

Verstedelijking en energie

Een ontwerpend onderzoek voor de Metropoolregio Amsterdam



Leeswijzer

Verstedelijking en energie

Het ontwerpend onderzoek naar verstedelijking en energie bij de verdichtingsopgave* van de MRA heeft geresulteerd in een aantal inzichten en dilemma's. Deze inzichten en dilemma's kunnen nu al meegenomen worden in beleidskeuzes. Daarnaast zijn er veel vervolgvragen waar verder onderzoek naar nodig is: het onderwerp staat nog in de kinderschoenen.

De inzichten en dilemma's zijn opgedaan door analyses uit te voeren op voorgestelde ontwerpmaatregelen die voortkomen uit drie ontwerpateliers en één oogstsessie.

In de [samenvatting](#) (hoofdstuk A) zijn de elementen in dit onderzoek - de aanleiding, werkwijze, inzichten en dilemma's en de vervolgstappen - kort verwoord.

In de verdiepende rapportage (hoofdstuk B) zijn deze elementen verder uitgewerkt. [Hoofdstuk B.1](#) geeft inzicht in definities en scope van het onderzoek, in [hoofdstuk B.2](#) worden de conceptontwerpen van drie wijken voor en na transformatie getoond. Vervolgens worden in [hoofdstuk B.3](#) de inzichten en dilemma's uitgelegd waarbij er per dilemma een onderbouwende pagina is. In [hoofdstuk B.4](#) worden aanbevelingen en een reflectie gegeven. Om in meer detail inzicht te krijgen in het proces en specifieke resultaten per ontwerpatelier te lezen, kan [hoofdstuk C](#) geraadpleegd worden. Ten slotte worden in [hoofdstuk D](#) overige aannames bij het rekenwerk getoond.

Dit onderzoek is uitgevoerd door Duurzaam Energie Perspectief en Generation Energy in opdracht van Metropoolregio Amsterdam, provincie Noord-Holland en provincie Flevoland.

metropool
regioamsterdam



Inhoudsopgave

- A. Samenvatting
- B. Verdiepende rapportage
 - 1. Scope en definities
 - 2. Conceptontwerpen drie wijken
 - 3. Inzichten en dilemma's
 - 4. Aanbevelingen en reflectie
- C. Resultaten per ontwerpatelier en oogstssessie
- D. Uitgangspunten en aannames bij doorrekeningen



A. Samenvatting

*Hoe verbinden we energie en
verstedelijking?*

Verstedelijking en energie

De aanleiding

De huidige knelpunten op het elektriciteitsnet laten zien dat energie meer sturend gaat zijn in ruimtelijke ordening. De krapte op het elektriciteitsnet is niet tijdelijk en zal de komende decennia nog blijven. Energie zal voor onder andere de woningbouwopgave blijvend sturend zijn.

Dat vraagt om een aanzienlijk andere benadering dan we gewend zijn. De netbeheerder sluit niet meer vanzelfsprekend nieuwe woningen of bedrijven aan op het elektriciteitsnet. Om voldoende energie voor iedereen te hebben zullen we slimmer met vraag en aanbod om moeten gaan. Los van de energetische component is de verstedelijkingsopgave al verre van eenvoudig: ruimtelijk, financieel en bestuurlijk, niet in de laatste plaats gezien de vele betrokken partijen.

Minister Hugo de Jonge: “We staan voor een enorme opgave om de komende jaren in totaal 900.000 woningen te bouwen. Dit vraagt een gezamenlijke inzet – schouder aan schouder – van overheden, corporaties en marktpartijen.”

In 2030 moeten er in Nederland 900.000 woningen bijgebouwd zijn. Dat is op zich al een enorme opgave. Het elektriciteitsnet staat

daarnaast nu al op veel plaatsen “op rood”: er is te weinig netcapaciteit voor nieuwe aanvragen. De woningbouw ontsprong deze dans meestal nog, omdat er capaciteit voor gereserveerd werd. Maar de netbeheerders en Bouwend Nederland luiden de noodklok:

“[Tijdige netcapaciteit] is echter niet vanzelfsprekend, zien de netbeheerders en bouwbedrijven. De capaciteit op het elektriciteitsnet knelt en de menskracht om de benodigde transformatorstations, kabels en middenspanningsruimtes te realiseren is schaars.” (Netbeheer Nederland)

Tot 2030 zou het net 50% verzwakt moeten worden en de netbeheerders hebben hier 40 miljard euro voor uitgetrokken. Toch geeft Liander in haar meest recente investeringsplan van 2024 aan dat niet al deze gevraagde capaciteit tijdig gerealiseerd kan worden, ondanks de gereserveerde budgetten en stevige versnelling op realisatie van nieuwe netcapaciteit. De benodigde verzwaringen van het hoogspanningsnet hebben doorlooptijden langer dan 10 jaar. Kortom: de knelpunten zijn bekend, het geld is gereserveerd, maar de tijd, menskracht en ruimte zijn ontoereikend.



Verstedelijking en energie

De noodzaak

Wanneer de verstedelijkingsstrategieën en woningbouwprojecten ontwikkeld worden op de huidige manier, komt de gevraagde netcapaciteit te laat. Bij reguliere bouwwijze neemt de netbelasting van woonwijken met een factor 4 tot 5 toe. Het achteraf aanpassen van de woningen en de energievoorziening gaat gepaard met ruimtelijke consequenties, hoge kosten en uitstoot. Het lijkt kiezen tussen veel ruimtegebruik in wijken, bouwen voor leegstand of uitstellen van de bouwopgave.

De komende decennia zal de netcapaciteit beperkt blijven. Enkel simpelweg wachten tot er weer netcapaciteit is geen oplossing. We moeten op zoek naar manieren om kwalitatief hoogwaardige wijken te ontwikkelen met beperkte netcapaciteit.

Bekeken vanuit het oogpunt van de gehele energievoorziening wordt het nog ingewikkelder: het verbreedt het thema vanwege samenhang met andere sectoren en daardoor de afhankelijkheden. Denk hierbij aan locatieafhankelijke beschikbaarheid van bronnen, de tijdige ontwikkeling van benodigde infrastructuur en voorzieningen, technische ontwikkelingen en innovaties, ontwikkelende wet- en regelgeving, afstemming met markt en ontwikkelaars over woningconcepten, passende stimulering en

regulering, etc.

En hoewel er op dit moment steeds actievere samenwerking plaatsvindt tussen overheden en netbeheerders, is het thema voor veel bestuurders relatief onbekend terrein, veelal gekoppeld aan sec verduurzaming. Hier is sprake van een zeker kennishiaat – deze beperkt zich overigens niet tot de provincie Noord-Holland, Flevoland of de MRA. Het is een oneindig grote opgave waar pionieren nodig is. Toereikende processen en organisatie zijn er niet en uitgangspunten zijn onbekend en "soort van hard". De opgave is nog niet helder, laat staan de oplossingen.

In onderliggend document is - ontwerpend - ervaring opgedaan met de relatie tussen energie en verstedelijking. Hoe kunnen we in de woningvraag voorzien, gegeven de beperkte netcapaciteit? Moeten we andere ruimtelijke keuzes maken? Welke lokale energie-keuzes zijn bruikbaar? Hoe ziet het ruimtegebruik in een wijk eruit waar het transport van energie beperkt is én blijft? Wat zijn relaties met andere opgaven dan energie? Welke afwegingen en dilemma's zijn er?





Het doel: Identificeren van mogelijkheden om de
verstedelijkingsopgave te kunnen invullen met
beperkte netcapaciteit

*Aan de hand van een ontwerpend onderzoek in
drie representatieve wijken in de MRA*

Ingrijpende en nieuwe keuzes blijken nodig

Bevindingen uit het ontwerpende onderzoek

Het ontwerpende onderzoek waarvan het verslag voorligt, is een prille verkenning van de raakvlakken tussen energie en ruimte in de gebouwde omgeving. Deze vroege verkenning laat nu al zien dat er keuzes op ons afkomen. Deze keuzes blijken zowel ingrijpend als nieuw te zijn: keuzes waarvan de afweging “vroeger” anders was dan in deze tijd met structureel beperkte netcapaciteit en grote opgaven. En keuzes waarvan we niet wisten dat het een keuze was.

Hoe dan ook: **de ruimtelijke consequentie van de verstedelijkingsopgave met beperkte netcapaciteit is groot.**

Of in de vorm van opslag* en opwek, of in de vorm van ondergrondse warmtenetten.

Er is gelukkig wel iets te doen aan de grote ruimtelijke consequenties. Zo laten de doorrekeningen van de ontwerpen uit de ontwerpateliers zien dat **passief bouwen ruimtelijk zeer effectief is**. Passief bouwen is niet enkel meer een economische afweging voor bouwers en woningeigenaren. Het is ook een ruimtelijke afweging geworden.

Maar zelfs met een lage warmtevraag blijft de ruimtelijke opgave groot. **Aanvullende opwek naast PV in de wijk zoals wind of**

een piekgenerator zijn nodig om de ruimtevraag voor energie in de geanalyseerde wijken beperkt te houden. **Ook geothermie of andere groene restwarmte van buiten de wijk zijn ruimtelijk zeer effectief** en nodig om ruimtegebruik in wijken te beperken. Ook hier is de afweging ruimtelijk geworden.

Naast de verstedelijkingsopgave speelt de warmtetransitie in de wijken. Het blijkt dat keuzes die helpen om de verstedelijkingsopgave snel voor elkaar te krijgen juist barrières opwerpen voor de warmtetransitie. Om dit te voorkomen, is het slim om de **verstedelijkingsopgave vorm te geven met de warmtetransitie (en andere transitie) in het achterhoofd om lock-outs te voorkomen.**

Daarnaast is er uit dit ontwerpende onderzoek naar boven gekomen dat **er een ruimtelijk optimale verdeling bestaat tussen opslag in de wijk en hoogspanningsinfrastructuur in de regio**. Het maakt uit waar je ruimte inzet voor het energiesysteem. Niet enkel vanuit lokalisatie, maar juist ook vanuit optimalisatie. Een beetje ruimte in de wijk inzetten resulteert in netto minder ruimtegebruik dan alles buiten de wijk lokaliseren.



Een ontwerpend proces

Hoe zijn we tot de inzichten gekomen?



Dit onderzoek was een ontwerpend onderzoek. We namen elk ontwerpatelier een stap en met de inzichten die daaruit kwamen zijn we gaan rekenen. Om ruimte te houden tijdens het traject was er vooraf geen specifiek plan voor doorrekeningen per wijk. De geleerde lessen wilden we meteen toepassen in de volgende fase.

Daarom zijn er bijvoorbeeld andere berekeningen voor wijk 1- de na-oorlogse woonwijk- gedaan dan voor de andere wijken. De inzichten uit de berekeningen voor wijk 1 dienden als startpunt voor de opgaven in de andere wijken.

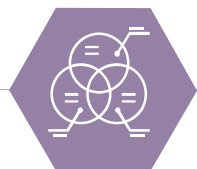
Met wie?

Stedenbouwkundigen, planologen, energie-expert, mobiliteits-experts op verschillende niveaus (provincie, MRA, gemeentes, netbeheerders, etc.)



Ontwerpatelier 1

- Uit deze sessie ontstond een eerste beeld van een verdichte woonwijk.
- Met de berekeningen was het doel: een eerste beeld krijgen van de impact op het energiesysteem en het daarbij behorende ruimtebeslag.
- Inzicht: zonder forse maatregelen is in de wijk veel ruimte voor energie nodig voor de verdichtingsopgave en warmtetransitie.



Ontwerpatelier 2

- Welke maatregelen verkleinen de enorme opslagbehoefte?
- Maatregelen doorgerekend met maximale ruimte voor opslag van 1, 3 of 10% van de onbebouwde* ruimte.
- Hierbij is gerekend met de bestaande netgrens (huidige maximale elektriciteitsvraag).
- Eerste verkenning naar ruimtelijke impact op stad- en regioschaal.
- Inzicht: Er zijn maatregelen in de wijk nodig. Desondanks is niet voldoende ruimte in de wijk om alle opslagbehoefte te accommoderen, dus afwentelen op de regio is noodzakelijk.



Ontwerpatelier 3

- Niet alles kan op wijkniveau, hoe wentelt dat af op de regio?
- In deze fase hebben we de berekeningen omgezet naar inzichten en dilemma's.
- Inzicht: er is een optimum tussen het ruimtegebruik in de wijk voor opslag en het ruimtegebruik van hoogspanningsinfrastructuur buiten de wijk. Hoe we tot het optimum komen is nog niet duidelijk.



Oogstsessie

- Tijdens de oogstsessie waren alle deelnemers van het traject aan zet: wat is er nodig om de inzichten en dilemma's verder te brengen en wie is daarvoor nodig?
- Inzicht: op alle thema's is doorontwikkeling nodig. Sommige inzichten en dilemma's kunnen wel nu al meegenomen worden in besluitvorming. De NOVEX MRA is in ieder geval een goed platform om de bevindingen te adresseren.

Inzichten uit het ontwerpende onderzoek

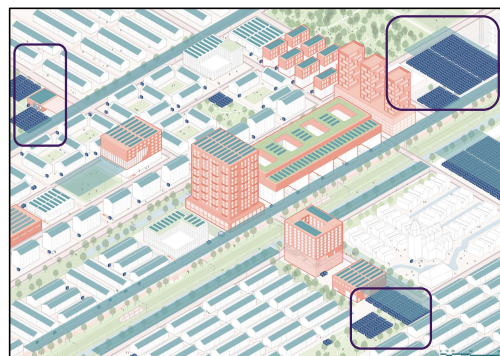
Ruimtegebruik en aanvullende maatregelen



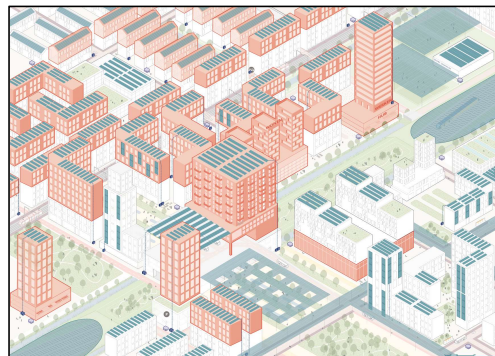
Het onderzoek laat zien dat het realiseren van verdichtingsplannen in drie representatieve wijken met een zeer beperkte netcapaciteit, alleen mogelijk is als er aanvullende maatregelen worden genomen die zeer veel extra ruimte vragen. De doorrekeningen die zijn uitgevoerd in dit onderzoek resulteren in 10 belangrijke inzichten en 4 dilemma's die zich voordoen bij het zoeken naar mogelijkheden om de woningbouwopgave en de warmtetransitie voor bestaande bouw aan te pakken in tijden van netcongestie*.

De resultaten van de wijken zijn hiernaast weergegeven. Per wijk is de verdichte wijk getekend met twee energieconcepten zodat het effect van verschillende energiemaatregelen op het ruimtegebruik in een wijk inzichtelijk wordt.

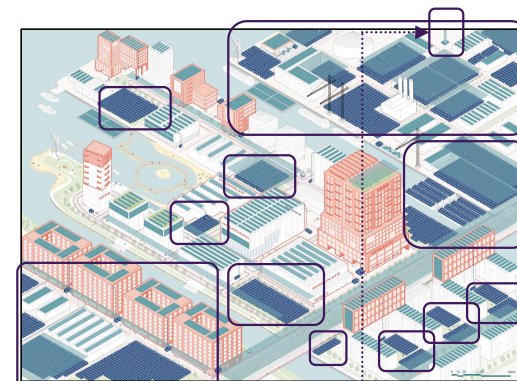
De visualisaties worden verder toegelicht op pagina 19.



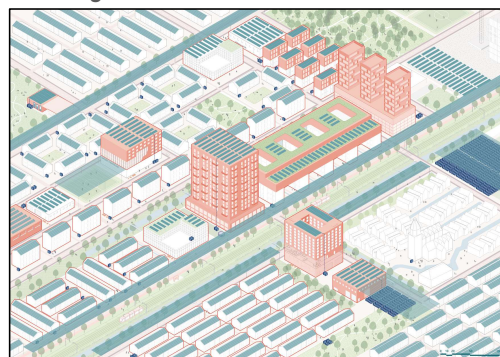
Na-oorlogse wijk: Geen aanvullende maatregelen



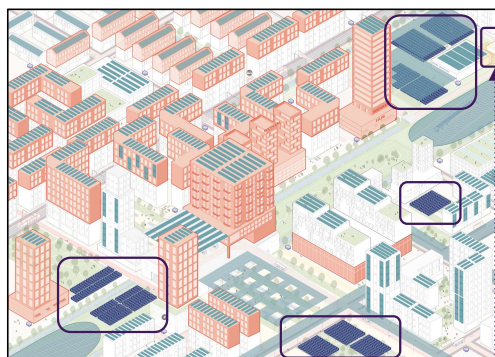
OV-knooppunt: geen warmtetransitie



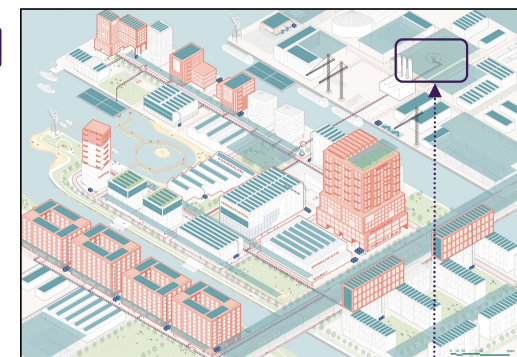
Bedrijventerrein: wind



Na-oorlogse wijk: passiefbouw en isoleren



OV-knooppunt: piekgas



Bedrijventerrein: externe warmte

10 Inzichten uit doorrekeningen

Energie analyse



1

Nul op het net vraagt –zonder aanvullende maatregelen- zeer veel ruimte¹

Benodigde ruimte voor opslag: 30% van de totale oppervlakte (na-oorlogse wijk) tot 130% van de totale oppervlakte (OV-knooppunt)

2

Verdichting met warmtetransitie in bestaande bouw is zeer uitdagend bij hogere verdichtingsgraden

Benodigde ruimte voor opslag: 20% van de onbebouwde ruimte (na-oorlogse wijk) tot 190% van de onbebouwde ruimte (getransformeerd bedrijventerrein)

3

Een warmtebuffer is vaak nuttig

In een warmtebuffer kan energie voor langere periodes worden opgeslagen (weken, maanden). Kan ondergronds ingepast worden in tegenstelling tot batterijen. Werkt ook goed in combinatie met externe warmte.

4

Passief bouwen is zeer impactvol

Vermindert de opslagbehoefte met 40% (getransformeerde bedrijventerrein) tot zelfs 100% (OV-knooppunt)

5

Slim laden is een must

En bi-directioneel laden vermindert de opslagbehoefte slechts beperkt, omdat de benodigde opslagbehoefte voor een periode van een week tot weken is en niet voor uren tot een dag, het tijdsbestek waarin de batterijen van auto's kunnen voorzien

6

Een klein beetje gas helpt²

Vermindert de opslagbehoefte met 10% (getransformeerd bedrijventerrein) tot 55% (OV-knooppunt) van de onbebouwde

7

Een klein beetje extra netcapaciteit helpt

1/3 extra netcapaciteit (van de bestaande netcapaciteit) verlaagt de opslagbehoefte met 20% (getransformeerd bedrijventerrein) tot zelfs 95% (OV-knooppunt)

8

Externe groene warmte is een gamechanger

En voorkomt in alle drie de wijken vrijwel alle opslagbehoefte

9

Een windturbine helpt

Een windturbine in (of naast) de wijk verlaagt de opslagbehoefte met 50% (getransformeerd bedrijventerrein)

10

Een overmaat aan PV helpt

Een (grote) overmaat aan zonnepanelen zorgt ervoor dat in de donkere wintermaanden er nog steeds een beetje stroom is waardoor er minder lang energie uit de opslag gehaald hoeft te worden. Er is in de zomer een groot overschot aan opgewekte stroom dat niet terug het net op gestuurd kan worden.

Resultaten zijn gebaseerd op de drie geanalyseerde wijken. Als basisscenario voor het doorrekenen is uitgegaan van een all-electric oplossing met warmtepompen voor zowel verdichting (volgens BENG) als warmtetransitie (met labelsprongen). De inzichten zijn verkregen door variaties toe te passen op het basisscenario. Mobiliteit is hierbij altijd geëlektrificeerd en laadt slim.

¹ Het aangenomen ruimtebeslag voor batterijsystemen is 0,025m²/kWh. Dat is vergelijkbaar met het Arevon systeem op een bedrijventerrein in Saticoy in de VS.

² Het gasverbruik is gemaximeerd op 5% van de energiehoeveelheid van de totale warmtevraag

Dilemma's uit de ontwerpateliers



	Aan de ene kant...	...maar aan de andere kant
Dilemma 1: <i>Plaatsen we energie-assets op wijk-, stad of regionale schaal? Er moet een afweging gemaakt worden tussen extra ruimtebeslag in de regio (landelijk gebied, bedrijventerreinen, etc.) en in de wijk.</i>	In de wijk: sneller, minder afhankelijk van de netbeheerder, vooral direct ruimtebeslag (batterijen en andere vormen van opslag en PV) dat moeilijk te combineren is. Vooral ten koste van aantallen woningen en kwaliteit buitenruimte in de stad	In de regio: direct ruimtebeslag (elektriciteitsstations, energie opslag) ten koste van natuur, agrarische productiegronden, bedrijventerreinen of woningbouw. Indirect ruimtegebruik (bovengrondse hoogspanning en wind), ten koste van bedrijventerreinen en woningbouw. Beide vormen kunnen ten koste van landschapskwaliteit gaan.
Dilemma 2: <i>Willen we nu met veel moeite en ruimtelijke impact onze ambities realiseren of wachten we op netcapaciteit van de netbeheerder?</i>	Sneller door onevenredig veel (zie dilemma 1) opslag en opwek in de wijk ten koste van ruimtelijke kwaliteit of met minder woningen. Hogere kosten en kans op desinvestering/versneld afschrijven	Wachten leidt tot uitstel bouwen van woningen. Wel met minder benodigd ruimtegebruik voor energie in de wijk als er gebouwd kan worden. Er blijft meer ruimte over voor natuur, openbare voorzieningen, etc. Meer zekerheid, lagere kosten.
Dilemma 3: <i>Willen we liever altijd energie met bijbehorende ruimtelijke impact, of willen we minder ruimtelijke impact in de wijk en accepteren we dat we dan af en toe minder toegang hebben tot energie?</i>	Significant minder ruimtegebruik voor energie (factor 2) in de wijk door minder energie beschikbaarheid in kritische weken (50% reductie gedurende 3 weken)	Veel ruimtegebruik voor energie in de wijk (factor 2 meer) en onbeperkt toegang tot energie
Dilemma 4: <i>Realiseren we de bouwopgave én warmtetransitie tegen hoge kosten en veel extra ruimtegebruik, of stellen we de ambities bij met betaalbaarder woningen en kwalitatievere buitenruimte?</i>	Warmtetransitie én verdichten kost veel ruimte voor opslag (5% van de onbebouwde ruimte bij lage verdichtingsgraad en ruime wijk tot 55% bij een hoge verdichtingsgraad en weinig onbebouwde ruimte)	Uitstellen van de warmtetransitie voorkomt de opslagbehoefte vrijwel volledig, maar veroorzaakt wel CO ₂ uitstoot (1.000 tot 6.000 ton per jaar, na-oorlogse wijk resp. OV-knooppunt). <i>(uitgangspunt: bij verdichten houden we wel rekening met warmtetransitie door alvast ruimte te reserveren)</i>

Vervolgstappen

Vervolgstappen zijn op vier thema's verder uitgewerkt:

In de oogstsessie zijn voor vier thema's (vastgesteld door stemming tijdens de sessie) al eerste stappen uitgewerkt:

Inzicht/ dilemma	Voorgestelde vervolgstappen/ wat is nodig?
Verdichting met warmtetransitie in bestaande bouw is zeer uitdagend bij hogere verdichtingsgraden	• Samenwerking tussen ontwikkelaars nieuwbouw en aanjagers warmtetransitie nodig voor integrale afweging
Passief bouwen is zeer impactvol	• Verspreiden van boodschap over belang passief bouwen • Zoeken naar oplossing tussen split incentive kosten en baten • Inspireren door ontwerpen • Ontwerpen totaalpakket passiefbouw, maatregelen + bijpassend netaansluiting • Rijk aan zet door passief bouwen in het bouwbesluit op te nemen voor nieuwbouw.
Er moet een afweging gemaakt worden tussen extra benodigde ruimte in de regio of in de wijk.	• Inzichten moeten verspreid worden • Afwegingskader + verantwoordelijke nodig om optimum tussen schaalniveaus te vinden en keuzes te maken
Externe groene warmte is een gamechanger	• Duidelijkheid nodig voor randvoorwaarden externe groene warmte • Rijk aan zet, externe groene warmtebronnen moeten daar op agenda





B. Verdiepend rapport

1. Scope en definities



Scope en reikwijdte



Drie fictieve en representatieve wijken

Er is gekozen voor het tekenen en rekenen aan drie fictieve, representatieve wijken in de MRA. De wijken waarvoor is gekozen zijn een na-oorlogse woonwijk, een OV-knooppunt en een bedrijventerrein.

