hierbij bijvoorbeeld aan een enquête of interview)

9.7 Wijkanalyse Holendrecht-Oost en Geerdinkhof

In de wijken Holendrecht-Oost en Geerdinkhof zijn zowel overeenkomsten als verschillen. Om dit in kaart te brengen is een DESTEP-analyse uitgevoerd (zie *DESTEP*). Demografisch gezien is Holendrecht-Oost met circa 2.520 inwoners en 1.185 huishoudens aanzienlijk groter dan Geerdinkhof, dat ongeveer 1.185 inwoners en 560 huishoudens telt. De leeftijdsopbouw verschilt duidelijk: Geerdinkhof kent een relatief groot aandeel 65-plussers (ongeveer 38%), terwijl dit in Holendrecht-Oost rond de 29% ligt. Holendrecht-Oost heeft daarentegen een grotere vertegenwoordiging van inwoners tussen de 25 en 45 jaar. Dit wijst op een sterkere vergrijzing in Geerdinkhof en een meer gemengde bevolkingssamenstelling in Holendrecht-Oost.



Tabel 18: leeftijdsverdeling Holendrecht-Oost

Holendrecht-Oost. Deze wijktypologie kenmerkt zichzelf door een kleinschalige bebouwing en een wat onoverzichtelijke verkavelings- en wegenstructuur (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2020). Beide wijken vallen onder stadsdeel Amsterdam Zuidoost. Beleidsmatig opereren zij dus binnen dezelfde gemeentelijke kaders. Ecologisch beschikken beide wijken over veel groen in de directe omgeving. De wijken zijn ruim opgezet met recreatieplekken op nabije afstand.

Economisch zijn de verschillen uitgesproken. De gemiddelde WOZ-waarde in Geerdinkhof (€580.819) ligt aanzienlijk hoger dan in Holendrecht-Oost (€419.000). Ook het gemiddelde inkomen verschilt sterk: circa €64.878 in Geerdinkhof tegenover €30.600 in Holendrecht-Oost. De woningvoorraad onderstreept dit verschil. Geerdinkhof bestaat volledig uit koopwoningen, terwijl Holendrecht-Oost een gemengd karakter heeft met 55% koopwoningen, 17% particuliere huur en 28% corporatiehuur. Dit duidt op een hogere sociaaleconomische positie en homogenere huishoudensstructuur in Geerdinkhof, tegenover een meer diverse en economisch kwetsbaardere samenstelling in Holendrecht-Oost.

Sociaal-cultureel is Holendrecht-Oost diverser. Het aandeel inwoners met een migratieachtergrond ligt hier rond de 36%, terwijl dit percentage in Geerdinkhof beduidend lager is. Daarnaast is de participatiegraad in Holendrecht-Oost lager dan in Geerdinkhof (C. van Haagen & W. van Rennes, persoonlijke communicatie, 12 februari 2026; zie bijlage 9.6), wat samenhangt met de inkomens- en huishoudensstructuur. Beide wijken vallen binnen hetzelfde Stadsdeel, maar verschillen duidelijk in sociale dynamiek en bewonersprofiel.

Op technologisch vlak zijn er ook enkele verschillen. In Geerdinkhof heeft circa 60% van de woningen zonnepanelen, tegenover ongeveer 30% in Holendrecht-Oost. Holendrecht-Oost beschikt daarentegen over meer laadpunten (22 tegenover 8), wat samenhangt met het grotere inwoneraantal. (AlleCijfers.nl, z.d.-a; AlleCijfers.nl, z.d.-b; AlleCijfers.nl, z.d.-c; Gemeente Amsterdam, z.d.-b; Gemeente Amsterdam, z.d.-c; Gemeente Amsterdam, z.d.-d; HIRA, 2022.)

Demografisch		
Onderdeel	Holendrecht-Oost	Geerdinkhof
Inwoners	2.520	1.185
Huishoudens	1.185	560
Wijktypologie	Bloemkoolwijk/ Naoorlogsewijk	Bloemkoolwijk
Bouwjaar	1980-1990	1970-1990
Leeftijdsverdeling	Holendrecht-Oost	Geerdinkhof
0-15	15%	11%
15-25	11%	8%
25-45	25%	16%
45-65	21%	24%
65+	29%	38%

Economisch		
Onderdeel	Holendrecht-Oost	Geerdinkhof
WOZ waarde	€ 419.000	€ 580.819
Inkomen	€ 30.600	€ 64.878
Koop/huurverhouding	Holendrecht-Oost	Geerdinkhof
Huur	17%	0%
Huurcoöperatie	28%	0%
Koop	55%	100%

Sociaal-Cultureel		
Onderdeel	Holendrecht-Oost	Geerdinkhof
Participatie	Laag	Gemiddeld
Migratie achtergrond	36%	-
Stemgedrag	GL-PVDA	GL
	D66-PVV	D66
	VVD	VVD

Technologie		
Onderdeel	Holendrecht-Oost	Geerdinkhof
Zonnepanelen	Circa 30%	Circa 60%
Energie-infrastructuur	Laag- en Middenspanning	Laag- en Middenspanning
Laadvoorzieningen	22	8

Ecologisch		
Onderdeel	Holendrecht-Oost	Geerdinkhof
Groenvoorziening	Gaasperplas & Reigersbos	Bijlmerweide

Politiek-Juridisch		
Onderdeel	Holendrecht-Oost	Geerdinkhof
Stadsdeel	Zuid-Oost	Zuid-Oost

9.8 Doelstellingenbomen

9.8.1 EC-HO

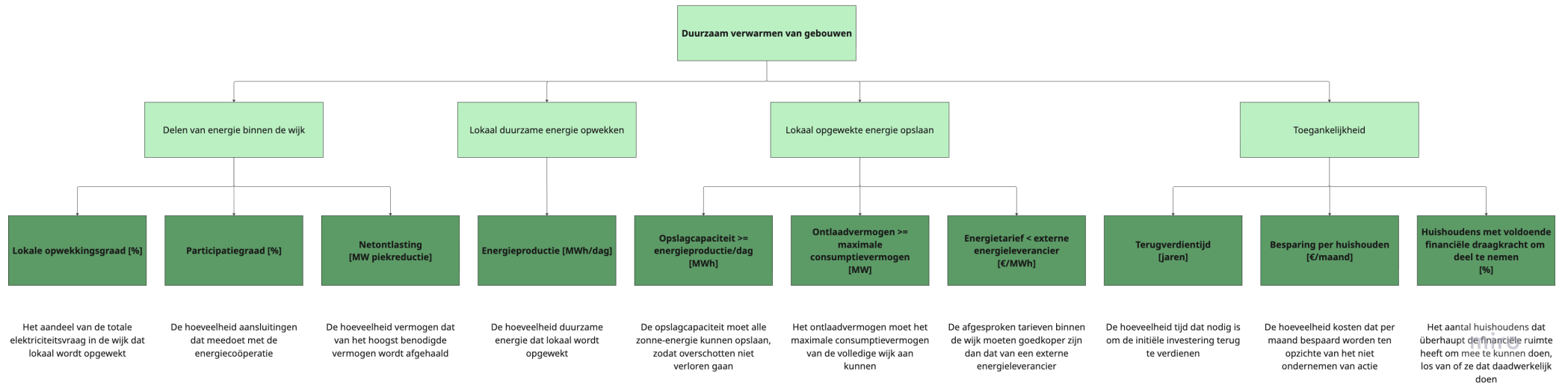
Op pagina 41 is de doelstellingenboom te zien van EnergieCoöperatie Holendrecht-Oost. De doelenboom is opgezet op basis van de informatie verzameld uit de gesprekken met de stakeholder. Per meetbaar doel is een toelichting gegeven wat wordt bedoeld.

De doelstellingenboom is opgesplitst in 4 categorieën:

- 1 Delen van energie binnen de wijk
- 2 Lokaal duurzaam energie opwekken
- 3 Lokaal opgewekte energie opslaan
- 4 Toegankelijkheid

Deze 4 categorieën samen vervullen het hoofddoel: duurzaam verwarmen van gebouwen.

EnergieCoöperatie Holendrecht-Oost (EC-HO)



Figuur 31: doelstellingenboom Energiecoöperatie Holendrecht-Oost

9.8.2 Commissie Energietransitie Geerdinkhof

Voor het opstellen van de doelenboom voor de Commissie Energietransitie Geerdinkhof is gesproken met opdrachtgever Wouter van Rennes (persoonlijke communicatie, 12 februari 2026). Uit dit gesprek kwam naar voren dat de ambitie van de commissie verder reikt dan enkel het plaatsen een buurtbatterij. Het overkoepelende doel is om als wijk minder afhankelijk te worden van de netbeheerder en meer energie lokaal te gebruiken vanwege het wegvallen van de solderingsregeling. Deze ambitie sluit aan bij de bredere visie van de wijk, waarin bewoners gezamenlijk werken aan verduurzaming, energiebesparing en lokale opwekking (Groot Geerdinkhof, z.d.).

Op de website van Geerdinkhof wordt de energietransitie beschreven als een gezamenlijke opgave waarin bewoners, VvE's en initiatiefgroepen samenwerken aan een toekomstbestendige wijk. Daarbij ligt de nadruk op het vergroten van lokale opwek, het verlagen van energiekosten en het versterken van onderlinge samenwerking (Groot Geerdinkhof, z.d.). Deze uitgangspunten vormen de basis voor de doelenboom.

Het hoofddoel is om onafhankelijk te worden van de netbeheerder binnen de Geerdinkhof. Dit betekent in deze context niet volledige afsluiting van het elektriciteitsnet, maar het vergroten van de mate waarin lokaal opgewekte energie ook lokaal wordt benut. Dit wordt in de doelenboom uitgewerkt in twee subdoelen. In eerste plaats de lokaal opgewekte energie opslaan en in tweede plaats het slim energie delen binnen de wijk.

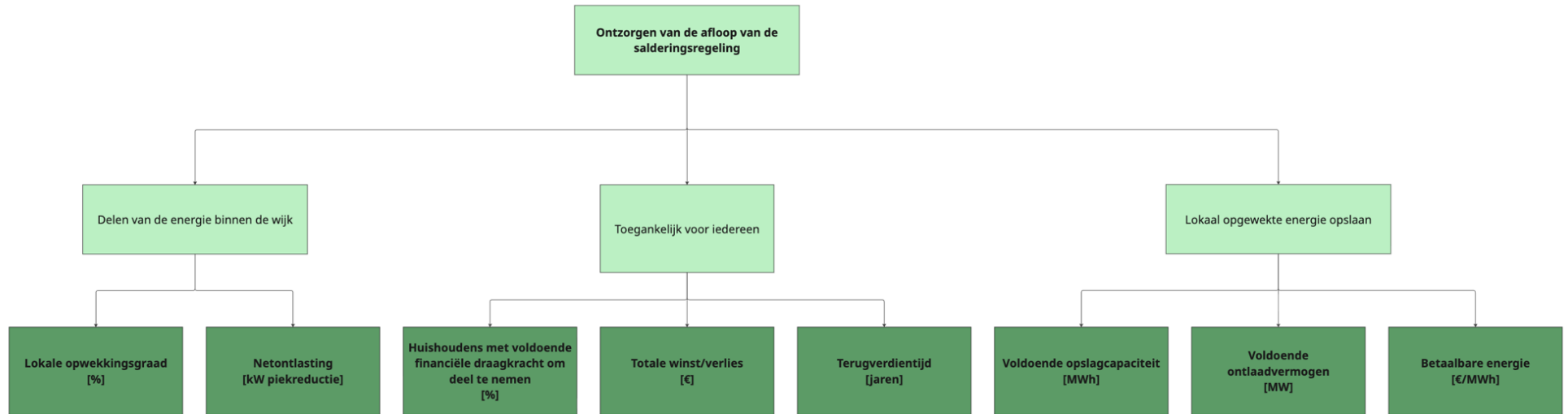
Het subdoel lokaal opgewekte energie opslaan is voornamelijk technisch van aard. Om lokale productiepieken (bijvoorbeeld op zonnige middagen) te kunnen benutten in de avonduren, moet worden voldaan aan een voldoende opslagcapaciteit en een passend ontlaadvermogen. Deze technische randvoorwaarden zijn direct gekoppeld aan het beoogde effect op de netbelasting en de mate van energie-autonomie van de wijk. Het ontlasten van het net is hierin ook van belang vanwege het prioriteringskader. De energietransitie in Geerdinkhof moet ook toegankelijk zijn voor iedereen. Dit wil

zeggen dat iedereen in de wijk zich kan aansluiten om zo te zorgen voor een duurzame wijk waar alle energie lokaal wordt gebruikt.

Het tweede subdoel slim delen van energie richt zich op het maximaliseren van de lokale consumptie en het aandeel energie dat binnen de wijk blijft. Hoe hoger dit namelijk is, hoe minder energie hoeft te worden ingevoegd of afgenomen via het regionale net. Ook financieel en sociale criteria spelen hierbij een rol. Om de lokale consumptie en energie binnen de wijk hoog te houden kunnen zij zorgen voor een extra prikkel. Financieel moet het bijvoorbeeld gunstiger zijn dan bijvoorbeeld een thuisbatterij. Sociaal kan energie voor een goedkopere prijs bij de buurt batterij worden afgenomen dan bij de netbeheerder (persoonlijke communicatie, 12 februari 2026).

De gekozen criteria maken de ambities van de commissie concreet en meetbaar. Waar de visie van Geerdinkhof spreekt over samenwerking en verduurzaming, vertaalt de doelenboom deze uitgangspunten naar toetsbare indicatoren (*zie pagina 43*).

Commissie energietransitie Geerdinkhof



9.9 Methodologisch overzicht

In dit hoofdstuk zal de onderzoeksmethodiek worden toegelicht die wordt toegepast om de onderzoeksvragen te beantwoorden. Hierbij zal worden beschreven welke methoden en analysetechnieken zullen worden gebruikt en op welke wijze data zal worden verzameld en geanalyseerd. Daarnaast zal per deelvraag worden uitgelegd welke stappen zullen worden genomen om tot de uiteindelijke resultaten te komen.

Deelvraag 1: Hoe ziet het energiedeelsysteem er voor Holendrecht-Oost systemisch uit?

Doel:		Toelichting:
Input:	Output:	
Doelenbomen, stakeholdersanalyse, gesprekken met experts, literatuur	Causal Loop Diagram van energiedeelsysteem + invloed van belangrijke stakeholders op criteria	
Tussenproduct:		
Causal Loop Diagram		
Type gegevens:	Onderzoekstype:	Het onderzoek start door het energiedeelsysteem in kaart te brengen. Er wordt onderbouwd welke doelen uit de doelenbomen van EC-HO en CEG gebruikt zal worden als criteria. Hier zal later in het proces aan getoetst worden. Aan de hand van ervaringen, gesprekken met experts/stakeholders en literatuur worden verschillende factoren geïdentificeerd die binnen dit systeem invloed op elkaar uitoefenen. Hiervan worden onderlinge relaties in kaart gebracht en feedback loops geïdentificeerd. Ten slotte wordt bepaald welke externe factoren aanwezig en hoe deze worden meegenomen in het onderzoek. De criteria, factoren, onderlinge relaties en externe factoren worden samengevoegd in het Causal Loop Diagram (CLD), waarin het begrip <i>energiedelen met gebruik van buurtbatterij</i> een eigen onderdeel krijgt.
Kwalitatief	Verkennd & beschrijvend	
Literatuuronderzoekstermen:		
Meadows, EC-HO, Geerdinkhof, gemeente Amsterdam, duurzame energie, energiedelen, Energiewet energie delen, Causal Loop Diagram, energieopslag, buurtbatterij, energiedeelsysteem, batterij		In het vooronderzoek is een stakeholderanalyse uitgevoerd. Aan de hand daarvan is bepaald welke stakeholders de meeste betrokkenheid hebben bij het onderzoek. Vanuit de twee meest betrokken stakeholders wordt onderbouwd hoe deze invloed kunnen uitoefenen op de criteria in het energiedeelsysteem. Deze invloed wordt gekoppeld aan de twaalf hefbomen van Meadows om aan te tonen hoe groot het effect kan zijn van de deze invloed op systeemniveau.

