



Gebiedsgericht verduurzamen
in wederopbouwwijken

Voorwoord

Voor u ligt mijn afstudeerwerk 'Gebiedsgericht verduurzamen in wederopbouwwijken'. Voor mijn studie Ruimtelijke Ontwikkeling – Stedenbouwkundig Ontwerpen zal dit mijn afstudeeronderzoek vormen.

Dit onderzoek heb ik uitgevoerd bij, en in opdracht van, de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed in Amersfoort. Bij deze wil ik mijn collega's hartelijk bedanken voor de mogelijkheid van deze opdracht. In het bijzonder wil ik mijn praktijkbegeleider Els Romeijn bedanken voor alle begeleiding van de afgelopen periode. Daarnaast een dankwoord voor Peter Timmer, Marlijn Baarveld, Frank Buchner, Ellen Vreenegoor van de RCE, Marnix Scholman van Het Oversticht en de praktijkbegeleiders Ruben Ferwerda en Henrie Jonker van Saxion.

Veel leesplezier gewenst.

Colofon

Titel	Gebiedsgericht verduurzamen in wederopbouwwijken
Opdrachtgever	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort
Onderwijsinstelling	Saxion, Deventer
Studie	Ruimtelijke Ontwikkeling - Stedenbouwkundig Ontwerpen
Afstudeerrichting	Klimaat en energie
Student	Frank Eikenaar frank.eikenaar@hotmail.com
Praktijkbegeleider	Els Romeijn e.romeijn@cultureelerfgoed.nl
Competentiecoach	Ruben Ferwerda r.w.ferwerda@saxion.nl
Procescoach	Henrie Jonker h.m.jonker@saxion.nl
Datum	11 juni 2018

Inhoudsopgave

Inleiding	1	Uitwerking casestudy	81
Toolkit energie	6	Inleiding uitwerking casestudy	82
Inleiding toolkit	7	Energiesysteem De Wijert-Noord	83
Maatregelen Opwekken	8	Impressie inpassing zonnepanelen Plan Zuid	87
Maatregelen Opslaan	19	Slot en vervolg	90
Maatregelen Isoleren	24	Bijlage	91
Conclusies toolkit energie	37	Bronnenlijst	92
Analyse wijkeigenschappen	39	Maatregelen klimaatadaptatie	93
Inleiding analyse wijkeigenschappen	40	Overzichtschema maatregelen klimaat en energie	97
Introductie Plan Zuid	41	Haalbaarheidsstudie	99
Introductie De Wijert-Noord	43		
Gebouwen	45		
Gebieden	57		
Conclusies analyse wijkeigenschappen	79		

Inleiding

Aanleiding

Vrijwel alle Nederlandse steden realiseerden na de oorlog uitbreidingswijken, om zo het tekort aan woningen op te vangen. Woningzoekenden vonden hun geluk in rijtjeshuizen, duplexwoningen, (portieketage)flats, villa's of bejaardenwoningen. De wijken zijn ruim opgezet en hebben een groen karakter. Het credo was licht, lucht en ruimte. In de eerste plaats is niet de bebouwing vormgegeven, maar juist de ruimte tussen de bouwblokken. De particuliere, gemeenschappelijke en openbare ruimte lopen daarbij in elkaar over, met voorzieningen als winkels, scholen en kerken op loopafstand. Door de groeiende automobiliteit maakte een goede infrastructuur deel uit van de stadsuitbreidingen. De opzet is heel anders dan vooroorlogse buurten. Nederland kent een relatief kleinschalige stedelijke structuur, met op korte afstand afwisselende bebouwing, voorzieningen, groene ruimte en water. De naoorlogse wijk past in deze traditie. Ten grondslag aan de structuur van de wijken lag het idee van de wijkgedachte, dat de wijk een ruimtelijke en sociologische eenheid vormde. Het gezin werd gezien als de hoeksteen van de gemeenschap, en in het zuiden van het land vormde de kerk de hoeksteen van de parochie. De omvang van de wijk was gebaseerd op het aantal inwoners, de hoeveelheid woningen en voorzieningen die op basis van onderzoek voor de wijkgemeenschap nodig werden geacht (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2017, p.14).

Nu ruim een halve eeuw later zijn deze wijken enerzijds tot volle wasdom gekomen, maar moeten we tegelijkertijd constateren dat de wereld veranderd is. Bijna zonder uitzondering zijn de naoorlogse gebieden op dit moment onderwerp van grotere of kleinere transformatieopgaven. Dit was voor het Rijk aanleiding om de Wederopbouw tussen 2012 en 2016 een van de vijf thema's van de Visie Erfgoed en Ruimte te laten zijn (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2017, p.4).

De grootste veranderingen die nu op bestaande wijken afkomen zijn de energietransitie en klimaatadaptatie. Wijken klaarmaken voor de omslag naar nieuwe energiesystemen, vooral in combinatie met het klimaatbestendig maken, heeft een grote ruimtelijke impact op de omgeving. Het zal, juist voor wederopbouwwijken, een grote transformatieopgave betekenen om de aankomende jaren klimaatadaptief en zo CO₂-vrij mogelijk te worden. Hierbij is het de vraag hoe deze sterk ruimtelijk merkbare transformatie vormgegeven kan worden, passend bij het karakter van de wederopbouwwijken.

Doelstelling

Het doel is om de geschikte mogelijkheden voor de energietransitie en klimaatadaptatie in wederopbouwwijken te onderzoeken en toe te passen. Dit onderzoek moet specifiek op een stedenbouwkundig schaalniveau de handvatten gaan bieden voor de toekomstige verduurzamingsmethoden van wederopbouwwijken in Nederland. De oplossingsrichtingen moeten in eerste instantie generiek zijn, en globaal gebaseerd op de gemeenschappelijke kenmerken van de onderzochte wederopbouwwijken. Zo zijn deze algemeen toepasbaar op deze wijken. Wederopbouwwijken zijn alom vertegenwoordigd in de meeste Nederlandse steden. De oplossingsrichtingen kunnen op deze manier op veel plekken geïmplementeerd worden en bruikbaar zijn voor vele wijken.

Door op een groter schaalniveau (buurt- en wijkniveau) in te gaan op de mogelijkheden van herontwikkeling met betrekking tot deze opgaven kan juist de meerwaarde hiervan worden aangetoond, voor zowel bewoners als stakeholders. Iets wat nog steeds belangrijk is voor de (her)waardering van de eigenschappen van de wederopbouwwijken, én de benutting van deze eigenschappen. Verduurzaming van bestaande gebouwen wordt nu veelvuldig op gebouwniveau toegepast, waarbij er geen rekening gehouden wordt met de ruimtelijke structuur van de wijk. Door in deze op-

gave juist op wijkniveau naar de verduurzamingsopgave te kijken, zal de ruimtelijke samenhang van gebouwen en ruimtes onderling meer gewaarborgd blijven dan bij verduurzaming enkel op gebouwniveau. Op een groter schaalniveau lijkt het vaak lastig om als gebied te werk te gaan met verduurzamingspogingen. In de opgave staat de ruimtelijke kwaliteit van de wederopbouwwijken centraal, waarbij de oplossingsrichtingen in elk geval moeten passen bij kernkwaliteiten van de wijken.

Opdrachtoomschrijving

De afstudeeropdracht zal grofweg uit twee delen bestaan. Een onderzoek naar (generieke) handvatten voor de vormgeving van energietransitie en klimaatadaptatie in de wederopbouwwijken is het eerste deel. Dit zal bestaan uit een inventarisatie naar relevante en toepasbare maatregelen. Dit kunnen voorbeelden zijn uit andere wijken, waarbij de tijdsperiode van deze wijken niet direct binnen de gestelde tijdsperiode van de wederopbouw hoeft te vallen. Zolang de maatregelen toepasbaar zijn binnen het specifieke karakter van de wederopbouwwijk kunnen wijken uit andere tijdperiodes (voor of na 1940 – 1965) als referentie dienen. Daarnaast zullen uiteenlopende methoden voor verduurzaming en energieopwekking onderzocht en geïnventariseerd worden, resulterend in een verzameling van maatregelen voor verduurzaming: de toolkit verduurzaming.

Op een abstract niveau kan de toepasbaarheid van deze gevonden oplossingsmogelijkheden gekoppeld worden aan de globale, gemeenschappelijke kenmerken van de wederopbouwwijk. Aanvullend op de generieke informatie over de stedenbouwkundige opzet van twee verschillende wederopbouwwijken uit de eerste VER-periode (2012-2016), wordt er een studie gedaan naar de opbouw van de wederopbouwwijken. Zo kan aan de hand van deze informatie globaal gekeken worden of bepaalde oplossingsrichtingen voor energietransitie en klimaatadaptatie toepasbaar

zijn op wederopbouwwijken, door ze direct te koppelen aan de stedenbouwkundige elementen van deze wijken. Daarnaast moet de analyse van de specifieke wijkeigenschappen duidelijk maken waar de grootste kansen en uitdagingen liggen binnen de onderzochte wijken, op gebied van energietransitie en klimaatadaptatie.

Een tweede deel zal bestaan uit het daadwerkelijk uitwerken van deze oplossingsrichtingen uit de toolkit van de twee onderzochte wederopbouwwijken uit de eerste VER-periode. De gevonden (meer globale) oplossingsrichtingen uit het generieke onderzoek zullen specifiek toegepast worden door middel van een casestudy. Dit zal binnen de geanalyseerde wijken plaatsvinden, waarbij ze zowel onderzocht worden als toegepast als locatie voor de casestudy. De toepasbaarheid van de oplossingsrichtingen kan in ieder geval het best getest worden bij twee ruimtelijk verschillende wederopbouwwijken. Het verschil in grootte, locatie en specifieke ruimtelijke kenmerken is een uitgangspunt. De ruimtelijke opzet van de wijk speelt een onderscheidende rol en dient zo ter differentiatie binnen de casestudy('s).

Onderzoeksvragen

De hoofdvraag die tijdens het onderzoek beantwoord zal worden is: hoe kan een wederopbouwwijk verduurzamen, en daarbij belangrijke (steden)bouwkundige kernkwaliteiten van de wijk behouden én benutten?

Aan de verschillende stappen uit het onderzoek zijn de deelvragen te koppelen:

- Welke geschikte methoden zijn er met betrekking tot energietransitie en klimaatadaptatie?
Inventarisatie van, en onderzoek naar, uiteenlopende verduurzamingsmethoden. Resultaat: toolkit

- Wat zijn typerende en bruikbare wijkeigenschappen van een wederopbouwwijk?
Analyse van wederopbouwwijken met betrekking tot specifieke wijkeigenschappen. Resultaat: analyse wijkeigenschappen.

- Hoe kunnen de wijkeigenschappen ingezet worden om de wederopbouwwijk op buurt- en wijkniveau te verduurzamen?
Testen van de toolkit in twee casestudy's. Resultaat: uitwerking verduurzamingsmaatregelen in de twee wijken.

Afbakening

Er zijn verschillende uitgangspunten en basisprincipes die van belang zijn voor de opgave. Hier is de opdracht op gebaseerd en deze vormen de randvoorwaarden binnen het onderzoek:

- De opdracht vanuit een stedenbouwkundig perspectief uitvoeren, niet bouwfysisch
- Duurzaamheidsopgave richten op een groter schaalniveau (buurt- en wijkniveau)
- (Steden)bouwkundige kernkwaliteiten van de wijk staan centraal
- Verduurzaming door klimaatadaptatie en/of energietransitie
- Onderzoek naar methoden voor verduurzaming specificeren op wederopbouwwijken
- Twee van de 15 VER-wijken vormen de te onderzoeken en te testen wijken
- Gedane analyse uit de VER-periode gebruiken en aanvullen, gericht op verduurzaming
- Toolkit als eindproduct van de inventarisatie naar verduurzamingsmethoden
- Toolkit samenstellen op basis van toepasbaarheid in wederopbouwwijken
- Toolkit toepassen en inzetten bij de casestudy(s) om deze te toetsen
- Oplossingsrichtingen financieel en ruimtelijk haalbaar

- Oplossingsrichtingen meerwaarde voor de buurt en bewoners
- Ruimtelijke kwaliteiten moeten gewaarborgd blijven
- Toepassing van verduurzamen op basis van ruimtelijke mogelijkheden van de wijk

Vooraf het stedenbouwkundige schaalniveau staat centraal en is specifiek gericht op de genoemde wederopbouwwijken. Door uiteindelijk uitspraken te doen op dit schaalniveau zullen belanghebbenden niet meegenomen worden in de uiteindelijke uitwerkingen. Dit is een onderzoek naar de ruimtelijke mogelijkheden van de wijk.

Methode en werkwijze

De werkwijze is in te delen in drie gedeeltes, zoals die in de deelvragen ook al naar voren komen. Dit vormen de hoofdlijnen van het onderzoek:

1. Koppelen van verduurzamingsmethoden aan wijkeigenschappen

Resultaat: toolkit

2. Analyse van De Wijert en Plan Zuid/De Pettelaar

Resultaat: wijkeigenschappen van de wederopbouwwijken

3. Toepassen van de toolkit in de twee onderzochte wijken

Resultaat: impressies van verduurzamingsmethoden in de twee wijken

Wijkanalyse

Om de oplossingen voor verduurzaming af te stemmen op de eigenschappen van de wijk is een analyse nodig die gericht is op de toepassing van verduurzamingsmaatregelen. Dit is gebeurt op basis van de min of meer gemeenschappelijke kenmerken van de

te onderzoeken wijken. Omdat bij deze analyse ook kennis vereist is over het grote scala aan maatregelen, zijn de samenstelling van de toolkit en de analyse naar de kenmerken van de wijk gelijktijdig uitgevoerd. Zo kan het onderzoek naar de wijken aangescherpt worden naar aanleiding van gevonden verduurzamingsmethoden, en andersom verduurzamingsmethoden toegevoegd na het vinden van een bruikbare eigenschap van de wijk.

De wijkanalyse zal gebruik maken van de informatie die al beschikbaar is uit het onderzoek naar de VER-wijken. Alle 15 wijken zijn opgenomen in de Atlas van de wederopbouw in Nederland. Daarnaast zijn voor elk van de wijken twee publicaties beschikbaar. Een daarvan gaat verder in op de kernkwaliteiten per wijk, die vanuit een analyse naar voren zijn gekomen. Hierbij is een onderzoek naar de ruimtelijke eigenschappen van de wijk inbegrepen. Daarnaast zal veel van de informatie van de wijk zelf in kaart worden gebracht, met behulp van Google Maps en locatiebezoeken. Op basis hiervan wordt de bestaande analyse uitgebreid, met informatie die specifiek gekoppeld is aan ruimtelijke eigenschappen die van belang zijn bij het bieden van mogelijkheden voor verduurzaming. Onderdelen als openbare ruimte en gebouwtypen vormen belangrijke onderdelen die verder onderzocht worden, aangezien deze belangrijk zijn bij het toepassen van verduurzamingsmaatregelen. De analyse wordt dus specifiek toegespitst op de mogelijkheden die er zijn om te verduurzamen. De analyse is vooral 'plat', en gaat vrijwel uitsluitende in op de fysieke kenmerken van de wijk. De vraag hierbij is wat kenmerken van de wijk zijn die beperkingen en kansen bieden. Een analyse van de wijken moet een overzicht bieden wat de eigenschappen zijn, en welke daarvan het meest kansrijk zijn. Onderdelen uit de toolkit moeten uiteindelijk gekoppeld kunnen worden aan deze eigenschappen.

De 15 wijken zijn mede aangewezen om de onderlinge verschillen. De differentiatie van de wijken ten opzichte van elkaar maakt

de verzameling wijken gezamenlijk min of meer een gemiddelde van de Nederlandse wederopbouwwijk. De wijken geven daarom een mooi beeld van de verschillende type gebouwen en verkavelingen van de wederopbouwwijken, en zullen daarom zowel als casus en als onderzoeksgebieden worden gebruikt. Twee wijken van deze selectie zullen onderzocht worden op wijkeigenschappen: De Wijert-Noord in Groningen en Plan Zuid/De Pettelaar in Den Bosch.

Samenstellen toolkit

Het samenstellen van de toolkit bestaat uit het inventariseren van duurzame maatregelen voor woningen en openbare ruimte. Deze moeten uiteindelijk wel toepasbaar zijn op wederopbouwwijken en daarom zal het samenstellen gelijk met de analyse van de wijken gebeuren. De toolkit zal vooral bestaan uit reeds toegepaste methoden voor verduurzaming. Het zal een verzameling van maatregelen worden met betrekking tot energietransitie en klimaatadaptatie. Deze worden onderverdeeld in verschillende thema's met betrekking tot verduurzaming. De input van de toolkit zal vanuit verschillende bronnen worden opgehaald. Het wordt daarmee vooral een verzameling van verschillende bestaande maatregelen. Praktijkvoorbeelden die relevant zijn, zijn ter inventarisatie belangrijk en kunnen als inspiratie dienen bij de toepassing van de methoden. Deze worden echter niet meegenomen in de eindrapportage. Ook hier is het onderzoek vooral in de breedte, in de zoektocht naar methoden voor het verduurzamen van de wijk. Toepasbaarheid is belangrijk, maar specifieke haalbaarheid en toepasbaarheid van alle methoden uit de toolkit zijn niet volledig uitgewerkt.

TOOLKIT ENERGIE

Casestudy

In de casestudy wordt de toolkit in combinatie met de wijkenanalyse toegepast in de praktijk. De generieke informatie van de wijken met de bijbehorende tools worden op deze manier getest, door beide wijken als testcase te gebruiken. Gebiedsgericht werken staat centraal, en methoden worden zo veel mogelijk op grotere schaal toegepast. (Stedenbouwkundige) samenhang is een belangrijk aspect bij de toepassing, net als rekening houden met kernkwaliteiten van de wijk.

De verduurzamingsvraagstukken worden als gebied opgepakt. Door naar de wijk te kijken als geheel, en niet als gebied opgeknipt in kleine stukjes eigendom moeten gebouw- of woninggebonden oplossingen zo veel mogelijk voorkomen worden. Er zal dan ook niet gekeken worden naar de beperkende factoren, zoals eigenaren en andere partijen, en meer naar de mogelijkheden van gebiedsgericht werken. Juist door naar de wijk te kijken als fysieke eenheid kan inzichtelijk gemaakt worden wat er bereikt kan worden, zonder direct te letten op de onmogelijkheden. Het grote aantal betrokkenen maakt het lastig een eenduidige manier van verduurzamen toe te passen in een wijk. Actoren worden zo veel mogelijk buiten beschouwing gelaten in de casestudy. Door vanuit de fysieke kenmerken van de wijk de duurzaamheidsopgave te benaderen komen er andere oplossingen uit, dan wanneer er rekening gehouden wordt met de individuele wensen en eisen van stakeholders als particulieren en corporaties. Naast een nieuwe manier van kijken naar de opgave door verduurzamen op wijkniveau, moeten vooral ook de kernkwaliteiten van de stedenbouwkundige en bouwkundige waarden van de wijk gewaarborgd blijven door deze werkwijze.

Leeswijzer

Het document is opgebouwd aan de hand van de beschreven methode. De drie afgebakende onderdelen volgen elkaar op in drie hoofdstukken: toolkit, analyse wijkeigenschappen en casestudy. Deze onderdelen hebben elk een leeswijzer. Per hoofdstuk is er een beschrijving die het verhaal opbouwt. Daarnaast zijn er conclusies per hoofdstuk. De toolkit is onderdeel van dit onderzoek, maar kan ook als los document worden beschouwd.

Inleiding toolkit

De toolkit biedt een overzicht bieden van de mogelijke maatregelen die ingezet kunnen worden bij het verduurzamen van wederopbouwwijken. De maatregelen zijn onderverdeeld in meerdere thema's om zo een overzichtelijk beeld te krijgen op welke verschillende manieren er verduurzaamd kan worden. Deze toolkit is geen ultieme lijst van alle mogelijke maatregelen. Het is een verzameling van belangrijke methoden die toegepast kunnen worden in een (wederopbouw)wijk. Deze zijn natuurlijk niet alléén toepasbaar op vroeg naoorlogse wijken, maar zouden ook toegepast kunnen worden in andere voor- of naoorlogse wijken. De toolkit is namelijk specifiek gemaakt voor toepasbaarheid binnen bestaande woonwijken. Voor de verduurzamingstoolkit zijn twee verschillende onderwerpen onderzocht:

Toolkit energie

De maatregelen behorend bij het thema energietransitie worden hierna weergegeven. De in totaal 24 maatregelen zijn verdeeld over de specifieke thema's opwekken, opslaan en isoleren. Deze zijn allen individueel toepasbaar, maar voor verschillende maatregelen kan of moet er een combinatie gemaakt worden met een ander systeem. Dit wordt dan bij de maatregel aangegeven.

Leeswijzer toolkit energietransitie

Per thema wordt er kort ingeleid waarom deze van belang is voor de energietransitie en wat het thema inhoudt. Daarna volgt een uitleg over de selectie van de maatregelen binnen het betreffende thema, en de weergave hiervan. Uiteindelijk zal er per maatregel in twee delen uitgelegd worden wat de werking is van het systeem en wat de ruimtelijke inpassing zal betekenen. Eerst komt de feitelijke informatie van de maatregel aan bod, zoals de technische werking en de (financiële) voor- en nadelen. Daarna zullen de ruimtelijke gevolgen worden uitgelegd. Omdat veel systemen een specifieke locatie behoeven is juist de ruimtelijke inpassing van belang.

Toolkit klimaat

Voor het onderwerp klimaatadaptatie is eenzelfde onderzoek uitgevoerd als voor energietransitie. Echter, de weergave en uitwerking hiervan verschilt. Omdat tijdens het onderzoek naar de wijkeigenschappen naar voren kwam dat het klimaatbestendig maken van de betreffende wederopbouwwijken geen opgave is die op wijkniveau zal spelen, is er gekozen voor een minder uitgebreide uitwerking van de toolkit voor klimaatadaptatie. In de analyse van de wijkeigenschappen zal uitgeweid waar deze conclusie vandaan komt.

Leeswijzer toolkit klimaatadaptatie

Het onderzoek naar geschikte maatregelen is wel uitgevoerd en heeft een vergelijkbare lijst van thema's met bijbehorende maatregelen opgeleverd. Echter, een uitgebreide uitwerking van deze maatregelen zoals in de toolkit voor energietransitie is er niet. Deze afweging is gemaakt omdat de maatregelen wel bruikbaar zijn voor wederopbouwwijken in het algemeen, maar niet toegepast zullen worden in deze casus. De lijst met geschikte maatregelen voor klimaatadaptatie is daarom in de bijlage toegevoegd, samen met een bijbehorend overzichtsschema.

