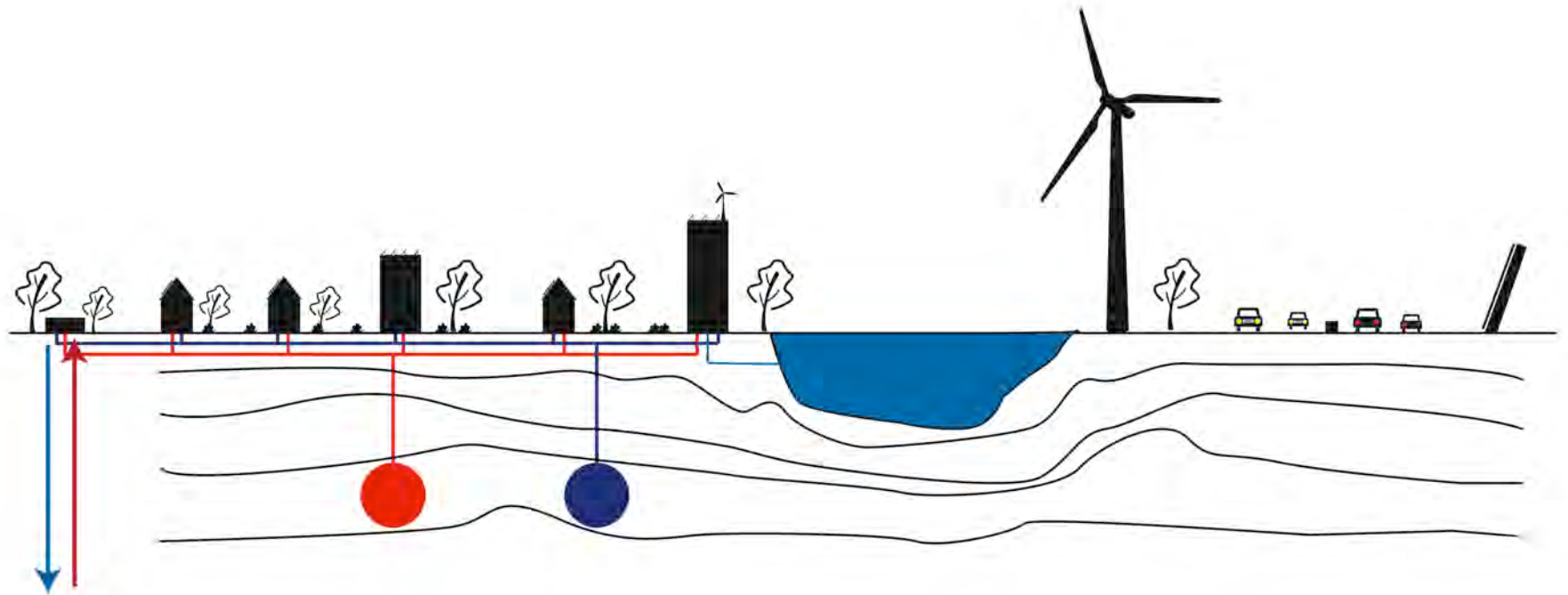


ENERGIELANDSCHAPPEN IN AMSTERDAM

EEN TRANSITIE NAAR DE DERDE GENERATIE IN NIEUW WEST



Colofon

TROP-AFO8-08

Bob Mantel

Stedenbouwkundige

Lennart Persoon

Padangstraat 41 bis

3531 TB Utrecht

06 30 33 45 20

lennart.persoon@student.hu.nl

1569788

Eerste begeleider:

Hans Paquay

Tweede begeleider:

Bas Ouwehand

Energielandschappen in Amsterdam, een transitie naar de derde generatie in Nieuw West.

Afstudeerrichting: SBL, DULO & PLO

Dienst Ruimtelijke Ordening Amsterdam

Weesperplein 8, 1018 XA Amsterdam

020 255 1550

Ruben Voerman

Van Koetsveldstraat 23

3532 EP Utrecht

06 45 85 69 66

ruben.voerman@student.hu.nl

1567813

Eerste Begeleider:

Hans Paquay

Tweede begeleider:

Ritske Dankert

Voorwoord

Voor u ligt de afstudeerscriptie van Ruben Voerman en Lennart Persoon. In een tijdsbestek van 8 maanden is dit onderzoek tot stand gekomen en hebben wij lief en leed gedeeld. De vertraging in de afronding van de scriptie zit hem voornamelijk in het feit dat aan het begin van het traject niet helemaal duidelijk was welke richting het onderzoek op zou gaan. Mede hierdoor is de onderzoeksvraag een aantal keer aangescherpt sinds de start van de afstudeerperiode, met uiteindelijk het voorliggende product tot gevolg.

Voor het aanscherpen van de onderzoeksvraag en het in de juiste richting duwen van het onderzoek in de loop van de tijd willen we graag ten eerste Bob Mantel bedanken, de begeleider vanuit DRO Gemeente Amsterdam. Bob heeft ons vaak een scala van mogelijkheden binnen ons onderzoek laten zien waarbij wel aandacht was voor de uiteindelijke focus die nodig was om het product scherp te houden.

Daarnaast hebben de begeleiders van de Hogeschool Utrecht ons daarbij geholpen. Hans Paquay, Bas Ouwehand en Ritske Dankert hebben in de afgelopen 8 maanden veel tijd besteed aan het beoordelen van onze gemaakte stukken en het bijsturen van onze ideeën.

We hebben getracht om het toepassen van duurzame opwekmethoden op een andere manier te benaderen dan tot nu toe gebruikelijk is geweest in de ruimtelijke ordening. Dit heeft geleidt tot een algemeen pakket van richtlijnen dat getoetst is op het gebied Nieuw West in Amsterdam.

Door gebruik te maken van de faciliteiten die de Gemeente Amsterdam ons geboden heeft en door elkaar te blijven stimuleren, steunen en scherp te houden om de focus op het afronden van de studie te houden, leggen wij met trots onderhavig onderzoek aan u voor.

Lennart Persoon en Ruben Voerman

15 oktober 2013, Utrecht

Inhoudsopgave

1	SAMENVATTING	7
2	INLEIDING	11
2.1	AANLEIDING.....	11
2.2	CONTEXT.....	14
2.3	DOELSTELLING.....	16
2.4	PROBLEEMSTELLING/HOOFDVRAAG	16
2.5	DEELVRAGEN	17
2.6	BLOKKENSHEMA	18
2.7	AFBAKENING.....	19
2.8	LEESWIJZER.....	19
3	THEORETISCH KADER	21
3.1	INLEIDING.....	21
3.2	ENERGIELANDSCHAPPEN EN HUN KENMERKEN	22
3.3	HET STEDELIJK WEEFSEL	26
3.4	POTENTIES.....	31
3.5	ENERGIEVRAAG	43
3.6	CONCLUSIE; HET STEDELIJK WEEFSEL ALS VARIABLE IN ENERGETISCHE PLANVORMING.....	51
4	GEBIEDSANALYSE.....	57
4.1	INLEIDING.....	57
4.2	STEDENBOUWKUNDIGE KENMERKEN NIEUW WEST.....	58
4.3	DE INVLOED VAN HET STEDELIJK WEEFSEL OP LOKALE POTENTIES EN DE ENERGIEVRAAG	61
5	SYNTHESE	68
5.1	POSITIEVE ELEMENTEN EN NEGATIEVE ELEMENTEN IN HET STEDELIJK WEEFSEL	68
6	CONCLUSIE EN RICHTLIJNEN	74
6.1	CONCLUSIE.....	74
6.2	RICHTLIJNEN VOOR ENERGETISCHE GEBIEDSONTWIKKELING	76
7	BIBLIOGRAFIE	93

1 Samenvatting

Men bevindt zich op dit moment in een transitieperiode van energievoorziening door middel van fossiele brandstoffen naar een energievoorziening door middel van duurzame bronnen. Door het lokale en decentrale karakter van deze bronnen zal de energievoorziening steeds meer in het stedelijk gebied plaats gaan vinden. Duurzame bronnen hebben als kenmerk dat zij erg afhankelijk zijn van de vorm van de stad. Met deze gedachte is de volgende onderzoeksvraag opgesteld:

Hoe kan het bestaand stedelijk gebied van Nieuw West gevormd worden naar een energielandschap van de derde generatie, waarbij optimaal gebruik gemaakt wordt van lokale natuurlijke potenties met behulp van methoden en technieken voor het opwekken, uitwisselen en opslaan van energie, en waarbij ook de energievraag gereduceerd wordt?

Om antwoord te kunnen geven op deze onderzoeksvraag is allereerst een grondig literatuuronderzoek is verricht. Er is onderzocht wat de kenmerken van een energielandschap van de derde generatie zijn. Gesteld kan worden dat een dergelijke type landschap zich vooral kenmerkt door haar decentrale en zichtbare methoden van energieopwekking, -uitwisseling en -opslag. De keuze voor de verschillende methoden is daarnaast ook gebiedsafhankelijk. Hiermee wordt onderstreept dat er geen typisch energielandschap kan worden benoemd. Per gebied zal men moeten bekijken welke potenties het herbergt en men zal daar vervolgens op in moeten spelen bij het maken van keuzes voor methoden van opwekken, uitwisselen en opslaan van energie.

Omdat de bestaande bebouwde omgeving zich zal moeten vormen naar de nieuwe methoden van energievoorzieningen is ook onderzocht op welke kenmerken van de stad invloed uitgeoefend kan worden. Hierbij is de term 'stedelijk weefsel' naar boven gekomen. Het stedelijk weefsel is namelijk het element van de stad waar doormiddel van stedenbouwkundige ingrepen invloed op uitgeoefend kan worden. Het wordt als weefsel bestempeld omdat het een samenhangend geheel van bebouwing, openbare ruimte en het gebruik hiervan is. Uit het onderzoek is gebleken dat deze elementen van de stad invloed uitoefenen op de energievraag en op de mogelijkheden tot het benutten van lokale potenties. Hieruit zijn enkele stedenbouwkundige voorwaarden naar voren gekomen. Al deze voorwaarden zijn opgesteld aan de hand van de technieken waarmee energie kan worden opgewekt, uitgewisseld of opgeslagen. Uit het literatuuronderzoek is naar voren gekomen dat deze voorwaarden elkaar kunnen versterken maar ook kunnen conflicteren met elkaar.

Door middel van een gebiedsanalyse van het deelgebied Nieuw West is bepaald of het stedelijk weefsel hiervan voldoet aan de in de theorie gestelde stedenbouwkundige voorwaarden voor de in het gebied aanwezige potenties. Dit bleek niet het geval. Het gebied zal in de toekomst derhalve zijn stedelijk weefsel moeten heroverwegen. Om hierin weloverwogen keuzes zijn positieve en negatieve kenmerken van het gebied benoemt. De positieve kenmerken kunnen gezien worden als gebiedseigen en lokale potenties maar ook als elementen van het stedelijk weefsel die zich goed lenen voor het toepassen van duurzame energiesystemen. Bij de negatieve kenmerken ligt in de toekomst de uitdaging. Deze zullen in de toekomst uit het gebied moeten verdwijnen.

Concluderend is gesteld dat, wanneer men een gebied wil transformeren naar een energielandschap van de derde generatie, men een integrale aanpak zal moeten hanteren. De positieve kenmerken van een gebied dienen benut te worden en er dient een keuze gemaakt te worden voor lokale en gebiedseigen potenties. Daarnaast zullen kenmerken van het stedelijk weefsel die als negatief zijn bestempeld in de toekomst aangepast dienen te worden. Alleen wanneer dit in een samenspel van verschillende ingrepen gebeurt en er derhalve een keuze wordt gemaakt voor verschillende energiesystemen die elkaar aan kunnen vullen, kan in de toekomst een energielandschap ontstaan dat voldoet aan de voorwaarden.

2 Inleiding

2.1 Aanleiding

2.1.1 Energietransitie

Nederland bevindt zich in een transitieperiode van een tijdperk waarin energie opgewekt wordt door gebruik te maken van fossiele brandstoffen naar een tijdperk waarin energie wordt opgewekt door middel van duurzame bronnen. De voornaamste reden van deze transitie is het feit dat de fossiele bronnen uitgeput beginnen te raken. De vraag naar energie is elk jaar groter geworden, tegelijkertijd wordt er elk jaar minder gas en olie gevonden (Noorman & de Roo, 2011). Met de huidige mondiale energieconsumptie zullen de gas- en oliebronnen snel uitgeput raken (Noorman & de Roo, 2011). Daarbij komt dat schaarste leidt tot prijsstijgingen, olie en gas zijn de laatste jaren al een stuk kostbaarder geworden dan voorheen. Als dat nog niet genoeg reden was om naar alternatieven te zoeken, bevinden fossiele bronnen zich vaak in politiek instabiele landen. Dit alles leidt er toe dat men op zoek is naar nieuwe vormen van energieopwekking om in de energiebehoefte te voorzien.

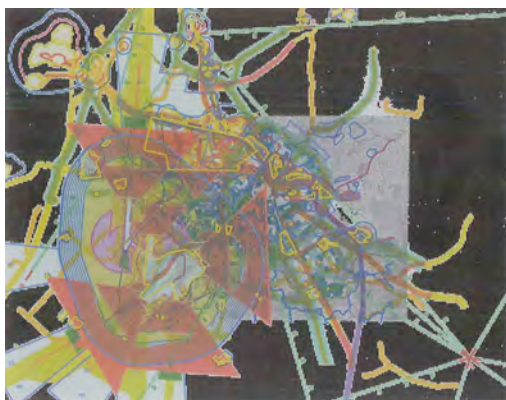
2.1.2 Onconventionele alternatieven

In de Verenigde Staten heeft deze zoektocht geleid tot een ware revolutie op het gebied van energie. Dit land wil graag minder afhankelijk zijn van import van olie uit het Midden-Oosten en heeft daarom de laatste jaren grootschalig ingezet op de winning van schaliegas. Dit heeft er toe geleid dat de Verenigde Staten aanzienlijk minder olievaten importeren. Er wordt zelfs verwacht dat de VS in 2030 een olie-exporterend land zal

zijn (Simons, 2013). Ook heeft de winning van schaliegas ervoor gezorgd dat de energieprijzen enorm gedaald zijn. Deze vestigingsfactor heeft geresulteerd in de (terug)komst van grote industriële bedrijven (Simons, 2013). Mede door deze ontwikkelingen is men in Europa inmiddels ook begonnen met het verkennen van de mogelijkheden tot het winnen van schaliegas. Dit voornemen stuit echter op grote maatschappelijke tegenstand en de vraag is of schaliegas in Nederland ooit van betekenis zal zijn. Er zijn verschillende studies gedaan naar de hoeveelheid broeikasgassen die vrijkomen bij het winnen van schaliegas en het produceren van elektriciteit hiermee. Uit deze onderzoeken blijkt dat bij deze methode vaak meer broeikasgassen vrijkomen dan bij het winnen en gebruiken van gas van Europese bodem (AEA, 2012 a). Naast dit, in tijden van klimaatdoelstellingen, ongewenste bijeffect speelt er bij het winnen van schaliegas nog een ander probleem: de methode. Door het winnen van schaliegas kan het milieu aangetast worden. Zo is al aangetoond dat het oppervlakte- en grondwater kan worden vervuild; ondergrondse landverschuivingen kunnen optreden; het een grotere ruimteclaim heeft dan conventionele methoden voor gaswinning en het kan zelfs de biodiversiteit in een gebied aantasten (AEA, 2012 b). Voor dit onderzoek is dit dan ook geen alternatief dat verder behandeld zal worden. Dit omdat het niet bijdraagt aan voorgenomen klimaatdoelstellingen.

2.1.3 Van centraal naar decentraal: een proces van emotionele en ruimtelijke afwegingen

Een van de belangrijkste veranderingen in de energietransitie is de plek waar energie wordt opgewekt (Noorman & de Roo, 2011). In de huidige situatie wordt energie op centrale plekken geproduceerd in grote energiecentrales buiten de stad en buiten het zicht van de consument. De keten van deze energievoorziening, en met name het delven van de



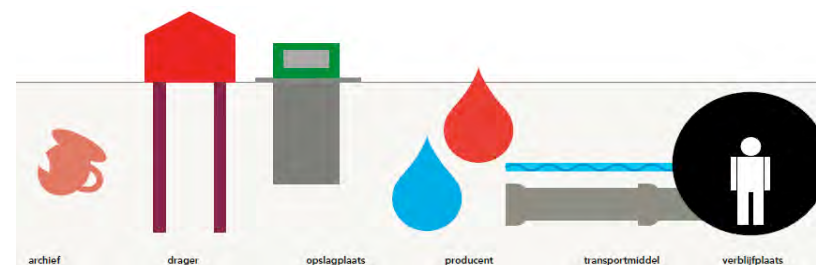
Afbeelding 1: Milieu beperkingen rondom Amsterdam (Noorman & de Roo, 2011)

grondstoffen aan het begin van deze keten, zal voor de consument dan ook onbekend zijn. De huidige situatie heeft ervoor gezorgd dat energie uit het zichtveld is onttrokken, zodoende heeft men een esthetische leefomgeving kunnen creëren waarbinnen voor het opwekken van energie

geen plaats is (H+N+S Landschapsarchitecten, 2008). Een van de kenmerken van duurzame energievoorzieningen is dat deze op een lager schaalniveau plaatsvinden, in de stad of het landschap (Droege, 2008). Door het decentrale karakter van duurzame energievoorzieningen wordt de zichtbaarheid hiervan vergroot. Waar energie nu nog op centrale plekken buiten de stad, en daarmee buiten het zicht, wordt opgewekt, zal dit in de toekomst steeds meer gaan gebeuren op plekken die in de leefomgeving liggen. De directe ruimteclaim wordt daarmee verspreid en daardoor ook groter. Derhalve zal bij gebiedsontwikkeling meer rekening gehouden dienen te worden met de plek van de toekomstige energievoorziening (Noorman & de Roo, 2011). Hierbij speelt emotie een sterke rol. Men is namelijk gewend geraakt aan de energie uit het stopcontact en het licht dat brandt zonder ook maar enig beeld te hebben van waar die energie nu eigenlijk vandaan komt. Dit wil men graag zo houden en de komst van windturbines en zonnepanelen in de leefomgeving levert dan ook geregeld tegenstand op. Hier treedt het NIMBY (Not In My Back Yard) syndroom op. Het bewustzijn van de

klimaatveranderingen is er namelijk al. Maar de nieuwe energievoorzieningen worden nog maar al te vaak als technische, en dus landschap vervuilende, installaties gezien. Men wil ze het liefst niet zien. Ook het plaatsen van zonnepanelen in binnensteden levert vaak tegenstand op van welstandcommissies (Noorman & de Roo, 2011). Dit probleem lijkt zich echter met de tijd op te lossen. Jongeren van nu hebben al veel minder moeite met de uiterlijke kenmerken van dergelijke energiesystemen, de tegenstand zal dus wellicht met de oudere generaties verdwijnen. Daarnaast is er in de tijd dat molens werden gebouwd ten behoeve van ontwatering ook weerstand geweest, deze molens behoren inmiddels tot het nationaal erfgoed. (Noorman & de Roo, 2011).

Ook ruimtelijk stuiten nieuwe en decentrale vormen van energie opwekken op problemen. Een goed voorbeeld wordt geïllustreerd op Afbeelding 2. Hierop zijn de milieucontouren in en om Amsterdam weergegeven. Wie nagaat dat men hier windmolens zal willen plaatsen, komt al snel tot de gedachte dat dit niet mogelijk is vanwege allerlei restricties. Zo zijn er tal van ruimtelijke voorwaarden waaraan nieuwe vormen van energieopwekking dienen te voldoen en waardoor de



Afbeelding 2: Functies in de ondergrond (Beukers & Scholma, 2012)

energietransitie ook een ruimtelijk proces is. De plek die de energieopwekking gaat krijgen hangt samen met de huidige gebouwde omgeving en in hoeverre deze plaats biedt aan nieuwe technologieën. Omdat decentraal opwekken vaak in de gebouwde omgeving of het landschap plaatsvindt, gaat het conflicteren met andere elementen uit de gebouwde omgeving. Bovengronds kennen we de voorbeelden van windmolens en hun milieucontouren, ze mogen immers niet dicht bij bewoond gebied staan (Gemeente Amsterdam, 2012). Ook zonnepanelen hebben ruimtelijk gezien restricties. Hiervoor is al benoemd dat welstandscommissies niet staan te springen om monumentale panden in historische binnensteden voorzien van zonnepanelen. Het gebrek aan ruimte of mogelijkheden voor duurzame opwekmethoden in het ene gebied kunnen echter gecompenseerd worden door gebieden of wijken die een energieoverschot krijgen. Op deze manier kunnen historische binnensteden beschermd worden tegen ruimtelijk onwenselijke ontwikkeling ten behoeve van duurzame energieopwekking.

Ook ondergronds zullen ruimtelijke conflicten ontstaan. De infrastructuur zal vernieuwd moeten worden om al de kleine energiefabriekjes aan te kunnen sluiten op het net (Noorman & de Roo, 2011). Daarnaast dienen totaal nieuwe systemen aangelegd te worden om energie uit te kunnen wisselen. In de ondergrond kunnen ruimtelijke conflicten ontstaan, vooral wanneer men nagaat dat op deze ondergrond nog maar weinig regie wordt gevoerd door overheden en het een vestigingsplaats is voor vele functies (Dubbeldam & Souwer, 2012). Op Afbeelding 1 is een aantal van deze functies weergegeven. Deze functies hebben allen een plek in de relatief kleine ondergrond van een stad. Ingrepen in deze ondergrond zullen dus op een juiste manier gepland en gefaseerd dienen te worden met een goede afweging van de belangen van de verschillende functies.

Een ander verschil met onze huidige fossiele energievoorziening en duurzame opwekmethoden naast de bronnen die gebruikt worden is de wet- en regelgeving en organisatie. Deze zijn vrijwel volledig gericht op het gebruik van fossiele energie. Er is dus verandering noodzaak om het toepassen van duurzame opwekmethoden eenvoudiger te maken. Op dit moment vormen deze aspecten zelfs een obstakel voor nieuwe ontwikkelingen. Een omslag is nodig in de wet- en regelgeving, eveneens andere mind set. Een voorbeeld hiervan is het Duitse Feed-in model. Dit is nieuwe regelgeving die het gebruik van duurzame opwekmethoden stimuleert. Hiermee wordt een gegarandeerde afnameprijs voor een lange tijd aangeboden waardoor het voor zowel bedrijvigheid als voor particulieren aantrekkelijk is om zonnepanelen te installeren. Daarnaast brengt het Duitsland in staat om aan milieumambities te voldoen (Noorman & de Roo, 2011).

De overgang naar een decentrale energievoorziening zal een proces worden waarin belangen van verschillende partijen én belangen van verschillende aard mee zullen spelen. Ruimtelijk gezien zullen conflicten met andere elementen uit de gebouwde omgeving opgelost dienen te worden. Wanneer men nagaat dat het er nog geen wettelijke verplichting is om het thema 'energie' vast te leggen in bestemmingsplannen (InfoMil, 2013) kan worden gesteld dat hier nog een verbeterslag te maken is. Ook emoties zullen een rol spelen. Door het decentrale karakter komt energie meer en meer in de leefomgeving van de consumenten terecht. Zij zullen dit moeten gaan accepteren en hiervoor is een andere mind set nodig die inmiddels al in gang is gezet.

2.2 Context

2.2.1 Huidige vormen van energielandschappen

Hoe de derde generatie energielandschappen eruit komen te zien is nog niet bekend. Wel zijn er verschillende voorbeelden te noemen van projecten waarbij reeds rekening is gehouden met het aspect duurzame energie. Deze projecten geven elk op hun eigen manier invulling aan het doel om zo min mogelijk fossiele brandstoffen nodig te hebben bij de energievoorziening. Zo is er in de Stad van de Zon in Heerhugowaard een voorbeeld te noemen waarbij een hele wijk gebouwd is op het principe van het gebruik van zonne-energie. De Stad van de Zon is energieneutraal en heeft dit naast met zonne-energie bereikt door zeer energiezuinige woningen, drie windmolens en een groot water- en groengebied als CO2 compensatie. Alles is georganiseerd zodat de energie die in de wijk wordt gebruikt voor wonen, werken en functies, ook in de wijk wordt opgewekt.

In EVA-lanxmeer in Culemborg wordt gestreefd naar een zoveel mogelijk zelfvoorzienend wijkconcept. In deze integraal duurzame wijk is in het stedenbouwkundig concept waarde gehecht aan de historische verkaveling, maar voor een optimale positionering ten opzichte van de zon, voor zonnepanelen en natuurlijke zonnewarmte, is een bouwblok soms scheef op de verkaveling gebouwd. Er is eveneens rekening gehouden met beschutting tegen wind, een natuurlijke verkoeler, en woningen zijn energiezuinig gemaakt. Voor de warmtevraag wordt in dit voorbeeld gebruik gemaakt van oppervlakte water. Dit systeem voorziet ongeveer 60% van de woningen en functies in EVA-Lanxmeer van warmte. De rest wordt aangevuld met bio- en aardgas.

Andere voorbeelden waarin duurzame energie centraal staat zijn: Datacenter Sciencepark Amsterdam, hierin wordt restwarmte van een

datacentrum gebruikt om via een WKO gebouwen van de UVA te verwarmen; Merwe-VierHavens, in dit project in Rotterdam wordt koude van het maaswater gebruikt om bedrijven te koelen en restwarmte van deze bedrijven om andere bedrijven en woningen te verwarmen; Mijwater energie, in Heerlen wordt gebruik gemaakt van de lokale potentie van warmte uit de oude steenkolenmijnen om woningen te verwarmen als vervanger van fossiele energie; Erasmusveld-Leywegzone Den Haag, in dit project wordt door grootschalige warmtewinning door middel van geothermie en andere duurzame opslag en opwekmethode als zonnepanelen en WKO's gestreefd naar een energie neutrale wijk.

Al deze voorbeelden laten verschillende maatregelen zien die moeten leiden tot (deels) energieneutrale wijken. Het is opvallend dat verschillende projecten, verschillende oplossingen laten zien. Het zou een ideaalbeeld zijn wanneer binnen een ontwikkeling rekening wordt gehouden, in het stedenbouwkundig ontwerp, met alle potenties voor duurzame energieopwekking in het betreffende gebied. Een integraal duurzaam ontwerp wat leidt tot een energieneutraal of zelfs een energie leverend gebied. De Stad van de Zon en EVA-Lanxmeer komen het meest in de buurt bij deze gedachte door zowel techniek, als het rekening houden met natuurlijke waarden: de zon en de wind.

Wanneer in een stedenbouwkundig ontwerp van een (her)ontwikkeling gebruik wordt gemaakt van een combinatie van de lokaal aanwezige potenties voor duurzame energie opwekmethode voor opslag, uitwisseling en opwekking, kan gesproken worden van de derde generatie energielandschappen zoals dit in onderhavige scriptie bedoeld is. In deze scriptie zullen bepaalde gebieden in Amsterdam dienen als speeltuin om te onderzoeken hoe de derde generatie energielandschappen vorm zou kunnen krijgen.

2.2.2 Energieatlas

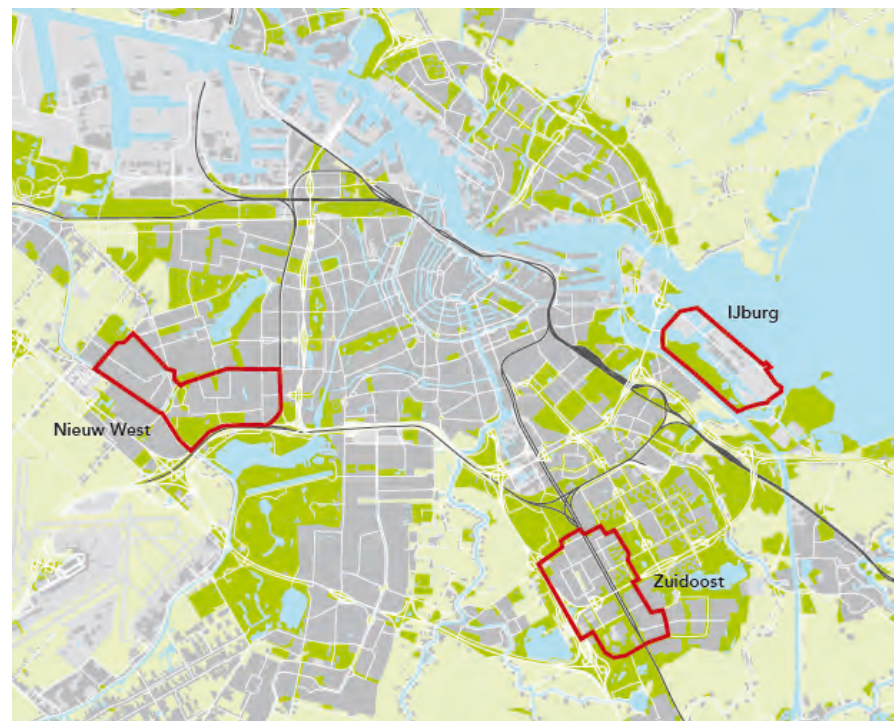
In het onderzoek wordt gebruik gemaakt van de energieatlas van Amsterdam. Deze atlas is een initiatief van de gemeente Amsterdam om inzichtelijk te maken waar zich potenties bevinden voor het opwekken van duurzame energie. Ook wordt met deze atlas aangetoond hoe het verbruik van verschillende gebouwen zich tot elkaar verhoudt. Op deze manier kan de gemeente Amsterdam bepalen waar de grootste kansen liggen op het gebied van de energietransitie. Doordat de verbruiksgegevens op gebouwniveau inzichtelijk zijn gemaakt kan concreet bekeken worden welke partijen benadert dienen te worden voor aanpassingen in het energieverbruik.

De totstandkoming van deze atlas vindt tijdens het onderzoek plaats en het onderzoek zal een vervolg zijn op deze atlas. In de atlas staan verschillende onderwerpen. De onderwerpen die in dit onderzoek worden meegenomen zijn de verbruiksgegevens en potenties. De verbruiksgegevens worden onderverdeeld in gas en elektra en zijn deel van het onderzoek. Van de potenties worden in dit onderzoek alleen zon, wind, warmte- en koudeopslag, stadswarmte, stadskoude, restwarmte uit de gebouwde omgeving en geothermie worden meegenomen, deze gegevens zijn bekend en komen uit de energieatlas.

2.2.3 Deelgebieden

Het onderzoek zal zich richten op het samenstellen van richtlijnen die stedenbouwkundige voorwaarden zijn bij het inbrengen van duurzame opwekmethoden in gebiedsontwikkeling. Om tot deze richtlijnen te komen zal de theorie onderzocht worden maar ook een drietal deelgebieden. Het onderzoek focust zich op het deelgebied Nieuw West in Amsterdam. De deelgebieden IJburg en Zuidoost zullen informatie bieden over hoe andere stedenbouwkundige structuren effect hebben op

de stedenbouwkundige voorwaarden van duurzame opwekmethoden en de energievraag. Er is voor deze gebieden gekozen omdat er binnen deze gebieden al verschillende projecten lopen op het gebied van energie en de gebouwde omgeving. Ze zijn alle drie 'Amsterdam Smart City gebieden'. Amsterdam Smart City is een uniek samenwerkingsverband tussen bedrijven, overheden, kennisinstellingen en de Amsterdamse burger met als doel de metropoolregio Amsterdam te ontwikkelen als 'slimme stad' (Amsterdam Smart City, 2011). Van deze wijken is derhalve veel informatie beschikbaar bij de gemeente Amsterdam wat betreft



Afbeelding 3: de drie Amsterdam Smart City gebieden

verbruik, potentie, projecten op het gebied van CO₂-besparing, etc.

Nieuw West is het gebied waar dit onderzoek zich voornamelijk op zal richten en waar uiteindelijk richtlijnen voor zullen worden uitgewerkt. Dit omdat Nieuw West zowel demografisch als qua bezetting van het grondoppervlak in haar bebouwingstypologie een goede afspiegeling is van Amsterdam in haar totaliteit (Amsterdam Smart City, 2013). De andere twee deelgebieden dienen als referentie.

Er is niet alleen voor de verschillende gebieden gekozen omdat ze Amsterdam Smart City gebieden zijn. De gebieden verschillen ten opzichte van elkaar ook enorm qua stedenbouwkundige kenmerken. Dit verschil kan ervoor zorgen dat er tijdens het onderzoek kan worden aangetoond welk gebied de potentie heeft tot het beste rendement wanneer men praat over het benutten van duurzame potenties. Deze uitkomst kan als input dienen voor de richtlijnen voor Nieuw West.

2.3 Doelstelling

Het opstellen van stedenbouwkundige richtlijnen voor het deelgebied Nieuw West. De aanpassingen in de bestaande gebouwde omgeving die deze richtlijnen impliceren hebben twee doelen:

- Het vormen van het bestaand stedelijk gebied om beter gebruik te kunnen maken van duurzame methoden van energieopwekking, -opslag en -uitwisseling. Het uitgangspunt hierbij is de aanwezige natuurlijke potentie in het gebied en de technologie om deze potentie te kunnen benutten.
- Het vormen van het bestaand stedelijk gebied om de energievraag in het gebied te reduceren

Met deze doelen zal een energielandschap van de derde generatie in Nieuw West worden nagestreefd.

2.4 Probleemstelling/hoofdvraag

Hoe kan het bestaand stedelijk gebied van Nieuw West gevormd worden naar een energielandschap van de derde generatie, waarbij optimaal gebruik gemaakt wordt van lokale natuurlijke potenties met behulp van methoden en technieken voor het opwekken, uitwisselen en opslaan van energie, en waarbij ook de energievraag gereduceerd wordt?

2.5 Deelvragen

Om antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag van het onderzoek is deze onderverdeeld in een aantal deelvragen. Deze deelvragen zijn door middel van literatuuronderzoek, een analyse van het deelgebied Nieuw West, waarin de bevindingen uit het literatuuronderzoek worden getoetst aan het bestaand stedelijk gebied van Nieuw West, en een synthese waarin door middel van de conclusies uit de twee andere onderdelen bepaald wordt welke richtlijnen kunnen leiden tot het vormen van een energielandschap van de derde generatie. Omdat de deelvragen op zich nog een erg hoog abstractieniveau hebben, zijn ook deze onderverdeeld in een aantal andere vragen. Per onderdeel van het onderzoek zullen hieronder de deelvragen, samen met de vragen die antwoord moeten geven op deze deelvragen, uiteengezet.

2.5.1 Literatuuronderzoek

Door middel van literatuuronderzoek is de volgende deelvraag beantwoord:

“In hoeverre kan invloed uitgeoefend worden in bestaand stedelijk gebied om te voldoen aan de stedenbouwkundige voorwaarden van derde generatie energielandschappen?”

- Wat zijn de kenmerken van verschillende generaties energielandschappen?
- Op welke onderdelen van het bestaand stedelijk gebied kan invloed uitgeoefend worden en hoe staan deze onderdelen met elkaar in verband?
- Wat zijn stedenbouwkundige voorwaarden van de verschillende duurzame opwek-, uitwisselings- en opslagmethoden?

- Welke onderdelen van een stad hebben invloed op de gebouwgebonden energievraag?

2.5.2 Gebiedsanalyse Nieuw West

“In hoeverre voldoet het bestaand stedelijk gebied van Nieuw West aan de eisen van een energielandschap van de derde generatie?”

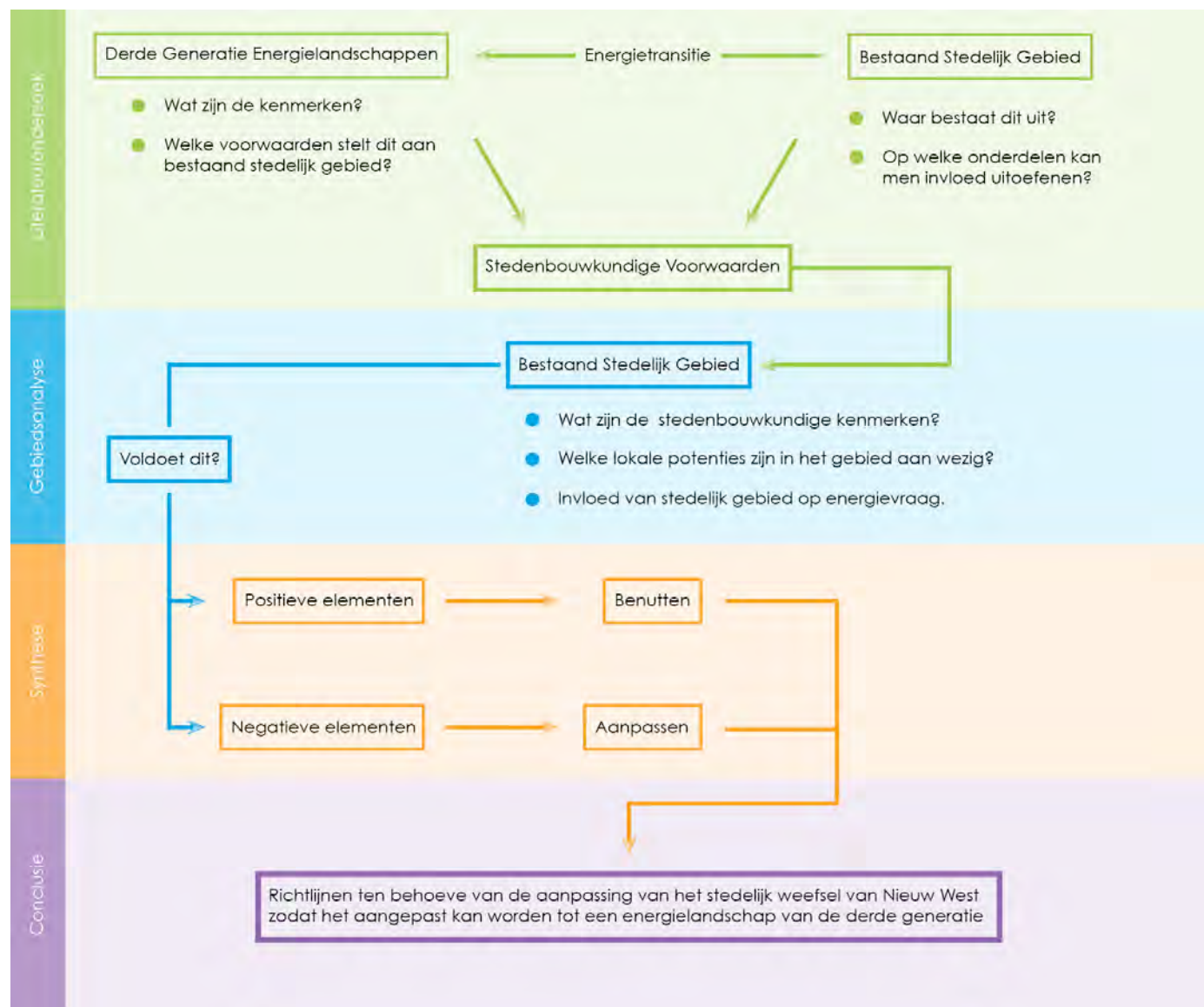
- Wat zijn de stedenbouwkundige kenmerken van Nieuw West?
- Wat zijn de lokale potenties in het gebied Nieuw West en in hoeverre kunnen deze in het bestaand stedelijk gebied worden toegepast?
- Welke stedenbouwkundige kenmerken in het gebied Nieuw West leiden tot de huidige energievraag?

2.5.3 Synthese

“Op welke elementen van het bestaand stedelijk gebied van Nieuw West kan invloed uitgeoefend worden om het in de toekomst te kunnen vormen naar een derde generatie energielandschap?”

- Wat zijn, ten opzichte van de stedenbouwkundige voorwaarden uit het theoretisch kader, de positieve elementen van het bestaand stedelijk gebied van Nieuw West?
- Wat zijn, ten opzichte van de stedenbouwkundige voorwaarden uit het theoretisch kader, de negatieve elementen van het bestaand stedelijk gebied van Nieuw West?
- Hoe kan men de positieve elementen van het deelgebied Nieuw West benutten?
- Op welke manier kan men de negatieve elementen aanpassen zodat men optimaal gebruik kan maken van de potenties voor het opwekken, uitwisselen en opslaan van energie?

2.6 Blokkenschema



2.7 Afbakening

Onder energie wordt verstaan: elektriciteit en warmte

Er zijn meer potenties voor het opwekken van duurzame energie. In dit onderzoek is echter gekozen voor een beperkt aantal potenties, gebaseerd op de meest gangbare potenties zoals deze in de Energieatlas Amsterdam worden benoemd. Deze potentiële bronnen zijn zon, wind, warmte- en koudeopslag, stadswarmte, stadskoude, restwarmte uit de gebouwde omgevingen en geothermie.

De richtlijnen zullen richting geven aan toekomstige ontwikkelingen. Dit betekent dat er geen gedetailleerd ontwerp van het deelgebied zal worden gemaakt.

In dit onderzoek zal worden uitgegaan van huidige methoden voor duurzame energieopwekking, -uitwisseling en opslag.

In dit onderzoek wordt ervan uitgegaan dat het aantal woningen in een gebied waarvoor richtlijnen worden opgesteld ongeveer gelijk blijft. Wanneer het mogelijk is zal, wegens de in Amsterdam geldende woningbouwopgave, naar verdichting worden gezocht.

Wanneer er in onderhavig onderzoek wordt gesproken van Nieuw West, IJburg en Zuidoost, is uitgegaan van deelgebieden zoals deze in de context beschreven zijn. Het gaat hierbij derhalve niet om de gelijknamige stadsdelen.

2.8 Leeswijzer

In hoofdstuk 3 wordt aan de hand van theorie onderzocht wat de voorwaarden zijn voor het ontstaan van derde generatie energielandschappen. Hierin worden eerst de kenmerken van verschillende generaties energielandschappen uiteengezet. Daarna wordt onderzocht op welke onderdelen van bestaand stedelijk gebied invloed uitgeoefend kan worden en hoe deze onderdelen met elkaar in verband staan. Dan worden de stedenbouwkundige voorwaarden van verschillende duurzame opwekmethode voor uitwisseling, opwekking en opslag van energie uiteengezet, waarna wordt onderzocht welke onderdelen van een stad invloed hebben op de gebouwgebonden energievraag.

In hoofdstuk 4 is een gebiedsanalyse van Nieuw West gemaakt waarin wordt onderzocht aan de hand van de theorie in hoeverre het deelgebied voldoet aan de eisen van een derde generatie energielandschap. Hiervoor zijn de stedenbouwkundige kenmerken, de lokale potenties en de energievraag onderzocht.

In hoofdstuk 5 wordt bekeken wat de positieve en negatieve elementen zijn van het bestaand stedelijk gebied in Nieuw West. Door na te gaan hoe deze positieve elementen benut kunnen worden en de negatieve elementen aangepast, wordt in hoofdstuk 6 gekomen tot een conclusie van de hoofdvraag en algemene richtlijnen voor energetische gebiedsontwikkeling en specifieke richtlijnen voor Nieuw West.

THEORETISCH KADER

3 Theoretisch kader

3.1 Inleiding

Dit onderzoek richt zich op het opstellen van richtlijnen voor toekomstige gebiedsontwikkeling om optimaal gebruik te kunnen maken van duurzame opwekmethoden voor energie. Deze doelstelling komt voort uit een aantal facetten uit de huidige tijdsgeest. Wij bevinden ons in een energietransitie waarbinnen zich een nieuwe generatie energielandschappen zal vormen. Op welke manier hebben zich energielandschappen gevormd en op welke manier gaan deze zich in de toekomst vormen? Op deze vragen zal in de eerste twee paragrafen van dit hoofdstuk antwoord gegeven worden.

Daarnaast richt dit onderzoek zich op de stad. Deze geldt als speelveld binnen dit onderzoek. In de derde paragraaf zal worden toegelicht waarom dit het speelveld is en op welke elementen van de stad invloed uitgeoefend kan worden (en op welke niet).

De methoden die gebruikt kunnen worden om op een duurzame manier energie op te wekken of her te gebruiken zullen allen ruimtelijke voorwaarden hebben. Ook hebben ze allen een technologische achtergrond. Deze voorwaarden en technieken zullen worden toegelicht in de vierde paragraaf van dit theoretisch kader.

Dit alles zal leiden tot een conclusie waarin, aan de hand van theorie, is beschreven hoe een stad zich kan vormen om optimaal gebruik te maken van methoden voor het opwekken, uitwisselen en opslaan van energie. Er

zal worden toegelicht welke stedenbouwkundige voorwaarden er gelden wanneer men gebruik wil maken van bepaalde methoden en voor welke elementen van het stedelijk weefsel deze voorwaarden gelden.

Tezamen zullen de paragrafen uit dit hoofdstuk antwoord geven op de volgende deelvragen:

- Wat zijn de kenmerken van verschillende generaties energielandschappen? (Paragraaf 3.2)
- Op welke onderdelen van een stad kan invloed uitgeoefend worden en hoe staan deze onderdelen met elkaar in verband? (Paragraaf 3.3)
- Wat zijn stedenbouwkundige voorwaarden van de verschillende duurzame opwek-, uitwisselings- en opslagmethoden? (Paragraaf 3.4)
- Welke onderdelen van een stad hebben invloed op de gebouwgebonden energievraag? (Paragraaf 3.5)

3.2 Energielandschappen en hun kenmerken

Noorman & de Roo (2011) definiëren het resultaat van de veranderingen die in de gebouwde omgeving optreden ten behoeve van nieuwe opwekmethode voor energie als de derde generatie energielandschappen. *“Een energielandschap staat voor de wijze waarop de opwekmethode van energie terugkomen in het landschap en in de stad”* (Noorman & de Roo, 2011). De generaties voor deze derde generatie energielandschappen hebben eveneens voor veranderingen in het landschap gezorgd. In dit hoofdstuk zal van iedere generatie een korte omschrijving gegeven worden, waarbij de nadruk ligt op de invloed op het landschap. Op deze manier zal antwoord worden gegeven op de volgende deelvraag: “Wat zijn de kenmerken van verschillende generaties energielandschappen?”

3.2.1 De eerste generatie: Slagenlandschap en veenkoloniën



Afbeelding 5: De 1e Generatie Energielandschappen; Turfwinning heeft ervoor gezorgd dat in Nederland een slagenlandschap is ontstaan (Internationaal natuurpark veenland,

De eerste generatie energielandschappen is ontstaan door turfwinning. In de 19^e eeuw was turf, tot de komst van steenkool, de belangrijkste brandstof die werd gebruikt (Noorman & de Roo, 2011). Om deze turf te winnen moesten de gebieden waar dit gebeurde afgewaterd worden.

Hiervoor zijn sloten en kanalen, waarover de turf ook vervoerd kon worden, gegraven en molens geplaatst die de energie leverde om het land te kunnen afwateren. In sommige gevallen ontstonden er ook uitgestrekte plassen. Dit gebeurde op plekken waar het veen een stuk natter was. De turf werd in smalle stroken neergelegd en daartussen werden zogeheten petgaten gebaggerd. Door de golfslag van het water werden deze petgaten steeds groter en vormden uiteindelijk grote meren, het bekendste voorbeeld is wellicht de Haarlemmermeerpolder.

De kaarsrechte sloten en kanalen hebben geresulteerd in een geometrisch geordend landschap (Berendsen, 2008). Door dit landschap werd ook de vorm van nederzettingen bepaald. Langgerekte streekdorpen waren hiervan het resultaat (RIVM, 2003). En ook het occupatiegedrag werd beïnvloed door de turfwinning. Er ontstonden veenkoloniën doordat arbeiders naar gebieden trokken waar het veen werd afgegraven en bedrijven vestigden zich nabij dezelfde gebieden. Deze eerste generatie energielandschappen heeft derhalve een enorme weerslag gehad op de ruimte en wordt, samen met de vele molens, nu gezien als cultuurelement in het landschap (Noorman & de Roo, 2011).