Deelvraag 2: Hoe zien de juridische ontwikkelingen rondom energiedelen, energieopslag en teruglevering eruit?

Doel:		Toelichting:
Input:	Output:	<p>In deze deelvraag wordt gekeken naar de juridische ontwikkelingen rondom energiedelen, energieopslag en teruglevering:</p> <ul style="list-style-type: none">- Als eerst wordt gekeken naar de nieuwe Energiewet en de mogelijke ontwikkelingen hiervan, door middel van het zoeken naar actuele nieuwsberichten en het bezoeken van evenementen.- Vervolgens wordt gekeken naar de afschaffing van de salderingsregeling en wat hiervoor in de plaats komt. Hiervoor wordt gezocht naar aankondigingen van de ACM, omdat de ACM het ministerie van Klimaat en Groei hierover adviseert.- Daarna wordt gekeken naar richtlijnen rondom grote batterijen in de openbare ruimte. Hiervoor wordt gezocht naar zoektermen als “omgevingseisen buurtbatterij” of “richtlijnen buurtbatterij plaatsen.”- Vervolgens zal worden gekeken naar de actuele gemeentelijke beleidsvoering voor energiegemeenschappen door in gesprek te gaan met Bertus Tulleners en het rapport “<i>De publiek-civiele weg naar een duurzame energietransitie</i>” van de gemeente Amsterdam te gebruiken als toekomstbeeld.- Er zal worden gekeken naar de regels over het verkrijgen van aansluiting voor de buurtbatterij door gebruik te maken van zoektermen als “Liander aansluiting” of “wachtlIJst aansluiting regels.”- Daarna wordt gekeken naar energiedelen in de praktijk door dit te koppelen aan Energymatch (HF 0) en conclusies te trekken over de rol van EC-HO. <p>Ten slotte worden een deelconclusie gevormd en worden alle uitgangspunten van het hoofdstuk samengevat in een tabel. Deze worden gekoppeld aan de Meadows theorie om aan te geven zwaar een uitgangspunt weegt.</p>
Wetgeving, jurisprudentie, nieuwsartikelen, beleidsdocumenten en interviews	Overzicht van wetgeving en gemeentelijk beleid + uitgangspunten voor vervolg onderzoek gekoppeld aan Meadows	
Tussenproduct:		
X aantal scenario's van mogelijke ontwikkelingen op het gebied van wetgeving en gemeentelijk beleid + meest aannemelijke scenario		
Type gegevens:	Onderzoekstype:	
Kwalitatief	Oriënterend & beschrijvend	
Literatuuronderzoekstermen:		
Energiewet, ontwikkelingen Energiewet, salderingsregeling, ACM salderingsregeling, omgevingseisen buurtbatterij, richtlijnen buurtbatterij plaatsen, Liander aansluiting, wachtlIJst aansluiting regels, energiedelen Amsterdam, beleid energiegemeenschappen, publiek-civiele samenwerking energiegemeenschappen, wetgeving energiegemeenschappen		

Deelvraag 3: Hoe draagt een energiedeelsysteem in Holendrecht-Oost bij aan het opwekken en verbruiken van lokale energie?

Doel:		Toelichting:
Input:	Output:	<p>In deze deelvraag wordt antwoord gegeven op de volgende onderliggende vragen:</p> <p>3.1. Wat is de huidige lokale energieopwek en het energieverbruik?</p> <p>3.2. Wat is de lokale energieopwek en energieverbruik in 2040?</p> <p>3.3. Wat is de invloed van energiedelen op energieopwek en energieverbruik?</p> <p>3.4. Wat is de invloed van energiedelen + buurtbatterij?</p> <p>Om het energieverbruik in Holendrecht-Oost in kaart te brengen wordt gebruik gemaakt van de LIEV-tool. Deze tool maakt gebruik van onderliggende data uit middenspanningsruimtes. De energieprofielen (Verbruiksdata slimme meter 2012-2014 Liander, Verbruiksprofielen gas Liander, PV-panelen) worden gebruikt om per kwartier het energieverbruik/opwek te genereren die is afgestemd op de wijk. Hiermee wordt berekend wanneer en hoe hoog de pieken zijn (benodigde vermogen), hoeveel energie er opgeslagen moet worden om de energievraag aan te kunnen wanneer er geen zonne-energie wordt opgewekt (capaciteit) en hoe hoog de capaciteit moet zijn om de opwekoverschotten op te vangen. Hiernaast wordt ook berekend hoeveel elektriciteit er wordt opgewekt, door het aantal zonnepanelen te vermenigvuldigen met een gemiddelde opbrengst per dag.</p> <p>Om rekening te houden met een groeiende energievraag en aanbod, wordt toekomstige scenario's opgesteld aan de hand van casestudies en huidige. Hierbij wordt gekeken naar de stijging van warmtepomp, elektrisch koken en zonnepanelen. Dit wordt gedaan door middel van literatuuronderzoek.</p> <p>Vanuit deze data wordt d.m.v. de opgestelde python tool berekend op welke momenten energie over is bij de huishoudens om gedeeld te worden of opgeslagen te worden in de buurtbatterij. De output van de tool laat het effect zien van het peer-to-peer energiedelen en het toevoegen van de batterij op het energiedeelsysteem van Holendrecht-Oost.</p>
Literatuur (buurtbatterijen & slim delen) & case studies (Sporenburg & Rijsenhout), Data Liander energieprofielen, Data energieprofielen zonnepanelen	Benodigde capaciteit en vermogen voor Holendrecht-Oost	
Tussenproduct:		
Het effect van Peer-to-Peer energiedelen op lokale opwekkingsgraad		
Het benodigd <u>vermogen</u> van de buurtbatterij		
De benodigde <u>capaciteit</u> van de buurtbatterij		
Type gegevens:	Onderzoekstype:	
Kwalitatief	Beschrijvend	
Literatuuronderzoekstermen:		
Stijging energievraag 2040, energievraag Amsterdam, elektrische koken stijging, warmtepomp stijging, zonnepaneel stijging, aantal inwoners stijging, huishoudens stijging		

Deelvraag 4: Hoe ziet de ruimtelijke implementatie van het energiedeelsysteem in Holendrecht-Oost eruit?

Doel:		Toelichting:
Input:	Output:	
Benodigde capaciteit en vermogen van totale energieopslag. Huidige en toekomstige regelgeving (richtingen)	Kaart met mogelijke plekken voor buurtbatterij in de wijk waarin drie concepten zijn aangegeven.	
Tussenproduct:		
Drie concepten van buurtbatterij opties		
Type gegevens:	Onderzoekstype:	
Kwalitatief	Beschrijvend	
Literatuuronderzoekstermen:		
Cut-off / cream off, energy capacity, energy, energy power, GIS kaart, community battery, Sporenburg, Rijsenhout, local4local, PGS 37-1, PGS 37-2.		

Deelvraag 5: Hoe zien businesscases voor een energiedeelsysteem met buurtbatterij eruit in Holendrecht-Oost?

Doel:		Toelichting:
Input:	Output:	<p>Voor het beantwoorden van deelvraag 5 wordt onderzocht welke businesscase, bij verschillende participatiegraden, passend en haalbaar is voor een energiedeelsysteem in Holendrecht-Oost. Daarbij wordt de ruimtelijke inpassing van de buurtbatterijen uit deelvraag 4 als uitgangspunt genomen.</p> <p>Per participatiegraad worden drie batterijgroottes getoetst aan drie verschillende verbruiksscenario's. Deze batterijgroottes, verbruiksscenario's en participatiegraden zijn afkomstig uit deelvraag 3.</p> <p>Allereerst worden negen nulmetingen opgesteld, bestaande uit de drie participatiegraden en de drie verbruiksscenario's. Hierbij worden de energiekosten en netkosten inzichtelijk gemaakt. Deze negen businesscases fungeren als referentie voor de 27 businesscases waarin wordt geïnvesteerd in een buurtbatterij.</p> <p>Vervolgens wordt per batterij inzichtelijk gemaakt wat de totale systeemkosten zijn. Hierbij wordt gekeken naar investeringskosten (aanschaf van de batterij, installatie en netaansluiting) en operationele kosten (beheer en onderhoud). In totaal worden 36 businesscases opgesteld. Uit deze businesscases kan worden afgeleid wat de totale winst of het totale verlies voor de coöperatie is en wat de terugverdientijd van de batterij bedraagt.</p> <p>In een risicoanalyse worden de negen batterijen met elkaar vergeleken. Per participatiescenario en verbruiksscenario wordt inzichtelijk gemaakt hoe de batterijen ten opzichte van elkaar scoren en welke batterij het laagste risico kent.</p> <p>Na het verzamelen van alle resultaten wordt een Multi Criteria Analyse (MCA) uitgevoerd. Hierin wordt onderzocht welke batterij het meest geschikt is voor Holendrecht-Oost. In deze analyse worden de negen batterijen met elkaar vergeleken op basis van verschillende beoordelingscriteria, waaronder de lokale opwekkingsgraad, de terugverdientijd en de totale winst of het totale verlies. Op basis van deze vergelijking wordt de batterij met de hoogste score geselecteerd als het meest kansrijke ontwerp voor een lokaal energiedeelsysteem.</p>
-Ruimtelijke inpassing - 3 participatie scenario's - 3 verbruiksscenario's - 3 batterijgroottes - 12 verbruik en opwek cijfers 2027 - 12 verbruik en opwek cijfers 2042	Eindconcept voor een energiedeelsysteem	
Tussenproduct:		
36 businesscases		
Type gegevens:	Onderzoekstype:	
Kwantitatief	Verkenkend	
Literatuuronderzoekstermen:		
-		

Deelvraag 6: Welke systeeminterventies zijn nodig om een energiedeelsysteem in Holendrecht-Oost haalbaar te maken?

Doel:		Toelichting:
Input:	Output:	
Juridische barrières, de technische mogelijkheden, ruimtelijke inpassing en de 36 businesscases	Systeeminterventies	
Tussenproduct:		
-		
Type gegevens:	Onderzoekstype:	
Kwalitatief & kwantitatief	Toegepast	
Literatuuronderzoekstermen:		
Netaansluiting, Meadows, MCA, subsidies duurzame energie, energiewet, energiedelen, energie delen		

9.10 Stakeholderanalyse

Een stakeholderanalyse helpt om deze betrokkenen op een gestructureerde manier te ordenen. Door dit overzicht ontstaat duidelijkheid over wie nauw samenwerkt aan het project, wie een ondersteunende of aanvullende rol heeft en welke organisaties op afstand staan maar toch invloed kunnen uitoefenen.

In deze benadering worden stakeholders geplaatst in vier niveaus, die van binnen naar buiten steeds minder directe betrokkenheid tonen.

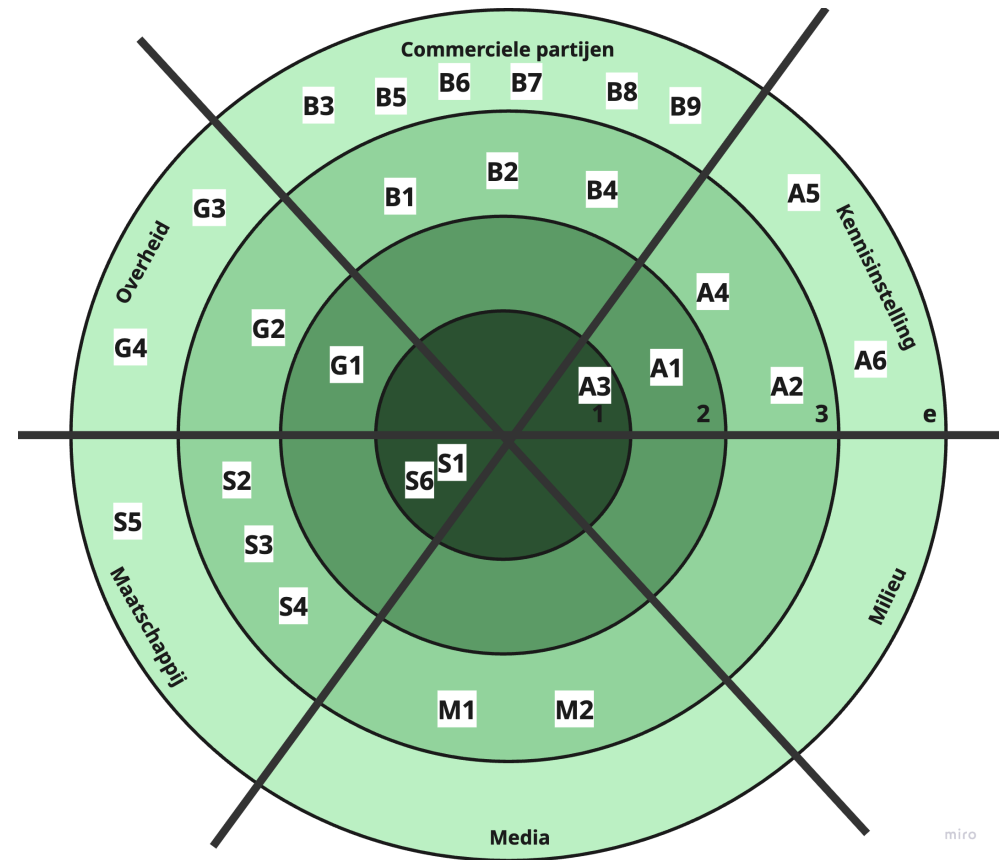
1^e ring - primaire partners: dit zijn de partijen die actief meewerken aan de uitvoering van het project.

2^e ring – huidige samenwerkingsrelaties: organisaties of individuen die ondersteuning bieden of samenwerken, maar niet tot de kern behoren.

3^e ring – indirect verbonden groepen: partijen die niet actief deelnemen, maar wel interesse hebben of in de toekomst een rol kunnen krijgen.

4^e ring (e) – externe stakeholders: actoren die het project zelf niet uitvoeren, maar door hun positie of activiteiten wél invloed kunnen hebben.