Methode

Beide toolkits zijn samengesteld door deskresearch. Hiervoor zijn verschillende bestaande toolkits en toolboxes geraadpleegd. Maatregelen die toepasbaar zijn binnen de wijk zijn hier van overgenomen. Aanvullend op deze informatie is extra onderzoek gedaan naar de werking van complexe systemen. De belangrijkste bronnen voor de toolkit energietransitie zijn de websites milieucentraal.nl, toolkitduurzaammerfgoed.nl en tno.nl. De bronnen voor de toolkit klimaatadaptatie zijn rainproof.nl en urbangreenbluegrids.com. Daarnaast zijn er verschillende andere bronnen gebruikt. De volgende bronnen waren leidend in dit onderzoek:

- Milieu Centraal is een onafhankelijke voorlichtingsorganisatie die zich onderscheidt met onafhankelijke, betrouwbare en praktische informatie over het milieu.
(<https://www.milieucentraal.nl/over-milieu-centraal/>)

- De toolkit duurzaam erfgoed is samengesteld door het adviesbureau OOMadvies in opdracht van de provincie Gelderland. De toolkit wordt ondersteund door de RCE.
(<http://www.toolkitduurzaammerfgoed.nl/verantwoording/>)

- TNO is een onafhankelijke onderzoeksorganisatie. Zij richten zich op negen domeinen, waaronder energie.
(<https://www.tno.nl/nl/over-tno/missie-en-strategie/>)

- Amsterdam Rainproof is een sterk netwerk van 82 partners dat zich inzet voor het regenbestendig maken van de stad.
(<https://www.rainproof.nl/netwerk>)

- Groenblauwe netwerken is een website met ontwerptool gebaseerd op het boek GROENBLAUWE NETWERKEN VOOR DUURZAME EN DYNAMISCHE STEDEN. van atelierGROENBLAUW.
(<http://nl.urbangreenbluegrids.com/colophon/>)

OPWEKKEN - THERMISCHE EN ELEKTRISCHE ENERGIE

Inleiding

Woonwijken maken nu nog veelvuldig gebruik van niet duurzame energiebronnen zoals aardgas en (grijze) netstroom. Op dit moment is zo'n 95 procent van de huizen aangesloten op het aardgasnet ('Verwarmen op gas', z.d.). De huidige energievoorziening met het bestaande netwerk is in de wijk zelf vrijwel onzichtbaar. Energiebronnen zoals stroom uit kolen-centrales en aardgas uit de bodem worden elders gegenereerd en via (ondergrondse) gasleidingen en het stroomnet verspreidt door de stad, waardoor het uiteindelijk in de wijk terecht komt. Afgezien van transformatorhuisjes in de openbare ruimte is energieopwekking- en distributie momenteel niet zichtbaar. De meeste bestaande gebouwen maken daarmee gebruik van energiebronnen die ergens ander geproduceerd of opgewekt worden, en ook elders een ruimtelijke impact hebben. Omdat duurzame energiebronnen een veel grotere ruimtelijke impact hebben dan niet-duurzame bronnen kan dit zoals voorheen niet voor het overgrote deel buiten de stad worden opgewekt. Ook bestaande woonwijken zullen daarom - in ieder geval gedeeltelijk - voor hun eigen energievoorziening moeten instaan.

De benodigde omschakeling naar duurzame energiebronnen voor warmte en elektriciteit heeft effect op de huidige systemen die binnen de wijk energie leveren. Met de toepassing van duurzame alternatieven voor verwarming en elektriciteit zullen er andere methoden gebruikt moeten worden om deze te genereren. Deze zullen zowel binnenshuis als buitenshuis vorm krijgen. Waar voorheen de meterkast, de cv-ketel en radiatoren energie leverden zullen duurzame systemen meer ruimtelijke impact hebben op gebouw- en wijkniveau.

Weergave en selectie maatregelen

De maatregelen zijn gericht op het opwekken van energie in de vorm van elektriciteit of warmte. Verschillende maatregelen worden tegen elkaar afgewogen op basis van ruimtelijke inpasbaarheid, ruimtegebruik en prestaties. De prestaties van opwekking van de systemen worden niet weergegeven in kWh (eenheid van (elektrische) energie). Omdat de schaal van systemen erg variabel is, is een dergelijke vergelijking moeilijk te maken. Met name wanneer er collectieve systemen gebruikt worden.

Voor het opwekken van energie zijn alleen maatregelen opgenomen die het zwaartepunt van de ruimtelijke impact in de wijk zelf hebben liggen. Verwarmen of elektriciteit opwekken met gebruik van biomassa is bijvoorbeeld niet opgenomen omdat het zwaartepunt van de ruimtelijke impact buiten de wijk ligt. Ook al zal de biomassa verstoekt worden binnen de wijk, dan zal deze grondstof alsnog van elders komen. Stadsverwarming is een geschikte methode voor een duurzame verwarming van de wijk, maar niet meegenomen omdat de opwekking buiten de wijk zal plaatsvinden. Het is niet aannemelijk dat bijvoorbeeld bedrijven binnen de wijk genoeg restwarmte genereren voor stadsverwarming of blokverwarming. Een duidelijk uitgangspunt is dus de (volledig) opwekking binnen de wijkgrenzen.

De elektrische boiler is niet opgenomen omdat deze niet als 'duurzaam' wordt beschouwd vanwege het hoge stroomverbruik. Echter kan een volledig elektrische boiler wel voorzien in complete woningverwarming. Wanneer de verbruikte stroom zelf duurzaam opgewekt is, of afkomstig van een andere duurzame bron, spreek je wel van een duurzaam opwekkingsysteem.

Zonnepanelen

Werking

Zonnepanelen zetten zonne-energie om in elektriciteit. Via omvormers wordt de opgewekte gelijkstroom van de zonnepanelen omgezet in de wisselstroom van het elektriciteitsnet. Hierbij treedt verlies op van ongeveer 15%. Omvormers kunnen het best dicht bij de panelen geplaatst worden om rendementsverlies te beperken. Het rendement is daarnaast afhankelijk van de oriëntering van de zonnepanelen. Het maximale rendement wordt behaald bij een hellingshoek van 35 graden en oriëntatie op zuidoost, zuid of zuidwest. Het meer oostelijk, westelijk, horizontaler of in de schaduw plaatsen van zonnepanelen verlaagt het rendement. De toepassing van een oost-west opstelling is wél efficiënt. Panelen met micro-omvormers voorkomen dat bij schaduwval het gehele systeem minder produceert. Een serie geschakelde zonnepanelen met maar één omvormer is echter goedkoper dan een systeem met micro-omvormers.

Ruimtelijke inpassing

Platte daken en daken waarbij de plaatsing van panelen geen grote inbreuk doet op de uitstraling van de bebouwing zijn het meest geschikt. Op schuine daken zijn de panelen goed zichtbaar, maar hoeft de hellingshoek vaak niet aangepast te worden. Bij platte daken is er naast een (zuidelijke) opstelling in rijen ook mogelijkheid voor een oost-west opstelling. De panelen hebben hierbij geen last van onderlinge beschaduwing en het rendementsverlies is beperkt. Door de geringe hoogte is dit ook de beste esthetische inpassing. De panelen kunnen ook onder een kleinere hoek dan 30 graden geplaatst worden, waardoor er van onderlinge schaduwval weinig sprake is. Bij schuine daken is toepassing over de gehele kap het meest effectief. In veel gevallen gaat het gefragmenteerd toepassen van zonnepanelen op gebouw- of woningniveau ten koste van de ruimtelijke kwaliteit én het rendement. Technische belemmeringen worden gevormd door obstakels in het dak als schoorstenen, dakkapellen en ramen. Niet gebruikte dakdelen waar schaduwval de efficiënte toepassing van zonnepanelen belemmert kunnen opgevuld worden met dummypanelen of panelen met een micro-omvormer. Zo heeft het geheel een eenduidige uitstraling wanneer er op gebouwniveau panelen worden toegepast. Vooral de grootschalige en minder esthetisch belangrijke bebouwing in de wijk biedt veel mogelijkheid voor het efficiënt toepassen en inpassing van zonnepanelen.

Extra informatie

<http://www.toolkitduurzaamerfgoed.nl/duurzame-bronnen/>

<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2015/11/Rapport%20Inventarisatie%20esthetische%20inpassing%20zonnepanelen.pdf>

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/zonnepanelen/hoe-werken-zonnepanelen/>

Zonnecollectoren

Werking

Zonnecollectoren leveren warm water uit zonnewarmte. Dit kan gebruikt worden voor warm tapwater of ruimteverwarming. De meeste collectoren hebben een vlakke glasplaat met daaronder een collector van metaal. Dit heet een vlakkeplaatcollector en ziet eruit als een soort zonnepaneel. Er zijn ook collectoren die bestaan uit een serie buizen. Deze vacuümbuiscollectoren leveren in het naseizoen, als de zon laag staat, meer warmte. De oriëntering ten opzichte van de zon is min of meer hetzelfde als die van de zonnepanelen; een hellingshoek van 20 tot 60 graden levert de beste opbrengst. Waar schaduwval op zonnepanelen het rendement sterk verlaagt, is dit bij zonnecollectoren minder het geval. Gedeeltelijke schaduw op de panelen zorgt niet direct voor een hoog rendementsverlies. Zonnecollectoren worden gebruikt in aanvulling op, of als bron voor andere warmtesystemen zoals zonneboilers. Al kan de temperatuur van de vloeistof oplopen tot wel 90 graden, de laagwaardige warmte die het systeem oplevert is niet genoeg om slecht of matig geïsoleerde gebouwen volledig te verwarmen zonder extra verwarming. Zonnepanelen besparen in de meeste gevallen meer op de CO₂-uitstoot én de energiekosten. Toch zijn er situaties dat een zonneboiler een betere keuze is. Bij kleine daken is een zonneboiler efficiënter per vierkante meter. Wanneer ruimte geen probleem is kan er juist gekozen worden voor een combinatie van beiden. De capaciteit van een zonneboiler wordt afgestemd op de hoeveelheid warmte die in de zomer nodig is om het water op te warmen. Een grote installatie van meerdere collectoren zou in de winter meer warmte leveren, maar in de zomer veel warmte onbenut laten.

Ruimtelijke inpassing

De meest geschikte ruimtelijke inpassing van zonnecollectoren is ook gelijk aan die van de zonnepanelen; alleen de uiterlijke vorm kan iets verschillen. Voor het inzetten van dit systeem zullen dezelfde locaties als voor zonnepanelen het meest geschikt zijn, dus vooral op bebouwing. De vacuümbuiscollectoren zijn in omvang wat aan te passen omdat het aantal buizen in een collector variabel is. efficiënte inpassing van vacuümbuiscollectoren is daarom gemakkelijker dan vlakkeplaatcollectoren, die een standaard maat hebben.

Extra informatie

<http://www.toolkitduurzaamerfgoed.nl/duurzame-bronnen/>

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/energiezuinig-verwarmen-en-warm-water/zonneboiler/>

[https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/zonne-energie/zonnewarmte/zonnewarmte\)](https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/zonne-energie/zonnewarmte/zonnewarmte)

Zonthermisch dak

Werking

Het zonthermische dak is een thermisch opwekkingsstelsel dat geïntegreerd is in een (onafgedekt) dak. Een absorberend element in het dak absorbeert warmte of kou en geeft dit door aan het onderliggende leidingsstelsel. Het leidingsstelsel brengt de thermische energie over op het door de leidingen stromende medium (water met vorstbescherming). De energie, warmte of koude, is geschikt voor regeneratie van een open of gesloten bron. Omdat de warmte relatief laag is kan het niet voorzien in de volledige verwarming van warm (tap)water. Toepassing moet dus vooral gezocht worden in combinatie met een warmtepomp of bronsysteem. Gebouwen die een open of gesloten bronsysteem voor koeling of verwarming gebruiken zijn geschikt voor een thermisch daksysteem. De ideale oriëntatie van het thermische dak is (voor de opwekking van warmte) wederom hetzelfde als die van zonnepanelen en zonnecollectoren. Echter zal een zonthermisch dak de vorm van het bestaande dak volgen. Aanvullend op de opwekking van thermische energie kan het dak zich als extra isolatie vormen.

Ruimtelijke inpassing

Een zonthermisch dak is goed toepasbaar bij gebouwen met platte daken en schuine daken met een minder esthetisch waardevolle dakbedekking. Deze gebouwen zullen daarbij wel gebruik moeten maken van een warmtepomp of bronsysteem, waarin het thermische dak een aanvulling kan leveren op de regeneratie van de warmte en koude. Daarnaast kan er bij pannendaken gebruik worden gemaakt van metalen geleiders die warmte afvangen. Het dak wijzigt hierin uiterlijk niet, maar de ervaringen met dit systeem zijn gering en pas rendabel wanneer er een aanleiding is om het dak te renoveren.

Extra informatie

<https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/zonne-energie/zonnewarmte/zonnewarmte>

https://www.rvo.nl/sites/default/files/Brochure%20zonthermische%20daken_0.pdf <http://www.toolkitduurzaamerfgoed.nl/duurzame-bronnen/>

Windturbine

Werking

Een windturbine wekt stroom op door de bewegingsenergie van de rotor, via de as, om te zetten naar elektriciteit. Deze elektriciteit wordt afhankelijk van de spanningshoogte omgezet naar netstroom of vervoerd via hoogspanningslijnen. Kleine windturbines (met een verticale as) zijn geschikt om in de bebouwde kom toe te passen, maar alleen bruikbaar op plaatsen met voldoende wind zoals hoge gebouwen of open gebieden. Voor kleine turbines is een gemiddelde windsterkte nodig van 5,5 m/s of meer. In de kustprovincies is hier de meeste mogelijkheid voor. Daarnaast is de overlast door geluid of slagschaduw van de rotorbladen een probleem, vooral in bebouwd gebied. Een kleine windturbine is afhankelijk van het type en de grootte een investering die zich ten opzichte van zonnepanelen slechter laat terugverdienen. Windenergie kan wel een goede aanvulling vormen op bewolkte dagen, wanneer de opwekking van zonne-energie minder groot is.

Ruimtelijke inpassing

Grote open ruimten bieden mogelijkheid voor windturbines, maar dit is in de wijk niet haalbaar door geringe opbrengsten en overlast. Hoge gebouwen zijn het meest geschikt voor de toepassing van kleine windturbines. Turbines met een verticale as zijn hiervoor het meest geschikt. Deze maken gebruik van de windvlagen en de wisselende windrichting die binnen de bebouwde kom vaker voorkomen. Om hinderlijke slagschaduwval te voorkomen kunnen 'gesloten' turbines gebruikt worden. De grootte van de turbine hangt samen met onder andere de hoogte van het gebouw en de mogelijke overlast voor de omgeving. De opbrengst van kleine turbines is sterk afhankelijk van de eigenschappen en de locatie, in combinatie met het windaanbod. Onderzoek moet haalbaarheid per locatie uitwijzen.

Extra informatie

<https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/windenergie-op-land/techniek/werking>

<http://www.toolkitduurzaamerfgoed.nl/duurzame-bronnen/>

<https://www.milieuentraal.nl/klimaat-en-aarde/energiebronnen/windenergie/kleine-windmolens/>

Bodemwarmte

Werking

Zonlicht verwarmd (vooral in de zomer) de bodem en het bodemwater; dit heet bodemwarmte. Door middel van bodemwarmtewisselaars wordt bodewarmte tot 100 meter diep afgetapt. Via een buizensysteem wordt vloeistof door de bodem gepompt tot het opgewarmd is. Warmtepompsystemen aan de oppervlakte nemen de warmte uit de vloeistof over en vervoeren dit naar bebouwing voor verwarming. Afgekoeld water wordt teruggepompt. Dit systeem werkt ook met koude. Dit warmte- en koude-opwekkingssysteem is gericht op het genereren van thermische energie. Omdat dit van een laagwaardige temperatuur is zal er extra energie nodig zijn om deze warmte te gebruiken voor ruimteverwarming of warm tapwater. Naverwarmen voor ruimteverwarming op hoge temperatuur kost erg veel elektriciteit.

Ruimtelijke inpassing

Het opwekken van warmte of koude gebeurt geheel ondergronds. De warmtepompsystemen voor regeneratie van warmte staan bovengronds. Afhankelijk van de omvang van het systeem zal het bouwwerk buiten de bestaande bebouwing terecht kunnen komen wanneer de warmtepompinstallatie te groot is om binnenshuis ingepast te worden. Zowel in de openbare ruimte als op privégrond zal er in de vormgeving afgestemd moeten worden met de omgeving. Dit systeem is een manier van grootschalige warmteopwekking en geschikt voor grote of meerdere gebouwen. Voor het vervoeren van de warmte zal een leidingensysteem nodig zijn.

Extra informatie

<https://www.milieuentraal.nl/klimaat-en-aarde/energiebronnen/aardwarmte-en-bodemwarmte/>

<https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/bodemenergie-aardwarmte>

Aardwarmte

Werking

Anders dan bodemwarmte ontstaat aardwarmte uit de hitte van de kern van de aarde. Deze grotere warmtebron is beschikbaar vanaf een diepte van 500 meter of dieper. Om van deze warmte gebruik te maken moet het grondwater van deze diepte worden opgepompt via een productieput. Hieruit kan de warmte worden gehaald door een warmtewisselaar, waarna het afgekoelde water via een injectieput wordt teruggepompt naar diezelfde watervoerende laag. Zo blijft de hoeveelheid grondwater gelijk. Deze onuitputtelijke bron van warmte met een hoge temperatuur is echter een lastige toepassing door de hoge kosten van de aardwarmtecentrale en de bodemsamenstelling van Nederland. Niet overal is de bodem geschikt en de temperatuur hoog voor het gebruik van aardwarmte. De toepassing van aardwarmte is grootschalig en zou een toepassing kunnen zijn bij de verwarming van een grote hoeveelheid gebouwen, op tevens een relatief hoge temperatuur.

Ruimtelijke inpassing

Een doublet (productieput en injectieput) bestaat uit twee diepe putten die een bron met heet water aanboren. Deze hebben directe weerslag op de ruimte. De locatie waar zich een geschikte bodem bevindt is wel van belang. De mogelijkheid voor het aanboren van aardwarmte is geheel afhankelijk van de bodemsamenstelling. Het is hierbij de vraag of zich onder de wijk geschikte bodemlagen bevinden. Wanneer er wel toepassing van aardwarmte mogelijk is zal dit bovengronds een pomphuis opleveren waarin het doublet en de warmtewisselaar zijn ondergebracht. Deze bebouwing zal afhankelijk zijn van de grootte van het doublet. De locatie van het pomphuis in de wijk hangt vooral af van de meest geschikte boorlocatie.

Extra informatie

<https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/energiebronnen/aardwarmte-en-bodemwarmte/>

<http://www.hydreco.nl/Aardwarmte/Hoewerkaardwarmte.aspx>

<http://www.natuurinformatie.nl/ndb.mcp/natuurdatabase.nl/i000327.html>

Hybride warmtepomp

Werking

Met een hybride warmtepomp wordt er gedeeltelijk elektrisch warm water geproduceerd. De warmtepomp produceert een groot deel van de warmte in huis. De cv-ketel springt bij als het heel koud is en zorgt voor warm water in de keuken en badkamer. De warmtepomp kan aangesloten op een huidige of nieuwe cv-ketel. Voor deze gecombineerde manier van verwarmen is een mindere isolatiewaarde vereist dan een volledig elektrische warmtepomp. Een hybride warmtepomp kan een toepassing zijn bij gebouwen met een matige isolatie die niet geschikt zijn voor een volledig elektrische warmtepomp, en tegelijkertijd ook een tussenstap vormen naar volledige elektrische verwarming. De bron die een hybride warmtepomp hanteert is warmte uit de buitenlucht. Daarnaast zou er bij beschikbaarheid van een (collectieve) bron ook bodemwarmte ingezet kunnen worden als bron.

Ruimtelijke inpassing

Binnenshuis komt een warmtewisselaar (30-30-60 cm) in de buurt van de cv-ketel. Wanneer de buitenlucht als warmtebron fungeert moet dit worden binnengehaald door een ventilator. Het apparaat kan op verschillende plekken geplaatst worden. Meestal is de buitenmuur een gangbare plek, al moet er worden gelet op mogelijke geluidsoverlast van de buitenunit. Plaatsing op de buitenmuur kan afbreuk doen aan de ruimtelijke kwaliteit van de bebouwing. Locaties die niet in het zicht zijn zoals platte daken, achtergevels of tuinen zijn hier het meest geschikt voor. Hierbij moet er gekeken worden naar locaties die geen trillingen kunnen veroorzaken. Bij het gebruik van bodemwarmte is vanaf de bron een buizensysteem nodig.

Extra informatie

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/energiezuinig-verwarmen-en-warm-water/hybride-warmtepomp/>

Volledig elektrische warmtepomp

Werking

Een volledig elektrische warmtepomp verwarmt zowel tapwater als verwarmingswater zonder gas te verbruiken. De warmtepomp haalt warmte uit de lucht of uit de bodem en maakt daar een bruikbare temperatuur van. De volledig elektrische warmtepomp is er dus in twee varianten. De een haalt warmte uit de lucht, de ander uit de bodem. Bij het gebruik van bodemwarmte kan de warmtepomp gecombineerd worden met een bodemwarmtesysteem. De verwarming van omgevingswarmte - uit de lucht of uit de bodem - tot een bruikbare temperatuur betekent een verwarming van het water tot maximaal 55 graden. Verwarming van gebouwen met een temperatuur van 55 graden of minder is alleen mogelijk in combinatie met een goede isolatie. Een slecht of matig geïsoleerd gebouw wordt met lage temperatuurverwarming (LTV) niet warm genoeg. Huizen van grofweg voor 1990 beschikken, afhankelijk van latere verbeteringen, niet over voldoende isolatie voor het gebruik van LTV. Daarnaast zijn vloerverwarming en/of speciale lage temperatuurradiatoren nodig. Vooral in de winter gebruikt het systeem veel elektriciteit.

Ruimtelijke inpassing

De warmtepomp en het bijbehorende voorraadvat voor warm water zijn op woningniveau onder te brengen. Kleine ruimtes hiervoor geschikt, evenals bergingen, schuren of zolders. De warmtepomp is beschreven voor de toepassing op woningniveau. Een collectieve warmtepomp voor een buurt, huizenblok of appartementencomplex is daarnaast ook een goede toepassing om het systeem rendabeler te maken. Bij gebruik in een complex met meerdere woningen of grotere gebouwen zal meer ruimte nodig zijn voor het grotere voorraadvat en de aanleg van een buizensysteem. Het systeem werkt hetzelfde, alleen dan op grotere schaal. Bij het collectief gebruik maken van eenzelfde bronsysteem is bodemwarmte het meest geschikt. Een bronsysteem van bodemwarmte is duurder, maar gebruikt wel minder energie dan luchtwarmte. Daarnaast is het bodemwarmte stil, vrijwel onzichtbaar, geschikt voor koeling in de zomer en gaat het langer mee dan een buitenunit voor luchtwarmtepomp. Bij de aanleg van een bronsysteem op woningniveau moet er ruimte genoeg zijn voor een compleet bronsysteem. Voor de meeste woongebouwen zou een gemeenschappelijk bronsysteem of volledig warmtepompsysteem effectiever zijn. Hierbij kan ook alleen het bronsysteem collectief zijn, in combinatie met een individuele warmtepomp.

Extra informatie

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/energiezuinig-verwarmen-en-warm-water/volledige-warmtepomp/>

Zonneboiler

Werking

De zonneboiler is een verwarmingsstelsel dat warmte gebruikt dat afkomstig is uit een zonnecollector. Het systeem omvat naast de zonnecollector(en) een pomp en leidingen naar het voorraadvat, een voorraadvat voor het warme water en een naverwarmer. De inhoud van het voorraadvat is in liters afhankelijk van de warmtevraag van het huishouden. De naverwarmer is meestal de combiketel. Via een leiding wordt de opgewarmde vloeistof van de collector naar het voorraadvat gepompt. Daar stroomt het door een warmtewisselaar die de warmte afgeeft aan het water in het vat. Van het vat gaat een leiding naar de naverwarmer, meestal de cv-combiketel. Hier wordt het water tot minstens 60 graden verwarmd om groei van legionellobacterie te voorkomen. De standaard zonneboiler (losstaand voorraadvat) en de compacte zonneboiler (geïntegreerd voorraadvat) leveren alleen warm water. Een zonneboilercombi kan warmte voor warm water en ruimteverwarming genereren. Dit is in feite een groter systeem, met meerdere collectoren en een groter opslagvat. Dit werkt met ruimteverwarming het beste in combinatie met vloer- of wandverwarming op een lagere temperatuur. Het gebouw moet daarbij wel geschikt zijn voor lage temperatuurverwarming. Wanneer de zonneboilercombi gecombineerd wordt met een naverwarmer (cv-ketel) zal er door de hogere temperatuur wel mogelijkheid zijn voor hoge temperatuurverwarming.