Buiten scope

Ondanks dat er veel meer in een wijk speelt dan energie en ruimte, is het ontwerpend onderzoek toch beperkt tot deze twee zaken. Hiermee blijft het onderzoek behapbaar en kunnen er hanteerbare inzichten en aanbevelingen uit komen. Buiten de scope vallen de volgende onderwerpen: werkgelegenheid voor álle bewoners, bereikbaarheid, klimaatadaptatie (anders dan ruimtelijk of energetisch), water, stikstof, gezondheid, sociaal, biodiversiteit en circulair.

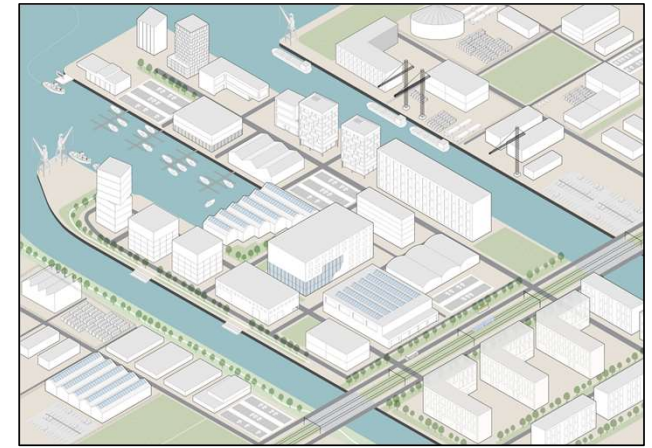
De drie wijken voor transformatie:



Na-oorlogse woonwijk



OV-knooppunt



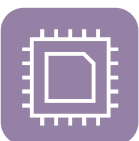
Bedrijventerrein

Definities



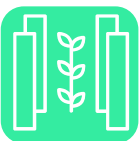
Verdichten

Het toevoegen van bebouwing aan een gebied. Hier: het bijbouwen van woningen en bedrijfsruimtes in bestaande wijken.



Footprint

De ruimtevraag van de wijk op het omliggende gebied. Bijvoorbeeld: de benodigde ruimte in het landelijke gebied voor elektriciteitsstations om de wijk van stroom te voorzien.



Laadvermogen

Het vermogen van een wijk om ruimtevragerende functies een plek te geven (te laden). Dus niet: het vermogen waarmee elektrische auto's opgeladen worden.



Energie opslag

Het opslaan van energie om later te gebruiken. Opslag kan met verschillende technieken en voor diverse doelen. Hier is energieopslag vooral gebruikt voor periodes met een hoge energievraag en weinig duurzaam aanbod zoals de windstille, bewolkte weken in de winter.



BENG

Bouwnorm voor nieuwbouw op het gebied van duurzaamheid. In dit onderzoek is gerekend met 45 kWh/ m2.



Passief bouwen

Een gebouw dat met behulp van materialen, ligging en ontwerp zo is gebouwd dat er vrijwel geen energie nodig is voor verwarming van de het gebouw (hier: 15 kWh/ m2).



Onbebouwde ruimte

In de visualisaties: de ruimte zonder bebouwd oppervlak. Dat betreft onder andere tuinen, wegen en parken.



Netvlak

Er zijn meerdere spanningsniveaus, ook wel netvlakken, op het elektriciteitsnet. De spanning gaat van hoogspanning (landelijk) via middenspanning (wijk/ regio) naar laagspanning (wijk). Zowel kabels als stations om de spanning te transformeren hebben ruimtelijke impact.



Netcongestie

Het overbelast raken van het elektriciteitsnet door te veel vraag of te veel aanbod van elektriciteit. Omdat het aanleggen van elektriciteitsnetten veel tijd kost zorgt congestie ervoor dat niet alle ontwikkelingen kunnen plaatsvinden.



Optoppen

Het bouwen van één of meerdere verdiepingen bovenop bestaande bouw.



Slim laden

In dit onderzoek wordt uitgegaan van slim laden op de manier van netbewust laden: het laden van voertuigen buiten de piekmomenten op het elektriciteitsnet.



All-electric

Woning of gebouw dat geen gas of externe warmtebron gebruikt maar alleen verwarmt op elektriciteit.

2. Conceptontwerpen



Toelichting bij conceptontwerpen

In dit ontwerpend proces is gestart met ontwerpen van drie wijken voor verdichting. In de ontwerpateliers is vervolgens bedacht hoe verdichte wijken eruit komen te zien.

In de analysefase zijn voor die verdichte fase steeds zes of zeven energiescenario's doorgerekend met bijbehorende ruimtelijke impact. Om de impact van verschillende keuzes inzichtelijk te maken zijn steeds twee logische scenario's per wijk gevisualiseerd.

Hieronder een lijst met doorgerekende scenario's voor alle drie de wijken met daarbij aangegeven voor welke wijk daar een visualisatie bij is gemaakt:

Referentie: all-electric* warmtetransitie + all-electric nieuwbouw (dus geen aanvullende maatregelen)	Na-oorlogse woonwijk
Externe warmte: groene warmte van buiten de wijk	Bedrijventerrein
Passieve nieuwbouw en 30% besparing op benodigde energie door isolatie in bestaande bouw	Na-oorlogse woonwijk
30% extra netcapaciteit	
Piekgas: 5% extra gas	OV-knooppunt
Geen warmtetransitie	OV-knooppunt
Windturbine	Bedrijventerrein

Achterliggende aannames:

- In elk scenario is uitgegaan van 50% bedekking van het bruto oppervlakte door PV
- Naast nieuwbouw moet bestaande bouw de warmtetransitie door
- Er is uitgegaan van de bestaande netaansluiting (hoeveelheid beschikbaar vermogen) van de wijk



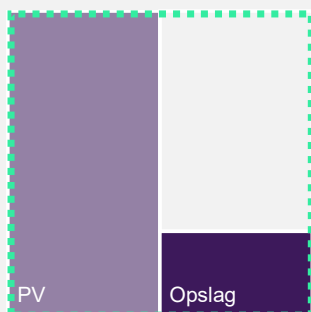
Inzichten uit het ontwerpende onderzoek (2/2)

Ruimtegebruikers naast elkaar

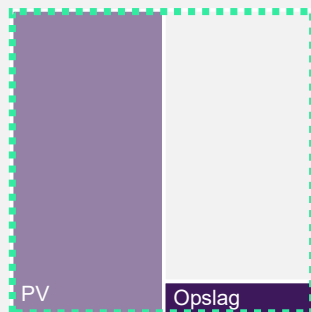


Onderstaande figuren geven voor de drie wijken het ruimtebeslag van PV, batterijenopslag en windturbines weer als aandeel van het totale oppervlakte van de wijk (groene stippellijn). In elk doorgerekend scenario is de helft van het oppervlakte volgelegd met zonnepanelen. De hoeveelheid opslag verschilt van wijk tot wijk per scenario. Zo vormt opslag in de na-oorlogse wijk ongeveer 5% van het totaaloppervlakte in de wijk bij passief bouwen. Bij het getransformeerde bedrijventerrein is in twee van de scenario's het ruimtebeslag voor energie-assets groter dan het wijkoppervlakte. Bij de windturbine is vooral veel indirect ruimtegebruik.

Na-oorlogse wijk

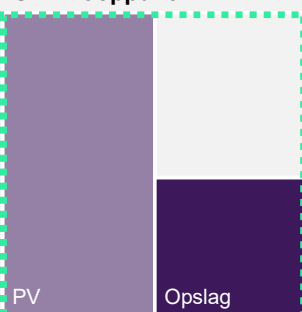


Referentie: geen
aanvullende maatregelen

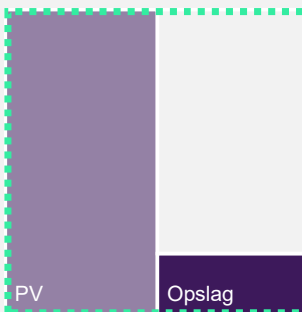


Passief* bouwen en besparen

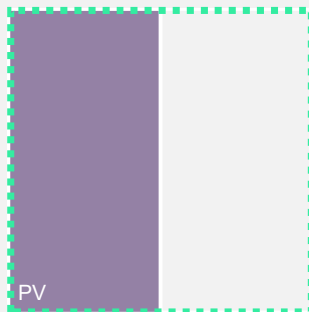
OV-knooppunt



Referentie: geen
aanvullende maatregelen

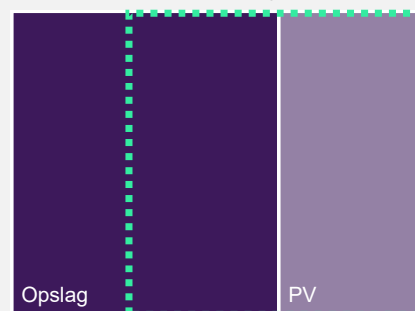


Gasgenerator

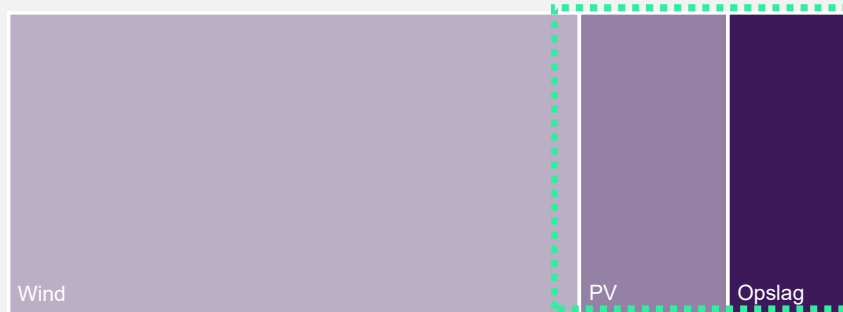


Zonder warmtetransitie

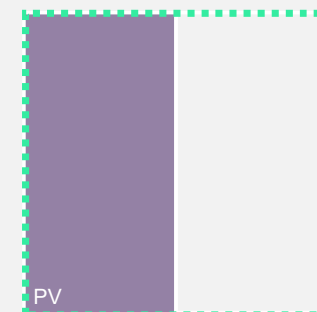
Getransformeerd bedrijventerrein



Referentie: geen
aanvullende maatregelen



Wind



Externe warmte

* Zie pagina 17 voor definitie

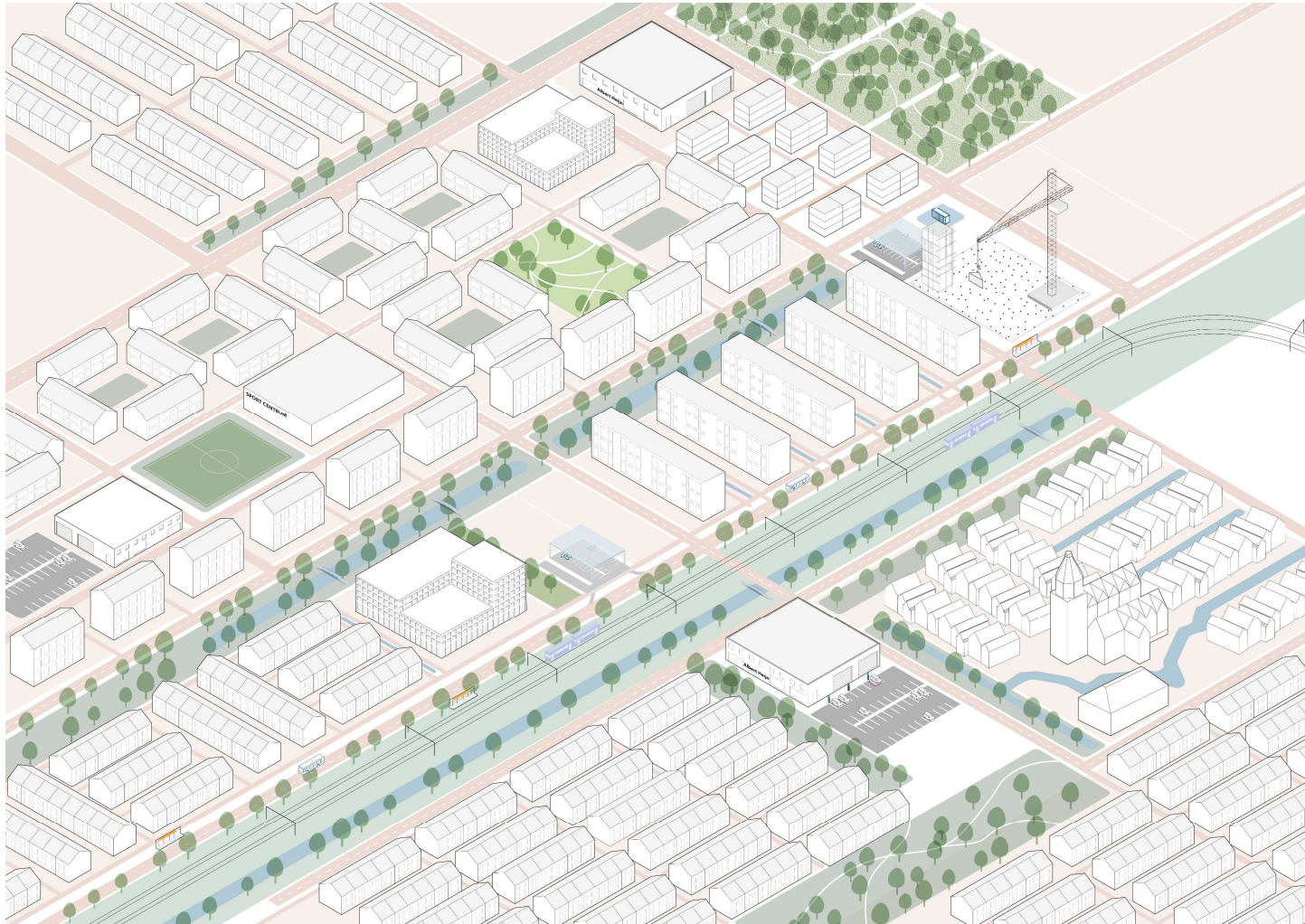
Na-oorlogse woonwijk

Voor verdichting



De wijk die we hebben verdicht bestaat uit 538 woningen, waarvan ongeveer de helft appartementen en de helft grondgebonden woningen is. Tussen de woningen door zijn kleine ondernemingen verspreid, zoals fietsenmakers of praktijken. In de wijk bevinden zich qua voorzieningen: een kantoorgebouw, twee supermarkten, een tankstation en een sportcentrum; in totaal ruim 7.000 m² aan utiliteit.

Er ligt een aardgasnetwerk en een elektriciteitsnet. De huizen zijn in de jaren '80 gebouwd en worden verwarmd door middel van CV-ketels, met een gemiddeld energielabel van C.



Doorgerekende scenario's voor de na-oorlogse woonwijk



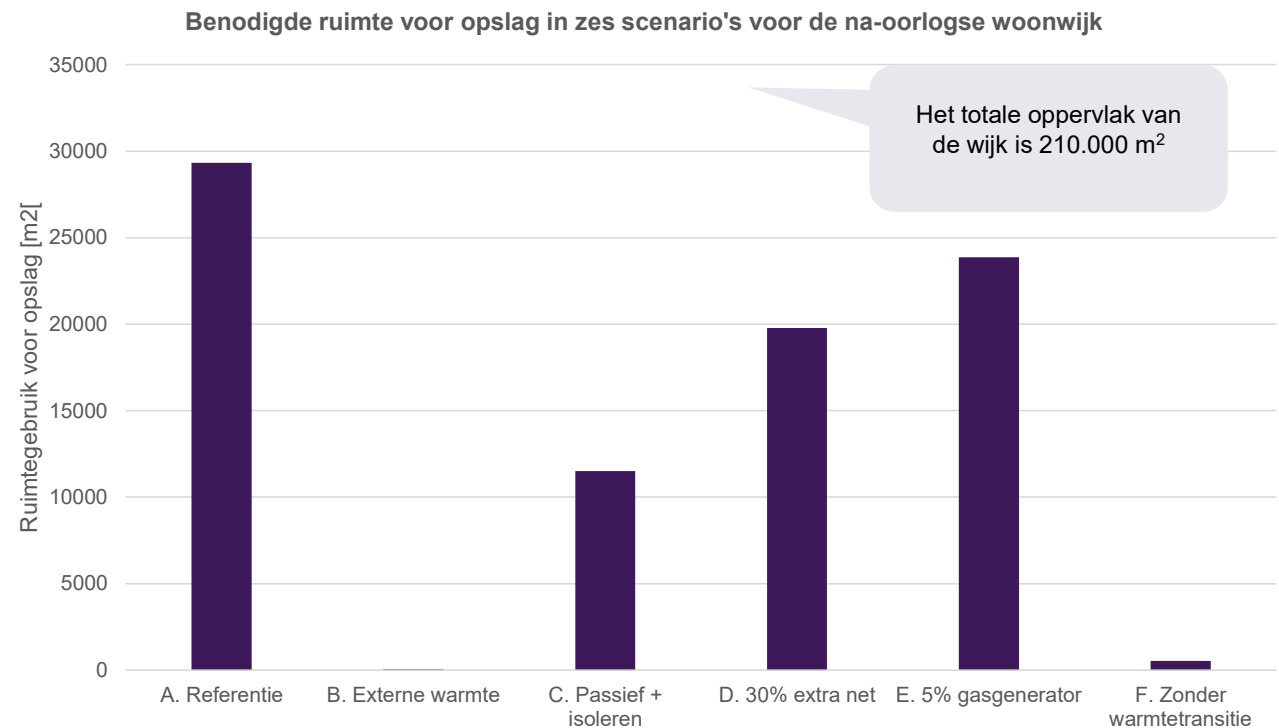
De na-oorlogse woonwijk bestaat met name uit woningen en een beperkte hoeveelheid utiliteit. Vooral het verminderen van de warmtevraag van woningen helpt om de ruimte voor opslag te beperken.

Vertrekpunt

538 woningen
7.000 m² utiliteit

Resultaat na verdichting

338 extra woningen
3.000 m² extra utiliteit

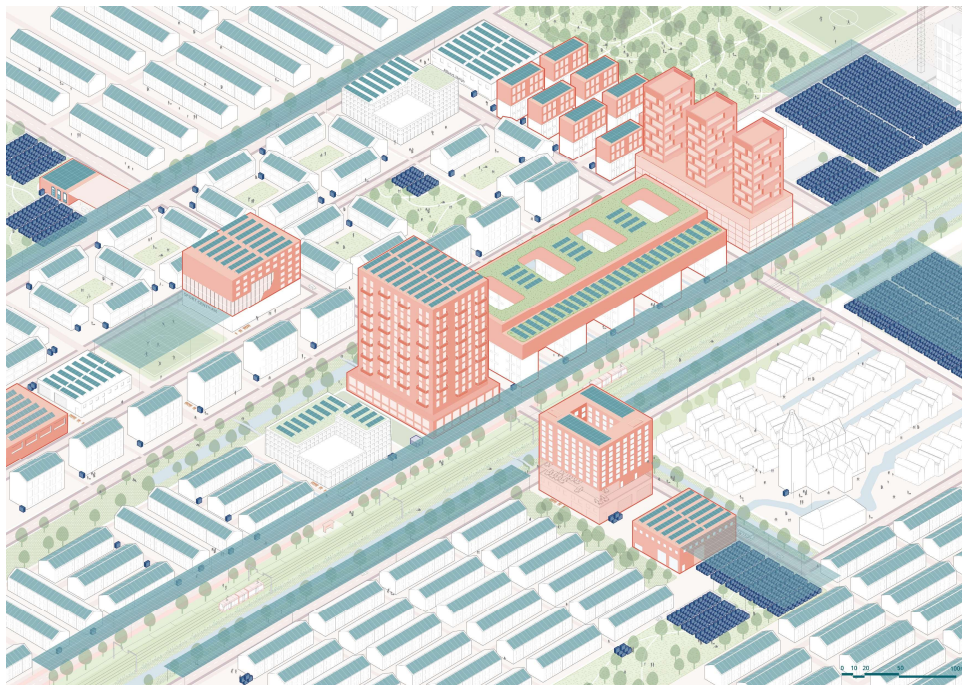


Visualisaties van analyses

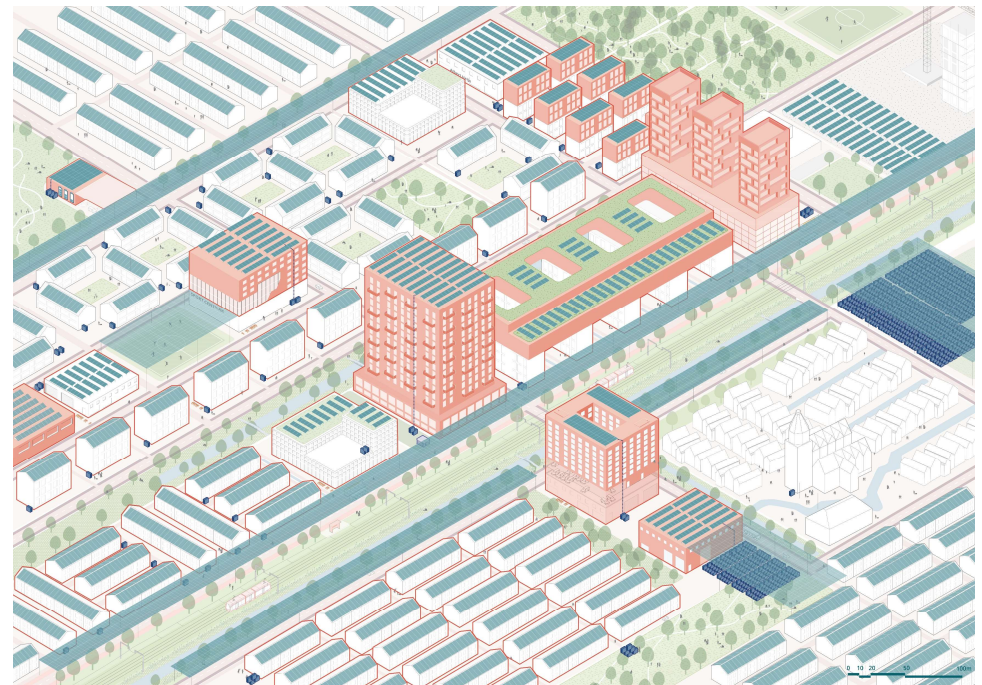
Na-oorlogse woonwijk



In de na-oorlogse woonwijk is ook na verdichting nog vrij veel groen in de wijk. Het referentiescenario laat zien wat de ruimtevraag is bij all-electric warmtetransitie + all-electric verdichting. Omdat er hier relatief veel woningen zijn is passiefbouw en isolatie hier een logische maatregel. Het ruimtebeslag neemt daarmee flink af.