3.2.2 De Tweede Generatie: grootschalige energieproductie

De tweede generatie energielandschappen ontstond met het ontdekken van olie, gas en kolen in de (Nederlandse) bodem. De eerste twee genoemde brandstoffen hadden als kenmerk dat ze gemakkelijk en snel konden worden getransporteerd. Hiervoor zijn er ondergronds grootschalige netten aangelegd die de brandstof bij de gebruiker brachten. Bovengronds had deze generatie echter weinig directe impact op de gebouwde omgeving. Jaknikkers en boortorens bij olie- of gaswinningsgebieden zijn de zichtbare exponenten van deze generatie. Deze bevonden zich vaak ver buiten de leefomgeving van de

eindgebruiker (Noorman & de Roo, 2011). Behoudens bebouwingsvrije zones rondom de exponenten en de grote leidingen hoeft in de ruimtelijke ordening bovengronds vrijwel geen rekening gehouden te worden met dit type energieopwekking (RIVM, 2003). Voor het gebruik van kolen geldt dat de directe impact op de gebouwde omgeving groter was. Met name de winning van bruinkool, waarbij gebruik werd gemaakt van dagbouw wat onherstelbare schade aan het landschap heeft veroorzaakt (H+N+S Landschapsarchitecten, 2008).



Afbeelding 6: Jaknikker in Schoonebeek (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.



Afbeelding 7: Boorplatform in de Noordzee (Rijkswaterstaat, 2013)

Met de komst van gemakkelijk transporteerbare brandstoffen deed zich een tegenovergesteld occupatiegedrag voor in vergelijking met bij de eerste generatie. Doordat olie en gas gemakkelijk getransporteerd konden worden was het voor de consumenten minder noodzakelijk om zich bij de wingebieden van de grondstof te vestigen. De aanleg van het gasnet in Nederland zorgde ervoor dat ieder huishouden in Nederland de brandstof direct in huis had. Het was dus niet nodig om dicht bij het gaswingebied in Slochteren te gaan wonen. En de eenvoudig transporteerbare olie zorgde ervoor dat verwerkers van deze brandstof zich vestigden in de nabijheid van de consument. Hier kon het ruwe product verwerkt worden naar de behoefte van de consumenten, steden

en industriële centra. Op deze manier ontwikkelde zich in de haven van Rotterdam een olie-industrie van grote economische betekenis. Er ontstond een enorm monotoon en rechtlijnig industrielandchap in dit gebied (RIVM, 2003).

Waar arbeiders zich bij de eerste generatie energielandschappen nog vestigden nabij de winningsgebieden, deed een totaal verschillend fenomeen zijn intreden bij de tweede generatie: arbeidersmobiliteit. Doordat het minder noodzakelijk was om te vestigen bij het winningsgebied en door de komst van goedkope brandstof konden arbeiders zich nu vestigen op plekken waar zij een hogere levensstandaard hadden. De bevolking werd mobieler en kon zich zodoende verder van de werkplek vestigen. Zodoende waren winningsgebieden niet meer de plek waar arbeiderskoloniën zich bij voorbaat vestigden (RIVM, 2003).

Een andere structurerende werking van deze generatie kan worden toegewijd aan de komst van centrales waar grootschalig elektriciteit werd opgewekt. Door de grote voorradige hoeveelheden olie en gas kon men op een goedkope manier elektriciteit opwekken. Hierdoor kregen grote industriële bedrijven een nieuwe vestigingsfactor. Voorbeelden daarvan zijn de vestiging van de zoutchemie en de metaalindustrie in de Eemsdelta (Noorman & de Roo, 2011). Dezelfde structurerende werking kan worden herkend bij een destijds nieuwe energievorm: kernenergie, wat werd gezien als een schone en goedkope wijze om energie op te wekken. In 1973 opende de eerste commerciële kernenergiecentrale zich in Borssele. Het aluminiumbedrijf Pechiney vestigde zich nabij de kernenergiecentrale omdat dit soort industrie veel energie verbruikt en zich daarom graag dicht bij een goedkope energieleverancier vestigt (RIVM, 2003). Er heeft echter altijd een maatschappelijke discussie over

kernenergie plaatsgevonden. Tegenstanders vinden het geen schone manier van energie opwekken omdat er nog steeds geen oplossing voor het radioactieve afval gevonden is. Ook de veiligheid speelt een belangrijke rol hierin, waarbij rampen als in Tsjernobyl en recentelijk Fukushima hebben aangetoond dat deze niet gewaarborgd kan worden.

Naast de structurerende werking van elektriciteitscentrales had de grootschalige productie van elektriciteit ook zijn invloed op het landschap. Om al deze stroom te kunnen transporteren zijn hoogspanningsnetten geplaatst die pas in de buurt van de consument in de grond verdwijnen.

Over de tweede generatie energielandschappen kan derhalve gezegd worden dat het voornamelijk een structurerende werking heeft gehad. Directe ruimteclaims van de energievoorziening en met name de winningsgebieden waren klein, veel kleiner dan bij de eerste generatie het geval was. Het landschap is ook niet veranderd in zijn vorm, er zijn alleen exponenten aan dit landschap toegevoegd. Wel had de grote en goedkope beschikbaarheid van energie gevolgen voor het occupatiegedrag.

3.2.3 De Derde Generatie:

Na een generatie waarin de energievoorziening uit het zicht verdwenen is van de eindgebruiker, bevindt men zich nu in een transitieperiode naar de derde generatie energielandschappen. Met klimaatproblemen, geopolitiek en prijsstijgingen van brandstof als katalysators, is men op zoek gegaan naar nieuwe en vooral duurzame methoden om energie op te wekken. Het belangrijkste kenmerk van deze nieuwe methoden is het decentrale karakter. Hierdoor zal in de derde generatie de opwekking van energie weer zichtbaar worden voor de eindgebruiker. Windmolens en zonnepanelen hebben inmiddels al hun intreden gedaan in het landschap

en de gebouwde omgeving. Om volledig onafhankelijk van fossiele brandstoffen te zijn zal echter nog een enorme schaa sprong gemaakt dienen te worden. Deze schaa sprong zal er toe leiden dat de energievoorziening niet incidenteel te zien is, maar vrijwel overal en altijd.



Afbeelding 8: Windmolens in het landschap (Green & Durable Energy, 2013)



Afbeelding 9: Zonnepanelen in de gebouwde omgeving (Sinne Technyk, 2013)

In het landschap en de gebouwde omgeving zal de zichtbaarheid van de energievoorziening weer terugkomen. In het vorige hoofdstuk is al het NIMBY-syndroom besproken, iets dat in de fase naar deze generatie nog veelvuldig zal terugkeren. Het toekomstbeeld dat op dit moment van de nieuwe generatie wordt geschetst is namelijk een beeld van energievoorzieningen op plekken waar daar nu nog geen rekening mee gehouden is. Om tot dergelijke veranderingen te komen is dus niet alleen acceptatie, maar ook een andere manier van omgaan met de gebouwde omgeving nodig. Om hier een beeld van te schetsen kunnen twee voorbeelden worden aangehaald: een eiland wat al volledig zelfvoorzienend is op het gebied van energie en een ontwerp van een stad van de toekomst.

Het zelfvoorzienende eiland is Samsø in Denemarken. Dit eiland is zelfvoorzienend omdat het haar eigen windturbines, zonnepanelen en

biomassacentrales heeft. Dit zijn allen bovengrondse exponenten van de derde generatie energielandschappen. Ze tekenen het landschap op sommige plekken op het eiland. Energie is op dit eiland dus op veel plekken zichtbaar. De bewoners van dit eiland nemen hier echter genoeg mee. Ze zijn namelijk onafhankelijk geworden van de energie die niet op dit eiland wordt opgewekt en verdienen zelfs geld met de energie van windturbines. Ook kunnen zij zeggen dat hun energie-footprint met 140 procent is gedaald (Jetson Green, 2008). Met hun consumptiegedrag doen zij dus steeds minder beroep op ruimte elders, wat ook kan worden gezien als een missie voor de nieuwe generatie energielandschappen.



Afbeelding 10: Windmolens en zonnepanelen zijn zichtbaar in het landschap op Samsø (Jetson Green, 2008)

Waar Samsø een goed voorbeeld is van hoe de nieuwe generatie energievoorzieningen terugkomen in het landschap, ligt er voor steden een nog grotere uitdaging. Om deze energieonafhankelijk te kunnen

maken zijn een groot scala aan maatregelen nodig die alleen op een integrale manier worden toegepast. Ook hier zullen steeds meer



Afbeelding 11: Ontwerp voor Duurzame Stad in China. Links: Vogelvluchtperspectief van hele stad. Recht: Kunstwerken kunnen in de toekomst ook een energetische functie hebben (wordlessTech, 2011)

bovengrondse exponenten hun intreden gaan doen. Ruimtelijk zijn er al verschillende manieren waarop deze in hun huidige vorm hun intrede doen. In de toekomst zullen echter steeds meer geïntegreerde ontwerpen opduiken. Maar ook ontstaan er nieuwe vestigingsfactoren. Zo zullen bedrijven met een grote behoefte aan warmte zich willen vestigen op plekken waar voldoende potenties voor warmte uit de ondergrond zijn. Om restwarmte uit te wisselen is de juiste functiemix een belangrijk element voor toepassing hiervan. Hierdoor zal ook deze generatie een grote structurerende werking hebben. Als voorbeeld kan een ontwerp (wordlessTech, 2011) van een stad in China worden aangehaald. Bij het ontwerp hebben duurzaamheid en energie een grote invloed gehad. Hierdoor is een ontwerp ontstaan van een stad die zichzelf kan voorzien in haar energie. Maar ook zijn er op locatieniveau ontwerpen toegepast die een inzicht geven in de derde generatie energielandschappen.

De derde generatie energielandschappen zal er een zijn waarbij zichtbaarheid van energie opwekken de boventoon voert. Daarnaast zal een structurerende trend ingezet worden waarbij energie-uitwisseling als

leidraad dient. Functies dienen goed geplaatst te worden om dit te bewerkstelligen. Dit heeft niet alleen tot gevolg dat er energie uitgewisseld kan worden. Ook kan door een juiste manier van het mixen en spreiden van functies de energie die nodig is voor transport worden teruggedrongen. Plaatselijke potenties zullen ook een sterke rol gaan spelen in het kiezen van een energiesysteem en het plaatsen van verschillende functies.

3.2.4 Conclusie: elke generatie energielandschap heeft haar eigen kenmerken

In deze paragraaf is uiteen gezet wat de kenmerken zijn van de verschillende generaties energielandschappen. Elke generatie energielandschappen heeft haar eigen kenmerken die invloed uitoefenen op de gebouwde omgeving. De eerste generatie kenmerkt zich door de directe invloed op de omgeving. Het slagenlandschap is het resultaat van vroegere turfwinning en is nog steeds zichtbaar in het hedendaagse landschap. De tweede generatie energielandschappen kenmerkt zich doordat de opwekmethode minder zichtbaar zijn in het landschap. Hierdoor heeft deze generatie voornamelijk een structurerende invloed gehad op de omgeving. Het occupatiegedrag waarbij men zich vestigde nabij energiecentrales is hierbij een voorbeeld voor deze structurerende werking. De derde generatie zal een combinatie zijn van zichtbare en structurerende opwek-, opslag-, en uitwisselingsmethoden voor energie. Dit is een gevolg van het decentrale karakter van duurzame opwekmethode, waardoor de energiegebruiker weer dicht bij de bron gevestigd zal zijn, en de zichtbaarheid van bijvoorbeeld windmolens en zonnepanelen.

3.3 Het Stedelijk Weefsel

3.3.1 De stad: de enige variabele

De transitie naar een derde generatie energielandschappen vraagt om een nieuwe kijk naar de vorm van de stad. Dit bepaalt namelijk in welke mate een stad gebruik kan maken van natuurlijke potenties en uitwisseling van energie. Ook geeft dit een beeld van de energievraag van een stad (Leduc & Rovers, 2008). In het Urban Harvest concept (Leduc W. , 2011) wordt de stad gebruikt als parameter van de energievraag en de mate waarin potenties benut kunnen worden. Doordat de stad de parameter is kan het ook gezien worden als enige variabele in de energietransitie. De mate waarin verschillende potenties aanwezig zijn



Afbeelding 12: Lagenbenadering op basis van natuurlijke potenties

staat namelijk per gebied of stad vast, deze zijn afhankelijk van klimatologische invloeden (zon en wind) en worden bepaald door de geologische situatie (bodemenergie). De stad ligt tussen deze natuurlijke

potenties in. Dit resulteert in een lagenbenadering zoals zichtbaar op afbeelding 12 waarin slechts één variabele te zien is: de stad. Bij huidige toepassing van opwekmethode voor duurzame energie gaat men echter vaak nog van een statische stad uit. De technieken waarmee duurzame energie wordt opgewekt worden geplaatst op die plek waar de stad deze technieken toelaat en waar de natuurlijke potenties optimaal benut kunnen worden. Hiermee blijft echter een groot deel van het daadwerkelijke potentieel onbenut. De vorm van de stad is dus essentieel om natuurlijke potenties optimaal te kunnen benutten. Om het potentieel van de stad als vorm te vergroten dienen daarom bij toekomstige gebiedsontwikkelingen de natuurlijke potenties een grote rol te spelen. Er dient te worden gestreefd naar een nieuwe vorm van planologie: energieplanologie. Binnen deze vorm zullen planologen zich moeten laten leiden door energiemotieven en met name hernieuwbare energiebronnen (Noorman & de Roo, 2011).

3.3.2 Natuurlijke waarden en hun invloed op de vorming de stad

De vorming van landschappen en steden naar natuurlijke waarden is geen nieuw concept. Van oudsher bepaalden landschappelijke en geomorfologische condities zoals waterlopen, hoogteverschillen, bodemgesteldheid, etc. hoe de structuur van een stad eruit zag (Heeling, Meyer, & Westrik, 2002). Echter in de loop der jaren hebben natuurlijke waarden aan kracht verloren als structurerend element voor de gebouwde omgeving. Niet natuurlijke waarden, maar bestaande lijnen van belangrijke infrastructuur en stedelijke centra bepaalde het occupatiegedrag van bedrijven en mensen (Droeghe, 2008). De mens bleek ook steeds meer in staat om de natuurlijke waarden te kunnen onderdrukken, een goed voorbeeld hiervan is het feit dat een groot deel



Afbeelding 13: Benthemplein: Oplossing voor regenval in Rotterdam, met boven naar beneden: droog weer, na de regen en stormachtig (De Urbanisten, 2012)

van de Nederlandse bevolking onder zeeniveau woont en leeft. Door de komst van serieuze klimaatproblemen is men genoodzaakt om weer meer rekening te houden met natuurlijke waarden bij gebiedsontwikkeling. Als voorbeeld kan de steeds heviger wordende regenval genoemd worden, die ervoor zorgt dat in gebieden voldoende ruimte moet zijn om wateroverlast op te kunnen vangen. Een stedenbouwkundige oplossing in Rotterdam is het Benthemplein, weergegeven op afbeelding 13. Dit plein biedt door zijn vorm en slimme afwateringstechnieken ruimte voor overtollig regenwater. Wanneer er echter geen hevige regenval is kan het plein zijn functie als ontmoetingsplek weer innemen (De Urbanisten, 2012).

Ook in het belang van de energietransitie is het belangrijk dat bij gebiedsontwikkeling rekening wordt gehouden met natuurlijke waarden zoals zon, wind en bodemgesteldheid. Wanneer dit soort waarden al vroegtijdig in het planproces in overweging worden genomen kan dit bijdragen aan besparing, een optimale toepassing van opwekmethode voor duurzame energie en daarnaast het gebruik van reststromen (Gemeente Amsterdam, 2011). De natuurlijke waarden zullen in een tijd van klimaatambities en energievraagstukken dus opnieuw een grote rol moeten gaan spelen in hoe een stad of gebied zich vormt (Droege, 2008).

3.3.3 De stadsplattegrond: Een patroon met een lange levensduur

De stad in zijn geheel is een samenhang van verschillende lagen die een ontstaansgeschiedenis heeft van soms wel honderden jaren terug. Zo wordt dit jaar in Amsterdam het 400 jarig bestaan van de grachtengordel gevierd (iAmsterdam, 2011). En dateert de eerste kaart van Amsterdam uit 1538. Wanneer men deze kaart vergelijkt met het huidige Amsterdam (afbeelding 14 en afbeelding 15) is goed te zien dat de structuur van het



Afbeelding 14: Amsterdam gezien van het IJ in 1538 (Wikipedia, 2013)



Afbeelding 15: Topografische kaart van Amsterdam in 2013. Perspectief vanaf het IJ (DRO, 2013)

centrum hetzelfde gebleven is. Dit betekent een structuur die al meer dan 400 jaar ruimte biedt aan bebouwing, infrastructuur en openbare ruimten. Deze structuur kan het best omschreven worden als de stadsplattegrond. Heeling, Meyer en Westrik (2002) definiëren deze laag van de stad als de verbindende factor tussen de ondergrond en alles wat zich in de stad bevindt. Ook geeft het een onderscheid tussen openbaar en privaat aan. Een kenmerk van deze stadsplattegrond is dat het een lange levensduur heeft, wanneer het eenmaal vorm heeft gekregen zal het niet snel meer veranderen. Dit omdat op en onder het openbare deel van de stadsplattegrond vaak belangrijke lijnen van infrastructuur (zoals de energievoorziening) plaats hebben. Dit zorgt ervoor dat verandering in dit onderscheid vaak erg kostbaar en technisch ingewikkeld is (Heeling, Meyer, & Westrik, 2002). Ook Droege (2008) geeft aan dat het patroon van transportlijnen en stedenbouwkundige eilanden vaak een lange levensduur heeft. De stadsplattegrond is dus vrijwel niet te beïnvloeden en zal in de huidige gebouwde omgeving dus niet de laag zijn waarop toekomstige gebiedsontwikkeling in dienst van natuurlijke waarden zich zullen richten. Bij nieuwbouwplannen kan echter wel rekening gehouden

worden met het patroon van lijnen en stedelijke eilanden. Hierbij is het belangrijk om in een vroege fase van stedenbouwkundige planvorming al rekening te houden met de natuurlijke waarden in het gebied (Droege, 2008). Een goed voorbeeld hiervan is de Stad van de Zon in Heerhugowaard. Hierbij is in een vroeg stadium de zon als uitgangspunt genomen voor gebiedsontwikkeling en is de stadsplattegrond zo gevormd dat er optimaal gebruikt kan worden gemaakt van de zon als energiebron.



Afbeelding 16: Stedenbouwkundige plankaart van de Stad van de Zon. Hierbij zijn gebouwen zoveel mogelijk op het zuiden georiënteerd (Bakker, 2013)

Wanneer de stad als variabele in de energietransitie geldt, maar de structuur daarvan vrijwel niet te veranderen is, kan worden geconcludeerd dat in een bestaande stad de stadsplattegrond de kaders

aangeeft waarbinnen toekomstige gebiedsontwikkelingen zich kunnen afspelen. Op de stedelijke eilanden (het private domein) zullen gebouwen zich zo moeten vormen en positioneren dat zij optimaal gebruik kunnen maken van de natuurlijke waarden in de stad. En ook op en onder de patronen van openbare ruimten zullen afwegingen gemaakt dienen te worden die zoveel mogelijk in dienst staan van de energietransitie. Er vormt zich een duidelijk speelveld. Dit speelveld kan worden gedefinieerd als 'het stedelijk weefsel'.

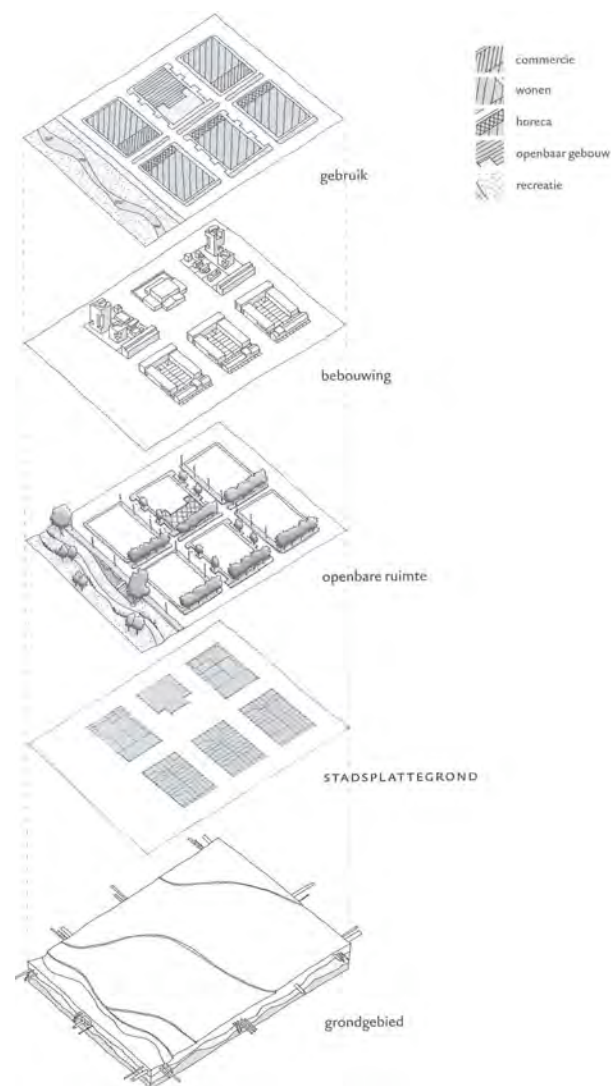
3.3.4 Het stedelijk weefsel; nader gedefinieerd

Omdat het stedelijk weefsel een ruim begrip is en deze op verschillende manieren kan worden geïnterpreteerd, zal dit nader worden toegelicht. Kropf (2005) beschrijft het stedelijk weefsel als een structuur van verschillende lagen die samen een geheel vormen. Hij benadrukt dat het stedelijk weefsel als een geheel moet worden gezien en dat stedenbouwkundigen het ook als zodanig moeten behandelen. De lagen zijn onderling afhankelijk, handelingen op de ene laag hebben consequenties voor de andere. De lagen waaruit het stedelijk weefsel bestaat kunnen het best worden gedefinieerd door middel van Afbeelding uit het boek 'Het ontwerp van de stadsplattegrond' (Heeling, Meyer, & Westrik, 2002). Het stedelijk weefsel wordt hierop in beeld gebracht met de drie bovenste lagen: gebruik, bebouwing en openbare ruimte. Waarbij het gebruik iets zegt over de manier waarop de bebouwing en de openbare ruimte gebruikt dienen (al dan niet gewenst) te worden, de bebouwing de vorm van het private domein omschrijft en de openbare ruimte het ontwerp en de materialisatie daarvan laat zien. Deze drie lagen bevinden zich op de stadsplattegrond, deze laag geeft de scheiding tussen openbaar en privaat aan. Ook de auteur van dit boek benadrukt dat de lagen geen autonome categorieën zijn: *"Het gaat juist om de relatie*

tussen de verschillende lagen..”. Ook Levi (1999) geeft aan dat de verschillende onderdelen van het stedelijk weefsel elkaar onderling beïnvloeden. Hij gebruikt hiervoor de term ‘*urban fabric*’, die bestaat uit de elementen stedelijk eiland, straat, bebouwing en openbare ruimte. Deze elementen zijn vrijwel overeenkomstig met de lagen op de illustratie.

3.3.5 Conclusie

Het stedelijk weefsel kan derhalve het best gedefinieerd worden als een samenhangend geheel van openbare ruimten, bebouwing en de manier waarop deze twee elementen gebruikt kunnen worden. De vorm van dit stedelijk weefsel wordt mede bepaald door de onderliggende stadsplattegrond die het onderscheid tussen openbaar en privaat aangeeft.



Afbeelding 17: De lagen van de stedenbouwkunde. Met als drie bovenste lagen het stedelijk weefsel (Heeling, Meyer, & Westrik, 2002)

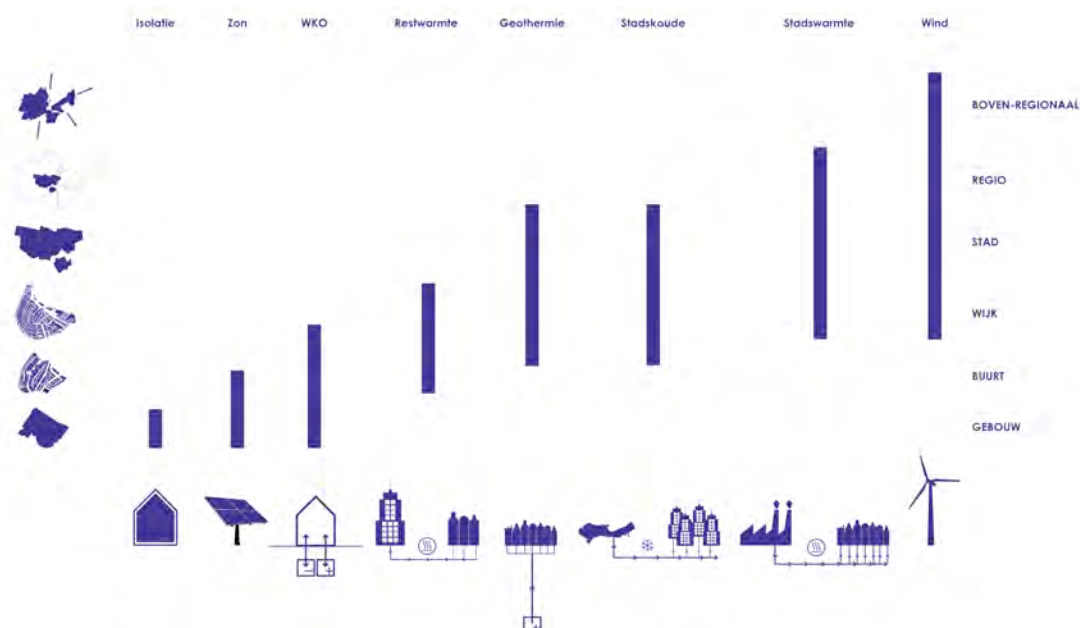
3.4 Potenties

Om optimaal gebruik te maken van de potenties om in de energievraag te kunnen voorzien zal de invulling van de stadsplattegrond heroverwogen moeten worden. Bij het ontwerp van een Smart Energy City, een stad die in de toekomst in haar eigen energiebehoefte kan voorzien, zullen slimme energienetten aangelegd moeten worden om energiestromen te kunnen verspreiden en delen op lokaal, wijk- en stadsniveau en zal ruimte gemaakt moeten worden voor duurzame energie opwekmethoden (Droege, 2008).

In het vorige hoofdstuk is al beschreven dat deze opwekmethoden samenhangend zijn met natuurlijke waarden in een stad. De mate van toepasbaarheid wordt bepaald door de manier waarop een stad is vormgegeven. Om de potenties van de verschillende natuurlijke waarden optimaal te kunnen benutten zal de invloed van de stad hierop aangetoond dienen te worden. Dit zal in dit hoofdstuk per opwekmethode, die in dit onderzoek behandeld wordt, gedaan worden.

Allereerst zal er een onderscheid gemaakt worden tussen de verschillende methoden. Er zijn methoden voor het opwekken van elektriciteit: zon (PV), wind en biomassa, waarbij zon en wind erg afhankelijk zijn van natuurlijke waarden. Ook zijn er methoden voor een thermische toepassing: Warmte- en koudeopslag, zonneboilers, geothermie, stadswarmte en – koude en restwarmte benutting. Hierbij geldt dat vooral voor de eerste twee de natuurlijke waarden erg belangrijk zijn. (Noorman & de Roo, 2011) Er zijn naast de bovengenoemde nog een hoop methoden voor het opwekken van duurzame

energie, bovenstaande methoden zijn echter degene waarbij de ontwikkeling en kennis het grootst zijn en daarbij zijn dit de meest gangbare opwekmethoden voor duurzame energie (Gemeente Amsterdam, 2011). Voorgenoemde opwekmethoden voor duurzame energie vinden niet allemaal decentraal plaats. Verschillende opwekmethoden acteren op verschillende schaalniveaus, dit is te zien op afbeelding 18. Hierdoor hebben verschillende opwekmethoden dus in verschillende mate invloed op de stad (H+N+S Landschapsarchitecten, 2008). Hieronder zijn van deze opwekmethoden de relatie die zij hebben met bepaalde kenmerken van de stad uiteengezet, om de invloed, in het kader van optimale benutting, van deze opwekmethoden binnen de stad inzichtelijk te maken.



Afbeelding 18: Verschillende opwekmethoden acteren op verschillende schaalniveaus (H+N+S Landschapsarchitecten, 2008; Eigen bewerking)

3.4.1 Zon

De zon is een onuitputtelijke bron van energie (renewable). De zonne-energie die de aarde elk jaar tot haar beschikking heeft is groter dan energie uit wind, water en fossiele brandstoffen bij elkaar (H+N+S Landschapsarchitecten, 2008). De techniek stelt ons in staat om deze energie om te zetten in elektriciteit en warmte. Zonnepanelen worden gebruikt voor het omzetten van deze energie naar elektriciteit.



Afbeelding 19: Centrale toepassing van zonnepanelen bij Oxford (Engeland) (Inhabitat, 2012)



Afbeelding 20: Decentrale toepassing van zonnepanelen in de Amsterdamse grachten (Gemeente Amsterdam, 2013)

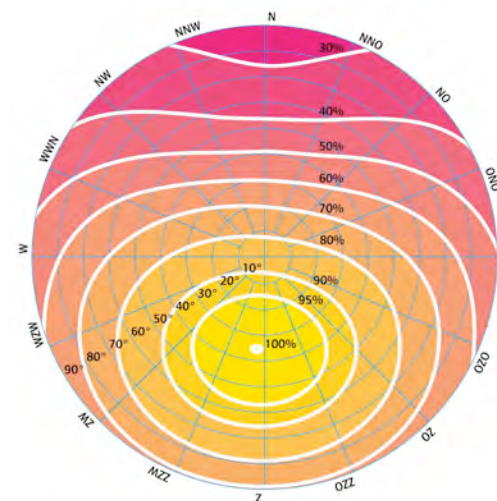
Zonnepanelen kunnen zowel op een centrale als decentrale wijze worden toegepast (H+N+S Landschapsarchitecten, 2008). Daarmee wordt opwekking door zonnepanelen in een zonnepark en op daken bedoeld. Op afbeelding 19 is een zonnepark in Engeland te zien. Hier wordt relatief grootschalig elektriciteit opgewekt. Op afbeelding 20 is een woonboot in Amsterdam te zien voorzien van zonnepanelen. Op deze decentrale manier van opwekken wordt alleen voor de bewoner energie opgewekt.

De op dit moment veel gebruikte cellen voor zonnepanelen halen een rendement van tussen de 10 -20% (H+N+S Landschapsarchitecten, 2008).

Echter, de techniek rond zonne-energie is nog jong en in de nabije toekomst zal het rendement een stuk hoger kunnen komen te liggen. Zonne-energie kan ook omgezet worden door zonneboilers. Hiermee wordt zonne-energie omgezet in warmte dat voor warm tapwater gebruikt kan worden. Deze kunnen een aanvulling zijn op andere warmtesystemen.

Energiewinning uit zon is ruimtelijk gezien de meest efficiënte methode. Dit komt omdat deze methode vaak wordt toegepast op daken van bebouwing. Hiervoor zijn vrijwel geen aanpassingen nodig. De panelen worden geplaatst op bestaande structuren en nemen daardoor geen extra ruimte in beslag (H+N+S Landschapsarchitecten, 2008). Enkel de zichtbaarheid van zonnepanelen verraad hun aanwezigheid. In hoeverre zonnepanelen op een dak voldoende elektriciteit leveren voor het gehele ondergelegen gebouw, is

afhankelijk van het aantal bouwlagen. Het omslagpunt wordt geschat op 4 tot 6 lagen (Gemeente Amsterdam, 2011). Hierbij wordt er echter vanuit gegaan dat er zich een woning onder het dak bevindt. Bij andere, meer elektriciteit vragende, functies zal dit omslagpunt een stuk lager liggen. Zonnepanelen worden daarnaast optimaal benut wanneer de bebouwing noord-zuid georiënteerd is.



Afbeelding 21: Zoninstralingsdiagram voor Nederland (Agentschap NL, 2010)

Platte daken hebben daarnaast de voorkeur. Hierop kunnen panelen naar wens gepositioneerd worden en is het gehele dakoppervlak te gebruiken voor panelen. (Droege, 2008). De invloed van de stad op het gebruik van zonnepanelen is derhalve de oriëntatie en het daktype van de bebouwing. Om dit inzichtelijk te maken is op afbeelding 21 een instralingdiagram weergegeven, hierin kan worden afgelezen wat het rendement is van een zonnepaneel wanneer het een bepaalde oriëntatie en hellingshoek heeft. 100 procent rendement wordt alleen gehaald bij oriëntatie tussen Zuidwest en Zuidoost en een hellingshoek tussen de 15 en 55 graden. Echter door een concessie te doen en te stellen dat 70 procent rendement ook voldoende is, wordt men vrijer in het oriënteren van daken in het stedelijk weefsel.

Een ander belangrijk element waar rekening mee gehouden moet worden is schaduwwerking. Ten eerste wil men natuurlijk zoveel mogelijk zon op een paneel hebben. Namelijk hoe meer zon, hoe meer energie. Een ander probleem bij zonnepanelen is dat ze als een systeem werken, ze zijn aan elkaar geschakeld en dus ook afhankelijk van elkaar. Dit betekent dat wanneer op een klein deel van het gehele systeem een plek zit waar schaduw op valt, het rendement van het hele systeem omlaag zal gaan. Ook voor een PV-systeem kan dus worden gesteld dat een keten zo sterk is als de zwakste schakel (Zonnefabriek, 2013). Een pijpje op een dak of een boom op de straat kan zoiets veroorzaken. Om die reden is het belangrijk dat pijpen op die kant van het dak worden geplaatst waar het minste zon op komt. Hiermee wordt niet alleen schaduwwerking tegengegaan maar wordt ook het beschikbare oppervlak vergroot. In een stad kunnen gebouwen ook in elkaars schaduw staan. De afstand en hoogte van de gebouwen is dan ook een belangrijke factor. Onderlinge afstand kan worden verkleind wanneer de hoogtes van zuid naar noord

toenemen. Hoge gebouwen in het noorden van het plangebied vormen dan geen belemmering voor andere bebouwing in het plangebied. Ook kan hoge bebouwing ten zuiden van grote openbare ruimten worden geplaatst. Op die manier wordt het schaduweffect van deze bebouwing op andere bebouwing geminimaliseerd (Novem, 2000).



Afbeelding 22: Toepassing van zonnepanelen in de openbare ruimte: Ontwerp van overdekte fietsenstalling met pv-panelen (HiminZED, 2011).

Wanneer een meer centrale vorm van opwekking door middel van zonnepanelen wordt geambieerd, kunnen openbare ruimtes of voorzieningen dienen voor het installeren van zonnepanelen. Hierbij kan gedacht worden aan overdekte pleinen of fietsenstallingen, maar ook geluidschermen. Dit kan gecombineerd gaan met het gebruik van de opgewekte stroom door bijvoorbeeld elektrische fietsen of verlichting. Op deze manier krijgen dit soort toepassing ook een maatschappelijke functie. Mensen die gebruik maken van deze voorzieningen komen in contact met duurzame energie en ondervinden er de voordelen van.

Om optimaal gebruik te kunnen maken van de potentie zon in de stad, zullen gebouwen zich op de juiste manier moeten positioneren. Wanneer

in een stedenbouwkundig ontwerp een keuze wordt gemaakt voor zadeldaken, zullen deze een oriëntatie tussen zuidwest en zuidoost moeten hebben. Bij platte daken kan een grotere vrijheid worden genomen bij het positioneren. Verder zal schaduwwerking voorkomen moeten worden. Bij het maken van stedenbouwkundige plannen dient rekening gehouden te worden met onderlinge afstand en hoogten. Voor openbare ruimten geldt dat zij wellicht een bijdrage kunnen leveren aan de energievoorziening wanneer dit mogelijk is.

3.4.2 Wind



Afbeelding 23: Bestaande windturbine in het westelijk havengebied (Gemeente Amsterdam, 2012)

Wind is net als de zon een renewable. Wind is er altijd, alleen niet altijd in dezelfde mate. De omgeving waarin een windmolen wordt geplaatst, bepaalt de productiepotentie voor energie. De productie zal het hoogst

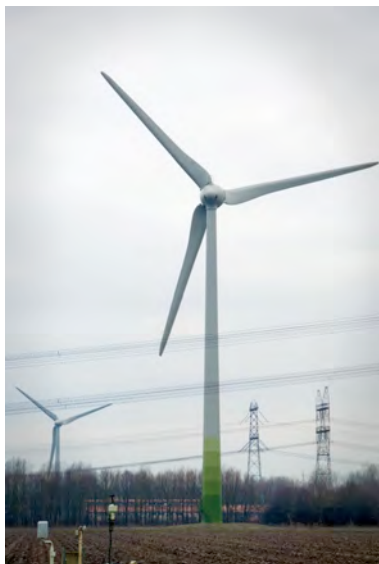
zijn op plekken met veel wind. Daarom zijn vooral open gebieden en gebieden in en aan de zee (of in en aan open water) goede plaatsingslocaties voor windturbines (Droege, 2008). Een windsnelheid van tussen kracht 3-8 is gewenst om een windturbine operabel te houden (dit geldt voor grote windturbines van tussen 80-140 meter hoog) (Geodan IT b.v., 2005). Bij te veel of te weinig wind is er respectievelijk een gevaarlijke situatie of te weinig wind om te kunnen roteren. De directe ruimteclaim van een windturbine is klein (enkel de voet), de indirecte ruimteclaim door minimale onderlinge afstanden, milieurestricties en zichtbaarheid is echter groot. Door deze indirecte ruimteclaim is het daarom belangrijk dat windturbines goed worden ingepast in hun omgeving (H+N+S Landschapsarchitecten, 2008). Een voorbeeld van een milieurestrictie is de minimale afstand tot bewoonde bebouwing. Deze bedraagt 300 meter (Gemeente Amsterdam, 2012), hierdoor is het onwaarschijnlijk dat grote windturbines in een stedelijke omgeving kunnen worden geplaatst. Grote openbare ruimten, bedrijventerreinen en milieucontouren rond wegen lenen zich meer voor het plaatsen van grote windturbines. Een ander belangrijk aandachtspunt bij de inpassing van windmolens in de gebouwde omgeving is de zichtbaarheid. De zichtbaarheid van een windturbine in de stad wordt bepaald door de andere elementen in de stad. Hoge bebouwing en de aanwezigheid van bomen kan de aanwezigheid van een windmolen enigszins maskeren, in ieder geval kan de zichtafstand van een windmolen in een besloten landschap beperkt worden tot ongeveer honderd meter (H+N+S Landschapsarchitecten, 2008).

Windturbines kunnen ook als groep worden opgesteld in de vorm van een windpark. Deze wijze van toepassen heeft een centraler karakter dan een enkele windturbine. Dit kan zowel off- als on-shore, waarbij offshore



Afbeelding 24: Prinses Amaliawindpark: Decentrale manier van duurzaam opwekken (Prinses Amaliawindpark, 2013)

windparken vaak grootschaliger zijn. Een voorbeeld hiervan is het Prinses Amaliawindpark. Hier zijn 60 turbines geplaatst, genoeg voor 125.000 huishoudens (Prinses Amaliawindpark, 2013). Op deze manier kunnen bedrijven, instellingen of bewonersorganisaties investeren in duurzaam opwekken van duurzame energie wanneer de bebouwde omgeving daarvoor niet voldoende ruimte biedt. Een goed voorbeeld hiervan is



Afbeelding 25: Twee windmolens van de Universiteit van Wageningen (Ackermans, 2010)

Wageningen UR. Deze universiteit heeft geïnvesteerd in 26 windmolens bij Lelystad die gezamenlijk meer elektriciteit opwekken dan er op de universiteit wordt verbruikt (Wageningen UR, 2013).

Naast grote windturbines zijn er ook turbines die beter inpasbaar zijn in een stedelijke omgeving: miniwindturbines. Deze turbines zijn een stuk kleiner en kunnen daarom op daken of palen in een stedelijke omgeving staan. Hierbij is het belangrijk dat locaties gekozen worden waar voldoende wind gevangen kan worden, zoals hoge gebouwen en grote openbare ruimten (NWEA, 2009).

In stedelijke omgevingen kan hier als maat voor genomen worden gebouwen van minstens twintig meter hoog of tweemaal zo hoog als gebouwen of bomen in de omgeving (Milieu centraal, 2013). Ook zijn ze te combineren met zonnepanelen, waardoor het een aanvulling kan zijn op dit type energie opwekken. Er kleven echter wel een aantal nadelen aan dit type windmolens. Een kenmerk van kleine windturbines is dat zij relatief veel kosten wanneer gekeken wordt naar de hoeveelheid energie die ermee kan worden opgewekt (Droege, 2008). Hierdoor duurt het lang voordat een kleine windturbine zich terugverdient. Een test met een twaalfstal kleine windturbines in Nederland wees uit dat een minimale investering van €20.000,- nodig is om een huishouden van elektriciteit te kunnen voorzien (Lowtech Magazine, 2009). Ook zijn er meerdere vergunningen voor kleine windturbines nodig, waardoor het vaak een lang proces is om er een te kunnen plaatsen (Milieu centraal, 2013).

De kleine windturbines die nu in de gebouwde omgeving worden geplaatst, worden vooral gebruikt om een zichtbaar groen imago op te bouwen door bedrijven of instellingen. Ook kan gesteld worden dat deze technologie zich nog in de kinderschoenen bevindt, waardoor het door nieuwe technologische ontwikkelingen in de toekomst wellicht een efficiënte manier van energie opwekken wordt (NWEA, 2009).



Afbeelding 26: Reclame-uitingen op windmolens voor een groen imago (van Venrooy, 2011)



Afbeelding 27: Een zichtbare kleine windmolen op het dak van de Hogeschool Utrecht (Mosterd, 2011)

Voor zowel grote als kleine windturbines kan worden gesteld dat het een lastige opgave is om ze in een stedelijke omgevingen te plaatsen. Voor grote turbines gelden vooral bedrijventerreinen, milieucontouren om infrastructuur en grote openbare ruimten als zoeklocaties. Voor kleine turbines kunnen hoge bebouwing en grote openbare ruimten worden aangewezen.

3.4.3 Biomassa

Biomassa die gebruikt wordt voor energieproductie kan net als zonne- en wind energie als renewable worden gezien. Momenteel komt meer dan de helft van de duurzame energie in Nederland van biomassaverwerking. Energie uit biomassa wordt opgewekt door het verbranden, vergisten of vergassen van organische materialen. Voorbeelden hiervan zijn houtresten, rioolslib, gft-afval en plantaardige oliën. Biomassa wordt als duurzaam gezien omdat het door het gebruik van plantaardige stoffen sprake is van klimaatneutraliteit. Dit komt omdat flora in de levenscyclus koolstofdioxide opnemen uit de lucht. In het natuurlijke proces komt deze CO₂ weer vrij wanneer een plant of boom sterft, in het proces van verbranding, vergisting of vergassing wordt deze cyclus enkel versneld en blijft de nettowaarde CO₂ in de lucht gelijk.

Er zijn echter bewegingen die zeggen dat biomassa niet zo groen is als er vaak gesteld wordt. Het is afhankelijk van verschillende factoren of er sprake is van duurzame energie bij het gebruik van biomassa. Het hele proces omtrent het gebruik van biomassa moet hiervoor worden bekeken. De factoren die een rol spelen zijn: de herkomst van de biomassa; de verwerkingsmethode (verbranden, vergisten of vergassen); het energieverbruik en milieubelasting door transport, voorbereiding en het restproduct; en ook de verschillen in typen energiecentrales. Al deze kenmerken oefenen invloed uit op het duurzame karakter van energie uit

biomassa. Daarnaast komen bij biomassaverwerking vaak schadelijke stoffen en broeikasgassen vrij, dit geldt bijvoorbeeld voor mest, rioolslib en sloophout. Biomassaverwerking kan dus ten onrechte gezien worden als duurzame opwekmethode.

Een manier om zeker te zijn van dat er geen milieuonvriendelijke zaken voorafgaan aan het verwerkingsproces van biomassa is om biomassa uit de stad te gebruiken. Afvalverwerkingsinstallaties leveren momenteel een deel van de opgewekte elektriciteit als groene stroom, naar het aandeel groenafval. Een stad heeft meerdere opties op het gebied van biomassa. GFT-aval, groenafval door onderhoud (plantsoenendienst), en de mogelijkheid op een oogstbaar landschap. Met een oogstbaar landschap wordt een ontwerp van openbare ruimten bedoeld waarbij niet afgedaan wordt aan de natuur, kwaliteit en cultuurhistorie van de openbare ruimte, maar dat er planten en bomen gebruikt worden die bij kunnen dragen aan het aandeel biomassa dat vanuit de stad gebruikt kan worden om groene energie mee op te wekken. Dus niet het planten van populierenplantages maar het toevoegen van een functie aan een openbare ruimte zonder andere functies op te geven.

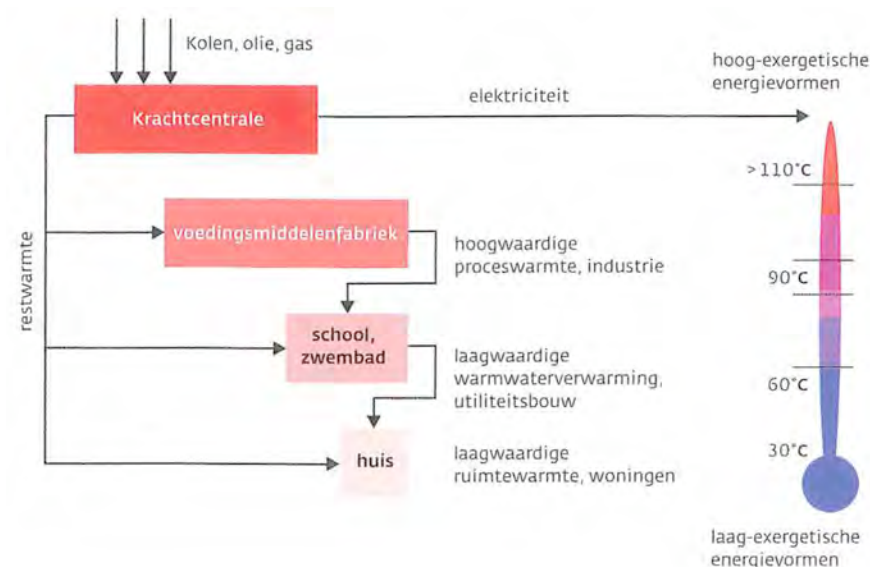
De invloed van biomassa op de stad uit zich op verschillende manieren. Het verwerken van de biomassa geschiedt in verwerkingsinstallaties, dit heeft een centraal karakter. Het heeft echter ook een decentraal effect als uit wordt gegaan van het principe van een oogstbaar landschap. Er is ruimte nodig voor flora die bruikbaar is als biomassa, om de stad zo onafhankelijk mogelijk te maken. Er kan ook gedacht worden aan natuurgebieden net buiten de stad die op deze manier ingericht worden. Daarnaast komt het GFT-afval dat wordt gebruikt in de afvalcentrale van burgers, ook dit tekent het deels decentrale karakter van biomassaverwerking. De grootste verandering die de gebouwde omgeving

te wachten staat is dus het heroverwegen van flora in de stad waarbij in het ontwerp rekening wordt gehouden met natuur, cultuurhistorie en oogstbaarheid.