Verder wordt elke stakeholder geplaatst binnen één van de zes domeinen: overheid, commerciële sector, kennisinstellingen, maatschappij, milieu en media. In ons project is deze indeling visueel weergegeven in de bijbehorende diagrammen:



Figuur 32: stakeholders uien-model

- 1 Kerngroep van samenwerkingspartners
- 2 Actuele samenwerkingspartners
- 3 Verbonden stakeholders, potentiële samenwerkingspartners en geïnteresseerde partijen
- e Externe stakeholders/beïnvloeders

Overheid			Maatschappij			Kennisinstituten		
Nr	Stakeholder	Cirkel	Nr	Stakeholder	Cirkel	Nr	Stakeholder	Cirkel
G1	Gemeente Amsterdam (Else)	1	S1	EC-HO (Cor van Haagen)	1	A1	EnergieLab	2
G2	Stadsdeel Zuid-Oost	3	S2	Woningeigenaren	3	A2	Hogeschool van Amsterdam	3
G3	APEC	3	S3	Sociale huurders	3	A3	Rick Wolbertus	1
G4	EDO	3	S4	Commerciële huurders	3	A4	Allyson Mannsur	3
			S5	De Laagbouw	e	A5	Alua Akhmet	3
			S6	Commissie energietransitie Geerdinkhof (VVH)	1	A6	Flip Drozd	3
Bedrijven			Media			Milieu		
Nr	Stakeholder	Cirkel	Nr	Stakeholder	Cirkel	Nr	Stakeholder	Cirkel
B1	Liander	3	M1	Buurtkrant Geerdinkhof	3	E1		
B2	Firan	3	M2	EC-HO website	3	E2		
B3	Batterijleverancier	e				E3		
B4	ROADT	3						
B5	Ymere	e						
B6	Rochdale	e						
B7	Stadgenoot	e						
B8	Vesteda	e						
B9	PMT	e						

Figuur 33: stakeholders

9.11 Gesprek Bertus Tulleners

Dit gesprek met Bertus Tulleners gaat over een onderzoek naar een **energiedeelsysteem met een buurtbatterij** in Holendrecht Oost, uitgevoerd in opdracht van Cor van Haagen (EC-HO). Het onderzoek richt zich op juridische, technische, financiële en ruimtelijke aspecten.

9.11.1 Rol van APEC en de EDO

Bertus Tulleners fungeert als onafhankelijk verbinder tussen de gemeente Amsterdam en **APEC**, een koepelorganisatie voor energiecoöperaties in de stad. APEC dient als gesprekspartner voor de gemeente om beleid te beïnvloeden en financiële steun te realiseren voor lokale initiatieven. Onder de APEC wordt momenteel een **Energiedienstorganisatie (EDO)** opgericht, die vanaf april of mei 2026 lokale initiatieven professioneel gaat ondersteunen met expertise en procesbegeleiding.

9.11.2 Netcongestie en Technische Context

In Amsterdam heerst een specifiek beeld over **netcongestie**. Terwijl het landelijk een groot probleem is, stellen sommige ambtenaren dat het Amsterdamse net zwaar genoeg is voor extra zonnepanelen. Echter, specifiek voor **Amsterdam Zuidoost** blijkt dat het net op hoogspanningsniveau tot 2037 "vast" zit, hoewel er op middenspanningsniveau nog enige ruimte is door recente uitbreidingen.

9.11.3 Juridische en Beleidsmatige Knelpunten

Er zijn aanzienlijke **juridische barrières** voor het coöperatief delen van energie.

Rijksniveau: De huidige wetgeving (zoals de Energiewet) stelt strikte eisen aan woningaansluitingen en wie elektriciteit over de weg mag transporteren. Projecten zoals **Schoonschip** konden alleen slagen dankzij tijdelijke innovatie-ontheffingen.

Gemeentelijk beleid: Specifiek beleid voor de plaatsing van buurtbatterijen staat nog in de kinderschoenen. De gemeente wil waarschijnlijk de regie houden op wijkniveau om verspilling van grondstoffen en veiligheidsrisico's (brandgevaar) te beheersen.

9.11.4 Financiering en Business Case

Een business case voor een buurtbatterij is momenteel voor individuele VVE's vaak **economisch onrendabel** vanwege de onduidelijke energiemarkt en hoge investeringskosten. Bertus wijst echter op interessante modellen:

Systemische winst: Pilots zoals "No-Gizmos" laten zien dat batterijen 6% piekreductie kunnen opleveren, wat maatschappelijk rendement biedt en mogelijk aanspraak maakt op subsidies of hulp bij risicoafdekking.

Energiegemeenschappen: Door een energiegemeenschap te vormen en samen te werken met partijen als "**om energie**", kunnen coöperaties administratief energie uitwisselen en mogelijk de nadelen van het wegvallen van de salderingsregeling beperken. **Sociale rechtvaardigheid:** De gemeente hanteert het principe van "ongelijk investeren voor gelijke kansen", waarbij extra aandacht uitgaat naar het betrekken van bewoners met een lager inkomen bij de energietransitie.

9.11.5 OM-energie

Volgens Bertus Tulleners fungeert **OM-energie** als een soort **tussenpartij** tussen energiecoöperaties en huishoudens. De organisatie neemt de praktische en administratieve kant van de energievoorziening uit handen door het **klantcontact, de facturering en de interface** te regelen.

De belangrijkste kenmerken van de dienstverlening van OM-energie zijn:

- **Administratieve koppeling:** Klanten kunnen lid zijn van een specifieke lokale coöperatie (zoals Amsterdam Energie) die stroom levert aan OM-energie. Omdat één coöperatie vaak niet genoeg stroom opwekt voor

al haar leden, koopt OM-energie de rest administratief in bij andere aangesloten coöperaties.

- **Rol als energieleverancier:** Voor de eindgebruiker biedt OM-energie een ervaring die vergelijkbaar is met die van een reguliere energieleverancier, maar dan met **lokale, duurzame en coöperatieve stroom** in plaats van energie van een beursgenoteerd bedrijf.
- **Facilitator voor energiegemeenschappen:** Om gebruik te maken van hun model als leverancier (bijvoorbeeld voor een VVE die stroom wil terugleveren), is het noodzakelijk om een officiële **energiegemeenschap** te vormen. In dat geval wordt de groep door de wet niet meer als een reguliere consument gezien, maar als een energieleverancier, wat juridisch andere mogelijkheden biedt.

Bertus benadrukt dat OM-energie op deze manier helpt om de **energiemarkt minder volatiel** te maken voor de deelnemers, omdat ze niet afhankelijk zijn van de grillen van de beurs waar grote commerciële partijen mee te maken hebben. De vraag hierbij is: hoe gaan zij om met energieopslag door bijvoorbeeld buurtbatterijen.

9.11.6 Advies Bertus

Bertus benoemt dat de juridische richtingen nog in de kinderschoenen staan; er zijn geen richtingen waar het beleid naartoe kan. Hij adviseert de onderzoekers om hun project niet enkel als een theoretische studie te zien, maar het **actief te agenderen als pilotproject** bij de APEC en de gemeente. Door een concreet project met 1000 woningen te presenteren, kunnen zij de beleidsvorming "voeden" en aantonen waar de huidige regels in de weg zitten. Hierbij is het cruciaal om contact te leggen met sleutelfiguren zoals **Saskia Müller** van de APEC, die proactief bezig is met integratievraagstukken.

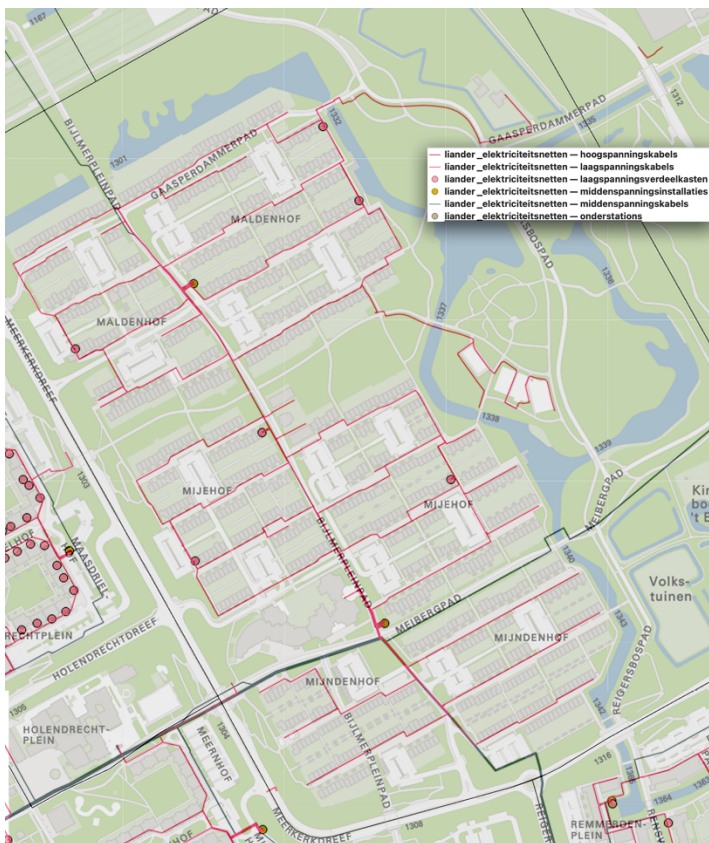
Overige tips zijn om **moties** voor energiewet in tweede kamer op te sporen om ontwikkelingen uit te pluizen.

9.12 Toelichting deelvraag 3

In deze bijlage worden verschillende onderdelen van deelvraag 3 verder toelicht.

9.12.1 Kabelligging en locatie MSR's

In het figuur is de kabelligging van Liander te vinden. Ook zijn de MSR's hierop geplaatst.



9.12.2 Scenario's energieverbruik- en opwekking

Scenario 1 – Laag:

Voor dit scenario is aangenomen dat subsidies verder worden afgebouwd en dat een warmtenet een alternatief wordt voor een deel van de wijk. Zonder structurele subsidies wordt de doelstelling van 1 miljoen warmtepompen in 2030 vermoedelijk niet gehaald; de verwachting ligt dan op 720.000. (*Doelstelling van 1 Miljoen Warmtepompen in 2030 Uit Zicht - Techniek Nederland, 2024*)

Voor Holendrecht-Oost speelt bovendien dat WOS Hakfort al warmte levert aan bestaande woningen in Holendrecht en Gaasperdam (Warmtenetwerk, z.d.), een uitbreiding van dit warmtenet naar Holendrecht-Oost zou de vraag naar individuele warmtepompen.

Voor zonnepanelen geldt dat de markt al een verzadigingspunt nadert: eind 2023 heeft al een derde van alle woningen zonnepanelen, wat overeenkomt met ongeveer de helft van alle geschikte woningen. (Netbeheer Nederland, 2024) Met het afbouwen van de huidige salderingsregeling is niet zeker wat de opbrengsten van zonnepanelen zullen zijn in de toekomst, waardoor in dit scenario wordt uitgegaan van een minimale groei

Scenario 2 – Middel:

Dit scenario volgt de huidige markttrend. In 2025 werden 136.000 warmtepompen verkocht, tegenover 125.000 in 2024, een herstel na het moeilijke jaar 2024. In 2024 werd ruim 72% van de warmtepompen geplaatst met behulp van ISDE-subsidies. (Medarac et al., 2025) De adoptie in Holendrecht-Oost wordt in dit scenario gedreven door het natuurlijke vervangingsmoment van cv-ketels (gemiddelde levensduur 15–20 jaar) en de beschikbaarheid van subsidie.

Voor zonnepanelen groeit het totaal aantal huishoudens met zonnepanelen door, maar neemt langzaam af door het aflopen van de salderingsregeling.

Scenario 3 – Hoog:

Dit scenario is gebaseerd op actief Amsterdams beleid. Amsterdam zet in op het volledig aardgasvrij maken van woningen en wil alle bewoners met een geschikte woning faciliteren om via individuele oplossingen over te stappen. De gemeente wil actief en gericht ondersteunen en aanjagen, waarbij gekeken wordt of buurten die tot nu toe als warmtenetbuurt zijn aangemerkt, beter passen bij all-electric als warmteoplossing (Gemeente Amsterdam, 2025).

Voor zonnepanelen geldt dat zonnepanelen al op de helft van alle koopwoningen liggen in een gemengde koop/huurwijk zoals Holendrecht-Oost is 60% een ambitieus maar haalbaar plafond als woningcorporaties hun verduurzamingsdoelen waarmaken.

9.12.3 Scenario's participatie

In dit hoofdstuk wordt onderbouwd waar de participatiescenario's vandaan komen.

9.12.3.1 Scenario 1 laag (1,8%)

Het lage scenario van 1,8% is gebaseerd op de minimale opslagcapaciteit waarbij het systeem moet voldoen aan de veiligheidseisen van de PGS 37-1. Dit is het geval wanneer de totale opslagcapaciteit boven de 20 kWh uitkomt. (Informatiepunt Leefomgeving, z.d.)

Dit scenario is een technische ondergrens: het is de kleinst mogelijke schaal waarop een systeem formeel als een groter opslagproject wordt aangemerkt en daarmee onder een ander regelgevend kader valt. Onder deze grens wordt een systeem beschouwd als een thuisbatterij, met bijbehorende vereenvoudigde regelgeving en minder mogelijkheden voor een collectieve toepassing.

9.12.3.2 Scenario 2 medium (8,3%)

Op basis van landelijke cijfers heeft momenteel gemiddeld 8,3% van de huishoudens een warmtepomp en zonnepanelen (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2025). In dit scenario wordt ervan uitgegaan dat deze huishoudens potentiële deelnemers zijn aan een buurtbatterij. Deze bewoners hebben al geïnvesteerd in verduurzaming en hebben daarmee zowel een financieel als praktisch belang bij lokale energieopslag. De andere bewoners moeten eerst andere verduurzamingsstappen zetten voordat een buurtbatterij interessant wordt.

9.12.3.3 Scenario 3 hoog (25%)

Als referentie voor het hoge participatiescenario van 25% is gekeken naar Thermo Bello in de wijk EVA-Lanxmeer in Culemborg. Thermo Bello is sinds 2009 in eigendom van de bewoners van de wijk EVA-Lanxmeer en is daarmee de eerste warmtecoöperatie in Nederland waarbij wijkbewoners de gehele warmteketen, van productie tot levering, volledig in eigen handen hebben (Thermobello, z.d.).

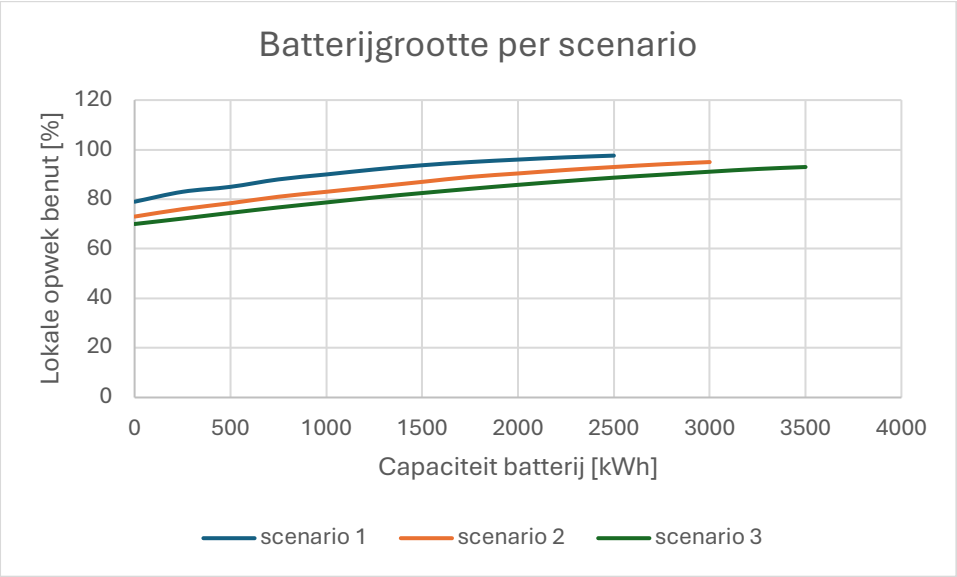
De warmtevoorziening van de wijk is gebaseerd op een stabiele en goedkope bron, namelijk drinkwater. Vitens wint het drinkwater, waarna Thermo Bello er via een warmtepomp warmte aan onttrekt en dit via een ondergronds leidingnet distribueert aan de woningen en bedrijfspanden in de wijk.