Na-oorlogse wijk: referentiescenario



Na-oorlogse wijk: passiefbouw en isoleren

OV-knooppunt



Het OV-knooppunt is een hoogstedelijk gebied met bijna 700 woningen en bijna 170.000 m² utiliteit. In de wijk staat vrijwel enkel hoogbouw. Naast de woningen bestaat de wijk uit een groot aantal kantoorlocaties.

De ruimte is zeer schaars, de verdichtingsopgave groot. De energievraag is ook hoog.



Doorgerekende scenario's voor het OV-knooppunt



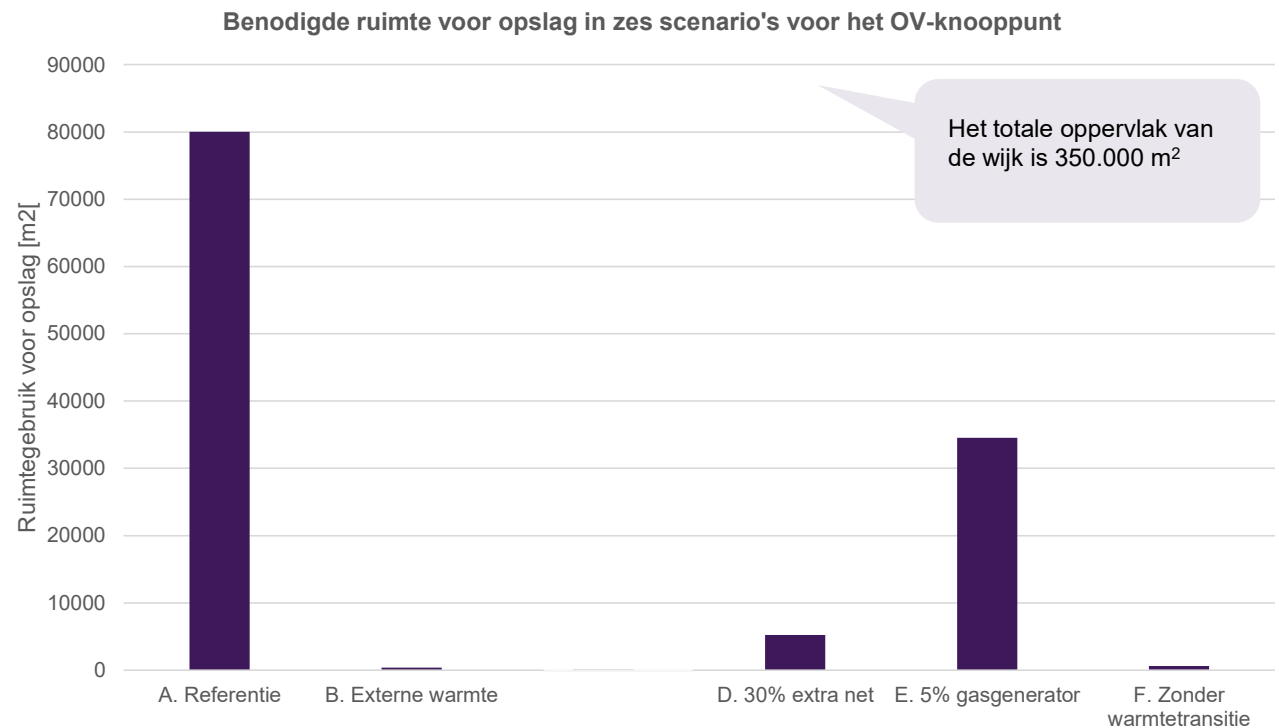
In het OV-knooppunt is relatief heel veel bebouwing en een hoge warmtevraag, met name uit bestaande utiliteit. De benodigde hoeveelheid opslag is in het referentiescenario daarom erg hoog. Met maatregelen die de warmtevraag van de bestaande utiliteit verlagen neemt de hoeveelheid opslag sterk af.

Vertretpunt

688 woningen
167.000 m² utiliteit

Resultaat

922 extra woningen (appartementen)
15.000 m² extra utiliteit

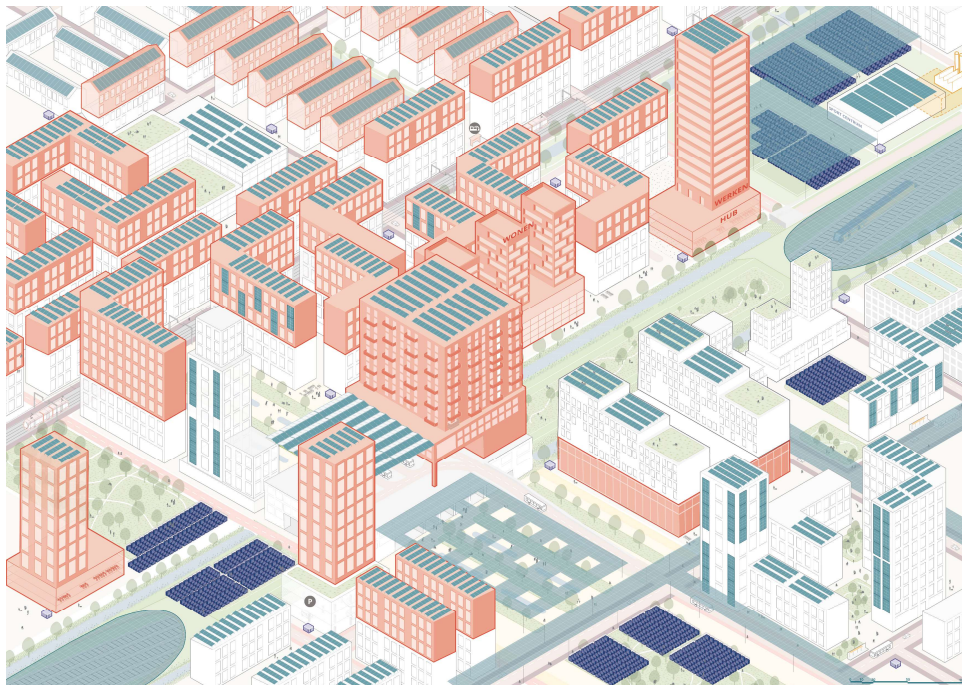


Visualisaties van analyses

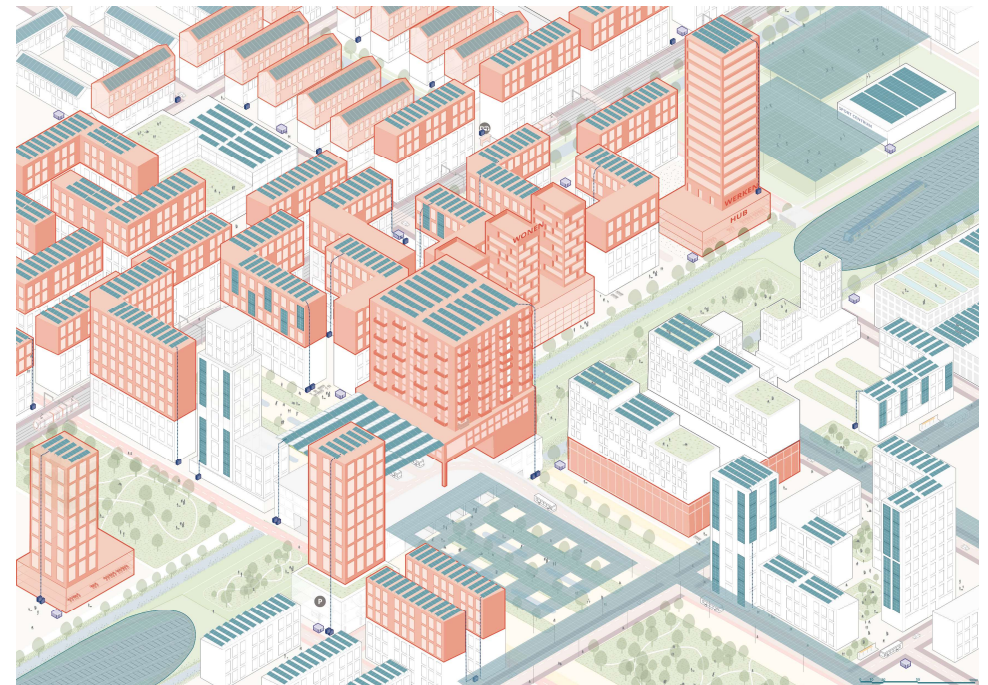
OV-knooppunt



In het OV-knooppunt is de gebouwdichtheid erg hoog. Om het ruimtegebruik in de wijk beperkt te houden is piekgas nodig, extra netcapaciteit of flinke reductie van de warmtevraag, bijvoorbeeld door het niet doorvoeren van de warmtetransitie, zoals hier gevisualiseerd.



OV-knooppunt: piekgas

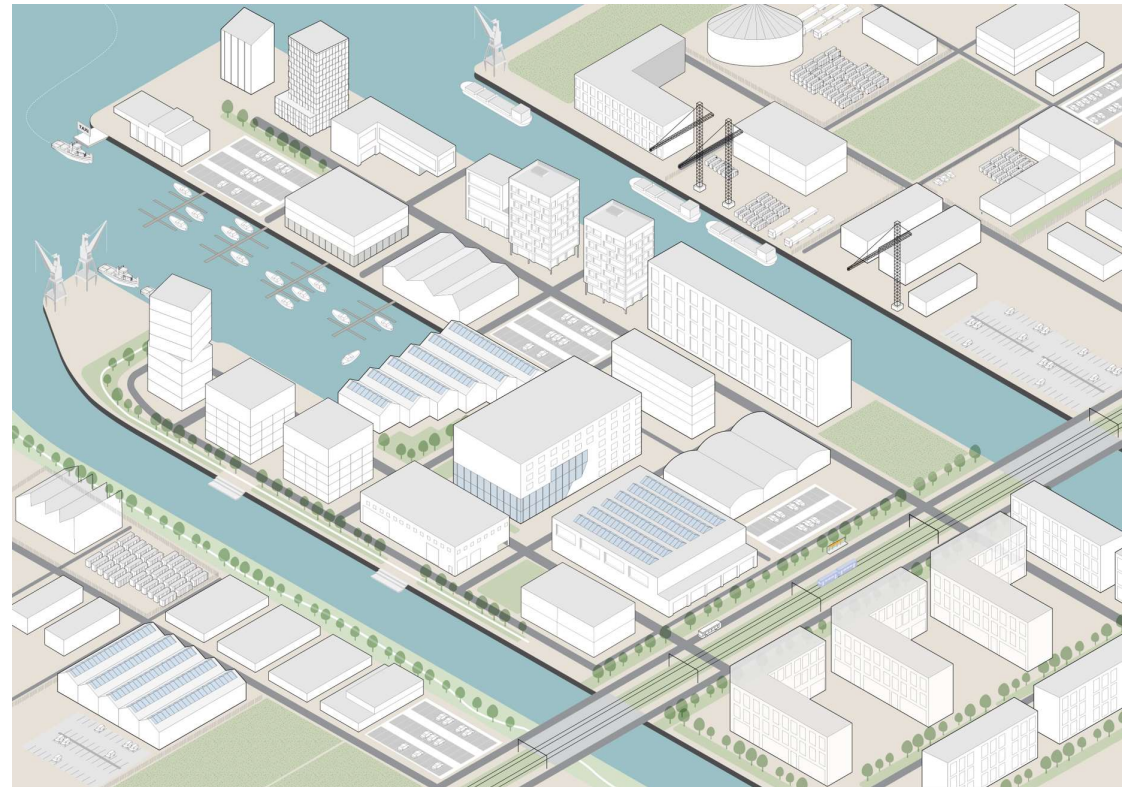


OV-knooppunt: zonder warmtetransitie

Getransformeerd bedrijventerrein



Het bedrijventerrein bestaat momenteel uit met name kantoren en productielocaties. Daarnaast zijn er enkele woontorens op en rondom het terrein. Het terrein kenmerkt zich door oudere werklocaties aan de haven.



Doorgerekende scenario's voor het bedrijventerrein



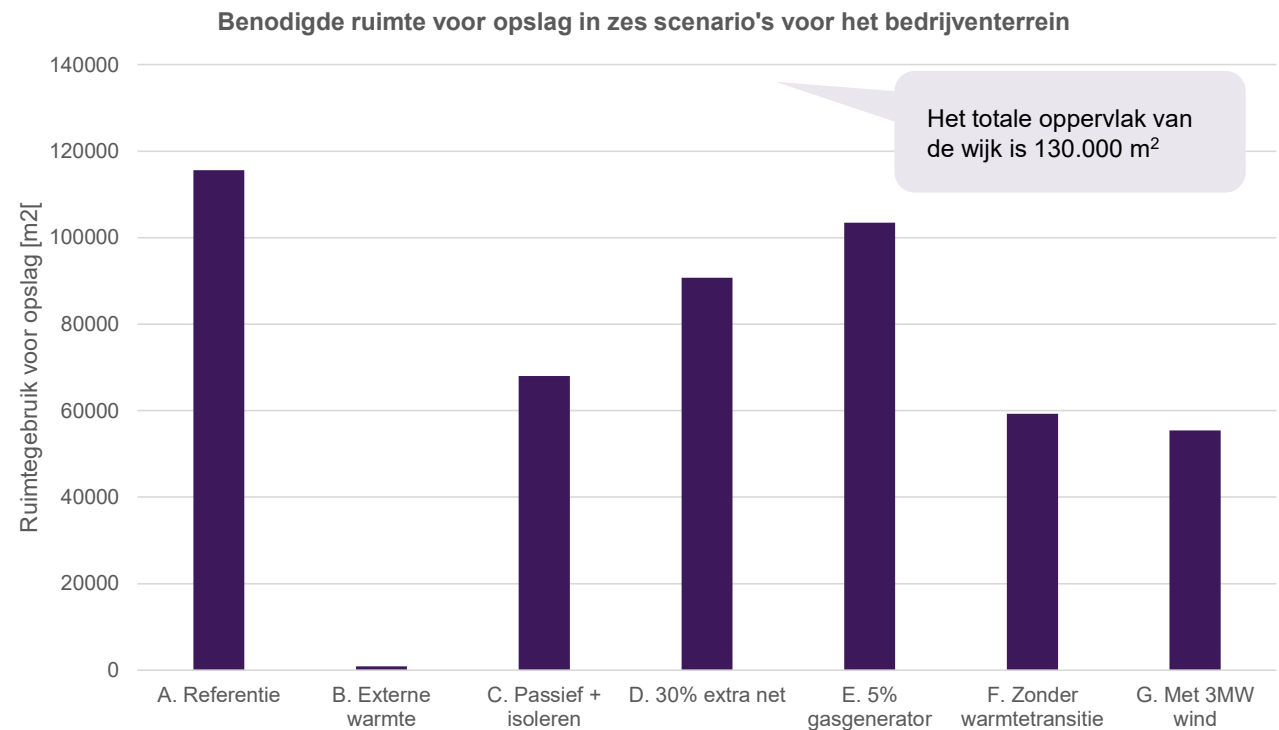
Op het bedrijventerrein is na renovatie een mix van bedrijvigheid en woningbouw. Externe warmte heeft veruit het meeste effect op het ruimtegebruik in de wijk, maar ook passiefbouw, wind en geen warmtetransitie verminderen de ruimtevraag flink. Vanwege de dichte bebouwing is het oppervlakte voor energie assets ten opzichte van het totale oppervlak erg hoog in deze wijk.

Vertrekpunt

570 woningen
26.000 m² utiliteit

Resultaat

1130 extra woningen
17.400 m² extra utiliteit

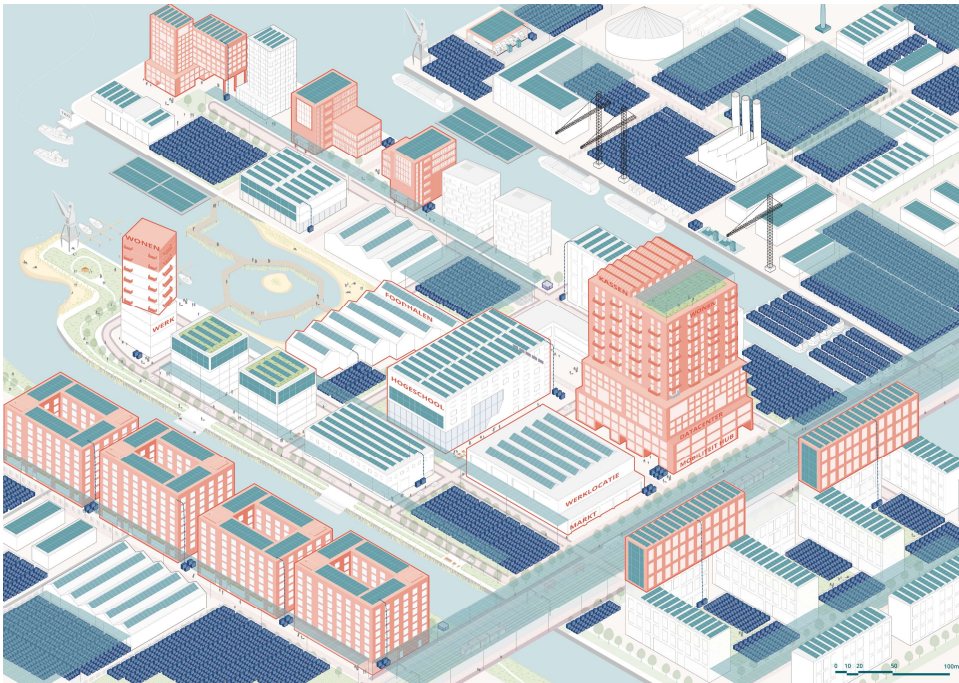


Visualisaties van analyses

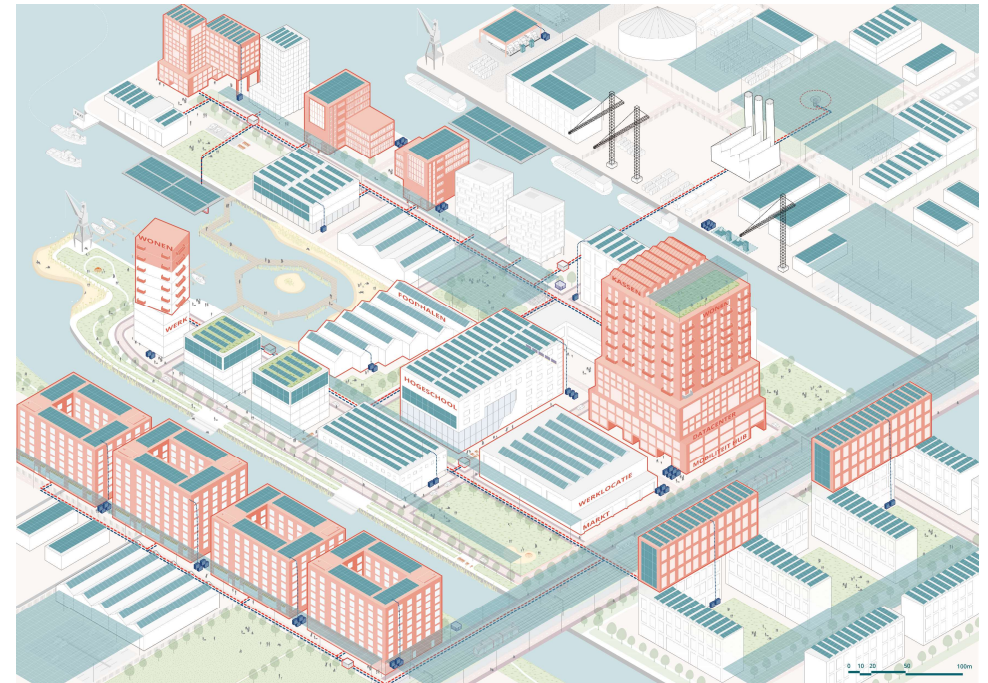
Bedrijventerrein



In de haven is het ruimtebeslag van PV en opslag in het referentiescenario zo hoog dat dat aandeel bijna de hele wijk beslaat. Met een windmolen gaat de ruimtevraag flink omlaag maar is de ruimtevraag nog steeds erg hoog. Met externe groene warmte is het grootste deel van de elektriciteitsvraag gereduceerd waardoor veel minder opslag nodig is.



Bedrijventerrein: wind



Bedrijventerrein: externe warmte

3. Inzichten en dilemma's



10 Inzichten uit doorrekeningen

Energie analyse



1

Nul op het net vraagt –zonder aanvullende maatregelen- zeer veel ruimte¹

Benodigde ruimte voor opslag: 30% van de totale oppervlakte (na-oorlogse wijk) tot 130% van de totale oppervlakte (OV-knooppunt)

2

Verdichting met warmtetransitie in bestaande bouw is zeer uitdagend bij hogere verdichtingsgraden

Benodigde ruimte voor opslag: 20% van de onbebouwde ruimte (na-oorlogse wijk) tot 190% van de onbebouwde ruimte (getransformeerd bedrijventerrein)

3

Een warmtebuffer is vaak nuttig

In een warmtebuffer kan energie voor langere periodes worden opgeslagen (weken, maanden). Kan ondergronds ingepast worden in tegenstelling tot batterijen. Werkt ook goed in combinatie met externe warmte.

4

Passief bouwen is zeer impactvol

Vermindert de opslagbehoefte met 40% (getransformeerde bedrijventerrein) tot zelfs 100% (OV-knooppunt)

5

Slim laden is een must

En bi-directioneel laden vermindert de opslagbehoefte slechts beperkt, omdat de benodigde opslagbehoefte voor een periode van een week tot weken is en niet voor uren tot een dag, het tijdsbestek waarin de batterijen van auto's kunnen voorzien

6

Een klein beetje gas helpt²

Vermindert de opslagbehoefte met 10% (getransformeerd bedrijventerrein) tot 55% (OV-knooppunt) van de onbebouwde ruimte

7

Een klein beetje extra netcapaciteit helpt

1/3 extra netcapaciteit (van de bestaande netcapaciteit) verlaagt de opslagbehoefte met 20% (getransformeerd bedrijventerrein) tot zelfs 95% (OV-knooppunt)

8

Externe groene warmte is een gamechanger

En voorkomt in alle drie de wijken vrijwel alle opslagbehoefte

9

Een windturbine helpt

Een windturbine in (of naast) de wijk verlaagt de opslagbehoefte met 50% (getransformeerd bedrijventerrein)

10

Een overmaat aan PV helpt

Een (grote) overmaat aan zonnepanelen zorgt ervoor dat in de donkere wintermaanden er nog steeds een beetje stroom is waardoor er minder lang energie uit de opslag gehaald hoeft te worden. Er is in de zomer een groot overschot aan opgewekte stroom dat niet terug het net op gestuurd kan worden.