3.4.4 Restwarmte

Wanneer bepaalde functies in de gebouwde omgeving warmte over hebben, verdwijnt het meestal in de lucht. Restwarmte van bijvoorbeeld datacentra, ziekenhuizen, supermarkten, grote scholen/universiteiten en kantoren kan echter ook gebruikt worden om andere functies van warmte te voorzien. Deze functies hebben namelijk allen andere vormen van thermische energie nodig. Deze vormen worden in de thermodynamica vaak uitgedrukt als 'laag of hoog exergetisch'. Exergie kan worden gedefinieerd als dat deel van de energiewaarde, dat hoger is dan de gewenste gebruikswaarde. Wanneer een warmtebron geen temperatuurverschil meer heeft met de omgeving waar warmte aan geleverd moet worden bevat deze bron nog wel energie maar deze is onbruikbaar omdat er geen warmte uitwisseling kan plaatsvinden. Exergie is dus het bruikbare deel van energie. In het woord bruikbaar ligt de winst bij restwarmte. De bruikbaarheid van warmte is namelijk voor verschillende functies anders. Een energiecentrale heeft bijvoorbeeld hoogexergetische warmte nodig en een woning laagexergetische (Leduc & Rovers, 2008). Wanneer dit in ogenschouw wordt genomen kan het op zijn zachts gezegd vreemd worden genoemd dat deze twee verschillende functies allebei van dezelfde brandstof gebruik maken om in hun energiebehoefte te voorzien, namelijk aardgas (Droege, 2008). Het traditionele systeem is in Nederland namelijk vrijwel geheel gebaseerd op het gebruik van deze hoogexergetische energiebron (Noorman & de Roo, 2011). Wanneer de warmte die overblijft bij functies met een hoogexergetische warmtevraag kan worden gebruikt door functies met

een lagere exergetische warmtevraag levert dit een systeem zoals in afbeelding 28 op.



Afbeelding 28: Schema van restwarmte gebruik; van hoogexergetische naar laagexergetische warmtevraag (Noorman & de Roo, 2011)

Om gebruik te kunnen maken van een dergelijk systeem dienen functies op een slimme manier met elkaar verbonden te zijn. Hierbij is afstand tussen de functies een belangrijke factor omdat door vervoer van warmte de exergetische waarde hiervan afneemt. Er vindt namelijk altijd uitwisseling met de omgeving plaats. Functies die warmte uitwisselen mogen dus niet te ver van elkaar verwijderd zijn (Droege, 2008). Ook afhankelijkheid speelt een rol. Het kan namelijk niet zo zijn dat een aantal huizen, of zelfs een hele woonwijk, afhankelijk wordt van de restwarmte van een bepaalde functie. Om deze reden dient ingezet te worden op een

integraal systeem waarbinnen alternatieven aanwezig zijn (Noorman & de Roo, 2011).

Een ander aandachtspunt bij het gebruiken van restwarmte is de gebouwde omgeving. Deze dient klaar te zijn voor het gebruik van energie van een dusdanige exergetische waarde die voldoet aan het doel. Het gebruik van het hoogexergetische gas voor het verwarmen van ruimtes tot ongeveer 25 graden past niet in dit beeld. Waar nu nog woningen worden verwarmd met behulp van aardgas dient dit in de toekomst te gebeuren door lage temperatuur verwarming (bijv. vloer- of gevelverwarming). Zonder dergelijke aanpassing kan energie niet tot in zijn meest lage exergetische vorm worden benut en gaat er dus energie verloren (Droege, 2008).

Als laatste dient de vraag en aanbod van restwarmte in overweging genomen te worden. Functies die in de zomer een grote hoeveelheid restwarmte over hebben kunnen dit in deze periode niet kwijt omdat er geen warmtevraag is van woningen bij zomerse temperaturen. Bij dit probleem kan de opslag van warmte een rol gaan spelen. Door middel van ondergrondse opslag (WKO) kan restwarmte tijdelijk opgeslagen worden en gebruikt worden wanneer er vraag naar is (Noorman & de Roo, 2011). Hierdoor wordt deze methode ineens afhankelijk van natuurlijke waarden in een gebied. Welke natuurlijke waarden een belangrijke rol spelen bij ondergrondse opslag zal bij de methode 'WKO' behandeld worden. De kostbaarheid van een dergelijk systeem kan echter ook een obstakel vormen. Daarom zal het creëren van een evenwicht tussen verschillende functies binnen het stedelijk weefsel om zo een evenwicht tussen vraag en aanbod te realiseren een belangrijke opgave zijn (Droege, 2008).

3.4.5 Stadswarmte

Stadswarmte is eigenlijk een vorm van restwarmte maar dan op grotere schaal. Warmte die wordt gegenereerd in energie- en afvalcentrales die vaak buiten de stad liggen wordt verspreid via een groot warmtesysteem naar de bebouwing die is aangesloten op het systeem. Het gaat hier om hoogwaardige warmte waardoor het voor de meeste doeleinden gebruikt kan worden. Het al dan niet volledig benutten van deze potentie hangt af van in hoeverre het stadswarmtenet is uitgerold en het aantal aansluitingen op het net. Waar in de huidige situatie het stadswarmtenet gevoed wordt door energie- en afvalcentrales, zou dit in de toekomst mogelijk kunnen gebeuren door middel van uitsluitend biomassa¹ (Noorman & de Roo, 2011).

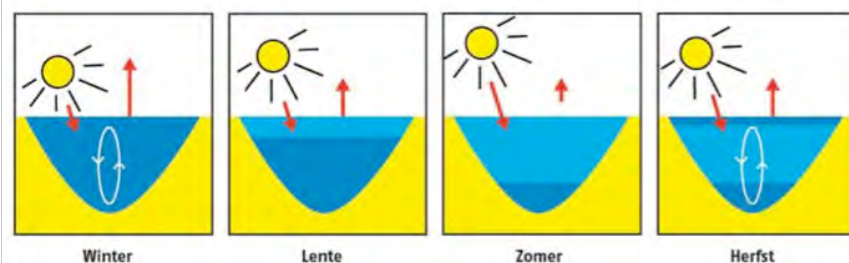
Het centrale karakter van het stadswarmtesysteem maakt dat er op maaiveld weinig zichtbaar zal zijn van het systeem op zichzelf. Alleen het proces van het aanleggen van een warmtenet leidt tot tijdelijke veranderingen in bijvoorbeeld infrastructuur. Het belang van een warmtenet is dat er in de toekomst meerdere partijen warmte zouden kunnen leveren aan een dergelijk warmtenet (restwarmte) (Gemeente Amsterdam, 2011). Het is hierbij belangrijk een zo hoog mogelijke exergetische waarde na te streven. Hiervoor is de aanwezigheid van bepaalde functies dan niet noodzakelijk maar wel een pre wanneer deze extra warmte aan het net toekunnen voegen.

3.4.6 Stadskoude

Stadskoude kan worden toegepast wanneer er natuurlijke bronnen voor koeling in de buurt van de bebouwde omgeving aanwezig zijn. Diepe meren, rivieren, zeeën en aquifers zijn hier voorbeelden van (Greenvis,

¹ Afval dat wordt verwerkt in energiecentrales wordt ook gezien als biomassa.

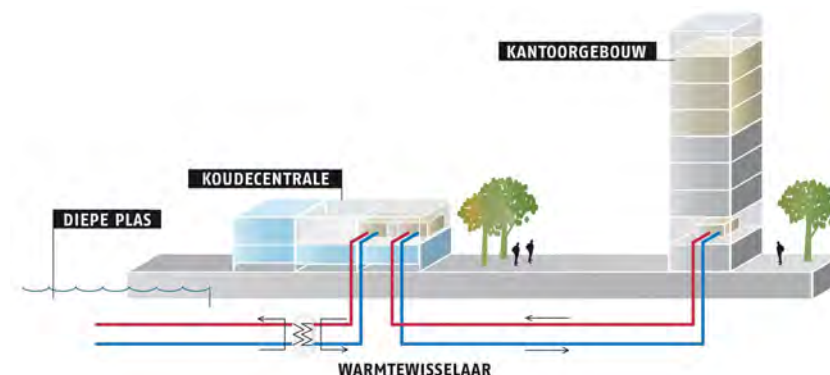
2011). Diepe meren zijn in Amsterdam de meest voor de hand liggende bronnen. Als voorwaarde wordt gesteld dat deze minimaal 25 meter diep zijn (Gemeente Amsterdam, 2011). Dit omdat het meer gedurende de lente en de zomer opwarmt en omdat het gewicht van koud water groter is dan dat van warm water zakt dit naar de bodem. Op afbeelding 29 is te zien hoe een meer gedurende de vier seizoenen van temperatuur wisselt. De koude kan worden gebruikt om door middel van koudeopslag, of een verbinding via een centrale, gebouwen te voorzien in hun koeling. Dit heeft tot resultaat dat elektriciteitsvraag zal dalen. Dit omdat een groot deel van de koude voorziening nu nog met apparaten wordt opgelost die een hoog elektriciteitsverbruik hebben (Gemeente Amsterdam, 2011).



Afbeelding 29: Jaarcyclus van een meer: Donkerblauw is koude (Gemeente Amsterdam, 2011)

Bij de toepassing van stadskoude is meestal sprake van een ketenbenadering: koudebron-centrale-afnemer-centrale-koudebron. Hierbij levert de bron de koude en ontvangt deze het opgewarmde water weer terug nadat het gebruikt is. Tussen dit proces zit een centrale waarbinnen een warmtewisselaar aanwezig is. Om de kosten van een systeem zo laag mogelijk te houden is het belangrijk dat de bron en de afnemer dichtbij elkaar gesitueerd zijn. Dit omdat de kosten voor de aanleg van de nieuwe, benodigde infrastructuur erg hoog zijn. Daarnaast is het belangrijk dat er sprake is van grootschalige afname van koude (collectiviteit) omdat deze methode te grootschalig is voor een enkel

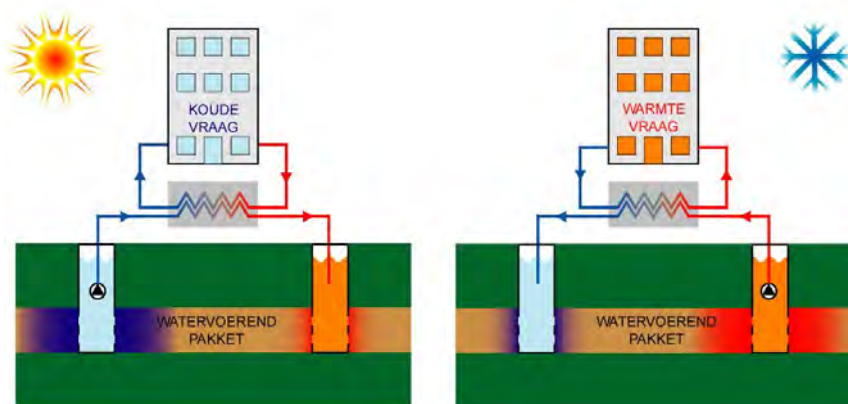
gebouw. Om optimaal gebruik te kunnen maken van deze potentie is het dus belangrijk dat gebouwen met een hoge koud vraag zo dicht mogelijk bij een potentiële bron zijn gesitueerd. Bij de invulling van het stedelijk weefsel kan hier rekening mee gehouden worden door dit in stedenbouwkundige plannen mee te nemen. Hierbij is het belangrijk dat uitspraken worden gedaan over waar welke functies zich moeten vestigen.



Afbeelding 30: Schema van een stadskoude systeem (Nuon, 2008)

3.4.7 WKO

Een warmte- en koudeopslag systeem behelst het opslaan van energie in zandlagen die goed water doorlaten onder de grond, ook wel aquifers genoemd. Door energie opgenomen te laten worden in het grondwater en grondwater vervolgens te onttrekken komt er warmte of koude vrij. Deze warmte en koude kan worden gebruikt bij het verwarmen en koelen van gebouwen. De rendabiliteit van een WKO is afhankelijk van de vraag naar warmte en koude, alleen als deze evenwichtig is kan de WKO de maximale potentie benutten (Noorman & de Roo, 2011). Hoe hoger het schaalniveau van toepassing, hoe meer kans op een effectieve werking van het systeem en uitwisseling van energie (Noorman & de Roo, 2011). WKO kan in twee verschillen systemen worden toegepast, een mono en



Afbeelding 31: Illustratie van een WKO-systeem: In de zomer kan opgeslagen koude uit de grond worden onttrokken, in de winter opgeslagen warmte (Oostereiland, 2010)

een doublet systeem (Geotherm Energy Systems B.V.). Bij een mono systeem zijn de warmte- en koude bron onder en aan elkaar gesitueerd. In een doublet systeem naast en los van elkaar. Dit betekent dat een mono systeem minder ruimte in de ondergrond claimt en er een lagere kans is tot interacteren met nabij gelegen WKO-systemen in de omgeving. Dit is voornamelijk het aandachtspunt bij het aanleggen van WKO-systemen. Wanneer twee systemen te dicht bij elkaar liggen, kunnen zij invloed hebben op elkaars warmte- of koudeopslag. Daarnaast is de werking van een WKO-systeem afhankelijk van de bodemsamenstelling omdat de potentie van de bodem niet oneindig is (Gemeente Amsterdam, 2011). WKO is het best toepasbaar bij nieuwbouw maar is in principe overal inpasbaar (Gemeente Amsterdam, 2011).

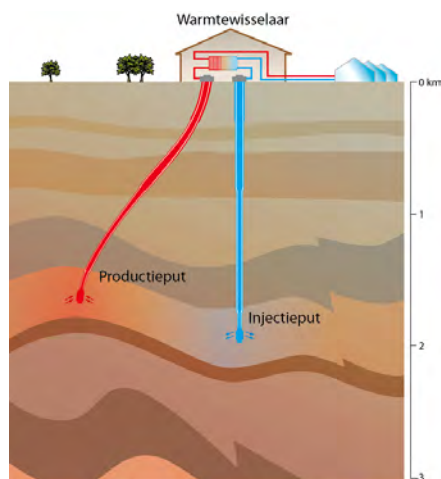
De invloed die de stad kan hebben op de toepasbaarheid van WKO-systemen is aanzienlijk. Omdat een WKO-systeem beter werkt naarmate

het op een hoger schaalniveau wordt toegepast, zal moeten worden gezocht naar toepassing op van bouwblok tot buurtniveau (Droege, 2008). Een bepaalde samenstelling van een cluster van warmte- en koude vragende functies kan leiden tot het optimaal benutten van een warmte-koude systeem. Hierin speelt de dichtheid derhalve ook een rol. Daarnaast kunnen functies onderling warmte uitwisselen door de opslagcapaciteit van het systeem te benutten. Omdat een WKO zich het best laat inpassen bij nieuwbouwprojecten, zal in de huidige stedelijke structuur dan naar locaties gezocht kunnen worden waar ruimte is voor ontwikkeling (braakliggende terreinen) of waar amoveren van bebouwing die niet voldoet aan huidige milieueisen kansen biedt voor nieuwbouw.

3.4.8 Geothermie

Het onttrekken van warmte uit diepere aardlagen noemt men geothermie. Vanaf 2000 meter diepte kan warmte onttrokken worden voor warmwater (boven 60 graden Celsius), vanaf 3000 meter is een temperatuur winbaar tot wel hoger dan 90 graden Celsius (Gemeente Amsterdam, 2011). Om deze potenties te benutten is men afhankelijk van de aanwezigheid van een geschikte aquifer. Bij geothermie is het van belang dat een bron zich kan regenereren. Wanneer dat niet het geval is bestaat de kans dat een bron uitgeput raakt binnen 30 jaar, waarna het 150 jaar nodig heeft om te herstellen en het weer geschikt is voor gebruik (Gemeente Amsterdam, 2011).

In een dergelijk systeem kan dan gekozen worden om de bron aan te vullen met hoogwaardige warmte die in de zomer als restproduct aanwezig is uit bijvoorbeeld de industrie. De stad kan dan een belangrijke rol spelen in het functioneren van een geothermiesysteem. Een geothermiesysteem moet op grotere schaal worden toegepast om te renderen. Dit kan variëren tot een woonwijk van 200 woningen tot een



Afbeelding 32: Illustratie van Geothermisch systeem (TNO, 2013)

kleine stad met 8000 woningen (Droege, 2008). Hoe hoger het schaalniveau waarop het systeem wordt toegepast, mits de potentie van de bron dit toelaat, hoe meer functies er aanwezig kunnen zijn om de bron te benutten en te ondersteunen in het regenereren van de warmte in het geval van uitputting. Het voordeel van geothermie is dat er, naast de boringen, geen directe ruimtevraag en overlast is. Nadeel van geothermie is de kostbaarheid van de toepassing.

Warmte halen uit diepere aardlagen is duur. Echter, met het oog op de toekomst kan aardwarmte een 'renewable' zijn waarmee op grote schaal in de warmtevraag kan worden voorzien.

Geothermie kan ook worden toegepast voor het opwekken van elektriciteit. Dit principe werd al toegepast vanaf het begin van de twintigste eeuw in Larderello in Italië (Bertani, 2010). Hier bevindt zich een bron die nog steeds gebruikt wordt voor het opwekken van elektriciteit. Er kan dus gesteld worden dat dit een erg duurzame methode is om elektriciteit te genereren. Hier wordt echter gebruik gemaakt van hogere temperaturen (180 – 600 graden Celsius) dan in Nederland beschikbaar zijn. Dit soort bronnen met hoge temperaturen hebben als kenmerk dat zij zich vaak in de nabijheid van grenzen van tektonische platen en actieve vulkanen bevinden (GEOELEC, 2013), hier

liggen hogere temperaturen dicht bij het oppervlak. In Nederland bestaat echter ook een mogelijkheid om aardwarmte om te zetten in elektriciteit. Dit kan door de warmte van het water uit de bron over te brengen naar vloeistoffen met een lager kookpunt. Op deze manier kan genoeg druk worden gecreëerd om een turbine te laten draaien. Dit is echter een kostbare methode en kan het best worden toegepast in combinatie met een thermische functie (GEOELEC, 2013). Op deze manier kan wellicht een sluitende business case worden verkregen (Platform Geothermie, 2013).

3.4.9 Conclusie: Verschillende potenties, verschillende stedenbouwkundige uitdagingen

Uit het voorgaande kan worden opgemaakt dat er een aantal ruimtelijke en stedenbouwkundige uitdagingen liggen wanneer men optimaal gebruik wil maken van de beschikbare potenties voor het duurzaam opwekken of hergebruiken van energie. Er zullen ook diverse conflicten zijn tussen het huidige en het wenselijke stedelijk weefsel. In het hoofdstuk hiervoor is al geschetst in hoeverre het stedelijk weefsel aanpasbaar is en op welke onderdelen daarvan geïntervenieerd kan worden. Om een goed beeld te schetsen van de voorwaarden die bepaalde potenties stellen aan het stedelijk weefsel zal hieronder een overzicht volgen van de potenties en daarbij de kenmerken van het stedelijk weefsel waarbij deze het best toepasbaar zijn:

Zonpotentie:

- Bebouwing dient op het zuiden georiënteerd te zijn;
- Wanneer de stadsplattegrond geen zuidelijke oriëntatie toelaat, dan gebruik maken van



platte daken;

- Schaduwwerking voorkomen door rekening te houden met bouwhoogtes en de hoogte van bomen;
- Openbare ruimte gebruiken voor zonpotentie wanneer mogelijk.

Windpotentie

- Grote windturbines bij infrastructuur, grote openbare ruimten en bedrijventerreinen. Niet binnen een straal van 300 meter van bewoond gebied.
- Kleine windturbines in het stedelijk weefsel inpassen op gebouwen hoger dan 20 meter.



Restwarmte

- Potentiële gebruikers van restwarmte positioneren rondom bronnen en vice versa;
- Bebouwing voorzien van lage temperatuurverwarming om een zo laag mogelijke exergetische waarde te kunnen benutten.



Stadswarmte

- Strategische locaties op punten in het net waar in de toekomst meer duurzame bronnen gebruikt kunnen worden om het systeem te voorzien van warmte;



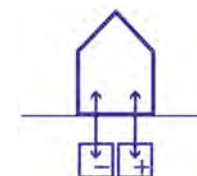
Stadskoude

- Bebouwing met koud vraag dicht bij bron positioneren;
- Bebouwing met koud vraag clusteren voor een hoog rendement.



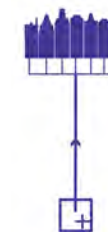
Warmte- en koudeopslag

- Zorg voor clusters van functies met koude- en warmtevraag;
- Streef naar grootschalige toepassing.
- Voorzie gebouwen van lage temperatuurverwarming



Geothermie

- Toepassing moet grootschalig zijn;
- Om de bron te regenereren is het belangrijk dat er voldoende functies in de buurt aanwezig zijn die in de zomer veel warmte over hebben.



Uit deze opsomming kan worden geconcludeerd dat voor iedere methode van duurzaam opwekken of hergebruiken van energie geldt dat zij afhankelijk zijn van hoe het stedelijk weefsel in elkaar zit. Alleen onder bepaalde voorwaarden binnen dit stedelijk weefsel kunnen deze methoden goed functioneren. De stelling van Noorman & de Roo (2011), dat energie als leidend ontwerpprincipe moet gaan dienen bij nieuwe gebiedsontwikkeling om zo efficiënt mogelijk om te kunnen gaan met duurzame bronnen en restgebruik, kan dan ook worden bevestigd. Door

vroegtijdige overweging in nieuwe gebiedsontwikkeling kunnen voorwaarden gesteld worden waardoor verschillende methoden die hiervoor beschreven zijn optimaal benut worden.

3.5 Energievraag

De invloed van de stad beperkt zich niet alleen tot de inpasbaarheid van de beschreven potenties. Wanneer er elementen van de stad veranderen zoals de dichtheid of functies, verandert de vraag naar energie (Droege, 2008). De vraag naar warmte, koude en elektriciteit wordt bepaald door bijvoorbeeld het type gebruiker van een gebouw (functie), dichtheid (warmteverlies) en de staat van de bebouwing (isolatie). Welke factoren de energievraag beïnvloeden kan erg divers zijn, voor zowel het type energievraag (elektrisch of thermisch) als het type gebouw en de functie die bij het betreffende gebouw hoort. Om een algemeen beeld te schetsen van welke factoren in welke mate van invloed zijn op het energieverbruik is in het volgende hoofdstuk een onderscheid gemaakt tussen woningen en utiliteit. Per onderdeel zal omschreven worden welke factoren invloed uitoefenen op het energieverbruik. Na dit algemene deel, dat zich vooral op gebouwniveau afspeelt, zal worden toegelicht op welke wijze natuurlijke waarden invloed hebben op de energievraag van een gebied en hoe daar bij stedenbouwkundige planvorming rekening mee gehouden kan worden.

3.5.1 Energieverbruik van woningen:

In een rapport over de relatie tussen energiegebruik en gedrag in woningen (CE Delft, 2003) zijn componenten vastgesteld die het energieverbruik van woningen beïnvloeden:

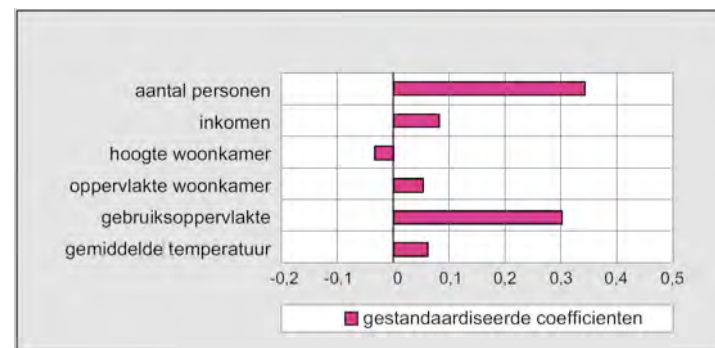
- bouwjaar gerelateerd: isolatiegraad, hoogte van de woonkamer;
- sociale factoren: leeftijd, aantal personen per huishouden, inkomen;
- afmetingen van de woning: gebruiksoppervlakte en grootte woonkamer.

Omdat de mate van invloed die bepaalde componenten hebben niet bij iedere type energieverbruik hetzelfde is, is ook bepaald wat de relaties zijn tussen het verbruik van gas en elektra apart. Hierbij komen de volgende factoren naar voren die als het belangrijkste worden bestempeld:

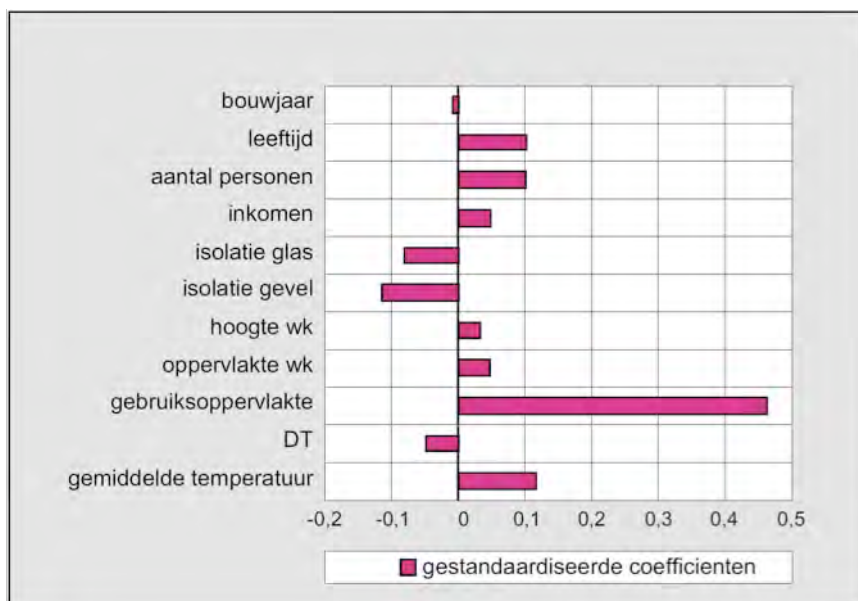
- het aantal personen in het huishouden; hoe meer personen, hoe hoger het verbruik van zowel gas als elektriciteit;
- de totale verbruiksoppervlakte; hoe groter de oppervlakte, hoe hoger het verbruik van zowel gas als elektriciteit;
- de gemiddelde stooktemperatuur; hoe hoger de stooktemperatuur, hoe hoger het gasverbruik;
- leeftijd; hoe hoger de leeftijd van de bewoners, hoe hoger het gasverbruik;
- isolatie; hoe beter de isolatie van de woning, hoe lager het gasverbruik;
- inkomen; hoe hoger het inkomen, hoe hoger het elektriciteitsverbruik.

Uit bovenstaande is op te maken dat er bij woningen verschillende factoren invloed hebben op verschillende typen energievraag. Dit is inzichtelijk gemaakt in twee tabellen waarin de mate van invloed van de verschillende factoren op het energieverbruik weergegeven is. Uit de tabel voor elektriciteitsverbruik (X) is af te lezen dat voor de vraag naar elektriciteit geldt dat het aantal personen in een huishouden de belangrijkste factor is, daarna volgt de gebruiksoppervlakte van woningen. In dit onderzoek zijn echter een aantal zaken buiten beschouwing gelaten, namelijk het gebruik van elektrische apparaten en binnenverlichting. Dit zijn echter factoren waar geen invloed op uit te oefenen is met behulp van stedenbouwkundige instrumenten. Daarom zullen deze ook in dit onderzoek buiten beschouwing worden gelaten.

Uit de tabel met het gasverbruik (Y) valt te constateren dat hier met name de gebruiksoppervlakte van een woning invloed op heeft. Ook de gemiddelde temperatuur waarop verwarmd wordt, de leeftijd van de bewoners en het aantal personen hebben een invloed op het gasverbruik. Voor al deze factoren geldt dat het gasverbruik toeneemt wanneer deze factoren dat ook doen. Voor de mate van isolatie geldt dat het gasverbruik afneemt wanneer de mate van isolatie toeneemt. Opvallend in deze tabel is dat het bouwjaar van een woning maar weinig invloed heeft op het gasverbruik. Dit terwijl in de kernpublicatie WoON Energie 2006 (Ministerie van VROM, 2006) wordt aangetoond dat het bouwjaar veel van invloed is op de energieprestatie van een gebouw. Met name vanaf de jaren negentig is het gemiddelde energielabel van woningen flink vooruit gegaan ten opzichte van daarvoor. In het rapport Energiegedrag in de woning (Ministerie van VROM, 2010) wordt dit verklaard door het gedrag van de mensen in een energiezuinige woning. Uit de studie blijkt dat mensen die in een energiezuinige woning leven vaak minder zuinig gedrag vertonen dan mensen die in energieonzuinige woning leven. Mensen die in een oud pand wonen, zullen zich sneller bewust zijn van het feit dat ze zuinig met hun energie om moeten gaan om extra kosten te besparen.



Afbeelding 33: Mate van invloed op het elektriciteitsverbruik van bepaalde factoren (CE Delft, 2003)



Afbeelding 34: Mate van invloed op het gasverbruik van bepaalde factoren (CE Delft, 2003)

Concluderend kan worden gesteld dat de energievraag van woningen vaak samenhangt met factoren die moeilijk te beïnvloeden zijn, namelijk gedragsfactoren. Vooral bij de elektriciteitsvraag van woningen is de factor gedrag doorslaggevend. Hier kan dus weinig invloed op uitgeoefend worden. Voor de thermische vraag geldt dat vooral de staat van een gebouw doorslaggevend is. De gebruiksoppervlakte is hierbij erg belangrijk, maar ook de mate van isolatie. Dit zijn factoren waar meer invloed op uitgeoefend kan worden bij planvorming in gebieden.

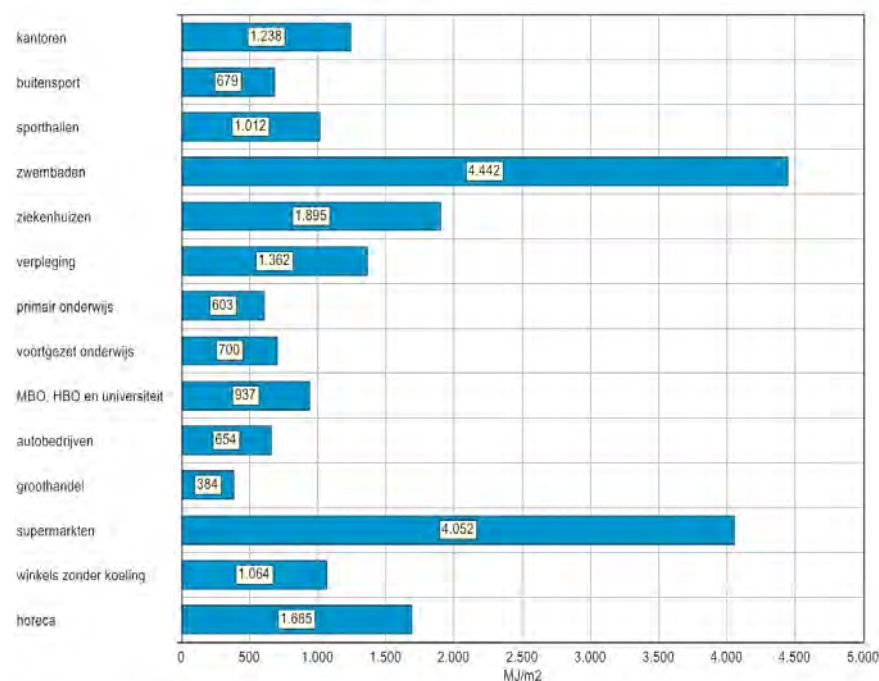
3.5.2 Energievraag utiliteit

De energievraag van utiliteitsgebouwen heeft een heel ander karakter dan dat van woningen. Hierbij is vooral het type gebruiker van een gebouw bepalend voor de mate en het type energieverbruik. Zo hebben



Afbeelding 35: Energieverbruikprofiel per functie (Rotterdam Climate Initiative, 2009)

supermarkten bijvoorbeeld een relatief hoge koelingsvraag per vierkante meter en hebben ziekenhuizen een grote warmtevraag (AgentschapNL, 2013). Was het bij woningen het gedrag van de gebruiker, is het bij utiliteit het verbruiksprofiel waar geen invloed op uitgeoefend kan worden. Een supermarkt bijvoorbeeld zal immers altijd producten in de winkel hebben die koel gehouden dienen te worden. Wel kan hier door middel van isolatie een verbeterslag in gemaakt worden. Afbeelding 35 geeft een overzicht van een aantal functies en hun verbruiksprofiel. Hierin is goed te zien dat iedere functie zijn eigen behoeften heeft.



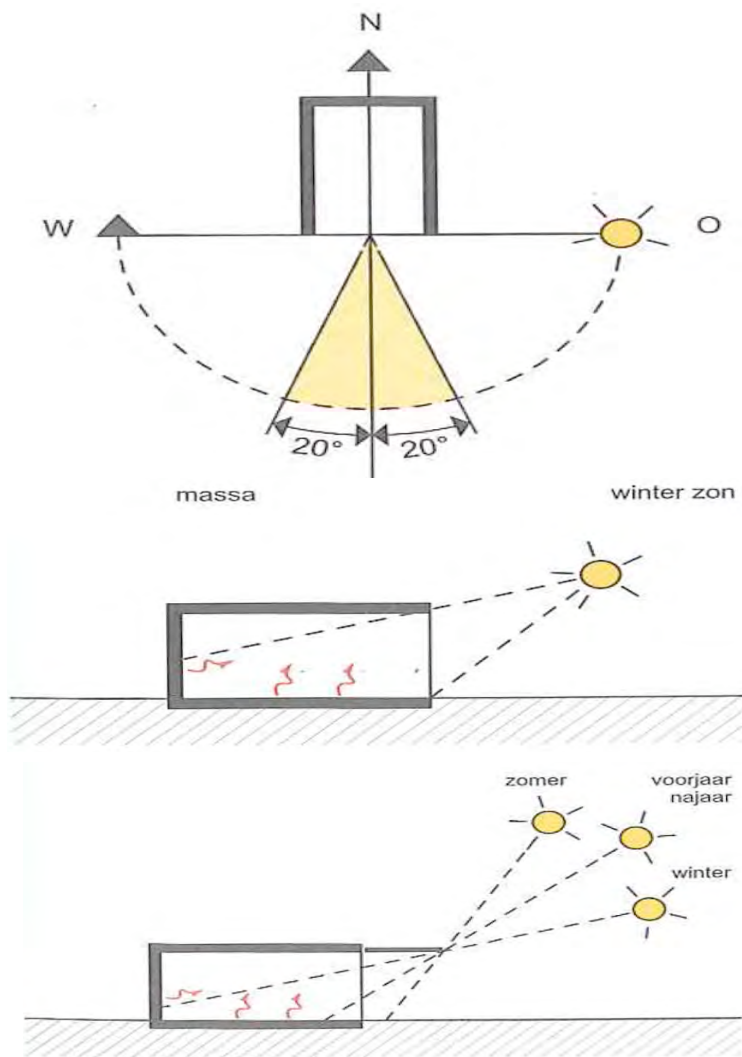
Afbeelding 36: Energieverbruik van 2008 per functie in MJ/m² (AgentschapNL, 2013)

Op de databank van AgentschapNL (2013) wordt meer duidelijk over het energieverbruik van verschillende typen functies. Op afbeelding 36 is het gemiddelde energieverbruik van een aantal functies weergegeven per vierkante meter. Zwembaden en supermarkten zijn grootverbruikers. Een type functie die hier niet is meegenomen is een datacentrum. In datacentra wordt gemiddeld 20.000 MJ/m² (TU Delft, 2012) aan energie verbruikt. Dit is aanzienlijk hoger dan de overige functies. Dit komt vooral doordat er op een kleine oppervlak enorm veel processen plaatsvinden. Het verbruik van de computers is dus al hoog. Maar door de warmte die vrijkomt bij deze processen is er ook veel energie voor koeling nodig. Veruit het meest van alle energie dat verbruikt wordt in utiliteitsbouw wordt verbruikt voor ruimteverwarming en verlichting (AgentschapNL, 2013).

Om een goede energiebalans in een gebied te krijgen is het belangrijk om verschillende typen functies te mixen. Op deze manier kan uitwisseling van energie gemakkelijker en meer worden toegepast. Een supermarkt naast een kantoor kan bijvoorbeeld zorgen voor de warmte van dit kantoor. Op het energieverbruik van een functie op zich is echter weinig invloed uit te oefenen. Alleen bij bebouwing die slecht geïsoleerd is kan een verbeterslag gemaakt worden. Vooral wanneer men nagaat dat ruimteverwarming een groot deel van het energieverbruik inneemt.

3.5.3 Omgaan met natuurlijke waarden om de energievraag te beïnvloeden

Naast het gebruik van de zonpotentie voor elektriciteit kunnen gebouwen zo gepositioneerd en gematerialiseerd worden dat de natuurlijke inval van de zon leidt tot verwarming (Droge, 2008). Op deze manier is er bij voorbaat al minder energie nodig om de bouwvoorraad te voorzien van warmte. Deze manier van gebruik maken van zonne-energie wordt

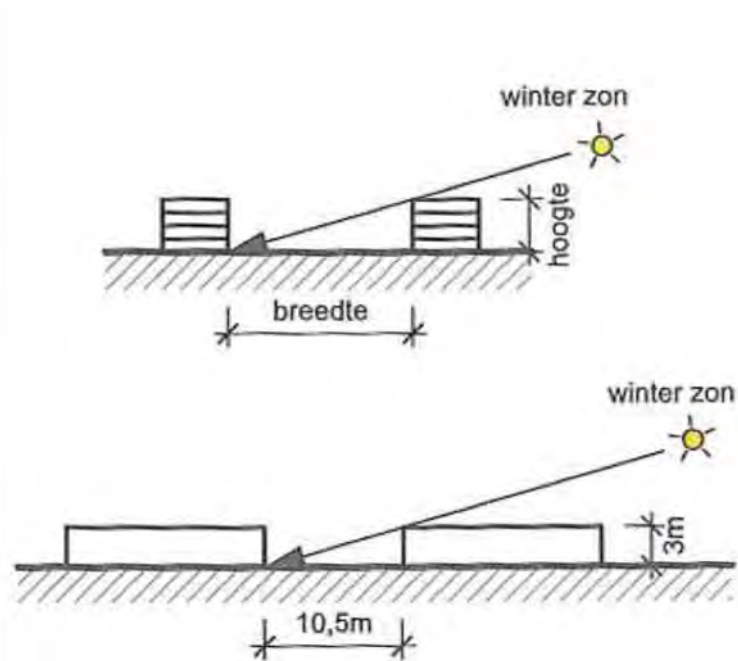


Afbeelding 37: Architectonisch oplossingen, met boven naar onder: geveloriëntatie, gebruik van massa en zonwering (Yanovshtchinsky, Huijbers, & van den Dobbelsteen, Architectuur als klimaatmachine, 2012)

passieve zonne-energie genoemd. Hierbij dient goed gekeken te worden naar de instraling van de zon, zowel in de winter als in de zomer. In de winter is het namelijk zaak om zoveel mogelijk zon in huis te krijgen en in de zomer wil men juist voorkomen dat de zon binnen komt. Dit geldt echter alleen voor gebouwen met een lage interne warmtelast², zoals woningen. Bij gebouwen met een hoge warmtelast kan zonintreding juist averechts werken omdat er een grotere vraag naar koelen ontstaat (Yanovshtchinsky, Huijbers, & van den Dobbelsteen, Architectuur als klimaatmachine, 2012). Er zijn zowel architectonische als stedenbouwkundige oplossingen om zonintreding in de winter te kunnen realiseren. Een combinatie van beide methoden is essentieel voor het terugdringen van het thermische energieverbruik. Bij het maken van een architectonisch ontwerp is het belangrijk om rekening te houden met de oriëntatie van de gevel, deze dient zuidelijk te zijn met een maximale afwijking van 20°. In deze zuidelijk georiënteerde gevel dient tussen de 30 en 50 procent glas aanwezig te zijn, bij hogere percentages gaat er meer warmte verloren dan kan worden binnengelaten. Op de noordelijk georiënteerde gevel dient een minimale hoeveelheid glas geplaatst te worden, om warmteverlies te voorkomen. Massa plaatsen in de binnenruimten is ook belangrijk. Deze massa kan overdag warmte opvangen en vasthouden. Wanneer het 's avonds afkoelt geeft deze massa de warmte weer af aan haar omgeving, hierdoor kan in de avond het effect van de zon nog steeds merkbaar zijn. Als laatste kan in het architectonische ontwerp zonwering worden meegenomen. Doordat de zon in de winter moet worden binnengelaten zal deze ook in de zomer zijn warmte afgeven. Dit is echter niet wenselijk maar eenvoudig op te lossen door zonwering toe te passen. Op deze manier kan worden

² Interne warmtelast is de warmte die mensen, verlichting en apparaten in een gebouw produceren.

veelal



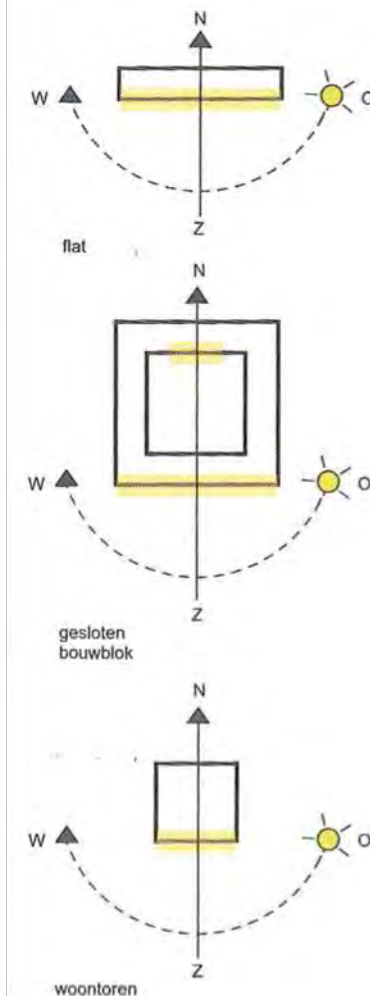
Afbeelding 38: Onderlinge relatie tussen gebouwhoogte en profielbreedte bij passieve zonne-energie (Yanovshtchinsky, Huijbers, & van den Dobbelsteen, Architectuur als klimaatmachine, 2012)

voorkomen dat de energievraag voor koeling toeneemt als gevolg van het toepassen van passieve zonne-energie (Yanovshtchinsky, Huijbers, & van den Dobbelsteen, Architectuur als klimaatmachine, 2012).

Ook stedenbouwkundig kan rekening worden gehouden met passieve zonne-energie. Om er voor te zorgen dat er in de winter te allen tijde zon op de zuidelijke gevel komt geldt er een maximale verticale belemmeringhoek van 16° . Hierdoor is per verdieping van 3 meter een afstand van 10,5 meter tot het tegenoverliggende gebouw nodig. Wanneer dit niet gehaald kan worden omdat er een hogere dichtheid

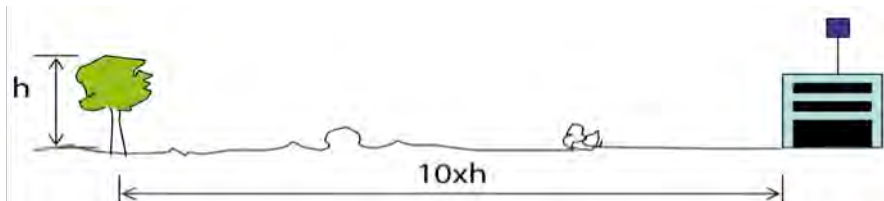
wordt nagestreefd in een gebied kan er voor gekozen worden om de gevels van woningen zuidoost of zuidwest te oriënteren. Op deze manier schijnt de zon 's ochtends en 's avonds langs de belemmerende bebouwing. Als dit evenwel niet mogelijk is de volgende keuze een oost-west georiënteerde opzet. Daarnaast kan de gebouwworm worden overwogen. Er kan een keuze worden gemaakt om een gebouw zo te vormen dat het een groot oppervlak heeft waar zon op valt. Dit kan echter wel conflicteren omdat hierdoor vanzelf grotere verliesoppervlakken worden gerealiseerd aan de noordzijde. In de LES (2011) is het rendement van compact bouwen hoger dan het rendement door passieve zonne-energie. Een voorkeur zal dus uitgaan naar compact bouwen.

Het gebruik maken van passieve zonne-energie is een opgave met een grote weerslag op de ruimte. Vooral de relatie tussen de hoogte van de bebouwing en de profielbreedte zorgt ervoor dat er ofwel lage bebouwing geplaatst zal moeten worden, ofwel erg grote



Afbeelding 39: Verschillende gebouwwormen hebben verschillende oppervlakken voor passieve zonne-energie (Yanovshtchinsky, Huijbers, & van den Dobbelsteen, Architectuur als klimaatmachine, 2012)

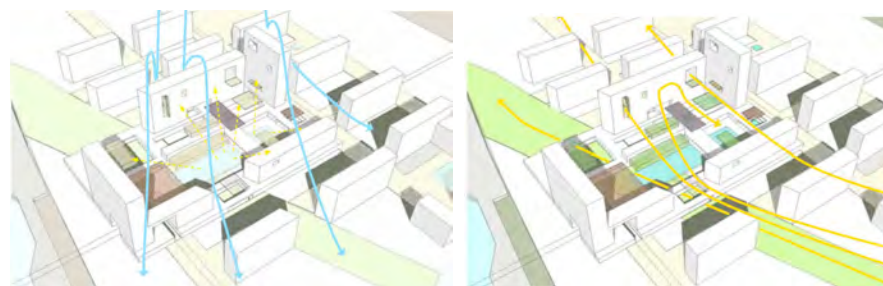
profielbreedtes moeten worden aangehouden. Ook de gewenste zuidelijke oriëntatie zal een ruimtelijk beeld veroorzaken dat erg kenmerkend is. Echter door op gebouwniveau de juiste afwegingen te maken met bijvoorbeeld de plaatsing van glas kan een deel van de energie voor verwarming in de winter worden gerealiseerd. Daarnaast zal een zuidelijke oriëntatie ook een grotere potentie voor het winnen van zonne-energie (PV) opleveren.



Afbeelding 40: Obstakels zorgen ervoor dat wind pas na 10 maal de hoogte van het obstakel gedaald is. Dit is een voorbeeld voor het toepassen van een kleine windturbine op het dak. (Gemeente Amsterdam, 2011)

Net als bij de natuurlijke thermische effecten van de zon, kan bij het maken van stedenbouwkundige plannen ook rekening gehouden worden met de verkoelende effecten van de wind in de zomer (Droege, 2008). Om dit principe toe te kunnen passen is het noodzakelijk om te weten hoe de wind zich in een stad gedraagt. Op afbeelding 40 is te zien dat wind kan worden geblokkeerd door gebouwen of bomen en het vervolgens tien maal de hoogte in afstand nodig heeft om weer te dalen. Dit zorgt ervoor dat in stedenbouwkundige plannen waar geen rekening met wind is gehouden vaak geen of nauwelijks wind binnen de stedelijke omgeving aanwezig is. In de winter is dit wenselijk omdat de warmtevraag zal stijgen wanneer gebouwen worden blootgesteld aan koude wind. In de zomer kan wind echter zorgen voor verkoeling. Hierbij kan kennis van de gemiddelde windrichting in de verschillende seizoenen helpen om een ontwerp te maken. In een onderzoek voor het ontwerpen van een 'Clean

Energy City' in China (Massachusetts & Tsinghua University, 2010) wordt hiermee al rekening gehouden. In dit geval komt de zomerse wind met name uit het zuidoosten en de winterse wind uit het noordwesten. Door open ruimten te laten zodat de wind door de stad kan waaien en veel water en lage groenvoorziening toe te passen om de wind te verkoelen, kan er natuurlijke koeling in de stad ontstaan. Dit resulteert in een daling van de energievraag voor koeling. Door hoge woonblokken aan de noordzijde van het stedenbouwkundig ontwerp te plaatsen wordt de wind in de winter geblokkeerd en ondervindt de rest van de bebouwing hier geen hinder van. Hoe dit principe werkt wordt op afbeelding 41 weergegeven. Wind in de winter waait hier over de gebouwen heen. En in de zomer zorgen doorgangen voor een natuurlijke ventilatie.