Ruimtelijke inpassing

De plaatsing van het systeem kan, afgezien van de collectoren, geheel binnenshuis. Afhankelijk van de grootte van het voorraadvat kan deze in kleine ruimtes geplaatst worden. Wanneer het systeem samenwerkt met een cv-ketel kan deze het best hierbij in de buurt geplaatst worden. Bij een zonneboilercombi zal er een grotere binnenruimte nodig zijn, door het grote voorraadvat. Bij collectief gebruik van een zonneboilersysteem met meerdere collectoren zal er een vat van honderden liters geplaatst moeten worden. Een grote berging, schuur of extra bijgebouw zal hiervoor voldoende zijn. De grootte van het vat is afhankelijk van het type gebruik van het warme water. Wanneer dit niet voor ruimteverwarming gebruikt zal worden, zal ook de inhoud van het vat kleiner zijn.

Extra informatie

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/energiezuinig-verwarmen-en-warm-water/zonneboiler/>

Inleiding

Het huidige elektrische energiesysteem is vraaggericht; wanneer er energie nodig is wordt er geproduceerd. Bij toepassing van duurzame bronnen als windenergie en zonne-energie zal dit niet kunnen. Het systeem is aanbodgericht en kan niet inspelen op een grotere energievraag op het moment dat omstandigheden voor opwekking slechter zijn. De pieken en dalen in de opwekking moeten afgestemd worden met de pieken en dalen in gebruik. Dit kan lang niet altijd en zal opgelost kunnen worden door de (tijdelijke) opslag van energie.

Naast het opvangen van pieken en dalen, in zowel het gebruik als de opwekking van stroom, is opslag een manier om te voorkomen dat netspanning te hoog oploopt bij een hoge productie van energie. Wanneer een wijk veel energie zelf opwekt kan op piekmomenten de spanning op het stroomnet zo hoog oplopen dat systemen zichzelf uitschakelen (NOS, 2016). In verschillende wijken zijn al situaties ontstaan waarbij zonnepanelen niet meer produceren omdat de hoge netspanning dit niet toelaat. Bij grootschalige opwekking zal het huidige stroomnet niet meer voldoen. Dit zal op termijn verzaamd moeten worden omdat ook het stroomnet niet berekend is op stroomproductie. Het opslaan van stroom kan een oplossing bieden voor momenten van grote overproductie, en gelijk een alternatief vormen op een dure netverzwaring. Opgeslagen stroom kan op momenten met een productietekort weer gebruikt worden.

Ook aan de gebruikende kant is energie opslaan een goede aanvulling op of vervanging van het terug leveren aan het net. Momenteel wordt de meeste energie direct verbruikt, waarbij het opgewekte overschot aan stroom wordt teruggeleverd. De salderingsregeling vereffend de stroom die je opwekt met wat je gebruikt. Je betaald alleen voor het aantal kWh dat je gebruikt. Wanneer je meer levert dan gebruikt krijg je een vergoeding. Deze weegt niet op tegen de investering van bijvoorbeeld extra zonenpanelen. Hierdoor is het financieel niet aantrekkelijk meer te produceren dan je zelf gebruikt. Vanaf 2020 gaat de huidige

salderingsregeling hoogstwaarschijnlijk verdwijnen. Deze wordt vervangen door een terugleversubsidie ('De salderingsregel zonnepanelen voor en na 2020', z.d.). Een gemeenschappelijke accu kan salderen vermijden, door een teveel aan opgewekte stroom op te slaan, waarna een gebouw dat minder opwekt of een grotere energievraag heeft dit gebruikt. Het opslaan van thermische energie is ook van belang door piek- en dalverschillen. Met name de opwekking van (zonne)warmte is in de zomermaanden het meest productief, terwijl de warmtevraag in de wintermaanden het grootst is.

Weergave en selectie maatregelen

De volgende maatregelen zijn gericht op het opslaan en afgeven van thermische en elektrische energie. Bij de elektrische accu's zijn niet het laadvermogen of de capaciteiten meegenomen. Omdat de grootte van de accu's verschilt, en vooral de combinatie met het type opwekkingssystemen variabel is, wordt er verder niet specifiek ingegaan op de prestaties. De omvang van de verschillende accusystemen zijn wel opgenomen om een beeld te geven van de ruimtelijke impact. Voor thermische energie geldt dit ook. De omvang van het systeem is te afhankelijk van de te verwarmen gebouw(en) en het opwekkingssysteem om een generaliserende uitspraak te doen over de capaciteit.

Er zijn weinig beschikbare methoden voor het efficiënt opslaan voor energie. Technieken zijn volop in ontwikkeling, maar worden nog amper op grote schaal toegepast. Vooral in de wijk is het opslaan van energie nog niet erg gangbaar. Daarom is ook de thermochemische accu opgenomen. Deze techniek is nog niet geoptimaliseerd, maar kan op termijn wel een belangrijke rol gaan spelen bij het opslaan van warmte. Accu's zijn al wel in gebruik voor het opslaan van energie voor gebouwen en huishoudens, maar nog relatief duur. Aangezien de prijs van accu's de afgelopen jaren sterk is gedaald zal deze methode van energieopslag steeds rendabeler gaan worden.

Werking

Een elektrochemische accu heeft de mogelijkheid elektrische energie op te slaan en weer af te geven. Afhankelijk van het type accu of batterij is deze oplaadbaar of niet-oplaadbaar. Bij een herlaadbare accu is het chemische proces om elektrische energie vrij te maken omkeerbaar. Door het aanleggen van elektrische spanning wordt een elektronenstroom in omgekeerde richting geforceerd en zullen de chemische reacties omgekeerd verlopen; zo kan er energie opgeslagen worden. In combinatie met de opwekking van duurzame elektriciteit kan een accu toegevoegd worden. Zo wordt er bij een overschot aan elektriciteit energie opgeslagen, die gebruikt kan worden op momenten dat het (duurzame) opwekkingssysteem niet genoeg levert. Voor het toepassen van accu's, om elektrische energie in op te slaan op piekmomenten, zijn verschillende vormen:

Thuisaccu

Autofabrikanten hebben door de elektrische autotechnologie kennis vergaard op het gebied van accu's. Naast accu's voor in elektrische auto's produceren Tesla en BMW sinds kort betaalbare en compacte accu's voor consumenten. Afhankelijk van de opwekking zouden huishoudens naast het direct verbruiken van zelf opgewekte energie een overschot van energie op kunnen slaan. Helemaal onafhankelijk van het stroomnet zal daarbij niet mogelijk zijn. Er zullen – in de winter – momenten zijn waarin de eigen opwekking niet voldoende is, en ook de accu de periode van minder opwekking niet kan overbruggen. Zelfs bij het toepassen van een groot opwekkingssysteem en meerdere accu's per huishouden zal er in de zomermaanden een overschot zijn en in de wintermaanden tekorten. De thuisaccu is vooral praktisch om opwekking en gebruik meer op elkaar aan te sluiten. Wat overdag teveel wordt geproduceerd verdwijnt niet direct naar het net, maar wordt opgeslagen voor gebruik in de avond. Op deze manier voorkomt de thuisaccu op kleine schaal dat het stroomnet overbelast raakt.

Elektrische auto

De accu's van (volledig) elektrische auto's zijn ook geschikt om energie in op te slaan. Het voordeel is dat er geen extra accu's aangeschaft hoeven worden wanneer er voldoende elektrische auto's in een wijk staan. Via een slimme laadpaal kan naast enkel het opladen ook teruggeleverd worden wanneer dit nodig is. Op deze manier kan de auto-accu ook een accu vormen voor de verschillende huishoudens. De werking van dit systeem is afhankelijk van het aantal elektrische auto's, en de locaties waar deze zijn op het moment dat er tekorten of overschotten zijn. Omdat de accu's zowel voor het voortbewegen van de auto als voor energiegeneratie en -opslag gebruikt moet worden zal deze manier van opslaan ingewikkelder zijn dan het toepassen van accu's die gericht zijn op enkel het opslaan en leveren van energie aan gebouwen.

Buurtaccu

Een buurtaccu heeft dezelfde werking als een thuisaccu, alleen is deze bedoeld voor meerdere huishoudens. Afhankelijk van de capaciteit kan een straat, buurt of wijkdeel gezamenlijk energie opslaan en gebruiken uit de collectieve buurtaccu. Wanneer een kleine buurt al bestaat uit veel energie producerende woningen of gebouwen kunnen er op kleine schaal grote spanningsverschillen optreden op het stroomnet. Door gezamenlijk energie op te slaan en te gebruiken zullen er ook minder snel tekorten of overschotten ontstaan. Omdat zowel de opwekking als het gebruik van de gebouwen onderling verschilt zal gebruik of teruglevering via het stroomnet veel minder plaatsvinden dan bij individuele opwekking en gebruik. Het systeem zorgt ervoor dat eigen opgewekte elektriciteit optimaal wordt benut en zo veel mogelijk in de buurt of wijk blijft.

Electrochemische accu

Ruimtelijke inpassing

De inpassing van de thuisaccu zal op woningniveau gebeuren. De accu zal in kleine ruimtes geplaatst kunnen worden, of aan de wand. De MyReserve thuisaccu van Solarwatt B.V. is bijvoorbeeld maar 78 kilo en heeft afmetingen van 98,4 x 73,4 x 31 centimeter. Dit maakt de accu makkelijk in te passen binnen de woning. Het opslaan in autoaccu's behoeft helemaal geen extra inpassing. De auto's moeten alleen centraal of verspreid in de wijk staan, in combinatie met een (slimme) laadpaal. Deze zijn toe te passen op elke parkeerplaats. De wijk of buurtaccu is een stuk groter en heeft wel een ruimtelijke weerslag op de buurt. Afhankelijk van de opslagcapaciteit zal deze de grootte hebben van een transformatorhuisje. Het bouwwerk zal zowel in de openbare ruimte geplaatst kunnen worden, als op privéterreinen in de buurt. Wanneer deze in de openbare ruimte, eventueel in het groen, wordt toegepast moet er een duidelijke afweging gemaakt worden over de vormgeving ervan. De buurtaccu's kunnen als een nieuw soort bijgebouw worden beschouwd.

Extra informatie

<https://www.duurzaamnieuws.nl/thuisaccu-voor-huishoudens-met-zonnepanelen-komt-er-aan/>

<https://www.duurzaamnieuws.nl/zin-en-onzin-van-de-huis-accu/>

<https://www.ad.nl/utrecht/elektrische-auto-s-in-lombok-straks-energiefabriek-voor-hele-wijk~a76f4826/>

<https://www.liander.nl/nieuws/2017/11/23/buren-slaan-lokale-zonnestroom-op-buurtbatterij>

<https://solarwatt.nl/zonne-energie-systemen/zonne-energie-opslaan/>

Thermochemische accu

Werking

De thermochemische accu slaat net als de elektrochemische accu energie op door middel van een chemisch proces. In plaats van elektrische energie is dit thermische energie; de accu kan dus (langdurig) warmte opslaan via een chemisch proces. Het systeem bestaat uit twee voorraadvaten met water en zout, met daarnaast een boiler. De warmte bevindt zich in het zout en wanneer die nodig is zorgt de omgekeerde chemische reactie dat de warmte vrijkomt. De hydratatie en dehydratie van de zouten maakt warmte opnemen en afgeven mogelijk. De bewerkte zouten zijn goedkoop en hebben een energiedichtheid die 5 tot 10 keer zo groot is als die van water. Dit maakt het systeem goedkoop en erg compact. De te leveren warmte kan in de hoofdzaak gegenereerd worden door zonnecollectoren, die vooral in de zomermaanden productief zijn. Warmte kan vrijwel zonder verlies voor een langere tijd opgeslagen worden, en gebruikt wanneer de warmtevraag groter is. De warmte is geschikt voor warm tapwater en verwarming. De temperatuur zal zonder naverwarming waarschijnlijk alleen op een lagere temperatuur kunnen verwarmen, namelijk tot 60 graden. Dit systeem is nog in ontwikkeling door TNO, die eind 2015 een werkend prototype hebben opgeleverd. De nieuwe techniek wordt daarmee nog niet (grootschalig) toegepast.

Ruimtelijke inpassing

Zowel het zoutvat, de kleinere watertank en de boiler zouden op woningniveau toegepast moeten worden, bijvoorbeeld in een kelder. TNO verwacht dat bij een goed geïsoleerde woning een zoutvat met een inhoud van 5 m² volstaat. In het prototype worden meerdere vaten in een ruimte toegepast. Collectieve warmteopslag is ook mogelijk. De hoeveelheid vaten en de grootte hiervan hangen af van het aantal te verwarmen gebouwen, en is daarom variabel. Bij collectieve warmteopslag zal er ook gedacht moeten worden aan een omvang die vergelijkbaar is met een buurtaccu. Omdat de werking van het systeem geoptimaliseerd wordt, is deze omvang enkel indicatief.

Extra informatie

<https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/bouw-infra-maritiem/roadmaps/buildings-infrastructure/energiepositieve-gebouwde-omgeving/warmte-batterij-doorbraak-opslag-duurzame-energie/>

https://www.tno.nl/media/7026/thermochemische_opslag_voor_duurzame_verliesvrije_verwarming_van_woningen_infographic.pdf

Werking

Een methode van warmte-koude opslag (WKO) bestaan uit een open of gesloten systeem die warmte en koude opslaan in de bodem. Open systemen onttrekken water uit een geschikte grondwaterlaag en injecteren dat vervolgens weer in een andere waterlaag. Gesloten systemen werken in grote lijnen hetzelfde als open systemen. Het verschil is dat er geen grondwater wordt verpompt in watervoerende grondlagen. In plaats daarvan wordt water met een niet-giftig antivriesmiddel door bodemlussen gepompt om warmte of koude aan de bodem te onttrekken. In de winter wordt warmte (ongeveer 15 graden) onttrokken aan de bodem om het gebouw mee te verwarmen. Het afgekoelde water (ongeveer 8 graden) wordt vervolgens teruggepompt, waarna dit in de zomer gebruikt kan worden op het gebouw mee te koelen. Dit systeem werkt vrijwel altijd in combinatie met een warmtepomp. Omdat de warmte uit de bodem niet warm genoeg is om rechtstreek mee te verwarmen, wordt deze naverwarmd door de warmtepomp. Dit zal nog steeds van een lage warmte zijn. Voor de bestaande bouw zou daarom een WKO-systeem met warmtepomp gecombineerd kunnen worden met een cv-ketel in een hybride verwarmingssysteem. Het voordeel is dat het bestaande warmteafgiftesysteem kan gebruikt worden, zolang het gebouw voldoende op temperatuur blijft. Wanneer buitentemperaturen te laag worden zal volledig overgeschakeld worden op de cv-ketel. In de wintermaanden zal het gasgebruik toenemen. Net zoals een collectieve (bodem)warmtepomp is een collectieve warmte-koude opslag mogelijk. In plaats van meerdere kleinere systemen zal een groter systeem volstaan in de opslag. Grootschalige systemen hebben een kortere terugverdiensperiode.

Ruimtelijke inpassing

Het inpassen van een warmte-koude opslag is afhankelijk van het type systeem. Bij een open systeem wordt er gebruik gemaakt van geschikte watervoerende lagen. Net als een bodemwarmtepomp zal de opstelling bestaan uit een doublet waarin aan de ene kant grondwater wordt opgepompt en aan de andere kant water wordt teruggepompt. Bij opslag in een gesloten systeem moet een buizenstelsel in de bodem worden aangebracht. De geschiktheid van de bodem is een randvoorwaarde. In dichtbebouwde gebieden is collectieve opslag en gebruik beter haalbaar door de schaarste aan (geschikte) ruimte.

Extra informatie

<http://www.toolkitduurzaamergoed.nl/duurzame-bronnen/>

<https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/technieken-beheer-en-innovatie/warmte-koudeopslag-wko>

<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2017/07/RVO.nl%20-%20Factsheet%20WKO%20en%20warmtepompen.pdf>

Inleiding

Huizen van voor 1975 zijn bij de bouw niet of nauwelijks geïsoleerd. Waarschijnlijk zijn er in de loop der jaren wel verbeteringen gedaan om de isolatiewaarde te verhogen. Vaak zijn dit dakisolatie en de vervanging van enkel glas door dubbel glas. Als dit recent is gebeurd dan is het isolatiemateriaal van goede kwaliteit. Wanneer deze verbeteringen al wat ouder zijn is het waarschijnlijk alsnog een matige isolatie. Daarnaast ontbreekt in de meeste gevallen verdere isolatie als vloer- en gevelisolatie.

Het toepassen van goede isolatie is belangrijk voor het besparen van energie en het verhogen van het wooncomfort. Woningen met weinig of slechte isolatie verliezen veel warmte via de gevel, het dak, de vloer en de ramen. Een slecht geïsoleerde eengezinswoning verbruikt per jaar gemiddeld 3300 m² gas voor verwarming, tegen 600 m² gas bij een zeer goed geïsoleerde woning. Naast een veel lagere milieubelasting is dit op jaarbasis een besparing van 1600 euro. Het verhogen van de isolatiewaarde zal in het geval van verwarming met een cv-ketel het verbruik van fossiele brandstof in ieder geval flink verminderen ('Isoleren en besparen', z.d.). Isolatie is naast het stabiliseren van het binnenklimaat, zowel in de zomer als winter, een goede energiebesparende maatregel die ook financieel aantrekkelijk kan zijn.

Zeer goede isolatie is daarnaast een vereiste bij de toepassing van verschillende verwarmingssystemen. Ruimteverwarming op een lage temperatuur (LTV) is alleen mogelijk wanneer de bebouwing zo min mogelijk warmte verliest. Isolatie werkt daarmee niet alleen besparend op de vermindering van verwarmingskosten, het maakt ook andere typen van verwarming mogelijk. Verwarming op een lage temperatuur gebeurt in de meeste gevallen door middel van elektriciteit. Zo helpt goede isolatie in de omschakeling naar gasloze verwarming.

Weergave en selectie maatregelen

De volgende isolerende maatregelen zijn gericht op het verbeteren van gebouwen (lees: woningen) met verschillende gradaties

aan isolatiewaarde. Omdat het per gebouw, of zelfs per woning verschilt hoeveel en welke isolatie is toegepast zijn de maatregelen zowel toepasbaar op slecht geïsoleerde als goed geïsoleerde gebouwen. Afhankelijk van bestaande waarden van het gebouw kan worden afgewogen welke maatregelen het best toepasbaar zijn, en tegelijkertijd de beste isolatiewaarde opleveren. Omdat de hoogte van de isolatiewaarde van een maatregel per situatie en materiaalsoort zal verschillen is er geen Rc-waarde (waarde van warmteweerstand van materiaal) toegekend aan de te behalen isolatie van de bebouwing.

Het besparen van energie, zowel warmte als elektriciteit, is belangrijk. Voor elke kWh energie die gebruikt wordt moet er een meervoud aan energie voor worden opgewekt. Besparende maatregelen buiten isolatie om zijn niet meegenomen in deze selectie. Deze zijn namelijk gericht op gedragsverandering en energieverbruikende apparaten binnenshuis. Dit vormt daarom geen onderdeel van de toolkit.

Dakisolatie

Werking

Isolatie van het dak zorgt naast een grote besparing op verwarmingskosten ook voor een comfortabeler binnenklimaat. Naast de isolerende werking voor het binnenhouden van warmte blijft de bovenverdieping in de zomer koeler. Er zijn verschillende manieren om verschillende daktypen te isoleren. De werking is in principe hetzelfde, aangezien bij alle manieren van isoleren het isolerend vermogen van het dak wordt verhoogd. Voor verschillende soorten daken zijn er de volgende manieren om te isoleren:

Binnenkant van het dak isoleren

Bij de isolatie aan de binnenkant van een schuin dak wordt het isolatiemateriaal direct tegen het (houten) dakbeschot geplaatst. Afhankelijk van de aanwezigheid van (dampremmend) folie onder de dakpannen moet er een materiaalkeuze worden gemaakt, om vochtproblemen te voorkomen. De eigenschappen van het dak beïnvloeden de kosten van het isolatiemateriaal en de plaatsing. Bij weinig ruimte kan er dunner materiaal toegepast worden.

Dakpannen eraf, isolatie aan de buitenkant en pannen er weer op

Het dak van buitenaf isoleren levert de beste isolatiewaarde. Omdat het materiaal niet wordt onderbroken door balken en er genoeg ruimte is, verliest een warmdakconstructie de minste warmte. Afhankelijk van de dikte van het isolatiemateriaal zal het dakpakket dikker worden, wat aansluitingsproblemen oplevert. De aansluiting met de dakgoot zal dan opnieuw gemaakt moeten worden. Een renovatie waarbij de dakpannen eraf moeten vormt een geschikte aanleiding voor toepassing van buitenisolatie van het dak.

Isolatie onder de dakpannen

Na-isolatie is ook mogelijk door isolerend materiaal onder de dakpannen te blazen of spuiten. Dit kan bijvoorbeeld steenwol, PUR-schuim of piepschuim zijn. Deze maatregel levert weinig isolatie op en is alleen aan te raden wanneer er geen mogelijkheid is voor andere vormen van isolatie.

Zoldervloer of plafond isoleren

Wanneer een afsluitbare zolder geen verwarmde ruimte is, of hoeft te zijn, kan in plaats van het dak ook het plafond geïsoleerd worden. Daarmee bespaar je evenveel als met de isolatie van een schuin dak. Ook is er minder materiaal nodig en is plaatsing eenvoudiger. Isolatie kan zowel op het plafond direct onder de zoldervloer als op de zoldervloer. Dit kan beloopbaar zijn. Kieren en naden moeten bij de ingang naar de zolder wel goed gedicht zijn.

Bovenop het platte dak

De beste isolatie is ook bij een plat dak via een warmdakconstructie. Dit kan in plaats van de bestaande dakbedekking of hier bovenop. Door de toevoeging van nieuw (isolatie)materiaal zal het dak hoger worden, waarna de dakrand weer opgehoogd zal moeten worden. Een dakrand van een plat dak moet minimaal 10 centimeter uitsteken om overstroom van regenwater te voorkomen. Een koud dakconstructie met isolatie aan de binnenkant van de woning is optioneel, maar gaat vaak gepaard met vochtproblemen. Bij het plaatsen van isolatie tegen het plafond is het risico op schimmel erg groot en daarom niet aan te raden.

Dakisolatie

Ruimtelijke inpassing

Vrijwel alle vormen van dakisolatie zijn ruimtelijk inpasbaar zonder ingrijpende veranderingen te doen aan de bebouwing. Alle maatregelen die binnenshuis worden toegepast hebben geen weerslag op uiterlijke veranderingen. Afhankelijk van de dikte van het isolatiemateriaal is bij een warmdakconstructie de uiterlijke verandering het grootst. Zowel bij een plat als schuin dak zal het dakpakket groter worden. Aansluitingen moeten opnieuw gemaakt worden, of de dakrand moet opgehoogd worden. De uitstraling van het dak wordt hierbij minimaal beïnvloed, doordat de dakbedekking van de schuine daken hetzelfde blijft. Platte daken liggen meestal niet in het zicht en hebben weinig beeldbepalende dakbedekking. Toepassingen van isolatie via een warmdakconstructie zal op gebouwniveau moeten gebeuren. Rijwoningen kunnen individueel niet op deze manier geïsoleerd worden door de hoogteverschillen die zullen ontstaan. Hetzelfde geldt voor andere niet-vrijstaande woningen.

Extra informatie

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/dakisolatie/>

<http://www.toolkitduurzaamergoed.nl/daken/>

Spouwmuurisolatie

Werking

Bij spouwmuurisolatie wordt er isolatiemateriaal aangebracht in de spouw. Dit is de tussenruimte tussen de binnenmuur en buitenmuur die samen de buitengevel vormen. Woningen met een bouwjaar van 1920 tot 1975 zijn gebouwd met een spouwmuur, maar zonder spouwmuurisolatie. Het materiaal kan net als bij dakisolatie variëren tussen dezelfde materialen, afhankelijk van de breedte van de spouw. Het is de goedkoopste manier van gevelisolatie, maar heeft ook de minste isolerende werking. Voor een grote isolatiewaarde van de bebouwing is spouwmuurisolatie een maatregel die gecombineerd moet worden met andere vormen van gevelisolatie. LTV is niet mogelijk met alleen spouwmuurisolatie, wanneer de bebouwing matig geïsoleerd is. Een spouwmuur voorkomt vochtproblemen. Het opvullen van spouwmuren kan daarop vochtproblemen opleveren.