Resultaten zijn gebaseerd op de drie geanalyseerde wijken. Als basisscenario voor het doorrekenen is uitgegaan van een all-electric oplossing met warmtepompen voor zowel verdichting (volgens BENG) als warmtetransitie (met labelsprongen). De inzichten zijn verkregen door variaties toe te passen op het basisscenario. Mobiliteit is hierbij altijd geëlektrificeerd en laadt slim.

¹ Het aangenomen ruimtebeslag voor batterijsystemen is 0,025m²/kWh. Dat is vergelijkbaar met het Arevon systeem op een bedrijventerrein in Saticoy in de VS.

² Het gasverbruik is gemaximeerd op 5% van de energiehoeveelheid van de totale warmtevraag

Dilemma's uit de ontwerpateliers



	Aan de ene kant...	...maar aan de andere kant
Dilemma 1: <i>Plaatsen we energie-assets op wijk-, stad of regionale schaal? Er moet een afweging gemaakt worden tussen extra ruimtebeslag in de regio (landelijk gebied, bedrijventerreinen, etc.) en in de wijk.</i>	In de wijk: sneller, minder afhankelijk van de netbeheerder, vooral direct ruimtebeslag (batterijen en andere vormen van opslag en PV) dat moeilijk te combineren is. Vooral ten koste van aantallen woningen en kwaliteit buitenruimte in de stad	In de regio: direct ruimtebeslag (elektriciteitsstations, energie opslag) ten koste van natuur, agrarische productiegronden, bedrijventerreinen of woningbouw. Indirect ruimtegebruik (bovengrondse hoogspanning en wind), ten koste van bedrijventerreinen en woningbouw. Beide vormen kunnen ten koste van landschapskwaliteit gaan.
Dilemma 2: <i>Willen we nu met veel moeite en ruimtelijke impact onze ambities realiseren of wachten we op netcapaciteit van de netbeheerder?</i>	Sneller door onevenredig veel (zie dilemma 1) opslag en opwek in de wijk ten koste van ruimtelijke kwaliteit of met minder woningen. Hogere kosten en kans op desinvestering/versneld afschrijven	Wachten leidt tot uitstel bouwen van woningen. Wel met hogere kwaliteit buitenruimte als er gebouwd kan worden. Meer zekerheid, lagere kosten
Dilemma 3: <i>Willen we liever altijd energie met bijbehorende ruimtelijke impact, of willen we minder ruimtelijke impact in de wijk en accepteren we dat we dan af en toe minder toegang hebben tot energie?</i>	Significant minder ruimtegebruik voor energie (factor 2) in de wijk door minder energie beschikbaarheid in kritische weken (50% reductie gedurende 3 weken)	Veel ruimtegebruik voor energie in de wijk (factor 2 meer) en onbeperkt toegang tot energie
Dilemma 4: <i>Realiseren we de bouwopgave én warmtetransitie tegen hoge kosten en lagere ruimtelijke kwaliteit, of stellen we de ambities bij met betaalbaarder woningen en kwalitatievere buitenruimte?</i>	Warmtetransitie én verdichten kost veel ruimte voor opslag (5% van de onbebouwde ruimte bij lage verdichtingsgraad en ruime wijk tot 55% bij een hoge verdichtingsgraad en weinig onbebouwde ruimte)	Uitstellen van de warmtetransitie voorkomt de opslagbehoefte vrijwel volledig, maar veroorzaakt wel CO ₂ uitstoot (1.000 tot 6.000 ton per jaar, na-oorlogse wijk resp. OV-knooppunt). <i>(uitgangspunt: bij verdichten houden we wel rekening met warmtetransitie door alvast ruimte te reserveren)</i>

Dilemma 1:

Plaatsen we energie-assets op wijk-, stad- of regionschaal?

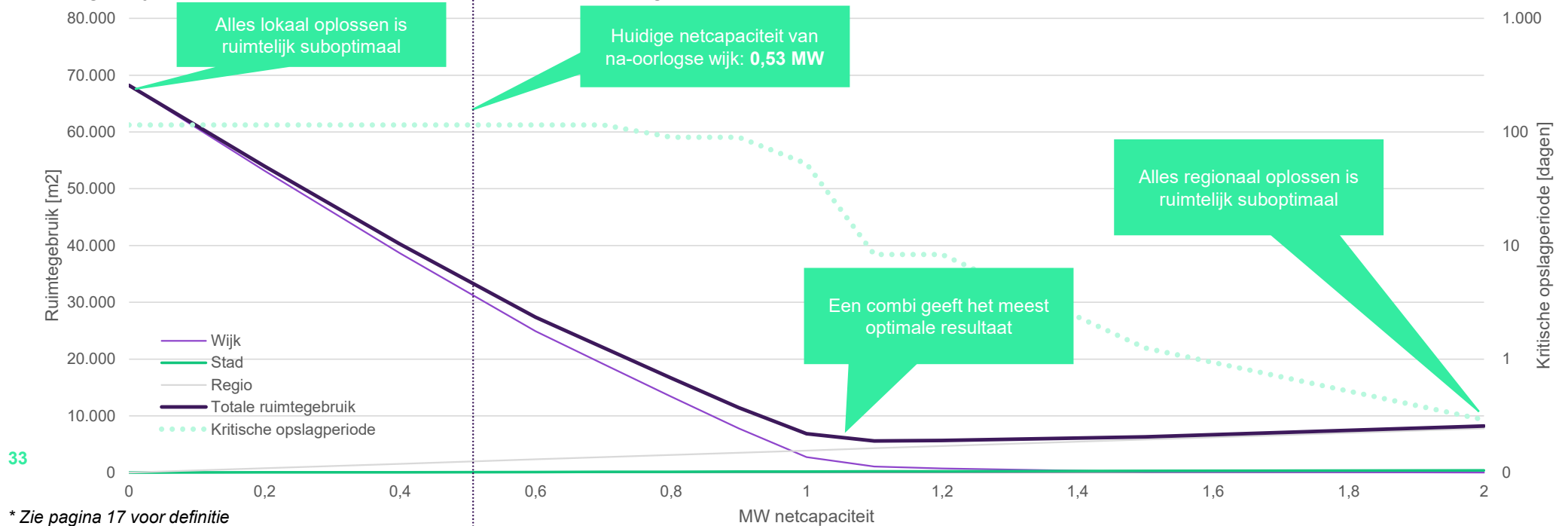


Deze grafiek toont de benodigde ruimte voor opslag in de wijk en de bijbehorende ruimte voor infrastructuur op stad en regio niveau. Dit in relatie tot de grootte van de beschikbare netcapaciteit. Denk hierbij aan ondergrondse kabels, bovengrondse hoogspanningslijnen en transformator- en schakelstations. Opslag of opwek op regio/ stadschaal is hierbij nog niet meegenomen. Deze ruimtelijke impact in de regio moet in een vervolgonderzoek geanalyseerd worden en zal het optimum explicieter maken.

Afwenteling op de regio is noodzakelijk

Afwenteling op de regio is noodzakelijk bij verdichting en warmtetransitie van bestaande bouw. Alles lokaal in de wijk oplossen met de huidige netaansluiting is vaak niet inpasbaar. Als het wel past is het niet wenselijk omdat dit waardevolle ruimte is die (ook) nodig is voor andere opgaven.. Daarmee gaat het ten koste van ruimtelijke uitdagingen als verstedelijking, warmtetransitie, klimaatadaptatie en water en groen in de wijk.

Na-oorlogse wijk verdicht met BENG* en all-electric warmtetransitie doorgemaakt



33

* Zie pagina 17 voor definitie

Dilemma 1:

Plaatsen we energie-assets op wijk-, stad- of regionschaal?



Verschillende ruimtevragers op wijk-, stad- en regionschaal

Keuze voor weinig ruimte voor energie op het ene schaalniveau betekent een hogere ruimtevraag op de andere schaalniveaus



	Wijk <i>Optimale mix van batterijen en warmteopslag</i>	
Keuze	Batterij containers	Ondergrondse warmtebuffers
Concurreert met ruimte voor:	Groen Wonen / werken Parkeren Spelen Water	Bomen Water
Kan samen met ruimte voor:	Bomen (beperkt)	Groen Sporten/spelen Bovengronds parkeren

Stad en regio <i>Combinatie van ondergrondse en bovengrondse verbindingen en onderstations</i>		
Stad: Ondergrondse verbindingen	Rand stad: Onderstations	Regio: Bovengrondse verbindingen
Bomen Bebouwing Gesloten verharding Water	Groen Wonen / werken Parkeren Spelen Water	Woninglocaties Vliegroutes Bos
Groen Open verharding	Biodiversiteit (beperkt)	Bedrijventerreinen Landbouw

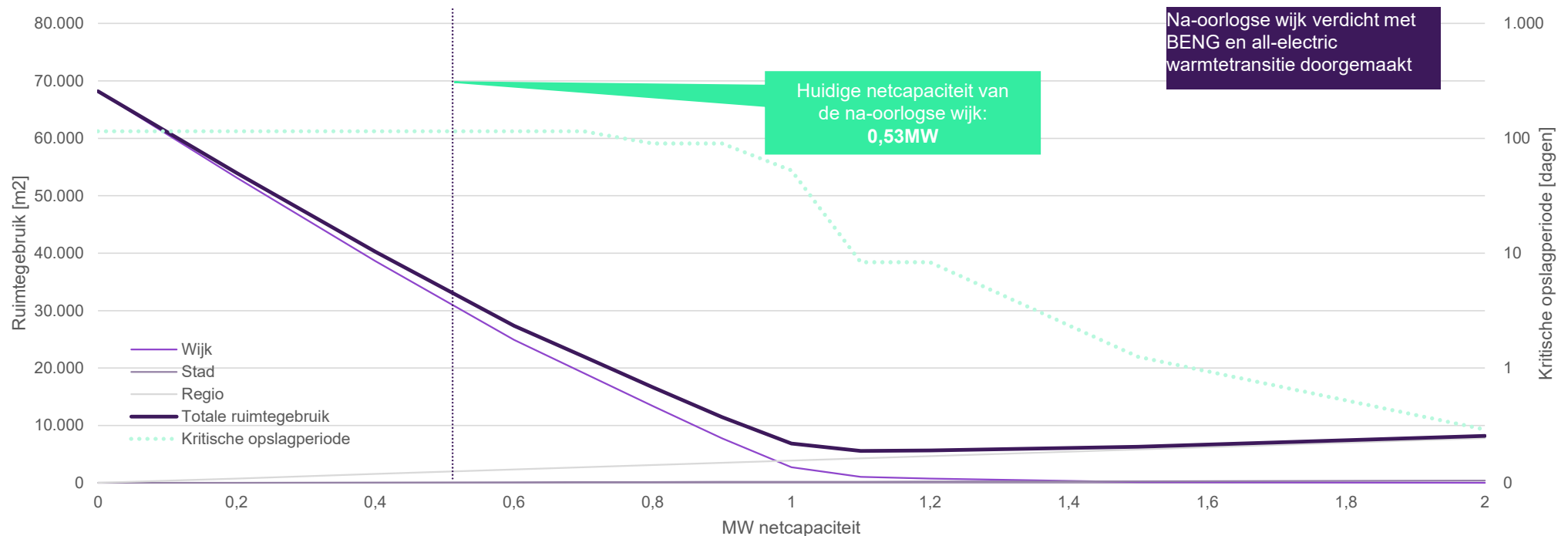


Dilemma 2:

Willen we nu met veel moeite en ruimtelijke impact onze ambities realiseren of wachten we op netcapaciteit van de netbeheerder?

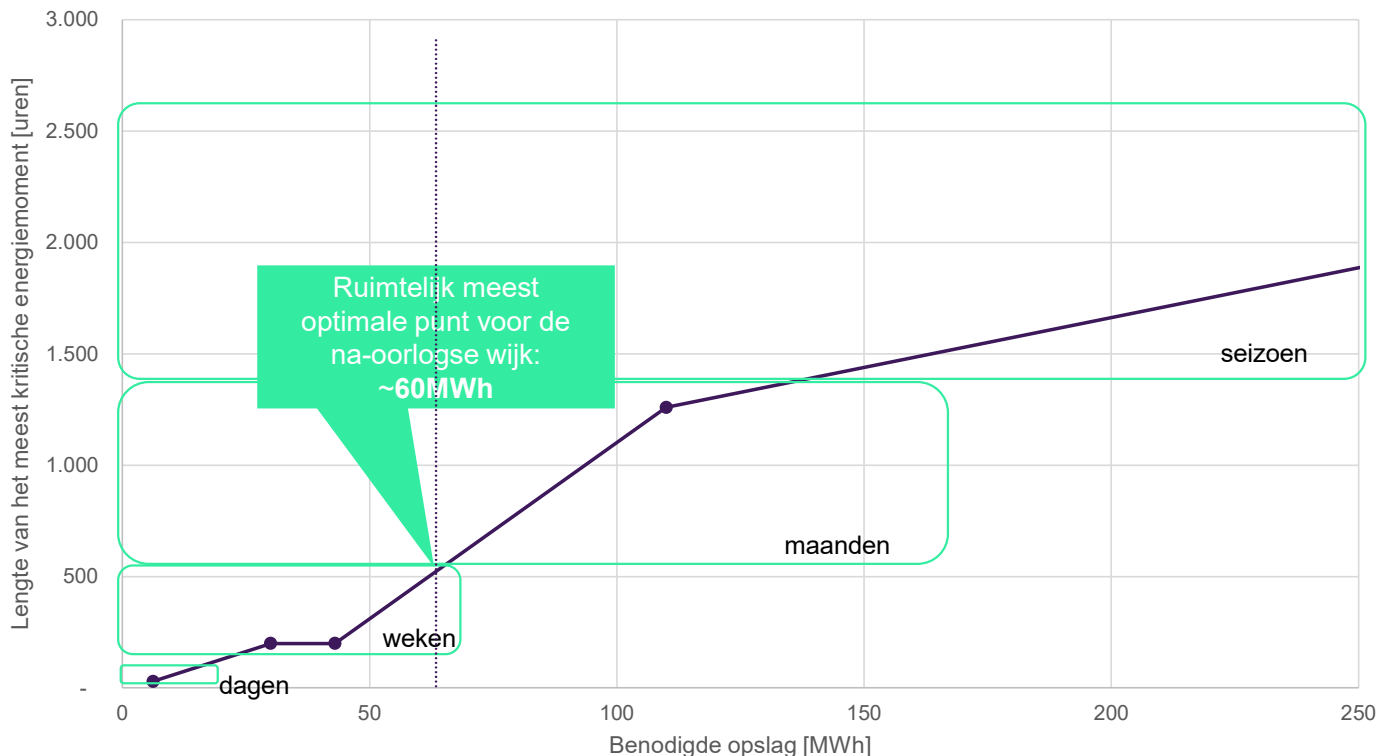


Het ruimtelijke optimum ligt in dit geval bij een opslag die ca. 1-2 weken energie kan leveren op de kritische momenten. Dit is een energieverbruik op ca. 50% van het piekvermogen. Voor dit ruimtelijke optimale punt is **1 tot 1,1MW** aan netcapaciteit nodig: meer dan er nu in de wijk ligt. Als we wachten op de verzwaring, kunnen we ruimtelijk optimaal ontwikkelen, maar later. Als we toch nu willen ontwikkelen, vraagt dat meer ruimte in de wijk. In dit geval **7.000 m²** aan extra ruimte voor opslag die ruim drie maanden moet kunnen overbruggen. Dat komt overeen met een halve zeecontainer per woning.



Dilemma 3:

Willen we liever altijd energie met bijbehorende ruimtelijke impact, of willen we minder ruimtelijke impact in de wijk en accepteren we dat we dan af en toe minder toegang hebben tot energie?



Energieopslag kan voor periodes van dagen, weken, maanden of een seizoen worden toegepast. Bij beperkte netcapaciteit zorgt opslag voor een lange periode voor veel zekerheid: op koude momenten is er dan altijd genoeg energie. Echter: de ruimtelijke impact in de wijk is hierbij enorm. Er is een balans tussen zekerheid van energietoegang op die koude dagen en ruimtelijke impact.

De grafiek laat zien hoe groot de opslag moet zijn om welke kritische periode te overbruggen voor de na-oorlogse wijk. Het ruimtelijk optimum (zie dilemma 1) ligt rond de 60MWh aan opslag. Deze opslag moet (en kan) een koude week overbruggen, aangevuld met de beperkte netcapaciteit die er is. Schuiven van de energievraag binnen een dag in die week helpt niet om de opslag kleiner te krijgen. Schuiven van de energievraag van binnen die week naar daarbuiten helpt wel. Ook het significant verminderen van de energievraag in die week helpt. Een halvering van energievraag, resulteert in ongeveer een halvering van de opslagbehoefte. Het halveren van de energievraag is echter een grote opgave, maar wellicht mogelijk voor een week. Helemaal als de ruimtelijke consequentie ook groot is.

Dilemma 4:



Realiseren we de komende 10 jaar de bouwopgave én warmtetransitie tegen hoge kosten en lagere ruimtelijke kwaliteit, of stellen we de ambities uit met betaalbaarder woningen en kwalitatievere buitenruimte?

Het is wel eens eerder gezegd: niet alles kan nu. Voor de gebouwde omgeving geldt dat eens te meer. Zowel de verstedelijkingsopgave als de warmtetransitie nu realiseren, gezien de huidige knelpunten op het elektriciteitsnet, vraagt ingrijpende maatregelen in de wijk. Dat gaat ten koste van leefbaarheid, betaalbaarheid en ruimtelijke kwaliteit. De tabel laat zien hoeveel ruimte (in de wijk) een vermeden ton CO₂ kost. Deze resultaten kunnen vergeleken worden met andere maatregelen om ruimtelijk effectieve opties te vinden.

	Na-oorlogse wijk	OV-knooppunt	Getransformeerd bedrijventerrein
Warmtetransitie en verdichten			
<i>Ruimte benodigd voor opslag [m²]</i>	29.300	80.100	116.000
Enkel verdichten			
<i>Ruimte benodigd voor opslag [m²]</i>	525	6000	59.300
<i>CO₂ uitstoot [ton per jaar]</i>	1.046	5.952	1.632
Ruimtekosten per bespaarde ton CO₂ [m²/ton CO₂ besparing] bij warmtetransitie én verdichten	28	13	34
Referentie: bos [m ² /ton CO ₂ besparing]	500-1.000		

Dilemma 4:

Realiseren we de komende 10 jaar de bouwopgave én warmtetransitie tegen hoge kosten en lagere ruimtelijke kwaliteit, of stellen we de ambities uit met betaalbaarder woningen en kwalitatievere buitenruimte?



Alvast een schets van één mogelijke fasering vanuit energie gezien voor de na-oorlogse wijk



	Verregaande isolatie	Niet noodzakelijk	Noodzakelijk	Zeer wenselijk
	Reductie EV	Niet noodzakelijk	Noodzakelijk	Noodzakelijk (V2G)
	Warmtebuffer	~ 1.000 m ²	~ 1.300 m ²	Seizoensopslag noodzakelijk
	Batterijen	3 zeecontainers	7 zeecontainers	Beperkte lokale batterijen zijn wenselijk
	Generator	optimalisatie	uitfaseren	

Initiele buffers zijn ook op termijn nodig en zijn een permanent onderdeel van de wijk

Verregaande isolatie is initieel niet nodig, terwijl de meerinvesteringen dan wel lager zijn dan later

Minder EV is op termijn noodzakelijk. Ontwerp de wijk hier alvast op.

4. Aanbevelingen en reflectie



We zijn nog maar net begonnen

Dit onderzoek biedt 10 inzichten en 4 dilemma's. De dilemma's hebben geen pasklaar antwoord, ze moeten verder verdiept worden en vaak zal de keuze ook per situatie verschillen. Het gesprek over deze thema's is nog pril. Dit onderzoek biedt een startpunt voor beleid en gesprekken maar vraagt ook om vervolg. Zowel aan de energie als ruimte kant, bij landelijke-, regionale- en lokale overheden. Samenwerking tussen deze kennisgebieden en schaalniveaus is hierbij erg belangrijk.

Wanneer is een wijk leefbaar?

Er is hier gefocust op het samenspel van energie en ruimte in woonwijken. Daarbij is beperkt rekening gehouden met andere uitdagingen (water, bodem, biodiversiteit). Al deze elementen zijn van belang voor leefbare toekomstbestendige wijken. We hebben hier de aanname gedaan dat een ruimtebeslag van 3% van de onbebouwde ruimte voor energie in een wijk nog kan leiden tot leefbare wijken. Waar die grens precies ligt, en hoe de afweging gemaakt wordt tussen meer of minder energie in de wijk of in de regio is hier beperkt meegenomen.

50% van totale oppervlakte met PV concurreert fors met andere ruimteclaims in de wijk

Voor dit onderzoek is ervoor gekozen om met 50% van het bruto oppervlakte voor PV te rekenen. Met die hoeveelheid is er zelfs in periodes van weinig zon toch nog voldoende om de opslag te laden. Ook wordt zo het belang van dubbel ruimtegebruik benadrukt. In de praktijk zal deze hoeveelheid PV vaak niet haalbaar zijn. Ook omdat PV op dak concurreert met groen in de wijk. "Gratis" ruimte voor PV bestaat niet in een wijk.

Containers met batterijen maken de opgave inzichtelijk, maar zijn niet zonder meer een goed idee

De doorrekeningen hebben we gemaakt op basis van zeecontainers met Li-ion batterijen. Dit rekent makkelijk, is (vooralsnog) de meest compacte opslagvorm op deze schaal en is universeel toepasbaar. Maar: functiecombinaties zijn moeilijk en ondergronds kan niet vanwege veiligheid, het vraagt zeer veel schaarse materialen en is kostbaar. Andere opslagtechnieken hebben daarom de voorkeur. Denk hierbij aan warmteopslag die ook ondergronds kan of aan meer low-tech opslagvormen zoals flowbatterijen.

Drie fictieve wijken

In dit onderzoek zijn we uitgegaan van drie fictieve wijken die representatief zijn voor de MRA-regio. De inzichten die zijn verkregen zijn hiermee nog niet toegepast op echte situaties en de ruimtelijke consequenties zijn niet doorleefd voor bestaande wijken. Een logisch vervolg is om met een aantal bestaande wijken aan de slag te gaan om de geleerde principes te toetsen en de inzichten verder uit te bouwen.

Ruimtelijke impacts op schaalniveaus nog beperkt berekend

Voor het berekenen van de ruimtelijke impact op de wijk, stad en regio, zijn voor de wijk energie-opslag en assets voor het elektriciteitsnet meegenomen, en op stad- en regioniveau zijn dat onderstations en hoogspanningslijnen. Ruimte voor energieopslag op stad en regioniveau, en de benodigde ruimte voor energie-opwek zijn nog niet meegenomen in de zoektocht naar de optimale verdeling tussen ruimtebeslag in de wijk, stad en regio.

Aanbevelingen



Voor vier inzichten/ dilemma's zijn tijdens de oogstsessie vervolgstappen en aanbevelingen benoemd. Deze staan hiernaast. Voor de overige dilemma's en inzichten moeten deze vervolgstappen nog gedefinieerd worden. Daarnaast zijn er een aantal vragen die vragen om vervolgonderzoek:

- Verdieping op specifieke wijken. Verdiepen op energie samen met de experts op andere disciplines (leefbaarheid, mobiliteit, warmtetransitie, klimaatadaptatie, etc.) en de mensen in een wijk die er daadwerkelijk over gaan en de dilemma's voelen. Als je deze wijken toekomstbestendig wilt maken voor de komende 40 jaar, wat moet je dan doen?
- Uitwerking passief bouwen, renovatie, warmtebuffers, verdichten, ruimtelijke kwaliteit met relevante experts. Welke technieken zijn in deze wijken toepasbaar en in welke mate?