Afbeelding 41: Stedenbouwkundig ontwerp met winterse (links) en zomerse windstromen (Massachusetts & Tsinghua University, 2010)

Naast de zon en de wind kan nog van een ander element gebruik worden gemaakt in de stedenbouwkundige planvorming om de energievraag te verminderen: groen. Door de toepassing van groen kan het hitte-eiland effect namelijk worden teruggedrongen. Uit onderzoek van TNO (2012), waarin met satellietbeelden is bepaald hoe groot het hitte-eiland effect in verschillende steden in Nederland is, komt naar voren dat het vooral steden zijn met veel verharding en bebouwing die een groot hitte-eiland

effect hebben. Steden met veel groen en water hebben minder last van het hitte-eiland effect. De omgevingstemperatuur is daardoor lager in de zomer en de energievraag voor koeling daarmee ook. Maar groen ook isolerend werken in de winter waardoor er een kleinere warmtevraag ontstaat.



Afbeelding 42: Vogelvlucht aanzicht van stedenbouwkundig ontwerp met wind (Massachusetts & Tsinghua University, 2010)

Yanovshtchinsky, Huijber & van den Dobbelsteen (2012) noemen een aantal eigenschappen van groen die kunnen bijdragen aan het terugdringen van de energievraag. Zo werkt het bijvoorbeeld zonwerend. Loofbomen hebben in de zomer een groter schaduwoppervlak dan in de winter en zijn daardoor bij uitstek geschikt voor toepassing in stedelijk gebieden. In de winter wil men namelijk juist niet dat bomen zonwerend werken, wanneer het om het terugdringen van de energievraag gaat. Ook werkt groen verkoelend doordat het vocht vasthoudt dat in de zomer verdampt, waardoor de lucht in de omgeving afkoelt. Een nadelig bijkomstig effect is dat de omgeving hierdoor vochtiger wordt. Groen heeft ook een isolerende werking. Zo zijn er bijvoorbeeld al toepassingen

van groen op gevels en daken wat er voor zorgt dat gebouwen beter geïsoleerd zijn. Als laatste kan groen als windvanger worden genoemd. Door bomen te plaatsen op plekken waar veel wind op de bebouwing staat kan in de winter het verkoelende effect van deze wind worden verlaagd.

Naast deze eigenschappen van groen waarmee het kan bijdragen aan het terugdringen van de energievraag heeft het ook als eigenschap dat het zuiverend werkt. Het zet namelijk via fotosynthese CO_2 om in zuurstof. Dit helpt echter niet mee in het terugdringen van de totale CO_2 in de stad om dat de CO_2 weer vrijkomt op het moment dat de plant of boom sterft of wordt verwerkt. Naast het omzetten naar zuurstof filtert groen ook fijnstof en vuildeeltjes uit de lucht. Dit zorgt voor een betere luchtkwaliteit (Yanovshtchinsky, Huijbers, & van den Dobbelsteen, 2012).

Tot slot kan de esthetische aspect van groen worden aangehaald. Groen heeft een toegevoegde waarde voor de leefbaarheid van een stad, misschien is groen hier wel een vereiste voor. Gemeenten hanteren dan ook vaak randvoorwaarden voor de hoeveelheid groen in een stad, bijvoorbeeld groencompensatie. In bestemmingsplannen wordt vaak opgenomen hoeveel van het totale gebiedsoppervlak ingevuld moet worden met groen.

3.5.4 Conclusie

Natuurlijke waarden als zon, wind en groen kunnen derhalve een bijdrage leveren aan het terugdringen van de energievraag. Door hier rekening mee te houden in een vroegtijdig stadium van de planontwikkeling kunnen gebouwen en openbare ruimten zo worden vormgegeven en gepositioneerd dat natuurlijke waarden geen negatief maar juist een positief effect hebben op de energievraag.

3.6 Conclusie; het stedelijk weefsel als variabele in energetische planvorming

In het verleden hebben de verschillende manieren waarop energie werd opgewekt hun weerslag gehad op het landschap. Er kunnen twee generaties worden getypeerd. De eerste generatie kenmerkt zich door de directe invloed op de omgeving. Het slagenlandschap is het resultaat van vroegere turfwinning en is nog steeds zichtbaar in het hedendaagse landschap. De tweede generatie energielandschappen kenmerkt zich doordat de opwekmethoden minder zichtbaar zijn in het landschap. Hierdoor heeft deze generatie voornamelijk een structurerende invloed gehad op de omgeving. Het occupatiegedrag waarbij men zich vestigde nabij energiecentrales is hierbij een voorbeeld voor deze structurerende werking.

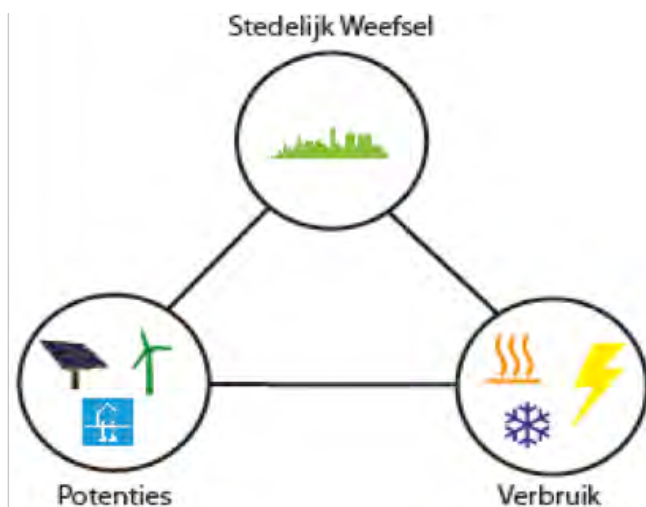
We bevinden ons nu in een transitieperiode naar de derde generatie energielandschappen. De derde generatie zal een combinatie zijn van zichtbare en structurerende opwek-, opslag-, en uitwisselingsmethoden voor energie. Dit is een gevolg van het decentrale karakter van duurzame opwekmethoden, waardoor de energiegebruiker weer dichterbij de bron gevestigd zal zijn, en de zichtbaarheid van bijvoorbeeld windmolens en zonnepanelen. Een derde generatie energielandschap heeft als kenmerk dat nieuwe systemen voor energieopwekking, -opslag en -uitwisseling integraal worden toegepast. Deze systemen zijn decentraal van karakter en zullen derhalve een grote invloed hebben op de gebouwde omgeving. Ze stellen voorwaarden aan de stad en kunnen pas toegepast worden wanneer de stad dit toelaat.

Wil men als stad of gebied transformeren naar een energielandschap van de derde generatie zal men een andere benadering moeten hanteren dan

nu gebeurd. Methoden voor het duurzaam opwekken of uitwisselen van energie zullen niet moeten worden toegepast alleen daar waar een stad deze methoden toelaat, een stad zal zich in haar vorm juist moeten aanpassen naar de mogelijkheden die er zijn. Bij toekomstige gebiedsontwikkeling zal energie dan ook als leidend ontwerpprincipes moeten gelden. Bij het maken van stedenbouwkundige plannen zullen energetische afwegingen gemaakt dienen te worden. Bij een verkeerd stedenbouwkundig ontwerp kan zich namelijk de situatie voordoen waarin het opwekken en uitwisselen van energie binnen een gebied slechts in beperkte mate mogelijk is. Hierdoor blijft een gebied afhankelijk van energiestromen van buitenaf, al dan niet geproduceerd met fossiele brandstoffen. Omdat in bestaande steden al een dergelijke situatie is ontstaan ligt hier de uitdaging. De gebieden in deze steden zullen heroverwogen moeten worden in hun vorm.

Omdat in bestaande steden vaak al een stedenbouwkundig patroon aanwezig is die de scheiding aangeeft tussen openbaar en privaat, namelijk de stadsplattegrond, bevindt zich op dit patroon het speelveld. Dit speelveld wordt gedefinieerd als het stedelijk weefsel. Dit is een samenhangend geheel van gebouwen en openbare ruimten, en de functies van deze elementen. Door deze elementen zo te vormen en te positioneren kan een stad of gebied optimaal gebruik maken van methoden waarmee energie op een duurzame manier opgewekt en/of uitgewisseld kan worden. Integraliteit is hierbij een belangrijk aspect. Het streven is om een heel gebied of zelfs een hele stad onafhankelijk te maken van fossiele brandstoffen. Daarom is het belangrijk deze gebieden ook als een geheel te zien en de waarde hiervan mee te nemen in de keuze voor nieuwe ontwikkelingen. De natuurlijke waarde, de energievraag én de energetische waarde van belangrijke functies. Alleen

door al deze aspecten met elkaar te verbinden kan een integraal concept ontstaan waarbinnen energie de stuwende factor is in gebiedsontwikkeling. Hierbij dienen de ruimtelijke voorwaarden, die duurzame methoden voor het opwekken van energie stellen, naast het huidige stedelijk weefsel gelegd te worden. Vervolgens geldt dit stedelijk weefsel als variabele waarbinnen zich ontwikkelingen kunnen plaatsvinden. Er vormt zich een driepoot (afbeelding 43) waarbinnen het stedelijk weefsel invloed uitoefent op de toepasbaarheid van potenties en het energieverbruik. Door het stedelijk weefsel aan te passen kan zowel het verbruik omlaag gebracht worden als een optimale situatie gecreëerd worden voor duurzame methoden van energieopwekking. De stad zelf bepaald dus in hoeverre energetische potenties kunnen worden toegepast en wat het energieverbruik is.



Afbeelding 43: Driepoot van energetische gebiedsontwikkeling

3.6.1 Stedenbouwkundige voorwaarden bij energetische planvorming

Om het stedelijk weefsel aan te passen met als doel gebruik te kunnen maken van methoden voor het opwekken, uitwisselen en opslaan van energie, en daarnaast het energieverbruik te reduceren dient dit aan voorwaarden te voldoen. Deze voorwaarden zijn in dit hoofdstuk uiteengezet en zullen nogmaals worden toegelicht. Het stedelijk weefsel is opgebouwd uit drie elementen die een bepaalde samenhang hebben. Deze drie elementen hebben ieder hun invloed op het al dan niet gebruik kunnen maken van methoden of het reduceren van energie.

3.6.2 Bebouwing

Allereerst is er de bebouwing welke zich op het private deel van de stadsplattegrond bevindt. Deze bebouwing zal op de juiste manier moeten worden gevormd om energie te kunnen opwekken en te reduceren. Voor het gebruik van zonnepanelen dient men de daken van de bebouwing op het zuiden te oriënteren. Op deze manier kan optimaal gebruik worden gemaakt van de zon als energiebron. Dit is niet alleen belangrijk voor het opwekken van energie maar ook voor het reduceren van de energievraag. Wanneer men de bebouwing zuidelijk oriënteert en zoveel mogelijk glas aan de zuidkant plaats, kan men in de winter gebruik maken van de zon als warmtebron. Om optimaal gebruik te kunnen maken van de zon is het eveneens belangrijk dat de onderlinge afstand in relatie met de bouwhoogte goed wordt overwogen. Op deze manier kan schaduwwerking worden voorkomen.

Om opgeslagen warmte en koude uit de ondergrond middels een warmte- en koudeopslagsysteem (WKO) te kunnen benutten zal een gebouw voorzien moeten zijn van lage temperatuur verwarming. Omdat een dergelijk systeem beter rendoert wanneer het grootschalig wordt

toegepast, volstaat het niet om enkele gebouwen hiervan te voorzien. Hele buurten, of zelfs wijken, zullen moeten worden aangesloten op een bron en voorzien moeten worden van dit type verwarming. Hierbij dient dan ook al rekening te worden gehouden wanneer men begint met het opstellen van plannen. Een onderzoek is vereist om aan te kunnen tonen of de ondergrond voldoende potentie heeft en op welke plek deze potentie zich bevindt. Door gebouwen te situeren op plekken waar de ondergrond een hoge potentie herbergt kan men deze optimaal gebruiken.

De situering van bebouwing is belangrijk om gebruik te kunnen maken van het verkoelende effect van de wind in de zomer. De windrichting is hierbij een belangrijk uitgangspunt. Door te bepalen uit welke richting de wind afkomstig is kan men bebouwing weglaten op de juiste plekken om wind door het gebied te laten stromen in de zomer. Hierbij dient ook rekening gehouden te worden met de koude wind in de winter. Deze zal geblokkeerd moeten worden door hoge bebouwing of bomen.

3.6.3 Openbare ruimte

De openbare ruimte kan gebruikt worden voor het opwekken van energie. Een voorwaarde voor het plaatsen van grote windturbines is dat ze zich op 300 meter afstand van de bewoond gebied bevinden. Daarom zijn rijkswegen, bedrijventerreinen of grote open landschappen bij uitstek geschikt voor het gebruik maken van deze vorm van energieopwekking. Bij stedenbouwkundige planvorming kan hier rekening mee gehouden worden door openbare ruimten zoveel mogelijk te behouden en wellicht te creëren op plekken waar dit mogelijk is. Omdat de openbare ruimte vrijwel geheel verweven is met de stadsplattegrond zal dit een lastige opgave zijn.

Ook het opwekken van elektriciteit met behulp van zonnepanelen kan gebeuren in de openbare ruimte. Pleinen en andere openbare voorzieningen kunnen gebruikt worden om zonnepanelen te plaatsen, en ook geluidsschermen naast drukke wegen zijn geschikt voor de plaatsing van zonnepanelen. Door het open karakter van deze plekken zal veel zonlicht hier terecht komen. Bij het maken van stedenbouwkundige plannen is het dan ook belangrijk dat dit open karakter behouden blijft of versterkt wordt.

Groen en water binnen het stedelijk weefsel kan zorgen voor verkoeling in de zomer en juist voor het behoud van warmte in de winter. Groenvoorzieningen op plekken waar ruimte is gelaten voor de wind zorgt voor een extra verkoelend effect, water op deze zelfde plekken versterkt dit effect. Daarnaast kan groen warmte vasthouden in de winter. Door bij het ontwerpen van een stedelijk weefsel te zorgen voor voldoende groen op de juiste plekken in de openbare ruimte zal dit zijn weerslag hebben op het energieverbruik van de omliggende bebouwing.

3.6.4 Gebruik: De juiste mix van functies

Het gebruik van de bebouwing en de openbare ruimte dient op de juiste manier te worden bepaald. Tijdens het plannen van stedenbouwkundige ontwikkelingen zijn er verschillende functies die energie-uitwisseling of het gebruik van energieopslag positief kunnen beïnvloeden. Ook hebben verschillende gebruikers een verschillende energieprofiel. Teveel gebruikers met een hoog energieverbruik in een gebied kunnen er voor zorgen dat men genoodzaakt is om energie van buitenaf te importeren.

Energie-uitwisseling kan trapsgewijs plaatsvinden. Door gebruikers met een behoefte aan energie met een hoge exergetische waarde boven aan de ladder van een systeem te zetten en de exergetische waarde

trapsgewijs te laten afnemen, kan zoveel mogelijk energie benut worden. Dit vraagt om een juiste mix van gebruikers. Een dergelijk systeem is gebaat bij rendabiliteit, door grote afstanden tussen gebruikers kan deze afnemen. Een voorwaarde voor energie uitwisseling is dus dat gebruikers met een verschillende exergetische behoefte zich in elkaars omgeving bevinden.

Om gebruik te kunnen maken van een stadskoude systeem worden echter andere voorwaarden gesteld. Omdat een dergelijk systeem pas rendabel is bij grootschalige toepassing rendabel is en netwerkkosten beperkt gehouden dienen te worden, zullen functies met een hoge koudevraag gepositioneerd moeten worden in de buurt van bronnen voor stadskoude.

WKO-systemen zijn op hun beurt weer gebaat bij een spreiding van verschillende functies. Om een balans in een systeem te kunnen realiseren tussen warmte en koude afname dienen functies met een warmtevraag in de nabijheid van functies met een koudevraag te worden gesitueerd. Alleen zo kan er voor worden gezorgd dat zowel in de zomer als in de winter evenveel water uit de grond wordt onttrokken en het grondwater op peil te houden.

Ook geothermie vraagt om een juiste situering van functies. Een dergelijke methode van het opwekken van energie uit de ondergrond is erg kostbaar. Het boren kost veel geld en daarom moet men er voor zorgen dat de bron niet uitgeput raakt. Het plaatsen van functies die veel restwarmte produceren in de nabijheid van de bron kan bijdragen aan de regeneratie hiervan.

3.6.5 Richtlijnen op basis van stedenbouwkundige voorwaarden voor energetische planvorming

De stedenbouwkundige voorwaarden die hierboven zijn gesteld vormen een uitdaging. Ze conflicteren niet alleen met elkaar, maar zullen ook moeten worden toegepast in bestaand stedelijk gebied. Dit bestaande stedelijk gebied zal eerst geanalyseerd moeten worden voordat de punten aangewezen kunnen worden waar wijzigingen in op moeten treden. Een bestaand stedelijk weefsel zal namelijk altijd ook positieve kenmerken hebben ten opzichte van deze voorwaarden. Op deze positieve kenmerken kan worden ingehaakt om ze te versterken. Om dit te kunnen bepalen dient niet alleen het stedelijk weefsel maar ook de aanwezige potenties te worden geïnventariseerd. Deze natuurlijke potenties zullen de basis vormen voor verdere gebiedsontwikkeling, zij bepalen de keuze tussen de verschillende methoden van het opwekken en opslaan van energie. Voor het uitwisselen geldt dat belangrijke functies in een gebied als leidraad dienen. Deze belangrijke functies moeten behouden blijven en zullen het centrum vormen van een cascadering van exergie.

Wanneer de bronnen voor het opwekken, uitwisselen en opslaan van energie binnen een gebied inzichtelijk zijn kan het stedelijk weefsel worden heroverwogen. Deze dient namelijk gevormd te zijn om deze bronnen te benutten. De voorwaarden die de huidige staat van techniek stelt aan het stedelijk weefsel om van deze bronnen gebruik te kunnen maken bepalen uiteindelijk welke stedenbouwkundige richtlijnen ervoor kunnen zorgen dat een gebied zijn energie zoveel mogelijk lokaal en decentraal kan opwekken, uitwisselen en opslaan.

Daarnaast zullen ook richtlijnen moeten worden opgesteld om een stedelijk weefsel te vormen dat weinig energie verbruikt. Door juiste

plaatsing en vormgeving van bebouwing en openbare ruimte kan dit bewerkstelligd worden.

De analyse van een gebied zal leiden tot een pakket van positieve en negatieve kenmerken van het huidige stedelijk weefsel. Vanuit deze kenmerken kan worden bepaald op welke methoden kan worden ingezet en op welke manier het stedelijk weefsel zich in de toekomst zal moeten vormen om optimaal gebruik te kunnen maken van de lokaal aanwezige potenties. Dit zal leiden tot een pakket van stedenbouwkundige richtlijnen die gebied specifiek zijn maar ook in vergelijkbare gebieden kunnen worden toegepast. Ook minder vergelijkbare gebieden kunnen de richtlijnen hanteren omdat natuurlijke potenties, vooral bovengronds, overal aanwezig zijn en de techniek om deze potenties in alle steden en landen hetzelfde is.

GEBIEDSANALYSE

4 Gebiedsanalyse

4.1 Inleiding

In deze gebiedsanalyse zal worden beschreven in hoeverre het stedelijk weefsel van Nieuw West voldoet aan de stedenbouwkundige voorwaarden die methoden voor het opwekken, opslaan en uitwisselen van energie stellen aan dit stedelijk weefsel. Dit is gedaan door middel van een analyse van het deelgebied Nieuw West en dat te vergelijken met de stedenbouwkundige voorwaarden die worden gesteld in het theoretisch kader.

Daarnaast is onderzocht in hoeverre methoden en technieken die in het huidige stedelijk weefsel kunnen worden ingepast kunnen voorzien in de energievraag van het deelgebied en twee andere deelgebieden. Op deze manier kan niet alleen worden aangetoond of een stedelijk weefsel voldoet in zijn huidige vorm, maar ook welke mogelijkheden bepaalde typen bestaand stedelijk weefsel bieden om gebruik te maken van de verschillende methoden en technieken. Naast de mogelijkheden kunnen ook de zwakke punten worden bepaald. Dit is gedaan door de drie deelgebieden te inventariseren op het gebied van de drie verschillende onderdelen van de driepoot voor energetische planvorming, deze inventarisatie staat in de bijlage. Door de onderdelen los van elkaar te onderzoeken en later met elkaar in verband te brengen kan worden bepaald wat de positieve en negatieve kenmerken zijn van een bestaand stedelijk gebied. Door ook twee andere deelgebieden mee te nemen in de inventarisatie kan de theorie worden getoetst in verschillende vormen van het stedelijk weefsel. De gebieden zijn gekozen omdat ze in hun

stedenbouwkundige structuur van elkaar verschillen. Deze twee andere gebieden, Zuidoost en IJburg, zijn dus meegenomen in het onderzoek als referentie voor de richtlijnen en de uiteindelijke uitwerking van Nieuw West.

De positieve en negatieve kenmerken van de verschillende deelgebieden zullen samen met de stedenbouwkundige voorwaarden uit het theoretisch kader bepalen op welke manier het bestaand stedelijk weefsel van deelgebied Nieuw West zal moeten veranderen om door middel van duurzame methoden voor het opwekken, opslaan en uitwisselen van energie te kunnen voorzien in de eigen energievraag.

Allereerst zal een algemene gebiedsomschrijving van Nieuw West plaatsvinden waarin de kenmerken van het stedelijk weefsel van het deelgebied beschreven worden. Hierbij worden ook een aantal eigenschappen van het deelgebied die niet direct aan het stedelijk weefsel zijn gerelateerd maar er wel invloed op hebben beschreven.

Vervolgens zal met een benchmark worden aangetoond hoeveel energie er in het huidig stedelijk weefsel kan worden opgewekt en hoe dit in contrast staat met de energievraag van het gebied. Daarna is beschreven welke elementen van het stedelijk weefsel, en in welke mate, verantwoordelijk zijn voor de uitkomst van de benchmark. Hieruit volgen verschillende positieve en negatieve elementen die als basis dienen voor de richtlijnen. In deze positieve en negatieve elementen zijn ook de conclusies van de inventarisatie, uit de bijlage, van Zuidoost en IJburg meegenomen.

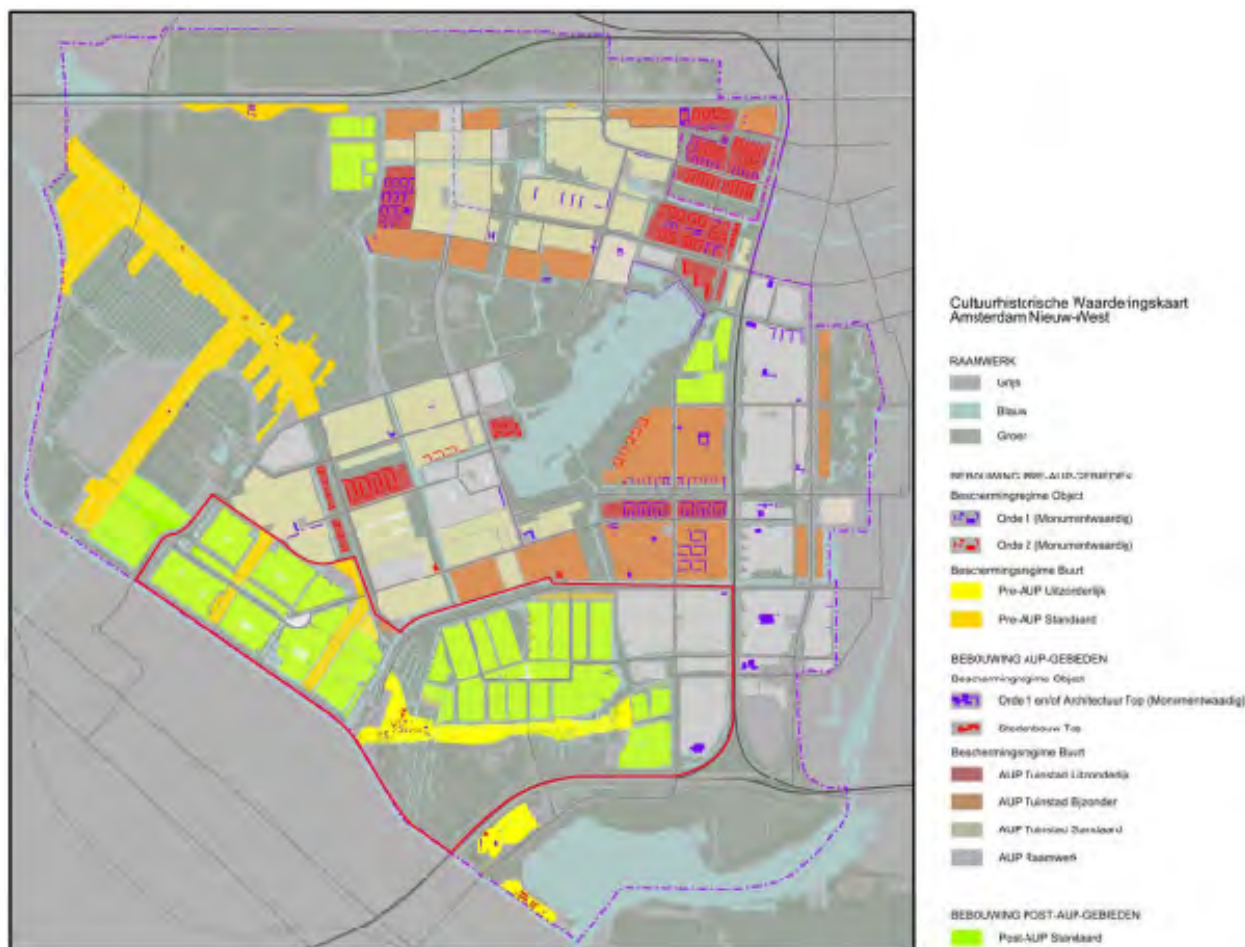
Dit zal leiden tot een voorzet voor de richtlijnen die het deelgebied Nieuw West zullen omvormen tot een gebied dat als derde generatie energielandschap bestempeld kan worden.

4.2 Stedenbouwkundige kenmerken Nieuw West

Het deelgebied Nieuw West is gelegen in het gelijknamige stadsdeel en bestaat uit de wijken Nieuw Sloten en De Aker. Ook het dorp Sloten is gelegen binnen het deelgebied evenals het bedrijventerrein Riekerpolder aan de oostkant van het gebied. Anders dan het grootste deel van het stadsdeel heeft het deelgebied zijn vorm gekregen voor en na de naoorlogse uitbreidingsperiode, dat met het AUP gestalte heeft gekregen. Hierdoor zijn de woongebieden Nieuw Sloten en De Aker een stuk minder groen dan omliggende wijken. Dit komt doordat de wijken zijn gebouwd na 1975. Destijds had de gemeente Amsterdam een keuze gemaakt voor het verstedelijkingsmodel van de “Compacte Stad”. Uitgangspunten hierbij waren veel laagbouw in een hoge dichtheid. Hierdoor zijn er in het deelgebied veel grondgebonden eengezinswoningen te vinden. Dit was een breuk met de stijl die voorheen werd nagestreefd, waarin veel rekening werd gehouden met openbaar groen en ruimte tussen woonblokken. Centraal in de twee wijken zijn voorzieningen aanwezig voor de bewoners.

De functies in het oosten van het deelgebied zijn grootschalig. Het betreft enkele kantoorfuncties, twee ziekenhuizen en drie datacentra. Voor de ziekenhuizen en de datacentra geldt dat zij moeilijk verplaatsbaar zijn en waarschijnlijk gevestigd zullen blijven op hun huidige locatie. Hierdoor zal bij toekomstige ontwikkelingen rekening gehouden moeten worden met deze functies en de energetische rol die zij kunnen vervullen.

Een deel van het gebied wordt als cultuurhistorisch waardevol beschouwd. Dit zijn elementen die bij toekomstige gebiedsontwikkeling intact gehouden moeten worden. Het gaat hierbij om de dorpskern van Sloten en een aantal wegen die hun ontstaansgeschiedenis hebben uit de periode van ontginning, zoals de Noorder- en Zuiderakerweg. Vanaf deze



Afbeelding 44: Cultuurhistorische Waarderingskaart Nieuw West. De rode lijn geeft het deelgebied aan (Stadsdeel Nieuw West, 2013)

wegen werd vroeger het land ontgonnen voor turfwinning. Hier bevindt zich dus een onderdeel van de eerste generatie energielandschappen. Bij de verkaveling van de wijk De Aker is rekening gehouden met de

strookverkaveling die destijds is ontstaan. Op afbeelding 45 is deze verkaveling te zien. Goed is te zien dat door de verkaveling bebouwing op het zuidwesten georiënteerd kan worden, dit zal een voordeel zijn bij toekomstige stedenbouwkundige ontwikkelingen waarbij rekening gehouden kan worden met de zon als energiebron. In Nieuw Sloten is het tegenovergestelde het geval. Hier is de strookverkaveling noord-zuid, waardoor bebouwing moeilijk op het zuiden georiënteerd kan worden. Ook in dit gebied heeft de vroegere strookverkaveling als uitgangspunt voor de verkavelingsrichting van de woonwijk gediend.



Afbeelding 45: Historische kaart van begin 20^e eeuw (Gemeente Amsterdam, 2007)

Hierdoor liggen hier uitdagingen om gebouwen toch op het zuiden te kunnen oriënteren.

Aspecten die buiten het gebied liggen maar wel invloed hebben op mogelijkheden voor stedenbouwkundige ontwikkelingen zijn ook aanwezig. De luchthaven Schiphol, dat ten zuidwesten van het deelgebied is gelegen, heeft invloed op de toegestane bouwhoogte in het gebied. In het gehele gebied geldt een maximale bouwhoogte van 50 meter, waardoor het onmogelijk is om grote windturbines te plaatsen. Hiermee kan in een keer een streep door de potentie om door middel van wind energie op te wekken. Een positief aspect dat nabij het gebied is gelegen is de Nieuwe Meer. Dit meer biedt mogelijkheden om koude te winnen uit oppervlaktewater. Het meer is diep en heeft een groot potentieel (Gemeente Amsterdam, 2011).

Als laatste aandachtspunt kan het Algemeen Uitbreidingsplan van Amsterdam (AUP) genoemd worden. Bij dit plan is rekening gehouden met veel groen en zonintrede door gebouwen op het zuiden te oriënteren. Omdat het deelgebied na de tijd van het AUP is gerealiseerd zijn dit onderdelen die hierin niet terugkomen. Dit terwijl ze bij energetische planvorming wel waardevol kunnen zijn. Bij stedenbouwkundige ontwikkeling kan rekening gehouden worden met het AUP en wellicht kunnen nieuwe ontwikkelingen beter aansluiten bij dit plan.

4.2.1 conclusie

In deze paragraaf zijn de stedenbouwkundige kenmerken van Nieuw West beschreven. Door het stedelijk weefsel te definiëren kan hierna bekeken worden welke onderdelen van Nieuw West invloed uitoefenen op het energieverbruik en de potenties van het deelgebied. Hiervoor zal dus een

beschrijving gemaakt worden van de kenmerken het stedelijk weefsel die invloed uit zouden kunnen oefenen op de andere twee poten van de driepoot voor energetische gebiedsontwikkeling in Nieuw West.

In Nieuw West is geen sprake van een evenwichtige functiemix. De meeste functies die in het gebied aanwezig zijn, zijn gesitueerd in het oosten van het deelgebied. Tussen deze functies zitten een aantal grootverbruikers wat energieverbruik betreft, dit zijn het ziekenhuis en datacenters. Deze twee functies worden gezien als niet verplaatsbaar en maken het stedelijk weefsel minder flexibel ten opzichte van het verlagen van de energievraag en het benutten van lokale potenties.

De woongebieden in het gebied zijn ingericht naar het ontwerpprincipes van de compacte stad. Dit heeft geleid tot een gebied met een hoge dichtheid aan eengezinswoningen. Hierdoor is er weinig ruimte voor groenvoorzieningen. Naast de 'compacte stad' gebieden zijn er de pre-AUP gebieden. Dit zijn veelal monumentale gebouwen wat betekent dat hierbij geen ontwikkelingen mogelijk zijn. Daarnaast is het grootste deel van de bebouwing in Nieuw West niet voorzien van duurzame verwarmingssystemen.

Er is weinig openbare ruimte in Nieuw West, alleen de grote infrastructuurlijnen die door en langs het deelgebied lopen bieden veel ruimte aan bijvoorbeeld windenergie en het toepassen van zonnepanelen op openbare werken.

Tot slot is in de stedenbouwkundige structuur van het gebied niet expliciet rekening gehouden met natuurlijke zontoetreding, dus oriëntatie van woningen, en met het blokkeren van koude windstromen in de winter. Kortom, er is weinig rekening gehouden met de natuurlijke

opwarming en afkoeling waarmee in een stedenbouwkundig ontwerp rekening gehouden zou kunnen worden.

Hierna zullen de potenties en de energiebehoefte in Nieuw West onder de loep genomen worden. Aan de hand van de driepoot van energetische gebiedsontwikkeling kan de invloed van het stedelijk weefsel op de andere twee poten van de driepoot aangetoond worden.

4.3 De invloed van het stedelijk weefsel op lokale potenties en de energievraag

4.3.1 Benchmark

	Potentie	Mogelijkheden binnen huidig stedelijk weefsel
Elektriciteit		
Verbruik	1.250.789	1.250.789
<i>Waarvan Koeling</i>	<i>538.221</i>	<i>538.221</i>
Zon	2.490.411	174.234
Wind	64.800	0
Verschil	-1.304.422	1.076.555
Thermisch		
Verbruik	1.133.582	1.133.582
Restwarmte	538.221	0
Stadswarmte	1.133.582	0
WKO	5.069.083	0
Geothermie	845.442	0
Stadkoude	619.200	0
Verschil	-7.071.946	1.133.582

Tabel 1: Benchmark (Eigen bewerking van gegevens uit: Energieatlas Amsterdam, Gemeente Amsterdam, 2013)

Na het inventariseren van Nieuw West en de andere twee deelgebieden is bovenstaande concluderende benchmark opgesteld. In deze benchmark wordt het huidige energieverbruik afgezet tegen de mogelijkheden voor het toepassen van duurzame opwekmethoden. Ook geeft het inzicht in de

potenties die het gebied heeft wanneer men de potenties die aanwezig zijn in het gebied volledig zou benutten met de huidige techniek. Uit de benchmark blijkt dat de potenties het energieverbruik gemakkelijk kunnen opvangen. Wanneer het huidige stedelijk weefsel en de mogelijkheden om hierin methoden toe te passen wordt meegenomen komt men op een negatief resultaat uit. Hieruit kan worden geconcludeerd dat het deelgebied voldoende potentie heeft maar dat het stedelijk weefsel er voor zorgt dat deze potenties onvoldoende benut kunnen worden. Het stedelijk weefsel in zijn huidige vorm voldoet dus niet aan de eisen van een goed functionerend energielandschap (derde generatie). Want door de huidige staat van het stedelijk weefsel kan vrijwel geen een potentie worden benut.

In het vervolg van dit hoofdstuk zal worden toegelicht wat de kenmerken van het stedelijk weefsel van Nieuw West zijn die bijdragen aan deze conclusie. De inventarisatie heeft aangetoond dat het stedelijk weefsel niet voldoet, maar ook waarom het niet voldoet. Dit zal per onderdeel van het stedelijk weefsel worden toegelicht.

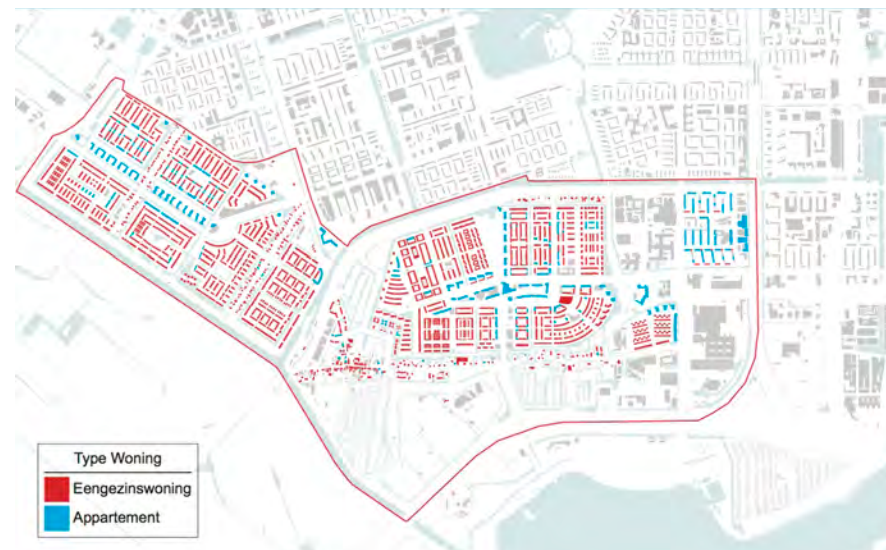
4.3.2 Welke elementen zorgen voor de uitkomst van de benchmark

4.3.2.1 Bebouwing

De vorm, positie en kenmerken van de bebouwing in Nieuw West hebben invloed op zowel de energievraag als op de potentie voor duurzame energieopwekking. Deze invloed zal hieronder uiteengezet worden.

De bebouwing in het deelgebied Nieuw West bestaat voor een groot deel uit grondgebonden eengezinswoningen. Hierdoor is het gasverbruik per woning relatief hoog. Eengezinswoningen verbruiken in vergelijking met appartementen namelijk relatief meer gas omdat er bij dit type

bebouwing grotere ruimtes verwarmt moeten worden en het oppervlak waar potentieel warmteverlies kan optreden groter is.



Afbeelding 46: Eengezinswoningen in Nieuw West (Eigen bewerking)

Door het verkavelingspatroon in Nieuw Sloten is de bebouwing hier voor een groot deel op het oosten of westen georiënteerd. Dit zorgt ervoor dat er weinig gebruik kan worden gemaakt van zowel passieve zonne-energie als zonne-energie voor het opwekken van elektriciteit. In De Aker zorgt de verkavelingsrichting juist voor een positief effect op deze aspecten. De bebouwing is hier namelijk voor een groot deel op het zuidwesten georiënteerd en kan daardoor goed gebruik maken van de zon als energiebron. Echter niet elk gebouw is in lijn met deze verkavelingsrichting gesitueerd. Hierdoor zijn ook in dit gebied nog gebouwen aanwezig die niet voldoen aan de voorwaarden om gebruik te kunnen maken van de zon als energiebron.



Afbeelding 47: Bouwhoogte in deelgebied Nieuw West (Stadsdeel Nieuw West, 2013)

Er zijn enkele gebouwen aanwezig die een functie herbergen die niet verplaatst kan worden. Dit zijn de ziekenhuizen en datacentra. De vorm van deze gebouwen biedt kansen voor het toepassen zonnepanelen. Ze zijn namelijk allen voorzien van platte daken. Op de daken van deze gebouwen kunnen panelen dus naar wens georiënteerd worden.

De hoogte van de bebouwing is vrij laag. Op afbeelding 47 is te zien dat slechts op enkele plekken middelhoge of hoge bebouwing voorkomt. Hierdoor kunnen kleine windturbines slechts in beperkte maten worden toegepast.

Uit het gasverbruik van de bebouwing kan worden geconcludeerd dat er geen woningen in het gebied gebruik maken van lage temperatuur verwarming. De systemen hiervoor zijn dus niet aanwezig in de bebouwing, waardoor deze geen gebruik kan maken van WKO-systemen of restwarmte van andere functies. Ook geothermie kan niet direct worden aangesloten op de huidige bebouwing.

4.3.2.2 Openbare ruimte

Binnen het deelgebied Nieuw West is weinig openbare ruimte aanwezig. Door de keuze voor het verstedelijkingsmodel van de Compacte Stad is bij de bouw van de verschillende wijken een hoog aantal eengezinswoningen nagestreefd. Door dit hoge aantal bleef er weinig openbare ruimte over. De openbare ruimte die aanwezig is binnen de stedelijke gebieden doet voor een groot deel dienst als infrastructuur. Hierdoor is binnen het gebied weinig groen aanwezig. Dit kan bijdragen aan een hogere koelingsvraag in de zomer en een hogere warmtevraag in de winter. Het groen dat wel voorkomt in het deelgebied doet dienst als tuinen van woningen of als bufferzone langs infrastructuur aan de randen van het gebied. Deze plekken bieden ruimte om energie op te wekken door middel van zonnepanelen. Windturbines zouden hier ook geplaatst



Afbeelding 48: Infrastructuurlijnen Nieuw West (Eigen bewerking)

kunnen worden. Echter, door de hoogtebeperking van de luchthaven Schiphol is dit niet mogelijk.

Belangrijke bronnen van energie die zich in de openbare ruimte bevinden zijn diepe meren. In het deelgebied zelf bevindt zich niet een dergelijke bron. Echter, de Nieuwe Meer die ten zuiden van het deelgebied ligt kan het gebied wel voorzien van koude.

4.3.2.3 Gebruik

Binnen het stedelijk weefsel van Nieuw West zijn er een aantal functies die energie-uitwisseling of het gebruik van energieopslag kunnen beïnvloeden. De functies in het oosten van het deelgebied, waar het ziekenhuis en Global Switch (datacenter) en enkele kantoren onder vallen, nemen ongeveer twee derde van het energieverbruik van Nieuw West



Afbeelding 49: Elektraverbruik in Nieuw West (Eigen bewerking)

voor hun rekening (zie afbeelding 49). De resterende functies in het deelgebied, voornamelijk voor de dagelijkse behoeften, hebben wel een hoger energieverbruik dan woningen maar dragen in mindere mate bij aan een hoge energiebehoefte. Het aantal woningen in Nieuw West zorgt daarnaast met een gemiddeld energieverbruik niet voor noemenswaardige verhoging van de vraag. Het hoge energieverbruik van deze functies kan ertoe leiden dat er niet voldoende duurzame energie in het gebied kan worden geproduceerd om aan de vraag te voldoen. In dit geval zullen er functies moeten verdwijnen of verplaatst.

Op het gebied van gebruik heeft het stedelijk weefsel ook een duidelijke invloed op enkele potenties voor duurzame energieopwekking. Zoals in de theorie beschreven is zijn potenties waar het stedelijk weefsel qua gebruik invloed op heeft: restwarmte, stadskoude, WKO en geothermie.

Omdat in Nieuw West de functies geclusterd zijn in het oosten van het deelgebied, voldoet het stedelijk weefsel niet aan de voorwaarden voor het toepassen van WKO en lage temperatuur restwarmte. Hoewel WKO de grootste potentie heeft voor het deelgebied op het gebied van warmte, is door de clustering van functies een lage potentie omdat per WKO een functie met koude vraag in de buurt zou moeten zijn om de balans van de WKO in stand te houden. De benodigde spreiding van functies is hierin uiteraard afhankelijk van de grootschaligheid van de toepassing van WKO.

Op het gebied van lage temperatuur restwarmte voldoet het stedelijk weefsel eveneens niet. De functies in het oosten van het deelgebied genereren zowel hoge als lage temperatuur restwarmte, de clustering van deze functies is alleen voordelig voor het uitwisselen van hoge temperatuur restwarmte. Omdat restwarmte in het deelgebied bijna in de

helft van de warmtevraag van Nieuw West kan voorzien, is dit een belangrijke potentie voor warmte, vooral omdat de restwarmte sowieso al geproduceerd wordt en dus reeds aanwezig is. Om deze potentie ten volle te benutten is dus een betere spreiding van functies nodig.

Voor de potenties stadskoude en geothermie voldoet het stedelijk weefsel van Nieuw West op het gebied van gebruik een stuk meer. De bundeling van functies in het oosten komt overeen met de voorwaarde voor stadskoude dat koude vragende functies geclusterd zijn om een zo hoog mogelijk rendement te bewerkstelligen. Ook de bron van koude is relatief dicht bij de functies. Het gebruiken van stadskoude voor het koelen van bepaalde functies in het huidige stedelijk weefsel heeft dus een grote potentie van slagen. Voor geothermie geldt eveneens dat een clustering van functies een voorwaarde is. Omdat geothermie alleen rendabel is wanneer het op grote schaal wordt toegepast is het van belang dat de functies die de bron eventueel kunnen regenereren op dezelfde plek aanwezig zijn. De plek waar deze functies gelegen zouden moeten zijn is afhankelijk van waar de installatie wordt neergezet. Omdat geothermie voor een groot gebied wordt toegepast is de plek van de installatie niet zozeer belangrijk en kan deze bij het cluster van warmteproducenten worden neergezet. Los van het feit dat de natuurlijke potentie van geothermie, zeker tegen de kosten die duurzame energie middels geothermie met zich meebrengt gezet, niet heel hoog is, biedt het stedelijk weefsel van Nieuw West mogelijkheden voor geothermie.

4.3.3 Conclusie

De invloed van het stedelijk weefsel op de potenties en de energievraag in Nieuw West kan met behulp van de driepoot voor energetische gebiedsontwikkeling beschreven worden. In onderhavige paragraaf geeft de benchmark de invloed van het stedelijk weefsel op de potenties weer

en is onderbouwd welke stedenbouwkundige kenmerken zorgen voor de in de benchmark genoemde energievraag. Op deze manier is het stedelijk weefsel, dat in de vorige paragraaf behandeld is, gekoppeld aan zowel de vraag naar energie, als aan de lokale potenties.

De potenties in het gebied zijn duidelijk aanwezig. In Nieuw West zijn de gebiedsspecifieke potenties de warmte die uit de grond kan worden gehaald, de koude die uit de Nieuw Meer kan worden gewonnen, zon, wind en de restwarmte die van bepaalde functies in het deelgebied kan worden gebruikt. De Benchmark geeft weer dat wanneer de aanwezige lokale potenties ten volle benut zouden kunnen worden, volledig in de energievraag zou kunnen worden voorzien. Het blijkt echter dat in het huidige stedelijk weefsel nauwelijks gebruikt kan worden gemaakt van de lokale potenties. Enkel een klein percentage van het dakoppervlak in Nieuw West is geschikt voor zonnepanelen en verder kan er vooralsnog geen gebruik gemaakt worden van alle lokale potenties.

Het stedelijk weefsel schiet op verschillende punten tekort om op een integrale manier gebruik te kunnen maken van de lokale potenties om te kunnen voorzien in de energievraag. Ten eerst is de bebouwing in het deelgebied niet voorzien van duurzame verwarmingssystemen. In de bebouwing kan zonder aanpassingen geen gebruik worden gemaakt van WKO, geothermie, restwarmte, stadswarmte of stadskoude. Wanneer dit wel het geval is zijn er direct mogelijkheden om duurzame warmtebronnen te gebruiken. In Nieuw West vormt zich dan alleen het probleem dat de functiemix niet voldoende is. Zoals het deelgebied nu ingericht is, zal bij het plaatsen van bijvoorbeeld een WKO geen balans tussen de warmte- en koudevraag zijn. Enkel voor het gebruik van hoge temperatuur restwarmte en koude uit de Nieuw Meer is de clustering van functies in het oosten van het deelgebied een pre. Voor het gebruik van

zonne-energie geldt een beperking door de oriëntatie van de gebouwen en de dakvorm, waardoor niet optimaal gebruik kan worden gemaakt van al het beschikbare dakoppervlak in Nieuw West. Voor wind gelden daarnaast de restricties van Schiphol, dit betekent dat er een uitdaging ontstaat in het kunnen voorzien in de elektriciteitsvraag.