Ruimtelijke inpassing

Spouwmuurisolatie is een onzichtbare maatregel, omdat het isolerende materiaal zich tussen de binnenmuur en buitenmuur bevindt. Voor het aanbrengen van isolatiemateriaal moeten gaten geboord worden in voegen van de buitengevel. Deze gaten worden daarna weer dichtgestopt met specie in dezelfde kleur, waarna onderhoud niet nodig is. De maatregel wordt daardoor vrijwel onzichtbaar.

Extra informatie

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/spouwmuurisolatie/>

<http://www.toolkitduurzaamergoed.nl/gevel/>

Binnengevelisolatie

Werking

Binnengevelisolatie is een methode die aan de binnenzijde van de muren wordt toegepast. Door middel van het plaatsen van isolerende voorzetwanden tegen de buitenmuur wordt er warmte vastgehouden in de gewenste ruimtes. Het isolatiemateriaal wordt geplaatst met een raamwerk van hout of metaal en afgewerkt met gipsplaten. Vaak is een luchtspouw van 2 centimeter inbegrepen bij deze constructie, voor extra isolatie en om oneffenheden weg te werken. Ook zijn er kant en klare hardschuim isolatieplaten beschikbaar, of warmtereflecterende folies. Op plekken waar het isolatiemateriaal aansluit op vloeren, plafonds of binnenmuren moet het materiaal naadloos aansluiten. Wanneer er koudebruggen ontstaan ontsnapt er warme lucht in het isolatiemateriaal, waarna er vocht neerslaat in het materiaal of op de koude binnenzijde van de buitengevel. Hierdoor kan materiaalrot of schimmel ontstaan. Andere nadelen van voorzetwanden zijn de grotere temperatuurschommelingen en de benodigde verbouwingen binnenshuis. Hierbij moeten alle de muur bevestigde voorzieningen als stopcontacten en radiatoren opnieuw geplaatst worden tegen de voorzetwand.

Ruimtelijke inpassing

Doordat de isolatie zich aan de binnenkant van de muur bevindt wordt het vloeroppervlak van de woning of het gebouw kleiner. Daarnaast zullen muurstructuren binnenshuis verdwijnen achter de isolatieplaten. Uiterlijke wijzigingen aan de buitenkant van het pand worden niet gedaan. Deze isolatiemaatregel is dus van buitenaf onzichtbaar; een goede optie wanneer spouwmuurisolatie niet voldoende is, of wijziging van de buitengevel niet wenselijk is.

Extra informatie

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/gevelisolatie-binnenkant/>

<http://www.toolkitduurzaamergoed.nl/gevel/>

Buitengevelisolatie

Werking

Buitengevelisolatie vindt plaats aan de buitenzijde van de buitenmuur. Hierbij wordt er een isolatielaag om de complete buitenzijde van de muur geplaatst. Daarna wordt de nieuwe laag afgewerkt met materialen als steenstrips, stucwerk of gevelbekleding. Het grote nadeel is dat er een complete nieuwe laag om de buitenmuur verschijnt, en het uiterlijk van het gebouw compleet veranderd. Deze maatregel is duurder dan spouwmuurisolatie, maar levert een veel hogere isolatiewaarde. Bij een matig geïsoleerd huis kan buitengevelisolatie een isolatiewaarde geven die, in combinatie met andere maatregelen, hoog genoeg is voor de toepassing van LTV, of een energie neutraal gebouw. De combinatie met andere vormen van isolatie is dus goed mogelijk, ook met vormen van gevelisolatie. Zo kunnen muren afwisselend geïsoleerd worden met buitengevelisolatie en binnengevelisolatie.

Ruimtelijke inpassing

De extra laag isolatiemateriaal dekt de oorspronkelijke buitengevel volledig af. De buitenzijde van de woning wordt 'dikker' en veranderd van uiterlijk. Het gebouw ziet er weer als nieuw uit, maar zal niet meer overeenkomen met de oorspronkelijke verschijning. Wel kan er bij een nieuwe gevel rekening gehouden worden met materiaalgebruik en detaillering van de onderliggende gevel. De maatregel is alleen wenselijk bij gebouwen met weinig architectonische waarde. Ook bij deze maatregel moet op gebouwniveau geïsoleerd worden om hoogteverschillen, aansluitingsproblemen en storende uiterlijke verschillen te voorkomen. Buitengevelisolatie kan ook gedeeltelijk toegepast worden in combinatie met binnengevelisolatie, bijvoorbeeld aan alleen de achterzijde van de buitengevel. Zo wordt het straatbeeld niet aangepast.

Extra informatie

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/gevelisolatie-buitenkant/>

<http://www.toolkitduurzaamergoed.nl/gevel/>

Vloer- en bodemisolatie

Werking

Vloerisolatie

Bij de isolatie van de vloer kan dit via de bovenkant of de onderkant. De makkelijkste manier is om isolatiemateriaal aan te brengen aan de onderkant van de kruipruimte. Dit kan wanneer de kruipruimte 35 centimeter of meer hoog is. Tegen de onderkant van de vloer wordt dan isolatiemateriaal aangebracht. Welke materialen dit zijn maakt niet veel uit. Bij kruipruimtes die regelmatig onder water komen te staan is er een luchtkussenfolie beschikbaar. Wanneer er te weinig ruimte is (minder dan 35 centimeter) kan er ruimte gegraven worden. Kan dit ook niet, dan zijn er andere mogelijkheden. Isolatie kan dan in of op de vloer geplaatst worden. Afhankelijk van de ondervloer kan een houten ondervloer vervangen worden en herplaatst met isolatie. Een betonnen ondervloer kan geïsoleerd worden door op de bovenkant isolatiemateriaal aan te brengen. Zelfs met goed isolerend dun materiaal komt de vloer hoger te liggen. Bij deze maatregel kan gelijk gekozen worden voor vloerverwarming, aangezien de maatregel even ingrijpend is.

Bodemisolatie

Bodemisolatie is een optie wanneer er geen mogelijkheid is voor vloerisolatie door het gebrek aan een hoge kruipruimte, of wanneer de vloer nog niet aan vervanging toe is. Bij bodemisolatie wordt niet de vloer geïsoleerd maar de bodem onder de vloer. Daardoor zit er tamelijk koude, geventileerde lucht tussen de vloer en het isolatiemateriaal. Isolatie direct tegen de onderkant van de vloer is dus effectiever. Deze maatregel is dus een alternatief wanneer vloerisolatie niet mogelijk is.

Ruimtelijke inpassing

Vloerisolatie is onzichtbaar, zowel vanuit binnen als buiten. Alleen de isolatie van een vloer van bovenaf is zichtbaar doordat het hoogteverschillen veroorzaakt. Dit heeft gevolgen voor plinten, drempels en deuren. De kans dat het hoogteverschil zo groot is dat de buitendeuren beïnvloed worden is klein, maar biedt wel een aandachtspunt bij rijwoningen. Doordat het isolatie van de bodem zich volledig en enkel onder de vloer bevindt is bodemisolatie niet zichtbaar, zowel van binnen als van buiten.

Extra informatie

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/vloerisolatie/>

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/bodemisolatie/>

HR++ glas of triple glas

Werking

HR++ glas of triple glas isoleert veel beter dan enkel glas of gewoon dubbel glas. HR++ glas heeft twee isolatielagen, triple glas of HR+++ glas heeft drie isolatielagen. Tussen deze glaslagen zit een spouw, gevuld met edelgas of droge lucht; de isolerende laag. Het toepassen van beter glas kan gecombineerd worden met nieuwe isolerende kozijnen. Het is praktisch om bij vervanging van glas of kozijnen gelijk te kiezen voor zowel isolerende kozijnen als HR++(+) glas met kierdichting. Materialen voor de kozijnen zijn naast het gangbare kunststof ook hout, aluminium of staal. Het is nuttig om in onverwarmde ruimtes glas te vervangen. Wanneer er weinig aanleiding is voor vervanging kan het ook juist alleen toegepast worden in de belangrijke verwarmde ruimtes. Vooral in combinatie met de comfortverbetering kan een betere glassoort een goede isolatiemethode zijn. Goed geïsoleerde ramen in combinatie met een niet-geïsoleerd gebouw kan vochtproblemen veroorzaken. Ventilatie is bij dubbel of triple glas erg belangrijk. Dit kan door bijvoorbeeld ventilatieroosters boven de ruit te plaatsen.

Ruimtelijke inpassing

Bij het vervangen van bestaand glas moet er bij toepassing van een dikkere soort HR++(+) glas wel genoeg ruimte zijn in de raamsponning. Het kan zijn dat door het dikkere glas het nieuwe raam niet in het kozijn past. Het kozijn kan dan vervangen worden door een beter isolerende nieuwe variant of, wanneer het een houten kozijn betreft, worden uitgefreesd. Bij de toepassing van triple glas is het beter om nieuwe isolerende kozijnen toe te passen, aangezien deze anders alsnog veel warmte verliezen. Vooral bij de keuze voor nieuwe kozijnen moet het materiaal goed afgestemd worden op het gebouw. Een afwijkende materiaalkeuze op woningniveau kan op gebouwniveau erg opvallend zijn. Bij het gebruik van meerdere soorten glas in één gevel kan er verschil optreden in lichtinval en kleur van het glas.

Extra informatie

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/dubbel-glas-hr-glas-en-triple-glas/>

Isolerend raamfolie

Werking

Met isolerend raamfolie kun je de isolatiewaarde van enkel en dubbel glas verbeteren. Het folie kan op de binnenkant van het glas worden geplakt, of gespannen op de raamkozijnen. Zo wordt het de warmte beter vastgehouden. Het toepassen van kozijnfolie zorgt voor een isolerende luchtlaag tussen het raam en de verwarmde ruimte. Dit heeft dezelfde werking als een voorzetraam. Raamfolie die direct op het raam wordt geplaatst kaatst met een reflecterende laag warmte terug. Folie toepassen op enkel of dubbel glas is minder effectief dan het isoleren met beter glas, maar wel veel goedkoper dan het vervangen met HR++(+) glas. Bij monumenten is raamfolie een goedkoop alternatief op speciaal monumentenglas. Het kozijnfolie is goedkoop, makkelijk aan te brengen en gaat enkele winters mee. Wel is het plastic kwetsbaar en zal het vies en verweerd worden na verloop van tijd. Bij bestaand dubbel glas is alleen kozijnfolie effectief genoeg.

Ruimtelijke inpassing

De toepassing van raamfolie of kozijnfolie vindt binnenshuis plaats. Raamfolie is vrijwel onzichtbaar. Kozijnfolie is vooral vanaf de binnenkant goed zichtbaar. Dit kan een reden zijn om het niet toe te passen. Daarnaast zal het raam niet meer open kunnen, aangezien de laag folie nog voor het kozijn hangt. Het aanzicht op de ramen van buiten zal in ieder geval niet veranderen.

Extra informatie

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/isolerende-raamfolie/>

Isolerende raambekleding

Werking

Naast folies zijn er andere manieren om warmte binnenshuis te houden zonder glas te vervangen. Isolerende raambekleding wordt warmer dan glas, waardoor het binnen aangenamer aanvoelt. Ook is er minder tocht. De isolerende werking zit behalve in de afscherming van de ramen vaak in het materiaal zelf verwerkt. De raambekleding kan uitgevoerd worden met aluminium coating aan de binnenkant, of met een dubbele laag met luchtkamers. Enkel glas in combinatie met de best isolerende raambekleding heeft een betere isolatiewaarde dan dubbel glas. Het is belangrijk om gordijnen niet voor de verwarming te hangen, en deze te sluiten in de avond en nacht. De isolerende raambekleding is goed te combineren met raamfolie.

Ruimtelijke inpassing

Gordijnen hangen natuurlijk aan de binnenkant van de ramen. Ondanks dat ze van buiten zichtbaar zijn door het glas, en een duidelijkere aanwezigheid hebben van buitenaf, zijn de ruimtelijke gevolgen van isolerende raambekleding geen probleem voor de uitstraling van de bebouwing.

Extra informatie

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/isolerende-raambekleding/>

Buitenluiken

Werking

Buitenluiken hebben een zelfde werking als het folie en de raambekleding: ze beperken warmteverlies door het glas in de ramen. Bij het (her)plaatsen van luiken kunnen geïsoleerde toegepast worden voor een betere werking. De luiken moeten gesloten zijn willen ze een werking hebben. Het nadeel daarvan is dat dit alleen van buiten kan. Naast de meer traditionele luiken zijn er rolluiken beschikbaar. Deze zijn wel vanuit binnen te bedienen. Buitenluiken werken naast de het beperken van warmteverlies ook als zonwering.

Ruimtelijke inpassing

Met name gebouwen die van origine al over buitenluiken beschikken zijn geschikt voor nieuwe isolerende buitenluiken. Kleurgebruik en stijl van de nieuwe luiken kan het beste aangepast worden op het oorspronkelijke materiaal. Met name bij rijwoningen waar de gehele rij beschikt over dezelfde buitenluiken is het belangrijk om af te stemmen op de aanwezige luiken. Afwijkende buitenluiken op woningniveau zorgen voor een onsamenhangend straatbeeld. Ook zijn geïsoleerde buitenluiken dikker dan de niet-geïsoleerde oorspronkelijke variant. Zo kunnen geïsoleerde luiken alsnog uit de toon vallen. Rolluiken kunnen juist toegepast worden bij woningen die niet beschikken over buitenluiken. Omdat deze ook een duidelijk aanwezig zijn aan de (voor)gevel is bij het gebruik van rolluiken een collectieve toepassing op gebouwniveau aan te raden. Zowel in constructie als kleur zal een enkele woning met rolluiken afwijken van de overige woningen. Met name bij gelijke appartementengebouwen en rijwoningen zal dit een probleem zijn. Collectieve toepassing van buitenluiken zorgt voor een samenhangend straatbeeld, en zal daarnaast voordeliger zijn in aanschaf en montage.

Extra informatie

<http://www.toolkitduurzaamergoed.nl/ramen/>

Naden en kieren dicht

Werking

Het dichten van naden en kieren voorkomt tocht. Naast mindere verwarmingskosten zal het vooral een comfortverbetering opleveren. Kieren en naden komen overal voor en zijn op verschillende manieren te dichten. Van het dak tot de begane grond zijn er overal wel kleine openingen die tocht veroorzaken en warmte lekken. Per locatie verschilt het materiaal waarmee er gedicht kan worden. Tochtstrips bij ramen en deuren zijn veelvoorkomende maatregelen, net als het opvullen van naden met kit of schuim. Deze maatregel is goedkoop wanneer dit zelf wordt uitgevoerd. Dan zijn alleen de materiaalkosten van toepassing, die niet hoog zijn. Wanneer dit wordt uitbesteed is dit veel duurder. Bij andere vormen isolatie worden naden en kieren echter meegenomen in de afwerking. Deze maatregel is dus meestal inbegrepen bij grotere isolatiemaatregelen als gevel-, dak- of vloerisolatie.

Ruimtelijke inpassing

Materialen als tochtstrips worden geïntegreerd in bewegende delen van ramen en deuren. Deze zijn dus amper zichtbaar. Ook het dichten van naden is veelal onzichtbaar en heeft weinig invloed op de bebouwing.

Extra informatie

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/naden-en-kieren-dicht/>

<http://www.toolkitduurzaamergoed.nl/ramen/>

Tochtportaal

Werking

Een tochtportaal voorkomt warmteverlies bij opening van de buitendeur. Zonder tochtportaal gaat veel warmte verloren en treedt er tocht op. Deze aparte gevormde ruimte bevindt zich bij de buitendeur, en vormt een onverwarmde tussenruimte tussen de deur en de binnen- of buitenlucht. Het portaal kan voor de ingang zitten, of inpandig achter de deur. Het is in beide gevallen de bedoeling om deze ruimte niet te verwarmen. Het vormt een overgangsruiimte tussen de warme lucht binnen en de koude lucht binnen, en in de zomer andersom. De tussenruimte voorkomt directe warmte uitwisseling tussen binnen- en buitenlucht. Het tochtportaal moet vooral tochtdicht zijn. Wanneer het portaal zich aan de buitenzijde bevindt moet het ook redelijk geïsoleerd zijn. Aan de binnenzijde is de isolatiewaarde minder belangrijk. De ruimte moet vooral tochtdicht en goed afsluitbaar zijn.

Ruimtelijke inpassing

Het tochtportaal heeft aan de binnenzijde van het gebouw niet veel invloed op het aanzicht van buiten. Wanneer deze zich achter de voordeur van een woning bevindt is deze niet zichtbaar, maar moet deze wel ingepast kunnen worden in de hal. De extra (onverwarmde) ruimte gevormd door een wand en deur gaat namelijk ten koste van de ruimte binnenshuis. Een tochtportaal buitenshuis is vooral bij (portiek)flats of andere appartementsgebouwen al aanwezig. Verbetering van de isolatiewaarde in al bestaande onverwarmde ruimtes zoals portieken is hier een toepasbare maatregel. Hierbij moet er rekening gehouden worden met andere portieken in hetzelfde gebouw. Een collectieve verbetering is raadzaam om afwijkende elementen te voorkomen.

Extra informatie

<http://www.toolkitduurzaamergoed.nl/tochtwering/>

Conclusies toolkit energie

Samenvatting toolkit

De toolkit energie bestaat uit 24 maatregelen, verdeeld over 3 thema's: opwekken, opslaan en isoleren. Opwekken gaat over het genereren van duurzame(re) energie. Met energie wordt zowel elektrische als thermische energie bedoeld: elektriciteit en warmte. Opslaan gaat over het opslaan en de regeneratie van deze energie. Het thema isoleren gaat in op de geschikte isolatiemethoden voor bebouwing.

Energietransitie is in bestaande wijken een grote opgave. Bebouwing en energiesystemen zijn eenvormig afgestemd het energiegebruik van gas en elektriciteit, en niet gericht op de opwekking hiervan of het gebruik van andere energievormen. De toolkit energie gaat hier op in, door niet alleen de maatregelen uit te lichten op gebied van werking en ruimtelijke inpassing, maar ook het effect van de maatregelen op een groter geheel te laten zien; op wijkniveau.

De maatregelen zijn praktische toepassingen die bijdragen aan het verduurzamen van (wederopbouw)wijken. Veel van deze maatregelen zijn afzonderlijk toe te passen, maar hebben het meeste effect wanneer deze gecombineerd worden met maatregelen uit andere thema's. Daarnaast zijn veel systemen van elkaar afhankelijk, bijvoorbeeld bij het gebruik van lage temperatuurverwarming. Zo staan het opwekken van energie, het opslaan van energie en het isoleren van de bebouwing lang niet altijd los van elkaar. Maatregelen uit de toolkit zijn individueel toepasbaar, maar staan vaak in verbinding met andere thema's en maatregelen.

Conclusies maatregelen energie

Niet elke opgenomen maatregel is even effectief. Daarnaast hebben ze allen een andere ruimtelijke impact op de ruimte. Hier staan de belangrijkste conclusies uit het onderzoek naar bruikbare maatregelen. Deze conclusies gaan niet alleen in op de meest

bruikbare verduurzamingsmethoden, maar zijn ook overkoepeld op de gehele opgave van de energietransitie in de wijk.

- Collectief opwekken en gebruiken rendabeler én efficiënter. Ondanks dat het opwekken en gebruiken van energie veelvuldig op gebouwniveau - of zelfs op woningniveau - gebeurt is het veel rendabeler om dit collectief te doen. Naast het feit dat dit de kosten vermindert van aanschaf en onderhoud is dit in het geval van duurzame energie een goede manier om in te spelen op pieken en dalen in gebruik en opwekking. Met meerdere huishoudens of gebouwen zullen deze pieken en dalen uitgebalanceerd worden.

- Zonnepanelen het meest efficiënt bij opwekken in de wijk. Voor de opwekking van elektrische energie zijn zonnepanelen het best toepasbaar. Ze worden al binnen bestaande wijken toegepast en kunnen afhankelijk van de plaatsing en het rendement een groot deel voorzien in de elektriciteitsvoorziening. Wanneer zonnepanelen nadrukkelijk aanwezig zijn op (zichtbare daken) kan de plaatsing afbreuk doen aan de ruimtelijke kwaliteit. Per vierkante meter renderen zonnepanelen – behalve bij een klein dakoppervlak – beter dan warmte opwekkingssystemen als zonnecollectoren.

- Windenergie ter aanvulling op zonne-energie. Energieopwekking door middel van kleine windturbines is minder rendabel dan zonnepanelen, maar kan wel een alternatief vormen voor hoge gebouwen met weinig dakoppervlak. Ondanks dat deze techniek nog weinig in de wijk wordt toegepast is windenergie een goede aanvulling op dagen met weinig zon, om de dalen in opwekking gedeeltelijk op te vangen.

- Opslaan nog niet optimaal, wel belangrijk. Voor het opslaan van thermische energie zijn nog weinig methoden doorontwikkeld waarbij warmteverliezen op een hoge temperatuur klein zijn. Het opslaan van elektriciteit is nog relatief duur. De verwachting is dat de prijs van accu's de komende jaren nog verder zal dalen. Een thuisaccu kan terugleveren sterk verminderen. Dit voorkomt overbelasting van het stroomnet en vervangt grotendeels het salderen, waarvan de toekomst onzeker is. Een buurtaccu kan pieken en dalen in opwekking en gebruik nog beter opvangen. Deze zorgt dat opgewekte stroom in de wijk blijft en minimaliseert stroomafname van het net. Grootschalig lokaal stroom opslaan maakt grootschalige opwekking mogelijk, zonder de bijbehorende ingrijpende netverzwaring.

- Isoleren belangrijk én mogelijk met weinig zichtbare maatregelen. Isolatiemogelijkheden hebben veelal een uitwerking op de lucht- en vochtthuishouding van de verschillende ruimtes binnen een gebouw. Toch zijn veel maatregelen effectief en weinig zichtbaar, met name aan de buitenkant. Voor lage temperatuurverwarming zijn wel ingrijpende veranderingen vereist bij de oudere bestaande bebouwing (<1975) die slecht of matige isolatie bevatten.

- Lage temperatuurverwarming (LTV) lastig in oudere bebouwing. Verwarming op lage temperatuur is een duurzame(re) vorm van ruimteverwarming. In combinatie met uiteenlopende warmtebronnen kan LTV gasverbruik verminderen of volledig vervangen. Om bestaande bebouwing geschikt te maken voor verwarming op lage temperatuur moeten gebouwen of woningen optimaal geïsoleerd worden. Dit zijn naast dure ook ruimtelijk ingrijpende maatregelen bij gebouwen met weinig isolatie. Dit maakt LTV niet toepasbaar zonder ingrijpende veranderingen aan de bebouwing te ondernemen.

- Onvermijdelijke ruimtelijke impact. Nieuwe, duurzame manieren van energie gebruiken en opwekken zullen ongetwijfeld zichtbare maatregelen opleveren in de wijk. Ook bijzondere wijken zullen in uitstraling of uiterlijk gewijzigd worden wanneer er verduurzaamd wordt. De mate waarin dit gebeurt is echter nog sterk variabel. De verandering van energiesystemen heeft in ieder geval een onvermijdelijke ruimte impact op de wijk.

- Veel maatregelen nog niet even effectief. Ondanks dat maatregelen als zonnepanelen en dubbel glas vaak toegepast worden, zijn andere vormen van duurzamere energie, opslaan van de energie of vergaande isolatie nog niet altijd de meest toegankelijke maatregelen. Vooral op gebied van LTV en stroom- en warmteopslag zijn er technieken nog in ontwikkeling. Dit maakt verscheidene maatregelen die nu nog niet rendabel zijn op termijn wellicht wel haalbaar en toepasbaar.