Energie en ruimte op verschillende schaalniveaus verder uitwerken

We hebben nu vooral de wijk bekeken waarbij we onderweg ontdekten dat de stad en regio ook een belangrijke rol hebben om de noodzakelijke afwenteling te accommoderen. Het is noodzakelijk om de koppeling wijk, stad en regio inhoudelijk en procesmatig verder uit te werken en daarbij te zoeken naar een optimale verdeling van ruimtebeslag, uitgaande van de waarden van ruimtelijke functies.

Inzicht/ dilemma	Voorgestelde vervolgstappen/ wat is nodig?
Verdichting met warmtetransitie in bestaande bouw is zeer uitdagend bij hogere verdichtingsgraden	• Samenwerking tussen ontwikkelaars nieuwbouw en aanjagers warmtetransitie nodig voor integrale afweging
Passief bouwen is zeer impactvol	• Verspreiden van boodschap over belang passief bouwen • Zoeken naar oplossing tussen split incentive kosten en baten • Inspireren door ontwerpen • Ontwerpen totaalpakket passiefbouw, maatregelen + bijpassend netaansluiting
Er moet een afweging gemaakt worden tussen extra benodigde ruimte in de regio of in de wijk.	• Inzichten moeten verspreid worden • Afwegingskader + verantwoordelijke nodig om optimum tussen schaalniveaus te vinden en keuzes te maken
Externe groene warmte is een gamechanger	• Duidelijkheid nodig voor randvoorwaarden externe groene warmte • Rijk aan zet, externe groene warmtebronnen moeten daar op agenda



C. Resultaten per ontwerpatelier en oogstessie

C1. Procesverslag en resultaten ontwerpatelier 1



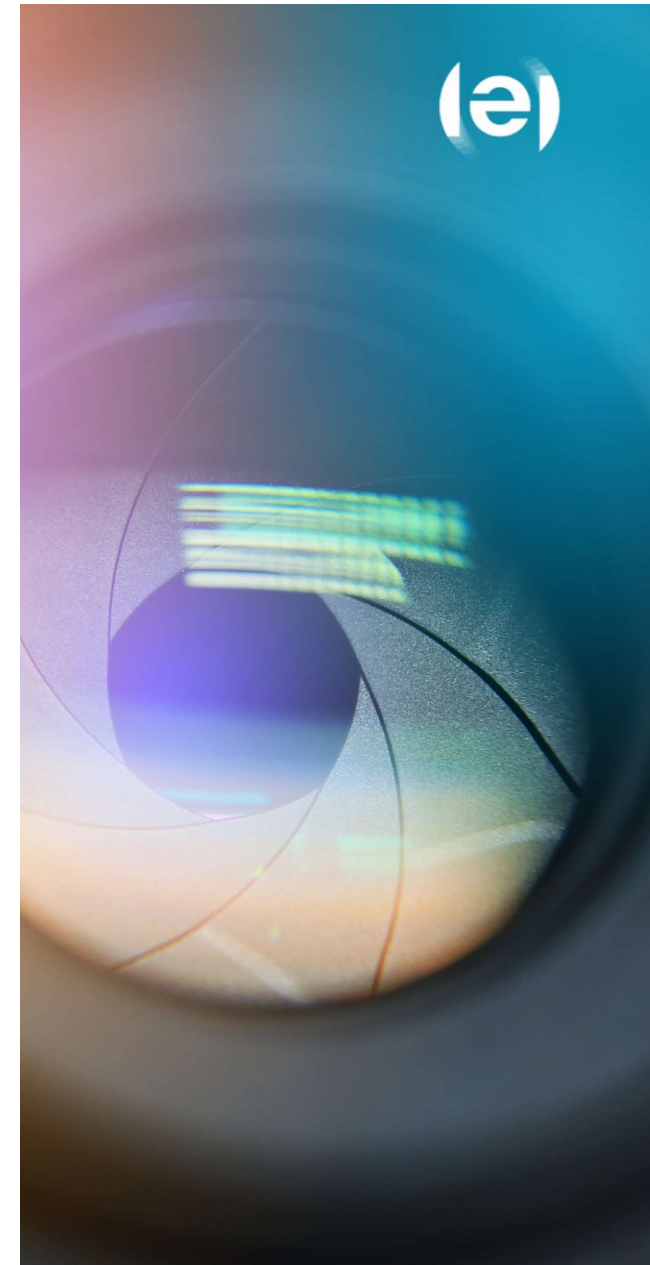
Inzichten uit ontwerpatelier 1

Resultaten uit ontwerpatelier:

- **Integraal** moet op alle vlakken
- Alle keuzes zijn **afwegingen**, een keuze voor het oplossen van de ene opgave verslechtert een andere opgave
- Maar toch: Zoeken naar **win-win-win-...**
- Ontwerp op het **eindbeeld**
- En houd ruimte voor **verrassingen**
- **Fasering** doet ertoe: niet alle opgaven lukken nu.
- **Ingrijpende keuzes** vroeg maken en aan vasthouden (bijvoorbeeld een warmtenet)
- **Top-down is te kort door de bocht**: het gaat hier om mensen, wat willen zij?
- **Vraag niet teveel van de bewoners** om draagvlak te blijven houden
- De **uitwisseling van de woonwijk met andere netten is het grote probleem**. Hoe krijg je energie naar de wijk?

Proces inzichten:

- De energiewereld is nog te onbekend voor de provincie en gemeente. Meest waardevol om de werelden van energie en ruimtelijke ordening samen te brengen
- Teams misten de context waar de woonwijk bij lag (zit er industrie naast?)



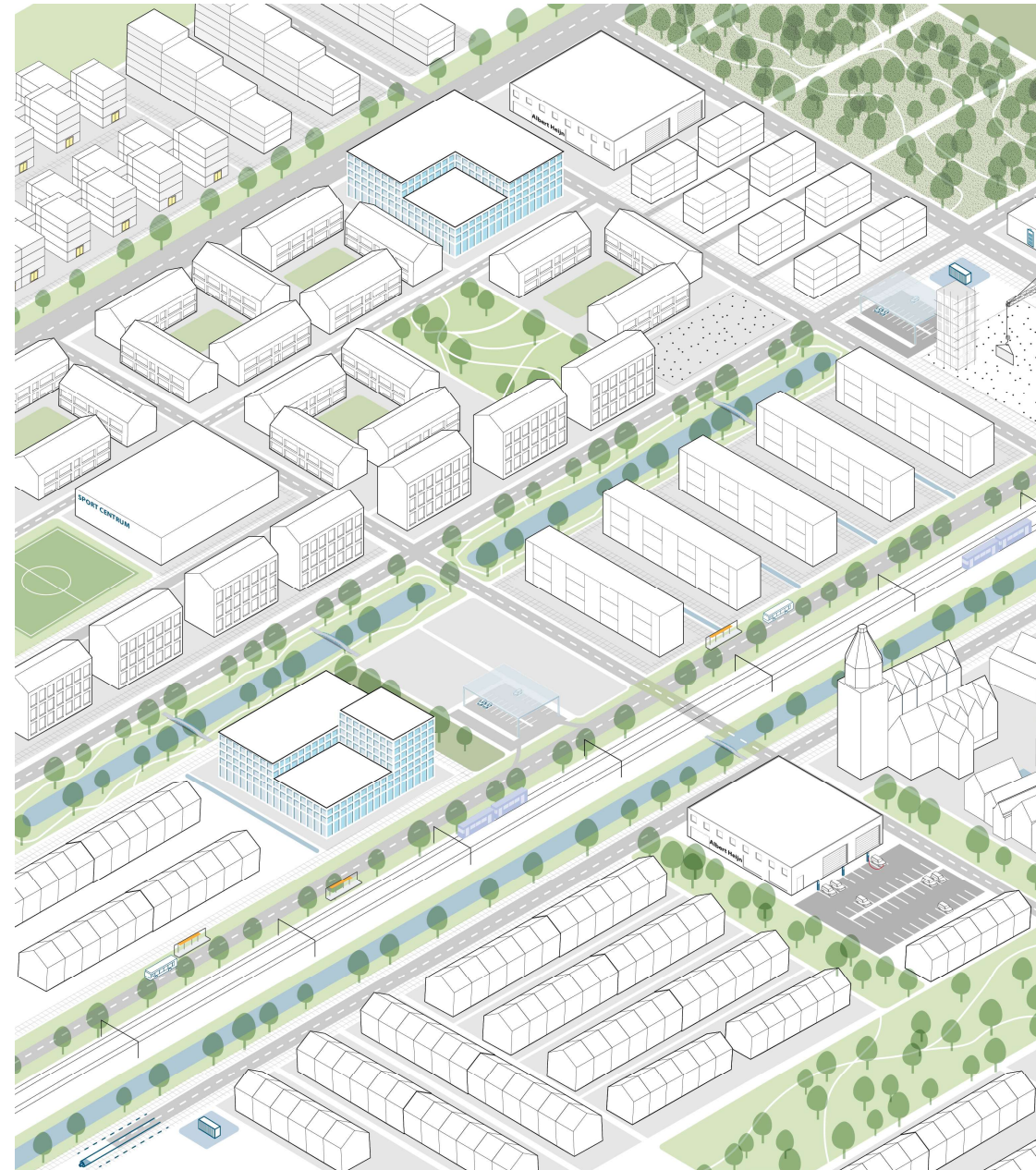
Opgave ontwerpatelier 1

Tijdens deze sessie hebben deelnemers uit drie verschillende achtergronden vanuit hun kennis naar één te verdichten woonwijk gekeken (na-oorlogse wijk). De vraag was: hoe ziet deze wijk er na verdichting uit, met focus op energie en ruimte? Doel hierbij was om de inzichten uit verschillende vakgebieden op te halen en te kunnen vergelijken.

Deelnemers kregen daarbij zowel stedenbouwkundige- als energetische bouwstenen mee.

- De drie groepen: Energie & duurzaamheid, programmering & planologie, wonen & stadsontwikkeling
- Stedenbouwkundige bouwstenen: o.a. bomen & groen, isoleren, hoogbouw, laadplein, etc.
- Energetische bouwstenen: o.a. opslag, warmtenet, ruimte voor MS-station, etc.

Hiernaast: de na-oorlogse wijk voor verdichting en de warmtetransitie





Na-oorlogse wijk na verdichting



Deze afbeelding toont het resultaat van de woon- en energieconcepten die zijn bedacht in ontwerpatelier 1. De energieconcepten zijn hier niet doorgerekend of getoetst op haalbaarheid. Het is dus alleen een indicatie van mogelijke oplossingen die door deelnemers zijn genoemd. In een volgende fase zijn realistische energieconcepten doorgerekend en ingetekend.

Vertrekpunt

538 woningen

7.000 m² utiliteit

Resultaat

338 extra woningen

3.000 m² extra utiliteit

Gebruikte elementen en ontwerpprincipes

Optoppen*

Warmtenet en geothermie

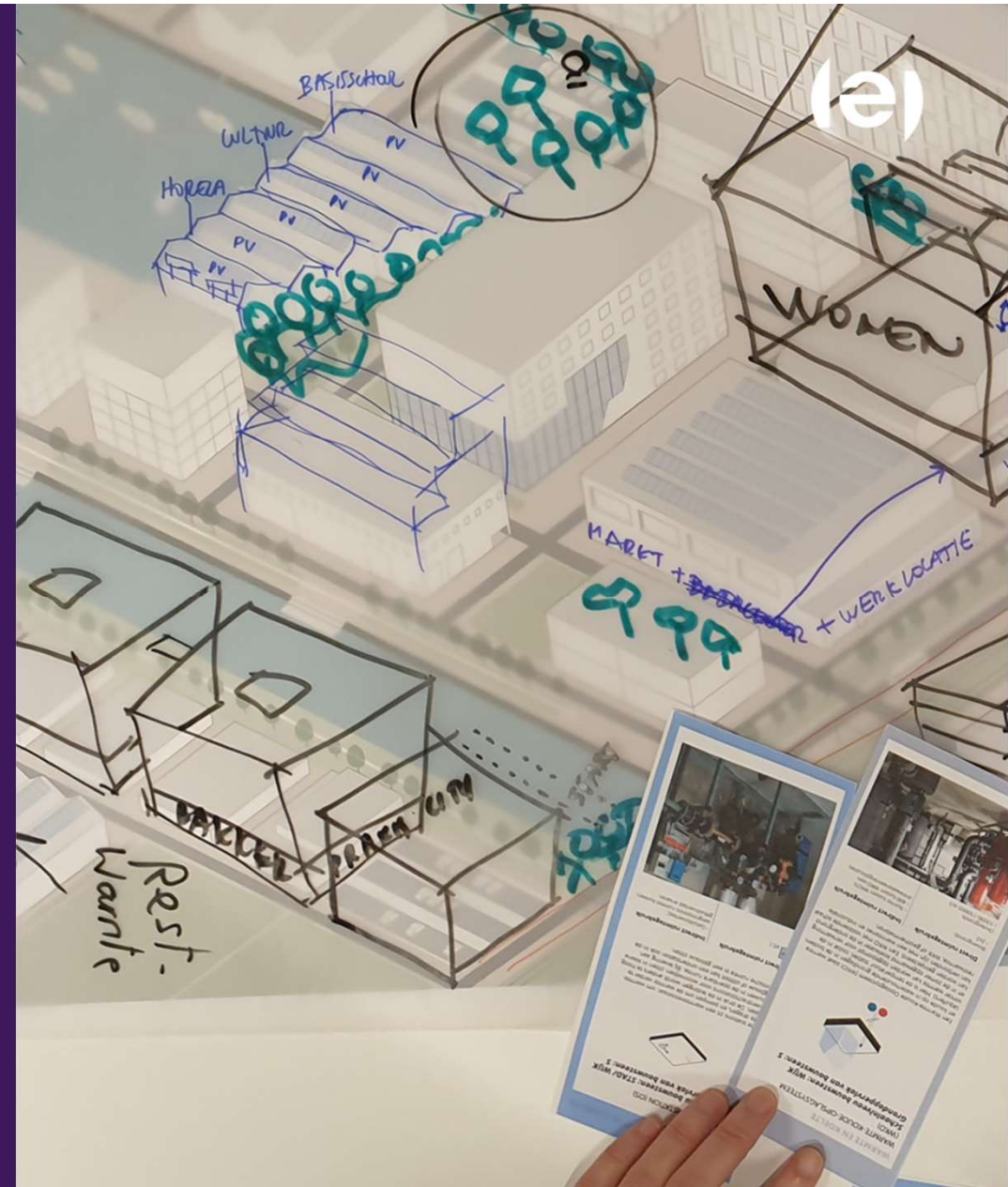
Auto's uit de wijk

Ruimte voor groen en blauw

Ruimte voor een warmtebuffer, warmtenet en nader in te vullen energie/ mobiliteitshub

* Zie pagina 17 voor definitie

Analyse van de resultaten



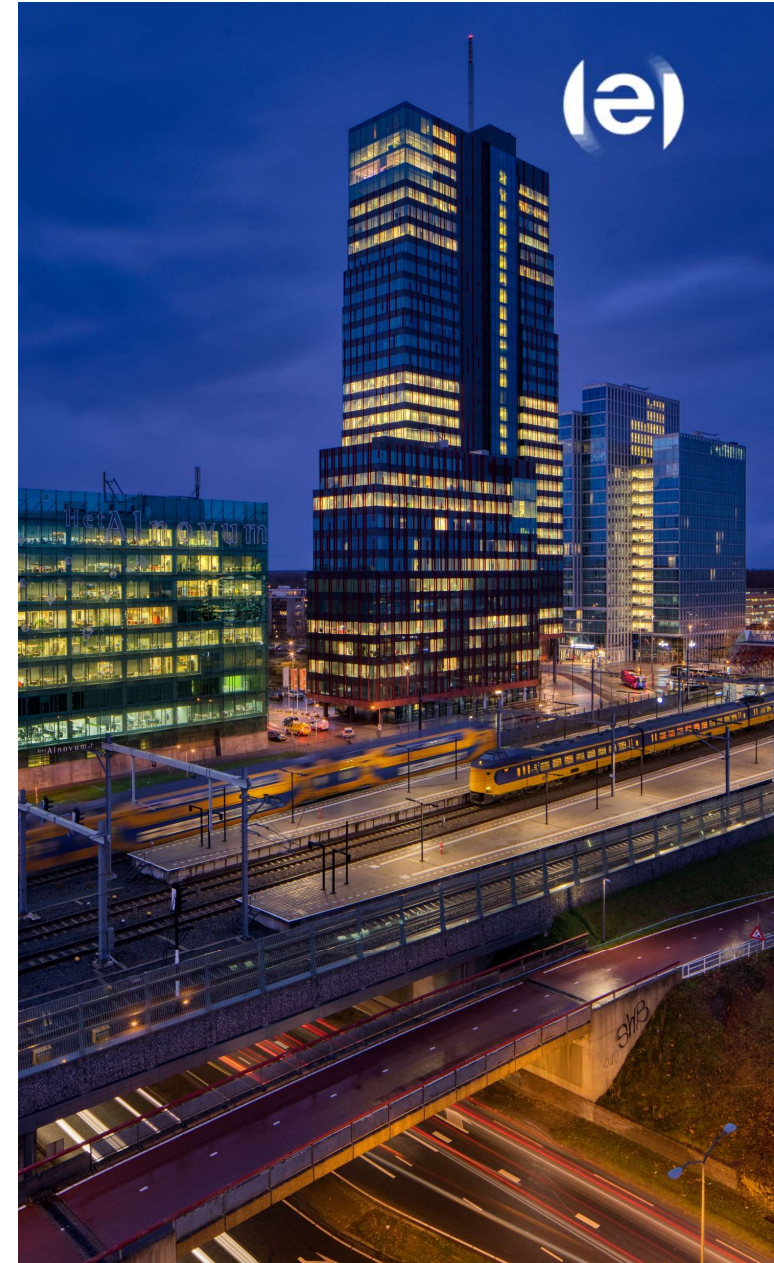
Aanpak en uitgangspunten berekeningen na ontwerpatelier 1

Aanpak

Voor wijk 1: Na-oorlogse woonwijk is gevarieerd met verschillende variabelen om beeld te krijgen bij de effecten van verschillende maatregelen. Uitgangspunt was effecten van verdichten bij bestaande net. De hoeveelheid beschikbare ruimte was hierbij niet begrensd. Het doel van deze berekeningen was om de ruimtelijke impact van verschillende maatregelen goed te onderscheiden. De uitkomsten zijn hierdoor vaak niet realistisch; warmtebuffers van 18000 m² passen niet in een wijk.

Uitgangspunten

- Huidige netgrens: 1,15 MW
- Er zijn combinaties gemaakt met de volgende technieken/ maatregelen:
 - Wel/ geen warmtetransitie
 - WKK
 - Vehicle to grid
 - Externe groene warmte
 - Dynamische netcapaciteit (meer netcapaciteit beschikbaar buiten avondpiek)
 - Isolatie:
 - 50% energiebesparing bij nieuwbouw + passieve koeling
 - Passief: geen warmtevraag voor ruimteverwarming in nieuwbouw & bestaande bouw
 - Geen netaansluiting
 - PV (variërend van 5 MW tot 30 MW (200% van totale ruimte))



10 Dilemma's uit de doorrekeningen

Energie analyse



- **Dilemma 1:** Vertragen we de gemeentelijke verduurzamingsopgave voor woningbouw door aardgas toe te passen? *NB: de nationale verduurzamingsopgave komt het wél ten goede*
- **Dilemma 2:** Realiseren we de bouwopgave én warmtetransitie tegen hoge kosten en lagere ruimtelijke kwaliteit, of stellen we de ambities bij met betaalbaarder woningen en kwalitatievere buitenruimte?
- **Dilemma 3:** Optoppen resulteert in LT en HT warmtevraag in hetzelfde blok. Moeten we als we gaan optoppen gelijk de hele flat aanpakken naar LT of accepteren we inefficiëntie in het energiesysteem?
- **Dilemma 4:** Verdichten en optoppen is ruimtelijk effectief, energetisch lijkt het niet logisch. Hoe wegen we dit af?
- **Dilemma 5:** Is de korte termijn oplossing met (aard)gas ook voor langere termijn slim of moeten we dit over 10 jaar herzien?
- **Dilemma 6:** Uiteindelijk gaat de bestaande bouw ook verduurzamen. Is het slim om dat eerst te doen en daarna nieuw te bouwen of andersom of tegelijk in “plukjes” binnen de wijk?
- **Dilemma 7:** Batterijen zijn in eerste instantie niet nodig voor het lokale energiesysteem. Hoe voorkomen we dat bewoners thuisbatterijen aanschaffen?
- **Dilemma 8:** Uiteindelijk is aanvullende isolatie nodig. Doen we deze investering bij de bouw als het nog niet essentieel is, of stellen we de investering uit tot het nodig is?
- **Dilemma 9:** Kiezen we voor een centrale voorziening met een (kostbaar) warmtenet voor het hele gebied of kiezen we voor (grotere) lokale voorzieningen op blokniveau?
- **Dilemma 10:** Hoe gaat top-down samen met draagvlak?

Aan het eind van deze fase waren er 10 dilemma's. Om de te focussen zijn deze teruggebracht tot de drie belangrijkste / meest relevante dilemma's in het hoofdrapport

Doorgerekende scenario's



Aanpak

We hebben een aantal scenario's doorgerekend: geen netcapaciteit (nul op het net), alleen verdichten, verdichten met warmtetransitie in bestaande bouw en verdichten met warmtetransitie in bestaande bouw volgens passiefbouw. Bij deze scenario's zijn verschillende logische maatregelen meegenomen. Deze combinaties geven een eerste beeld van de impact van verschillende maatregelen.

	netwerk			gebruik	mobiliteit		opslag		opwek	
Scenario's	Binnen huidige netcapaciteit	Beperkte netcapaciteit 30% extra tov huidig	Warmtenet met externe bron	Verregaande besparing op warmte, koeling en EV	Slim laden	Bidirectioneel laden	Warmtebuffers	Batterijen	Extra PV	Gasgenerator
<i>Nul op het net</i>	nvt	nvt		V	In elke variant meegenomen		In elke variant meegenomen	In elke variant meegenomen	V	
<i>Enkel verdichten zonder warmtetransitie bestaande bouw</i>	V ←keuze→ V		V	V	In elke variant meegenomen		In elke variant meegenomen	In elke variant meegenomen		V
<i>Verdichten en warmtetransitie bestaande bouw</i>	V ←keuze→ V		V	V		V ←keuze→ V	In elke variant meegenomen	In elke variant meegenomen	V	V
<i>Verdichten en warmtetransitie met passiefbouw voor renovatie en nieuwbouw</i>	V ←keuze→ V			V	In elke variant meegenomen		In elke variant meegenomen	In elke variant meegenomen	V	

V = optie die meegenomen is in de analyse van dit scenario.

In de meeste doorrekeningen zijn meerdere opties gecombineerd (bijvoorbeeld beperkte netcapaciteit, verregaande besparing). Bij opties die elkaar uitsluiten (bijvoorbeeld binnen huidige netcapaciteit en beperkte netcapaciteit: het is óf het één óf het ander) is per doorrekening één van de twee gekozen.