De energievraag in het gebied komt voornamelijk voort uit de verschillende functies die Nieuw West herbergt. Hierin wordt onderscheidt gemaakt tussen woonfuncties en andere functies. De woongebieden in Nieuw West verbruiken relatief veel energie omdat er voornamelijk eengezinswoningen gevestigd zijn. Uit de theorie is reeds gebleken dat dit type woning meer energie verbruikt dan appartementen. De hoge dichtheid heeft mede debet aan het feit dat de energievraag in het deelgebied lager had kunnen zijn. Hierdoor is er minder groen en water aanwezig en kan ook niet geprofiteerd worden van de verzachtende werking die deze elementen op de omgevingstemperatuur kunnen uitoefenen. Ook is in de stedenbouwkundige structuur van Nieuw West nauwelijks rekening gehouden met de natuurlijke zontoetreding en de natuurlijke windblokkade om de temperatuurverschillen tussen zomer en winter te nivelleren. De gebieden waar functies aanwezig zijn tonen duidelijk een hoger energieverbruik, met name de ziekenhuizen en datacenters zijn grootverbruikers. Bijna tweederde van de energie die in Nieuw West wordt verbruikt is toe te schrijven aan het ziekenhuis, het grootste datacenter in de omgeving en de andere functies in het deelgebied. De grootverbruikers zijn bestempeld als onverplaatsbare functies, hier vormt zich dus de uitdaging om in het gebied tot een oplossing te komen voor het voorzien in het energieverbruik van deze functies.

Het mag duidelijk zijn dat er een grote opgave ligt in Nieuw West voor het streven naar een derde generatie energielandschap waarin is nagedacht over het energieverbruik, de lokale potenties en hoe het stedelijk weefsel hierop kan reageren. Hierna zullen de positieve en negatieve elementen van het stedelijk weefsel opgesomd worden waarmee de geschiktheid van het stedelijk weefsel wordt aangetoond en waarin uiteengezet wordt hoe een integraal systeem kan worden bereikt door positieve elementen ten goede van negatieve elementen te gebruiken.

SYNTHESE

5 Synthese

5.1 Positieve elementen en negatieve elementen in het stedelijk weefsel

5.1.1 Positieve elementen

Het deelgebied Nieuw West herbergt enkele positieve elementen waarop bij toekomstige gebiedsontwikkeling kan worden ingespeeld. Deze elementen kunnen als uitgangspunten dienen om een integraal energielandschap te realiseren. Deze elementen zullen hieronder puntsgewijs worden toegelicht. Ook de andere deelgebieden die zijn geïnterpreteerd bevatten elementen die als referentie kunnen dienen bij toekomstige gebiedsontwikkeling. Derhalve zijn ook deze elementen hierin opgenomen.

- *Het verkavelingspatroon van De Aker:* Doordat er bij het ontwikkelen van de wijk De Aker rekening is gehouden met de oorspronkelijke verkavelingsrichting, kunnen gebouwen op het zuidwesten georiënteerd worden. Hierdoor kan goed gebruik gemaakt worden van de zon als energiebron.
- *Functieclustering in het oosten van het deelgebied Nieuw West:* Doordat in het oosten een aantal functies zijn geclusterd kan gebruik worden gemaakt van twee vormen van duurzame energievoorziening, namelijk geothermie en stadskoude uit de Nieuwe Meer.
- *Het Antonie van Leeuwenhoek en Slotervaart ziekenhuis in Nieuw West:* De ziekenhuizen in Nieuw West hebben een eigen

energiecentrale. Door de opwekking van elektriciteit met deze centrale komt restwarmte vrij. Deze restwarmte heeft dezelfde temperatuur als gebruikt wordt bij stadswarmte en kan daarom voorzien in de vraag naar warm tapwater in het deelgebied.

- *De spoorlijn Amsterdam-Schiphol en de rijksweg A4 aan de randen van het deelgebied:* Aan de oost- en zuidkant van het deelgebied zijn twee belangrijke infrastructurele lijnen aanwezig. Omdat langs deze lijnen bufferzones van openbare ruimten aanwezig zijn kunnen hier methoden voor het opwekken van energie worden toegepast. Hierbij kan alleen gekozen worden voor zonne-energie omdat door de hoogtebeperking van Schiphol geen windturbines kunnen worden geplaatst.
- *Compacte bebouwing in IJburg:* In IJburg is de bebouwing compact. Dit zorgt ervoor dat de warmtevraag van de bebouwing in dit gebied relatief laag is in vergelijking met bijvoorbeeld de eengezinswoningen in Nieuw West.
- *Bebouwing met platte daken in Zuidoost:* Op het bedrijventerrein in Zuidoost zijn voornamelijk gebouwen met een plat dak aanwezig. Dit maakt dit gebied erg geschikt voor het opwekken van energie middels zonnepanelen.

5.1.2 Negatieve elementen

De negatieve kenmerken van het deelgebied zijn de elementen waar in de toekomst verandering zal moeten plaatsvinden. Dit zijn kenmerken van het stedelijk weefsel waardoor de energievraag hoger wordt of het niet mogelijk is om methoden voor het opwekken, uitwisselen of opslaan van energie toe te passen.

- *Geen lage temperatuur verwarming in bebouwing:* Doordat in vrijwel alle gebouwen gebruik wordt gemaakt van gas als

warmtebron kunnen deze niet worden aangesloten op systemen die gebruik maken van warmte van een lagere temperatuur zoals WKO of restwarmte uit de gebouwde omgeving. Hierdoor kunnen deze potenties op dit moment niet benut worden.

- *Eengezinswoningen zorgen voor hoge warmtevraag:* Eengezinswoningen hebben een groot gebruiksoppervlak en een groot oppervlak waar potentieel verlies van warmte op kan treden. Hierdoor is de warmtevraag van woningen in dit gebied hoog.
- *Hoog energieverbruik door functies:* De functies in het oosten van het deelgebied nemen een groot deel van het totale energieverbruik van het gebied in. Vooral de datacentra en ziekenhuizen zijn hier debet aan. Hier kan echter niks aan veranderd worden omdat deze functies moeilijk te verplaatsen zijn.
- *Veel bebouwing niet op het zuiden georiënteerd:* Een groot deel van de bebouwing van Nieuw West is niet op het zuiden georiënteerd. Hierdoor kan onvoldoende gebruik worden gemaakt van de zon als energiebron. Ook wanneer de bebouwing voorzien is van platte daken is dit het geval. Bij deze situatie is het namelijk wel geschikt voor het opwekken van elektriciteit middels zon-PV, maar kan het geen gebruik maken van passieve zonne-energie voor natuurlijke verwarming.
- *Functies in Nieuw Sloten en De Aker zijn centraal gelegen:* Door de centrale ligging van de functies in deze twee wijken kan er onvoldoende gebruik worden gemaakt van de opslagcapaciteit van de bodem. Vooral de supermarkten hebben namelijk een koudevraag die een balans kan bewerkstelligen in een WKO-systeem.

- *Weinig hoogbouw:* Doordat er weinig hoogbouw in het gebied aanwezig is kan er weinig gebruik worden gemaakt van kleine windturbines.
- *Weinig openbare ruimte:* Doordat er weinig openbare ruimte binnen het stedelijk gebied aanwezig is er ook weinig groen en water toegepast. Groen en water kunnen echter dienen als verkoelende elementen in de zomer en kunnen warmte vasthouden in de winter. De omgevingstemperatuur is hierdoor hoger in de zomer en lager in de winter. Dit heeft een klein negatief effect op de energievraag.

5.1.3 Conclusie

Het beantwoorden van de deelvragen voor Nieuw West, waarmee inzicht wordt gegeven hoe de driepoot voor energetische gebiedsontwikkeling in het deelgebied is ingevuld, leidt tot inzicht van de situatie in Nieuw West. Voldoet de stedenbouwkundige structuur van Nieuw West aan de voorwaarden voor het toepassen van duurzame opwek-, opslag-, en uitwisselingsmethoden om gebruik te kunnen maken van de aanwezige lokale potenties?

Uit de benchmark is gebleken dat het deelgebied Nieuw West in zijn huidige vorm slechts in beperkte mate gebruik kan maken van de aanwezige potenties voor het opwekken, uitwisselen en opslaan van energie. Slechts enkele onderdelen van het stedelijk weefsel kunnen als positief worden bestempeld. Op deze onderdelen zal in de toekomst ingezet dienen te worden. De negatieve kenmerken van het deelgebied dienen vervangen te worden met elementen die wel mogelijkheden bieden voor de toepassing van verschillende methoden. Uitgangspunt hierbij is een integraal energielandschap van de derde generatie. De aanwezige potenties kunnen alleen worden benut wanneer het gebied zo

wordt ingericht dat er een optimale situatie ontstaat voor het toepassen van de verschillende methoden.

Inzetten op positieve elementen

Positieve elementen in het deelgebied kunnen versterkt worden. Zo kan bijvoorbeeld de verkavelingsrichting in De Aker nog beter dienen als richtlijn voor bebouwingsoriëntatie. Ook de aanwezige functies in het oosten van het deelgebied kunnen als kans worden gezien. Ze hebben weliswaar een hoog energieverbruik, ze kunnen ook dienen als warmtebron voor omliggende bebouwing.

Doordat het gebied is ingeklemd tussen twee grote infrastructurele lijnen kunnen de bufferzones van deze lijnen dienst doen als vestigingsplaats voor zonnepanelen. Op deze manier kunnen de groenstroken, die anders ongebruikt blijven, dienst doen als energievoorziening van het gebied.

De aanwezige functies in het oosten van het gebied zorgen voor een hoge energievraag en ze zijn vrijwel niet te verplaatsen. Daarom zullen ze moeten worden gezien als een blijvende factor in het gebied en moet men kijken naar de mogelijkheden die deze functies te bieden hebben. Voor de ziekenhuizen geldt dat zij een eigen energiecentrale hebben waarmee ze in hun elektriciteitsvraag voorzien. Deze centrales hebben ook een potentie om restwarmte te leveren van een hoge temperatuur. Dit kan derhalve gezien worden als een energiebron voor warmte. Om efficiënt gebruik te maken van deze warmte kunnen woningen worden aangesloten op een systeem dat deze warmte distribueert. Omdat het hier om warmte van een hoge temperatuur gaat kan ervoor gekozen worden om deze warmte enkel te gebruiken voor warm tapwater. Dit omdat ruimteverwarming ook kan worden opgelost met warmte van een

lagere temperatuur. Op deze manier wordt zo efficiënt mogelijk met de restwarmte van de ziekenhuizen omgegaan. Ook voor de datacentra geldt dat zij een groot potentieel aan restwarmte hebben. Deze warmte is echter van een lagere temperatuur. Hierdoor zal er een ander systeem moeten worden nagestreefd dan bij ziekenhuizen. Omdat gebouwen in de zomer vaak geen behoefte hebben aan de warmte van een datacentrum, maar deze dan wel veel restwarmte produceren kan een systeem waarmee uitwisseling van energie door middel van tijdelijke opslag in de ondergrond wordt bewerkstelligd een uitkomst bieden. De bebouwing die gebruik maakt van de opgeslagen warmte in de winter dient echter wel voorzien te zijn van lage temperatuurverwarming.

De Nieuwe Meer is een bron van koude waar in de toekomst gebruik van gemaakt kan worden. Mede door de gunstige ligging van functies met een hoge koudevraag. Deze zijn namelijk voor een groot deel geclusterd in de nabijheid van het gebied. Dit is een van de voorwaarden om een systeem van stadskoude rendabel te maken.

Ook de positieve kenmerken van de andere geïnventariseerde gebieden kunnen meegenomen worden bij het opstellen van richtlijnen van toekomstige gebiedsontwikkeling. In IJburg zorgt bijvoorbeeld de compacte manier van bouwen ervoor dat er weinig warmteverlies is van woningen en in Zuidoost is een groot potentieel voor zonne-energie doordat in het gebied veel gebouwen van platte daken zijn voorzien. Deze elementen kunnen meegenomen worden en dienen als referentie voor Nieuw West.

Negatieve elementen vervangen of op inspelen

De hoogtebeperking van Schiphol zorgt ervoor dat er geen grote windturbines kunnen worden geplaatst in het gebied, maar er is wel een windpotentie aanwezig. Om gebruik te maken van deze potentie dient men in te zetten op kleine windturbines. Deze renderen het best op gebouwen van 20 meter of hoger. Dit soort bebouwing is sporadisch aanwezig in het deelgebied. Daarom kan er een keuze worden gemaakt om in de toekomst meer hoogbouw in het gebied te plaatsen om zo toch gebruik te kunnen maken van de wind als energiebron.

Lage temperatuur verwarming is in het gehele gebied nog niet mogelijk omdat in geen enkel gebouw een dergelijk systeem aanwezig is. Om efficiënt gebruik te kunnen maken van de opslagcapaciteit van de ondergrond en de restwarmte van bepaalde functies is dit echter wel noodzakelijk. Op deze manier hoeft namelijk de opgeslagen warmte die uit de ondergrond wordt gehaald niet veel bij verwarmd te worden. Men kan met een dergelijk systeem van warmte van een zo laag mogelijke exergetische waarde gebruik maken. In de toekomst zal bij gebiedsontwikkeling dus moeten worden ingezet op dit soort type systemen.

In het deelgebied is een groot deel van de bebouwing niet op het zuiden georiënteerd waardoor het niet optimaal gebruik kan maken van de zon als energiebron. Deze bebouwing zal in de toekomst wellicht aangepast of vervangen moeten worden.

Doordat er weinig groen in de wijk aanwezig is kan de omgevingstemperatuur in de winter kouder en in de zomer warmer zijn dan wanneer wel groen was gebruikt. In de toekomst zal dus meer ruimte

voor groen en water gelaten moeten worden. Stedenbouwkundige richtlijnen voor bestaand stedelijk gebied Richtlijnen voor stedenbouwkundige ontwikkeling in Nieuw West

CONCLUSIE & RICHTLIJNEN

6 Conclusie en richtlijnen

6.1 Conclusie

Men bevindt zich op dit moment in een transitieperiode naar energielandschappen van de derde generatie. In deze nieuwe energielandschappen zal energie meer zichtbaar worden voor de gebruiker. Het heeft een decentraal karakter, de energievoorziening zal niet meer grootschalig plaatsvinden maar lokaal en op een kleinere schaal. Door het decentrale karakter zal energie niet meer buiten de stad maar in de stad worden opgewekt.

Een derde generatie energielandschap kenmerkt zich door een integrale, gebiedsgerichte aanpak waarin een balans gevonden dient te worden in het benutten van lokale potenties om in de energievraag te voorzien. Om te kunnen voldoen aan deze ambitie zal moeten worden voldaan aan de stedenbouwkundige voorwaarden van de methoden voor het opwekken, uitwisselen en opslaan van de energie om deze lokale potenties te benutten. Potenties die in elk gebied anders kunnen zijn.

Binnen ontwikkelingen aangaande de derde generatie energielandschappen wordt rekening gehouden met de stedenbouwkundige voorwaarden van de methoden voor het opwekken, uitwisselen en opslaan van de energie van lokale potenties. Uit het onderzoek in Nieuw West en de andere twee deelgebieden is gebleken dat de bestaande gebouwde omgeving niet voldoet aan deze stedenbouwkundige voorwaarden. Deze gebieden zijn exponenten van de eerste twee generaties energielandschappen. In de transitieperiode naar

een derde generatie energielandschap dient de bestaande gebouwde omgeving te gaan voldoen aan de stedenbouwkundige voorwaarden van lokale potenties. De bestaande bebouwde omgeving, de stad, is derhalve de variabele in de planvorming. Veranderingen in de stad moeten leiden tot het optimaal benutten van lokale potenties om in de energievraag te kunnen voorzien. Hiervoor moet inzichtelijk worden gemaakt welke onderdelen van een stad veranderlijk zijn.

In de theorie is beschreven dat de stad bestaat uit een aantal lagen: de ondergrond, de stadsplattegrond, openbare ruimten, bebouwing en gebruik. De laatste drie lagen worden als variabelen beschouwd die kunnen worden ingezet te voldoen aan de stedenbouwkundige voorwaarden van methoden voor het optimaal benutten van lokale potenties. Deze lagen kunnen echter niet als autonome lagen worden gezien omdat de verschillende lagen elkaar beïnvloeden. Daarom wordt gesproken over het stedelijk weefsel. Het stedelijk weefsel is dus het samenhangend geheel van openbare ruimten, bebouwing en de manier waarop deze twee elementen gebruikt kunnen worden.

Uit de theorie is gebleken dat de stedenbouwkundige voorwaarden van methoden voor het benutten van potenties onderverdeeld kunnen worden in de drie lagen van het stedelijk weefsel. Binnen de openbare ruimte gaat het om voldoende ruimte voor groenvoorzieningen en de functie van dit groen en ruimte voor zonne- en windenergie. Binnen de bebouwing gaat het om de (dak)vorm, de oriëntatie van de bebouwing en het verwarmingssysteem. Binnen het gebruik gaat het om het verschil tussen een functiemix of juist het clusteren van verschillende functies.

Omdat bekend is welke stedenbouwkundige voorwaarden gelden voor methoden voor opwekking, uitwisseling en opslag van lokale potenties, en

welke onderdelen van de bestaande gebouwde omgeving ten behoeve van deze voorwaarden kunnen veranderen, kunnen algemene richtlijnen worden opgesteld over welke kenmerken van het stedelijk weefsel moet hebben om optimaal gebruik te kunnen maken van lokale potenties.

Echter men kan deze richtlijnen niet alleen op basis van de theorie opstellen. Men zal altijd afhankelijk blijven van gebiedseigen kenmerken en potenties voor het opwekken, uitwisselen en opslaan van energie. Wanneer men richtlijnen voor energetische gebiedsontwikkeling ten behoeve van de ambitie van het creëren van derde generatie energielandschappen wil opstellen voor een specifiek gebied, moet gekeken worden naar de positieve en negatieve elementen van het gebied. In dit onderzoek is Nieuw West als onderzoeksgebied genomen en zijn positieve en negatieve elementen van het bestaand stedelijk gebied benoemd. Door een balans te vinden in het gebruiken van positieve elementen en het inspelen op negatieve elementen ontstaat een integraal systeem waarmee in de energievraag kan worden voorzien. Deze elementen kunnen, net als de potenties, in elk gebied verschillend zijn.

In elk gebied kunnen factoren zijn die de veranderlijkheid van het stedelijk weefsel beperken, in Nieuw West is dit bijvoorbeeld de onverplaatsbaarheid van het ziekenhuis en de datacentra, door in te spelen op de energetische waarde van deze functies kan deze negatieve factor toch als een onderdeel van het thermische systeem van Nieuw West gebruikt worden. Door rekening te houden met beperkende factoren en in te spelen op de mogelijkheden om optimaal gebruik te kunnen maken van de lokale potenties zijn de richtlijnen voor Nieuw West tot stand gekomen. Omdat deze richtlijnen in bestaand stedelijk gebied tot stand zijn gekomen, kunnen deze ook dienen als algemene richtlijnen voor vergelijkbare gebieden. Derhalve zijn de richtlijnen eerst algemeen

weergegeven en vervolgens specifiek voor het onderzoeksgebied Nieuw West behandeld.

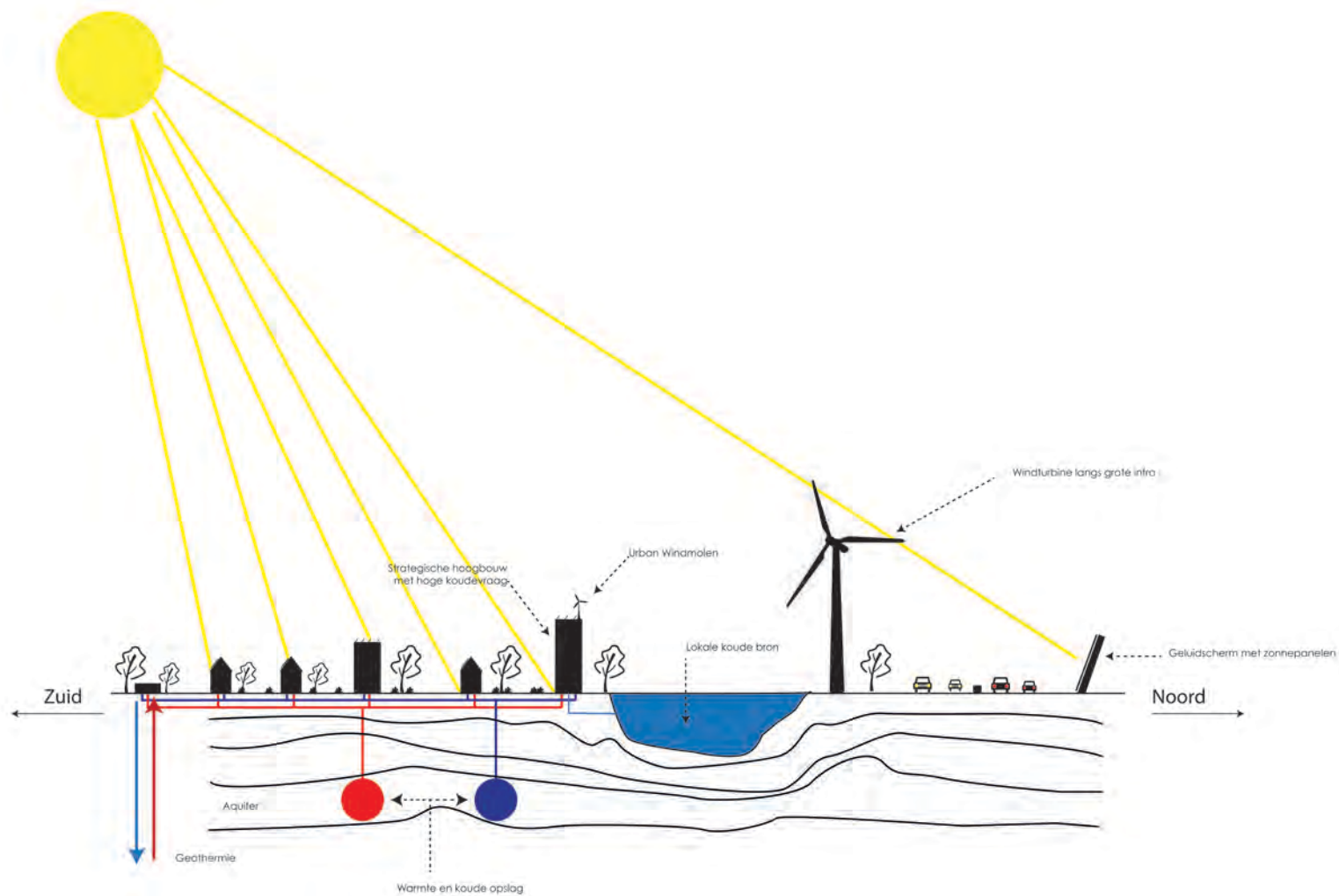
Wanneer blijkt dat de positieve kenmerken van een gebied niet opwegen tegen de negatieve kenmerken en dus niet op lokale schaal kan worden voorzien in de energievraag, zal toch op een hoger schaalniveau geacteerd moeten worden om in de energievraag te kunnen voorzien, bijvoorbeeld offshore windparken.

6.2 Richtlijnen voor energetische gebiedsontwikkeling

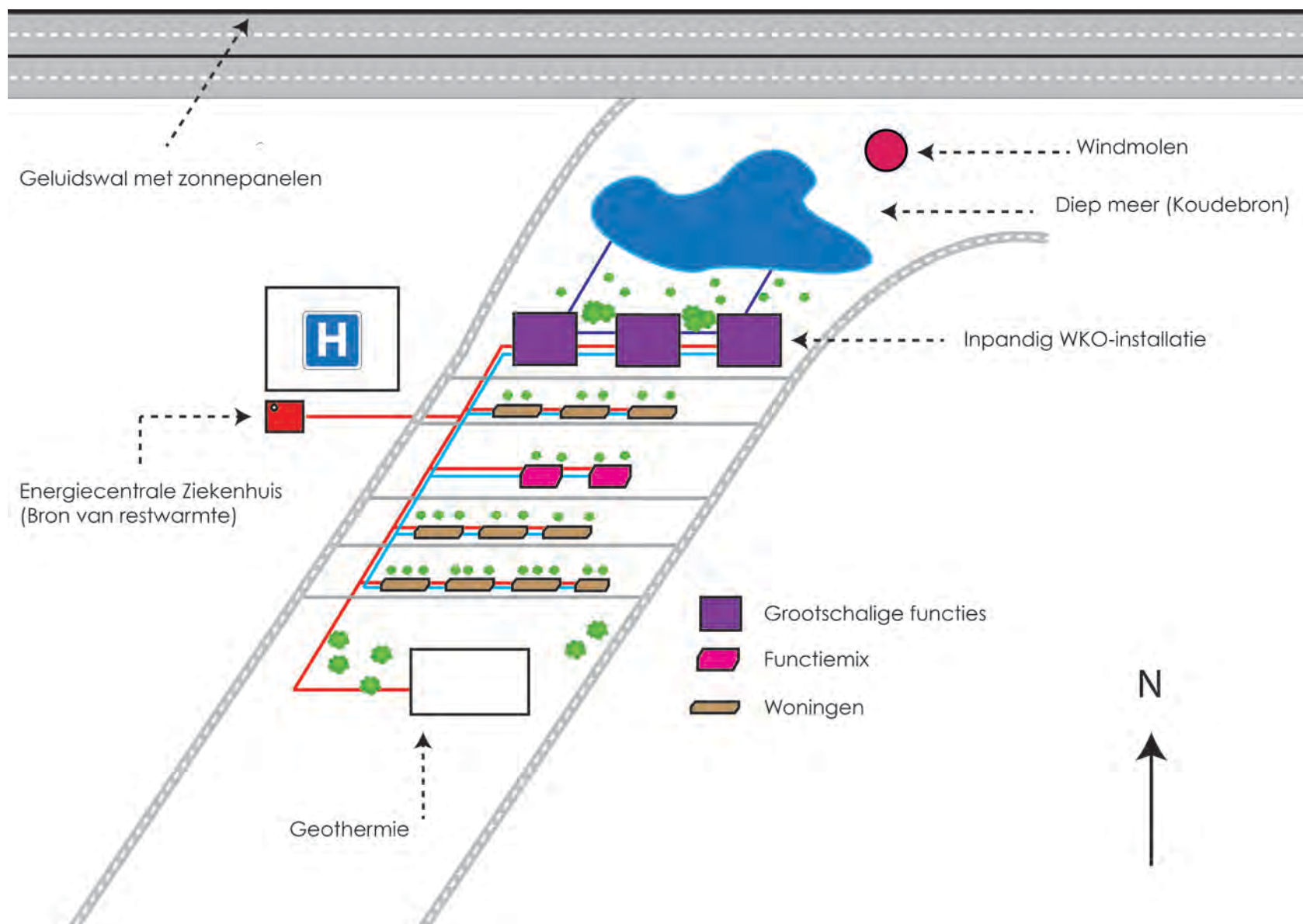
De richtlijnen worden opgesteld als algemene richtlijnen evenals richtlijnen voor Nieuw West. De algemene richtlijnen komen voort uit de theorie en het onderzoek en kunnen gezien worden als richtlijnen die voor elke gebiedsontwikkeling toegepast kunnen worden. Daarna zullen de richtlijnen specifiek voor Nieuw West vormgegeven worden waarbij middels een vlekkenkaart inzicht wordt gegeven in wat dit voor Nieuw West betekent.

De stedenbouwkundige voorwaarden uit de theorie en de uitkomsten van het onderzoek op basis van de positieve en negatieve elementen van bestaand stedelijk weefsel vormen de basis van de richtlijnen. Het doel van de richtlijnen is om met deze informatie te streven naar aanbevelingen die bestaand bebouwd gebied zouden moeten kunnen helpen zich te vormen tot een derde generatie energielandschap. Een belangrijk aspect van een dergelijk energielandschap is dat het een integraal concept is van verschillende methoden van opwekken, uitwisselen en opslaan van energie. Dit is dan ook een uitgangspunt van deze richtlijnen. De richtlijnen zijn niet afzonderlijk van elkaar opgesteld, maar zijn een afweging tussen verschillende potenties en vormen van het stedelijk weefsel. De richtlijnen moeten elkaar versterken en zijn gebiedsspecifiek.

6.2.1 Visualisatie algemene richtlijnen voor energetische gebiedsontwikkeling



Afbeelding 50: Doorsnede derde generatie energielandschappen (Eigen ontwerp)



Afbeelding 51: plattegrond derde generatie energielandschappen (Eigen ontwerp)

Deze twee afbeelding geven een beeld van een stedelijk weefsel dat voldoet aan de eisen van de derde generatie energielandschappen. Het betreft een doorsnede en overzichtskaart van hetzelfde fictieve gebied. In beide afbeeldingen zijn kenmerken te herkennen van de derde generatie energielandschappen. Deze kunnen worden onderverdeeld in de drie elementen van het stedelijk weefsel: bebouwing, openbare ruimte en gebruik.

Bij de bebouwing is rekening gehouden met verschillende aspecten. Allereerst is er de oriëntatie van de bebouwing op het zuiden. Voor zowel de gebouwen die voorzien zijn van zadeldaken als de gebouwen met platte daken is dit het geval. Op deze manier kunnen in dit voorbeeld eenvoudig zonnepanelen worden toegepast. Voor deze toepassing is ook rekening gehouden met de onderlinge afstand in relatie met de bouwhoogte. Gesteld is dat gebouwen ook in de winter voldoende zonlicht moeten ontvangen om zo gebruik te kunnen maken van passieve zonne-energie. Dit is in dit gebied bewerkstelligd door gebouwen op voldoende afstand van elkaar te plaatsen.

De hoge bebouwing in het noorden van het voorbeeld doet dienst als windvanger in de winter door de bebouwing op deze plek te positioneren zal de koude wind, die vaak uit het noorden afkomstig is in dit seizoen, buiten het gebied gehouden worden. Dit heeft een nivellerend effect op de omgevingstemperatuur binnen dit gebied. Als bijkomend gunstig effect resulteert het plaatsen van hoge bebouwing in de mogelijkheid tot het toepassen van kleine windturbines.

Daarnaast is deze hoge bebouwing ook compact vormgegeven, waardoor er zo min mogelijk verliesoppervlak is ten opzicht van het vloeroppervlak. Hierdoor zal de warmtevraag van deze bebouwing lager zijn.

Bij de invulling van de openbare ruimte is op verschillende manieren rekening gehouden met de voorwaarden die de derde generatie energielandschappen stellen aan dit onderdeel van het stedelijk weefsel.

Er zijn zoveel mogelijk bomen en lage groenvoorziening toegepast. Bij de toepassing van bomen is ook rekening gehouden met schaduwwerking ten opzichte van de bebouwing. Om in de winter voldoende zonlicht binnen te krijgen zijn bomen zo dicht mogelijk aan de noordkant van de bebouwing geplaatst. Op deze manier zal het niet conflicteren met achterliggende bebouwing. Daarnaast zijn grotere bomen toegepast tussen de hoge bebouwing in het noorden van het gebied. Dit zorgt ervoor dat deze bebouwing compact vormgegeven kan worden omdat deze bomen de overige wind in de winter tegen kunnen houden.

Langs de grote infrastructuurlijn is een windmolen toegepast. Dit type openbare ruimte leent zich namelijk uitstekend voor een dergelijke toepassing. De milieuocontouren die rondom grote infrastructuurlijnen aanwezig zijn zorgen er namelijk voor dat woonfuncties zich op voldoende afstand bevinden voor het toepassen grote windmolens. Daarnaast is deze zelfde infrastructuurlijn gebruikt om zonnepanelen toe te passen. Dit omdat geluidschermen langs deze weg op het zuiden georiënteerd zijn.

Met het onderdeel gebruik van het stedelijk weefsel is voornamelijk rekening gehouden door bepaalde typen functies te programmeren op locaties waar deze een aanvulling voor het thermische systeem kunnen betekenen. Zo zijn er in het midden van het gebied functies gesitueerd met een koudevraag. Op deze manier kunnen deze functies ervoor zorgen dat een WKO-systeem goed rendeert. In het noorden van het deelgebied zijn functies met een hoge koudevraag gepland. Deze kunnen op deze manier gebruik maken van de koude uit het diepe meer. Het ziekenhuis is

geplaatst om een relatie met het deelgebied Nieuw West te leggen. Deze kan ook zorgen voor een aanvulling op het warmtesysteem van de wijk. De omliggende gebouwen kunnen gebruik maken van de warmte van een hoge temperatuur die vrijkomt bij de energiecentrale van het ziekenhuis.

De kaarten geven een beeld van hoe een gebied vorm kan krijgen als een derde generatie energielandschap. De richtlijnen voor bestaand stedelijk gebied, die deze vorm als richtpunt hebben, zullen in de hierop volgende paragraaf worden behandeld.

6.2.2 Algemene richtlijnen voor energetische gebiedsontwikkeling

Maak gebruik van lokale, gebiedseigen potenties

Om een uitgangspunt te creëren is het belangrijk om allereerst lokale en gebiedseigen potenties inzichtelijk te hebben. Ieder gebied herbergt namelijk verschillende bronnen waarmee een invulling gegeven kan worden aan de totstandkoming van een derde generatie energielandschap.

Wanneer men de lokale potenties inzichtelijk heeft, kan men hierop inspelen door toekomstige stedenbouwkundige ontwikkelingen plaats te laten vinden in dienst van deze potenties. Omdat ieder gebied verschillende potenties herbergt zullen deze ontwikkelingen in ieder gebied anders zijn. In het deelgebied Nieuw West kan bijvoorbeeld koude worden gewonnen uit het nabij gelegen Nieuwe Meer omdat het hier een diep meer betreft. Door bij toekomstige planvorming koudevragende functies in de buurt van deze bron te situeren kan deze lokale potentie benut worden. Een ander voorbeeld zijn de mijnschachten in Limburg

waaruit warmte wordt gewonnen. Er is hier gekozen om een deel van de lokale energievraag te ondervangen met een lokale bron.

Door een gebiedsspecifieke benadering te hanteren komt een van de kenmerken van de derde generatie energielandschappen naar voren. Door de decentralisatie van de energievoorziening zorgt een gebiedsspecifieke potentie voor een lokale structurerende werking op het gebied van functies die nodig zijn om de energiebron te benutten. Per gebied kan deze structurerende werking verschillen omdat elke gebiedseigen potentie een andere aanpak kan behoeven.

Wanneer men allereerst inzichtelijk maakt welke potenties een gebied herbergt en op welke manier een stedelijk weefsel zich hier naar zal moeten vormen is de eerste stap gezet richting een integrale aanpak op gebiedsniveau. Hierbij worden de drie verschillende elementen van de driepoot voor energetische gebiedsontwikkeling behandeld. Er wordt namelijk eerst gekeken naar de potenties, vervolgens vormt men het stedelijk weefsel zo dat het optimaal gebruik kan maken van deze potenties om een deel van de energievraag in te vullen met lokale potenties.

Gebruiken van grote openbare ruimten en infrastructuur ten behoeve van wind- en zonne-energie

Wanneer in een gebied grote infrastructuurlijnen en grote openbare ruimten aanwezig zijn, kunnen deze gebruikt worden voor toepassing van zonne- en windenergie. Deze kenmerken van het stedelijk weefsel zijn namelijk niet te veranderen. Inspelen op de mogelijkheden die deze kenmerken bieden is daarom de geboden mogelijkheid voor het toepassen van deze potenties.

Voor windturbines is de noodzaak van grote ruimtes of grote infrastructuur het grootst omdat voor grote windturbines milieucontouren gelden van meestal 300 meter. Rond deze turbines, binnen de contouren, kunnen dan geen woningen gevestigd worden. Dit probleem zal minder voorkomen langs grote infrastructuur, waar reeds milieucontouren voor aanwezig zijn voor bijvoorbeeld geluid, en in grote openbare ruimten (of in weilanden). Het voordeel van zonne-energie is dat deze op verschillende manieren kan worden toegepast zoals in geluidschermen. In grote openbare ruimten zouden zonnevelden aangelegd kunnen worden waarmee op grote schaal zonne-energie opgewekt kan worden.

Het grote voordeel van het toepassen van zonne- en windenergie langs grote infrastructuurlijnen en in openbare ruimten is dat het stedelijk weefsel weinig hoeft worden aangepast. Daarnaast kan op deze manier op een hogere schaal dan straat- of buurniveau, duurzame energie opgewekt worden om de balans tussen energievraag en –aanbod positief te krijgen. Door gebruik te maken van deze methode van het opwekken van duurzame energie wordt de impact van de derde generatie energielandschappen zichtbaar.

Maak gebruik van functies met restwarmte van een hoge temperatuur

Restwarmte is een potentie die ontstaat vanuit het stedelijk weefsel. Dit betekent dat het dus niets te maken heeft met de natuurlijke potenties die in een gebied aanwezig zijn. Toch kunnen veranderingen in het stedelijk weefsel ervoor zorgen dat van deze potentie optimaal gebruik gemaakt kan worden. Het is immers een stroom energie die verloren gaat aan de buitenlucht wanneer deze niet opgevangen en hergebruikt wordt. Restwarmte kan in twee groepen onderverdeeld worden: restwarmte van een hoge temperatuur en restwarmte van een lage temperatuur. In de

volgende richtlijn wordt de restwarmte van een lage temperatuur beschreven.

Bepaalde functies produceren restwarmte van een dusdanig hoge temperatuur dat zij kunnen voorzien in de behoefte aan warm tapwater van woningen. Voorbeelden hiervan zijn elektriciteitscentrales, zware industriële bedrijven en ziekenhuizen. Deze restwarmte wordt op dit moment gebruikt voor doeleinden waar geen dergelijk hoge temperatuur voor nodig is, namelijk ruimteverwarming. Om efficiënt om te gaan met deze restwarmte zal deze in de toekomst alleen gebruikt moeten worden voor toepassingen waar een dergelijk hoge temperatuur nodig is.

Hiervoor is het de noodzaak dat woningen en andere gebruiksfuncties een aansluiting voor zowel lage, als hoge temperatuur verwarming krijgen. Door warmtestromen in deze twee groepen te splitsen kan een profiel van een gebied worden gemaakt in het verschil tussen de vraag naar warmte van een lage of hoge temperatuur. Verschillende functies kunnen dan in deze vraag voorzien. In het geval van warmte met een hoge temperatuur gaat het vaak om functies die onveranderlijk zijn. Deze bevinden zich soms in een gebied. Wanneer dit het geval is kan hiervan gebruik gemaakt worden door omliggende bebouwing gebruik te laten maken van de restwarmte.

Clusteren van functies die tezamen een gelijke koude- en warmtevraag hebben ten behoeve van het effectief toepassen van WKO

Sommige functies hebben ook warmte over van een temperatuur die niet voor alle doeleinden kan worden gebruikt. Het gaat hier om functies met restwarmte van een lage temperatuur zoals datacentra en supermarkten. Dit type restwarmte kan worden ingezet om WKO-bronnen aan te vullen,

iets dat in het Science Park in Amsterdam al gebeurt. Hier maakt een universiteitsgebouw gebruik van een de restwarmte van een nabij gelegen datacentrum.

Waar in de huidige situatie woningen nog worden verwarmd met een hoge temperatuur, kan dit in de toekomst gebeuren met restwarmte van dit type functies. Door een evenwichtige functiemix na te streven kunnen restwarmte producerende functies die verspreid staan in een woongebied de woningen van ruimteverwarming voorzien. In de huidige typen stedelijk weefsel komt dit weinig voor. Functies die restwarmte produceren zijn vaak nog in elkaars nabijheid gesitueerd, buiten het bereik van woningen. Hierdoor kunnen zij de warmte niet kwijt en gaat deze verloren.

Door in de toekomst een betere mix van functies na te streven kunnen deze elkaar aanvullen. Middels een WKO-systeem kan de restwarmte van bepaalde functies worden opgeslagen en gebruikt worden in de winter, wanneer woningen deze nodig hebben. Op deze manier ontstaat een integraal systeem waarbij verschillende functies elkaar energetisch versterken. Namelijk, de koude die in de winter kan worden opgeslagen kan worden gebruikt door functies met restwarmte omdat deze vanzelfsprekend een hoge koudevraag hebben.

Strategisch toepassen van hoogbouw

Om een integrale aanpak te verwezenlijken ten behoeve van het realiseren van derde generatie energielandschappen is niet alleen het vormen van de stad om optimaal gebruik te maken van de potenties voor duurzame opwekmethoden belangrijk, ook het verminderen van de energievraag is hierin een onderdeel (zoals beschreven in de energetische

driepoot). Ook stedenbouwkundige aanpassingen aan een stedelijk gebied kunnen hierin een rol spelen. Het strategisch toepassen van hoogbouw is er hier een van. Door deze richtlijn toe te passen kunnen drie doelen worden verwezenlijkt.

Allereerst kan hoogbouw dienen als windvanger van koude luchtstromen in de winter. Door hoogbouw te plaatsen in het noorden van een plangebied kan dit bereikt worden en zal de achterliggende bebouwing minder hinder ondervinden van de koude wind.

Ten tweede kan hoogbouw, hoger dan 20 meter, gebruikt worden voor het plaatsen van kleine windturbines. Vanaf deze hoogte is het rendabel om dit soort windturbines toe te passen.

Tot slot kan het toepassen van hoogbouw bijdragen aan een concentratie van woningen (appartementen of gestapelde eengezinswoningen) op een kleiner oppervlak. Op deze manier blijft er meer ruimte over voor de toepassing van groen en water. Dit kan bijdragen aan een verzachting van de omgevingstemperatuur. Ook leidt deze, compactere, bouwvorm tot minder warmteverlies.

Door hoogbouw zo te positioneren dat het als windvanger kan dienen van koude luchtstromen in de winter

Gebouwen voorzien van duurzame verwarmingsystemen

Veel gebouwen voldoen niet aan de eisen om gebruik te kunnen maken van verwarming op een lage temperatuur. Bestaande gebouwen dienen te worden voorzien van deze nieuwe verwarmingsystemen en deze moet standaard in nieuwe bebouwing verwerkt worden zodat men bij het verwarmen van gebouwen geen gebruik meer hoeft te maken van

warmte van een hoge temperatuur. Op deze manier wordt energie op een efficiënte wijze gebruikt en gaat er geen warmte verloren.

Deze maatregel zal weinig weerslag hebben op de omgeving en op het ontstaan van derde generatie energielandschappen. Echter, voor de uitvoerbaarheid van andere richtlijnen, is deze maatregelen van essentieel belang. Huizen zullen verwarmd worden door vloeren en muren van leidingen te voorzien waarmee warm water door gebouwen getransporteerd kan worden ten behoeve van de verwarming van deze gebouwen. Kort gezegd is zonder deze maatregel een integraal duurzaam energiesysteem niet mogelijk.

Strategische positionering bebouwing ten opzichte van de zon

Bij de kavelrichting, en anders de gebouworientatie richting de zon, kan er een gunstige oriëntatie worden vastgesteld zodat gebouwen gebruik kunnen maken van natuurlijke opwarming door de zon en daarbij kan met de dakvorm rekening worden gehouden met het gebruik van zonnepanelen.

Deze richtlijn kan een grote weerslag gaan hebben op het stedelijk weefsel omdat woningen worden hergepositioneerd of worden gebouwd in noord-zuid richting en de zichtbaarheid van zonnepanelen steeds groter wordt. Ook de onderlinge afstand van bebouwing dient hierbij in afweging genomen te worden. Deze dient voldoende te zijn om ook in de winter zonlicht op gebouwen te kunnen laten vallen. Op deze manier kan gebruik gemaakt worden van passieve zonne-energie. Dit resulteert automatisch in schaduvrije daken, waardoor hierop energie kan worden opgewekt door middel van zonnepanelen. Daarnaast is de vorm van daken belangrijk. Bij platte daken is er geen probleem en kunnen

zonnepanelen eenvoudig in de juiste hoek ten opzichte van de zon worden geplaatst. Het gaat hier om een hoek van tussen de 15 en 60 graden, zoals beschreven in de theorie (H. 2.5.1), waarmee een optimaal rendement kan worden bereikt.

Het positioneren van bebouwing ten opzichte van de zon is sterk afhankelijk van het verkavelingspatroon. Dit patroon is als onveranderlijk bestempeld en men zal hiervan in sommige gevallen dus af moeten wijken. Als voorbeeld hiervoor kan de wijk EVA-Lanxmeer in Culemborg worden genomen. In deze wijk is de bebouwing in sommige gevallen niet in lijn met het verkavelingspatroon maar is het zo georiënteerd dat het optimaal gebruik kan maken van de zon als energiebron. Deze oplossing kan als voorbeeld dienen voor bestaande gebieden. Bij nieuw te ontwikkelen gebieden kan bij het inrichten van het verkavelingspatroon al rekening gehouden worden met de zon als energiebron. Als voorbeeld hiervoor kan de Stad van de Zon in Heerhugowaard worden genoemd, hier is de gehele wijk noord-zuid georiënteerd.

Compacte bebouwing

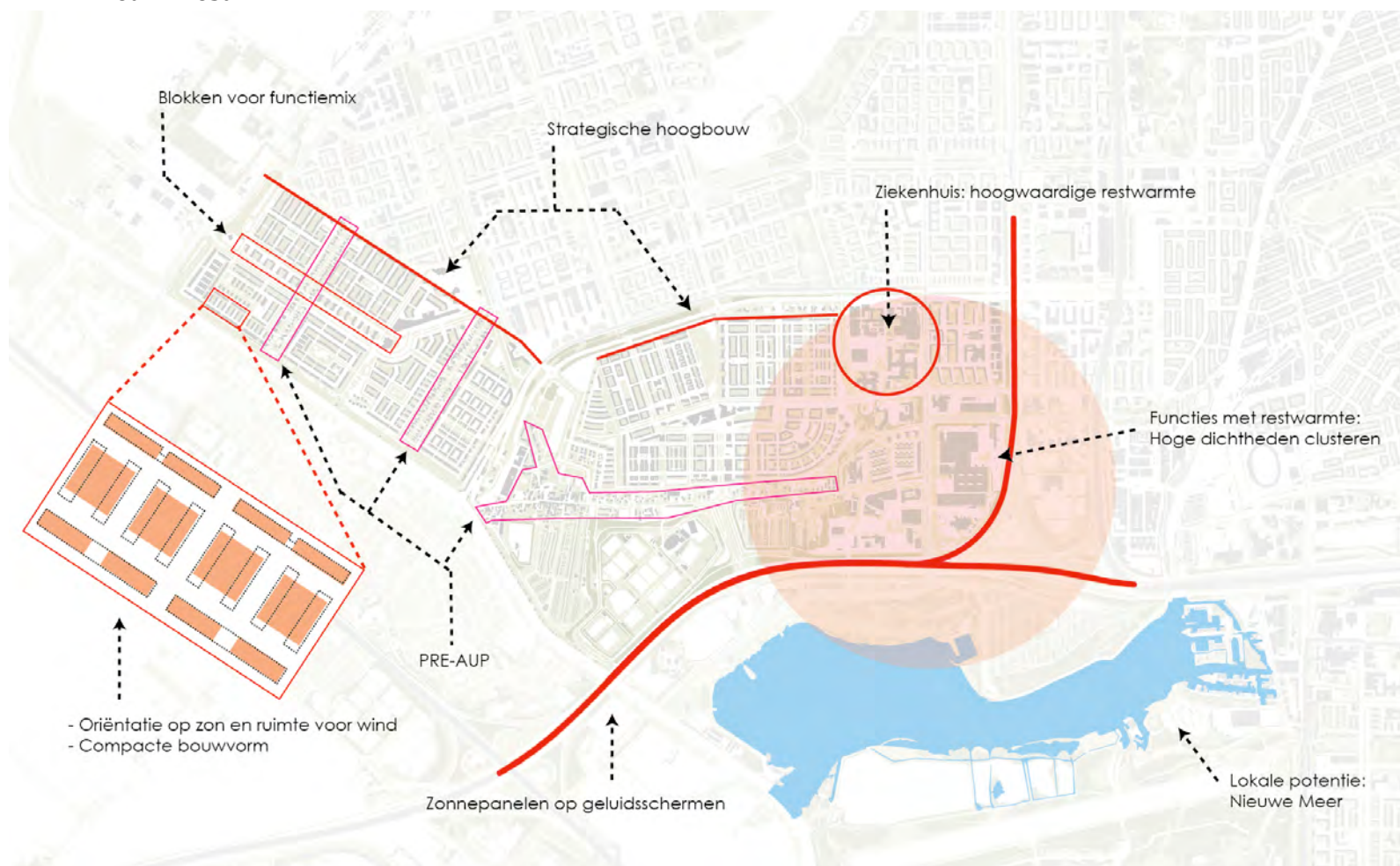
Wanneer de bebouwing compact wordt vormgegeven is er een kleiner verliesoppervlak van warmte en is er dus minder energie nodig om de bebouwing te verwarmen. Wanneer, zoals beschreven in de richtlijnen voor clustering van functies, gebouwen worden geclusterd voor een optimale uitwisseling van warmte, treed ook onderhavige maatregel in werking waardoor er theoretisch minder warmte nodig is om alle gebouwen binnen het cluster te verwarmen.