Sinds 2016 wordt Thermo Bello volledig door de gebruikers gefinancierd en maakt het een bescheiden winst, die volledig wordt ingezet voor versterking van het eigen vermogen.

Op basis van dit bewezen voorbeeld hanteren wij 25% als het hoge participatiescenario: een realistisch en haalbaar niveau, mits er sprake is van een betrokken groep initiatiefnemers, een coöperatieve structuur en een helder verhaal richting de wijk.

9.12.4 Batterijcapaciteit

Om een batterij toe te passen moet bepaald worden hoe groot deze moeten zijn voor Holendrecht-Oost. Binnen de simulatie is voor elk scenario gekeken wat de invloed van een batterij is op het toekomstige lokaal benutte opwekpercentage. Deze grafiek is te zien in het figuur.



Vanuit deze grafiek is gekeken naar de afvlakking van de grafieken per scenario, waaruit de optimale batterijgroottes volgen. Deze staan in de tabel.

	Capaciteit batterij
Scenario 1	1250
Scenario 2	2000
Scenario 3	2500

Deze grootte batterijen zouden geplaatst worden als 100% van de wijk meedoet met de batterij. Echter zijn er participatiescenario ´s opgesteld van 1,8%, 8,3% en 25,0%. Dit leidt tot 9 soorten batterijscenario ´s.

	Participatie			
	laag	medium	hoog	
Scenario A	23	104	313	kWh
Scenario B	36	166	500	kWh
Scenario C	45	208	625	kWh

9.12.5 Python simulatie toelichting

Om een beeld te krijgen van het huidige verbruik en opwekking van Holendrecht-Oost en andere wijken is een simulatie opgesteld, waarmee per kwartier berekend wordt hoe de energiebalans van de wijk eruit ziet. Vanuit een aantal variabelen van de wijk kan huidige en toekomstige verbruik en opwekking bepaald worden.

Binnen deze uitleg van de simulatie worden bepaalde keuzes verder toegelicht en onderbouwd met bronnen.

9.12.5.1 Variabelen

Om het energieverbruik te bepalen moeten een aantal punten duidelijk zijn. Deze zijn te vinden in het figuur. Hier kan ingesteld worden of er al energie gedeeld wordt met de buurt, hoeveel procent van de wijk zonnepanelen heeft en hoeveel zonnepanelen er in totaal liggen. Aan de hand van deze variabelen worden de resultaten berekend.

Ook kan er ingesteld worden of er een batterij wordt toegevoegd. De capaciteit hiervan wordt bepaald volgens de methode van bijlage...

```
33 TOTAAL_VERBRUIK_KWH      = 3125000
34 AANTAL_WP_HUIDIG         = 83
35 JAARVERBRUIK_PER_WP     = 2000
36 AANTAL_WP_TOEKOMST      = 840
37
38 AANTAL_ZONNEPANELEN      = 4800
39 JAAROPBRENGST_PER_PANEEL = 340
40
41 # --- Zonnepanelen participatie ---
42 # Fractie huishoudens MET zonnepanelen (0.0 - 1.0)
43 # Deze groep gebruikt ook dit % van het totale verbruik
44 # Geen energiedeling: overschot gaat naar net, burens profiteren niet
45 PERCENTAGE_ZON           = 0.6
46
47 # --- Energiedeling met burens ---
48 # True = overschot van zon-groep wordt eerst aangeboden aan burens zonder panelen
49 #       (volgorde: RT_verbruik -> RT_burens -> batterij -> net)
50 # False = overschot gaat direct naar batterij / net (geen buurtdeling)
51 DELEN_MET_BUREN          = True
52
53 BATTERIJ_KWH              = 0
```

9.12.5.2 Input berekeningen

Voor de berekeningen zijn een aantal gegevens nodig die belangrijk zijn voor de kwartierdata van de simulatie. Door middel van energieprofielen en het verbruik kan voor verschillende situaties berekend worden hoeveel energie per kwartier gebruik wordt. De energieprofielen die gebruikt zijn tijdens het onderzoek zijn:

- PV-profiel
- Wijkprofiel
- Warmtepompprofiel

Met deze profielen en verbruiksdata kunnen de volgende gegevens bepaald worden:

- Lokale opwekkingsgraad [%]
- Dagprofiel van elke dag [kW]
- Maandelijks verbruik [kWh]
- Opgewekte zonne-energie [kWh]
- Eigen gebruik zonne-energie [kWh]
- Energiedelen (Peer-2-Peer) [kWh]
- Batterij laden [kWh]
- Terug levering naar het net [kWh]
- Import van het net [kWh]
- Energiepieken [kW]

Deze uitkomsten worden verder gevisualiseerd in het volgende hoofdstuk.

Verbruik en warmtepompen

Variabele	Waarde	Eenheid	Betekenis
TOTAAL_VERBRUIK_KWH	3.125.000	kWh/jaar	Totaal basisverbruik van de wijk
AANTAL_WP_HUIDIG	83	stuks	Aantal warmtepompen huidig scenario
AANTAL_WP_TOEKOMST	230-860	stuks	Aantal warmtepompen toekomstscenario
JAARVERBRUIK_PER_WP	2.000	kWh/jaar	Verbruik per warmtepomp per jaar

Zonnepanelen

Variabele	Waarde	Eenheid	Betekenis
AANTAL_ZONNEPANELEN	2400-4800	stuks	Aantal zonnepanelen in de wijk
JAAROPBRENGST_PER_PANEEL	340	kWh/jaar	Opbrengst per paneel per jaar

Participatie en energiedeling

Variabele	Waarde	Type	Betekenis
PERCENTAGE_ZON	0,3-0,6 (30-60%)	fractie	Aandeel huishoudens met zonnepanelen; gebruikt ook dit deel van het totale verbruik
DELEN_MET_BUREN	True	aan/uit	True = overschot eerst naar burenen; False = direct naar batterij/net

Batterij

Variabele	Waarde	Eenheid	Betekenis
BATTERIJ_KWH	0	kWh	Batterijcapaciteit (0 = geen batterij)
BATTERIJ_EFFICIENTIE	0,90	fractie	Round-trip rendement
C_RATE	0,25	per uur	Max. laad-/ontlaadvermogen t.o.v. capaciteit
MIN_SOC_FRACTIE	0,10	fractie	Min. laadtoestand (10% blijft in batterij)
ONTLAAD_DREMPEL_KW	250	kW	Batterij ontladst pas boven deze netvraag

9.12.5.4 Databron (Excel)

Variabele	Waarde
SHEET_NAME	Profiel
KOLOM_TIJD	Timestamp
KOLOM_VERBRUIK	Verbruik_kWh (Liander woning profiel i.c.m. verbruik Liew-tool)
KOLOM_ZON	Zon_profiel (Micheal Jenks)
KOLOM_WP	WP_profiel (Liander gas profiel)

9.12.5.5 Profielen uit Excel (genormeerd)

Elk profiel is een vorm over het jaar (kwartierwaarden). Voor gebruik wordt elk profiel genormeerd zodat de jaarsom precies 1 is. De absolute hoogte komt uit de inputwaarden hierboven.

```
profiel_genormeerd = profiel / som(profiel)
=> som = 1
```

De drie profielen zijn: verbruiksprofiel, zonprofiel en warmtepompprofiel.

Kernformules

In de formules zijn profiel_verbruik, profiel_zon en profiel_wp de genormeerde kwartierreeksen (jaarsom = 1).

Verbruik

Grootheid	Formule
Verbruik groep met zon	$\text{profiel_verbruik} \times \text{TOTAAL_VERBRUIK_KWH} \times \text{PERCENTAGE_ZON}$
Verbruik groep zonder zon	$\text{profiel_verbruik} \times \text{TOTAAL_VERBRUIK_KWH} \times (1 - \text{PERCENTAGE_ZON})$
Totaal basisverbruik	$\text{profiel_verbruik} \times \text{TOTAAL_VERBRUIK_KWH}$

Zonopwekking

```
zon_opwekking = profiel_zon
x JAAROPBRENGST_PER_PANEEL x AANTAL_ZONNEPANELEN
```

Warmtepompverbruik

```
wp_huidig = profiel_wp x JAARVERBRUIK_PER_WP
x AANTAL_WP_HUIDIG
wp_toekomst = profiel_wp x JAARVERBRUIK_PER_WP
x AANTAL_WP_TOEKOMST
```

Netto netbelasting (per kwartier, kWh)

Het warmtepompverbruik wordt over beide groepen verdeeld volgens hun aandeel. De zon-groep trekt zijn opwekking van zijn eigen verbruik af:

```
netto = ( verbruik_met_zon + wp x PERCENTAGE_ZON
- zon_opwekking )
```

$$+ (\text{verbruik_zonder_zon} \\ + \text{wp} \times (1 - \text{PERCENTAGE_ZON}))$$

- netto > 0 -> de wijk **importeert** uit het net
- netto < 0 -> er is **overschot** (export of opslag)

3.5 Totaalverbruik (zonder zon af te trekken)

$$\text{totaal_huidig} = \text{totaal_basisverbruik} + \text{wp_huidig}$$

$$\text{totaal_toekomst} = \text{totaal_basisverbruik} + \text{wp_toekomst}$$

9.12.5.6 Batterijsimulatie

Per kwartier (i) met capaciteit C = BATTERIJ_KWH:

Grootheid	Formule
Minimale lading	$\text{min_soc} = C \times \text{MIN_SOC_FRACTIE}$
Maximale lading	$\text{max_soc} = C$
Max. laad/ontlaad per kwartier	$\text{max_lp} = C \times \text{C_RATE} / 4$
Halfweg-rendement	$\text{eta} = \text{wortel}(\text{BATTERIJ_EFFICIENTIE})$
Startlading	$\text{soc}[0] = C \times 0,50$

Laden (bij overschot, vraag < 0):

$$\text{laden} = \min(-\text{vraag} \times \text{eta}, \text{ruimte_laden})$$

$$\text{net_kW} = (\text{vraag} + \text{laden} / \text{eta}) \times 4$$

Ontladen (als vraag x 4 > ONTLAAD_DREMPEL_KW):

$$\text{ontladen} = \min(\text{vraag} / \text{eta}, \text{ruimte_ontladen})$$

$$\text{net_kW} = (\text{vraag} - \text{ontladen} \times \text{eta}) \times 4$$

Bij BATTERIJ_KWH = 0 wordt de batterij overgeslagen: net_kW = netto x 4.

9.12.5.7 Energiestromen

Per kwartier wordt het zonoverschot in deze vaste volgorde verdeeld:

1. **RT_verbruik** — eigen zon direct: $\min(\text{verbruik_zon_groep}, \text{zon})$
2. **RT_buren** — naar buren (als DELEN_MET_BUREN): $\min(\text{rest_na_zon}, \text{verbruik_buren})$
3. **naar_batterij** — resterend overschot opslaan: $\min(\text{rest_na_buren}, \text{laden})$
4. **naar_net** — export: $\text{rest_na_buren} - \text{naar_batterij}$
5. **import** — tekort uit net: $\max(\text{totaal_verbruik} - (\text{RT_verbruik} + \text{RT_buren} + \text{ontladen}), 0)$

9.12.5.8 Afgeleide grootheden

$$\text{lokaal_gebruik} = \text{RT_verbruik} + \text{RT_buren}$$

$$+ \text{naar_batterij}$$

$$\text{export} = \text{naar_net}$$

"Lokaal gebruik" is alle zonne-energie die niet naar het net wordt geëxporteerd.

9.12.5.9 Aannames en aandachtspunten:

- **Tijdstap:** alle reeksen zijn kwartierwaarden in kWh; x4 voor kW.
- **Twee groepen:** PERCENTAGE_ZON splitst de wijk in een groep met en zonder zon; warmtepompverbruik wordt naar rato verdeeld.
- **Energiedeling:** bij DELEN_MET_BUREN = False gaat overschot direct naar batterij/net.
- **Batterij staat nu uit** (BATTERIJ_KWH = 0).

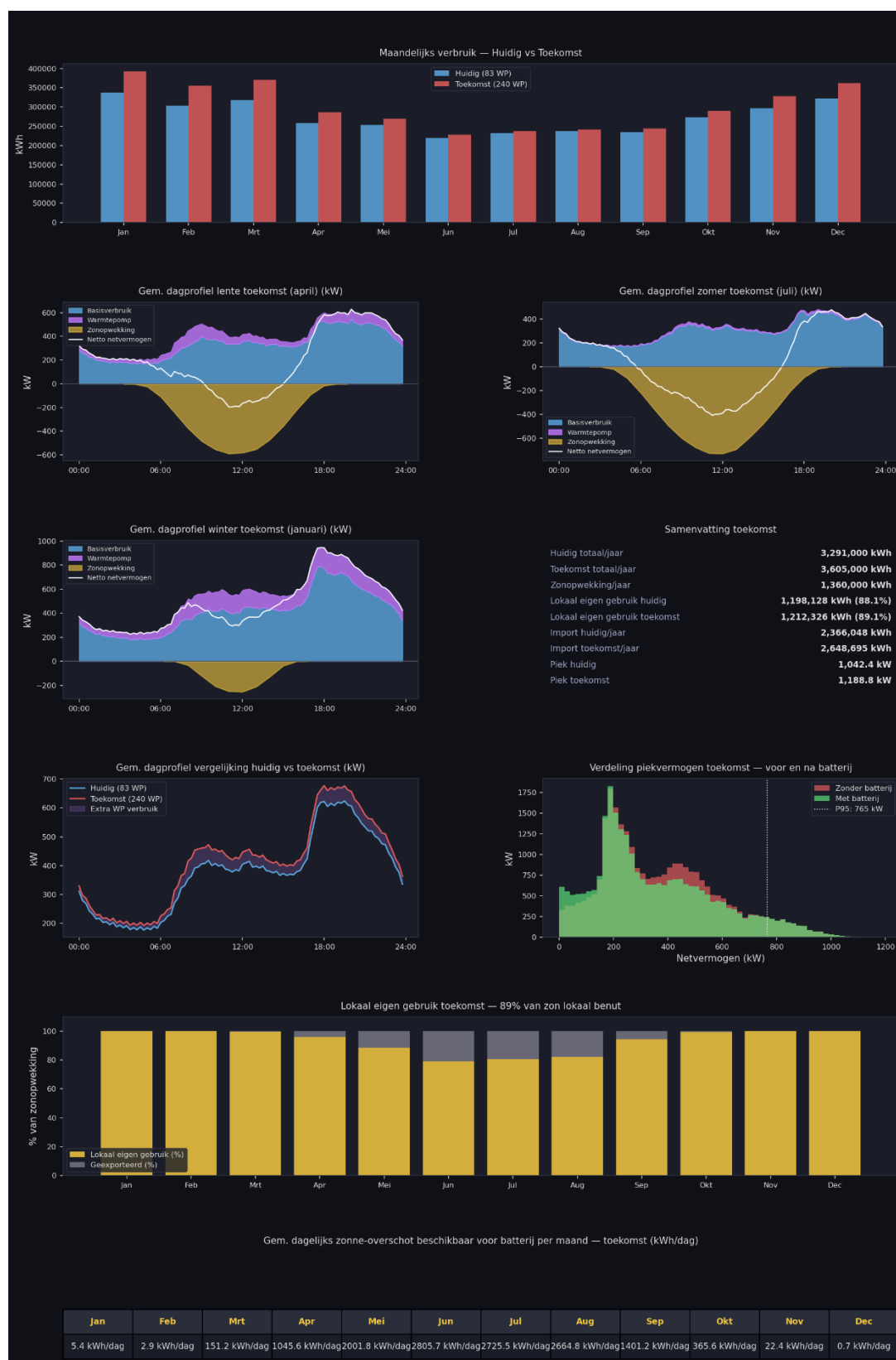
- **Twee scenario's:** Huidig (83 WP) vs Toekomst (560 WP); profielen blijven gelijk.
- **Import-definitie verschilt:** KPI-import telt geen batterijontlading mee, import_kWh wel.