Energie analyse – nul op het net

Inzichten uit doorrekeningen



Opgave: Verdichting zonder net

Autonoom, verwachte energievraag

Maatregelen:

- Warmtetransitie bestaande bouw
- 150% van de oppervlakte PV
- 18.000 m² warmtebuffer
- 4.000 zeecontainers batterijen

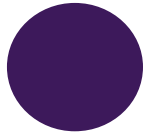
18.000 m²



4.000 zeecontainers

Energie analyse – nul op het net

Inzichten uit doorrekeningen



Opgave: Verdichting zonder net

Autonoom, verregaande besparing

Maatregelen:

- Passiefbouw
- Passief renovatie
- Geen EV's en OV laden
- Passieve koeling
- 200% van de oppervlakte PV
- 700 m² warmtebuffer



700 m²



23 zeecontainers

Energie analyse – met aardgas in bestaande bouw

Inzichten uit doorrekeningen



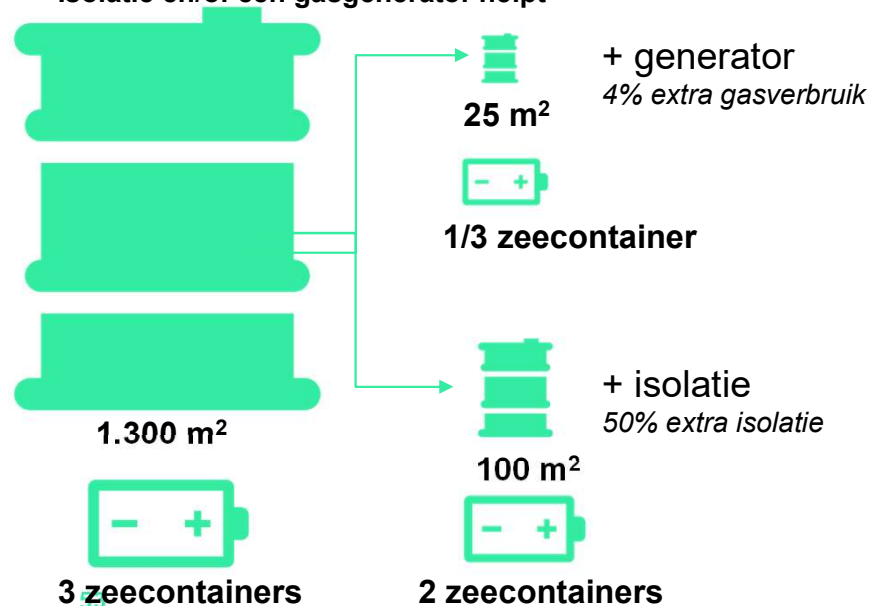
Opgave: Verdichting met bestaande net

Van de wijk die er al staat

Maatregelen:

- 1.300 m² warmtebuffer
- 3 zeecontainers batterijen

Isolatie en/of een gasgenerator helpt



Opgave: Verdichting met beperkte net-uitbreiding

Bij de wijk die er al staat

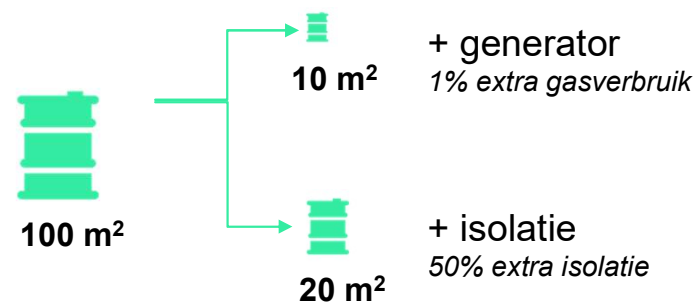
30% extra netruimte

Maatregelen:

- 100 m² warmtebuffer

De buffer kan significant kleiner door:

- Een generator (1% extra gasverbruik)
- Verregaande isolatie (50% extra isolatie)

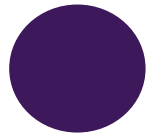


Energie analyse – met warmtetransitie bestaande bouw

Inzichten uit doorrekeningen



30% extra netruimte

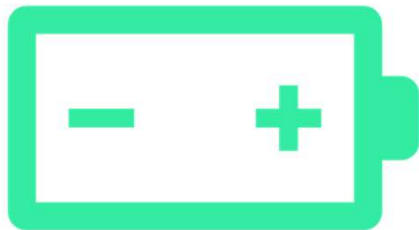


Opgave: Verdichting met bestaande net

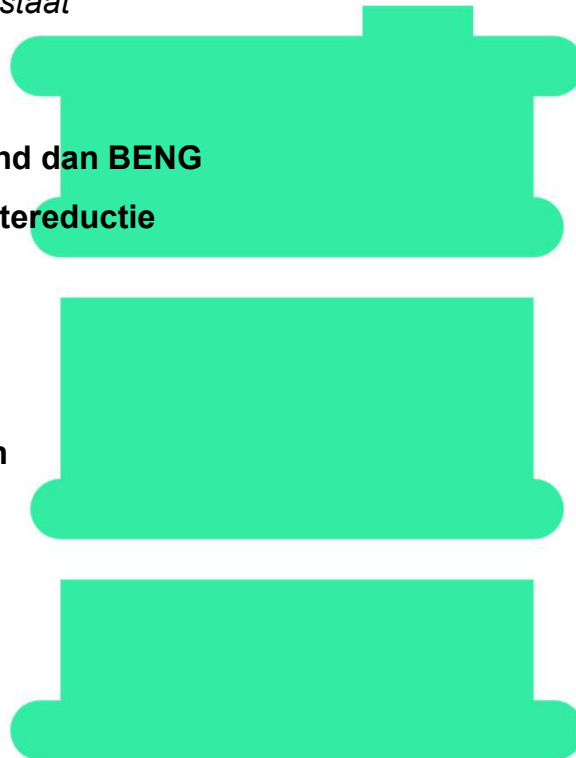
Van de wijk die er al staat

Maatregelen:

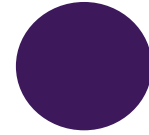
- Nieuwbouw 50% verdergaand dan BENG
- Bestaande bouw 50% warmtereductie
- 50% EV reductie
- Passieve koeling
- 18.000 m² warmtebuffer
- 800 zeecontainers batterijen



800 zeecontainers



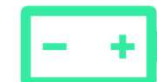
18.000 m²



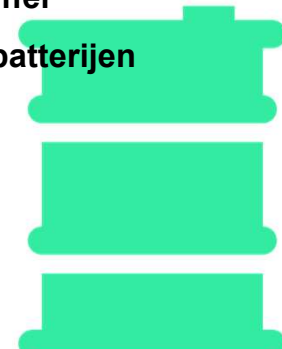
Opgave: Verdichting met beperkte net-uitbreiding *Bij de wijk die er al staat*

Maatregelen:

- Nieuwbouw 50% verdergaand dan BENG
- Bestaande bouw 50% warmtereductie
- 50% EV reductie
- Passieve koeling
- 700 m² warmtebuffer
- 7 zeecontainers batterijen



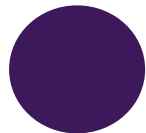
7 zeecontainers



700 m²

Energie analyse – met passiefbouw en -renovatie

Inzichten uit doorrekeningen



Opgave: Verdichting met bestaande net

Van de wijk die er al staat

Maatregelen:

- Passieve nieuwbouw
- Passief renovatie
- 50% EV reductie
- Passieve koeling
- 200% PV
- 6 m² warmtebuffer
- 1/2 zeecontainer batterijen



1/2 zeecontainer



6 m²



Opgave: Verdichting met beperkte net- uitbreiding *Bij de wijk die er al staat*

30% extra netruimte

Maatregelen:

- Passieve nieuwbouw
- Passief renovatie
- 50% EV reductie
- Passieve koeling
- 200% PV
- 5 m² warmtebuffer



5 m²

Overzicht uitgevoerde berekeningen



De tabel toont een overzicht van alle doorgekende combinaties in deze fase

Het basisscenario is een wijk met een grote netaansluiting en aardgas voor de bestaande bouw en nieuwbouw, de warmtetransitie van bestaande bouw is hier nog niet meegenomen. Zon PV voegt elektriciteit toe aan deze wijk. In het Basisscenario zit een WKK met warmtebuffer die een (klein) warmtenet voorziet van warmte gemaakt met elektriciteit. Daarnaast is er een collectieve warmtepomp met booster die warmte maakt uit buitenlucht en een airco op elektriciteit die voor koelte zorgt. In dit scenario wordt elektrisch vervoer collectief geladen met slimme aansturing. In de overige scenario's is gevarieerd met het toevoegen van (grotere) WKK's, de warmtetransitie in bestaande bouw, de beschikbare netcapaciteit en externe warmtebronnen en energiebesparingen.

Scenario's →	Basis	Basis zonder WKK	Basis warmtet ansitie	Bestaande net - zonder WKK	Bestaande net - zeer kleine WKK	Bestaande net - WKK	Bestaan de net - all-E	Bestaan de net - V2G	Bestaande net - V2G, zeer kleine WKK	Bestaande net - externe warmte	Bestaande net besparen nieuwbouw	Bestaande net besparen nieuwbouw - zonder WKK	Geen net - geen besparing	Geen net	Bestaande net - Warmtetransitie	Bestaande net - warmtetransitie - passief - 50% EV - passieve koeling
PV (MW)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	16,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	20,0	30	20,0	30,0
Netaansluiting (MW)	4,4	4,4	6,3	1,5	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,0	0,0	1,2	1,2
Bestaande bouw	aardgas	aardgas	elektrisch + 30% reductie	aardgas	aardgas	aardgas	aardgas	aardgas	aardgas	externe warmte	aardgas	aardgas	All-E	Passief (0 warmte en koude)	50% reductie, LT	passief
Warmtevraag nieuwbouw			30% reductie								50% reductie warmte nieuwbouw, passieve koeling	50% reductie warmte nieuwbouw, passieve koeling		Passief (0 warmte en koude)	50% onder BENG voor nieuwbouw, geen koeling	passief
V2G	x	x	x	x	x	x	x	v	v	x	x	x	x	geen EV	x	x
Slim laden	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	geen EV	v	v
Batterij (MWh)	x	x	x	x	3,1	0,3	0,7	0,3	2,6	x	0,1	1,8	4204,0	23,0	781,0	0,4
Warmtebuffer [MWh]	0,2	1,3	5,7	21,8	257,0	4,7	49,9	5,1	263,0	x	1,5	20,2	3509,0	22,9	3492,0	1,2
WKK (kW)	78,6	x	x	x	39	358	x	339,0	35,0	x	216,0			x	x	x
gasverbruik WKK (MWh)					3,8	376,0			3,5		90,0	x				x
Eboiler (MW)	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		0,6	x	x
Warmtepomp (MWh)	1,0	1,1	3,1	1,1	2,3	0,9	1,4	0,9	2,2	x	0,5	0,7	4,4	x	6,9	0,2
booster (kWth)	119	135	584	326	2101	323	748,0	305,0	1946,0	x	186,0	264,0	5600,0	x	9220,0	330,0
Koeler	2,5	2,5	2,7	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,7	x	x	2,7	x	2,7	x

C2. Procesverslag en resultaten ontwerpatelier 2



Inzichten uit ontwerpatelier 2

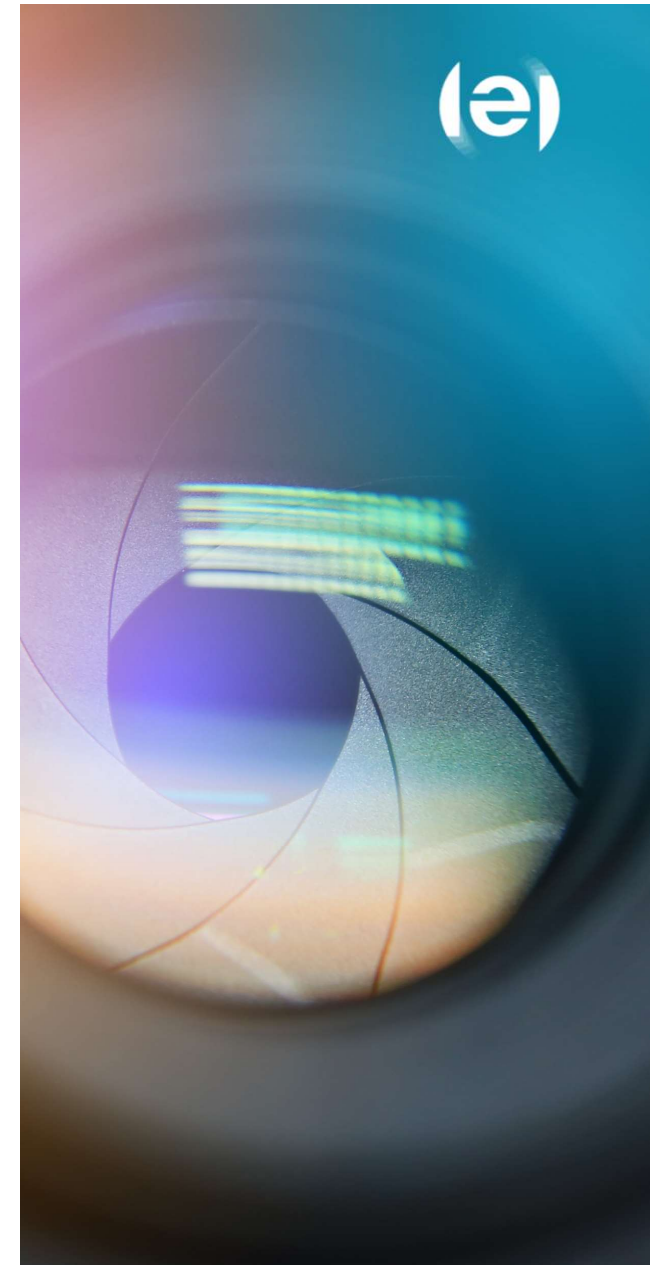
Tekenen

OV-knooppunt

- Dakoppervlak is geen “gratis” ruimte voor PV panelen. Ook op daken en gevels is groen nodig. Met name in de dichte bebouwing van het OV knooppunt.
- Schuiven met doelgroepen kan handig zijn voor het energiesysteem, bijvoorbeeld om de auto uit de wijk te krijgen

Getransformeerd bedrijventerrein

- Auto uit de wijk en vergrijzing gaat niet goed samen
- Het bedrijventerrein zo houden omdat je daar specifieke functies kwijt kunt
- Kades benutten voor prettige leefomgeving



Inzichten uit ontwerpatelier 2

Algemeen

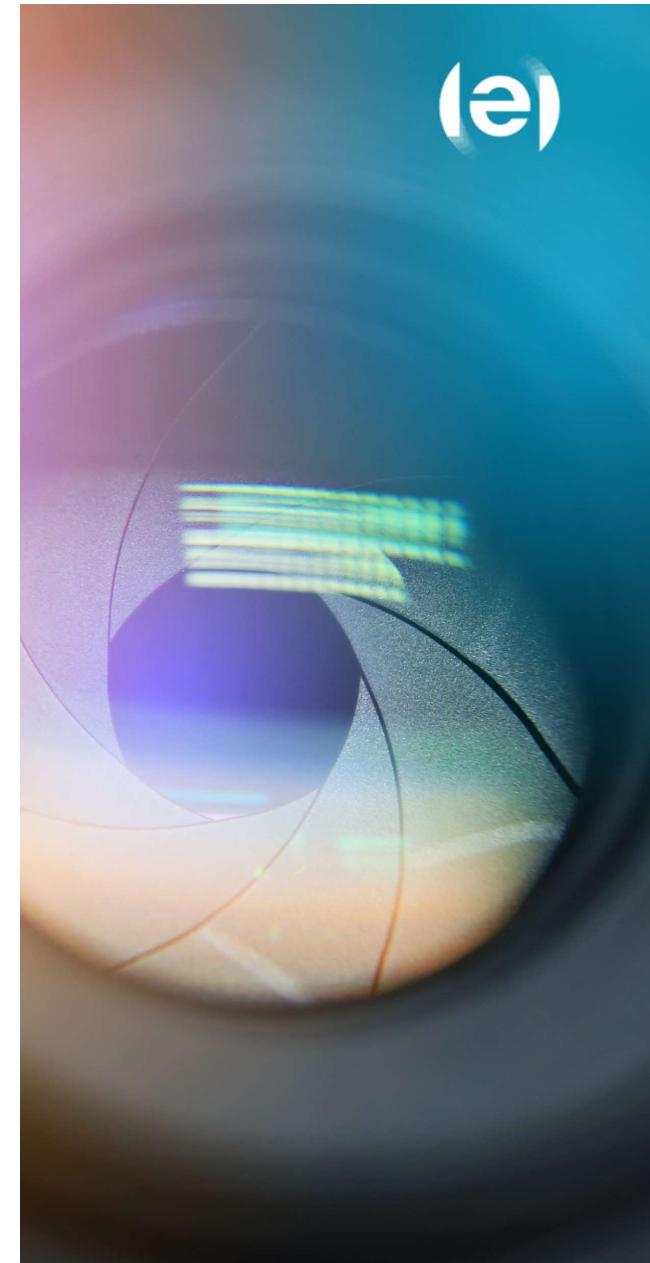
- Met externe warmte of een gasgenerator kunnen binnen het laadvermogen* van de wijken, de wijken aangepakt worden binnen de bestaande netcapaciteit. In de haven kan het ook met wind.

OV-knooppunt

- 0 op het net is energetisch niet mogelijk. Er is onvoldoende ruimte voor opwek om in de vraag te voorzien. Er is een footprint* buiten de wijk nodig.

Getransformeerd bedrijventerrein

- Lokale wind verkleint de omvang van de netaansluiting en benodigde opslag sterk. Er is een footprint buiten de wijk nodig.
- De walstroom en laadvoorzieningen voor schepen vragen een aantal factoren meer vermogen dan de hele wijk.



Opgave ontwerpatelier 2



Met twee wijken aan de slag met een mix van mensen met achtergronden in energie, planologie en stedenbouw.

Gestelde vragen:

Vraag 1:

Karakteriseer het huidige gebied, met betrekking tot:

- gebruik (occupatie functies)
- energie (vraag en aanbod)

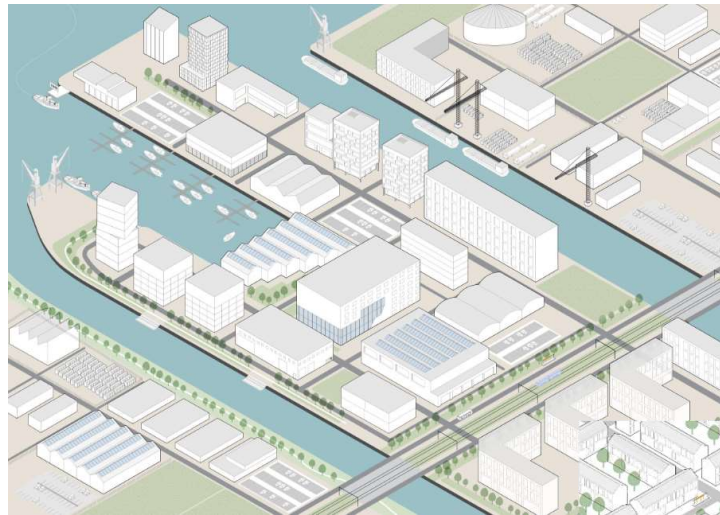
Vraag 2:

Transformeer het gebied in de richting van (doorlooptijd tot 2050):

- verdichting / verstedelijking: verdubbel het aantal woningen
- een optimaal energiesysteem

Welke bouwstenen gebruik je?

Welke inzichten en dilemma's kom je tegen?



Bedrijventerrein



OV-knooppunt

Hoe ziet het er dan ongeveer uit?

Hoe ziet het er dan ongeveer uit?



OV-knooppunt na verdichting



Deze afbeelding toont het resultaat van de woon- en energieconcepten die zijn bedacht in ontwerpatelier 2. De energieconcepten zijn hier niet doorgerekend of getoetst op haalbaarheid. Het is dus alleen een indicatie van mogelijke oplossingen die door deelnemers zijn genoemd. In een volgende fase zijn realistische energieconcepten doorgerekend en ingetekend.



Vertrekpunt

688 woningen

167.000 m² utiliteit

Resultaat

922 extra woningen

15.000 m² extra utiliteit

Gebruikte elementen en ontwerpprincipes

Optoppen

Auto's uit de wijk

Trein ondergronds

Sterkte verdichting rond het station

Ruimte voor groen en blauw

Bedrijventerrein na verdichting



Deze afbeelding toont het resultaat van de woon- en energieconcepten die zijn bedacht in ontwerpatelier 2. De energieconcepten zijn hier niet doorgerekend of getoetst op haalbaarheid. Het is dus alleen een indicatie van mogelijke oplossingen die door deelnemers zijn genoemd. In een volgende fase zijn realistische energieconcepten doorgerekend en ingetekend. \



Vertrekpunt

570 woningen

26.000 m² utiliteit

Resultaat

1130 extra woningen

17.400 m² extra utiliteit

Gebruikte elementen en ontwerpprincipes

Optoppen

Haven gebruiken

Auto's uit de wijk

Wind op het bedrijventerrein

Geothermie

Ruimte voor groen en blauw

Analyse van de resultaten



Omschrijving scenario's



In elk scenario is berekend hoeveel (ruimte voor) energieopslag in de wijk nodig is bij de gewenste ontwikkelingen. Uitgangspunt is steeds dat verdichting en warmtetransitie plaatsvindt met behoud van de huidige, al aanwezige netaansluiting in de wijk. In elk scenario is het effect van een maatregel op de totale benodigde hoeveelheid opslag berekend. In elk scenario is uitgegaan dat 50% van het totale oppervlakte van de wijk volgelegd is met PV. Tenzij anders aangegeven in de scenario's is uitgegaan van een all-electric invulling voor de warmtevraag met lucht-water warmtepompen.