Voldoende groen behouden of creëren

Groen in het stedelijk weefsel zorgt voor een natuurlijke verzachtende invloed op de warmte en koude in respectievelijk de zomer en winter. Met voldoende groen in bestaand gebouwd gebied zorgt men er voor dat er minder verkoeling, dan wel verwarming nodig is.

Het plaatsen van dit groen kan zich vertalen in het transformeren van openbare ruimte waar weinig groen aanwezig is naar openbare ruimten waar veel groen aanwezig is en het benutten van open plekken voor bomen en planten. Bij het planten van (hoge)bomen moet rekening gehouden worden met schaduwwerking aan de zuidkant, zodat deze niet het gebruik van zonne-energie in de weg staan. Daarbij kunnen bomen aan de noordkant van plangebied tussen bebouwing in staan om zo een windvangende werking te hebben.

6.2.3 Vlekkenplan voor energetische gebiedsontwikkeling in Nieuw West



Afbeelding 52: Vlekkenplan van richtlijnen voor Nieuw West (Eigen ontwerp)

Op de kaart zijn de richtlijnen voor Nieuw West inzichtelijk gemaakt. De beschrijving van deze richtlijnen volgt in de paragraaf die hierop volgt. Hieronder zal puntsgewijs een korte toelichting gegeven worden op wat er op de kaart te zien is:

- Allereerst valt de grote rode vlek op. Hiermee wordt een contour aangegeven waarbinnen woningen gebruik kunnen maken van de restwarmte van functies die in de toekomst naar alle waarschijnlijkheid niet zullen worden verplaatst uit het deelgebied. Door binnen deze contour een hoge dichtheid te realiseren kan de restwarmte die deze functies produceren optimaal benut worden;
- De Nieuwe Meer is een lokale potentie van het deelgebied Nieuw West. Van deze bron van koude kunnen functies die in het zuidoosten van het deelgebied gevestigd zijn gebruik maken;
- De rode infrastructuurlijnen kunnen worden ingezet voor het toepassen van zonnepanelen op de geluidschermen langs deze lijnen. Vooral de A4 leent zich hier uitstekend voor. Deze loopt namelijk in oostwestelijke richting waardoor geluidschermen op het zuiden kunnen worden georiënteerd;
- In het gebied is een cluster van ziekenhuizen aanwezig. Woningen binnen het gebied kunnen in de toekomst door deze functies worden voorzien van warmte voor warm tapwater;
- In het noorden van het deelgebied zijn lijnen aangegeven waarlangs in de toekomst hoogbouw gepositioneerd kan worden. Deze hoogbouw kan als windvanger dienen maar ook als vestigingsplaats voor kleine windturbines.

- Op de kaart zijn ook een aantal PRE-AUP gebieden omlijnt. Deze gebieden zijn van cultuurhistorische waarde en kunnen derhalve niet gewijzigd worden.
- In het noordwesten is een strook met woonblokken omlijnd die in de toekomst kunnen dienen als vestigingsplaats voor functies met een hoge koudevraag. Dit type functies kan in de toekomst zorgen voor betere toepassingsmogelijkheden van WKO-systemen. De plaats in het gebied en het type bebouwing leent zich hier uitstekend voor.
- Als laatste kan een kleine stedenbouwkundige uitwerking worden benoemd. In dit kader wordt inzichtelijk op welke manier bebouwing die niet voldoet aan de eisen voor het toepassen van zonnepanelen in de toekomst vorm zal moeten krijgen. Het dient niet alleen op het zuiden te worden georiënteerd maar ook compact gebouwd te worden.

De uitleg bij deze kaart volgt in de volgende paragraaf in de vorm van richtlijnen. Uit deze kaart kan al worden afgelezen dat men een combinatie van richtlijnen nodig zal hebben die elkaar versterken om het deelgebied Nieuw West te transformeren naar een energielandschap van de derde generatie.

6.2.4 Richtlijnen voor energetische gebiedsontwikkeling in Nieuw West

Maak gebruik van lokale, gebiedseigen potenties: Nieuwe Meer

In het deelgebied Nieuw West zijn verschillende potenties aanwezig waarmee een invulling gegeven kan worden aan de totstandkoming van een energielandschap van de derde generatie. Zon en wind zijn volop aanwezig en ook de bodem lijkt, net als in de rest van Amsterdam, goed geschikt voor opslag van warmte en koude. Er is echter ook een bron van energie aanwezig die als lokaal en gebiedseigen kan worden bestempeld. Namelijk de Nieuwe Meer, welke kan fungeren als bron van koude voor het gebied.

Uit de Nieuwe Meer wordt op dit moment al koude gewonnen voor bedrijven aan de Zuidas in Amsterdam. Een koude winsysteem is dus al aanwezig en kan worden uitgebreid. Om dit efficiënt te doen zullen functies met een hoge koudevraag zich bij voorkeur moeten vestigen aan de zuidoostkant van het gebied. Dit omdat een dergelijke toepassing het best rendeert bij een clustering van functies met een hoge koudevraag. Op deze manier kan de bron op een relatief eenvoudige manier worden benut.

In Nieuw West lijkt dit het geval te zijn. Met een groot aantal functies in het zuidoosten van het deelgebied voldoet het aan de voorwaarden voor het toepassen van een koudesysteem waarbij de Nieuwe Meer als bron kan worden gebruikt. Vooral de datacentra die aanwezig zijn in deze hoek van het gebied zijn bij uitstek geschikt om deze bron te benutten.

Door gebruik te maken van de Nieuwe Meer als koudebron kan een eerste stap gezet worden naar een integrale en gebiedsgerichte aanpak.

Gebruiken van grote openbare ruimten en infrastructuur ten behoeve van wind- en zonne-energie: zonnepanelen op geluidschermen langs rijksweg A4 en spoorlijn Amsterdam-Schiphol

Wanneer in een gebied grote infrastructuurlijnen of openbare ruimte aanwezig zijn kunnen deze worden gebruikt voor het toepassen van wind- en zonne-energie. In Nieuw West liggen op dit punt alleen kansen voor zonne-energie. Dit omdat door hoogtebeperkingen van de luchthaven Schiphol geen windmolens kunnen worden geplaatst in het gebied.

Door het gebied loopt de rijksweg A4 en de spoorlijn Amsterdam-Schiphol. Deze grote infrastructuurlijnen lenen zich uitstekend voor het toepassen van zonnepanelen op geluidschermen. De rijksweg A4 lijkt hiervoor het meest geschikt. Deze weg loopt van oost naar west en zonnepanelen kunnen derhalve eenvoudig op het zuiden worden georiënteerd. Maar ook de spoorlijn, die van noord naar zuid loopt, kan worden gebruikt voor het toepassen van zonnepanelen. Hier dient bij de constructie wel rekening gehouden te worden met een afwijkende oriëntatie van de zonnepanelen ten opzichte van een geluidscherm.

Door energie op te wekken langs deze onveranderlijke elementen van het stedelijk weefsel van Nieuw West worden de kansen van deze elementen ten volste benut. Ook onderstreept het een van de kenmerken van de derde generatie energielandschappen, namelijk de zichtbaarheid van de nieuwe energiesystemen.

De ziekenhuizen in Nieuw West zijn een potentiële bron voor hoge temperatuur restwarmte.

In het deelgebied Nieuw West is een cluster van ziekenhuizen aanwezig. Deze ziekenhuizen zijn mede verantwoordelijk voor het hoge

energieverbruik in het gebied. Hierdoor kan door toedoen van deze functies de energiebalans in het gebied de verkeerde kant op kantelen. Verplaatsen of zelfs verwijderen van deze functies is echter geen optie. De functies zijn dermate belangrijk voor het gebied dat ze hun plaats zullen behouden. Derhalve zal moeten worden ingezet op de kracht van de ziekenhuizen.

Omdat ziekenhuizen een eigen energiecentrale hebben ligt hier een mogelijkheid voor het deelgebied. Deze energiecentrale produceert namelijk restwarmte van een dusdanig hoge temperatuur dat het direct op het stadswarmtenet kan worden aangesloten. Het kan dus voorzien in de vraag naar warm tapwater van woningen. De huidige centrales bij ziekenhuizen zijn echter nog gasgestookt, hierdoor kunnen ze niet als volledig duurzaam worden bestempeld. Omdat ziekenhuizen te allen tijde voorzien moeten kunnen worden van energie, zal een dergelijke centrale altijd bij een ziekenhuis gevestigd zijn. In de toekomst kunnen de centrales wellicht vervangen worden door biomassacentrales zodat er op een duurzame manier kan worden voorzien in de energie van ziekenhuizen en ook de restwarmte die ook vrij komt bij deze vorm van opwekken benut kan blijven worden.

Omdat de restwarmte van ziekenhuizen van een dermate hoge temperatuur is dat het, wanneer men efficiënt gebruik wil maken van deze warmte, alleen toegepast dient te worden voor warm tapwater in woningen. Daarom zullen woningen in de toekomst voorzien moeten worden van een gescheiden systeem voor warm tapwater. Op deze manier wordt de energie die vrijkomt bij de ziekenhuizen op een zo efficiënt mogelijke manier gebruikt.

Mixen van functies die tezamen een gelijke koude- en warmtevraag hebben ten behoeve van het effectief toepassen van WKO

In Nieuw West zijn woonfuncties en andere functies gescheiden van elkaar geprogrammeerd. Hierdoor kan bij het toepassen van WKO-systeem het probleem zich voordoen dat er een onbalans ontstaat tussen de bronnen. In de theorie is aangetoond dat een dergelijke onbalans ervoor zorgt dat het systeem niet optimaal rendeert. Om in de toekomst toch op een efficiënte wijze gebruik te kunnen maken van opslag van warmte en koude in de ondergrond van Nieuw West dienen functies meer verspreid over het gebied plaats te krijgen.

Als voorbeeld op de vlekkenkaart is de bebouwing langs De Alpen genomen. Deze bebouwing bevindt zich centraal tussen verschillende woongebieden. Door in deze bebouwing functies te plaatsen met een hoge koudevraag kunnen deze een warmtebron van een grootschalig WKO-systeem aanvullen in de zomer.

Het omgekeerde kan ook het geval zijn bij functies die moeilijk te verplaatsen zijn. De datacentra in het oosten van het gebied zijn hier een voorbeeld van. In de omgeving van deze functies zal een verdichting van woonfuncties kunnen plaatshebben. Op deze manier wordt ook de energetische waarde van de datacentra benut. Deze functies hebben namelijk een hoge koudevraag, wat neerkomt op een hoge restwarmte. Hierdoor zijn zij bij uitstek geschikt om WKO-bronnen in de zomer te gebruiken voor koeling en deze in dezelfde periode aan te vullen met restwarmte. Deze restwarmte kan vervolgens gebruikt worden door een groot aantal woningen in de nabijheid van de datacentra.

In beide gevallen is het belangrijk dat functies zich in de toekomst gaan mengen om een goed werkend systeem van warmte en koude uitwisseling te kunnen realiseren tussen deze verschillende functies. Op deze manier zorgt het plaatsen van functies, binnen het stedelijk weefsel van Nieuw West, ervoor dat er invloed uitgeoefend wordt op de benutting van de potentie voor het toepassen van een WKO-systeem.

Strategische toepassing van hoogbouw

Door in Nieuw West op strategische plekken hoogbouw toe te passen kunnen drie verschillende doelen worden nagestreefd. Allereerst zorgt hoogbouw voor relatief meer woningen per hectare dan nu het geval is in Nieuw West. Op deze manier kan er meer groen worden gerealiseerd in het gebied en wordt de bebouwing compacter. Daarnaast kan goed geplaatste hoogbouw in de winter ook wind tegenhouden uit het noordoosten. Op deze manier zal deze koude wind niet in het gebied terecht komen. Deze manieren van het toepassen van hoogbouw zorgen beide voor een nivellering van de omgevingstemperatuur binnen het stedelijk weefsel, wat de thermische energievraag doet verminderen. Hiernaast lenen hoge gebouwen zich ook om kleine windturbines toe te passen voor het opwekken van energie. Op deze manier kan er alsnog gebruik worden gemaakt van de wind als energiebron. Door hoogtebeperkingen van de luchthaven Schiphol is het plaatsen van grote windmolens in het gebied namelijk niet mogelijk.

In het deelgebied Nieuw West zal deze hoogbouw gesitueerd kunnen worden langs de noordkant van het deelgebied. Dit omdat langs deze lijn ook een fysieke scheiding aanwezig is tussen de omliggende woonwijken. Hierdoor zal hoogbouw aan deze zijde van het plangebied niet

conflicteren met bijvoorbeeld het toepassen van zonnepanelen in noordelijk gelegen wijken.

Doormiddel van een strategische toepassing van hoogbouw kan derhalve invloed worden uitgeoefend op de energievraag en de potentie voor het opwekken van energie. Het stedelijk weefsel heeft bij deze richtlijn dus invloed op beide andere onderdelen van de driepoot van energetische planvorming.

Bebouwing voorzien van lage temperatuur verwarmingssystemen

Wanneer men in het deelgebied Nieuw West op een efficiënte manier met de beschikbare potenties voor thermische energie om wil gaan zal men de bebouwing moeten voorzien van lage temperatuur verwarmingssystemen. Met dit type systemen worden gebouwen niet meer verwarmd door middel van gas of stadswarmte, maar bevinden zich in de muren en vloeren van de bebouwing leidingen die water van een lagere temperatuur doorvoeren. Op deze manier kunnen gebouwen worden verwarmd met de temperatuur die daarvoor het meest geschikt is.

Gezien het gasverbruik in Nieuw West kan men er vanuit gaan dat dit type verwarmingssystemen nog niet worden toegepast. In de toekomst zal dit echter wel het geval moeten zijn. Nieuwe bebouwing zal derhalve te allen tijde moeten worden voorzien van dit systeem. Maar ook bebouwing die voldoet aan andere stedenbouwkundige voorwaarden voor het opwekken, uitwisselen of opslaan van energie zal moeten worden aangepast.

Omdat de veranderingen bij deze richtlijn binnen de bebouwing plaatsvindt zal het niet direct zichtbaar zijn in de gebouwde omgeving.

Maar het is wel een ingreep in het stedelijk weefsel die zowel op invloed heeft op de energievraag als op de mogelijkheid om potenties voor duurzame warmte toe te kunnen passen.

Compacte bebouwing

In Nieuw West zijn relatief veel eengezinswoningen aanwezig. Dit type woningen heeft een hoog oppervlak aan daken en muren ten opzichte van het vloeroppervlak. Dit betekent dat deze bebouwing een groot potentieel verliesoppervlak heeft, wat zorgt voor een hoge warmtevraag.

Door in de toekomst compactere bouwvormen te gebruiken in het gebied zal een kleiner verliesoppervlak ontstaan en zal de vraag naar warmte dalen. Compact bouwen resulteert hiernaast ook in een groter oppervlak aan openbare ruimte. In deze openbare ruimte kan men groen plaatsen om de omgevingstemperatuur te beïnvloeden.

Met compact bouwen wordt met het stedelijk weefsel invloed uitgeoefend op de energievraag van de bebouwing.

Strategische positionering bebouwing ten opzichte van de zon

De bebouwing van Nieuw West bevindt zich op een bestaande stadsplattegrond en is vaak in lijn met dit patroon gesitueerd. Hierdoor is op sommige plekken de situatie ontstaan waarin bebouwing zich niet optimaal oriënteert ten opzichte van de zon als energiebron. Met name in de wijk Nieuw Sloten is dit geval. Hier is het patroon vaak noord zuid georiënteerd, waardoor de bebouwing vaak op het westen of oosten is gericht. In dit geval kan er dus niet optimaal gebruik worden gemaakt van de zon als energiebron.

In de wijk De Aker is dit anders. Hier heeft de stadsplattegrond vorm gekregen door het ontginningspatroon van de vroegere Middelveldsche Akerpolder. Hierdoor is veel bebouwing in deze wijk op het zuidwesten georiënteerd. Maar ook in deze wijk zijn sommige gebouwen nog niet optimaal gepositioneerd ten opzichte van de zon.

In de toekomst zal men deze bebouwing, en met name zijn oriëntatie, moeten heroverwegen. Omdat de stadsplattegrond erg duurzaam is en dus onveranderlijk zal men ervoor moeten kiezen om hiermee te breken indien noodzakelijk. Op deze manier kan een situatie ontstaan zoals in EVA-Lanxmeer, waar bebouwing niet evenwijdig aan het stratenpatroon is georiënteerd.

Naast oriëntatie van de bebouwing is ook de onderlinge afstand in relatie met de bouwhoogte belangrijk. Wil men in de toekomst hogere gebouwen plaatsen in het gebied, wat door compact bouwen als wenselijk kan worden gezien, dient men er rekening mee te houden dat deze gebouwen in de winter niet zorgen voor schaduwwerking op andere gebouwen. In de winter wil men namelijk gebruik kunnen maken van de zon voor opwarming van gebouwen. Op deze manier kan de thermische energievraag worden beïnvloed.

Met het toepassen van deze richtlijn in Nieuw West kan men door het aanpassen van het stedelijk weefsel invloed uitoefenen op het benutten van de potentie voor het opwekken van elektriciteit door middel van zonnepanelen. Daarnaast kan men met eenzelfde maatregel de thermische energievraag van de bebouwing doen verminderen. Het stedelijk weefsel zal hiermee dus invloed uitoefenen op beide andere onderdelen van de energetische driepoot.

Ruimte voor groen en water

Het deelgebied Nieuw West kenmerkt zich op dit moment niet als groen gebied. Dit zorgt ervoor dat warmte in de zomer niet kan worden opgenomen door het groen en luchtstromen niet afgekoeld worden. Ook kan in de winter de warmte minder goed vastgehouden worden. Om een natuurlijke regulering van de omgevingswarmte te creëren, om daarmee een constantere gemiddelde temperatuur te waarborgen, is de aanwezigheid van veel groen en water een noodzaak. In Nieuw West zal het hierbij gaan om het vervangen van niet groene elementen in de openbare ruimte met groen en water. Daarnaast zal door nieuwe compacte gebouwvormen ook meer ruimte ontstaan voor groenvoorzieningen.

Door het toepassen van deze richtlijn kan men door het gebruik van de openbare ruimte invloed uitoefenen op de energievraag van het deelgebied.

Pre-AUP gebieden blijven intact

In Nieuw West zijn een aantal gebieden die als cultuurhistorisch waardevol worden beschouwd. Het gaat hier om het dorp Sloten en de diverse historische lintwegen in het gebied. De bebouwing en de structuur van deze gebieden zal in de toekomst intact gehouden dienen te worden. Men kan in deze gebieden dus geen ingrepen doen wanneer ze niet aan de stedenbouwkundige voorwaarden voor het opwekken, uitwisselen en opslaan van energie voldoen.

Echter, in de toekomst kan de bebouwing wellicht wel worden verduurzaamd door middel van het toepassen van duurzame verwarmingssystemen en andere energiebesparende maatregelen.

7 Bibliografie

Ackermans, G. (2010, december 15). *Wageningen UR gaat voor de wind*. Opgeroepen op juli 22, 2013, van Resource: http://resource.wur.nl/organisatie/detail/wageningen_ur_gaat_voor_de_wind/

AEA. (2012 a). *Climate impact of potential shale gas production in the EU*. Harwell (ENG): AEA.

AEA. (2012 b). *Support to the identification of potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe*. Harwell (ENG): AEA.

Agentschap NL. (2010). *Centraal stellen van duurzame energieambities in het gebiedsontwikkelingsproces*. Utrecht: Agentschap NL.

Agentschap NL. (2010). *Leidraad Zonnestroomprojecten*. Utrecht: Agentschap NL.

AgentschapNL. (2013, januari 1). *Databank*. Opgeroepen op juli 26, 2013, van [Databank Senternovem: http://senternovem.databank.nl/quickstep/QsBasic.aspx?cat_open=utiliteitsbouw](http://senternovem.databank.nl/quickstep/QsBasic.aspx?cat_open=utiliteitsbouw)

Amsterdam Smart City. (2013, Mei 10). *Nieuw West*. Opgeroepen op Mei 10, 2013, van [Amsterdam Smart City: http://amsterdamsmartcity.com/projects/area/label/Nieuw%20West](http://amsterdamsmartcity.com/projects/area/label/Nieuw%20West)

Bakker, C. (2013, juli 16). *Stad van de Zon*. Opgeroepen op juli 16, 2013, van ceesbakker: <http://www.ceesbakker.nl/home.php?ID=7>

Berendsen, H. (2008). *Landschappelijk Nederland*. Utrecht: Perspectief.

Bertani, R. (2010). *Geothermal Power Generation in the World*. Rome (Italië): Enel Green Power.

Beukers, & Scholma. De ondergrond heeft vele functies. *Plan Amsterdam: Ondergrond van Amsterdam; Complex en waardevol*. Beukers Scholma, Amsterdam.

CE Delft. (2003). *Energie en gedrag in de woning*. Delft: CE Delft.

De Urbanisten. (2012, Januari 2001). *Watersquare Benthemplein*. Opgeroepen op juli 18, 2013, van De Urbanisten: <http://www.urbanisten.nl/wp/?portfolio=waterplein-benthemplein>

DRO Gemeente Amsterdam. (2011). *Leidraad Energetische Stedenbouw*. Amsterdam: Gemeente Amsterdam.

Droege, P. (2008). *Urban Energy transition, From Fossil Fuels to Renewable Power*. Oxford: Elsevier.

Dubbeldam, F., & Souwer, J. (2012). Trends en ontwikkelingen: Steeds vaker de diepte in. *Plan Amsterdam*, 14 - 21.

Gemeente Amsterdam. (2007). *Cultuurhistorische Verkenning dorpskern Sloten en omgeving Osdorperweg*. Bureau Monumenten & Archeologie. Amsterdam: Gemeente Amsterdam.

Gemeente Amsterdam. (2011). *Leidraad Energetische Stedenbouw, versie 1.0*. Dienst Ruimtelijke Ordening. Amsterdam: Gemeente Amsterdam.

Gemeente Amsterdam. (2011). *Stadskoude is hot*. Programmabureau Klimaat & Energie. Amsterdam: Gemeente Amsterdam.

Gemeente Amsterdam. (2012). *Windvisie*. Dienst Ruimtelijke Ordening. Amsterdam: Gemeente Amsterdam.

Gemeente Amsterdam. (2013). *Zonvisie Amsterdam*. Dienst Ruimtelijke Ordening. Amsterdam: Gemeente Amsterdam.

Geodan IT b.v. (2005). *Windkaart van Nederland 1.0*. 's Hertogenbosch: Geodan IT.

GEOELEC. (2013, januari 1). *About Geothermal Electricity*. Opgeroepen op juli 23, 2013, van GEOELEC: <http://www.geoelec.eu/about-geothermal-electricity/>

Geotherm Energy Systems B.V. (sd). *Warmte- koude opslag doublet; Warmte- koude opslag monobron*. Opgeroepen op Juni 3, 2013, van Geotherm Energy Systems: <http://www.geotherm.nl/producten/wko-doublet/>; <http://www.geotherm.nl/producten/warmte-koude-opslag-monobron/>

Green & Durable Energy. (2013, juli 8). *Windmolens*. Opgeroepen op juli 8, 2013, van Green & Durable Energy: <http://www.gd-energy.be/vlaanderen/windmolens>

Greenvis. (2011, januari 1). *Stadskoude*. Opgeroepen op juli 22, 2013, van Greenvis energt solutions: <http://www.greenvis.nl/stadskoude.php>

H+N+S Landschapsarchitecten. (2008; Eigen bewerking). *Kleine Energieatlas*. Utrecht: H+N+S.

H+N+S Landschapsarchitecten. (2008). *Kleine Energieatlas: Ruimtebeslag van elektriciteitsopwekking*. Utrecht: H+N+S.

Heeling, J., Meyer, H., & Westrik, J. (2002). *Het ontwerp van de stadsplattegrond*. Amsterdam: Uitgeverij SUN.

HiminZED. (2011). *Canopies in public spaces*. Opgeroepen op juli 2, 2013, van HiminZED: <http://www.himinzed.com/canopies.html>

iAmsterdam. (2011, november 1). *De gouden eeuw & de gouden bocht. Amsterdam 2013*, p. 8.

InfoMil. (2013, juli 19). *Bestemmingsplan*. Opgeroepen op juli 19, 2013, van Kenniscentrum InfoMil: <http://www.infomil.nl/onderwerpen/ruimte/handreiking/functies/fnc-eng/fnc-eng-bestemming>

Inhabitat. (2012, november 2012). *British cooperative launches world's largest community-owned solar park*. Opgehaald van Inhabitat: <http://inhabitat.com/british-cooperative-launches-worlds-largest-community-owned-solar-park/>

Internationaal natuurpark veenland. (2013, juli 8). *Turfwinning*. Opgeroepen op juli 8, 2013, van Veen is onze natuur: <http://www.natuurpark-moor.eu/nl/natuurpark/natuurparkentdecken/charakter/torfabbau/>;

Jetson Green. (2008, september 24). *Off-Grid and Carbon Free in Samsø*. Opgeroepen op juli 31, 2013, van Jetson Green: <http://www.jetsongreen.com/2008/09/sams-gaining-re.html>

Kropf, K. (2005). The handling characteristics of urban form. *Urban Design* , 17-18.

Leduc, W. (2011). Planning 0-Energy Cities Using Local Energy Sources. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development* , 219-227.

Levy, A. (1999). Urban morphology and the problem of the modern urban fabric: some questions for research. *Urban Morphology* , 79-84.

Liander, Enexis, Stedin. (2013, Mei 15). *Energie in beeld Amsterdam*. Opgeroepen op Mei 15, 2013, van Energie in beeld: <http://energieinbeeld.nl/log-in-voor-uw-energie-in-beeld>

Lowtech Magazine. (2009, mei 10). *Bijna 40 kleine windturbines getest*. Opgehaald van Lowtech Magazin: <http://www.lowtechmagazine.be/2009/05/testresultaten-kleine-windturbines.html>

Massachusetts & Tsinghua University. (2010). *Designing clean energy cities; New approaches to urban design and energy performance*. Massachusetts: SAP Press.

Milieu centraal. (2013, januari 1). *Kleine windmolens*. Opgehaald van milieucentraal: <http://www.milieucentraal.nl/themas/bronnen-van-energie/duurzame-energiebronnen/windenergie/kleine-windmolens>

Ministerie van VROM. (2010). *Energiegedrag in de woning*. Wonen, Wijken en Integratie. Den Haag: Ministerie VROM.

Ministerie van VROM. (2006). *Kernpublicatie WoON Energie 2006*. Den Haag: VROM.

Ministerie van VROM. (2006). *Kernpublicatie WoON Energie 2006*. Den Haag: Ministerie van VROM.

Mosterd, R. (2011, 12 7). *Windmolen op dak Hogeschool Utrecht*. Opgeroepen op Juli 2, 2013, van De Nieuwe Utrechter: <http://dnu.nu/artikel/5611-windmolen-op-dak-hogeschool-utrecht>

Noorman, K. J., & de Roo, G. (2011). *Energielandschappen, de 3de generatie*. Assen: OROGPM.

Novem. (2000). *De zon in stedenbouw en architectuur*. Utrecht: Novem.

Nuon. (2008, mei 16). *Nuon gaat Atlas Arena Amsterdam op duurzame wijze koelen*. Opgeroepen op juli 22, 2013, van Nuon: <http://www.nuon.com/nl/pers/persberichten/20080516/>

NWEA. (2009). *Visiedocument mini windturbines*. Utrecht: NWEA.

Oostereiland. (2010, december 13). *Duurzame verwarming en koeling in oude gevangenis*. Opgeroepen op juli 23, 2013, van Oostereiland: http://www.oostereiland.nl/nw-24657-7-3293177/nieuws/duurzame_verwarming_en_koeling_in_oude_gevangenis.html?page=9

Platform Geothermie. (2013, januari 1). *Elektriciteit*. Opgeroepen op juli 23, 2013, van Platform Geothermie: <http://geothermie.nl/geothermie/markten/elektriciteit/>

Prinses Amaliawindpark. (2013, januari 1). *Projectgegevens*. Opgeroepen op juli 22, 2013, van Prinses Amaliawindpark: <http://www.prinsesamaliawindpark.eu/nl/windpark.asp>

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. (2013, juli 8). *De top 100 met foto's*. Opgeroepen op juli 8, 2013, van Erfgoedoverzicht monumenten: <http://www.cultureelerfgoed.nl/top-100-met-fotos#Techniek>

Rijkswaterstaat. (2013, juli 8). *Energie Boorplatform Noordzee luchtfoto ID312627*. Opgeroepen op juli 8, 2013, van Beeldbank Rijkswaterstaat: <https://beeldbank.rws.nl/MediaObject/Details/312627>;

RIVM. (2003). *Energie is Ruimte*. Rotterdam: NAI Uitgevers.

Rotterdam Climate Initiative. (2009). *REAP Rotterdamse EnergieAanpak en -Planning*. Rotterdam: Rotterdam Climate Initiative.

Simons, W. (2013, april 16). *"Schaliegas maakt VS energie-onafhankelijk"*. Opgeroepen op juli 8, 2013, van energiebusiness: <http://www.energiebusiness.nl/2013/04/16/schaliegas-maakt-vs-energie-onafhankelijk-video/>

Sinne Technyk. (2013, juli 8). *Collectieve inkoop zonnepanelen*. Opgeroepen op juli 8, 2013, van Sinne Technyk: <http://sinneteknyk.nl/pages/collectief-zonnepanelen-kopen.php>

Stadsdeel Nieuw West. (2013). *Nota Cultuurhistorie Amsterdam Nieuw West*. Amsterdam: Stadsdeel Nieuw West.

TNO. (2012). *De stedelijke hitte-eilanden van Nederland in kaart gebracht met satellietbeelden*. Utrecht: TNO.

TNO. (2013, januari 1). *Wat is aardwarmte?* Opgeroepen op juli 23, 2013, van ThermoGIS: http://www.thermogis.nl/algemene_info.html

TU Delft. (2012, december 10). *Kengetallen Energie*. Delft, Zuid Holland, Nederland.

Urban Tissue: the representation of the Urban Energy Potential2008Conference on Passive and Low Energy ArchitectureDublinPLEA

van Agtmaal, P. (2013). *Maakbaar Nieuw-West. Plan Amsterdam*, 4-13.

van Venrooy. (2011, januari 1). *Windenergie ~ windmolen op het dak*. Opgeroepen op juli 2, 2013, van van Venrooy dakbedekking: <http://www.vanvenrooy.nl/Default.aspx?id=18606>

VVV. (2013, juli 8). *Slagenlandschap, Raamsdonk*. Opgeroepen op juli 8, 2013, van Brabant ana de Biesbosch: <http://www.poiserver.nl/biesbosch/detail/2226>

Wageningen UR. (2013, januari 1). *Duurzaamheid*. Opgeroepen op juli 22, 2013, van Wageningen UR: <http://www.wageningenur.nl/nl/Over-Wageningen-UR/Duurzaamheid.htm>

Waternet. (2013). *Berekening WKO-capaciteit ondergrond Amsterdam*. Amsterdam: Waternet.

Wikipedia. (2013, juni 26). *Geschiedenis van Amsterdam*. Opgeroepen op juli 16, 2013, van Wikipedia: http://nl.wikipedia.org/wiki/Geschiedenis_van_Amsterdam

wordlessTech. (2011, maart 25). *Self-sufficient city of the future for China*. Opgeroepen op juli 31, 2013, van wordlessTech.

WWF. (2012). *Living Planet Report*. Gland, Zwitserland: WWF International.

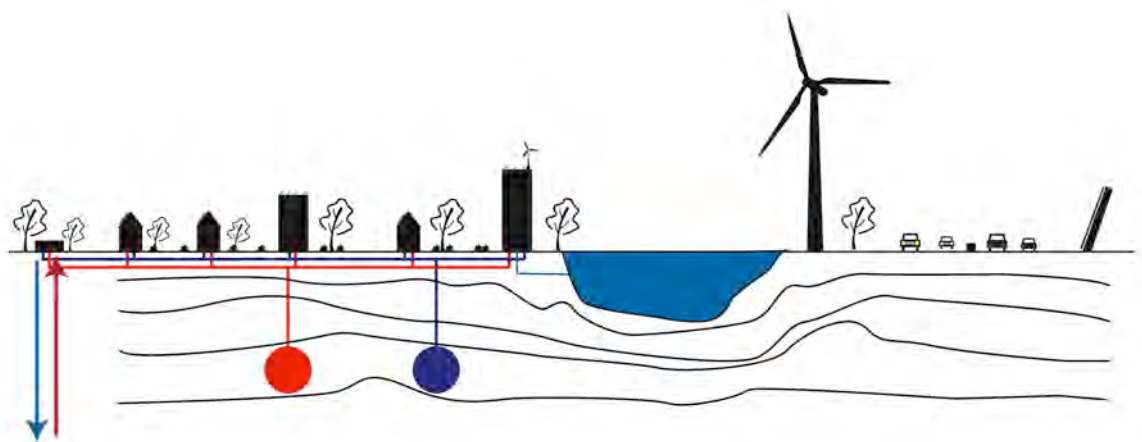
Yanovshtchinsky, V., Huijbers, K., & van den Dobbelsteen, A. (2012). *Architectuur als klimaatmachine*. Amsterdam: SUN.

Yanovshtchinsky, V., Huijbers, K., & van den Dobbelsteen, A. (2012). *Architectuur als klimaatmachine*. Amsterdam: SUN.

Zonnefabriek. (2013, januari 1). *Informatiepagina schaduw*. Opgehaald van Zonnefabriek: <http://www.zonnefabriek.nl/schaduwen.html>

ENERGIELANDSCHAPPEN IN AMSTERDAM

BIJLAGE 1: INVENTARISTIE VAN NIEUW WEST, ZUIDOOST EN IJBURG



Uitleg Bijlage

Deze bijlage omvat een algehele inventarisatie van de gebieden Nieuw West, Zuidoost en IJburg op het gebied van de kenmerken van het stedelijk weefsel, de huidige methoden van duurzame energieopwekking die in de gebieden worden toegepast, de potenties voor duurzame energie die in het gebied aanwezig zijn en het energieverbruik.

Daarnaast zijn een aantal voorbeeldprojecten meegenomen die gebruikt kunnen worden als referenties. Per project is een korte omschrijving toegevoegd. Deze projecten zijn voorbeelden van hoe op dit moment met duurzame energie wordt omgegaan

Deze informatie dient als naslagwerk voor stellingen die worden ingenomen in het afstudeeronderzoek “Energielandschappen in Amsterdam, een transitie naar de derde generatie in Nieuw West. Alle kaarten met een blauwe bovenbalk komen uit eigen werk, overige afbeeldingen zijn genummerd en voorzien van de betreffende bron.

Inhoudsopgave

1	Gebiedsinventarisatie.....	4
1.1	Algemene gebiedsomschrijving.....	4
1.1.1	Nieuw West	4
1.1.2	IJburg	4
1.1.3	Zuidoost.....	4
1.2	Infrastructuur	5
1.2.1	Nieuw West	5
1.2.2	IJburg	7
1.2.3	Zuidoost.....	8
1.3	Openbare ruimte	9
1.3.1	Nieuw West	9
1.3.2	Zuidoost.....	10
1.3.3	IJburg	11
1.4	Bebouwingsdichtheid	12
1.4.1	Nieuw West	13
1.4.2	Zuidoost.....	14
1.4.3	IJburg	15
1.5	Gebruikersfuncties	16
1.5.1	Nieuw West	16
1.5.2	Zuidoost.....	17
1.5.3	IJburg	18
1.6	Bebouwingstypologie	19
1.6.1	Nieuw West	19
1.6.2	Zuidoost.....	21
1.6.3	IJburg	23
2	Huidige methoden van duurzame energieopwekking	25
2.1	Zonne-energie	25
2.2	WKO	27
2.3	Smartgrid.....	28
2.4	Stadswarmte	28
2.5	Wind	30
3	Potenties	31
3.1	Restwarmte	31

3.1.1	Datacentra	31
3.1.2	Kantoren	32
3.1.3	Supermarkten	32
3.1.4	Scholen en Universiteiten.....	32
3.1.5	Ziekenhuizen	32
3.2	Stadswarmte	36
3.3	Windpotentie	38
3.4	Warmte- en Koudeopslag.....	40
3.5	Zon.....	42
3.6	Geothermie	43
4	Huidig energieverbruik	44
4.1	Energieverbruik	44
4.1.1	Nieuw West	44
4.1.2	Zuidoost.....	46
4.1.3	IJburg	47
5	Casestudies.....	48
5.1	Datacenter Science Park, Amsterdam	48
5.2	EVA-Lanxmeer, Culemborg.....	48
5.3	Erasmusveld-Leywegzone, Den Haag	49
5.4	Stad van de Zon, Heerhugowaard	49
5.5	Mijnwater energie, Heerlen	50
5.6	Merwe-VierHavens, Stadshavens, Rotterdam	51
6	Bibliografie	52

1 Gebiedsinventarisatie

1.1 Algemene gebiedsomschrijving

1.1.1 Nieuw West

In het deelgebied Nieuw West wonen in totaal 35.000 mensen. Het is een modale Amsterdamse wijk met een mix van grote en kleine bedrijfsruimten, particuliere/sociale huur, koopwoningen. In het gebied is het eerste intelligente elektriciteitsnet van Nederland aanwezig. Door de aanwezigheid hiervan is het gemakkelijker om zelf opgewekte energie terug te leveren aan het net. Ook krijgen gebruikers meer inzicht in hun verbruik. Het deelgebied heeft een relatief hoog energieverbruik. Deze aspecten zorgen ervoor dat het gebied kansen heeft om de energiehuishouding te verduurzamen. Op deze kansen zal dit onderzoek ingaan.

1.1.2 IJburg

IJburg is de jongste wijk van Amsterdam en heeft 15.500 inwoners. Het heeft de hoogste bebouwingsdichtheid van Nederland. IJburg is ontwikkeld met een relatief hoog aantal woningen dat geschikt is voor jonge gezinnen en is daarom erg jong in haar bevolking. Onder deze bevolking is een groot bewustzijn en zij hebben zelf aangegeven in te willen zetten op duurzame energie. Door dit soort bewonersinitiatieven kan de gemeente verzekerd zijn van voldoende draagvlak onder de bevolking wanneer zij haar energiehuishouding binnen deze wijk wil verduurzamen.

1.1.3 Zuidoost

Het deelgebied Zuidoost telt ruim 86.000 inwoners en het kan worden onderverdeeld in drie verschillende gebieden. Ten oosten van de spoorlijn Amsterdam – Utrecht ligt een woon en winkelgebied met een divers aanbod aan woningen en detailhandel. Ten westen van de spoorlijn ligt een uitgaans- en evenementengebied. De Amsterdam Arena, de Heineken Music Hall, de Ziggo Dome en de Pathé Arena zorgen voor een grote stroom aan reizigers die het gebied bezoeken. Verder is er een strook van grote bedrijfspanden, datacenters en het AMC-ziekenhuis. Een deel van deze grote panden staat leeg en biedt mogelijkheden voor transformatie.

Door de aanwezigheid van al deze factoren heeft Zuidoost een groot potentieel bereik en leent het zich bij uitstek voor het opzetten van energieprojecten. De gemeente Amsterdam heeft, samen met andere partijen, al een project lopen in het gebied, namelijk Energiek Zuidoost. Het doel van dit project is om samen met lokale bedrijven, woningbouwcorporaties en bewoners projecten te maken die leiden tot energiebesparing.

1.2 Infrastructuur

De infrastructuur van een gebied is vaak een onveranderlijke factor wanneer het gaat om de ligging hiervan. Daarom is het een belangrijk aspect van het stedelijk weefsel. Buiten de lijnen waarop zich de infrastructuur bevindt kunnen zich allerlei anderen aspecten bevinden die steeds weer van kenmerk kunnen veranderen. De infrastructuur echter verandert niet snel van kenmerk. De lijnen liggen er vaak al vanaf het stedenbouwkundig ontwerp en zijn sindsdien niet meer veranderd. De infrastructuur geeft dan ook vaak de grenzen aan van wat er binnen bestaand stedelijk gebied mogelijk is qua ruimtelijke ontwikkeling. (Heeling, Meyer, & Westrik, 2002)

Een aantal andere aspecten van de infrastructuur maakt deze interessant voor dit onderzoek. Zo is de infrastructuur zelf, meer dan bijvoorbeeld bebouwing, telkens aan vernieuwing onderhevig. Wegen worden vernieuwd en andere middelen van transport maken gebruik van de infrastructuur. Vooral bij vernieuwing (bv. opnieuw asfalteren of vernieuwing ondergrondse infrastructuur) van de infrastructuur liggen er kansen voor nieuwe ontwikkelingen op het gebied van energie. Deze ontwikkelingen kunnen namelijk goed samengaan met het inpassen van nieuwe energienetwerken. Ook zijn er tal van innovatieve ideeën die infrastructuur en het opwekken van energie met elkaar koppelen. Zo kunnen bijvoorbeeld infrastructuurlijnen van geluidsschermen worden voorzien waarin zonnepanelen zijn geïmplementeerd, hiervan zijn al enkele voorbeelden langs de A27 bij Utrecht, de A9 bij Amstelveen en langs het spoor bij Helmond (Agentschap NL, 2010). Daarnaast heeft de gemeente Amsterdam grote infrastructuurlijnen aangewezen als kansrijke locaties voor het plaatsen van windturbines (DRO Gemeente Amsterdam, 2012). Deze nieuwe ontwikkelingen zorgen ervoor dat ook de infrastructuur een aspect is van het stedelijk weefsel die ervoor kan zorgen dat er meer mogelijkheden zijn voor het inpassen van duurzame opwekmethoden van energie. Derhalve is de grote infrastructuur van de drie deelgebieden geïnventariseerd. Hieronder vallen ontsluitingswegen, rijkswegen, trein-, tram-, metrolijnen en vaarroutes. Waarbij de laatste voornamelijk geïnventariseerd is om belemmeringen aan te geven. Vooral rond IJburg bevinden zich een aantal vaarroutes die een belemmering op kunnen leveren voor het plaatsen van windturbines op het water.

1.2.1 Nieuw West

De randen ten westen en zuiden van het deelgebied Nieuw West worden gevormd door respectievelijk de ringvaart van de haarlemmermeerpolder, tevens een vaarroute en Rijksweg A4 en de spoorlijn richting Schiphol. Deze spoorlijn is tevens de oostrand van het deelgebied, waar ook metrolijn 50 van Isolatorweg richting Gein loopt.

Het deelgebied wordt ontsloten via de Alpen en de Pieter Calandlaan in het noorden. De Plesmanlaan ontsluit het deelgebied naar de Rijkswegen A9 en A10, de A4 is bereikbaar via de ontsluitingsweg de Anderlechtlaan. Qua openbaar vervoer ontsluiten de tramlijnen 1 en 2 het deelgebied, daarnaast is in het westen de Metrolijn 50 gelegen. Busvervoer vindt plaats op de ontsluitingswegen van het deelgebied die aangegeven staan in de afbeelding.

Uit de afbeelding kan geconstateerd worden dat Nieuw West voor de helft is omringd met grote lijnen van infrastructuur. Deze grote lijnen bieden kansen voor bijvoorbeeld het plaatsen van geluidswallen met zonnepanelen of voor windturbines.

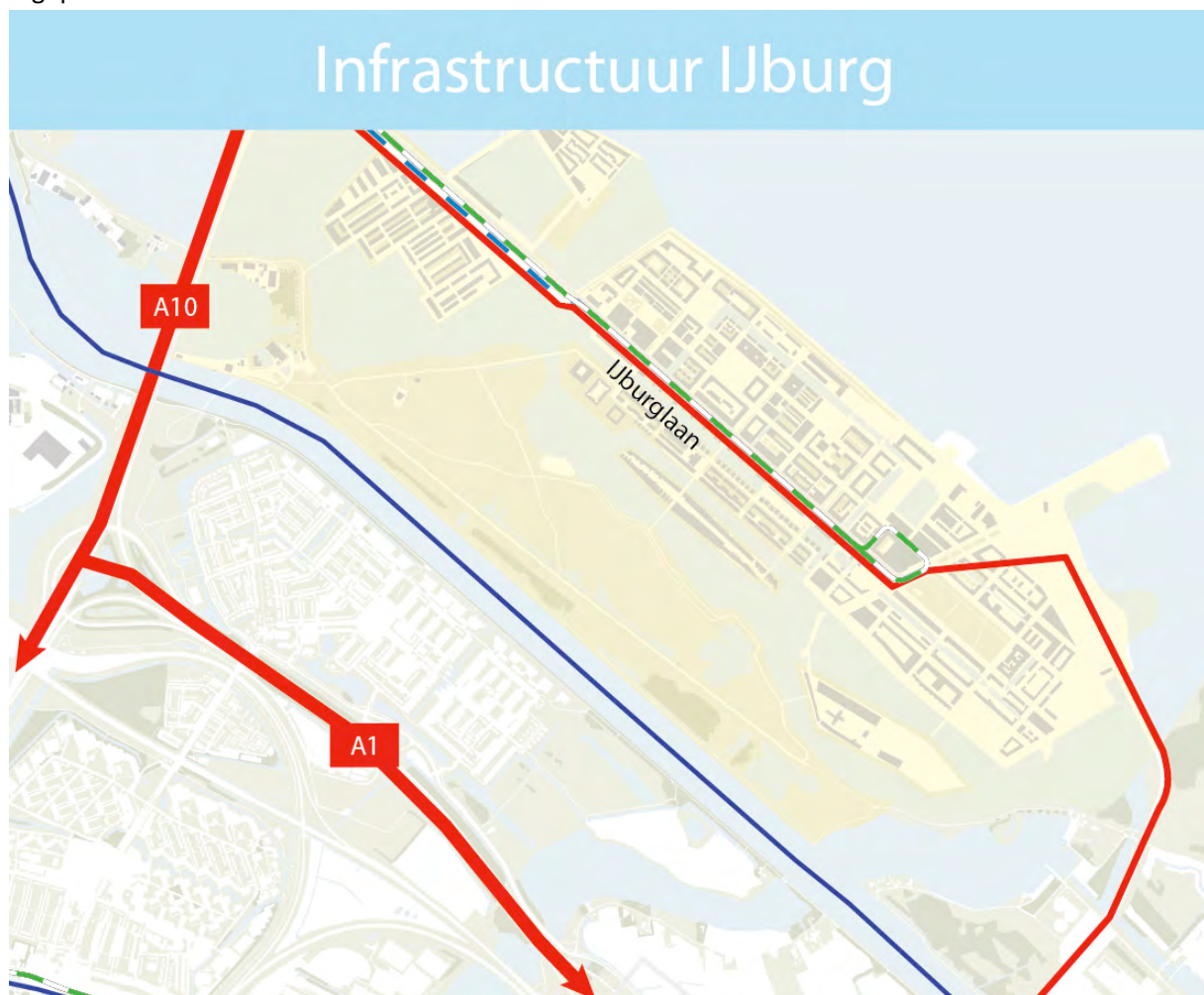
Infrastructuur Nieuw West



1.2.2 IJburg

Door het eiland dat IJburg is zijn de grenzen en ontsluitingen eenvoudig aan te geven. Dwars door het deelgebied loopt de IJburglaan, deze ontsluit het eiland zowel in noordwestelijke, als zuidoostelijke richting. In het noordwesten sluit de IJburglaan aan op de Rijksweg A10. Deze rijksweg is de westelijke grens van het deelgebied. Er loopt tevens een tramverbinding naar IJburg (tram 26) vanaf Amsterdam Centraal Station. Met buslijn 66 ontsluit het deelgebied zich richting Amsterdam Zuidoost.