9.12.5.10 Output

Bestand	Inhoud
simulatie_huidig.png	Dashboard huidig scenario
simulatie_toekomst.png	Dashboard toekomstscenario
simulatie_energiestromen.png	Jaartotalen energiestromen (MWh)
output_huidig.csv ..._toekomst.csv	/ Kwartierdata per scenario
output_zon.csv	Zonopwekking
output_energiestromen.csv	Energiestromen huidig + toekomst

9.12.5.11 Resultaten

Om de resultaten te visualiseren is een dashboard gemaakt om een vergelijking te kunnen maken tussen de huidige en het toekomstige scenario.



9.13 Verkenning case-studies ruimtelijke inpassing

In dit onderdeel wordt gekeken naar relevante case-studies waaruit verschillende aspecten worden geïdentificeerd voor het kiezen van een batterijlocatie die zorgt voor een goede integratie op het systeem.

9.13.1 Technische aansluiting en infrastructuur

Allereerst spelen technische criteria een belangrijke rol. De nabijheid van een geschikt aansluitpunt op het elektriciteitsnet is essentieel om aansluitkosten te beperken en overlast in de omgeving te minimaliseren. Daarnaast moet rekening worden gehouden met ondergrondse infrastructuur, zoals kabels en leidingen, die de plaatsing kunnen beperken of extra kosten met zich meebrengen (Yarra Energy Foundation, 2022). In deze casus in Fitzroy North, Melbourne bleek bijvoorbeeld dat de aanwezigheid van ondergrondse infrastructuur en netaansluitingen een doorslaggevende factor was in de uiteindelijke locatiekeuze, naast de aanwezigheid van lokale opwek (Yarra Energy Foundation, 2022).

9.13.2 Fysieke ruimte en bereikbaarheid

Naast technische aspecten zijn ruimtelijke en fysieke eisen bepalend. Hoewel een buurtbatterij relatief weinig directe ruimte inneemt, wordt de benodigde ruimte vergroot door eisen aan toegankelijkheid, hekwerken, transformatorstations en onderhoudsruimte (DNV GL, 2018). Bij vermogens boven circa 160 kVA is bovendien een eigen klantstation noodzakelijk, wat extra ruimte vereist (Witteveen+Bos, 2023). De ruimtelijke inpassing wordt daarmee niet alleen bepaald door de batterij zelf, maar door het volledige systeem eromheen.

9.13.3 Veiligheidsrichtlijnen

Een cruciaal aspect binnen de ruimtelijke inpassing is veiligheid. Voor lithium-ion batterijsystemen gelden de richtlijnen uit de PGS 37-1 en PGS 37-2 (zie hoofdstuk ...), waarin eisen worden gesteld aan onder andere brandveiligheid, afstand tot bebouwing en risico's voor de omgeving. Zo wordt in studies aangegeven dat zonder aanvullende brandwerende maatregelen een minimale afstand van circa 10 meter tot objecten en perceelgrenzen moet worden aangehouden, en circa 5 meter wanneer aanvullende veiligheidsmaatregelen worden toegepast (Witteveen+Bos, 2023). Daarnaast moet rekening worden gehouden met de bereikbaarheid voor hulpdiensten, de beschikbaarheid van bluswater en bescherming tegen externe invloeden zoals aanrijdingen of vandalisme. Het vroegtijdig betrekken van veiligheidsregio's en brandweer wordt hierbij expliciet aanbevolen (Witteveen+Bos, 2023).

9.13.4 Maatschappelijke acceptatie

Tot slot blijkt uit de casestudy's dat sociale factoren een belangrijke, en vaak onderschatte, rol spelen. De acceptatie door bewoners en de perceptie van veiligheid, geluid en esthetiek kunnen bepalend zijn voor de uiteindelijke haalbaarheid. In Fitzroy North werd expliciet gesteld dat maatschappelijke acceptatie een randvoorwaarde is voor implementatie, waarbij locatiekeuzes mede werden aangepast op basis van feedback van bewoners (Yarra Energy Foundation, 2022). Dit benadrukt dat ruimtelijke inpassing niet alleen een technische optimalisatie is, maar ook een sociaal proces.

De onderzochte cases laten zien dat de ruimtelijke inpassing van een buurtbatterij vraagt om een integrale afweging tussen verschillende aspecten:

1. Technische aansluiting en infrastructuur
2. Fysieke ruimte en bereikbaarheid
3. Veiligheidsrichtlijnen
4. Maatschappelijke acceptatie

9.14 3 locaties identificeren

In deze bijlage wordt toegelicht hoe is toegewerkt tot 13 mogelijke locaties voor de buurtbatterij. Eerst wordt geïdentificeerd in welk gebied de batterij geplaatst mag worden. Vervolgens wordt op basis van verschillende criteria een keuze gemaakt.

9.14.1 Potentieel gebied identificeren

Om gestructureerd toe te werken naar een geschikte locatie van een buurtbatterij, is een ruimtelijke analyse uitgevoerd waarin de eerder opgestelde randvoorwaarden zijn vertaald naar een kaartbeeld. Als basis is een kaart opgesteld met daarop alle perceelgrenzen binnen de wijk. Deze vormen het uitgangspunt, aangezien plaatsing binnen bestaande bebouwing niet mogelijk is. Daarnaast is de middenspanningskabel in kaart gebracht; deze loopt centraal door de wijk. Nabijheid tot deze kabel is van belang om aansluitkosten en graafwerkzaamheden te beperken. In dit onderzoek wordt binnen de ruimtelijke inpassing enkel gekeken naar netkabels vanwege gebrek aan verdere inzichten in de ondergrondse infrastructuur.

Vervolgens is op basis van veiligheidsrichtlijnen een minimale afstand van 10 meter tot bebouwing aangehouden (Witteveen+Bos, 2023). Deze afstand is vertaald naar een bufferzone rondom alle perceelgrenzen, weergegeven als een roze contour. Deze zone fungeert als een vrijruimteprofiel waarbinnen plaatsing niet wenselijk is. De overgebleven gebieden buiten deze zones vormen de potentiële locaties voor een buurtbatterij. Hiermee blijft een selectie over van locaties die ruimtelijk en technisch haalbaar zijn. Deze worden in de vervolgstappen verder beoordeeld op verschillende criteria.

9.14.2 13 potentiële locaties

Er is een verkenning uitgevoerd om potentiële locaties voor de buurtbatterij in Holendrecht-Oost te identificeren. Op basis van deze verkenning zijn in eerste instantie dertien mogelijke locaties vastgesteld, verspreid over de wijk (zie

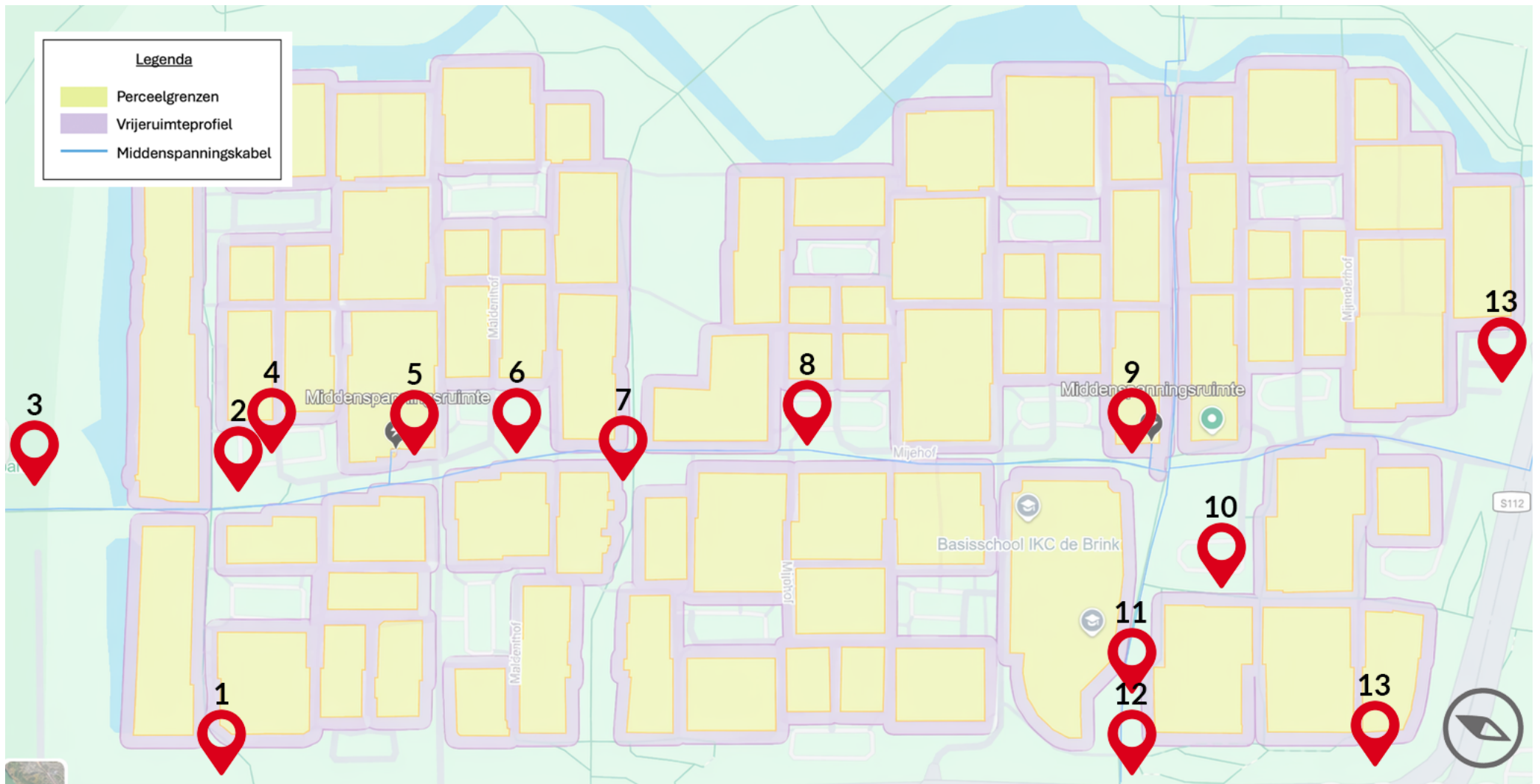
Figuur 35). Deze locaties zijn geselecteerd op basis van de eerder bepaalde ruimtelijke randvoorwaarden, zoals afstand tot bebouwing en ligging ten opzichte van de middenspanningskabel.

9.14.3 3 mogelijke locaties

Op Figuur 34: cut-off methode waarin 1, 2 en 7 overblijven is de toepassing van de cut-off methode te zien. Hierin zijn de locaties beoordeeld op 2 criteria: impact op de omgeving & realisatie. Impact op de omgeving omvat de aspecten *veiligheidsrichtlijnen* en *maatschappelijke acceptatie*. Realisatie omvat de aspecten *technische aansluiting & infrastructuur* en *fysieke ruimte & bereikbaarheid*. De afkomst van deze aspecten wordt toegelicht in 9.13.1 & 9.13.2. Na toepassing van deze methode zijn locatie 1, 2 en 7 overgebleven.

Locatie	IMPACT OP DE OMGEVING	REALISATIE	Score
1	+	0	Ja
2	+	+	Ja
3	0	-	Nee
4	-	+	Nee
5	-	+	Nee
6	-	+	Nee
7	0	+	Ja
8	0	-	Nee
9	-	-	Nee
10	0	-	Nee
11	-	+	Nee
12	0	0	Nee
13	0	-	Nee

Figuur 34: cut-off methode waarin 1, 2 en 7 overblijven



Figuur 35: overzicht van mogelijk batterijlocaties

9.15 Leeswijzer businesscase buurtbatterij

Deze bijlage biedt een toelichting op de opbouw en werking van de businesscase die ten grondslag ligt aan de aanbevelingen in dit adviesrapport.

9.15.1 Wat berekent de businesscase?

De businesscase brengt in kaart wat het financieel betekent om een buurtbatterij te plaatsen in de wijk, vergeleken met de situatie zonder batterij. Daarbij wordt gekeken naar een periode van vijftien jaar. De centrale vraag is: wegen de kosten van de investering en het beheer van de batterij op tegen de besparingen en opbrengsten die de batterij genereert voor de deelnemende huishoudens?

De berekeningen zijn gebaseerd op reële energieprijzen, netbeheertarieven van Liander, belastingtarieven en verbruiksdata van de wijk. De uitkomsten worden uitgedrukt in euro's per jaar en als cumulatieve kasstroom over de volledige looptijd van vijftien jaar.

De drie assen van de businesscase

Om recht te doen aan de onzekerheid rond toekomstig energieverbruik en deelname, is de businesscase opgebouwd langs drie variabelen die elk afzonderlijk worden doorgerekend.

De eerste variabele is de *deelnemende huishoudens*: het percentage huishoudens in de wijk dat actief deelneemt aan de energiegemeenschap en bijdraagt aan de aanschaf of het gebruik van de batterij. Er worden drie gradaties onderscheiden, 1,8%, 8,3% en 25%, die overeenkomen met respectievelijk een lage, gemiddelde en hoge mate van buurtbetrokkenheid. De hoeveelheid deelnemende huishoudens is bepalend voor de schaal van de benodigde batterij en daarmee voor de hoogte van de initiële investering.

De tweede variabele is de *batterijgrootte*. Per deelnemende huishoudens worden drie batterijformaten doorgerekend, variërend van kleine systemen van 25 tot 45 kWh voor een beperkte groep deelnemers, tot grote systemen van 313

tot 625 kWh voor een substantieel deel van de wijk. De keuze voor een batterijformaat brengt ook verschillende netaansluitingskosten met zich mee, die in de berekeningen zijn meegenomen.

De derde variabele is het *verbruiksscenario*. Drie scenario's beschrijven hoe de verhouding tussen lokale opwek en verbruik zich in de toekomst kan ontwikkelen, mede afhankelijk van factoren als de adoptie van zonnepanelen en warmtepompen in de wijk. Een hoger aandeel lokale opwek leidt tot meer uitwisseling via de batterij, wat de financiële businesscase versterkt.

Hoe moeten de resultaten worden gelezen?

De resultaten worden per combinatie van deelnemende huishoudens, batterijgrootte en verbruiksscenario gepresenteerd als een cumulatieve kasstroom over vijftien jaar. Een positieve cumulatieve kasstroom betekent dat de baten op dat moment de kosten overtreffen, ook wel het break-evenpoint. Een negatieve waarde na vijftien jaar betekent dat de investering in die samenstelling financieel niet rendabel is binnen de beschouwde periode.

Belangrijk om te beseffen is dat de businesscase de collectieve situatie beschrijft: de kosten en baten zijn berekend voor de wijk als geheel, niet per individueel huishouden. De verdeling van kosten en opbrengsten over deelnemers is een bestuurlijke keuze die buiten de reikwijdte van dit model valt.