ANALYSE WIJKEIGENSCHAPPEN

Inleiding analyse wijkeigenschappen

Voor de analyse van de wijkeigenschappen zijn twee van de aangewezen vijftien wederopbouwwijken geanalyseerd: Plan Zuid/De Pettelaar in Den Bosch en De Wijert-Noord in Groningen. De keuze voor deze twee wijken heeft te maken met de vergelijkbaarheid van deze wijken met andere wederopbouwwijken. De door de RCE aangewezen wijken zijn namelijk geselecteerd op basis van de bijzondere eigenschappen. Een globaal onderzoek naar de stedenbouwkundige kenmerken van de vijftien wijken heeft er toe geleid dat Plan Zuid en De Wijert-Noord zijn gekozen voor deze vergelijkende studie. Beiden wijken zijn sterk opgezet volgens de wijkgedachte. Dit principe was leidend voor een groot deel van de naoorlogse wijken, tot midden jaren zestig. Op deze manier kan het onderzoek naar wijkeigenschappen ook relevant zijn voor andere wederopbouwwijken. De gekozen wijken zijn min of meer gebouwd in dezelfde filosofie, maar ruimtelijk erg verschillend.

Methoden

Deze wijkanalyse is een manier om de specifieke eigenschappen van de wederopbouwwijken uit te lichten. Zowel Plan Zuid als De Wijert-Noord zijn geïnventariseerd op specifieke functies en typen in de bebouwing, en soorten gebieden. Dit levert een onderverdeling in de wijkeigenschappen op. Uiteindelijk zijn hier twee typen wijkeigenschappen uit te onderscheiden: Gebouwen en Gebieden. Aan de hand van deze thema's wordt duidelijk hoe de wijken precies zijn opgebouwd. De verschillende wijkeigenschappen per thema zijn vrij globaal, om deze methode zo geschikt mogelijk te houden voor meerdere wijken.

Dit is géén globaal onderzoek geweest naar stedenbouwkundige structuren of kernkwaliteiten. Dit onderzoek is voorafgaand én na de aanwijzing van deze gebieden al uitgevoerd. Deze wijkanalyse is specifiek uitgevoerd met de thema's energietransitie en klimaatadaptatie op de achtergrond. Hierom is er ook gekozen voor een onderverdeling in gebouwen en gebieden. Voor de energietransi-

tie zal vooral informatie over de gebouwen van belang zijn. Voor klimaatadaptatie zullen de verschillende gebieden binnen relevanter zijn.

Het onderzoeksgebied van de wijken is exact hetzelfde onderzoeksgebied als in voorgaande studies van de RCE naar deze wederopbouwwijken. Hier is niet van af geweken, omdat deze precies de contouren van de naoorlogse wijk volgt. Voor de analyse is bureauonderzoek gedaan. Naast de bestaande kennisdocumenten van de RCE is voor de determinatie van de wijkeigenschappen Google Maps/Street-View gebruikt, in combinatie met locatiebezoeken.

Leeswijzer

De onderzochte wijken worden hierbij niet apart behandeld, maar per wijkeigenschap uitgelicht. Allereerst zal er een korte samenvatting van de wijken worden gegeven, die de belangrijkste uitgangspunten van het stedenbouwkundige ontwerp en de stedenbouwkundige opzet vertellen. De introducties zijn specifiek per wijk, de behandeling van de belangrijkste wijkeigenschappen gebeurt per eigenschap. De beide wijken worden hierbij tegelijk weergegeven. In de begeleide tekst wordt eerst een algemene beschrijving gegeven van wat er precies binnen de eigenschap valt. Daarna wordt diezelfde wijkeigenschap in beide wijken toegelicht.

Aan het einde van de analyse zal er een korte samenvatting gegeven worden, met daarna de belangrijkste conclusies. Hierbij zal er een koppeling gemaakt worden tussen de meest bruikbare maatregelen uit de toolkit en de meest bruikbare wijkeigenschappen, wat de basis gaat vormen voor de uitwerking in de casestudy.

Introductie Plan Zuid, Den Bosch

Plan Zuid / De Pettelaar is een grote uitbreidingswijk ten zuiden van Den Bosch. De uitbreidingswijk is vooral bedoeld voor de beter gesitueerden. Het definitieve stedenbouwkundige ontwerp is van Pieter Verhagen. De wijk bestaat grofweg uit de delen Zuid 1 en Zuid 2, die weer op te delen zijn in verschillende, duidelijk herkenbare subbuurten. Deze buurten weerspiegelen de goed de ontwikkeling van de wijk door de tijd heen. Deel 1 bevat veel traditionele elementen en is uitgevoerd in de Delftse en Bossche School. Dit resulteert in een samenhangende bebouwingsstructuur. Deel 2 is in 1975 opgeleverd en modernistisch van karakter. Plan Zuid is een goed bewaard en karakteristiek voorbeeld van een ruim opgezette uitbreidingswijk waarin de ontwikkeling van naoorlogse architectuur en stedenbouw duidelijk zichtbaar is (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2016, p. 5).

De benoeming tot wederopbouwgebied van nationaal belang is ook gebaseerd op deze nog steeds duidelijk zichtbare ontwikkeling van de wijk. De volgende kernkwaliteiten zijn hiervoor aangegeven:

1. Ruim opgezette middenstandswijk met zorgvuldige aanhechting aan de historische binnenstad
2. Modern stedenbouwkundig plan met traditionele architectuur (Bossche School)
3. Rijke architectuur in diverse woningtypen met bijzondere detaillering

Uitgangspunten stedenbouwkundig ontwerp

De stad Den Bosch bleef lang opgesloten binnen de vestingwerken. Vanwege de beperkte mogelijkheden waren veel welgestelden vertrokken naar Vught, wat resulteerde in een eenzijdige bevolkingssamenstelling. Het daar op in spelende uitbreidingsplan bestond uit drie delen: Plan West, Plan Oost en Plan Zuid. Volgens ramingen zouden er ruim 8000 nieuwe woningen bij moeten

komen, waarvan 500 voor welgestelden. Deze zouden in Plan Zuid komen te wonen. Verhagen zocht in zijn plannen naar landschappelijke verbanden en manieren om deze te versterken. Verkeers- en waterwegen vormden een belangrijke structurerende basis voor de uitbreidingen. Plan Zuid was ontworpen als parochiewijk, wat betekent dat de wijk opgedeeld is in verschillende parochies. De twee parochies van Plan Zuid hebben hun eigen kerk, scholen en voorzieningencentrum. Het ordenen in parochies is vooral in het katholieke zuiden een uitwerking geweest van de wijkgedachte (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2016, p. 8).

Opzet stedenbouwkundig ontwerp

In verschillende wijken van het Algemene Uitbreidingsplan zijn op basis van gewijzigde bevolkingsprognoses of veranderende inzichten later de verkavelingen en bestemmingen aangepast. Plan Zuid onderging de meest ingrijpende veranderingen. Na 1956 werd het plan verdicht. In het vroeg naoorlogse plan waren de twee parochiebuurten duidelijk van elkaar gescheiden door (een groene uitloper van) het Zuiderpark. Ook de Pettelaarseweg werd omgelegd naar het oosten. De benamingen Plan Zuid 1 en Plan Zuid 2 bleven bestaan maar kregen een andere betekenis. Met deel 1 wordt het deel tussen de binnenstad en de Zuiderparkweg bedoeld. Deel 2, dat later gereed kwam, is het deel vanaf de Zuiderparkweg. Ook de verkavelingsrichting werd aangepast onder de invloed van de naoorlogse woningbouw. De woonstroken werden meer noord-zuid georiënteerd (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2016, p. 8). Ondanks dat de opzet van de twee parochies uiteindelijk min of meer verdween is de wijkgedachte onmiskenbaar aanwezig. De wijk is hiërarchisch opgebouwd langs de drie belangrijkste verkeersassen. Centrale wijkfuncties zoals winkelcentrum de Zuiderpassage en de Sint-Lucaskerk bevinden zich op de scheiding van Zuid 1 en Zuid 2. Het winkelcentrum heeft de centrale functie verloren door het nieuwe winkelcentrum aan de Pettelaarseweg.



Introductie De Wijert-Noord, Groningen

De Wijert-Noord is onderdeel van de naoorlogse stadsuitbreiding net ten zuiden van de binnenstad van Groningen. De wijk is ontworpen tussen 1957 en 1959 door stedenbouwkundige Henk Eysbroek van de betreffende gemeente. Verdeeld over bijna 3000 woningen moest de wijk 9000 bewoners gaan huisvesten, met name arbeiders en middenstanders. Daarnaast is het één van de eerste wederopbouw wijken van de stad waarbij stempelbouw is toegepast als basis van de verkaveling. Dit maakt De Wijert-Noord een representatief voorbeeld van een rationele wijk, waarbij het stedenbouwkundige principe van de stempelverkaveling op systematische wijze is toegepast (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2016, p.5). Deze eigenschappen vormen direct de belangrijkste ruimtelijke kernkwaliteiten die de RCE aan de wijk heeft toegekend:

1. Herhaalbare module van de wooneenheid (stempel) als basis van de verkaveling
2. Afwisseling tussen laag- en middenhoogbouw

Uitgangspunten stedenbouwkundig ontwerp

Het plan van Eysbroek bouwt voort op de vorkachtige structuur met groen in het midden en de belangrijke noord-zuid en oost-west verbindingen uit het vooroorlogse plan van Schut en Berlage. De Wijert-Noord is geheel vormgegeven volgens de wijkgedachte. De wijk is hiërarchisch opgezet en heeft een ruim aanbod aan voorzieningen als scholen, kerken en winkels, zodat de wijk onafhankelijk van de stad kan functioneren. Het principe licht, lucht en ruimte was leidend bij de positionering van de woningen. Naast de veelvuldig toegepaste stempelbouw is strokenbouw ook een toegepaste verkavelingswijze. Verschillende woningtypen werden in een stempel herhaald, zodat uiteenlopende bevolkingsgroepen met elkaar zouden mengen (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2016, p.9).

Stedenbouwkundige opzet

De opzet van de wijk kenmerkt zich door een sterk systematische opbouw, zowel in verkaveling als in de woningen zelf. Hoofdwegen in de richtingen noord-zuid en oost-west delen De Wijert op in vier woonbuurten. De vier woonbuurten zijn opgebouwd uit een serie van consequent herhaalde stempels, bestaande uit verschillende bouwblokken. Deze omsluiten de groene kern van de wijk, met aan de randen de centrale winkelvoorziening en twee hoofdbouwflats die de groene ruimte aanzetten. Een groene ruimte omsluit de buurten in oostelijk, noordelijke en westelijke richting van de wijkgrenzen. In westelijke en noordelijke wijkgrenzen zijn de A28 en N7. De oostelijke wijkgrens is de vooroorlogse wijk Helpman en de zuidelijke grens wordt gevormd door de Van Ketwich Verschuurlaan met daar onder De Wijert-Zuid. Omdat de noord-zuidverkaveling niet overal aansluit bij deze grenzen zijn de overige ruimtes tussen de stempels en wijkgrenzen gebruikt voor bijzondere functies, of om een gedeelte van een stempel te herhalen. Deze flexibel ingerichte ruimtes dragen bij aan de ruimtelijke kwaliteit van de wijk. De middelbare scholen in het noorden van de wijk zijn later toegevoegd (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2016, p.12).



WONINGEN

Woningen vormen vanzelfsprekend het grootste deel van de bebouwing in de wijken. Hierbij zijn woonvormen als zorg inbegrepen. Wanneer woningen boven voorzieningen ondergeschikt zijn aan de voorziening zijn ze niet weergegeven in deze categorie. Onder gemiddeld verbruik zijn woningen hoogstwaarschijnlijk de grootste energiegebruikers binnen de wijkgrenzen. Daarbij hebben woongebouwen van voor 1975 een erg hoog gasgebruik voor verwarming. Veel woongebouwen zullen matig tot zeer slecht geïsoleerd zijn.

Afgezien van nieuwe appartementsgebouwen bestaat Plan Zuid voornamelijk woningen van voor 1975. In De Wijert-Noord zijn relatief veel oorspronkelijke eengezinswoningen en seniorenwoningen recent vervangen door nieuwbouwwoningen. Deze zullen een aanzienlijk kleiner gasverbruik hebben dan de oorspronkelijke woningen. Daarnaast zijn de daken ingericht op het bergen van water door middel van een sedumdak.



BIJGEBOUWEN

Aanvullend op de meeste woongebouwen zijn bijgebouwen toegevoegd. Schuren, bergingen en garageboxen vormen het overgrote deel van de bijgebouwen. Door de opkomst van de auto werden naoorlogse wijken sterk ingericht op autogebruik. Transformatorhuisjes zijn ook weergegeven als bijgebouwen. De veelvuldigheid aan bijgebouwen maakt ze ondanks de beperkte afmeting een wezelijk onderdeel van de bebouwingsstructuur in beide wijken.

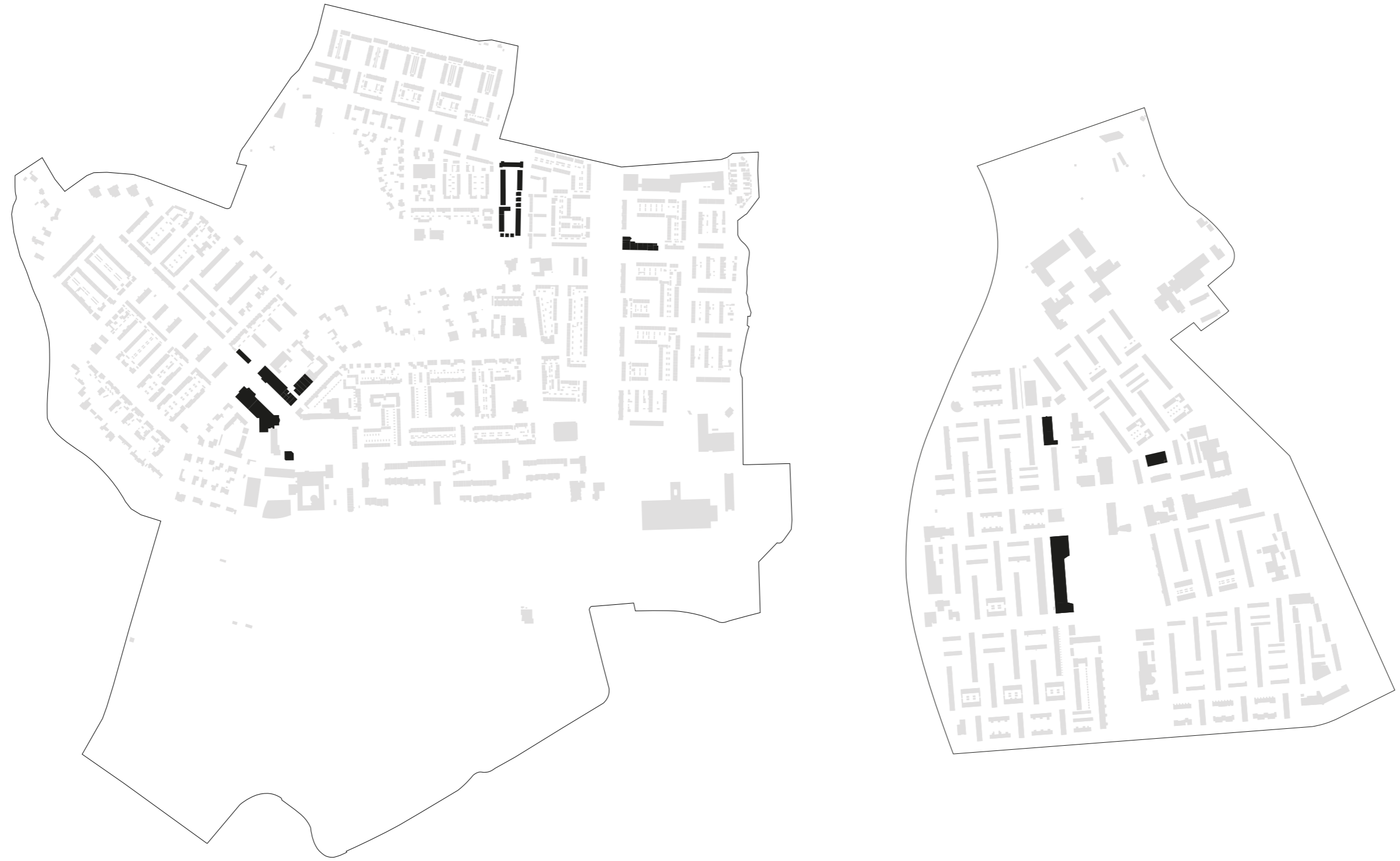
In Plan zuid bevat haast elke prive-achtertuin van eengezinswoningen wel een bijgebouw. Net als de woongebouwen is de vormgeving hiervan hetzelfde binnen hetzelfde woonblok of stempel. Etagewoningen hebben in verschillende gevallen toegang tot een berging. Vooral het meest noordelijke deel bevat een aanzienlijke hoeveelheid bergingsruimtes. Garageboxen bevinden veelal ook uit het zicht, achter de woongebouwen. In De Wijert-Noord zijn juist de garageboxen wel duidelijk aanwezig in het straatbeeld. De ruimtelijke kwaliteit van deze bebouwing is echter beperkt. De meeste bijgebouwen hebben weinig ruimtelijke kwaliteit en gebruiken, eventueel afhankelijk van het gebruik, relatief weinig energie.



WINKELS

Onder de categorie winkels vallen alleen de winkelvoorzieningen binnen de wijk. Deze winkels hebben het zwaartepunt van het verzorgingsgebied in de wijk zelf liggen. Vanuit de wijkgedachte moest de wijk autonoom van de stad kunnen functioneren. Daarom bevat de wijk de hoofdzakelijke winkelvoorzieningen, meestal centraal in één centrum, aangevuld met kleinere centra voor verschillende buurten.

Plan Zuid bevat meerdere centra. Het oorspronkelijke centrum Zuiderpassage in het noorden van de wijk heeft zijn winkelfunctie behouden, maar heeft zijn centrale winkelfunctie verloren ten opzichte van het nieuwere grootschalige centrum in het zuiden van de wijk. Er zijn tevens twee kleinere winkelvoorzieningen, waarvan de oostelijk gelegen voorziening zijn buurtvoorzieningsfunctie ook grotendeels heeft verloren. In De Wijert-Noord is de centrale winkelvoorziening niet afgeweken van het oorspronkelijke plan. Deze bevindt zich nog steeds in het centrum van de wijk. Ook zijn er twee buurtwinkelvoorzieningen, waarvan ook de oostelijke voorziening de winkelfunctie heeft verloren. In beide wijken is de beslaats de bebouwing van de (centrale) winkelvoorziening een groot oppervlak en zullen ze een groot energiegebruik hebben.



SCHOLEN

Scholen zijn ook voorzieningen op wijkniveau. Zowel basisscholen als middelbare scholen zijn in de wijk vertegenwoordigd en een belangrijk aspect van de wijkgedachte.

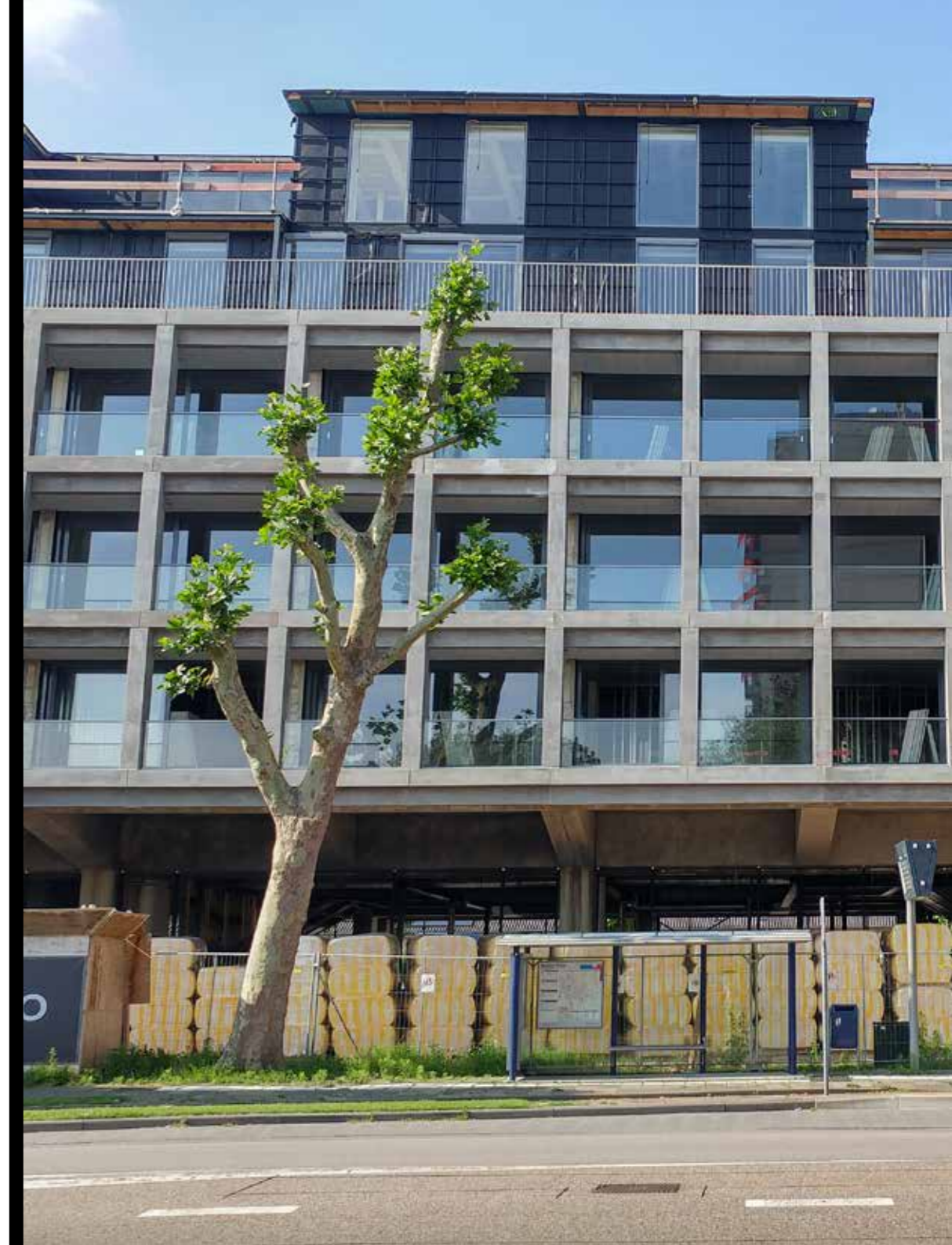
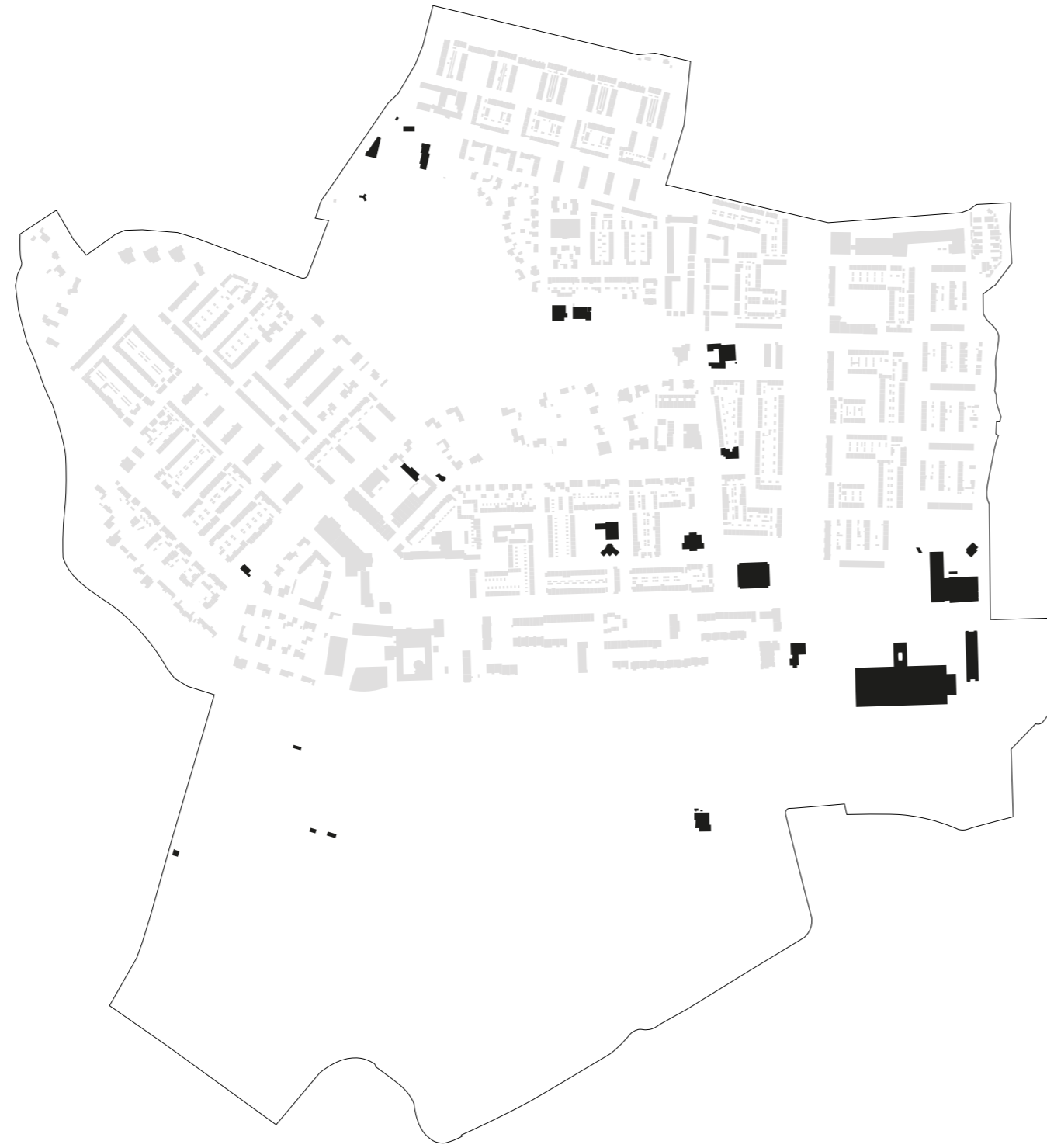
In Plan Zuid zijn er drie middelbare scholen, in combinatie met twee basisscholen. Deze zijn verspreid aan de randen van de wijk. De Wijert-Noord bevat in totaal zes complexen met verschillende scholen. Hier overstijgen de middelbare scholen de wijkfunctie. Daarnaast is het meest westelijke complex met een andere functie ingevuld. Deze groot-schalige complexen zullen een aanzienlijke energievraag hebben, die qua pieken en dalen in gebruik afwijkt van de woonfunctie. Vooral in het weekend, wanneer de gebouwen hoogstwaarschijnlijk gesloten zijn.