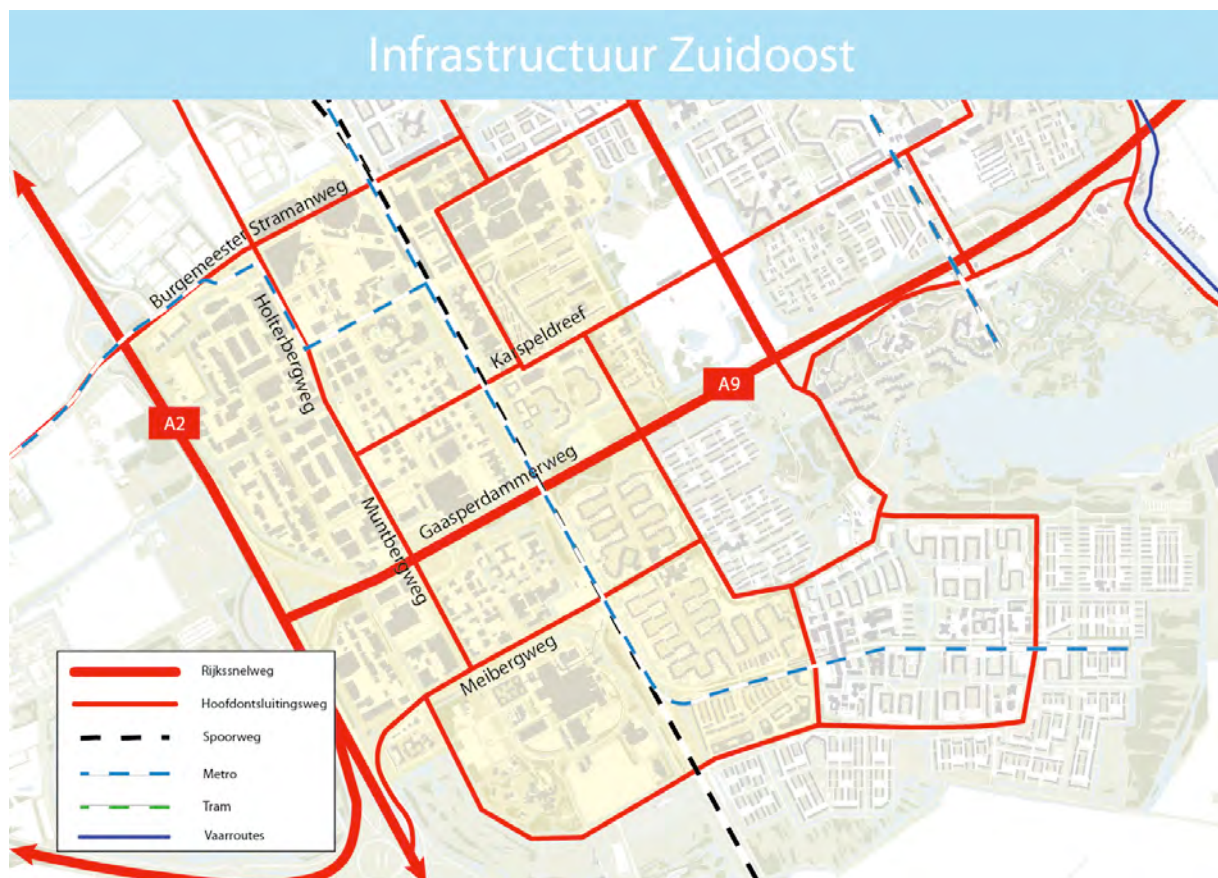
Op basis van het kaartmateriaal kan worden geconcludeerd dat er een aantal kenmerken van de infrastructuur invloed uitoefenen op de potenties voor energieopwekking. Zo is er door het omliggende water veel potentie voor windenergie, welke echter beperkt kan worden door de vaarroutes die hier lopen. Ook de rijkswegen in de buurt van het deelgebied hebben wellicht potentie om zonne-energie op te wekken. Omdat de infrastructuur op IJburg relatief nieuw is zal deze niet snel aan verandering onderhevig worden. Hierdoor zullen nieuwe energiesystemen moeilijk ingepast kunnen worden.



1.2.3 Zuidoost

Deelgebied zuidoost wordt in het westen begrensd door de Rijksweg A2, Rijksweg A9 kruist het deelgebied. Zuidoost is goed bereikbaar zowel per auto als met het openbaar vervoer. Metrolijnen 50 en 54 lopen door het deelgebied, evenals de treinverbinding Amsterdam-Utrecht met Amsterdam Bijlmer–Arena en Amsterdam Holendracht als stations.

Zuidoost kenmerkt zich door haar grote infrastructuurlijnen. Hierdoor heeft het ook veel potenties om langs deze lijnen opwekmethoden toe te passen. IN het geval van de A2 is dit al gebeurd, hierlangs bevindt zich een windturbine. Doordat de snelweg A9 dwars door het deelgebied loopt is dit wellicht een kans voor het plaatsen van een geluidsscherm met zonnepanelen.



1.3 Openbare ruimte

Openbare ruimten zijn vaak plaatsen waar veel ruimte is en bovengrondse vormen van duurzame energieopwekking een plek kunnen krijgen. Ruimte biedt kansen voor ontwikkelingen. Onder openbare ruimte wordt de ruimte verstaan die voor iedereen toegankelijk is. Vanwege dit open karakter, vindt in deze ruimte veel van de dagelijkse activiteiten plaats (Ensie.nl). Met deze definitie van openbare ruimte moeten de volgende kaarten duidelijk worden. De kaarten zijn als volgt opgebouwd. Elke kaart bevat de bouwblokken van het betreffende gebied, deze zijn grijs gemarkeerd zodat tuinen niet ten onrechte tot openbare ruimte worden gerekend. De openbare ruimten zijn als volgt te onderscheiden: wit voor parkeerterreinen en wegen; groen voor groenstroken, speelplaatsen en pleinen; lichtgroen voor volkstuinen en felgroen voor parken. Hierna worden per deelgebied aangegeven wat de verhoudingen zijn wat betreft de openbare ruimte en de bebouwing.

1.3.1 Nieuw West

In Nieuw West zijn de openbare ruimtes en groenvoorzieningen zowel in als rond de wijk te vinden. Aan de zuidkant van het deelgebied bevinden zich volkstuinen en een sportpark. De openbare ruimte binnen het deelgebied omvat voornamelijk speeltuinen, parkeergelegenheden en kleine groenvoorzieningen. Nieuw West heeft door de aanwezigheid van het sportcomplex met daarbij de volkstuinen wellicht de potentie om een grootschaliger duurzame ontwikkeling te krijgen.



1.3.2 Zuidoost

In het geval van Zuidoost is een duidelijke scheiding te zien tussen het deel bedrijvigheid en het deel woongebied in het deelgebied. In het bedrijventerrein zijn geen speelplekken of iets dergelijks te vinden, wel is er tussen de bedrijven in ruimte voor groenstroken. In het woongebied van Zuidoost is daarentegen relatief veel groen. De galerijflats van de Bijlmer zijn omgeven door groengebieden. Het is gebleken dat dit niet per se bijdraagt aan de leefbaarheid van een wijk. Het ontwerp van de functionele stad, de strikte scheiding tussen werken, wonen en recreëren, zorgde ervoor dat er 's avonds spooksteden konden ontstaan.



1.3.3 IJburg

IJburg kent een groot park dat los van het Haveneiland ligt, het Diemerpark. Ten noordwesten van het Diemerpark is het sportpark IJburg gelegen. Op het Haveneiland zijn verschillende kleine parkjes en speelplekken. Deze liggen tussen de bebouwing en doen aan als semiopenbare ruimte. Met name het Diemerpark heeft veel potentie. Het biedt veel ruimte voor zowel grootschalige als kleinschalige duurzame ontwikkelingen.



1.4 Bebouwingsdichtheid

Om de 'rekbaarheid' van een wijk te kunnen onderzoeken is de stedelijke dichtheid bepaald. Dit is de relatie tussen het beschikbare terreinoppervlak en het 'gebouwde programma'. Deze dichtheid zal in dit onderzoek door twee eenheden worden gedefinieerd: GSI en FSI. Deze staan voor Ground Space Index en Floor Space Index, dit zijn respectievelijk het bebouwd oppervlak/oppervlak eiland en het BVO/oppervlak eiland. (Heeling, Meyer, & Westrik, 2002). Doordat het BVO en bebouwd oppervlak zijn bepaald kan ook worden bepaald hoeveel bouwlagen er gemiddeld aanwezig zijn op een eiland. Deze bouwlagen kunnen later als stedenbouwkundige eenheid worden gebruikt wanneer het gaat om het bepalen van een omslagpunt voor het decentraal opwekken van energie op de locatie van de bebouwing.

De GSI is bepaald om aan te kunnen tonen hoeveel oppervlakte van een bepaald gebied al bebouwd is. Door verschillende eilanden als maat te nemen voor het bepalen van deze dichtheid kunnen in een later stadium locaties worden aangewezen waar mogelijkheden zijn voor gebiedsontwikkeling wanneer dit wenselijk is. Dit kan dienen als een richtlijn voor de zogenoemde 'kans locaties'. De FSI zal vooral inzicht geven in de relatie van het gebouwde programma met energieverbruik. Wanneer de FSI hoog is, zal dit betekenen dat het energieverbruik voor een gebied dat ook is. In de volgende onderzoeksfase zal onderzocht worden wat de maximale dichtheid is wanneer men het energieverbruik van een eiland onafhankelijk wil laten zijn van fossiele brandstoffen ten behoeve van de energievoorziening.

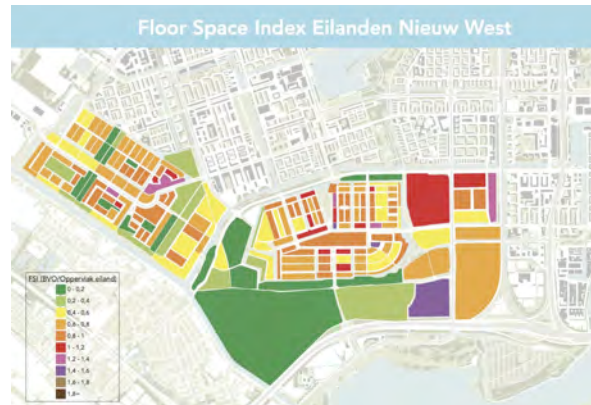
Doordat het BVO en bebouwd oppervlak zijn bepaald kan ook worden bepaald hoeveel bouwlagen er gemiddeld aanwezig zijn op een eiland. Deze bouwlagen kunnen later als stedenbouwkundige eenheid worden gebruikt wanneer het gaat om het bepalen van een omslagpunt voor het decentraal opwekken van energie op de locatie van de bebouwing. Vooral de relatie tussen het geschikt dakoppervlak voor zonnepanelen en het aantal bouwlagen is hierbij van belang. Dit onderdeel zal echter nog niet in de inventarisatie worden opgenomen omdat het erg gebouwspecifiek is. Vooral nog zegt de FSI-waarde voldoende over de invloed van de dichtheid op het energieverbruik.

De GSI en FSI-waarden zijn bepaald op zogeheten eilanden. De eilanden zijn bepaald door hoofdrijbanen en duidelijke barrières zoals water en spoorlijnen als grens aan te houden. De eilanden zijn zo bepaald dat zij ook als zodanig kunnen worden bewerkt. Een ingreep op een eiland zal dus geen directe consequenties hebben voor de gebouwde omgeving daaromheen. Voor alle drie de deelgebieden is de dichtheid op deze twee aspecten onderzocht. De bevindingen van deze inventarisatie worden per deelgebied middels kaarten en beschrijvende tekst

1.4.1 Nieuw West

Nieuw West heeft een gemiddelde GSI-waarde van 0,34, dit houdt in dat ongeveer 30% van dit deelgebied bebouwd terrein is. Wanneer dit wordt vergeleken met het Amsterdams gemiddelde (20%) is dit relatief hoog. Op de kaart is goed te zien dat het deelgebied in het oosten wat dichter bebouwd is dan in het westelijke deel. Dit kan betekenen dat hier minder mogelijkheden liggen voor verdichting en aanpassingen in het stedelijk weefsel. In het zuiden van het deelgebied zijn de GSI-waarden erg laag. Dit komt doordat hier lintbebouwing aanwezig is en enkele sportvelden. In het westelijk deel lijken ook meer groene eilanden aanwezig te zijn. Dit kan duiden op open ruimte die wellicht mogelijkheden kan bieden voor hogere dichtheden.

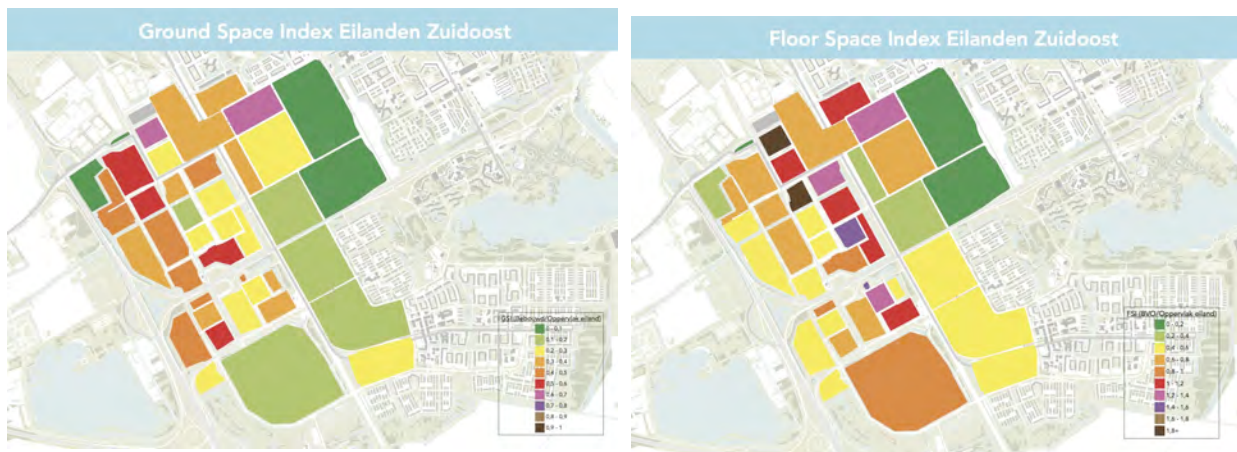
De FSI van Nieuw West is gemiddeld 0,69. Naast het Amsterdams gemiddelde van 0,60 kan dit is als iets hoger dan gemiddeld worden beschouwd. Deze gemiddelde waarde zegt niet veel over de intensiteit van de bebouwing. Hiervoor dient gekeken te worden naar afzonderlijke eilanden. Wanneer dit gedaan wordt is goed te zien dat er enkele uitschieters zijn in dit gebied met een hoogste waarde van ongeveer 1,5. Door het gemiddelde van 0,69 kan de energievraag die deze intensiteit naar alle waarschijnlijkheid wellicht op andere eilanden worden gecompenseerd.



1.4.2 Zuidoost

De gemiddelde GSI-waarde in Zuidoost is 0,33. Dit wil zeggen dat iets meer dan 30% procent van het gebied is bebouwd. Dit is relatief hoog voor Amsterdamse gemiddelde. Hierbij moet wel de kanttekening worden geplaatst dat de eilanden in het oosten van het deelgebied een vrij lage GSI-waarde hebben. Op deze eilanden bevinden zich woontorens die erg ruim zijn opgezet en veel openbare ruimte om zich heen hebben. De GSI-waarde is dus vooral hoog op de eilanden in het westen van het deelgebied waar zich bedrijfspanden bevinden. Er liggen dus vooral in het oosten van het deelgebied kansen tot verdichting of het inpassen van duurzame opwekmethoden.

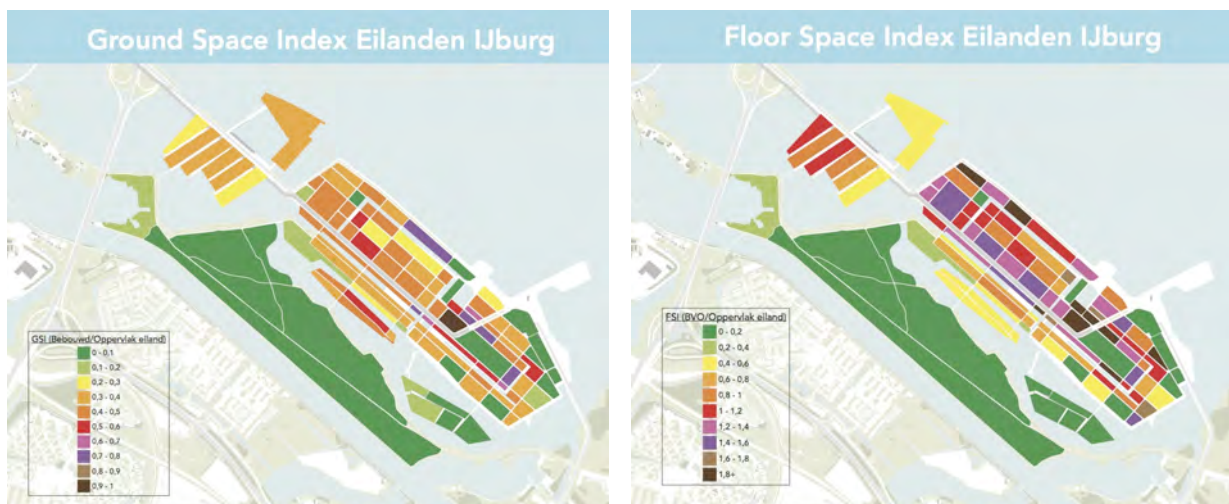
De FSI in Zuidoost heeft een gemiddelde waarde van 0,78. Dit betekent dat de intensiteit van de bebouwing hier hoger is dan het Amsterdams gemiddelde. Dit zal naar alle waarschijnlijkheid ook zijn weerslag hebben op het energieverbruik en de bezettingsgraad van potenties voor het duurzaam opwekken van energie. Enkele eilanden hebben een FSI-waarde die een stuk hoger ligt dan het gemiddelde van dit deelgebied. Vooral in het westen van het deelgebied komen deze eilanden voor.



1.4.3 IJburg

De gemiddelde GSI-waarde in dit deelgebied is 0,33. Dit hoger dan het Amsterdams gemiddelde maar relatief laag wanneer men in het achterhoofd heeft dat IJburg ongeveer het dubbel aantal woningen per hectare heeft dan een gemiddelde Vinex-wijk (Buys, 2009). Het verschil met deze stelling en de bevindingen uit de analyse kan echter verklaard worden doordat naast het bebouwde deel van IJburg ook het Diemerpark tot dit deelgebied behoort. Ook zijn er eilanden op het stedelijk gebied van IJburg die (nog) niet bebouwd zijn op het moment van het analyseren. Voor het deelgebied als geheel is het gunstig dat de waarde laag uitvalt omdat dit mogelijkheden biedt voor nieuwe ontwikkelingen.

IJburg kent als FSI-waarde een gemiddelde van 0,92. Dit is aanzienlijk hoger dan het Amsterdams gemiddelde. Op de kaart is ook goed te zien dat eilanden in het stedelijk deel van het deelgebied ook een erg hoge FSI-waarde hebben. Dit betekent dat de intensiteit van de bebouwing erg hoog is en daarmee het energieverbruik waarschijnlijk ook. Door de compactheid van de bebouwing kan het energieverbruik voor warmte echter ook laag uitvallen omdat woningen elkaar kunnen isoleren (DRO Gemeente Amsterdam, 2013).



1.5 Gebruikersfuncties

In de drie deelgebieden zijn tal van functies aanwezig die invloed kunnen uitoefenen op de energiehuishouding. Zo kan een groot cluster met functies die een hoog energieverbruik hebben ervoor zorgen dat een decentrale energiehuishouding erg moeilijk te realiseren is. Daarentegen kunnen dezelfde functies ervoor zorgen dat woningen van warmte voorzien kunnen worden. Het is dus zaak om de ideale mix te vinden waarbinnen functies ook een energetische functie kunnen krijgen en zo kunnen bijdragen aan duurzamere energiehuishouding. Tijdens de inventarisatie is onderzocht welke functies, buiten wonen, zich in de verschillende deelgebieden bevinden. Later zal bekeken worden wat de invloed van deze functies is op de energiehuishouding.

1.5.1 Nieuw West

Nieuw West kenmerkt zich door een groot aantal woningen met daartussen enkele functies die een ander karakter hebben. Vooral in het oosten van het deelgebied zijn veel functies aanwezig waaronder een ziekenhuis en een datacentrum. Deze functies staan bekend om hun hoge energieverbruik en zullen dan ook naar alle waarschijnlijkheid hun invloed uitoefenen op het energieverbruik in dit deelgebied. Ook bevinden zich aan de oostzijde van het plangebied een aantal kantoren. Veel bedrijfsvoering vindt er in het gebied niet plaats. Alleen in het midden bevinden zich een aantal bedrijven die een hoog energieverbruik kunnen hebben. De rest van de functies zijn wat meer verspreid over de wijk. Zo zijn er een aantal maatschappelijke functies zoals scholen en verzorgings- of verpleeghuizen. Ook zijn er een aantal detailhandel functies in het gebied aanwezig waar bewoners van binnen en buiten de wijk hun producten kunnen aanschaffen. In het zuiden van het deelgebied zijn veel functies voor vrije tijd te onderscheiden waaronder veel sportaccommodaties.

Al deze functies zorgen ervoor dat Nieuw West in haar energieverbruik anders in elkaar steekt dan een wijk waar zich alleen woningen bevinden. Wat de relatie van deze verschillende functies met het energieverbruik is zal onderzocht worden tijdens de analyse. Ook zullen de verschillende functies hun weerslag hebben op het opwekken van energie binnen de bebouwde omgeving.

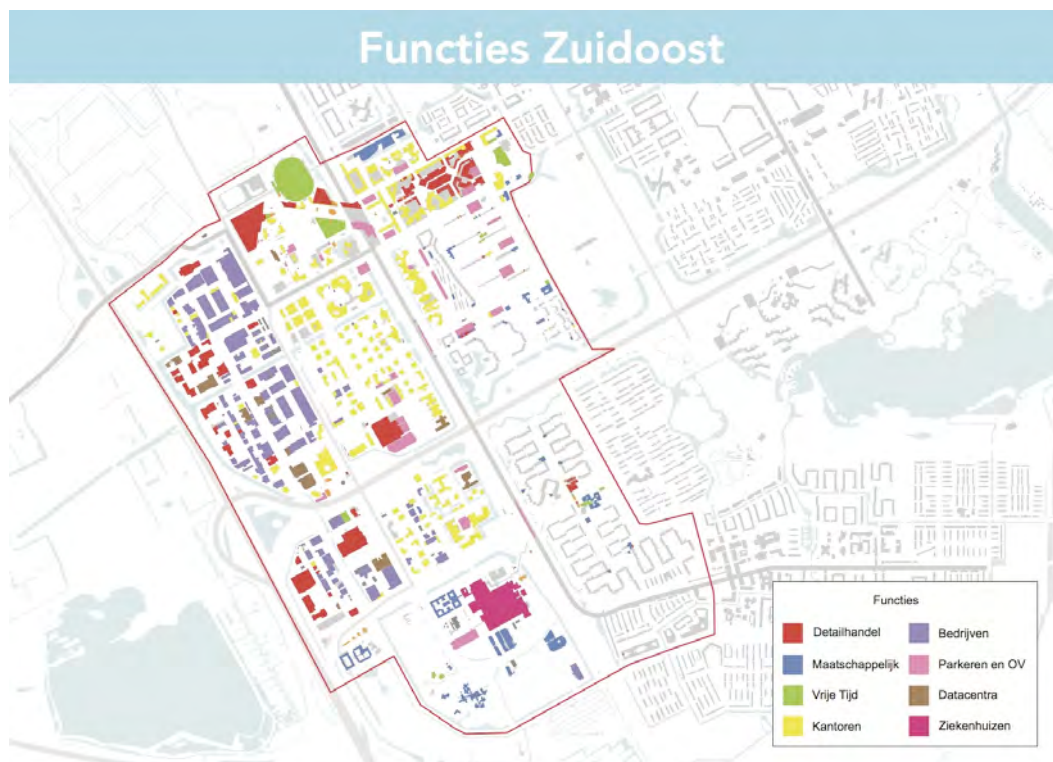


1.5.2 Zuidoost

Wanneer men de kaart met functies in Zuidoost onder ogen neemt valt meteen de hoeveelheid aan bebouwing waar zich een andere functie dan wonen begeeft op. Aan de westelijke kant van het spoor bevindt zich het grootschalige werkgebied Amstel III. Op de kaart is goed te zien dat de functies in dit werkgebied ieder hun eigen plek hebben. Zo bevinden zich aan de zijde van het spoor voornamelijk kantoorfuncties terwijl dichtbij de rijksweg A2 voornamelijk bedrijfspanden en detailhandel aanwezig zijn. In het zuidelijk deel bevinden zich enkele maatschappelijke functies waaronder het AMC-ziekenhuis en een vestiging van de Hogeschool van Amsterdam. Tenslotte het noordelijke deel van het plangebied. Hier is plaats voor ontspanning en vermaak. Met de Amsterdam ArenA, Heineken Music Hall, Pathé Theater en de Ziggo Dome zijn hier een aantal grote functies te onderscheiden in de vrijetijdssector. Om deze vormen van leisure bevinden zich ook enkele functies met detailhandel. Verspreid over het gebied ten westen van het spoor bevinden zich ook een aantal datacentra.

Aan de westelijke kant van het spoor bevindt zich in het noorden het winkelgebied de Amsterdamse Poort. Dit winkelgebied gaat gemengd met een aantal kantoorfuncties. Meer naar het zuiden aan de westelijke kant van het spoor bevinden zich vooral woonfuncties met enkele maatschappelijke functies en detailhandel.

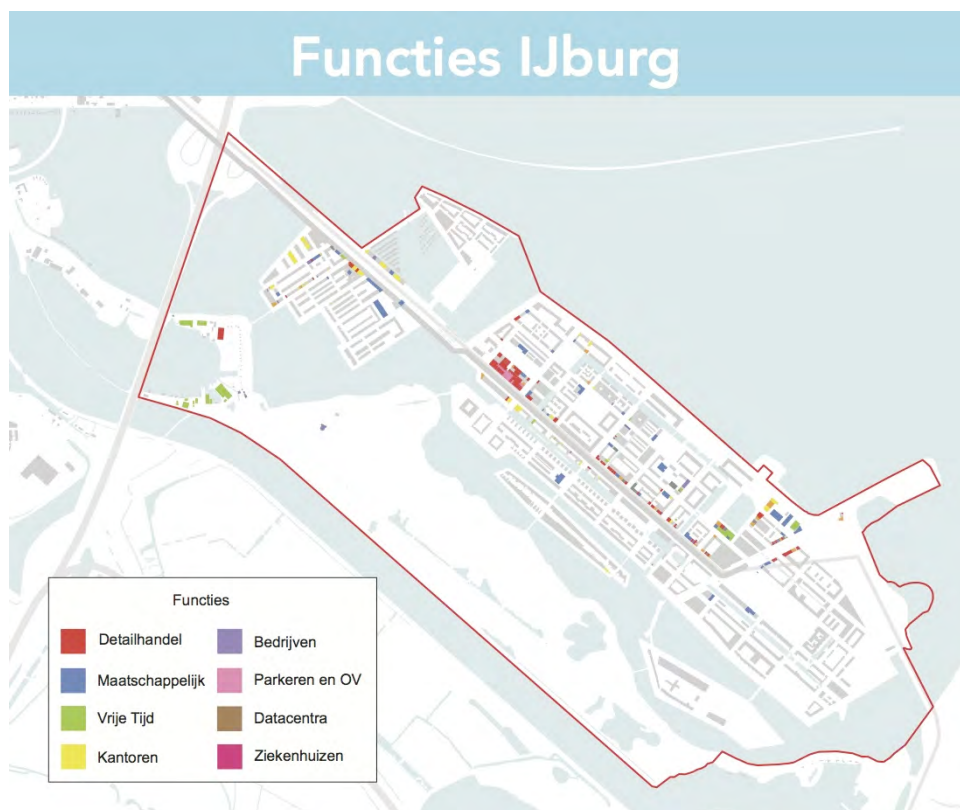
De invloed van functies op het energieverbruik en de mogelijkheden voor het opwekken van duurzame energie zal in Zuidoost het meest duidelijk aangegeven kunnen worden. Alle functies maken het gebied waarschijnlijk erg afhankelijk van energievoorzieningen buiten het deelgebied. Echter, de aanwezigheid van bedrijfspanden heeft ook een voordeel: veel dakoppervlak. Omdat deze bedrijfspanden vaak een plat dakoppervlak hebben zijn deze bij uitstek geschikt voor het opwekken van zonne-energie.



1.5.3 IJburg

In het deelgebied IJburg bevinden zich voornamelijk woonfuncties. Op de kaart is goed te zien dat het overgrote deel van de bebouwing geen kleur heeft. Langs de IJburglaan is dit echter anders. Langs deze weg, waar zich ook een tramlijn bevindt, zijn veel functies aanwezig. Hiervan is het grootste deel detailhandel in de vorm van winkels voor de bewoners van IJburg. Verspreid over het deelgebied bevinden zich ook een aantal maatschappelijke functies zoals gezondheidscentra, scholen en verzorgingstehuizen. Allen functies die zich normaal gesproken ook binnen een woonwijk bevinden. Verder zijn er ook een aantal kantoren aanwezig in dit gebied.

Doordat in IJburg een relatief klein deel van de functies uit niet-wonen bestaat zal de invloed op het totale energieverbruik van het deelgebied kleiner zijn dan bij de andere deelgebieden. Wanneer wordt gedacht aan reststromen kan het ontbreken van een veelzijdigheid aan functies wellicht ook beperkingen opleveren. Wat deze invloed en beperkingen precies zijn zal in de analyse worden uitgezocht.



1.6 Bebouwingstypologie

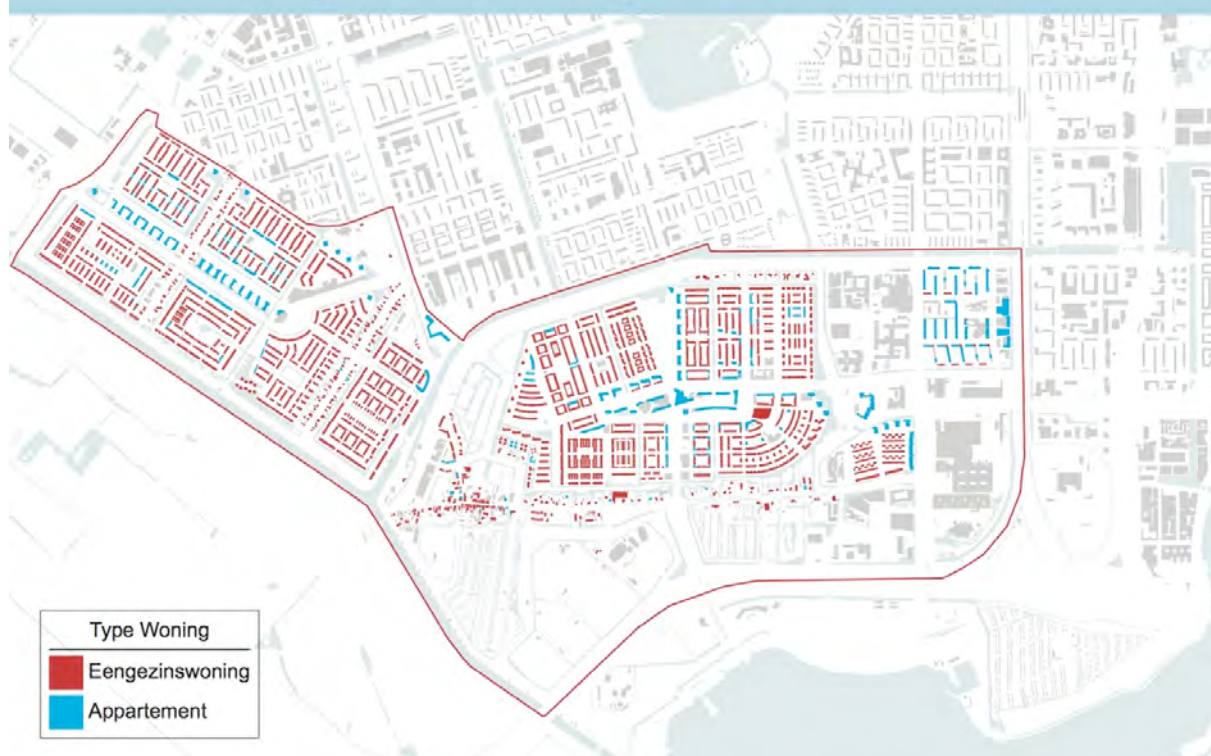
Tijdens de inventarisatie van de bebouwingstypologie wordt ingegaan op drie aspecten die een directe invloed uit kunnen oefenen op het energieverbruik. Allereerst zal worden onderzocht wat het bouwjaar van de bebouwing in de deelgebieden is. Het bouwjaar zegt vaak iets over de bouwtechnische staat van de bebouwing en daarmee over de mate van isolatie hiervan. Dit kan gevolgen hebben voor het energieverbruik. Ten tweede is onderzocht of er sprake is van eengezinswoningen of appartementen. Het verschil tussen deze twee factoren drukt zich eveneens uit in energieverbruik. De vraag is of gezinnen meer energie verbruiken dan alleenstaanden en tweepersoonshuishoudens, ervan uit gaande dat deze groepen in de voor hen gebruikelijke woningtypen woonachtig zijn. Tot slot zijn van elk gebied de beschikbare energielabels in kaart gebracht. Deze geven de beste indruk van de huidige waardering op het gebied van duurzaamheid voor gebouwen.

1.6.1 Nieuw West

De bebouwing in Nieuw West kenmerkt zich voornamelijk woningen die gebouwd zijn vanaf de jaren '90. Hieruit kan afgeleid worden dat de bouwkundige staat zodanig is dat woningen niet slecht geïsoleerd of achterstallig onderhouden zijn. In het noordoosten en langs de lintwegen komt wat oudere bebouwing voor. Een analyse met het energieverbruik moet uitwijzen of hierin verschillen zijn in energieverbruik. Ook het verschil tussen eengezinswoningen en appartementen kan hierop wijzen. In Nieuw West zijn voornamelijk eengezinswoningen en zoals op de kaart te zien op enkele plekken appartementen. De energielabels in dit gebied wijzen op een lagere score van de woningen. Dit kan te maken hebben met de staat van de gebouwen waarvoor deze beoordeling is gegeven. Het is duidelijk dat in Nieuw West de bebouwingstypologie niet veel ruimte laat voor aanpassingen daar de bebouwing nog relatief jong is. Met name de oudere bebouwing met een laag energielabel bieden een mogelijkheid tot aanpassing van het stedelijk weefsel ten behoeve van het benutten van potenties voor het opwekken van duurzame energie.



Eengezinswoningen Nieuw West

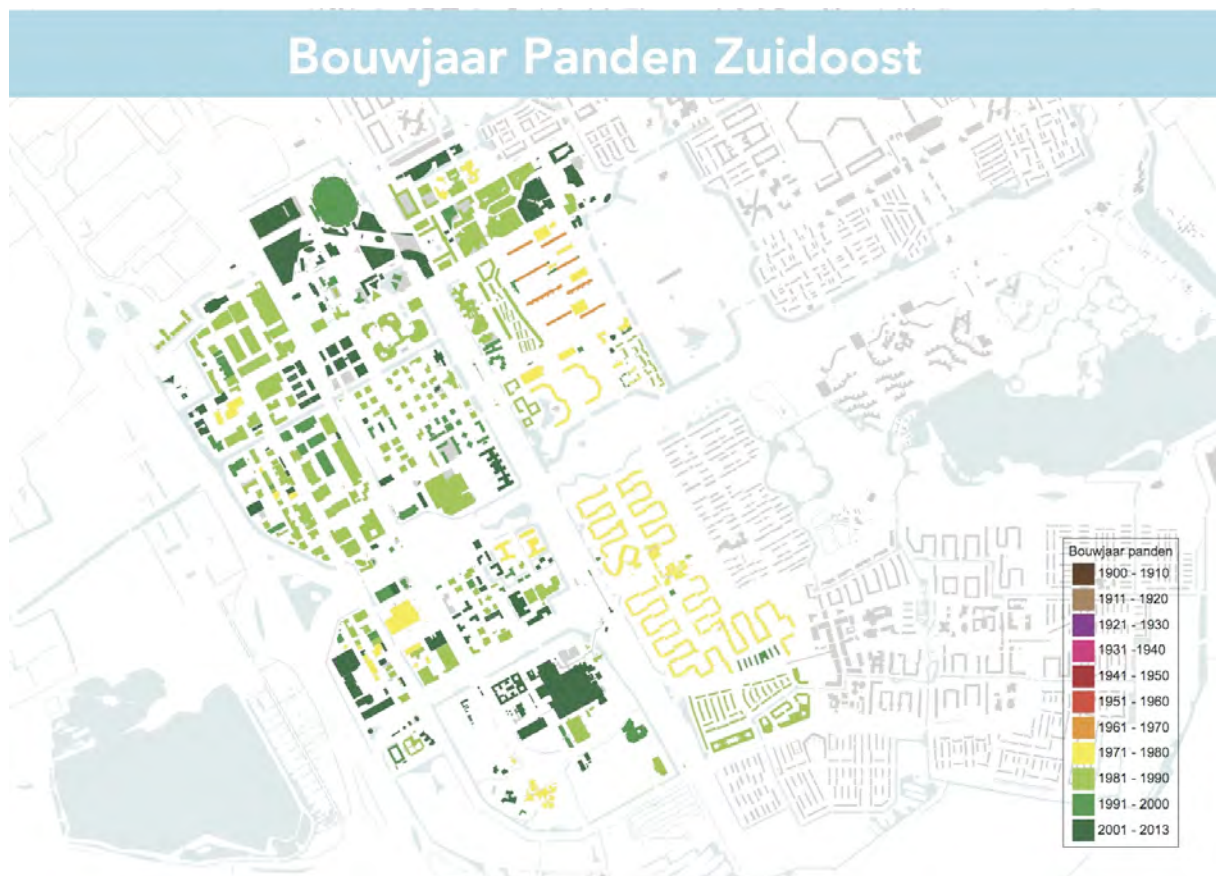


Energielabels Panden Nieuw West



1.6.2 Zuidoost

In zuidoost bestaat de bebouwing voornamelijk uit appartementen. Deze appartementen zijn gebouwd in de jaren '70 en '80. De energielabels die aan deze bebouwing worden gegeven duiden op een slechte staat van de bebouwing. Hierin zijn derhalve mogelijkheden tot het verduurzamen van dit deelgebied middels het aanpassen van het stedelijk weefsel. Het bedrijventerrein aan de westkant van het deelgebied kent veel jonge gebouwen. Hier zijn nauwelijks woonfuncties bij dus daar kan niets over gezegd worden. Ook op het gebied van energielabels is er van het bedrijventerrein weinig bekend. Derhalve kan gesteld worden dat met name het woongebied kansen biedt tot aanpassingen in het stedelijk weefsel. Met name doordat er relatief oude gebouwen met hoge energielabels aanwezig zijn.



Eengezinswoningen Zuidoost

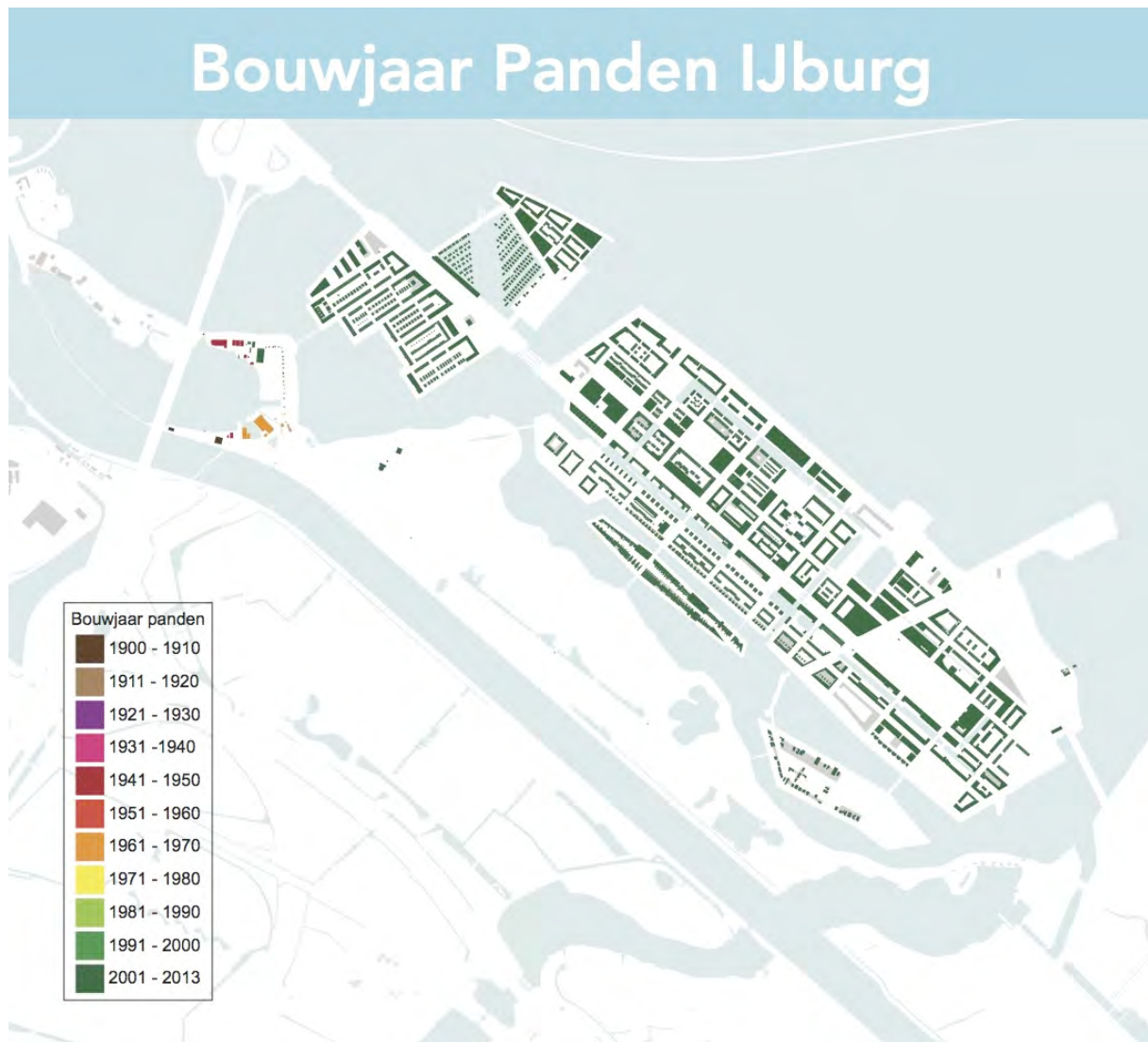


Energie labels Panden Zuidoost



1.6.3 IJburg

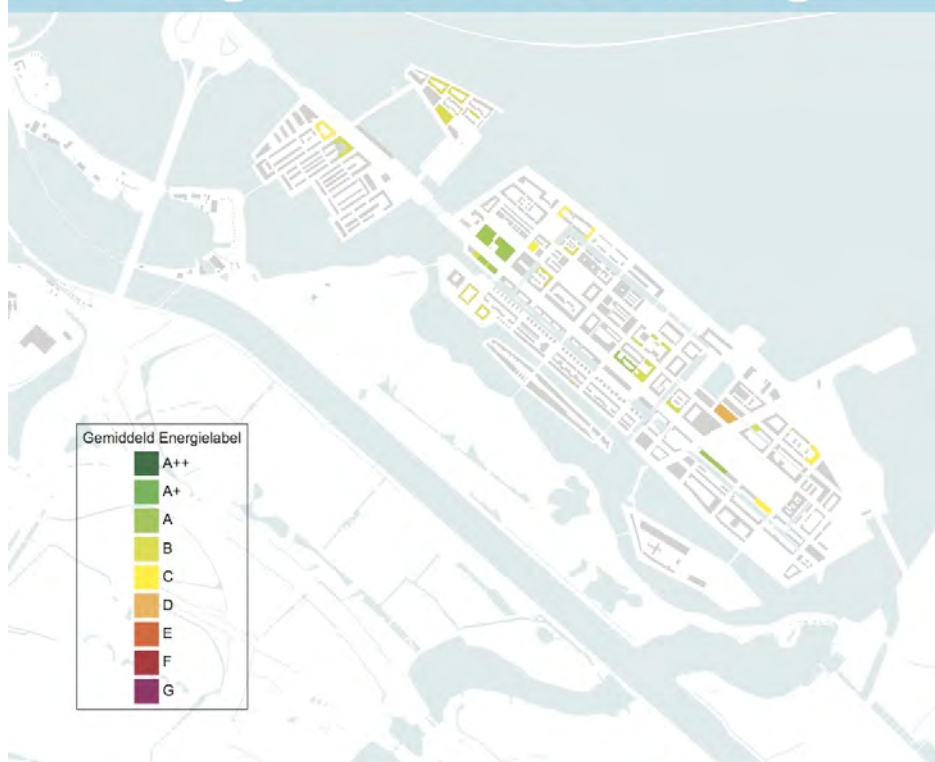
In IJburg is een gelijke mix te vinden van appartementen en eengezinswoningen. Dit is de jongste van de drie deelgebieden en de mix van woontypen duidt op een gemixt sociaal karakter van de wijk. De woningen zijn allemaal gebouwd van 2000 tot nu. Van de energiehuishouding in IJburg op blokniveau is weinig bekend. De energielabels die wel beschikbaar zijn wijzen wel op een hogere score dan de andere twee deelgebieden. Dit heeft te maken met het feit dat IJburg een jongere wijk is, wat betekent dat de isolatie, opwekmethoden etc. van de bebouwing verder ontwikkeld was dan bij de bebouwing van Nieuw West en Zuidoost. Hierdoor kan gesteld worden dat in deze wijk weinig mogelijkheden zijn tot het aanpassen van het stedelijk weefsel aangaande de bebouwingstypologie.