De risicoanalyse en MCA

Aanvullend op de financiële projecties bevat de businesscase een risicoanalyse. Deze laat zien wat er financieel gebeurt wanneer de gekozen batterijgrootte achteraf niet goed aansluit bij het gerealiseerde verbruiksscenario, bijvoorbeeld wanneer er geïnvesteerd is in een grote batterij, maar de participatie en opwek tegenvallen. De uitkomsten zijn weergegeven als winst of verlies ten opzichte van de situatie zonder batterij.

Tot slot integreert een Multi-Criteria Analyse (MCA) de financiële uitkomsten met niet-financiële criteria, zoals de mate van lokale

energieonafhankelijkheid. Dit maakt het mogelijk om batterijopties te vergelijken die financieel dicht bij elkaar liggen maar op andere criteria sterk van elkaar verschillen.

9.15.2 Welke variabelen heeft de businesscase?

In de businesscases worden de volgende variabele gebruikt:

Batterijvariabele

- Investeringskosten
- Aansluiting
- Maandlasten aansluiting
- Gecontracteerde vermogen
- Netkosten gebruik kabel
- Kilowatt contract
- Kilowatt Max

Standaardvariabele

- Huishoudens
- Slimme meter

Energiekosten

- Elektriciteit
 - Marktprijs levering
 - Netkosten stroom
 - Vaste leverancierskosten
 - Netto terugleveringsvergoeding
 - Netto terugleveringsvergoeding na jaar 3
- Gas
 - Aardgasprijs
 - Netkosten gas
- Batterij
 - Vast recht

- Belasting
 - Schijf 1
 - Belasting gas schijf 1
- Onderhoud batterij

Percentage verduurzaming

- Zonnepanelen
- Warmtepompen

Verbruiksmetingen

- RT_verbruik achter de meter
- NET_import
- RT_buren
- Buurtbatterij
- Teruglevering
- Totale Opwek
- Totale verbruik
- Handelen op het net
- Totale gasverbruik

Onderstaand worden de variabele extra toegelicht:

Batterijvariabelen

Investeringskosten — De aanschafprijs van de batterij per kWh capaciteit, afgeleid uit offertes en marktprijzen

Aansluiting — Eenmalige aansluitkosten die Liander in rekening brengt voor het koppelen van de batterij aan het net (Liander, 2025).

Maandlasten aansluiting — Vaste maandelijkse kosten voor het in stand houden van de netaansluiting, eveneens afhankelijk van het aansluittype (Liander, 2026c).

Gecontracteerde vermogen — Het piekvermogen in kW dat voor de aansluiting wordt gecontracteerd (berekend op capaciteit kWh / 4).

Netkosten gebruik kabel — Variabele kosten per kWh die door de netbeheerder in rekening worden gebracht voor het gebruik van het kabelnet. Voor kleinverbruik (huishouden) €0,062/kWh, voor grootverbruik €0,023/kWh (Liander, 2026c).

Kilowatt contract — Capaciteitstarief per kW per maand voor midden- en laagspanningsaansluitingen (€1,49–€3,74/kW/maand). Dit tarief wordt berekend op basis van het hoogst gemeten kwartiergemiddelde piek (Liander, 2026c).

Kilowatt Max — Aanvullend capaciteitstarief van €3,57/kW/maand, gekoppeld aan het maximaal gemeten vermogen over de afrekenperiode (Liander, 2026c).

Standaardvariabelen

Huishoudens — Vastgesteld op 1.000 huishoudens als rekeneenheid voor de gehele wijk. Dit is de schaal waarop alle kosten en verbruiksdata zijn geaggregeerd.

Slimme meter — Eenmalige aanschaf- en installatiekosten van €140,99 per deelnemend huishouden. Vereist voor het meten van lokaal verbruik en uitwisseling via de buurtbatterij (Liander, 2026d).

Energiekosten — Elektriciteit

Marktprijs levering — De variabele prijs per kWh die een huishouden betaalt voor elektriciteit van het net: €0,158/kWh (Samen Om, z.d.).

Netkosten stroom — Vaste jaarlijkse netbeheerskosten per huishouden: €395/jaar. Dit zijn de kosten voor het gebruik van het laagspanningsnet, ongeacht het verbruiksvolume (Liander, 2026b)

Vaste leverancierskosten — Vaste maandelijkse kosten per huishouden aan de energieleverancier: €8,57/maand. Dekt administratie en basisdiensten, staat los van het verbruik (Samen Om, z.d.).

Netto terugleveringsvergoeding — De vergoeding die huishoudens ontvangen voor teruggeleverde zonne-energie: €0,025/kWh (gemiddelde) (Energievergelijk.nl, z.d.).

Netto terugleveringsvergoeding na jaar 3 — Halveert naar €0,0125/kWh na jaar 3, als aannahme voor verdere afbouw van de terugleveringsvergoeding in lijn met de Nederlandse beleidsontwikkeling.

Energiekosten — Gas

Aardgasprijs — €1,35/m³, de prijs die huishoudens betalen voor aardgas. In de businesscase daalt het gasverbruik over de looptijd naarmate warmtepompen worden geadopteerd (Samen Om, z.d.).

Netkosten gas — Vaste jaarlijkse netbeheerskosten voor gas per huishouden: €220,35/jaar (Liander, 2026a).

Energiekosten — Batterij

Vast recht — Maandelijks capaciteitstarief van €36,75/maand (Liander, 2026c).

Belasting

Schijf 1 — Energiebelasting op elektriciteit: €0,1109/kWh (Belastingdienst,z.d.).

Belasting gas schijf 1 — Energiebelasting op aardgas: €0,601/m³ (Belastingdienst,z.d.).

Percentage verduurzaming

Zonnepanelen — Het aandeel huishoudens met zonnepanelen in jaar 15. Deze hoeveelheden zijn afkomstig uit de opgestelde verbruiksscenario's.

Warmtepompen — Het aandeel huishoudens met warmtepompen in jaar 15. Deze hoeveelheden zijn afkomstig uit de opgestelde verbruiksscenario's.

Verbruiksmetingen

RT_verbruik achter de meter — Het elektriciteitsverbruik dat lokaal plaatsvindt binnen het systeem van de deelnemende huishoudens, zonder tussenkomst van het openbare net. Afkomstig vanuit *Idris-tool*.

NET_import — De hoeveelheid elektriciteit die de wijk netto importeert van het publieke net. Afkomstig vanuit *Idris-tool*.

RT_buren — Elektriciteit die rechtstreeks tussen deelnemende burens onderling wordt uitgewisseld, zonder gebruik van de buurtbatterij als tussenopslag. Afkomstig vanuit *Idris-tool*.

Buurtbatterij — De hoeveelheid energie die via de buurtbatterij wordt uitgewisseld, inclusief eigen gebruik en levering aan burens. Afkomstig vanuit *Idris-tool*.

Teruglevering — Energie die, na lokale uitwisseling en batterijopslag, nog wordt teruggeleverd aan het publieke net. . Afkomstig vanuit *Idris-tool*.

Totale opwek — De totale hoeveelheid door zonnepanelen opgewekte elektriciteit in de wijk. Afkomstig vanuit *Idris-tool*.

Totale verbruik — De totale elektriciteitsvraag van de wijk, inclusief huishoudelijk verbruik en warmtepompen. Afkomstig vanuit *Idris-tool*.

Handelen op het net — De financiële besparing die wordt gerealiseerd door de batterij te laden in goedkope daluren en te ontladen in duurdere piekuren. Afkomstig vanuit *Idris-tool*.

Totale gasverbruik — Het jaarlijkse gasverbruik van de wijk in m³. Afkomstig vanuit *Idris-tool*.

9.15.3 Hoe werken de berekeningen in de businesscase?

De berekeningen in de businesscase volgen een aantal eenvoudige en terugkerende principes. Het model is daarmee goed te volgen voor iedereen die bekend is met basisberekeningen in Excel.

Van variabelen naar jaarbedragen

Vrijwel alle kosten en baten worden berekend door een tarief te vermenigvuldigen met een hoeveelheid. Denk bijvoorbeeld aan een prijs per kWh die wordt vermenigvuldigd met het totale elektriciteitsverbruik van de wijk. Op deze manier worden alle posten omgerekend naar jaarlijkse bedragen. Dit principe geldt voor elektriciteitskosten, netkosten, belastingen, gaskosten en terugleververgoedingen.

Vaste kosten per huishouden, zoals netbeheerkosten of leverancierskosten, worden vermenigvuldigd met het aantal deelnemende huishoudens. Indien nodig worden maandbedragen eerst omgerekend naar jaarbedragen.

Zero-sum game

Binnen de coöperatie geldt dat de uitwisseling van energie tussen huishoudens en de buurtbatterij in principe een Zero-sum game is. Dit betekent dat financiële stromen binnen de coöperatie elkaar opheffen.

Wanneer een huishouden bijvoorbeeld energie levert aan de batterij of aan een buur, ontvangt dit huishouden hiervoor een vergoeding. Tegelijkertijd betaalt een ander huishouden binnen dezelfde coöperatie juist voor deze energie. Op collectief niveau leidt dit niet tot een netto kostenpost of opbrengst, maar slechts tot een herverdeling van geld tussen deelnemers.

Omdat de businesscase is opgesteld op het niveau van de wijk als geheel, worden deze interne transacties daarom niet meegenomen als kosten of baten. Alleen de financiële stromen die de coöperatie als geheel beïnvloeden, zoals belasting, worden in de berekeningen opgenomen.

Ontwikkeling over de tijd

Het model kijkt niet naar één moment, maar naar een periode van vijftien jaar. Variabelen die in de tijd veranderen, zoals elektriciteitsverbruik, gasverbruik en opwek, ontwikkelen zich geleidelijk. Dit gebeurt via een lineaire interpolatie: het model beweegt stap voor stap van de huidige situatie (jaar 0) naar een toekomstige situatie (jaar 15). Hierdoor ontstaat een realistisch en geleidelijk verloop richting de eindsituatie.

Constante kosten

Niet alle kosten veranderen over de tijd. Vaste posten, zoals onderhoudskosten van de batterij en vaste aansluitkosten, blijven in elk jaar gelijk en worden als constante waarden meegenomen in het model.

Uitzondering: terugleveringsvergoeding

De terugleveringsvergoeding wijkt bewust af van dit lineaire patroon. Na jaar 3 halveert deze vergoeding. Dit is een beleidsaannahme die aansluit bij de verwachte afbouw van de salderingsregeling. Het model past deze verandering automatisch toe.

Van jaarlijkse kosten naar totaalresultaat

Per jaar worden alle kosten opgeteld en worden de baten daarvan afgetrokken. Dit resulteert in een netto jaarbedrag voor de wijk.

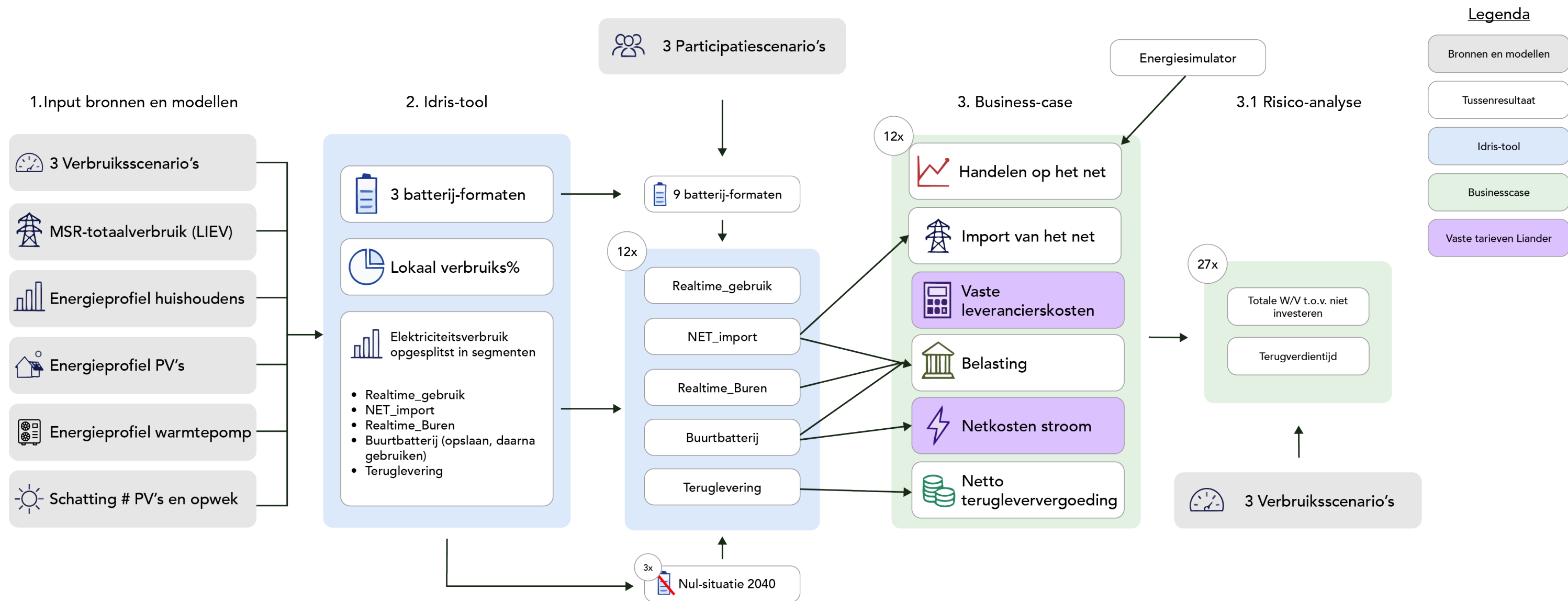
Vervolgens worden deze jaarbedragen opgeteld over de tijd. Dit vormt de cumulatieve kasstroom: het totale bedrag dat de wijk heeft uitgegeven. De initiële investering (jaar 0) vormt hierbij het startpunt.

Terugverdientijd (breakeven)

Wanneer de cumulatieve kosten van een situatie mét batterij lager worden dan die zonder batterij, is de investering terugverdiend. Dit moment wordt aangeduid als het break-evenpoint.

Risicoanalyse

De risicoanalyse vergelijkt verschillende batterijopties met de situatie zonder batterij. Hierbij wordt gekeken naar het verschil in totale kosten na vijftien jaar. Een positief resultaat betekent dat de batterij financieel voordeliger is; een negatief resultaat betekent dat de investering niet rendabel is.