BEDRIJVEN EN VOORZIENINGEN

In de categorie bedrijven en voorzieningen zijn de overige functies ondergebracht. Zowel oorspronkelijke wijkfuncties als kerken zijn hier bij inbegrepen, als bedrijven die van oorsprong niet direct voorkwamen in de planvorming voor naoorlogse wijken.

In Den Bosch vormen het Provinciehuis en het bedrijfsgebouw van Canon de grootste bebouwingsstructuren. Gebouwen gerelateerd aan de sportvoorziening en kantoren en praktijken vormen de overige bebouwing. In Groningen zijn naast de vier kerken enkele bedrijven en drie sportcomplexen inbegrepen in deze categorie, waaronder het openluchtzwembad in het noorden. Net als de schoolgebouwen zal het energiegebruik afwijken van woningen in de wijk. In de avonduren zullen deze functies in het algemeen minder gebruiken.



PLATTE DAKEN

In de naoorlogse woningbouw werden er naast nieuwe stedenbouwkundige structuren ook nieuwe woningtypen ontwikkeld. Het platte dak werd geïntegreerd in zowel de modernistische als traditionele architectuurstromingen. Etagebouw, is veelvuldig uitgevoerd met platte daken, maar ook duplexwoningen of seniorenwoningen zijn er met een plat dak. Deze bebouwingseigenschap kan erg bruikbaar zijn in de verduurzamingsopgaven, omdat maatregelen toegepast op een plat dak grotendeels onzichtbaar zullen zijn.

In beide wijken is goed te zien dat vooral de etagewoongebouwen een plat dak bezitten. De Wijert-Noord bevat daarnaast zowel oorspronkelijke als nieuwe grondgebonden woningen met een plat dak. Plan Zuid heeft een cluster van vrijstaande woningen met een plat dak. Naast woningen beslaan ook bedrijven en voorzieningen veel platte daktypen. De Wijert-Noord heeft een eenzienlijk plat dakoppervlak, gevormt door de schoolgebouwen.



WEGEN

Onder de wegen vallen zowel de hoofdwe-
gen en woonwegen, met de daarbij ingepas-
te paarkeerplaatsen. Voet- en fietspaden zijn
hierbij ook inbegrepen. (Half)verharde voet-
en fietspaden zijn hier niet bij inbegrepen.
Ook woonerven zijn niet onder de wegen-
structuur weergegeven.

De opbouw van de wegenstructuur is in
Den Bosch en Groningen vergelijkbaar. De
(hoofd)wegen nemen, buiten de bebou-
wing om, het grootste deel van het verharde
oppervlak voor hun rekening. In allebei de
wijken hebben de hoofdontsluitingsroutes
een groen karakter. De naastgelegen bomen
zetten de belangrijkste wegen aan, en be-
geleiden ze door de wijk. Daarmee vormen
de in het straatprofiel ingepaste bomen een
'verzachting' van gedeelten in het bestra-
tingsmateriaal.



PARKEERPLAATSEN

Onder de parkeerplaatsen worden alleen de centrale parkeervoorzieningen verstaan. De langspaarkeerplekken in het straatprofiel zijn hierin niet meegenomen, en vallen onder categorie Wegen. Parkeerplaatsen in de wijk zijn uitsluitend verhard, en kunnen net als ander verhardingsmateriaal hittestress en wateroverlast veroorzaken.

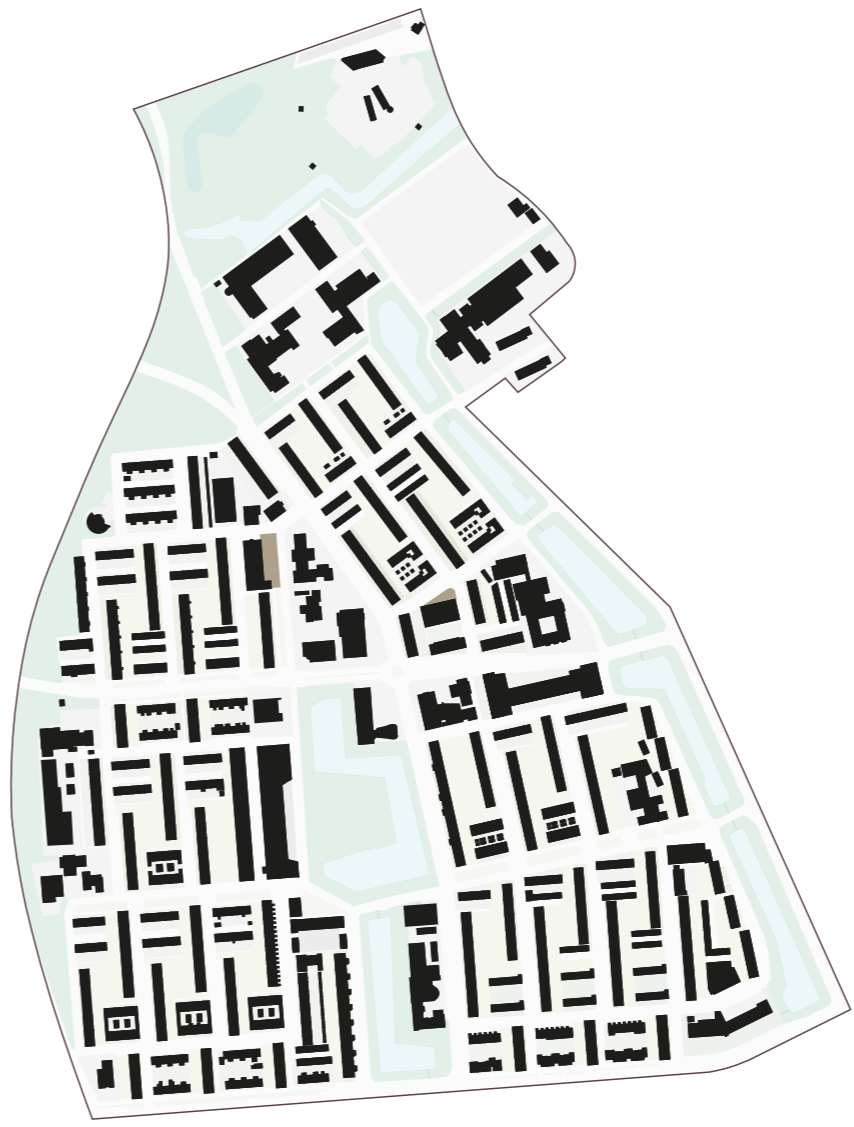
In Plan Zuid clusteren parkeerplaatsen hoofdzakelijk om voorzieningen en etagebouw. In het meest westelijke deel zijn er enkele parkeerstroken langs de hoofdontsluitingsroute. De Wijert-Noord heeft enkel centrale parkeervoorzieningen rond het winkelgebied en de zuidelijke hoogbouwflat.



VERHARDE VERBLIJFSRUIMTE

De verharde verblijfsruimte bestaat uit verblijfsruimtes die overwegend verhard zijn. Hierin kan beplanting zijn opgenomen, maar de hoofdvorm bestaat uit verhard materiaal. Een openbaar karakter van het gebied is leidend.

De openbare ruimte in het winkelcentrum Zuiderpassage is de grootste verharde verblijfsruimte van Plan Zuid. Daarnaast zijn enkele ruimtes binnen de stempelbouw voorzien van verharding. Deze zijn qua functie hetzelfde als het omliggende gemeenschappelijke groen. De Wijert-Noord heeft twee kleine verharde verblijfsruimtes voor de buurt-winkelvoorzieningen.



HOOFD- GROENSTRUCTUUR

In de hoofdgroenstructuur is de complete groene ruimte meegenomen die in het stedenbouwkundige ontwerp bestemd is als hoofdstructuur. Deze kenmerken zich door een sterke doorlopend groenstructuur, midden in of aan de rand van de wijk. De verschillende voorzieningen die zich bevinden in deze structuur, zoals speelvoorzieningen, zijn hierin meegenomen. Het openbare karakter staat centraal. Bebouwing, van bijvoorbeeld woonvoorzieningen, loopt vaak over in de groenstructuur. Deze zijn apart weergegeven en niet opgenomen als groenstructuur.

Beide wijken hebben een erg sterke groenstructuur. Naast de centraal gelegen groenvoorzieningen omvat het zuidelijke deel van de wijk een grootschalige groenvoorziening. De hoofdgroenstructuur in De Wijert-Noord ligt zowel centraal als aan de randen van de wijk. Deze grote groenstructuren zullen een positief effect hebben op klimaatgerelateerde problemen.



SUB- GROENSTRUCTUUR

De subgroenstructuur omvat alle losse groene elementen uit de wijk die niet onderdeel zijn van de hoofdgroenstructuur. Dit zijn hoofdzakelijk de groenstroken langs (water) wegen en gefragmenteerd groen. De gebruikswaarde is minder van belang en kan hoofdzakelijk beschouwd worden als zichtgroen.

Plan Zuid bevat aanzienlijk meer kleinschalig groen. Waar in De Wijert-Noord alleen de hoofdontsluitingswegen aangezet worden, is er in Den Bosch een uitgebreide structuur van zowel gefragmenteerde stukken kleinschalig groen. Deze hebben ook meer een gebruikswaarde, door de toevoeging van wandelpaden. Vooral op buurtniveau kunnen ook deze structuren plaatselijk vergroenen.



WATER

Elke vorm van oppervlaktewater valt onder deze categorie. Waterstructuren zijn veelvuldig toegepast in wederopbouw wijken, vaak ingebed in de hoofdgroenstructuur.

Beide wijken bevatten een aanzienlijke hoeveelheid aan oppervlaktewater. In zowel Den Bosch als Groningen is er een aangelegde waterstructuur in de centrale groenvoorziening, en een bestaande waterloop. Het verschil hierin is vooral de toegankelijkheid van het water.



GEMEENSCHAPPELIJK GROEN

De gemeenschappelijke groenstructuur is erg kenmerkend voor wederopbouw wijken. Veelal liggen deze midden in een stempel of verkaveling. Het vormt de gemeenschappelijk groene ruimte voor bewoners van de wijk, en specifiek voor bewoners van etagewoningen. De gebruiksfunctie is variabel, en kan zowel een 'lege' groene ruimte zijn als een volledig ingerichte verblijfsruimte of speelplek. Het openbaar toegankelijke karakter en de gebruiksfunctie staan centraal.

In beide wijken is de gemeenschappelijke groenstructuur behoorlijk verspreid. Met name naast of tussen etagewoningen zijn deze groengebieden goed vertegenwoordigd. De inrichting verschilt per gebied. In de meeste gevallen bestaat de hoofdvorm uit gras, in combinatie met enkele bomen en beplanting.



OVERGANGS- GROEN

Overgangsgroen wordt gekenmerkt door een semi-privé karakter. Het zijn de groene ruimtes tussen veelal etagewoningen en de straat. Deze ruimtes zijn in de meeste gevallen grotendeels beplant en maar enkele meters breed. Afgezien van fietsenstalling hebben ze in het algemeen een lage gebruikswaarde.

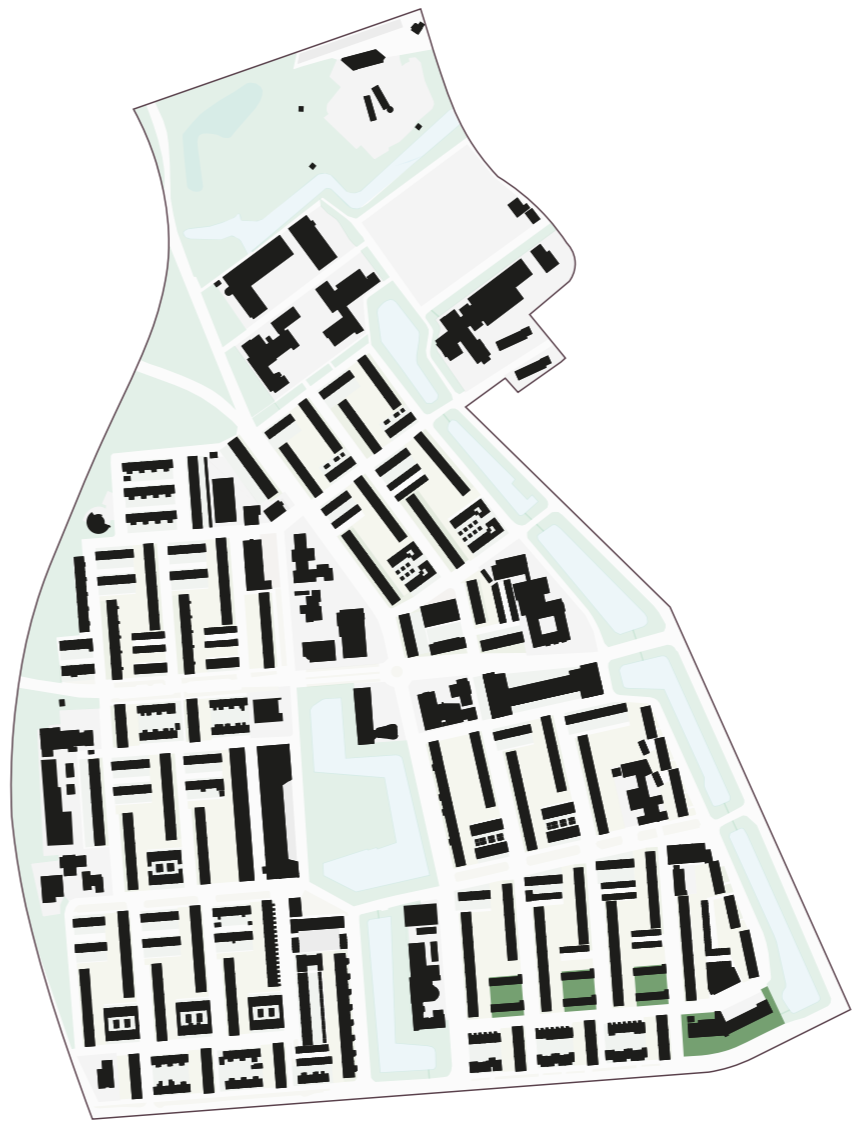
Plan Zuid heeft enkel in het oosten en westen van de wijk enkele gedeeltes met overgangsgroen. De Wijert-Noord bevat aanzienlijk meer van dit groentype. Afgezien van de grondgebonden woningen zijn alle (etage) woongebouwen omgeven door overgangsgroen.



PRIVÉ GROEN

Privégroen bestaat letterlijk uit een groen privé terrein. Appartementencomplexen beschikken vaak uit een vergroende ruimte die volledig privé is, en bestemd voor gemeenschappelijk gebruik van bewoners.

Beide wijken beschikken over woongebouwen met een gebouwgebonden privé groengebied. In De Wijert-Noord heeft daarbij de meeste private groengebieden tussen de seniorenwoningen in.



PRIVÉTUIN

Privétuinen vormen een groot aandeel van de privéruimtes in de wijk. Onder de privétuinen vallen de voor- en achtertuinten van bijna uitsluitend de grondgebonden woningen. De invulling van de tuin is per woning erg variabel. In het algemeen zijn tuinen vrij groen. Ze kunnen echter ook volledig verhard worden. De mate van verharding is afhankelijk van de keuze van de bewoner(s).

Beide wijken bestaan voor een groot deel uit privétuinen. Deze zijn relatief groen ingericht, op enkele uitzonderingen na. De verspreiding van de tuinen is relatief evenredig over de wijk, met name in De Wijert-Noord.



PRIVÉRUIMTE

Privéruimtes vormen niet openbaar toegankelijke gebieden. Afhankelijk van de functie van de bebouwing zal het gebied ingericht zijn. Functies als sportterreinen, schoolterreinen en andere soorten van privéterreinen vallen hieronder. De verharding is erg variabel en afhankelijk van de al dan niet groene invulling die aan de terreinen is gegeven.

De schoolterreinen, bedrijfsterreinen en sportterreinen vallen op als grote private structuren. Het is per terrein variabel wat de mate van verharding is. Veel van de privégebieden zijn gedeeltelijk afgeschermd of niet zichtbaar vanaf de openbare weg.



Conclusies analyse wijkeigenschappen

Samenvatting

De twee onderzochte wijken zijn ruimtelijk erg verschillend. In zowel de stedenbouwkundige als architectonische kenmerken lijken Plan Zuid in Den Bosch en De Wijert-Noord op het eerste gezicht niet erg op elkaar. Toch zijn beide wijken opgezet volgens hetzelfde gedachtegoed: de wijkgedachte. Ze zijn beiden volgens min of meer dezelfde principes opgezet. De haast filosofische en tegelijk rationele uitgangspunten over hoe een wijk opgebouwd moet zijn, en met welke functies, zijn vrijwel gelijk. Dit is het geval in vele andere wederopbouw wijken. Dit maakt de twee wijken globaal in te delen in bepaalde eigenschappen; wijkeigenschappen.

Deze analyse heeft 17 wijkeigenschappen opgeleverd die onderverdeeld kunnen worden in de thema's Gebouwen (6 wijkeigenschappen) en Gebieden (11 wijkeigenschappen). De wijkeigenschappen zijn gebaseerd op principes uit de wijkgedachte, en gecategoriseerd binnen de thema's. In beide thema's zijn de functie en ruimtelijke eigenschappen leidend geweest voor de onderverdeling.

Aan de hand van deze gemeenschappelijke wijkeigenschappen kan er gekeken waar de kansen en mogelijk de problemen zich bevinden in de wederopbouw wijken, met betrekking tot energietransitie en klimaatadaptatie. Hieruit kunnen de meest kansrijke wijkeigenschappen worden uitgelicht, om die vervolgens te gebruiken bij het de toepassing van maatregelen voor energietransitie en klimaatadaptatie.

Door de wijkeigenschappen redelijk algemeen te houden kunnen de thema's met bijbehorende wijkeigenschappen ook toegepast worden op andere wederopbouw wijken die volgens de wijkgedachte opgebouwd zijn. Zo is de analysemethode ook een product op zich, en te repliceren op andere locaties.

Conclusies

Relevantie klimaatadaptatie

De onderverdeling van de gebieden vormt een praktisch overzicht van het grondgebruik in de wijk. Zo kan er een inschatting gemaakt worden hoeveel verharde ruimte er is tegen de hoeveelheid groen, welke gebieden het meest risicovol zijn en welke gebieden kansrijk zijn voor maatregelen voor klimaatadaptatie.

Het is echter niet aannemelijk dat er in de onderzochte wijken problemen zijn met wateroverlast of hittestress. Zowel Plan Zuid als De Wijert-Noord bestaan uit een innig verweven groenstructuur van openbare private groenstructuren, in combinatie met oppervlaktewater. Daar tegenover staat een minimale verhardingstructuur. Het overgrote deel van de wijken bestaat uit groene ruimte. Daarom is het niet aannemelijk dat klimaatgerelateerde problemen optreden op wijkniveau.

Omdat het onderzoek in gaat op oplossingen op wijkniveau zal klimaatadaptatie geen onderdeel zijn van de oplossingsrichtingen. Ondanks de hoeveelheid groen in de wijken kan het zijn dat verharde structuren op een kleinschaliger niveau problemen opleveren, zoals wateroverlast of plaatselijke hittestress. Ook zal niet elke wederopbouw wijk een even sterke groenstructuur hebben als Plan Zuid en De Wijert-Noord. In deze gevallen zouden er wel klimaatproblemen kunnen optreden op wijkniveau.

Conclusie energietransitie

Niet alle eigenschappen zijn even bruikbaar voor maatregelen met betrekking tot energietransitie. De volgende uitspraken zijn op basis van de gemeenschappelijk wijkeigenschappen. Deze zijn niet alleen in Plan Zuid en De Wijert-Noord van toepassing, en kunnen betrokken worden op andere naoorlogse wijken die eenzelfde opbouw hebben.

Kansrijke wijkeigenschappen voor energietransitie:

- Grootschalige bebouwing

Grootschalige bebouwing is erg geschikt voor het veelvuldig opwekken van energie. Zonne-energie is de meest rendabele en toepasbare maatregel voor energieopwekking in de wijk. Wanneer deze gebouwen optimaal benut worden zal er een veelvoud aan energie opgewekt kunnen worden binnen de wijk. Momenteel wordt er op de grote gebouwen nog lang niet optimaal gebruik gemaakt van het veelal platte dakoppervlak.

- (Platte) daken woongebouwen

Naast de grootschalige bebouwingsstructuren zijn ook de kleinere woongebouwen erg geschikt voor (onzichtbaar) elektriciteit opwekking via zonnepanelen. Ook al zijn veel daken geschikt, momenteel is er nog veel plat dakoppervlak onbenut.

- Bijgebouwen

De bebouwing in de wijk bestaat voor een groot deel uit bijgebouwen. Deze hebben in het algemeen minder architectonische waarde, liggen vaak uit het zicht en verbruiken weinig energie. Dit maakt ze erg geschikt voor de opwekking van energie.