A. Referentie	Met het referentie scenario is berekend wat de totale opslagbehoefte is als er wordt verduurzaamd (warmtetransitie) en verdicht op het bestaande net zonder aanvullende maatregelen.
B. Externe warmte	In dit scenario is de warmtevraag ingevuld met externe groene warmte (geothermie of een andere toekomstbestendige groene bron). Hiermee wordt de elektriciteitsvraag flink lager.
C. Passieve nieuwbouw en 30% besparen bestaande bouw	In dit scenario wordt gerekend met forse isolatie. Nieuwbouw wordt passief gebouwd en er is uitgegaan van 30% besparing van de warmtevraag in bestaande bouw.
D. 30% extra net	Hier is het effect van een 30% groter net berekend.
E. 5% gasgenerator	In dit scenario is er een piekgasgenerator (nog niet gedefinieerd welk type gas) die 5 % van de warmtevraag kan invullen. Het gas wordt vooral gebruikt op momenten dat er hoge warmtevraag is maar weinig duurzame opwek.
F. Zonder warmtetransitie	Hier wordt het effect berekend van het uitvoeren van slechts een van de transitie: de verdichting zonder dat de warmtetransitie in de bestaande bouw wordt uitgevoerd.
G. Met 3MW wind	In dit scenario is een windmolen van 3 MW meegenomen in het lokale energie aanbod. Dit is alleen berekend voor de wijk 'bedrijventerrein' omdat alleen daar mogelijkheden lijken te zijn voor plaatsing van een windmolen

Input analyses



Uitgangspunten	Na-oorlogse wijk	OV knooppunt	Bedrijventerrein
Bestaand aantal woningen	540	688	570
aantal woningen na verdichting	880	1610	1700
Oppervlakte terrein (m2)	210000	350000	130000
Bestaand oppervlak utiliteiten	7000	167000	26000
Nieuw oppervlak utiliteiten	10000	182000	43400
Referentiewijk	Rotterdam Ommoord	Amsterdam Zuidas Zuid	Nieuwegein De Wiers
Openbaar groen (m2)	62964	3150	25610
Onbebouwd terrein (m2)	148400	182000	61360
Huidige netgrens (MW) - run uit Sympheny 0.53		5.90	1.09

Ruimte voor energie	Na-oorlogse wijk	OV knooppunt	Bedrijventerrein
Max % PV van bruto oppervlakte	50%	50%	50%
Max opgesteld vermogen PV (MW)	10.60	17.50	6.50
Max hoeveelheid wind (MW)	0.00	0	6.00
Max ruimte voor opslag bij 3% van ruimte (batterij) (m2)	4452	5460	1841
Max opslag bij 3% van ruimte (batterij) (MWh)	178	218	74
Max hoeveelheid piekgas (5% van warmtevraag) (kWh)	301694	1693587	676000

Inputs Sympheny (kWh)	Na-oorlogse wijk	OV knooppunt	Bedrijventerrein
Woningen Bestaand - Elektra	1360000	1676000	1410000
Woningen Nieuw - Elektra	700000	1844000	1844000
Woningen Bestaand - Warmte heden	3313380	4031659	4031659
Woningen Nieuw - Warmte BENG	1401390	3764526	4613790
Woningen Bestaand - Warmte -30%	2319366	2822161	2822161
Woningen Nieuw - Warmte Passief	525521	1411697	1730171
Woningen tapwater	1324548	2243848	2335788
Woningen koude	275529	751591	921148
Utiliteiten Bestaand Elektra	724500	17284500	2691000
Utiliteiten Nieuw - Elektra	310500	1552500	1800900
Utiliteiten Bestaand - Warmte heden	1033031	24645167	3836972
Utiliteiten Nieuw - Warmte BENG	286081	1430406	1659271
Utiliteiten Bestaand - Warmte -30%	723122	17251617	2685880
Utiliteiten Nieuw - Warmte Passief	107280	536402	622227
Utiliteiten Koude	200000	3640000	868000
Bezoeker [km]	12500	20000	12500
Forens [km]	9000	18000	12000
Lokaal [km]	5000	10000	12500
Bezoeker [kWh]	2500	4000	2500
Forens [kWh]	1800	3600	2400
Lokaal [kWh]	1000	2000	2500

Output analyses



Outputs Sympheny	Na-oorlogse wijk	OV knooppunt	Bedrijventerrein
Netgrens [MW]	0.53	5.9	1.1
A. Referentie			
Opslag [MWh]	1173	3202	4625
- ruimtegebruik opslag [m2]	29325	80050	115625
- percentage onbebouwde ruimte (opslag, inclusief benodigde ruimte er omheen)	19.8%	44.0%	188.4%
PV [MW]	10.60	17.50	6.50
- percentage oppervlak	50%	50%	50%
B. Externe warmte			
Opslag [MWh]	2.2	14.6	34
- ruimtegebruik opslag [m2]	55	365	850
- percentage onbebouwde ruimte (opslag, inclusief benodigde ruimte er omheen)	0.0%	0.2%	1.4%
- Vermindering ruimtegebruik tov referentie [m2]	29270	79685	114775
-vermindering ruimtegebruik tov referentie [%]	100%	100%	99%
- Vermindering ruimtegebruik tov referentie in totale gebied [%]	14%	23%	88%
PV [MW]	10.60	17.50	6.50
- percentage oppervlak	50%	50%	50%
C. Passieve nieuwbouw en 30% besparen bestaande bouw			
Opslag [MWh]	460	*	2720
- ruimtegebruik opslag [m2]	11500		68000
- percentage onbebouwde ruimte (opslag, inclusief benodigde ruimte er omheen)	7.7%		110.8%
- Vermindering ruimtegebruik tov referentie [m2]	17825		47625
-vermindering ruimtegebruik tov referentie [%]	61%		41%
- Vermindering ruimtegebruik tov referentie in totale gebied [%]	8%		37%
PV [MW]	10.6		7.5
- percentage oppervlak	50%		58%
D. 30% extra net			
Opslag [MWh]	791	209	3629
- ruimtegebruik opslag [m2]	19775	5225	90725
- percentage onbebouwde ruimte (opslag, inclusief benodigde ruimte er omheen)	13.3%	2.9%	147.9%
- Vermindering ruimtegebruik tov referentie [m2]	9550	74825	24900
-vermindering ruimtegebruik tov referentie [%]	33%	93%	22%
- Vermindering ruimtegebruik tov referentie in totale gebied [%]	5%	21%	19%
PV [MW]	10.6	17.5	7.5
- percentage oppervlak	50%	50%	58%

Outputs Sympheny	Na-oorlogse wijk	OV knooppunt	Bedrijventerrein
Netgrens [MW]	0.53	5.9	1.1
E. 5% gasgenerator			
Opslag [MWh]	955	1381	4139
- ruimtegebruik opslag [m2]	23875	34525	103475
- percentage onbebouwde ruimte (opslag, inclusief benodigde ruimte er omheen)	16.1%	19.0%	168.6%
- Vermindering ruimtegebruik tov referentie [m2]	5450	45525	12150
-vermindering ruimtegebruik tov referentie [%]	19%	57%	11%
- Vermindering ruimtegebruik tov referentie in totale gebied [%]	3%	13%	9%
Gasgenerator [MW]	0.3	0.3	0.11
CO2 uitstoot [ton]	60	339	135
PV [MW]	10.6	17.5	7.5
- percentage oppervlak	50%	50%	58%
F. Zonder warmtetransitie			
Opslag [MWh]	21	24	2372
- ruimtegebruik opslag [m2]	525	600	59300
- percentage onbebouwde ruimte (opslag, inclusief benodigde ruimte er omheen)	0.4%	0.3%	96.6%
- Vermindering ruimtegebruik tov referentie [m2]	28800	79450	56325
-vermindering ruimtegebruik tov referentie [%]	98%	99%	49%
- Vermindering ruimtegebruik tov referentie in totale gebied [%]	14%	23%	43%
CO2 uitstoot [ton]	1046	5952	1632
PV [MW]	10.6	17.5	7.5
- percentage oppervlak	50%	50%	58%
G. Met 3MW wind			
Opslag [MWh]	nvt	nvt	2218
- ruimtegebruik opslag [m2]			55450
- percentage onbebouwde ruimte (opslag, inclusief benodigde ruimte er omheen)			90.4%
- Vermindering ruimtegebruik tov referentie [ha]			60175
-vermindering ruimtegebruik tov referentie [%]			52%
- Vermindering ruimtegebruik tov referentie in totale gebied [%]			46%
PV [MW]			7.5
- percentage oppervlak			58%

Resultaten berekening ruimtegebruik op schaalniveaus



Benodigde hoeveelheid ruimte op drie schaalniveaus met toenemende netcapaciteit voor de na-oorlogse wijk

Totale oppervlakte wijk: 210000 m²

Netcapaciteit [MW]	0	0.2	0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.5	2
Wijk [m²]	68175	53150	38625	24900	19150	13400	7775	2750	1075	750	155	0
Batterij [m ²]	68175	53150	38625	24900	19150	13400	7775	2750	1075	750	155	0
Warmtebuffer [m ²]												
Stad [m²]	0	40	80	120	140	160	180	200	220	240	300	400
Ondergrondse infra [m ²]	0	40	80	120	140	160	180	200	220	240	300	400
Regio [m²]	0	780	1560	2340	2730	3120	3510	3900	4290	4680	5850	7800
Onderstations [m ²]	0	30	60	90	105	120	135	150	165	180	225	300
Bovengrondse infra [m ²]	0	750	1500	2250	2625	3000	3375	3750	4125	4500	5625	7500
TOTAAL [m²]	68175	53970	40265	27360	22020	16680	11465	6850	5585	5670	6305	8200
Ruimtegebruik in de wijk [%]	46%	36%	26%	17%	13%	9%	5%	2%	1%	1%	0%	0%
Kritische periode [uur]	2760	2760	2760	2760	2760	2160	2160	1260	200	200	30	7
Kritische periode [dagen]	115	115	115	115	115	90	90	52.5	8.3	8.3	1.3	0.3

In deze berekeningen is de ruimtelijke impact van opslag in de wijk en ruimte voor energie-infrastructuur op alle schaalniveaus meegenomen. De ruimte voor opslag op stad- en regioniveau, en opwek op alle niveaus is nog niet meegenomen. We raden aan om dit in vervolgonderzoek wel mee te nemen.

Laadvermogen van een wijk

Hoeveel ruimte kan een wijk besteden aan energie?



Externe warmte

Minder dan 3% ruimte
nodig voor energie



Windenergie

Minder dan 3% ruimte nodig
voor energie



Generator

Minder dan 3% ruimte
nodig voor energie



Warmtevraag reductie
50% bij nieuwbouw
30% bij bestaande bouw

Meer dan 3% ruimte nodig
voor energie



30% extra netcapaciteit

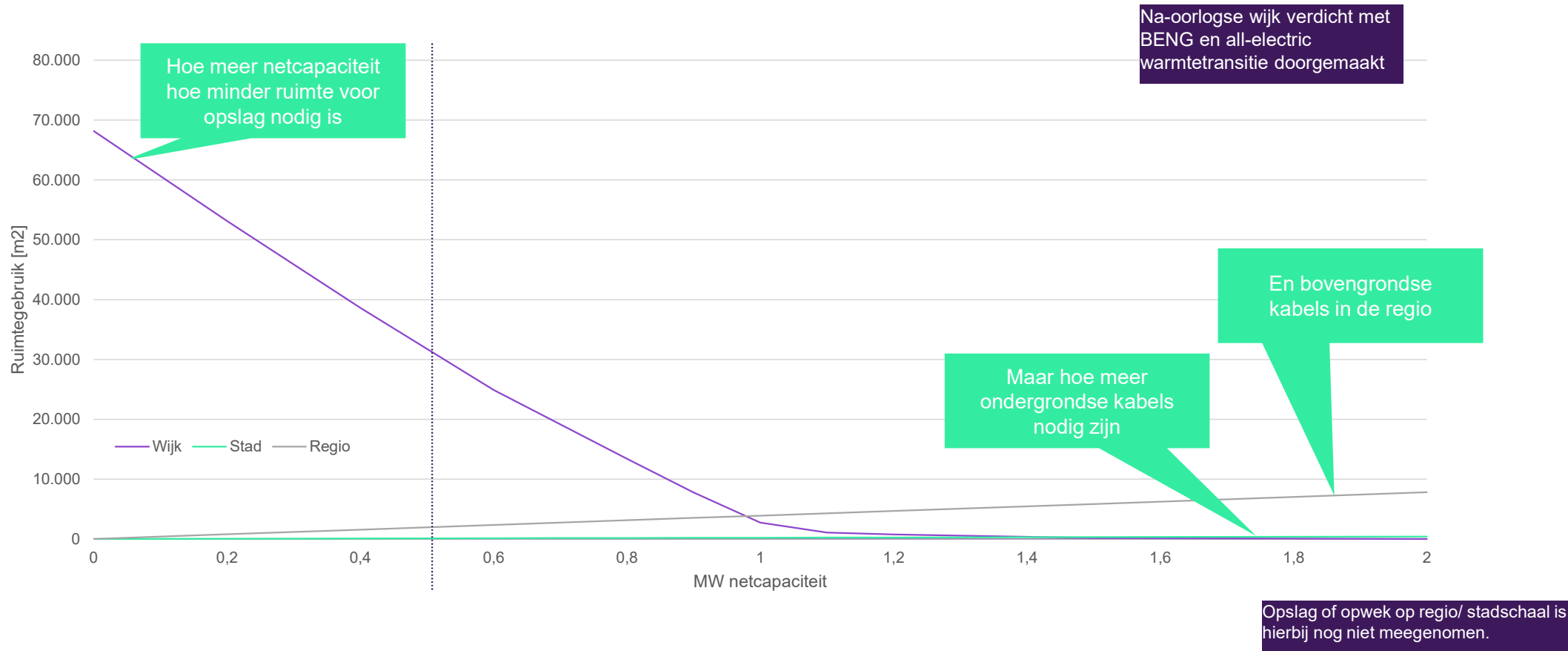
Meer dan 3% ruimte nodig
voor energie

We gaan hier uit van een **maximaal laadvermogen van 3% van de onbebouwde ruimte van een wijk** voor energie.

Ter referentie: nu wordt 0,3-0,5% van de onbebouwde ruimte aan energie besteed.

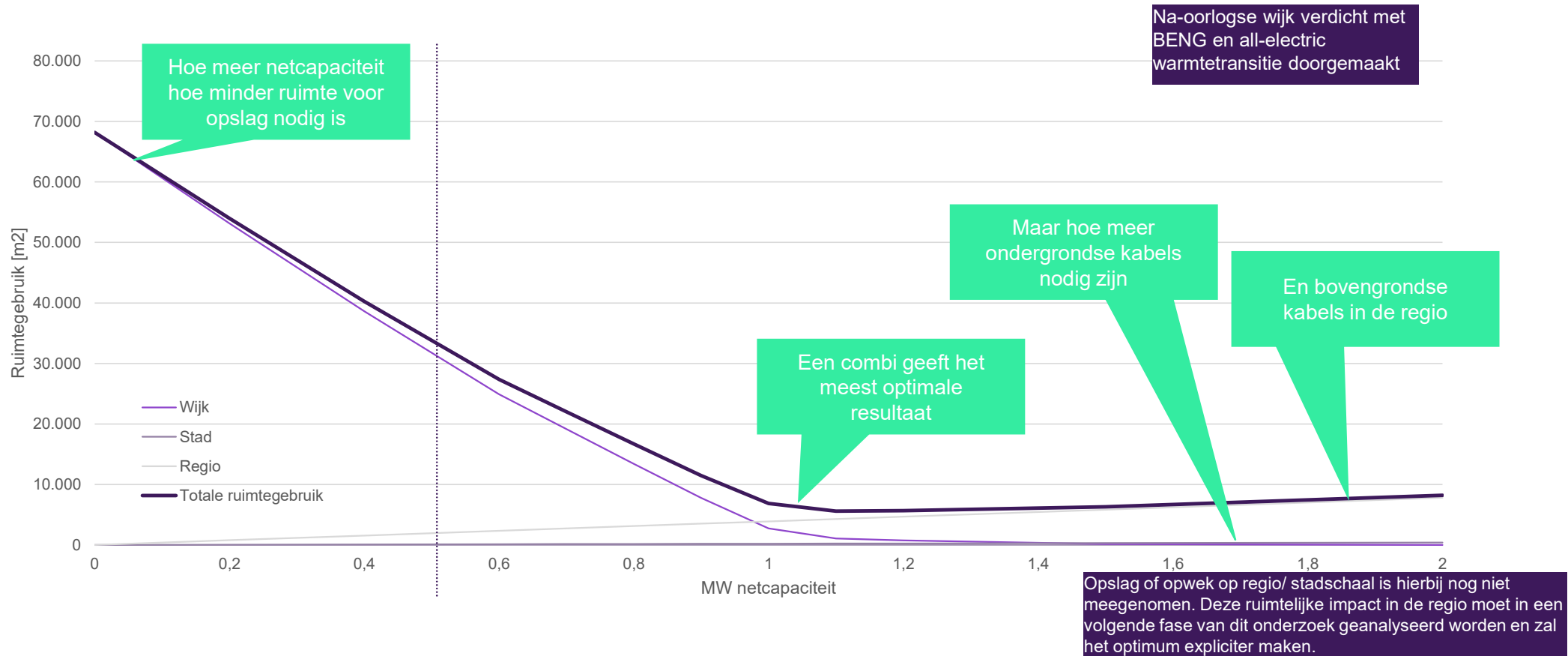
Footprints buiten de wijk zijn onvermijdelijk

En te optimaliseren



Footprints buiten de wijk zijn onvermijdelijk

En te optimaliseren



C3. Procesverslag en resultaten ontwerpatelier 3



Inzichten uit ontwerpatelier 3

Wijkniveau

- Alles lokaal oplossen is ruimtelijk niet mogelijk. Afwentelen op de regio is nodig.
- Afweging: minder woningen, meer energie-assets. Wat is de maximale bouwdichtheid voor leefbare wijken?
- Voorkeur voor assets in woningen/gebouwen om verrommeling van de wijk te voorkomen
- Wind mogelijk interessanter in wijken. "Not in my backyard" heeft andere betekenis in toekomstig systeem

Regioniveau

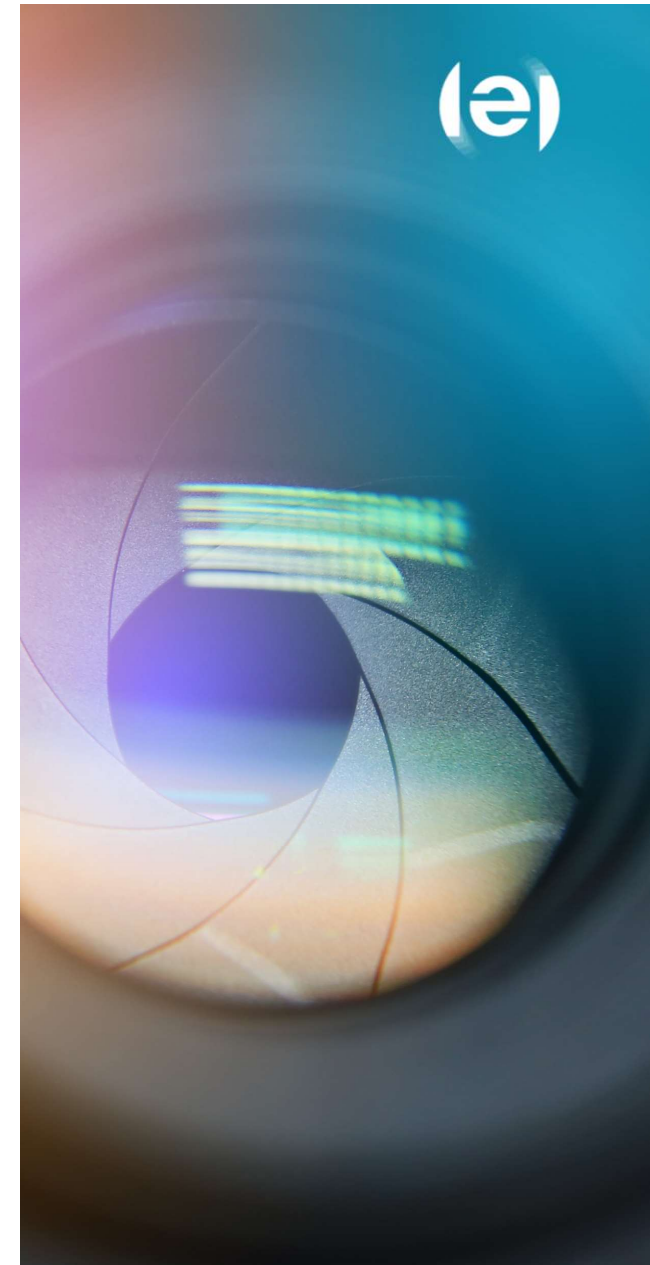
- Botsende belangen buitengebied: ruimte ten koste van landbouwgrond, natuur of industrieterrein en dus economische groei. Voorkeur lijkt: assets op bedrijventerreinen

Combinatie van wijk en regio

- Regio is nodig om lokale uitdagingen te realiseren: start met ontwerpen op regioniveau
- Pak de wijken en regio samen aan. Op meerdere schaalniveaus tegelijk en integraal ontwerpen. Gebeurt al voor water, mobiliteit, nog niet voor energie

Vervolg vragen

- Nog niet helder welke afwegingen te maken zijn. Welke ruimtevragers zijn er? Dubbel ruimtegebruik mogelijk? Hoe weeg je deze af? Wat is het effect daarvan?



Opgave ontwerpatelier 3

De deelnemers werden in verschillende groepen uitgedaagd om de benodigde ruimte van verdichten zonder extra netaansluiting in te passen in de wijk stad en regio.

Deelnemers kregen kaarten en fiches van opslagsystemen, hoogspanningslijnen etc. De opgave was om de benodigde hoeveelheid spullen kwijt te raken op daarvoor geschikte plekken. Doel was om de discussie te voeren over hoe een afweging gemaakt wordt tussen waar de ruimtelijke impact van de verdichtingsopgave landt.



Vind ruimte, in de wijk, in de regio

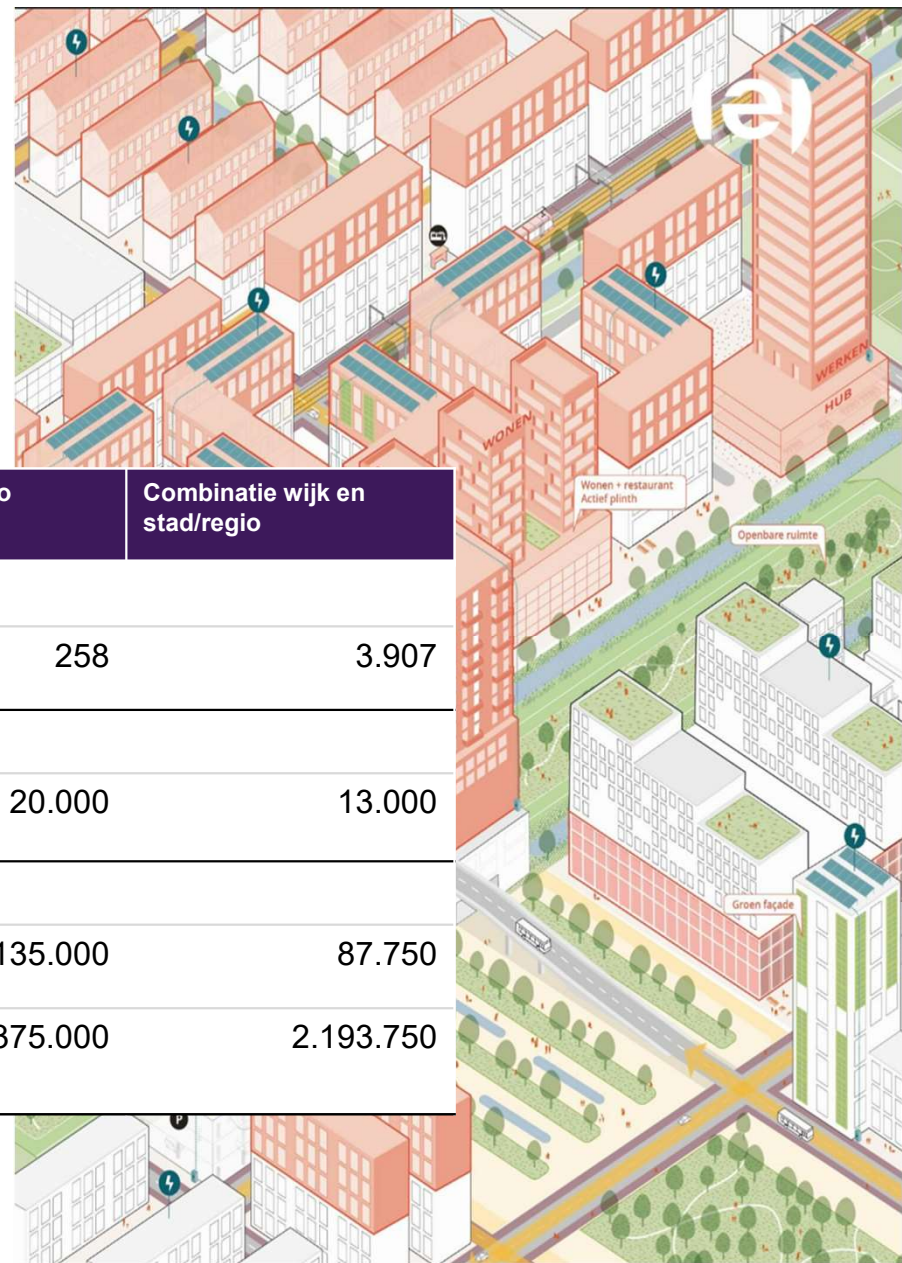
En wat zijn de afwegingen daarbij?