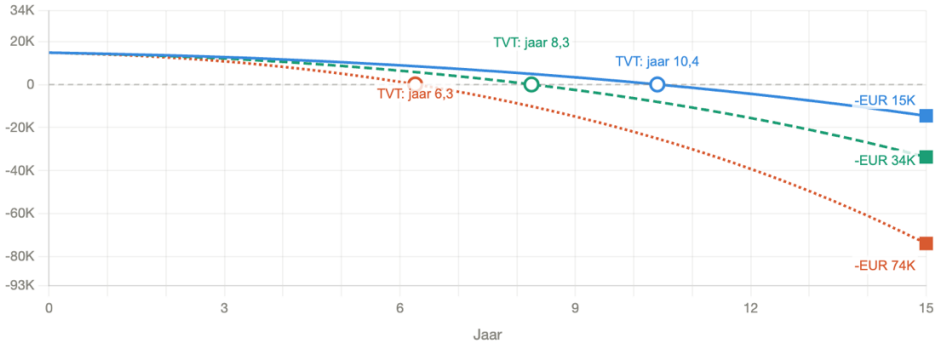
Figuur 36: stroomschema dat aantoont hoe data is getransformeerd tot winsten/verliezen en terugverdiëntijden

9.16 Businesscases

in jaren		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Verbruiksscenario A																	
1.8%	Batterij 1.1 (25 kWh)	€ 14.790	€ 14.243	€ 13.558	€ 12.727	€ 11.624	€ 10.352	€ 8.898	€ 7.252	€ 5.400	€ 3.331	€ 1.028	-€ 1.523	-€ 4.338	-€ 7.434	-€ 10.831	-€ 14.547
	Batterij 1.2 (35 kWh)	€ 18.014	€ 17.470	€ 16.786	€ 15.950	€ 14.832	€ 13.537	€ 12.052	€ 10.364	€ 8.460	€ 6.324	€ 3.940	€ 1.291	-€ 1.640	-€ 4.875	-€ 8.433	-€ 12.337
	Batterij 1.3 (45 kWh)	€ 21.623	€ 21.140	€ 20.515	€ 19.738	€ 18.675	€ 17.433	€ 15.998	€ 14.356	€ 12.494	€ 10.395	€ 8.041	€ 5.417	€ 2.501	-€ 727	-€ 4.289	-€ 8.208
8.3%	Batterij 2.1 (100 kWh)	€ 57.216	€ 53.249	€ 48.588	€ 43.189	€ 36.468	€ 28.897	€ 20.421	€ 10.985	€ 527	-€ 11.016	-€ 23.713	-€ 37.638	-€ 52.868	-€ 69.485	-€ 87.579	-€ 107.242
	Batterij 2.2 (166 kWh)	€ 86.362	€ 87.139	€ 87.348	€ 86.946	€ 85.326	€ 82.977	€ 79.844	€ 75.870	€ 70.993	€ 65.144	€ 58.253	€ 50.244	€ 41.034	€ 30.535	€ 18.655	€ 5.293
	Batterij 2.3 (208 kWh)	€ 96.377	€ 97.645	€ 98.299	€ 98.292	€ 97.005	€ 94.928	€ 92.001	€ 88.160	€ 83.338	€ 77.460	€ 70.448	€ 62.219	€ 52.682	€ 41.743	€ 29.298	€ 15.238
25%	Batterij 3.1 (313 kWh)	€ 142.498	€ 137.021	€ 129.616	€ 120.156	€ 106.884	€ 91.223	€ 73.018	€ 52.103	€ 28.299	€ 1.417	-€ 28.744	-€ 62.400	-€ 99.779	-€ 141.126	-€ 186.701	-€ 236.782
	Batterij 3.2 (500 kWh)	€ 184.098	€ 183.624	€ 181.747	€ 176.827	€ 168.530	€ 157.820	€ 144.526	€ 128.461	€ 109.430	€ 87.221	€ 61.608	€ 32.351	-€ 807	-€ 38.141	-€ 79.945	-€ 126.532
	Batterij 3.3 (625 kWh)	€ 308.982	€ 309.831	€ 308.756	€ 305.611	€ 298.536	€ 289.001	€ 276.825	€ 261.812	€ 243.754	€ 222.430	€ 197.601	€ 169.011	€ 136.389	€ 99.444	€ 57.864	€ 11.317
Verbruiksscenario B																	
1.8%	Batterij 1.1 (25 kWh)	€ 14.790	€ 14.142	€ 13.246	€ 12.081	€ 10.513	€ 8.631	€ 6.410	€ 3.826	€ 851	-€ 2.544	-€ 6.392	-€ 10.725	-€ 15.579	-€ 20.994	-€ 27.011	-€ 33.674
	Batterij 1.2 (35 kWh)	€ 18.014	€ 17.378	€ 16.493	€ 15.340	€ 13.775	€ 11.890	€ 9.662	€ 7.061	€ 4.060	€ 626	-€ 3.275	-€ 7.679	-€ 12.625	-€ 18.156	-€ 24.315	-€ 31.151
	Batterij 1.3 (45 kWh)	€ 21.623	€ 21.054	€ 20.239	€ 19.158	€ 17.663	€ 15.849	€ 13.691	€ 11.159	€ 8.224	€ 4.853	€ 1.010	-€ 3.341	-€ 8.243	-€ 13.737	-€ 19.871	-€ 26.696
8.3%	Batterij 2.1 (100 kWh)	€ 57.216	€ 52.768	€ 47.094	€ 40.101	€ 31.160	€ 20.680	€ 8.550	-€ 5.354	-€ 21.160	-€ 39.009	-€ 59.049	-€ 81.439	-€ 106.351	-€ 133.967	-€ 164.482	-€ 198.106
	Batterij 2.2 (166 kWh)	€ 86.362	€ 86.012	€ 84.509	€ 81.756	€ 77.087	€ 70.932	€ 63.172	€ 53.677	€ 42.310	€ 28.921	€ 13.351	-€ 4.570	-€ 25.026	-€ 48.213	-€ 74.342	-€ 103.639
	Batterij 2.3 (208 kWh)	€ 96.377	€ 97.206	€ 96.898	€ 95.356	€ 91.896	€ 86.955	€ 80.409	€ 72.125	€ 61.960	€ 49.759	€ 35.357	€ 18.576	-€ 773	-€ 22.895	-€ 48.010	-€ 76.354
25%	Batterij 3.1 (313 kWh)	€ 142.498	€ 135.573	€ 125.117	€ 110.856	€ 90.895	€ 66.475	€ 37.261	€ 2.890	-€ 37.025	-€ 82.899	-€ 135.175	-€ 194.330	-€ 260.873	-€ 335.347	-€ 418.338	-€ 510.468
	Batterij 3.2 (500 kWh)	€ 184.098	€ 182.238	€ 176.886	€ 167.750	€ 152.819	€ 133.393	€ 109.109	€ 79.578	€ 44.383	€ 3.075	-€ 44.825	-€ 99.834	-€ 162.503	-€ 233.426	-€ 313.237	-€ 402.618
	Batterij 3.3 (625 kWh)	€ 308.982	€ 308.507	€ 304.536	€ 296.769	€ 283.148	€ 264.987	€ 241.910	€ 213.513	€ 179.363	€ 138.993	€ 91.904	€ 37.558	-€ 24.620	-€ 95.249	-€ 174.993	-€ 264.562
Verbruiksscenario C																	
1.8%	Batterij 1.1 (25 kWh)	€ 14.790	€ 13.944	€ 12.609	€ 10.746	€ 8.200	€ 5.034	€ 1.196	-€ 3.366	-€ 8.710	-€ 14.900	-€ 22.000	-€ 30.082	-€ 39.223	-€ 49.505	-€ 61.015	-€ 73.848
	Batterij 1.2 (35 kWh)	€ 18.014	€ 17.197	€ 15.896	€ 14.068	€ 11.552	€ 8.413	€ 4.600	€ 56	-€ 5.279	-€ 11.468	-€ 18.582	-€ 26.695	-€ 35.886	-€ 46.241	-€ 57.853	-€ 70.819
	Batterij 1.3 (45 kWh)	€ 21.623	€ 20.885	€ 19.668	€ 17.929	€ 15.503	€ 12.456	€ 8.737	€ 4.287	-€ 953	-€ 7.051	-€ 14.076	-€ 22.105	-€ 31.220	-€ 41.508	-€ 53.063	-€ 65.987
8.3%	Batterij 2.1 (100 kWh)	€ 57.216	€ 51.841	€ 44.120	€ 33.861	€ 20.358	€ 3.887	-€ 15.788	-€ 38.918	-€ 65.775	-€ 96.649	-€ 131.850	-€ 171.712	-€ 216.593	-€ 266.877	-€ 322.973	-€ 385.322
	Batterij 2.2 (166 kWh)	€ 86.362	€ 85.158	€ 81.687	€ 75.754	€ 66.607	€ 54.547	€ 39.329	€ 20.693	-€ 1.642	-€ 27.978	-€ 58.637	-€ 93.969	-€ 134.345	-€ 180.166	-€ 231.860	-€ 289.889
	Batterij 2.3 (208 kWh)	€ 96.377	€ 96.398	€ 94.175	€ 89.509	€ 81.627	€ 70.837	€ 56.891	€ 39.522	€ 18.443	-€ 6.655	-€ 36.103	-€ 70.257	-€ 109.500	-€ 154.242	-€ 204.924	-€ 262.019
25%	Batterij 3.1 (313 kWh)	€ 142.498	€ 132.781	€ 116.159	€ 92.061	€ 58.359	€ 15.892	-€ 36.046	-€ 98.208	-€ 171.408	-€ 256.513	-€ 354.456	-€ 466.237	-€ 592.929	-€ 735.679	-€ 895.720	-€ 1.074.370
	Batterij 3.2 (500 kWh)	€ 184.098	€ 179.666	€ 168.388	€ 149.672	€ 121.255	€ 84.040	€ 37.294	-€ 19.771	-€ 88.001	-€ 168.305	-€ 261.659	-€ 369.109	-€ 491.779	-€ 630.875	-€ 787.690	-€ 963.612
	Batterij 3.3 (625 kWh)	€ 308.982	€ 306.074	€ 296.333	€ 279.157	€ 252.216	€ 216.438	€ 171.072	€ 115.311	€ 48.289	-€ 30.926	-€ 123.335	-€ 230.012	-€ 352.112	-€ 490.873	-€ 647.625	-€ 823.795

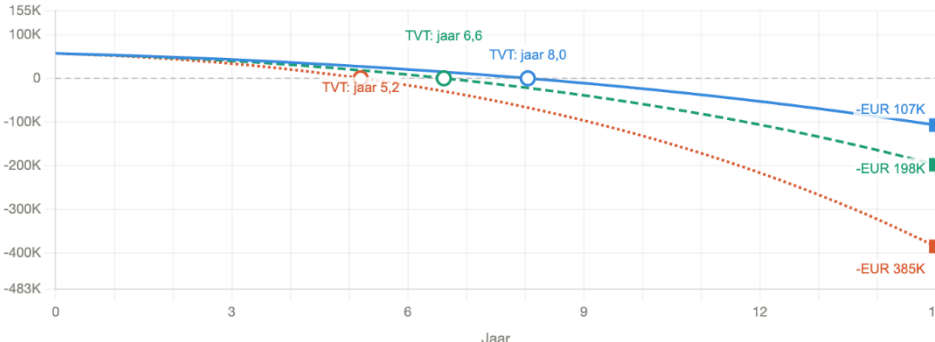
Batterij 1.1 (25 kWh)

Participatie 1.8% - Investering EUR 14.790



Batterij 2.1 (100 kWh)

Participatie 8.3% - Investering EUR 57.216



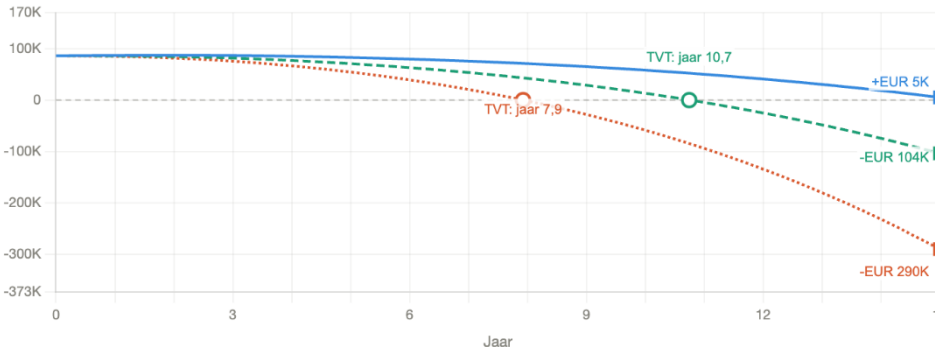
Batterij 1.2 (35 kWh)

Participatie 1.8% - Investering EUR 18.014



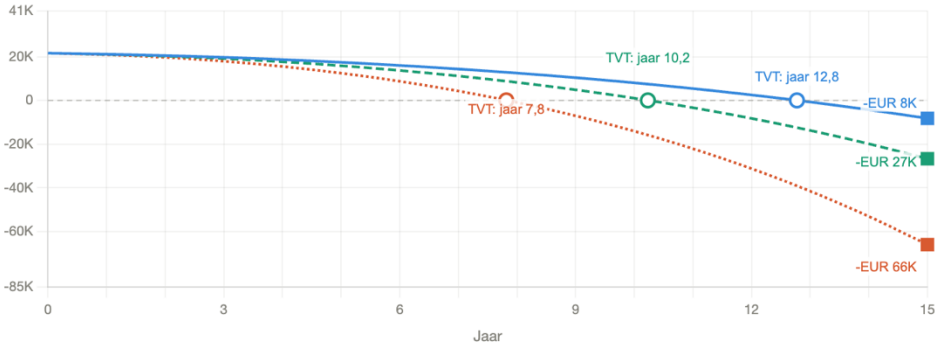
Batterij 2.2 (166 kWh)

Participatie 8.3% - Investering EUR 86.362



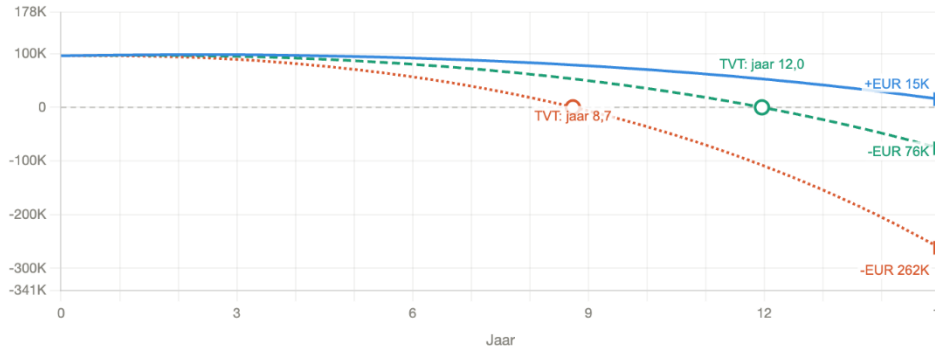
Batterij 1.3 (45 kWh)

Participatie 1.8% - Investering EUR 21.623



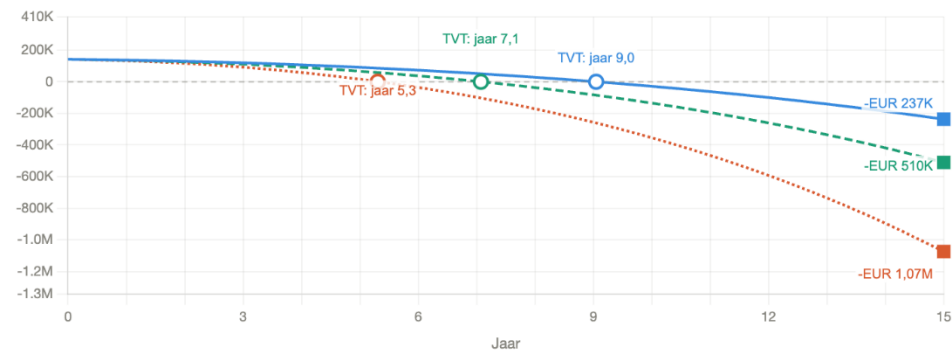
Batterij 2.3 (208 kWh)