- Stempelstructuur

Stempels en herhalingen zijn naast als verkavelingsmethode vaak gericht op een optimale bezonning van de woongebouwen. Dit maakt een stempel ook geschikt voor het opwekken van zonne-energie. De oost-west en zuidelijke oriëntatie van de daken biedt een goede aanleiding om collectief energie op te wekken en te gebruiken, wat door de meer stabiele opwekking gebruik en terugleveren van en aan het stroomnet helpt voorkomen.

- Afwisseling van woonbebouwing met andere functies

De ruimtelijke spreiding van de verschillende functies tussen de woonbebouwing vormt een goede mogelijkheid voor de uitwis-

seling van energie. Wanneer er grootschalig energie opgewekt wordt zal er een stroomoverschot optreden op piekmomenten. Dit kan teruggeleverd worden, maar zou beter binnen de wijk kunnen blijven. Dit levert meer op dan terugleveren, en voorkomt wederom problemen op het stroomnet. Daarnaast hebben functies als scholen, bedrijven en winkels andere piekmomenten dan woningen wanneer het op gebruik aan komt. Op het moment dat deze verschillende functies zelf opgewekte energie gaan uitwisselen kan er veel efficiënter met energie binnen de wijk worden omgegaan.

- Gemeenschappelijke groenstructuren

Deze groene gebieden liggen veelal centraal binnen de bebouwingsstructuur. Voor het opslaan van energie kunnen deze grote (open) ruimtes erg geschikt zijn. De centrale ligging binnen de stempels maakt de ruimtes een goed middelpunt van waaruit (elektrische) energie kan worden opgeslagen en gebruikt. Dit kan alleen mits dit goed ingepast kan worden.

- Privéterreinen

Ook grote en besloten privé terreinen bieden mogelijkheid voor energieopslag. Hier speelt ruimtelijke inpassing minder een rol dan opslag in de openbare ruimte.

Deze verschillende wijkeigenschappen maken de wijken op verschillende manieren geschikt voor het opwekken en opslaan van (elektrische) energie. Naast de geschikte manieren voor opwekking van elektriciteit en het opslaan hiervan, kan de ruimtelijke structuur oplossing bieden voor overkoepelde problemen van de energietransitie: de pieken in gebruik en opwekking. De wijkopbouw leent zich er geschikt voor om overschotten van energie uit te wisselen tussen verschillende gebouwen en wijkfuncties. Een collectief gebruik- en opwekkingssysteem biedt mogelijkheid om de wijk effectief op wijkniveau te verduurzamen.

UITWERKING CASESTUDY'S

Inleiding casestudy

In de casestudy is een uitwerking gebaseerd op zowel de conclusie van de maatregelen energie, als de conclusies uit de analyse van de wijkeigenschappen. De uitwerking is een toepasbare methode om de wijk te verduurzamen door bruikbare wijkeigenschappen in te zetten. De uitwerking van De Wijert-Noord zal gericht zijn op nieuwe energiesystemen binnen de wijk. Dit is geen ontwerp maar meer een uitwerking van een samenhangend systeem. De uitwerking van Plan Zuid is een schetsontwerp naar de ruimtelijke inpassing van grootschalige energieopwekking.

Uitgangspunten

Uit het voorgaande onderzoek werd duidelijk dat het opwekken van elektrische energie het meest rendabel is binnen bestaande (oudere) bebouwing. Het meest productieve opwekkingssysteem hiervoor zijn zonnepanelen. De wijkanalyse gaf al aan welke bebouwing het meest geschikt is voor (grootschalige) opwekking energieopwekking, met oog op productiviteit en ruimtelijke inpassbaarheid.

Uitwerking energiesysteem

Het uitgangspunt voor de opzet van het nieuwe energiesysteem is dat elk, enigszins geschikt gebouw, energie gaat produceren. Uiteindelijk moet de wijk een productief energiesysteem gaan vormen. Hoe dit systeem er uit gaat zien wordt in een casestudy binnen De Wijert-Noord uitgewerkt. De sterke stempelstructuur van de wijk leent zich goed voor deze toepassing.

Uitwerking ruimtelijke inpassing

De ruimtelijke inpassing van een intensief opwekkingssysteem op de meer waardevolle bebouwing zal in Plan Zuid gevisualiseerd worden. Omdat de bebouwing hier meer van monumentale waarde is zullen de ruimtelijke gevolgen van een vergaand energiesysteem in Plan Zuid worden uitgewerkt.

Energiesysteem De Wijert-Noord

Het opwekken van energie is op een veel grotere schaal mogelijk binnen de wijk. Momenteel loont het niet om meer op te wekken dan je gebruikt. Daardoor zullen gebouwbeheerders of bewoners niet meer gaan opwekken dan ze verbruiken, terwijl het pand er misschien wel geschikt voor is. Aan de andere kant zullen er gebouwen zijn die juist een grotere energievraag hebben dan ze zelf kunnen opwekken. Door collectief energie op te wekken en te gebruiken kunnen deze verschillen uitgebalanceerd worden. Zo worden de geschikte gebouwen optimaal benut.

Het complete wijksysteem bestaat uit drie gebruik- en opwekkingssystemen, die met elkaar in verbinding staan en kunnen samenwerken:

Stap 1.
Energie collectief opwekken en gebruiken op stempelniveau.

Stap 2.
Energie opwekken en uitwisselen op buurtniveau.

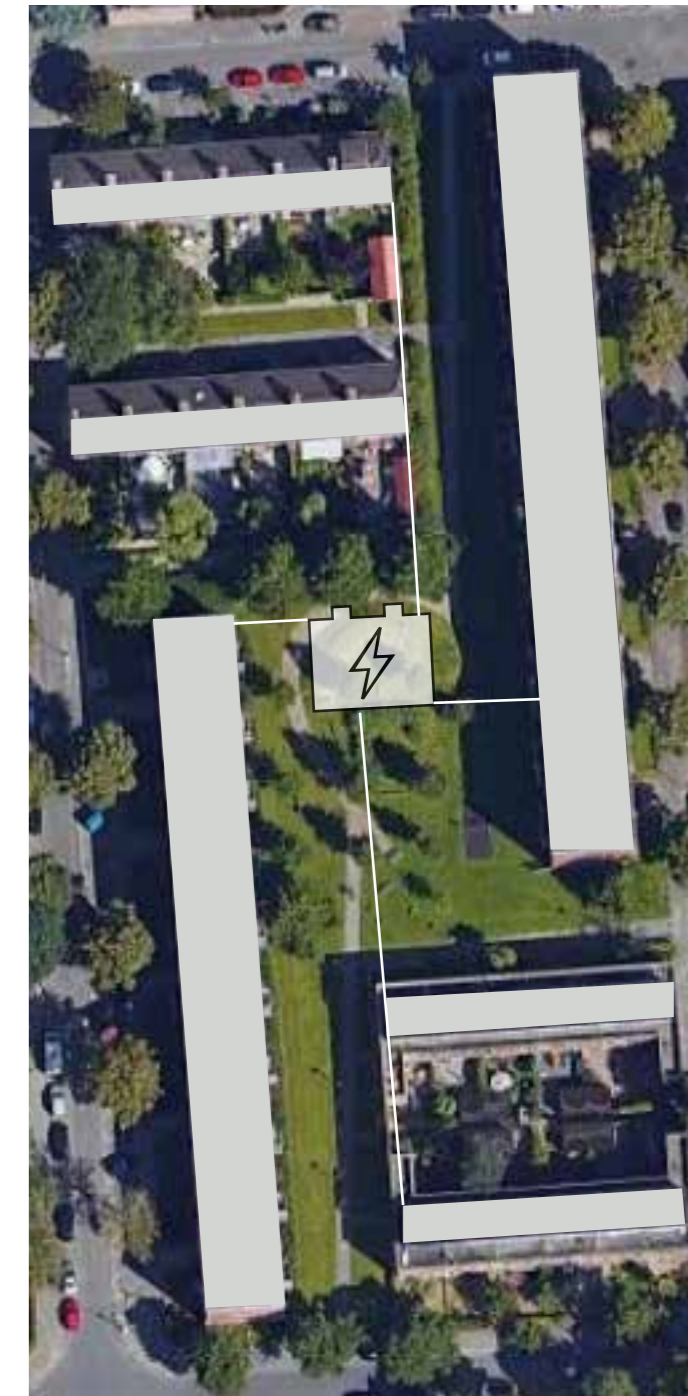
Stap 3.
Energie opwekken en uitwisselen op wijkniveau.

Op de volgende pagina's zullen de drie systemen met de werking ervan kort worden uitgelegd. In principe zijn de stempels en buurten willekeurig, en kan deze manier overal toegepast worden binnen een wijk met een soortgelijke stempelstructuur. Dit is een globale indicatie hoe het wijksysteem eruit kan zien.

Stap 1. Stempelniveau

Alle geschikte dakdelen zijn in gebruik door zonnepanelen. De elektriciteit wordt direct omgezet door centrale omvormers bij de panelen. Zo kan de stroom direct gebruikt worden op gebouwniveau. Niet gebruikte stroom van de afzonderlijke gebouwen zal de gemeenschappelijke accu laden. Vooral overdag zal de productie hoog zijn, en het gebruik gemiddeld lager. Op dit soort momenten zal de accu gaan bufferen voor momenten, bijvoorbeeld 's avonds, wanneer het verbruik groot is en de opwekking laag.

Door collectief op te wekken, op te slaan en te gebruiken zullen pieken in gebruik en opwekking minder problemen opleveren. Teruglevering aan het stroomnet zal veel geringer plaatsvinden.



Stap 2. Buurniveau

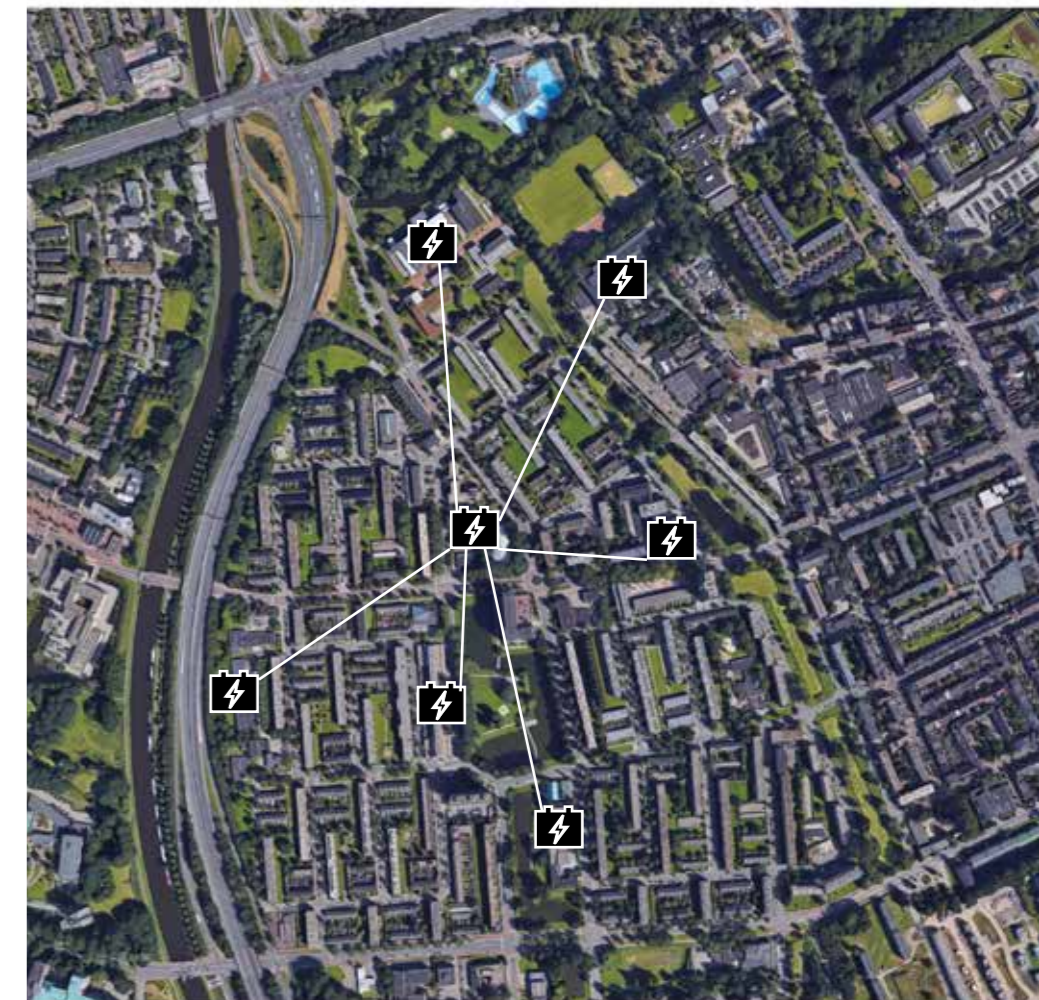
Op momenten dat er overgeproduceerd wordt, en er bij andere wijkfuncties een tekort optreedt, zal er energieuitwisseling plaatsvinden tussen de buurtaccu's binnen de stempels en de accu's van de centrale voorzieningen. In dit geval zal er vooral een uitwisseling plaatsvinden tussen de scholen en de woningen. Omdat de scholen in de weekenden weinig zullen verbruiken, kunnen eventuele tekorten bij woningen hiermee aangevuld worden. Door de weeks zal dit omgekeerd werken, waarbij juist de scholen energie gebruiken afkomstig van de woningen. Op deze manier zal opgewekte stroom zo veel mogelijk binnen de buurt gebruikt worden.



Stap 3. Wijkniveau

Tenslotte zullen de grootste energiegebruikers en -opwekkers als centrale verdeler gaan fungeren. De opslag zal tegelijkertijd energie tussen de verschillende buurten in de wijk gaan verdelen. Zo kunnen tekorten op wijkniveau worden teruggedrongen.

Dit complete systeem zorgt er op drie schaalniveaus voor dat er zo min mogelijk gebruik gemaakt wordt van het stroomnet. Het wijk, buurt of stempelsysteem zal nooit volledig zelfvoorzienend kunnen zijn. Het gebruik van zonnepanelen is niet het gehele jaar efficiënt om in de stroomvoorziening te kunnen voorzien. Wel kan in grote delen van het jaar, afhankelijk van het aantal energie opwekkende gebouwen, een redelijk deel van de energiebehoefte worden opgevangen. Het belangrijkste aspect is dat er zo slim mogelijk met opgewekte energie omgegaan kan worden. Zo is een dure netverzwaring overbodig, en is het systeem veel rendabeler aangezien er niet tegen een laag tarief wordt geleverd aan het stroomnet.



Impressie inpassing zonnepanelen Plan Zuid

De energietransitie gaat onvermijdelijk zichtbaar worden, ook binnen de wijk. In het hiervoor omschreven wijksysteem wordt als uitgangspunt genomen dat alle geschikte gebouwen energie gaan opwekken. Omdat dit ingrijpende ruimtelijke gevolgen heeft voor de uitstraling en (beeld)kwaliteit van de wijk zijn er twee visualisaties van een geschikte ruimtelijke inpassing van zonnepanelen op beeldbepalende bebouwing. Hierom is er keuze gemaakt voor twee uitwerkingen in Plan Zuid, Den Bosch. De gemiddelde bebouwing hier is namelijk van een hogere waarde dan de bebouwing in De Wijert-Noord.

Basisprincipes inpassing

Het inpassen van zonnepanelen op zichtbare (lees: schuine) daken bij beeldbepalende bebouwing is een delicate onderneming. Echter, wanneer op een juiste manier wordt ingepast hoeft dit niet te leiden tot afbreuk aan de beeldkwaliteit van de bebouwing. De volgende basisprincipes zijn belangrijk voor het efficiënt en effectief inpassen van energieopwekkers op zichtbare daken.

Plaatsing per gebouw of per dakdeel

Op het moment dat er collectief energie opgewekt wordt, is er niet alleen meer rendement, maar ook een betere beeldkwaliteit. Door niet op kavelniveau zonnepanelen toe te passen, maar over de breedte van het gehele dak, is het rendement hoger en beeldkwaliteit beter. Het geschikte dakoppervlak wordt zo optimaal benut, en tegelijkertijd benadrukt de eenvormigheid van het vlak met panelen de samenhang van de bebouwing.

Geen lappendeken maar een eenheid

Ook bij obstakels in het dak, zoals schoorstenen, dakramen of dakkapellen is het belangrijk om de eenheid van het dak te behouden. Door een strakke lijn aan te houden zal het dak veel minder rommelig overkomen. Om gaten te voorkomen zullen ook de minder geschikte dakdelen meegenomen moeten worden. Met

behelp van micro-omvormers of dummypanelen kan de eenheid behouden worden, zonder veel rendementsverlies.

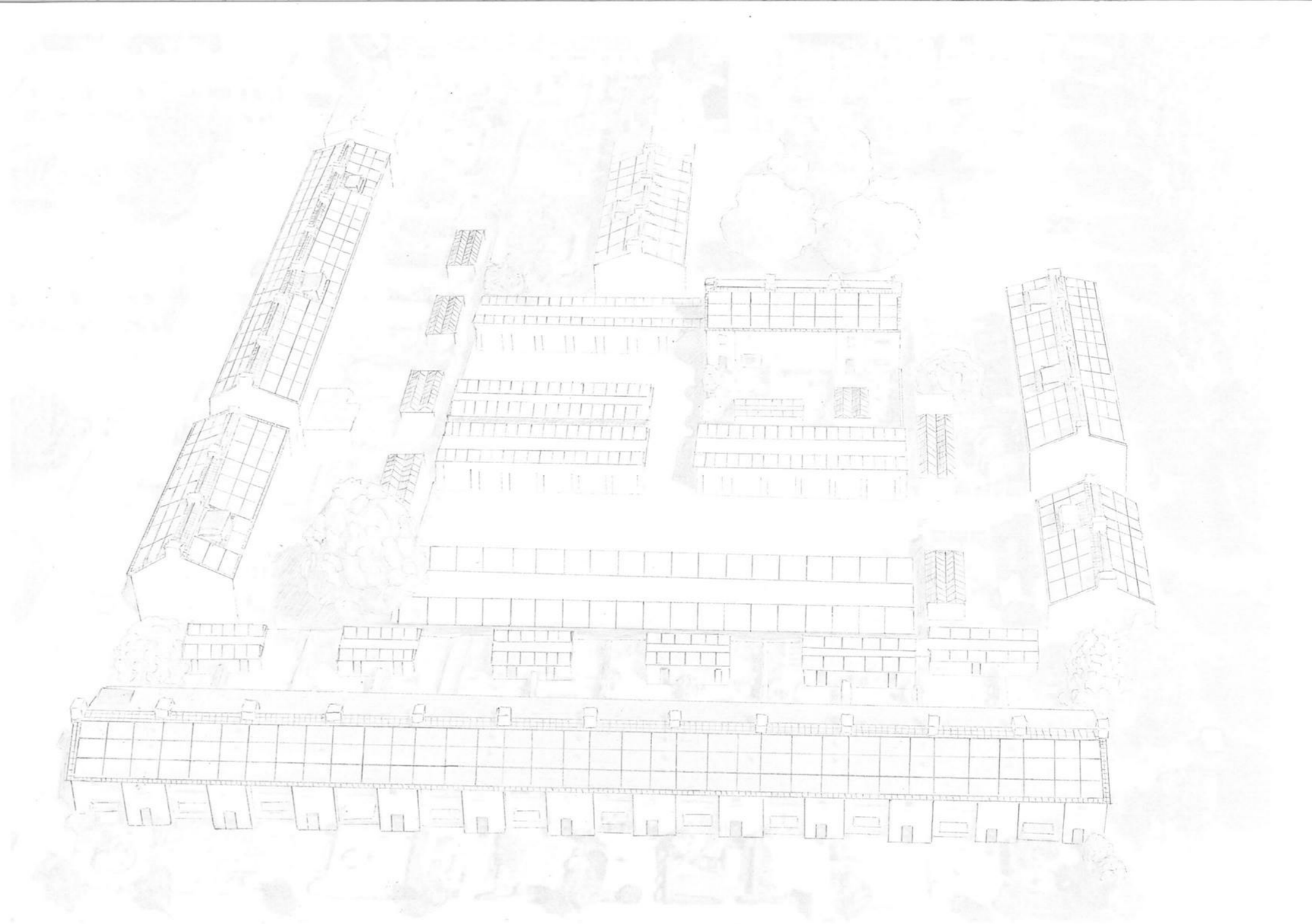
Vlakke panelen op platte daken

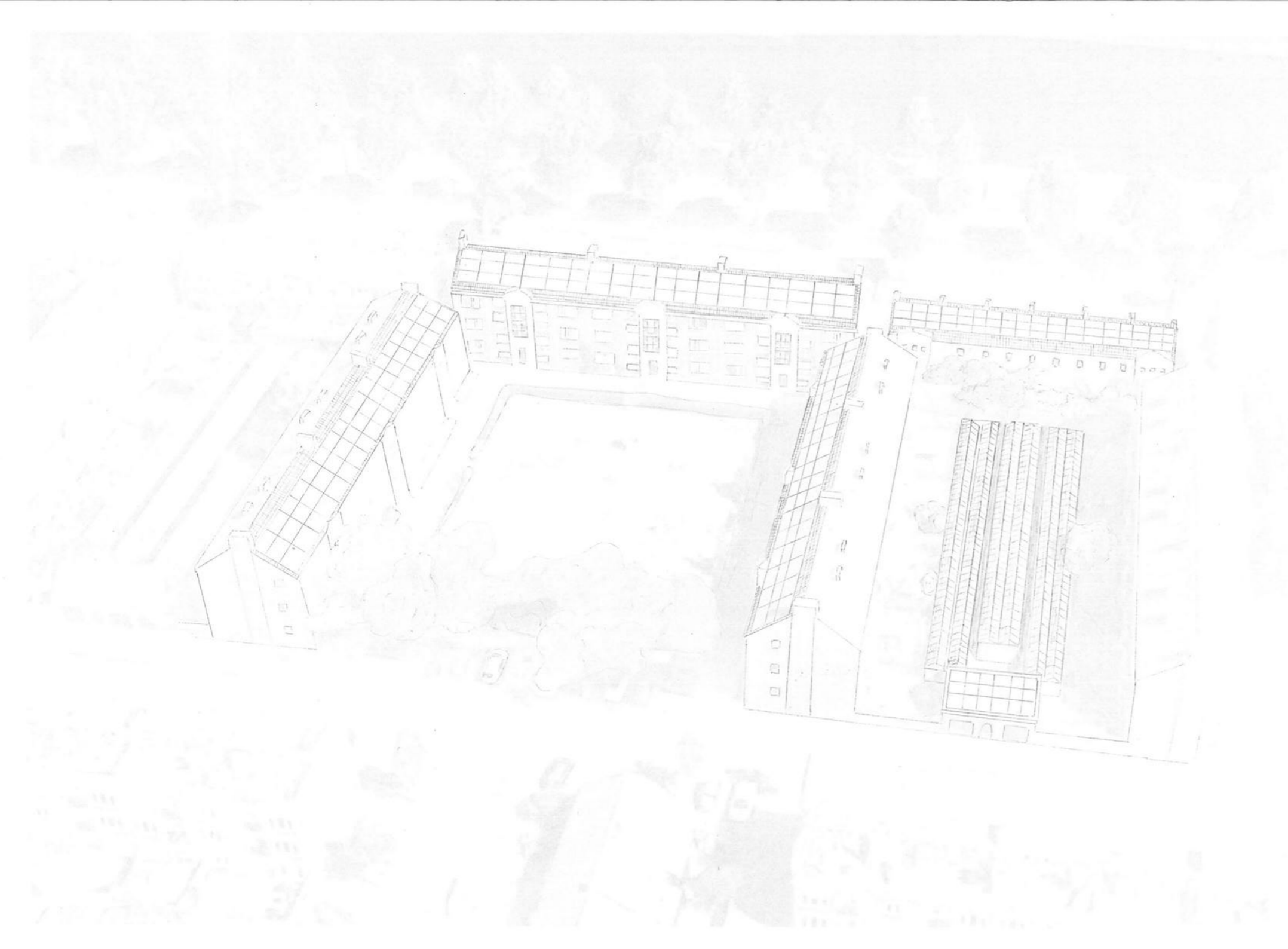
Op lage platte daken zoals bijgebouwen kan een optimale afstelling van de panelen, onder een hellingshoek van 35 graden, ook leiden tot verstoring. Het is daarom beter om een oost-west opstelling te gebruiken voor goed zichtbare platte daken. Naast een verminderde zichtbaarheid levert dit op kleine daken al snel meer rendement op.