Huidige OV-knooppunt: ca. 700 woningen

Verdichte OV-knooppunt: + 900 nieuw te bouwen woningen

Het scenario: verdichten + warmtetransitie + slim geladen EV vraagt het volgende aan energie infra voor opslag en transport:

Oppervlakte wijk is 350.000 m ²	Zoveel mogelijk in de wijk	Zoveel mogelijk in de regio	Combinatie wijk en stad/regio
Wijk			
Batterij [m ²] 150 en 300 m ² /stuk	50.452	258	3.907
Stad (weegfactor 10)			
Ondergrondse HS infra [m ²] Per tracé: 10 m x 5 km	8.000	20.000	13.000
Regio (weegfactor 90)			
HS-stations [m ²] 2-3 ha per stuk	54.000	135.000	87.750
Bovengrondse HS infra [m ²] Per tracé: 100 m x 15 km	1.350.000	3.375.000	2.193.750



De gebruikte onderleggers



De ruimtevragers op de vorige pagina zijn de het ontwerptalier geplaatst op onderstaande onderleggers.



In de wijk



In de stad

C4. Procesverslag en resultaten oogstsessie



Inzichten/ vervolgvragen uit oogstsessie

Passief:

- Een idee voor implementatie is het ontwikkelen van een totaalpakket met maatregelen, inclusief netaansluiting. Nu kan je wel passief gaan bouwen omdat dat beter is voor het net, maar je komt ook dan onder aan de wachtrij bij de netbeheerder.
- Inspireren door te ontwerpen. Maak het voorstelbaar en laat zien hoe het kan. Daag ontwerpers uit om inzichtelijk te maken hoe passiefbouw er uit kan zien en inspireer daarmee.
- Financiering: de baten op de lange termijn en de kosten op de korte termijn liggen niet bij dezelfde persoon. Daar moet een andere oplossing voor komen.
- Het verhaal van het nut van passief bouwen en renoveren moet verteld worden aan bestuurders.

Energie assets in wijk, regio of landelijke schaal

- Er is inzicht en besluitvorming nodig. Er zijn voldoende overlegtafels om de opgedane *inzichten* te verspreiden. Het NOVEX MRA lijkt hiervoor een goede start.
- Er is nu geen duidelijk aangewezen verantwoordelijke die keuzes kan maken voor wat op welk schaalniveau gebeurt. Nodig: een afwegingskader waarmee optimum tussen ruimtebehoeften op verschillende schaalniveaus zichtbaar wordt.
- Dit is het moment om bestuurders te adviseren. Bestuurders moeten nu belangrijke systeemkeuzes maken. Bewustwording van de uitdaging op de verschillende schaalniveaus. Besef en gevoel van urgentie ontbreekt nog.

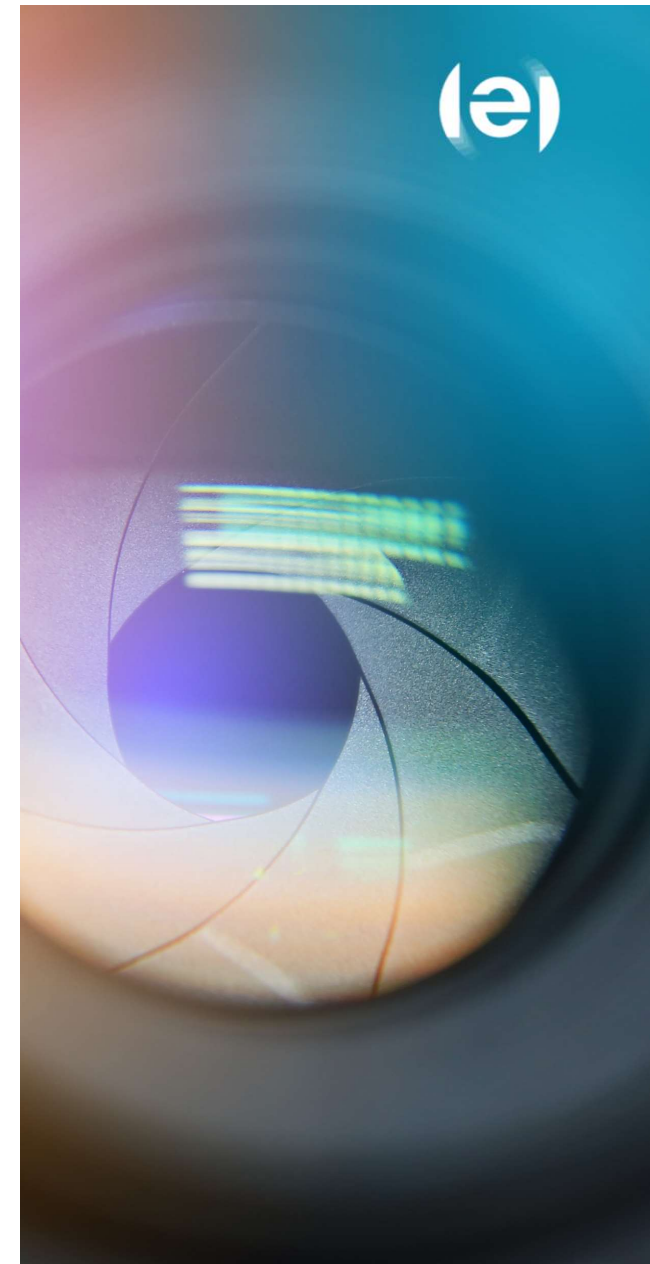
Verdichting + warmtetransitie in bestaande bouw

- Ontwikkelaars van nieuwbouw en partijen zich bezig houden met verduurzamen van bestaande bouw moeten in gesprek om een integrale afweging te maken.

Externe warmte helpt

- Randvoorwaarden moeten op orde komen om een maatschappelijke afweging te kunnen maken. Het rijk en gemeente spelen een rol op het gebied van geld en KGG op het gebied van beleid.

78 Het rijk is aan zet hier, dus zet externe (groene) warmtebronnen daar op de agenda.



Opgave oogstsessie



In de oogstsessie was het doel: concrete acties verbinden aan de inzichten en dilemma's die uit dit onderzoek naar voren komen. De deelnemers konden stemmen op de inzichten en dilemma's. Daaruit kwamen de volgende vier inzichten/ dilemma's. De laatste twee zijn gezamenlijk besproken:

- Dilemma: Plaatsen we energie-assets op wijk-, stads- of regionschaal? Er moet een afweging gemaakt worden tussen extra ruimtebeslag in de regio (landelijk gebied, bedrijventerreinen, etc.) en in de wijk.
- Inzicht: Passief bouwen is zeer impactvol
- Inzicht: Verdichting met warmtetransitie in bestaande bouw is zeer uitdagend bij hogere verdichtingsgraden
- Inzicht: Externe warmte helpt

De thema's zijn in world café vorm besproken: 3 groepen rouleerden langs elk thema. Daarbij werden onderstaande vragen besproken:

- Waarom wil je met dit inzicht/dilemma aan de slag? Urgent? Belangrijk?
- Wat wil je bereiken? Gedeeld beeld?
- Wie is daarvoor nodig?
- Hoe start je dit op? Wat zijn de eerstvolgende acties?
- Welke actie/advies neem je mee richting bestuurder?



Plaatsen we energie-assets op wijk-, stads- of regionschaal?



Resultaten uit oogstsessie

Waarom wil je met dit inzicht/dilemma aan de slag? Urgent? Belangrijk?

- Het gesprek over waar de ruimte wordt gereserveerd moet op verschillende niveaus gevoerd worden. Nu nog te gescheiden. Dit is nodig tussen verticale lagen (landelijk, regio, wijk) maar ook tussen disciplines als wonen en energie.
- Eigenaarschap ontbreekt: iedereen wijst naar elkaar (en veel naar de netbeheerder) maar niemand maakt keuzes.
- Impact landt nu vaak in landelijk gebied op goedkope grond. De keuze moet anders gemaakt gaan worden.
- Dit is het moment om bestuurders te adviseren. Bestuurders moeten nu belangrijke systeemkeuzes maken

Wat wil je bereiken? Gedeeld beeld?

- Bewustwording van de uitdaging op de verschillende schaalniveaus. Besef en gevoel van urgentie ontbreekt nog
- Handelingsperspectief voor verschillende stakeholders
- Verantwoordelijkheid bij verschillende stakeholders
- Inzicht in te maken keuzes, gefaseerd in de tijd. Welke tijdlijnen en afhankelijkheden zijn er?
- Een afwegingskader waarmee optimum tussen ruimtebehoeften op verschillende schaalniveaus zichtbaar wordt. Vervolgens een gedeeld beeld van wat er nodig is in Nederland. Van wat het optimum is op de verschillende schaalniveaus
- Opname van die afweging in de omgevingsvisie en energievisies

Wie is daarvoor nodig?

- NOVEX MRA lijkt het juiste vehikel om het gesprek te voeren. Kan een rol spelen in verspreiden van deze inzichten op verschillende niveaus. Juiste partners zitten aan tafel, maar: geen beslissingsbevoegdheid
- Besluitvorming ligt bij provincies en gemeentes
- Andere NOVEX gebieden om een vergelijkbare aanpak af te stemmen.

Hoe start je dit op? Wat zijn de eerstvolgende acties?

- Er is een mechanisme nodig om de uitkomsten van het afwegingskader wijk-stad-regio-landelijk uit te voeren. Eerst zoektocht van experts naar technisch optimum. Dan binnen die grenzen keuzes maken. Discussie over polderen vs technocratie.
 - Het gaat iemand pijn doen- wie maakt de keuze?
- Er is discipline nodig om steeds terug te gaan naar de hele verstedelijkingsopgave zoals die er ligt (NOVEX- MRA) en geen shortcuts te nemen door bijv snel woningen uit de grond te stampen.
- Inzichten uit onderzoek moeten vertaald worden naar handelingsperspectief op alle niveaus. MRA kan daar een gremium voor zijn. Zij kunnen dat inzicht verspreiden.

Welke actie/advies neem je mee richting bestuurder?

- Zeg: reserveer ruimte voor onvoorziene opgaves. Wees zuinig op je ruimte.
- In de meeste gevallen is alle ruimte al vergeven. In dat geval moet er een nieuwe rangorde worden gemaakt: in welke gevallen mag energie worden geprioriteerd boven andere bestemmingen, bijvoorbeeld natuur.
 - Je moet accepteren dat ruimte reserveren ten koste gaat van andere prioriteiten.
- Neem verantwoordelijkheid voor impact van afwenteling op andere schaalniveaus. Help zoeken naar oplossingen.

Overkoepelende inzichten: Er is *inzicht* en *besluitvorming* nodig. Er zijn voldoende overlegtafels om de opgedane *inzichten* te verspreiden. Het NOVEX MRA lijkt hiervoor een goede start.

- Wat ontbreekt is duidelijkheid wie uiteindelijk *besluiten* moet en mag nemen. Discussie over besluitvorming: polderen vs besluitvorming van bovenaf. Angst bestaat dat door polderen geen keuzes gemaakt worden: niemand wil negatieve impacts in zijn/ haar gebied. Er is nu geen duidelijk aangewezen verantwoordelijke die keuzes kan maken voor wat op welk schaalniveau gebeurt. Als niemand de wettelijke beslissingsbevoegdheid heeft bestaat risico dat dit vooruit geschoven wordt. Maar: van bovenaf opleggen is ook niet waarschijnlijk dat dat lukt. Niet duidelijk hoe wel tot echte, bindende beslissingen te komen.

Passief bouwen is zeer impactvol

Resultaten uit oogstsessie



Waarom wil je met dit inzicht/dilemma aan de slag? Urgent? Belangrijk?

- Energie die je niet gebruikt hoeft je niet te vervoeren/ op te wekken/ opslaan.
- Zo min mogelijk energie gebruiken. No- regret, ook als er genoeg is. Het doet veel maar gebeurt niet.
- Nog niet helemaal duidelijk; wat is het? Hoe ziet het er uit?
- Bespaart ruimte, no-brainer
- Op stadniveau nodig
- Regulering stuurt hier niet op. Is lastig voor ontwikkelaars.

Wat wil je bereiken? Gedeeld beeld?

- Ontwerpprincipes voor nieuwbouw en renovatie. Is lastig maar toch op agenda zetten.
- Standaard voor nieuwbouw. Wetgeving nodig. (Convenanten)deals werken niet. Split incentives: woning wordt duurder, maar woonlasten hoeven niet te stijgen.
- Financieringsconstructie
- Standaardoplossingen voor standaardsituaties
- Voor bestaande bouw: hoe ver moet je gaan?
- Onderwerpprijsvraag: hoe doen met ruimtelijke kwaliteit
- Verleidingsmechanismes, dwang werkt niet → wel wetgeven nodig om mogelijk te maken
- Andere route: geef ontwikkelaars beperkt vermogen en laat ze zelf optimum bepalen. Deze route biedt ruimte voor creativiteit .

Wie is daarvoor nodig?

- Rijk: in bouwbesluit
- Netbeheerder
- WoCo's voor bestaande bouw
- Ontwikkelaars + energiebedrijven + installateurs voor financiering
- Goede voorbeelden van ontwerpers

Hoe start je dit op? Wat zijn de eerstvolgende acties?

- Uitzoeken wat exact nodig is, dan lobby
- Framen als oplossing voor woonprobleem
- Wat is het en wat is de ruimtelijke consequentie moet duidelijk zijn
- Ontwerpprijsvraag voor regio/ NOVEX

Welke actie/advies neem je mee richting bestuurder?

- Broekzaknotitie meegeven met wat geregeld moet worden om te bouwen, perspectief te geven.
- Lobby voor wetgeving
- Gesprek over regie
- Opslag + opwek + transport in gemeentelijk energiebedrijf

Verdichting met warmtetransitie in bestaande bouw is zeer uitdagend bij hogere verdichtingsgraden

Resultaten uit oogstsessie



Waarom wil je met dit inzicht/dilemma aan de slag? Urgent? Belangrijk?

- Dit inzicht raakt aan twee groepen mensen (ontwikkelaars van nieuwbouw en mensen die zich bezig houden met het verduurzamen van huidige bouw) die nog onvoldoende met elkaar praten.
- Dilemma: moet je wel gaan verdichten?
 - Afweging op basis van kosten, leefbaarheid, efficiëntie, ..
 - Wat is het optimum tussen verdichten en warmtetransitie? Qua ruimte, groen, etc.

Wat wil je bereiken? Gedeeld beeld?

- Afwegingen maken op basis van alle factoren
 - Integraal bekijken
 - Waardering van factoren

Wie is daarvoor nodig?

Hoe start je dit op? Wat zijn de eerstvolgende acties?

- Bij (nieuwbouw) plannen moet er standaard een energietoets (vergelijkbaar met een watertoets) gedaan worden. Planologen moeten energie integraal meenemen in het maken van hun plannen.

Welke actie/advies neem je mee richting bestuurder?

Overkoepelende inzichten

- Neem andere factoren ook mee die van invloed zijn bij de warmtetransitie
- Er is bewustwording en handelingsperspectief nodig
- Met inzichten het juiste gesprek op de juiste tafel (geen nieuwe tafel) om bewustwording te vergroten. Hier is gezamenlijke taal en beeld nodig

Externe groene warmte helpt

Resultaten uit oogstsessie



Waarom wil je met dit inzicht/dilemma aan de slag? Urgent? Belangrijk?

- Externe warmte staat nog niet bij iedere gemeente op de radar, maar kan wel een groot verschil maken in je ruimtelijke impact
- Er is wel al veel over bekend, maar nog niet genoeg om een goede afweging over te kunnen maken
- Het gaat om een systeemkeuze in plaats van een losse oplossing

Wat wil je bereiken? Gedeeld beeld?

- Een maatschappelijke afweging kunnen maken over externe warmte, zonder politieke, wettelijke en financiële obstakels. Nu zijn er nog gevoeligheden zoals vastzitten aan een monopolist en het financiële risico, ook is het organisatorisch complex
- Efficiënt kunnen inzetten van warmtebronnen. Dus bijvoorbeeld dit ook meenemen in de afweging voor de locatie van een datacenter

Wie is daarvoor nodig?

- Het Rijk moet een rol spelen in het weghalen van obstakels voor warmtenetten en moet regie nemen
- Professionals op het gebied van engineering en ruimte (en deze ook samen brengen)

Hoe start je dit op? Wat zijn de eerstvolgende acties?

- Er is al veel kennis uit bijvoorbeeld TVW's. Het kan helpen om deze ook breder te toetsen op wat de impact (van de som) hiervan is op een groter schaalniveau om zo betere keuzes te kunnen maken
- Randvoorwaarden op orde krijgen. Het rijk en gemeente spelen een rol op het gebied van geld en KGG op het gebied van beleid.
- Bewustzijn: Verstedelijking is niet op te lossen zonder warmtetransitie te kennen in bestaande bouw. → Verstedelickers praat met warmtetransitie

Welke actie/advies neem je mee richting bestuurder?

- Niet alles hoeft all electric te zijn
- Het rijk is aan zet hier, dus zet externe (groene) warmtebronnen daar op de agenda

Overige opmerkingen

- Je moet een goede afweging kunnen maken over de duurzaamheid van een bron. Heb je over 40 jaar nog dezelfde bronnen of wordt bijvoorbeeld restwarmte van industrie steeds verder onderdrukt om energie te besparen?



D. Uitgangspunten en aannames bij doorrekeningen

Uitgangspunten & kentallen voor ruimte en energie

De ruimtelijke opgave levert direct input voor het energetisch concept



De omvang van de drie wijken verschilt. Voor elke wijk is de toekomstige energievraag vastgesteld aan de hand van het aantal bestaande gebouwen (woningen & utiliteiten) en nieuwe woningen. In de verschillende scenario's werd nog met de warmtevraag gevarieerd door verschillende isolatiegraden.

Stedenbouwkundige uitgangspunten

- Plangebied:
 - 21.000 m2 Na-oorlogse wijk
 - 35.000 m2 OV knooppunt
 - 13.000 m2 Bedrijventerrein

Energetische uitgangspunten

- Huidige elektriciteitsaansluiting van wijk
- Maximale lokale opwek: 50% van terrein met PV

Aantal woningen en utiliteit bestaand en nieuwbouw voor de drie wijken

	Wat	Na-oorlogse wijk	OV knooppunt	Bedrijventerrein
Woningen bestaand				
grondgebonden woningen - bestaand	Aantal	284	300	270
appartementen - bestaand	Aantal	254	388	300
Woningen nieuwbouw				
grondgebonden woningen - nieuwbouw	Aantal	24	0	0
appartementen - nieuwbouw	Aantal	314	922	1130
Woningen totaal				
grondgebonden woningen	Aantal	308	300	270
appartementen	Aantal	568	1310	1430
<i>totaal</i>		876	1610	1700
Utiliteiten totaal				
Utiliteiten bestaand	m2	7000	167000	26000
Utiliteiten nieuwbouw	m2	3000	15000	17400
<i>totaal</i>	m2	10000	182000	43400
vervoer bezoekers (werken en winkelen)	8-17u	500	800	500
vervoer bewoners forens	19-7u	300	600	400
vervoer bewoners lokaal	23-17u	200	400	500

De energievraag per type gebouw



Energievraag woningen bestaand	elektriciteit [kWh]		warmte [kWh]		Warmte na labelsprong (30% reductie)	tapwater	
	hoeveelheid per stuk	bron	hoeveelheid per stuk	bron		hoeveelheid per stuk	bron
grondgebonden woningen - bestaand	3000	Gemiddeld energieverbruik in Nederland Milieu Centraal	7,694	Gemiddeld energieverbruik in Nederland Milieu Centraal	5386.124333	1,976	uniforme maatlat
appartementen - bestaand	2000	Gemiddeld energieverbruik in Nederland Milieu Centraal	4,442	Gemiddeld energieverbruik in Nederland Milieu Centraal	3109.082667	1,260	uniforme maatlat

Energievraag woningen Nieuwbouw	elektriciteit [kWh]		warmte [kWh] BENG (40 kWh/ m2)		Passief (15 kWh/ m2)	tapwater		koude	
grondgebonden woningen - nieuwbouw		Gemiddeld energieverbruik in Nederland Milieu Centraal	4,972	uniforme maatlat	1,864.50	uniforme maatlat	1,976	uniforme maatlat	uniforme maatlat
appartementen - nieuwbouw		Gemiddeld energieverbruik in Nederland Milieu Centraal	4,083	uniforme maatlat	1,531.13	uniforme maatlat	1,260	uniforme maatlat	uniforme maatlat

aannames utiliteit- huidig verbruik	Elektriciteitsvraag (kWh/ m2)	warmtevraag kWh/m2	warmte na labelsprong	Koude	verhouding	Bron
Supermarkt	250	134	94		15%	https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/83374NED
detailhandel	80	107	75		45%	https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/83374NED
kantoren	60	205	144		30%	https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/83374NED
restaurant/ cafe	120	176	123		10%	https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/83374NED
gewogen gemiddelde utiliteit	104	148	103	20		

aannames utiliteit- huidig verbruik	Elektriciteitsvraag (kWh/ m2)	warmtevraag kWh/m2	warmte na labelsprong	Koude	verhouding	Bron
Supermarkt	250	86.49040215	32		15%	BENG
detailhandel	80	69.44484844	26		45%	BENG
kantoren	60	132.5765288	50		30%	BENG
restaurant/ cafe	120	113.6370247	43		10%	BENG
gewogen gemiddelde utiliteit	104	95	36	20		

Gehanteerde kentallen & profielen

Voor energie en ruimtegebruik



Gebruikte profielen utiliteit

Utiliteitsprofielen voor elektriciteit zijn uit de Sympheny database gehaald.

Gebruikte profielen woningbouw

- Tapwater op basis van ANDES – intern Alliander model
- Warmtevraag volgens lage temperatuur warmteprofiel MMFBAS o.b.v. graaddagen en stookgrens van 18 graden 2010
- Koel temperatuur op basis van graaddagen en weergegevens van 2010
- Elektriciteitsvraag op basis van MMFBAS voor woningen

Gebruikte profielen opwek

- Zon profiel geschaald o.b.v. instraling KNMI voor 2010
- Windprofiel op locatie gedownload via ninja wind power en geschaald

Kengetallen ruimtegebruik		Bron / aannname
Afmeting batterij	m2/kWh	0,0025 Afmeting batterij Saticoy inclusief veiligheidsmarge
Afmeting PV	m2/kW	6,67 Integrale Effectanalyse (overheid.nl) ; 1 MW / ha
Afmeting wind (direct)	m2/kW	0,0089 Integrale Effectanalyse (overheid.nl)
Wind (indirect)	m2/kW	83,3 Integrale Effectanalyse (overheid.nl)
Afmeting HS lijn	m2/kW	3,75 Basisdocument over energie-infrastructuur (oktober 2019) Netbeheer Nederland
Afmeting HS kabel	m2/kW	0,2 Basisdocument over energie-infrastructuur (oktober 2019) Netbeheer Nederland
Afmeting OS	m2/kW	0,15 Basisdocument over energie-infrastructuur (oktober 2019) Netbeheer Nederland
Afmeting MSR	m2/stuk	20 Oppervlakte & vermogen MSR (500 kW/MSR)

Warmteoplossing	COP
Warmtepompen verwarming	3
Warmtepomp tapwater	3,5
Warmtepomp koeling	3