Participatie 8.3% - Investering EUR 96.377



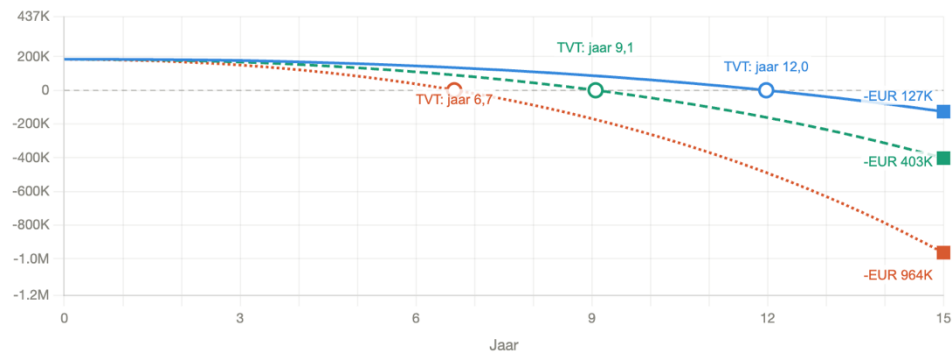
Batterij 3.1 (313 kWh)

Participatie 25% - Investering EUR 142.498



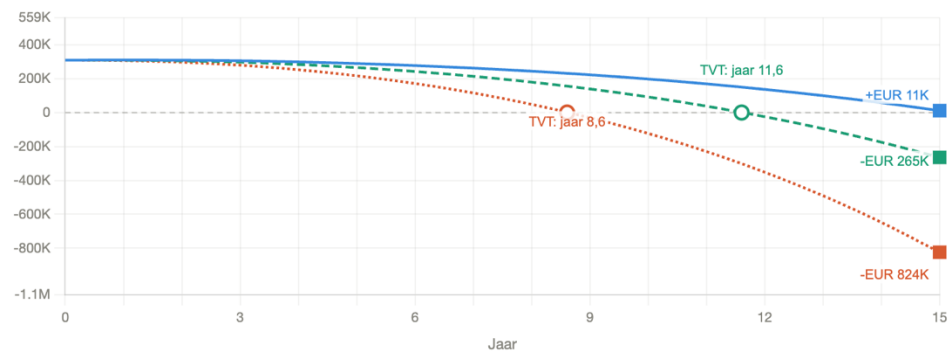
Batterij 3.2 (500 kWh)

Participatie 25% - Investering EUR 184.098



Batterij 3.3 (625 kWh)

Participatie 25% - Investering EUR 308.982



9.17 MCA

DATA (zonder normalisatie van data)														
Participatie 1,8 %					Participatie 8,3%					Participatie 25%				
Batterij 1.1					Batterij 2.1					Batterij 3.1				
Criteria		Scenario A	Scenario B	Scenario C	Criteria		Scenario A	Scenario B	Scenario C	Criteria		Scenario A	Scenario B	Scenario C
Lokale opwekkingsgraad verschil [%]		92%	84%	76%	Lokale opwekkingsgraad verschil [%]		92%	84%	76%	Lokale opwekkingsgraad verschil [%]		92%	84%	76%
Terugverdiëntijd [# jaar]		11	9	7	Terugverdiëntijd [# jaar]		9	7	6	Terugverdiëntijd [# jaar]		10	8	6
Totale W/V [EU]		€ 14.329	€ 33.154	€ 72.953	Totale W/V [EU]		€ 106.239	€ 195.706	€ 381.193	Totale W/V [EU]		€ 233.760	€ 503.240	€ 1.061.934
Batterij 1.2					Batterij 2.2					Batterij 3.2				
Criteria		Scenario A	Scenario B	Scenario C	Criteria		Scenario A	Scenario B	Scenario C	Criteria		Scenario A	Scenario B	Scenario C
Lokale opwekkingsgraad verschil [%]		96%	89%	82%	Lokale opwekkingsgraad verschil [%]		96%	89%	82%	Lokale opwekkingsgraad verschil [%]		96%	89%	82%
Terugverdiëntijd [# jaar]		12	10	8	Terugverdiëntijd [# jaar]		20	11	8	Terugverdiëntijd [# jaar]		13	10	7
Totale W/V [EU]		€ 12.228	€ 30.814	€ 70.152	Totale W/V [EU]		€ -5.796	€ 102.082	€ 286.812	Totale W/V [EU]		€ 125.018	€ 397.928	€ 954.343
Batterij 1.3					Batterij 2.3					Batterij 3.3				
Criteria		Scenario A	Scenario B	Scenario C	Criteria		Scenario A	Scenario B	Scenario C	Criteria		Scenario A	Scenario B	Scenario C
Lokale opwekkingsgraad verschil [%]		97%	92%	85%	Lokale opwekkingsgraad verschil [%]		97%	92%	85%	Lokale opwekkingsgraad verschil [%]		97%	92%	85%
Terugverdiëntijd [# jaar]		13	11	8	Terugverdiëntijd [# jaar]		15	12	9	Terugverdiëntijd [# jaar]		20	12	9
Totale W/V [EU]		€ 8.138	€ 26.446	€ 65.445	Totale W/V [EU]		€ -15.558	€ 75.199	€ 259.521	Totale W/V [EU]		€ -12.281	€ 261.084	€ 816.270
GENORMALISEERDE DATA														
Participatie 1,8 %					Participatie 8,3%					Participatie 25%				
Batterij 1.1					Batterij 2.1					Batterij 3.1				
Criteria	Weging	Scenario A	Scenario B	Scenario C	Criteria	Weging	Scenario A	Scenario B	Scenario C	Criteria	Weging	Scenario A	Scenario B	Scenario C
Lokale opwekkingsgraad verschil [%]	1	0,8	0,4	0,0	Lokale opwekkingsgraad verschil [%]	1	0,8	0,4	0,0	Lokale opwekkingsgraad verschil [%]	1	0,8	0,4	0,0
Terugverdiëntijd [# jaar]	1	0,3	0,7	1,0	Terugverdiëntijd [# jaar]	1	0,8	0,9	1,0	Terugverdiëntijd [# jaar]	1	0,7	0,9	1,0
Totale W/V [EU]	1	0,1	0,4	1,0	Totale W/V [EU]	1	0,3	0,5	1,0	Totale W/V [EU]	1	0,2	0,5	0,9
TOTAAL		1,2	1,4	2,0	TOTAAL		1,9	1,8	2,0	TOTAAL		1,7	1,7	1,9
Batterij 1.2					Batterij 2.2					Batterij 3.2				
Criteria	Weging	Scenario A	Scenario B	Scenario C	Criteria	Weging	Scenario A	Scenario B	Scenario C	Criteria	Weging	Scenario A	Scenario B	Scenario C
Lokale opwekkingsgraad verschil [%]	1	1,0	0,6	0,3	Lokale opwekkingsgraad verschil [%]	1	1,0	0,6	0,3	Lokale opwekkingsgraad verschil [%]	1	1,0	0,6	0,3
Terugverdiëntijd [# jaar]	1	0,2	0,5	0,8	Terugverdiëntijd [# jaar]	1	0,0	0,6	0,9	Terugverdiëntijd [# jaar]	1	0,5	0,7	0,9
Totale W/V [EU]	1	0,1	0,3	1,0	Totale W/V [EU]	1	0,0	0,3	0,8	Totale W/V [EU]	1	0,1	0,4	0,9
TOTAAL		1,2	1,5	2,1	TOTAAL		1,0	1,6	1,9	TOTAAL		1,6	1,7	2,1
Batterij 1.3					Batterij 2.3					Batterij 3.3				
Criteria	Weging	Scenario A	Scenario B	Scenario C	Criteria	Weging	Scenario A	Scenario B	Scenario C	Criteria	Weging	Scenario A	Scenario B	Scenario C
Lokale opwekkingsgraad verschil [%]	1	1,0	0,8	0,4	Lokale opwekkingsgraad verschil [%]	1	1,0	0,8	0,4	Lokale opwekkingsgraad verschil [%]	1	1,0	0,8	0,4
Terugverdiëntijd [# jaar]	1	0,0	0,3	0,8	Terugverdiëntijd [# jaar]	1	0,4	0,6	0,8	Terugverdiëntijd [# jaar]	1	0,0	0,6	0,8
Totale W/V [EU]	1	0,0	0,3	0,9	Totale W/V [EU]	1	0,0	0,2	0,7	Totale W/V [EU]	1	0,0	0,3	0,8
TOTAAL		1,0	1,4	2,1	TOTAAL		1,4	1,6	1,9	TOTAAL		1,0	1,6	2,0

9.18 Systeeminterventies

9.18.1 Interventie 1: weghalen van financiële risico

Zoals te zien in Figuur 37 zijn er 3 gevallen waarin geen winst wordt gemaakt op de investering in een buurtbatterij. Het maximale financiële risico is 15.558 Euro. Dit risico is afhankelijk van het participatiescenario en het gekozen batterijformaat. De gemeente of overheid kan ervoor kiezen om het risico weg te nemen, waardoor het voor bewoners aantrekkelijker wordt om te investeren in een buurtbatterij.

Participatie = 1,8%										Participatie = 8,3%										Participatie = 25%				
Batterij formaat					Batterij formaat					Batterij formaat					Batterij formaat									
		Batterij (1.1)		Batterij (1.2)	Batterij (1.3)			Batterij (2.1)		Batterij (2.2)	Batterij (2.3)			Batterij (3.1)		Batterij (3.2)	Batterij (3.3)							
Verbruiksscenario							Verbruiksscenario							Verbruiksscenario										
Opwek/verbruik (A)	€	14.329	€	12.228	€	8.138	Opwek/verbruik (A)	€	106.239	€	-5.796	€	-15.558	Opwek/verbruik (A)	€	233.760	€	125.018	€	-12.281				
Opwek/verbruik (B)	€	33.154	€	30.814	€	26.446	Opwek/verbruik (B)	€	195.706	€	102.082	€	75.199	Opwek/verbruik (B)	€	503.240	€	397.928	€	261.084				
Opwek/verbruik (C)	€	72.953	€	70.152	€	65.445	Opwek/verbruik (C)	€	381.193	€	286.812	€	259.521	Opwek/verbruik (C)	€	1.061.934	€	954.343	€	816.270				

Figuur 37: overzicht van W/V

9.18.2 Interventie 2: energielasting binnen energiegemeenschappen opheffen

In de businesscases (zie hoofdstuk 5.5) is te zien dat een energielasting wordt gehanteerd van 0,11085 EU/kWh. Deze interventie zorgt ervoor dat de belasting binnen energiegemeenschappen wordt weggehaald, zodat alleen belasting wordt betaald over elektriciteit dat buiten de gemeenschap wordt opgewekt (geïmporteerd elektriciteit). In de businesscase is dit gedaan door de belasting weg te halen op de variabelen: RT_buren & Buurtbatterij [MWh/jaar]. In Figuur 39 is te zien wat percentueel het verschil is tussen de W/V na deze interventie en de W/V voor deze interventie. Gemiddeld is dit 241%.

Participatie = 1,8%					Participatie = 8,3%					Participatie = 25%										
Batterij formaat					Batterij formaat					Batterij formaat										
Batterij (1.1)					Batterij (2.1)					Batterij (3.1)										
Batterij (1.2)					Batterij (2.2)					Batterij (3.2)										
Batterij (1.3)					Batterij (2.3)					Batterij (3.3)										
Verbruiksscenario					Verbruiksscenario					Verbruiksscenario										
Opwek/verbruik (A)	€	36.597	€	36.489	€	33.102	Opwek/verbruik (A)	€	208.918	€	106.077	€	99.550	Opwek/verbruik (A)	€	543.035	€	461.985	€	334.431
Opwek/verbruik (B)	€	56.840	€	57.792	€	54.959	Opwek/verbruik (B)	€	304.923	€	226.483	€	206.679	Opwek/verbruik (B)	€	832.206	€	772.630	€	657.107
Opwek/verbruik (C)	€	97.249	€	98.535	€	96.033	Opwek/verbruik (C)	€	493.226	€	417.693	€	400.566	Opwek/verbruik (C)	€	1.399.383	€	1.348.563	€	1.241.104

Figuur 38: overzicht van W/V na interventie

Participatie = 1,8%				Participatie = 8,3%				Participatie = 25%			
Batterij formaat				Batterij formaat				Batterij formaat			
Batterij (1.1)				Batterij (2.1)				Batterij (3.1)			
Verbruiksscenario				Verbruiksscenario				Verbruiksscenario			
Opwek/verbruik (A)	152%	196%	303%	Opwek/verbruik (A)	95%	2104%	753%	Opwek/verbruik (A)	156%	353%	1034%
Opwek/verbruik (B)	69%	86%	106%	Opwek/verbruik (B)	61%	140%	208%	Opwek/verbruik (B)	63%	92%	148%
Opwek/verbruik (C)	36%	44%	50%	Opwek/verbruik (C)	31%	49%	59%	Opwek/verbruik (C)	30%	40%	51%

Figuur 39: overzicht van percentuele verschil tussen W/V voor interventie en W/V na interventie

9.18.3 Interventie 3: weghalen van terugleververgoeding

Het weghalen of verminderen van de terugleververgoeding zorgt ervoor dat het aantrekkelijker wordt om lokaal opgewekte elektriciteit lokaal te verbruiken. Dat komt omdat de winst op het terugleveren verkleint, waardoor dit minder rendabel wordt. In Figuur 40 is te zien wat de effecten zijn van deze interventie. Gemiddeld stijgt de winst na 15 jaar met 23%, maar er is nog steeds 1 situatie waarin geen winst wordt gemaakt.

Participatie = 1,8%				Participatie = 8,3%				Participatie = 25%			
Batterij formaat				Batterij formaat				Batterij formaat			
Verbruiksscenario				Verbruiksscenario				Verbruiksscenario			
Batterij (1.1)	Batterij (1.2)	Batterij (1.3)		Batterij (2.1)	Batterij (2.2)	Batterij (2.3)		Batterij (3.1)	Batterij (3.2)	Batterij (3.3)	
Opwek/verbruik (A)	€ 16.219	€ 14.117	€ 10.028	Opwek/verbruik (A)	€ 114.952	€ 2.918	€ -6.845	Opwek/verbruik (A)	€ 260.005	€ 151.263	€ 13.964
Opwek/verbruik (B)	€ 35.303	€ 32.963	€ 28.594	Opwek/verbruik (B)	€ 205.615	€ 111.991	€ 85.108	Opwek/verbruik (B)	€ 533.085	€ 427.774	€ 290.930
Opwek/verbruik (C)	€ 75.266	€ 72.465	€ 67.758	Opwek/verbruik (C)	€ 391.861	€ 297.480	€ 270.189	Opwek/verbruik (C)	€ 1.094.067	€ 986.475	€ 848.402

Figuur 40: overzicht van W/V na interventie

Participatie = 1,8%				Participatie = 8,3%				Participatie = 25%			
Batterij formaat				Batterij formaat				Batterij formaat			
Verbruiksscenario				Verbruiksscenario				Verbruiksscenario			
Batterij (1.1)	Batterij (1.2)	Batterij (1.3)		Batterij (2.1)	Batterij (2.2)	Batterij (2.3)		Batterij (3.1)	Batterij (3.2)	Batterij (3.3)	
Opwek/verbruik (A)	11%	14%	22%	Opwek/verbruik (A)	7%	155%	55%	Opwek/verbruik (A)	22%	48%	139%
Opwek/verbruik (B)	5%	6%	7%	Opwek/verbruik (B)	9%	19%	27%	Opwek/verbruik (B)	4%	6%	10%
Opwek/verbruik (C)	5%	6%	6%	Opwek/verbruik (C)	4%	6%	7%	Opwek/verbruik (C)	2%	2%	3%

Figuur 41: overzicht van percentuele verschil tussen W/V voor interventie en W/V na interventie