Kleur afstemmen op het dak

Zonnepanelen zijn in veel verschillende kleuren verkrijgbaar. Stem de kleur van de panelen goed af op de kleur van het onderliggende dak. In het geval van toepassing op meerdere van dezelfde type gebouwen is het belangrijk om dit met dezelfde kleurstelling te doen, voor een rustige uitstraling en zo veel mogelijk samenhang.

De collectieve inpassing van zonnepanelen kan verder ook verrommeling van het dakenlandschap voorkomen. Wanneer een dak(deel) volledig opgevuld is met panelen is er geen plaats meer voor andere elementen als dakramen of dakkapellen. Daarnaast voorkomt een collectieve toepassing de toepassing van panelen op woningniveau, met een wildgroei aan verschillende panelen en patronen tot gevolg.





Slot en vervolg

Dit was een globale en korte uitwerking van hoe een samenhangend energiesysteem in de wijk eruit ziet. Het verduurzamen van wederopbouwwijken is en wordt een grote opgave, maar is zeker mogelijk binnen de bestaande wijken. Door gebruik te maken van de specifieke kenmerken die de naoorlogse wijken bezitten kan er bijvoorbeeld een wijksysteem opgezet worden waarbij de wijk als geheel collectief energie gaat produceren en gebruiken.

In dit onderzoek zijn alleen de ruimtelijke mogelijkheden onderzocht en aangetoond. De grootste opgave is echter om actoren, in de vorm van huiseigenaren, woningcorporaties, en bedrijven zo ver te krijgen om actief deel te nemen aan de energietransitie. Om de meest geschikte locaties voor opwekking en opslag te benutten moeten actoren bereid zijn om mee te werken met een gezamenlijke aanpak van de energietransitie in de wijk.

Naast de uitgewerkte mogelijkheden zijn er nog vele andere geschikte maatregelen om de naoorlogse wijken mee te verduurzamen, ook op buurt- en wijkniveau. Deze uitwerking is slechts een voorzet van hoe de energietransitie vorm en invulling kan krijgen. Daarnaast is het opwekken van energie niet de enige manier om de energietransitie vorm te geven. Het besparen van energie, door middel van isolatie, is een nog erg belangrijke ontbrekende factor in de uitwerkingen. Deze maatregelen gaan ongetwijfeld ook een stempel op de ruimtelijke kenmerken van de wijk drukken.

BIJLAGE

Bronnenlijst

Verwarmen op gas. (z.d.). Milieu Centraal. Geraadpleegd van:
<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/verwarmen-op-gas/>

Isoleren en besparen. (z.d.). Milieu Centraal. Geraadpleegd van:
<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/>

NOS. (2016, 18 juli). 'Te veel zonnepanelen in Groningen'. Geraadpleegd van:
<https://nos.nl/artikel/2118256-te-veel-zonnepanelen-in-groningen.html>

De salderingsregel zonnepanelen voor en na 2020. (z.d.). Essent. Geraadpleegd van:
<https://www.essent.nl/content/particulier/kennisbank/zonnepanelen/salderingsregeling-zonnepanelen.html>

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. (2016). Plan Zuid/De Pettelaar. Geraadpleegd van:
https://cultureelerfgoed.nl/sites/default/files/publications/18_pettelaar_den_bosch_0.pdf

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. (2016). De Wijert-Noord. Geraadpleegd van:
https://cultureelerfgoed.nl/sites/default/files/publications/18_pettelaar_den_bosch_0.pdf

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. (2017). Wederopbouw, een kansrijke erfenis. Geraadpleegd van:
https://cultureelerfgoed.nl/sites/default/files/publications/wederopbouw_een_kansrijke_erfenis_handreiking.pdf

Maatregelen klimaatadaptatie

Regenwatervijvers
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/regenwatervijvers>

Tegels eruit, groen erin
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/tegels-er-uit-groen-erin>

Intensieve groene daken
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/intensieve-groene-daken>

Regenton
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/regenton>

Infiltratiestrook met bovengrondse opvang
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/infiltratiestroken-met-bovengrondse-opslag>

Greppels
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/greppels>

Wadi's
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/wadis>

Infiltratiekratten
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/infiltratiekratten>

Open goten
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/open-goten>

Infiltratievelden
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/infiltratievelden>

Geleiding regenwater over de weg
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/geleiding-regenwater-over-de-weg>

Waterelementen
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/waterelementen>

Waterpleinen
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/waterpleinen>

Seizoensberging
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/seizoensberging>

Tijdelijke regenwaterberging (waterspeeltuinen)
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/tijdelijke-regenwaterbuffers>

Grasbetonstenen
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/grasbetonstenen>

Beplanting
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/beplanting>
Stedelijke waterlopen
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/stedelijke-waterlopen>

Waterdaken
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/waterdaken>

Watervasthoudende plantenbakken
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/watervasthoudende-plantenbakken>

Reliëf in de tuin
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/reli%C3%ABf-de-tuin>

Groen langs wegen
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/groene-bermen-en-groen-langs-wegen>

Infiltratieputten
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/infiltratieputten>

Omgekeerde drainage
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/omgekeerde-drainageit-riool>

Helofytenfilter
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/helofytenfilter>

Regenwateropslag onder gebouwen
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/regenwateropslag-onder-gebouwen>

Harde half-verharding
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/harde-half-verharding>

Zachte half-verharding
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/zachte-half-verharding>

Waterpasserende verharding
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/waterpasserende-verharding>

Extensieve groene daken
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/extensieve-groene-daken>

Geveltuin
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/geveltuintje>

Groene gevel
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/groene-gevel>

Groene erfafscheiding
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/groene-erfafscheiding>

Regenwaterschutting
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/regenwaterschutting>

Holle weg
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/holle-weg>

Regenwatergebruik utiliteitsgebouwen
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/regenwatergebruik-utiliteitsgebouwen>

Retentiedak
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/retentiedakpolderdak>

Drempels voor watersturing
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/drempels-voor-watersturing>

Regenwatergebruik woningen
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/regenwatergebruik-bij-woningen>

Stadsuiterwaarden
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/stadsuiterwaarden>

Daktuin
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/verblijfsdak-daktuin>

Bedekte goten
<https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/bedekte-goten>

Waterdoorlatende bestrating
<http://www.urbangreenbluegrids.com/measures/porous-paving-materials/>

Infiltratievelden
<http://www.urbangreenbluegrids.com/measures/ground-infiltration/>

Infiltratiebakken
<http://www.urbangreenbluegrids.com/measures/1915-2/>

Infiltratiestrips
<http://www.urbangreenbluegrids.com/measures/urban-infiltration-strips/>

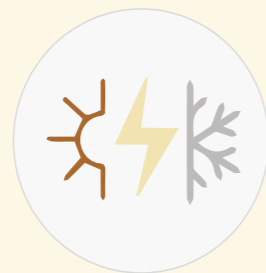
Diepe waterretentie
<http://www.urbangreenbluegrids.com/measures/deep-water-retention/>



Overzichtschaam maatregelen klimaat en energie

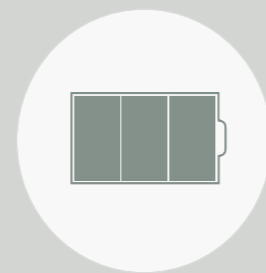
VERDUURZAMINGSTOOLKIT

Overzicht van geschikte maatregelen voor energietransitie en klimaatadaptatie in wederopbouwwijken



opwekken

zonnepanelen
zonnecollectoren
zonthermisch dak
windturbine
bodemwarmte
aardwarmte
hybride warmtepomp
volledig elektrische warmtepomp
zonneboiler



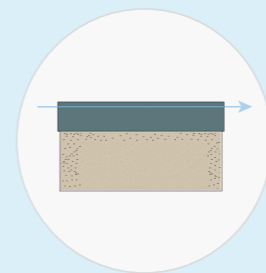
opslaan

elektrochemische accu
thermochemische accu
warmte-koude opslag



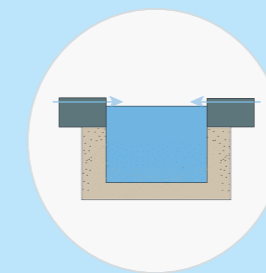
isoleren

dakisolatie
spouwmuurisolatie
binnengevelisolatie
buitengevelisolatie
vloer- en bodemisolatie
dubbel, triple en HR++ glas
isolierend raamfolie
isolerende raambekleding
buitenluiken
dichtzetten ramen
naden en kieren dichten
tochtportaal



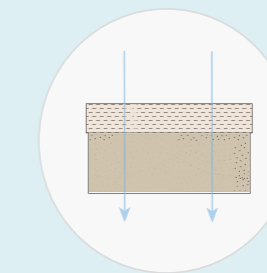
afvoeren

greppels
open goten
bedekte goten
geleiding over de weg
stedelijke waterlopen
drempels voor watersturing
holle wegen



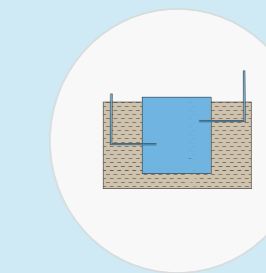
bergen

regenwatervijver
waterpleinen
seizoensberging
waterdaken
watervasthoudende plantbakken
regenwaterschutting
regenwateropslag onder gebouwen
retentiedaken
stadsuiterwaarden
diepe waterretentie



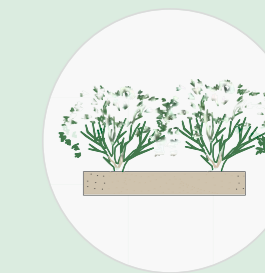
infiltreren

infiltratiestroken
wadi's
infiltratiekratten
infiltratievelden
grasbetonstenen
reliëf in tuin
infiltratieputten
omgekeerde drainage
waterdoorlatende verharding
infiltratiebakken
infiltratiestrips
halfverharding
waterpasserende verharding



gebruiken

regentonnen
waterelementen
waterspeeltuin
helofytenfilters
regenwatergebruik woningen
regenwatergebruik voorzieningen



vergroenen

tegels eruit, groen erin
intensieve groene daken
extensieve groene daken
geveltuinen
groene gevels
beplanting
groen langs wegen
daktuinen
groene erfafscheidingen

Haalbaarheidsstudie

Uitwerking collectief energiesysteem

Inleiding

Het op wijkniveau collectief inzetten op grootschalige opwekking en gebruik van duurzame zonne-energie lijkt een erg geschikte methode voor (wederopbouw)wijken. De globale uitwerking van dit systeem geeft vooral potentie en voordelen weer van het werken op buurt- en wijkniveau. De daadwerkelijke haalbaarheid en het rendement van dit systeem worden niet aangetoond. Om te kijken of deze werkwijze rendabel genoeg is om toe te passen zal de geschetste situatie in De Wijert-Noord op een globale wijze doorberekend worden, om zo een inzicht te krijgen in de haalbaarheid van het collectieve energiesysteem op buurt- en wijkniveau.

De haalbaarheid is afhankelijk van een enorme hoeveelheid factoren. Deze globale haalbaarheidsstudie gaat daarom ook alleen in op de meest belangrijke aspecten voor het rendement van het systeem: de maximale opwekking van elektriciteit in de buurt en het gemiddelde gebruik van elektriciteit door de buurt. Deze berekening moet aantonen hoeveel er maximaal opgewekt kan worden, en hoe dit in verhouding staat met het gemiddeld verbruik van de buurt.

Één van de vier buurten waaruit De Wijert-Noord bestaat zal gebruikt worden voor de globale doorberekening. Dit is de zuidwestelijk gelegen woonbuurt. Verschillende voorzieningen zijn hierbij inbegrepen zoals de hoofdwinkelvoorziening en meerdere scholen. Per gebouw zal berekend worden wat het gemiddelde jaargebruik is in kWh en wat er maximaal aan kWh opgewekt kan worden op jaarbasis. Dit zal een algemeen inzicht vormen in de energiebalans van de woonbuurt. Hieruit kan het effect van het wijksysteem beredeneerd worden, en natuurlijk de (financiële) haalbaarheid.

Aantal zonnepanelen per gebouw

Door het (geschikte) dakoppervlak door te vertalen naar het maximale aantal te plaatsen zonnepanelen kan er een beeld gevormd worden van de hoeveelheid kWh die er opgewekt kan worden op jaarbasis per gebouw.

Via www.afstandmeten.nl is per gebouw het dakoppervlak opgemeten. Vervolgens is door middel van de lengte en breedte van het dakdeel een berekening gemaakt die het maximale aantal te plaatsen zonnepanelen weergeeft. Dit is berekend via Advies op Maat op de website van www.milieucentraal.nl. Zowel bij de platte daken als schuine daken is het volledige dak als geschikt opgenomen. Dit is in werkelijkheid niet het geval. Obstakels als schoorstenen en dakkapellen zijn niet meegenomen in de oppervlakteberekening. De berekening gaat uit van een situatie waarbij het gehele dak geschikt is (gemaakt) voor de opwekking van elektriciteit. Dit is in de huidige staat niet zo. In de kaart staat per gebouw of gebouwensemble het maximale aantal aan te plaatsen zonnepanelen. Bij de bebouwing met platte daken is dit het aantal panelen in oost-west opstelling. Op de schuine zuidelijk gelegen daken zijn de panelen zuidelijk georiënteerd.

De meeste daken hebben echter wel de potentie om met enkele aanpassingen geschikt gemaakt te worden voor toepassing van een hoog aantal panelen. Of de gebouwen hier bouwkundig geschikt voor zijn is nog de vraag. In de huidige situatie wordt in ieder geval al op verschillende daken (inefficiënt) gebruik gemaakt van zonnepanelen.



Aantal kWh per jaar opgewekt

Het aantal te plaatsen zonnepanelen geeft inzicht in het maximale aantal kWh dat op te wekken is binnen de buurt op jaarbasis. Per gebouw of gebouwensemble is weergegeven wat het aantal te plaatsen zonnepanelen maximaal kan opwekken op jaarbasis. Dit geeft zicht op het aandeel energie dat zelf opgewekt kan worden binnen de buurtgrenzen. Deze getallen komen wederom uit de berekening die is gemaakt in Advies op Maat bij de berekening van het aantal zonnepanelen.

De hoeveelheid kWh die op te wekken is hangt sterk af van de positie van de panelen, in combinatie met de hoeveelheid aan panelen en eventuele schaduwval. Net als bij de berekening van het geschikte dakoppervlak is weer uitgegaan van een maximale energieopwekking. Het aantal kWh wat hiernaast te zien is, is dus het maximale wat het aantal panelen in een bepaalde positie kunnen opwekken op jaarbasis.

Het beschikbare dakoppervlak is niet in alle gevallen representatief voor de op te wekken energie. Dakdelen die qua vorm ongeschikt zijn, of voor een groot deel geen zonlicht opvangen zijn niet meegenomen. Ondanks dat de berekening erg globaal is, zijn de niet productieve dakdelen niet opgenomen in de berekening. Dit is bijvoorbeeld bij de blokken met eengezinswoningen te zien. Alleen de zuidelijke kappen van het dak zijn namelijk voldoende geschikt voor opwekking van elektriciteit. De maximale opwekking van energie is daarom lager dan je zou herleiden aan het aanwezige dakoppervlak.



Aantal huishoudens en functies

Met name het aantal huishoudens is leidend voor het zicht op de energievraag van de wijk. Door zicht te krijgen op het aantal huishoudens in een gebouw kan er een uitspraak gedaan worden over de gemiddelde energievraag van elk gebouw op jaarbasis. Met behulp van de BAG Viewer van het Kadaster is het aantal huishoudens per gebouw of per gebouwsensemble berekend. Dit is in de kaart weergegeven. Hieraan kan herleid worden wat de globale energiebehoefte is van elk gebouw.

Naast het aantal huishoudens zijn de andere functies in de buurt ook erg van belang in de uiteindelijke energiebalans van de wijk. De grote bebouwingsstructuren kunnen veel energie opwekken, maar hebben ook een aanzienlijke energievraag. Functies, anders dan een woonfunctie, zijn aangegeven met een ster (*). Dit zijn scholen, bedrijven en winkels. Deze markering kan een of meerdere functies aanduiden binnen een enkel, of meerdere gebouwen.



Aantal kWh per jaar gebruikt

Wanneer je het gemiddeld verbruik van een huishouden op jaarbasis vermenigvuldigd met het aantal huishoudens in een gebouw kom je op een gemiddeld elektriciteitsverbruik per gebouw per jaar. Als gemiddeld verbruik voor een huishouden is 3000 kWh aan elektriciteit per jaar genomen. Vooral omdat het aantal eengezinswoningen een stuk lager is dan het aantal appartementen is het aannemelijk dat het jaarverbruik in de buurt per huishouden ongeveer op 3000 kWh zal uitkomen.

In de kaart is het geschatte gemiddelde gebruik van elektriciteit per gebouw of gebouwsensemble weergegeven. Voor huishoudens is dit redelijk nauwkeurig in te schatten. Bij andere functies is dit een stuk lastiger. De vraagtekens laten zien waar er lastig een betrouwbare berekening gegeven kan worden van andere functies. Wel is duidelijk dat, vooral in de winkelvoorzieningen, enorm veel elektriciteit gebruikt zal worden. De winkelvoorziening van de wijk neemt 4 winkels voor zijn rekening met meer dan 1000 m2 vloeroppervlak. Met name de supermarkten zullen met een gemiddeld verbruik van 467 kWh per m2 op jaarbasis de energievraag van de bovengelegen woningen ver ontstijgen. Energie die maar voor een klein gedeelte op eigen dak opgewekt kan worden. De schoolgebouwen hebben met een gemiddeld jaarverbruik van rond de 170 kWh per m2 een aanzienlijk lager verbruik. Toch zullen ook deze functies waarschijnlijk energie tekort komen, ondanks dat deze gebouwen potentie hebben voor een grote eigen energieproductie.



Energiebalans van de huishoudens

Omdat het verbruik van verschillende functies moeilijk in te schatten is gaat deze energiebalans alleen over de opgewekte en verbruikte energie van de woongebouwen. Het gemiddelde jaarverbruik is daarmee verrekend met de maximaal op te wekken energie op eigen dak. Wat opvalt is dat met name de eengezinswoningen meer energie kunnen produceren dan ze zelf verbruiken. Ook de grotere woongebouwen kunnen meer produceren door een groot dakoppervlak. Hiermee komen deze gebouwen positief uit de energiebalans. Het aantal kWh dat hierbij overblijft is in het groen weergegeven.

De nieuwbouw-eengezinswoningen en portiekflats verbruiken daarentegen meer elektriciteit dan ze maximaal kunnen opwekken. De energietekorten zijn in het rood weergegeven. De hoogbouwflat is verreweg de grootste verbruiker in deze balans, omdat dit gebouw niet geschikt is voor energieopwekking via zonnepanelen, maar tegelijkertijd veel huishoudens beslaat. De energiebalans van de woongebouwen wordt in deze buurt met name door de hoogbouwwoningen erg negatief beïnvloed.

Daarnaast is de balans van de overige functies niet meegenomen, en weergegeven met een vraagteken (?). Vooral de winkelvoorzieningen zullen een enorme energievraag hebben, die niet op eigen dak opgewekt kan worden. De energie die de bovengelegen woongebouwen overhouden zal in veelvoud te weinig zijn voor het energieverbruik van de winkelvoorzieningen.



Conclusies

Het collectieve energiesysteem kan in deze casus een waardevolle bijdrage leveren aan het verduurzamen van de huidige woningvoorraad. Meer opwekken dan je gebruikt is momenteel niet rendabel. Wanneer deze energie direct binnen de buurt of wijk gebruikt kan worden door andere huishoudens zou er een evenwichtige energiebalans kunnen ontstaan. Op deze manier wordt al het geschikte dakoppervlak optimaal benut voor de opwekking van elektriciteit, en kan de buurt of wijk voor een aanzienlijk deel zelf voorzien in de energievraag. Volledig energieneutraal zijn is echter niet haalbaar. Het stroomnet zal altijd pieken en dalen in opwekking en gebruik moeten opvangen. Toch kan de zelf opgewekte elektriciteit een goed aandeel gaan vormen van de te verbruiken energie.

Haalbaarheid

Omdat er op jaarbasis niet snel een overschot aan groen stroom zal ontstaan op buurt- of wijkniveau, is het inzetten op een optimale opwekking via zonnepanelen een nuttige eerste zet. Het is hierbij de vraag wat de kosten zijn van een optimalisatie van het dakenlandschap. Ondanks dat veel van de platte daken in de casus erg geschikt lijken, is het de vraag of de huidige constructie de honderd(en) panelen per dak kunnen dragen. Daarnaast zullen obstakels in het dak het maximaal aantal te plaatsen panelen verminderen. In hoeverre daken optimaal ingericht kunnen worden voor de toepassing van zonnepanelen moet per situatie onderzocht worden. De herhalingen van woningtypen werkt voordelig in wederopbouw wijken: ingrepen in een specifiek type gebouw kunnen herhaaldelijk toegepast worden. De kosten van de panelen zijn goed in te schatten, de benodigde infrastructuur niet. Vooral wanneer energie niet zelf verbruikt wordt, maar geleverd aan een ander gebouw, zal er een alternatieve stroomverbinding moeten zijn. Het is namelijk onwaarschijnlijk dat het huidige stroomnet dit zonder de nodige verzwaren aan zal kunnen in een situatie met maximale opwekking. Ook de opslag van deze energie zal een

kostenpost worden. Naast de benodigde panelen moet ook voor infrastructuur zorg gedragen worden door de verschillende betrokken partijen.

Er is financieel gewin nodig om het wijksysteem haalbaar te maken. De stempels met portiekwoningen en grondgebonden eengezinswoningen vormen een goede basis voor een haalbare businesscase. Onderaan de streep komen de eengezinswoningen in de plus, en de portiekwoningen iets in de min. Wanneer energie uitgewisseld wordt tussen de beide woningtypen zal er een goede balans ontstaan tussen verbruik en opwekking. Daarnaast is de energierekening van de portiekwoningen erg laag, door verbruik van de grotendeels zelf opgewekte energie. De overige benodigde energie wordt gekocht van de overproducerende eengezinswoningen, die op deze wijze kunnen verdienen aan de extra opgewekte elektriciteit.

Voor overige functies is het erg lastig in te schatten wat het uiteindelijke aandeel aan groene stroom zal zijn. Ook de hoogbouwwoningen zullen weinig energie zelf kunnen opwekken. Het is de vraag of grote verbruikers, die tegelijk zelf (relatief) weinig opwekken, de groene stroom uit de wijk zelf kunnen halen. Energieneutraal zijn als gehele wijk is daarmee een lastig streven. Daarnaast is het wel een motivatie om alle beschikbare dakdelen volledig in te richten op de productie van elektriciteit. Door het aantal grootverbruikers in de wijk is het niet aannemelijk dat er een overproductie zal zijn op buurt- of wijkniveau. Een nieuwe kijk op de manier hoe elektriciteit collectief opgewekt, opgeslagen en gebruikt kan worden is een belangrijke volgende stap in het verduurzamen van de woningvoorraad, en biedt zeker potentie voor de aankomende jaren.