Eengezinswoningen IJburg



Energielabels Panden IJburg



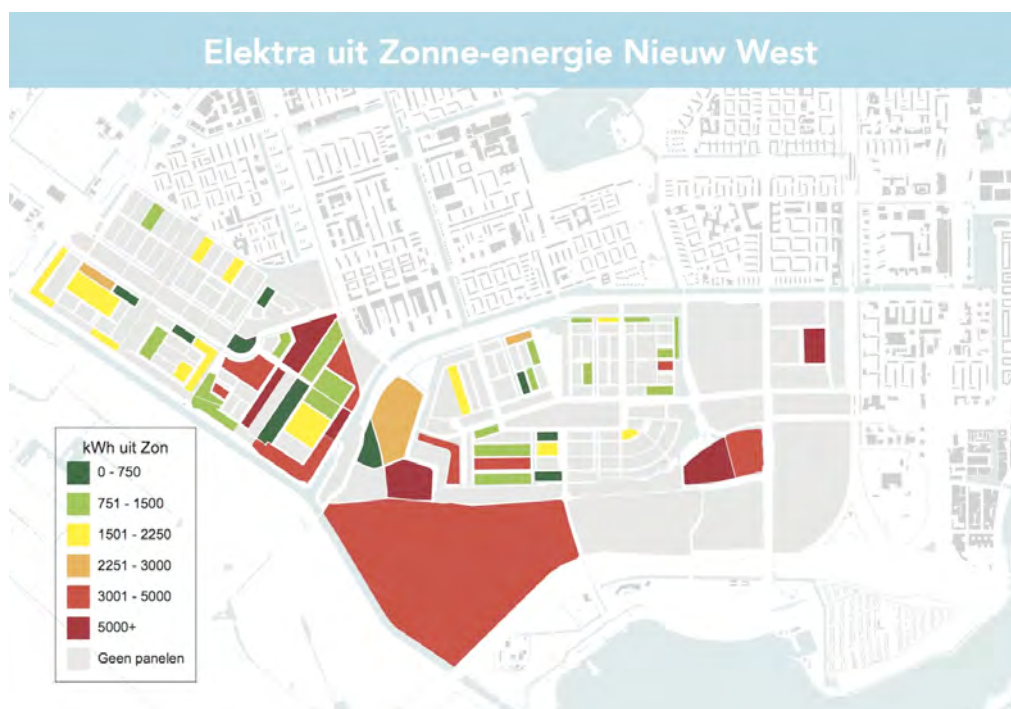
2 Huidige methoden van duurzame energieopwekking

Om te bepalen in hoeverre de te inventariseren duurzame opwekmethoden doorgang kunnen krijgen moet eerst worden bepaald in welke mate deze al aanwezig zijn. In dit hoofdstuk zal worden behandeld in hoeverre de te behandelen duurzame opwekmethoden reeds zijn ingepast in de drie deelgebieden.

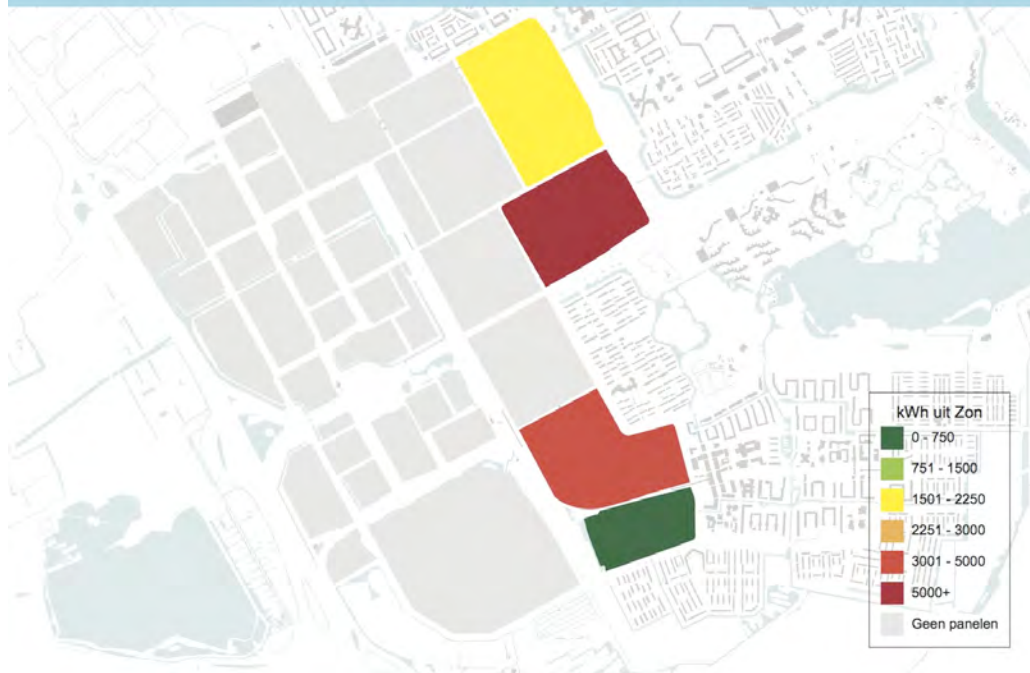
2.1 Zonne-energie

Op onderstaande afbeeldingen is de energieopbrengst van zonnecollectoren per eiland zichtbaar. Er is te zien dat in alle drie de deelgebieden al zonne-energie wordt opgewekt. Voornamelijk op IJburg is een grote inzet van zonne-energie te zien, voornamelijk op woningen. In Nieuw West is er eveneens een duidelijk gebruik van zonnepanelen op woningen zichtbaar. Het gebruik van zonnepanelen is dus voornamelijk een resultaat van particuliere initiatieven. Het stimuleren hiervan kan dus leiden tot een grotere energieopbrengst in het kader van zonne-energie. Zuidoost wordt gepresenteerd in grovere eilanden. Hier is het gebruik van zonne-energie ook zichtbaar. Wanneer het toepassen van meer zonnecollectoren geadviseerd wordt zal dus gekeken moeten worden naar de huidige opbrengst en in hoeverre er nog extra zonnecollectoren geïnstalleerd kunnen worden.

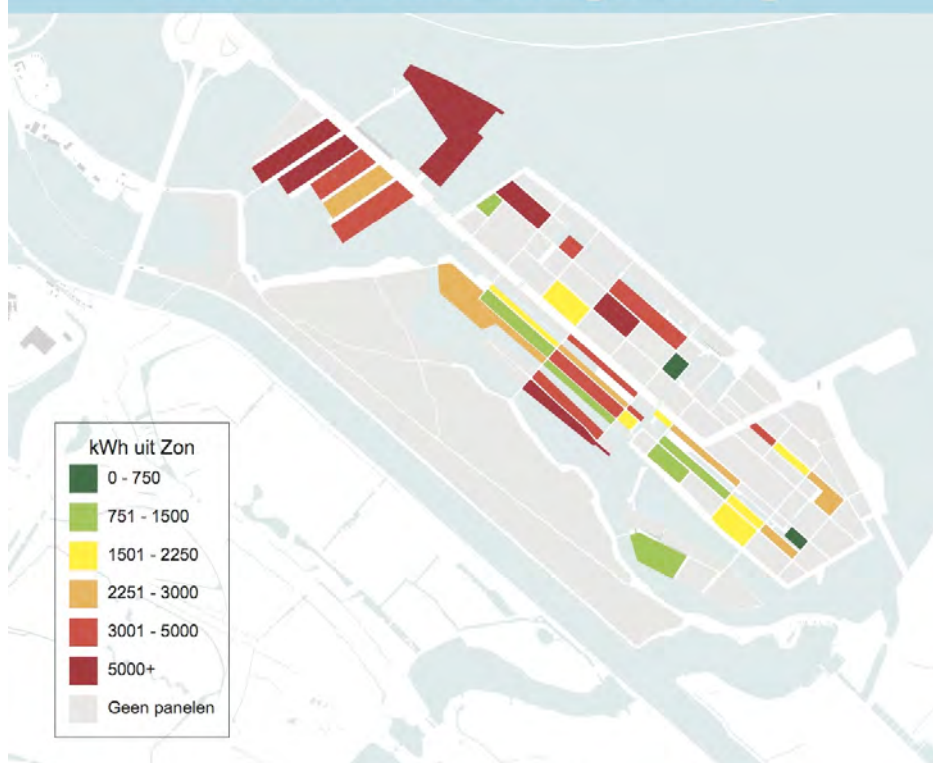
Naast particuliere initiatieven zijn er enkele collectieve initiatieven omtrent het gebruik van zonnepanelen. De gemeente Amsterdam installeert in samenwerking met Amsterdamse scholen zonnepanelen op de schooldaken voor de energievoorzieningen van de scholen. Hier zijn op dit moment geen scholen in een van de drie deelgebieden bij (Gemeente Amsterdam, 2011). Een ander pilotproject van de gemeente Amsterdam is het toepassen van zonnepanelen bij verenigingen van eigenaren (VvE's). De Renswoudestraat, net buiten deelgebied Zuidoost, is een van de straten waarin deze pilot wordt toegepast. Binnen dit systeem wordt de opgewekte energie evenredig verdeeld over de woningen zodat eenieder evenveel bespaard met de zonnepanelen. (Gemeente Amsterdam, 2012)



Elektra uit Zonne-energie Zuidoost

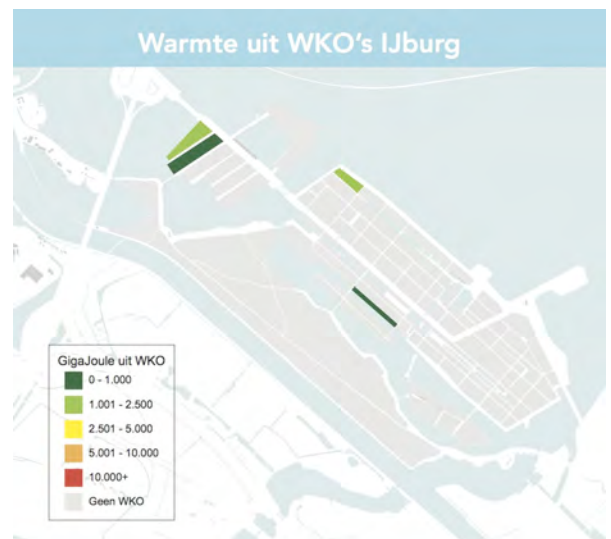
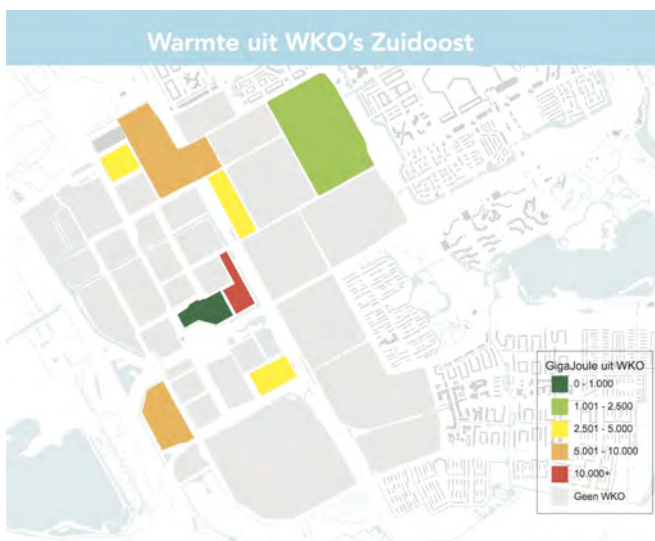
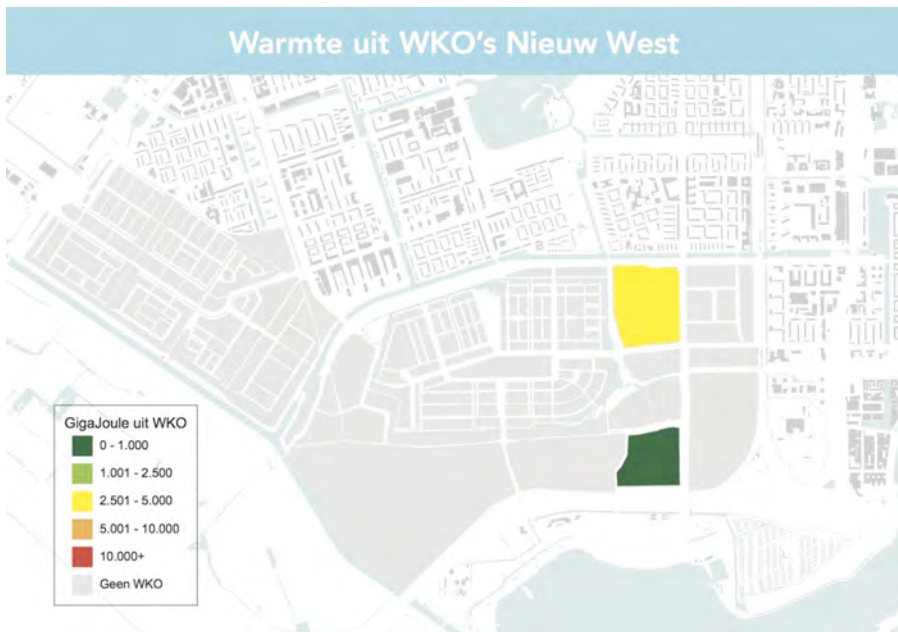


Elektra uit Zonne-energie IJburg



2.2 WKO

Voor alle deelgebieden geldt dat er gebruik wordt gemaakt van WKO's. Op onderstaande afbeeldingen is zichtbaar waar in de deelgebieden al WKO's in gebruik zijn genomen. Op IJburg en in Nieuw West is te zien dat er nog nauwelijks gebruik wordt gemaakt van WKO installaties. In Zuidoost daarentegen is het gebruik op het bedrijventerrein van WKO's al verder ontwikkeld. De werking van een WKO wordt in het hoofdstuk potenties uitgelegd.

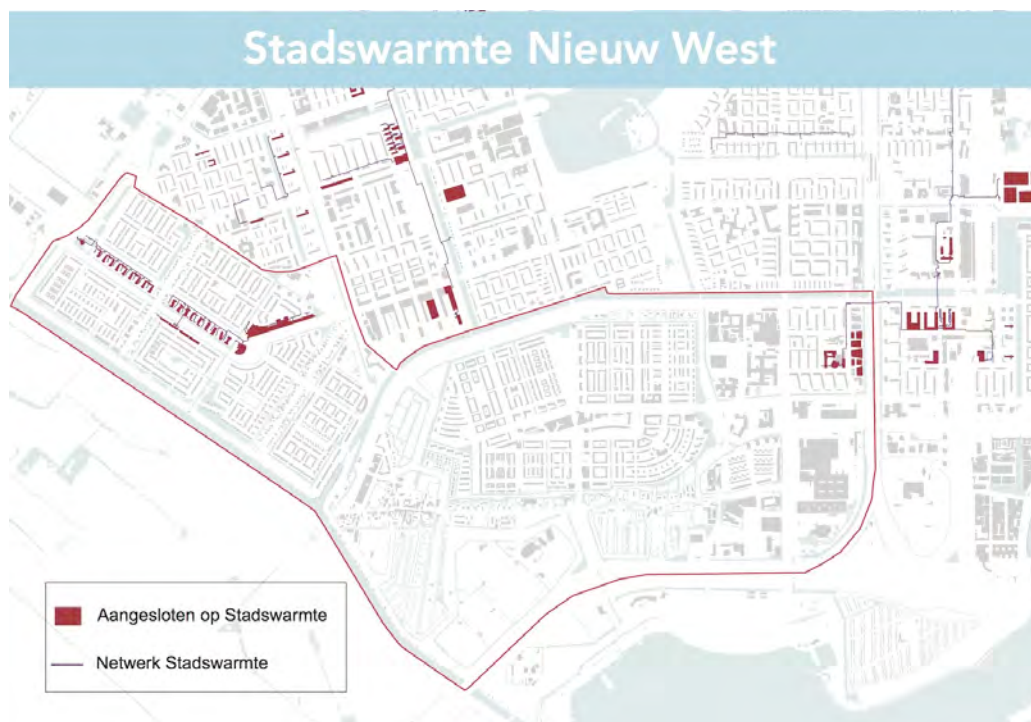


2.3 Smartgrid

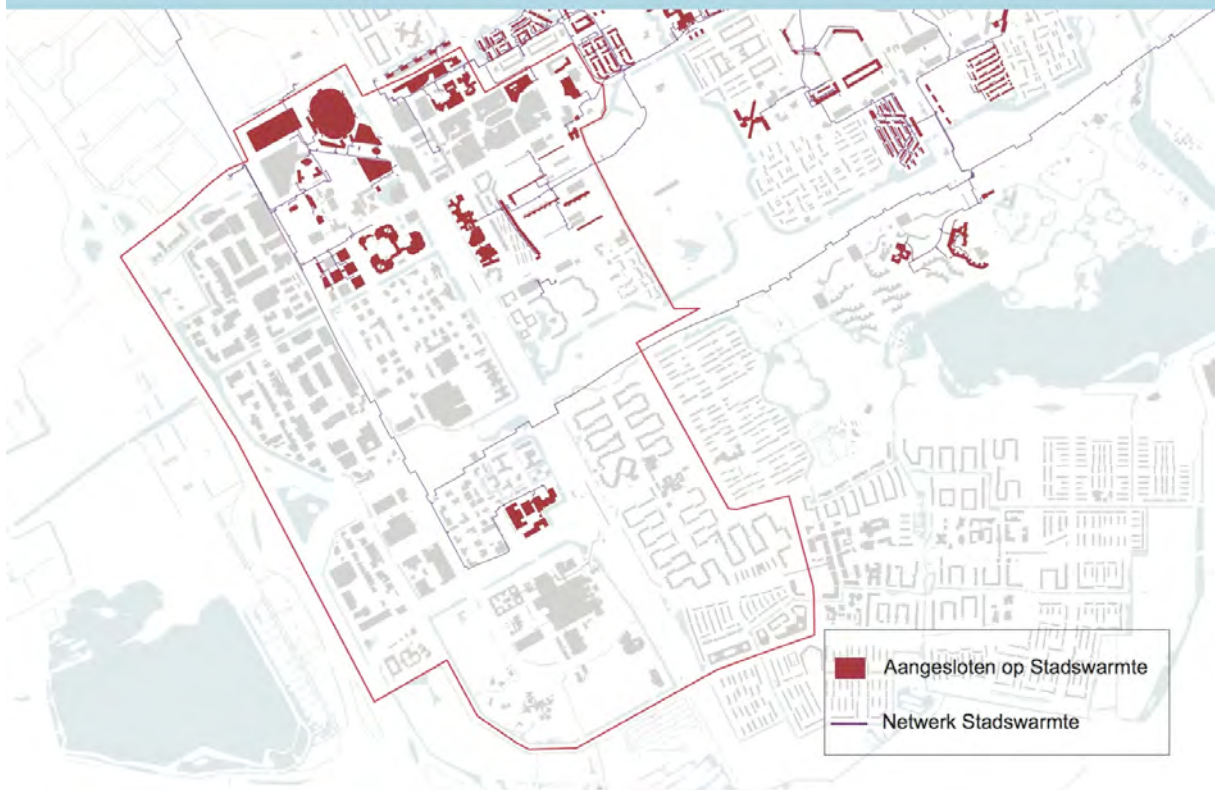
Het Smartgrid in Nieuw West is onderdeel van het project Amsterdam Smart City (Amsterdam 2012). Het Smartgrid is een systeem waarin de gebouwen, en daarmee de gebruikers van die gebouwen, aangesloten zijn op een gesloten systeem. Hierin kunnen gebruikers energie afnemen en energie toevoegen. Hiermee ontstaat een kringloop waarbij de een, de ander zijn of haar energie gebruikt en andersom. Het Smartgrid speelt eveneens in op het gebruik van de verschillende gebruikers. Op deze manier is er op den duur geen energie nodig van buitenaf. Deze pilot kan, wanneer deze zich bewijst als een goed werkend systeem, toegepast worden in heel Amsterdam en daar buiten.

2.4 Stadswarmte

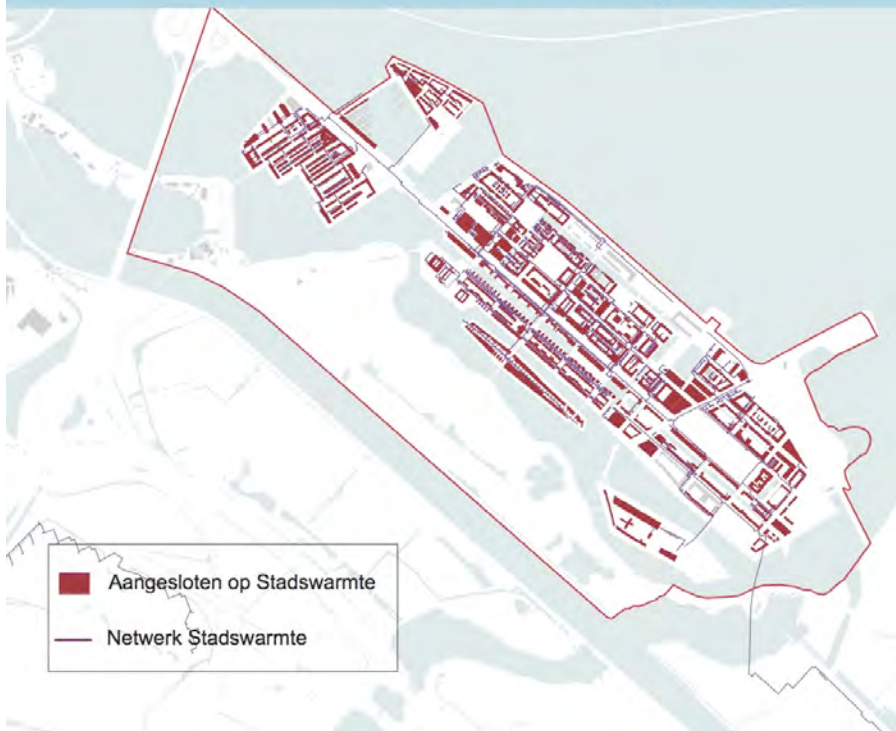
Op onderstaande afbeeldingen is het huidige gebruik van het stadswarmtenet in Amsterdam zichtbaar. In Nieuw West zijn slechts enkele gebieden aangesloten op het stadswarmtenet. Het gaat hier om de appartementen langs de Alpen en een aantal gebouwen in het oosten van het plangebied. Zichtbaar is dat het stadswarmtenet nog niet in heel Nieuw West is uitgelegd. In Zuidoost zijn enkele gebouwen, waaronder de Amsterdam Arena op het bedrijventerrein aangesloten op stadswarmte en een aantal appartementengebouwen in het oost van het deelgebied. In tegenstelling tot Nieuw West is in Zuidoost het stadswarmtenet al wel voor een deel uitgerold. IJburg is vrijwel geheel aangesloten op het stadswarmtenet. Nieuwe bebouwing die in IJburg gerealiseerd zal worden zal gelijk aangesloten kunnen worden op het huidige aanwezige stadswarmtenet.



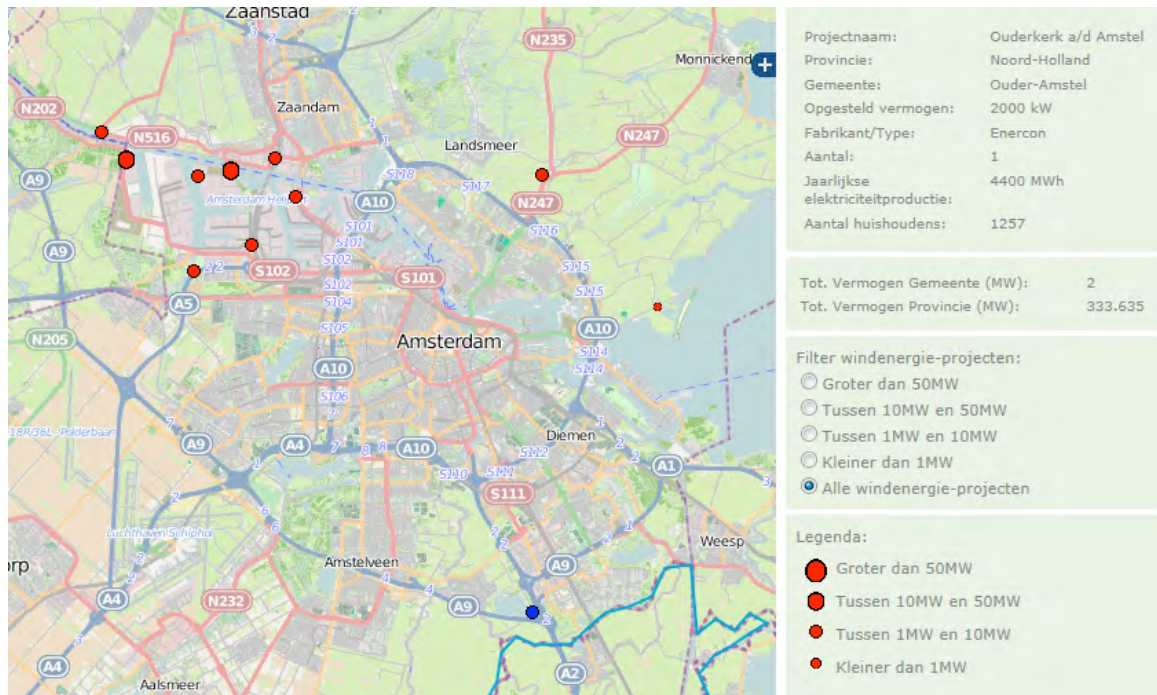
Stadswarmte Zuidoost



Stadswarmte IJburg



2.5 Wind



Afbeelding 1: Kaart Windmolens Nederland (Agentschap NL)

Op bovenstaande afbeelding staan het huidige aantal windmolens in en rond Amsterdam in kaart gebracht. Er wordt op dit moment geen gebruik gemaakt van grote windturbines in de drie deelgebieden. De windmolen vlakbij Zuidoost (blauwe stip) valt namelijk onder de gemeente Ouder-Amstel en kan derhalve niet meegerekend worden als energieopwekker voor Amsterdam.

3 Potenties

De verschillende potenties voor het opwekken van duurzame energie zullen in dit hoofdstuk worden behandeld. Deze potenties zijn door de gemeente Amsterdam en ons in kaart gebracht en zullen worden gepubliceerd aan de hand van de Energieatlas van Amsterdam. In deze atlas komen tal van onderwerpen aan bod die te maken hebben met de energiehuishouding van de gemeente en hoe deze er in de toekomst uit zou kunnen zien. De verschillende potenties zijn hierbinnen een belangrijk onderdeel. In dit onderzoek worden de potenties wind, zon, restwarmte uit de gebouwde omgeving, stadswarmte, warmte- en koudeopslag en geothermie behandeld. Het benutten van deze potenties zal ervoor zorgen dat de CO₂-uitstoot van de gebieden zal verminderen. De potenties uitten zich op verschillende schaalniveaus. Daarnaast worden sommige van de potenties centraal en anderen decentraal opgewekt. Het verschil in schaalniveau en opwekniveau heeft te maken met de inpasbaarheid van de verschillende methoden van duurzame energie opwekking. Daarnaast is het streven de energievraag op een zo laag mogelijk schaalniveau op te lossen en daarna om energieleverend te worden. In de volgende paragrafen zal per potentie worden beschreven hoeveel daarvan aanwezig is in de verschillende deelgebieden. Dit zal gebeuren aan de hand van zelf ontwikkeld kaartmateriaal.

3.1 Restwarmte

Restwarmte kan een bron van energie zijn. Restwarmte is een potentie die kan worden benut op lokaal niveau. Het is een decentrale vorm van energieopwekking waarbij de warmte die gebouwen over hebben wordt gebruikt om andere gebouwen mee te verwarmen. Wanneer bedrijven warmte over hebben verdwijnt dit meestal in de lucht. Deze warmte kan echter gebruikt worden om andere gebouwen van warmte te voorzien. Een slim systeem met betrekking tot deze restwarmte kan leiden tot een besparing in het energieverbruik van een wijk. Een slim systeem betekent vaak woningbouw met lage temperatuur verwarming. Dit omdat de restwarmte die vrijkomt vaak een lagere waarde heeft dan nodig voor een gangbare verwarmingsinstallatie. Dit zorgt ervoor dat de bestaande bouw, in zijn huidige vorm, eigenlijk niet geschikt is voor restwarmte. Restwarmte is dan ook voornamelijk een potentie voor nieuwbouw of woningen waarbij het verwarmingssysteem wordt aangepast.

Hieronder is aan de hand van kaartmateriaal aangegeven waar deze potentie voor bruikbare restwarmte is in elk van de drie deelgebieden. Een belangrijke leverancier van restwarmte kan een datacentrum zijn. Deze gebouwen worden dag en nacht gekoeld en produceren derhalve enorme hoeveelheden restwarmte. Van deze gebouwen zijn echter weinig gegevens bekend. Daarom zijn de datacenters in dit onderzoek naar orde van grote aangegeven wanneer dit mogelijk is. Verdere functies waarvan bekend is dat zij restwarmte produceren zijn ziekenhuizen, supermarkten, grote scholen/universiteiten en kantoren. (DRO Gemeente Amsterdam, 2013). Hieronder zal per functie kort worden toegelicht waarom zij veel restwarmte produceren.

3.1.1 Datacentra

Datacentrum is een naam voor speciaal ingericht gebouwen met concentraties van computers. Deze datacentra kenmerken zich door een enorm elektraverbruik. Naast dit enorme verbruik heeft een datacentrum ook een continue koelvraag om al de aanwezige computers te koelen. Deze koelvraag zorgt ervoor dat een datacentrum continu restwarmte produceert. Gemiddeld produceert een datacentrum ongeveer 13 Gigajoule restwarmte per m² BVO, per jaar. Wanneer men nagaat dat een

gemiddeld huishouden in Amsterdam een warmtevraag van 36 Gigajoule per jaar heeft kan men stellen dat dit datacentra een enorme bron van restwarmte zijn.

3.1.2 Kantoren

Het energieverbruik van kantoren kent een hoge elektriciteitsvraag voor koeling en verlichting. De installaties die deze koeling verzorgen vragen veel elektriciteit. Koelen van kantoren gebeurt al vanaf 12 °C buitentemperatuur. Tegelijk zal een kantoor ook veel warmte over hebben door alle mensen, computers en andere apparatuur die er aanwezig zijn. Deze lucht verdwijnt nu in de lucht, met behulp van warmtepompsysteem, en afhankelijk van andere functies in de omgeving die de warmte kunnen gebruiken, kan de restwarmte hergebruikt worden. Het koppelen van kantoren aan bijvoorbeeld woningen kan een aanzienlijke warmtebesparing opleveren. Gemiddeld levert een kantoor 0,15 Gigajoule aan restwarmte per m² BVO, per jaar. 240 m² BVO kantooruimte zal dus genoeg zijn om een huishouden te kunnen voorzien van restwarmte.

3.1.3 Supermarkten

Supermarkten hebben een continue behoefte aan koeling (slechts een klein deel van een supermarkt is verwarmd in de winter); daarbij komt veel warmte vrij die nu verdwijnt in de lucht. Zij kunnen daarom een belangrijke input leveren voor functies die warmte behoeven, zoals woningen. Supermarkten kunnen worden voorzien van een warmtepompsysteem waarmee de restwarmte ofwel direct kan worden uitgewisseld met een warmtevrager, ofwel opgeslagen voor later gebruik.

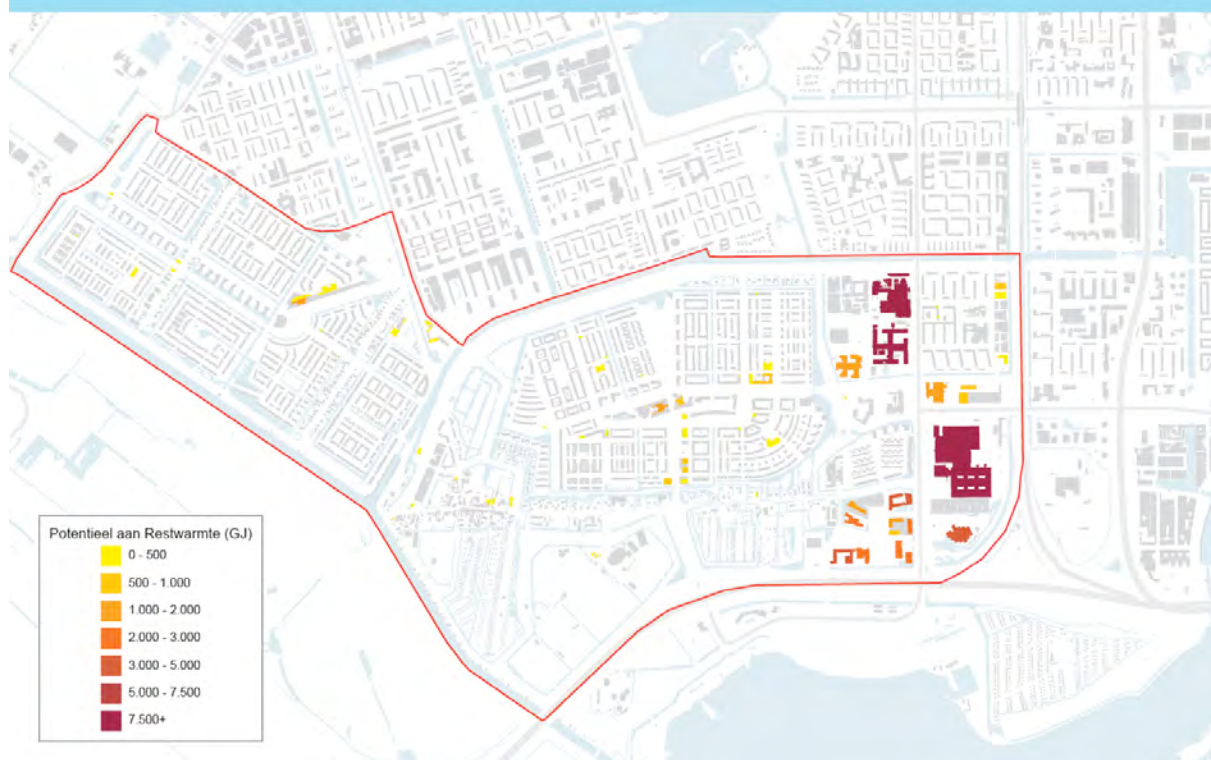
3.1.4 Scholen en Universiteiten

Voor scholen en universiteiten geldt vrijwel hetzelfde als voor kantoren. Deze functies hebben vaak een hoge elektriciteitsvraag voor koeling en verlichting. Ook hierbij ligt de oorzaak bij de hoeveelheid mensen en apparatuur die vaak in deze bebouwing aanwezig is. De warmte die vrijkomt bij de koeling van deze gebouwen kan worden gebruikt om woningen te voorzien. Ook deze functie levert zo'n 0,15 Gigajoule aan restwarmte.

3.1.5 Ziekenhuizen

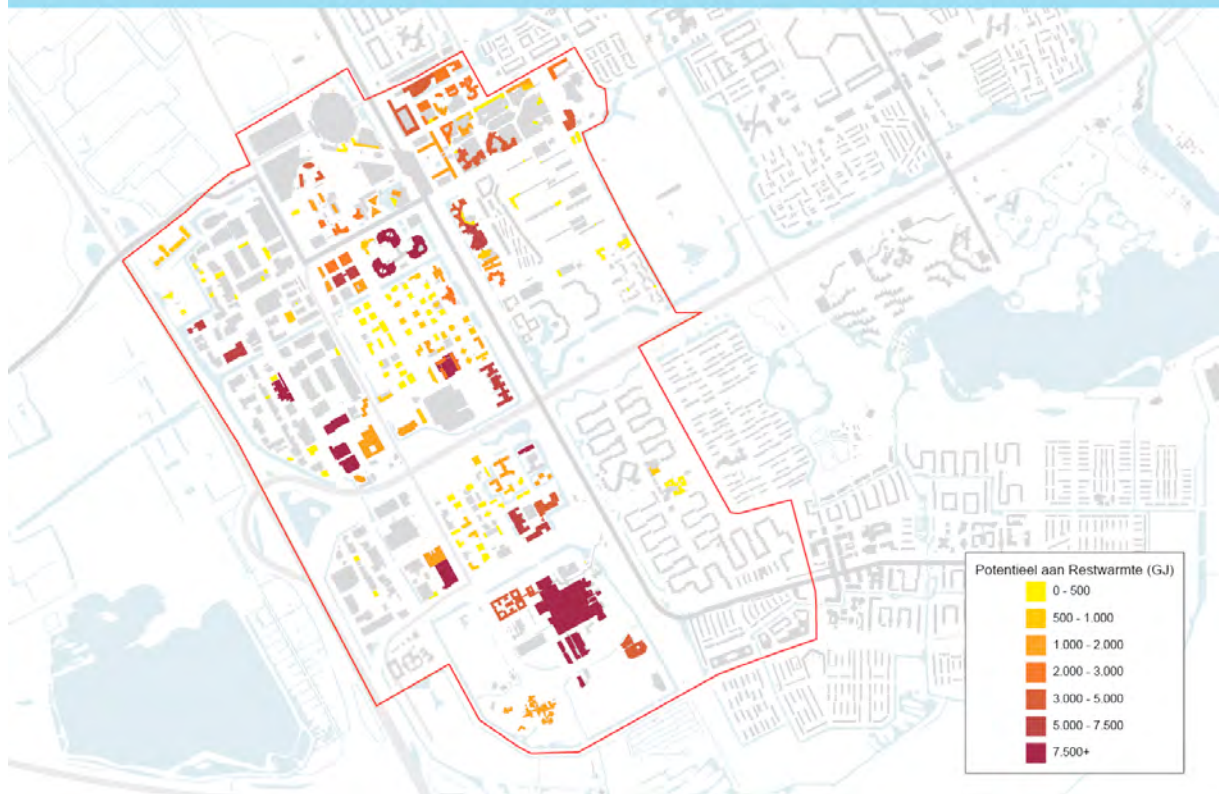
De restwarmtepotentie van ziekenhuizen is tweeledig. Allereerst is er de restwarmte die vrijkomt bij het koelen van de ruimtes in de ziekenhuizen. Deze potentie is meegenomen in de berekening voor de restwarmte in de drie deelgebieden en komt neer op 80kWh/m². Dit is warmte met dat net als bij andere functies kan worden gezien als laagwaardig en alleen toegepast kan worden bij lage temperatuur verwarming. Echter, omdat een ziekenhuis over een eigen elektriciteitscentrale beschikt, komt er in het proces van energieopwekking nog extra restwarmte vrij. Voor een ziekenhuis is dit een aanzienlijk hogere potentie dan de koudevraag. Deze gegevens zijn niet bekend en daarom niet meegenomen in de berekening van de restwarmtepotentie van ziekenhuizen.

Restwarmte Nieuw West



In Nieuw West is voornamelijk in het oostelijk deel van het deelgebied een potentie voor restwarmte. Er is een ziekenhuis, een aantal kantoorgebouwen en in Nieuw West zijn nog enkele scholen. Hiernaast zijn een drietal datacenters in ditzelfde deel van Nieuw West, van twee van deze datacenters zijn geen gegevens bekend. Het derde datacentrum laat een grote potentie voor restwarmte zien. De aanwezigheid van deze functies in een woongebied als Nieuw West kunnen bijdragen aan het verwarmen van de woningen. Zoals hierboven genoemd is hier dan wel een systeem voor nodig om deze restwarmte te verdelen.

Restwarmte Zuidoost



Zuidoost heeft met haar bedrijventerrein logischerwijs een hoge potentie voor restwarmte. Ook hier hebben de woongebieden weinig potentie voor restwarmte. Er zijn een aantal grote datacenters, veel kantoren, een ziekenhuis en enkele scholen. Zuidoost heeft door de veelheid aan functies een hoge potentie voor het gebruik van restwarmte. Deze restwarmte zou gebruikt kunnen worden om woningen mee te verwarmen in het deelgebied of daarbuiten. Het nadeel van al deze functies is dat de warmte, door gebruikelijke werktijden en kantooruren, op veelal gelijksoortige momenten aangeboden zal worden. Het is dan de vraag of de grote hoeveelheid aan potenties dan wel benut kan worden door omliggende gebouwen met een warmtevraag.

Restwarmte IJburg



IJburg heeft, met de aanwezigheid van slechts enkele scholen en kantoren, de laagste potentie voor restwarmte. De functies die op IJburg aanwezig zijn hebben onvoldoende restwarmte om deze te kunnen delen.

3.2 Stadswarmte

“Stadswarmte maakt nuttig gebruik van de restwarmte van energie- en afvalcentrales. Het net kan echter ook worden gevoed door biomassa, warmtepomp, warmteopslag en zonneboilers. Het systeem werkt als volgt: water van hoge temperatuur (circa 100 graden Celsius) wordt via een primaire leiding naar de stad getransporteerd. In secundaire netten wordt de warmte verder naar de gebouwen gebracht voor gebouwverwarming, vloerverwarming en tapwater. De temperatuur in de secundaire netten is lager (70 graden Celsius heen, 40 graden Celsius retour).” (Gemeente Amsterdam, 2013) Stadswarmte is dus een systeem waarbij op centrale wijze energie wordt opgewekt. Twee centrales leveren warmte voor het stadswarmtesysteem en zijn hieronder op de overzichtskaart van Amsterdam weergegeven. De centrales samen hebben de capaciteit om heel Amsterdam van stadswarmte te voorzien en kunnen daarmee het gebruik van gas tot een minimum beperken. De twee centrales zijn het afvalenergiebedrijf in de haven en de Diemercentrale net onder IJburg. Op de kaart hieronder is eveneens zichtbaar dat de deelgebieden, exclusief IJburg omdat hier vrijwel alle bebouwing is aangesloten op het stadswarmtenet, hoge potentie hebben voor de aansluiting op stadswarmte. Voordeel van deze potentie is dat er geen aanpassing in het stedelijk weefsel voor nodig is.

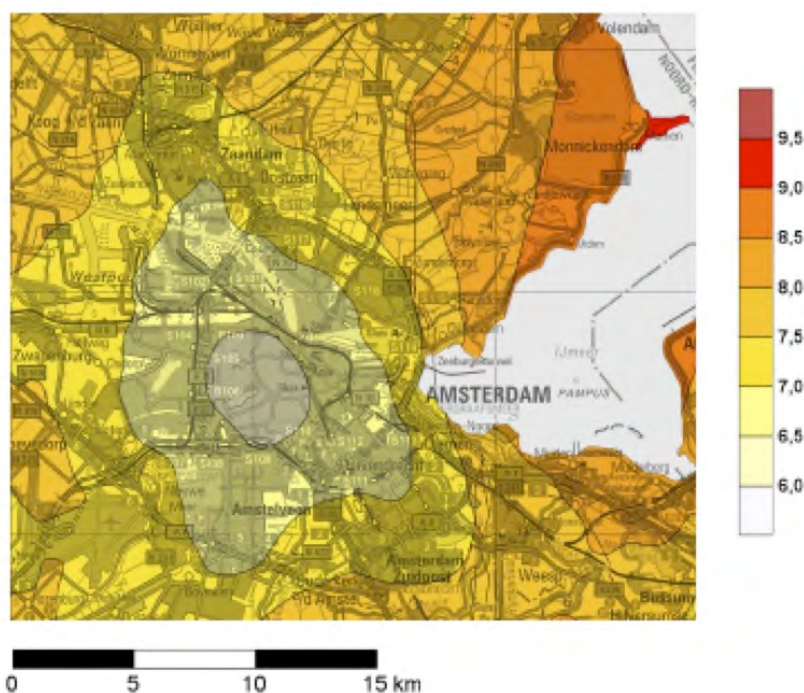
In Nieuw West zijn, zoals te zien op de kaarten, enkel woningen op stadswarmte aangesloten bij de Alpen in het westen en enkele gebouwen in het oosten tegen de grens van het deelgebied. Op het gebied van stadswarmte kan in Nieuw West dus nog een grote slag geslagen worden. Het stadswarmtenet zal hier uitgebreid kunnen worden zodat woningen op een duurzamere manier verwarmt kunnen worden. Dit is tevens een ambitie van de gemeente Amsterdam, dat elk jaar meer woningen aansluit op het stadswarmtenet. Het stadswarmtenet dat tot Nieuw West loopt wordt gevoed door het afvalenergiebedrijf. Deze afvalverwerkingscentrale ligt in de Amsterdamse haven.

In Zuidoost zijn er met name in en rond de Arenaboulevard gebouwen aangesloten op het stadswarmtenet. Er ligt echter een enorme potentie binnen afzienbare tijd meer woningen en bedrijven aan te sluiten op het net omdat het netwerk dwars door het deelgebied loopt. De aanwezigheid van het huidige netwerk biedt mogelijkheden deze uit te breiden en meer bebouwing hierop aan te sluiten. Het stadswarmtenet in Zuidoost wordt gevoed door de Diemercentrale ten zuidoosten van IJburg.

IJburg is, in tegenstelling tot de andere twee deelgebieden, volledig aangesloten op het stadswarmtenet. Alle bebouwing maakt gebruik van de stadswarmte en net buiten het deelgebied is de hierboven genoemde energiecentrale gelegen die dus ook voor IJburg stadswarmte levert.

3.3 Windpotentie

Windenergie is een methode van het duurzaam opwekken van energie op wijk-, stads-, of regionaal niveau. Dit is een methode die zal worden gebruikt wanneer het decentraal opwekken van duurzame energie niet haalbaar is binnen het deelgebied. Tenzij het deelgebied dermate veel ruimte biedt om windmolens in te passen. Windenergie kan overigens zowel als centrale als decentrale opwekmethode laten duiden. Wanneer windmolens geclusterd worden in het buitengebied kan het gezien worden als een centrale vorm van energieopwekking. Daarnaast kunnen enkele windmolens in het stedelijk landschap gezien worden als decentrale opwekkers van energie die een specifieke wijk van energie voorziet. Wind energie is desalniettemin een belangrijke peiler voor Nederland als het gaat om het opwekken van duurzame energie. De windmolen begint steeds meer een onderdeel te worden in Nederlandse landschappen.



Afbeelding 3: Windsnelhedenkaart (Geodan IT b.v., 2005)

Bovenstaande kaart geeft de windpotentie op 120m hoogte aan. Dit is dus een kaart die inspeelt op de komst van grote windturbines. Te zien is dat Nieuw West een gemiddelde windsnelheid heeft van tussen de 7 m/s en 8 m/s. Zuidoost kent een gemiddelde windsnelheid van tussen de 7m/s en 7,5 m/s. Ten slotte geldt er voor IJburg een gemiddelde windsnelheid van 7,5 m/s tot 9 m/s op het IJ. Wanneer windturbines worden gebouwd geldt uiteraard een minimale windkracht om de windturbine enigszins rendabel te maken. Windturbines draaien gemiddeld vanaf windkracht 2-3. De laagste norm zoals die in bovenstaande kaart is opgenomen is 5,5 m/s, dit staat gelijk aan een windkracht 4. Aangenomen kan dus worden dat voor alle gebieden voldoende potentie is voor het opwekken van windenergie. Vanaf een bepaalde windsnelheid zullen windturbines eveneens niet operabel zijn. Dit is vanaf windkracht 9-12 afhankelijk van het soort windmolen. Deze windkracht staat gelijk aan een windsnelheid van meer dan 20m/s. Op bovenstaande afbeelding is te zien dat deze windsnelheden normaal gesproken niet worden gehaald

De windturbines waar mee gerekend zal worden zijn de windturbines zoals beschreven in de Windvisie van Amsterdam (2012). Dit betreft molens van 3 MW (Megawatt) en 7,5 MW. Dit zijn de meest rendabele molens op dit moment. Deze windmolens hebben respectievelijk een ashoogte van 80 tot 135 meter en een rotordiameter van 90 tot 126 meter. Tussen twee windturbines dient een afstand van 500 meter te worden gehouden. Een molen van 3 MW levert ongeveer 6 miljoen kWh (Kilowattuur) elektriciteit per jaar. Dat is genoeg voor ongeveer 2.000 huishoudens. Voor een molen van 7,5 MW geldt dan dat deze 15 miljoen kWh elektriciteit per jaar kan leveren.

Er is derhalve genoeg reden te veronderstellen dat er voldoende potentie in de drie deelgebieden, en dus ook Nieuw West, is om hiervan gebruik te kunnen maken in de toekomst. Zo wordt duidelijk dat het ook op land, en niet alleen op water, energie gewonnen kan worden uit wind.

De potentie voor wind is wellicht hoog maar de gemeente Amsterdam heeft afgelopen jaar de Windvisie gepubliceerd. In deze visie is onderzocht in welke gebieden het ruimtelijk wenselijk is om windturbines te plaatsen. Dit zorgt, samen met de hoogtebeperkingen die de luchthaven Schiphol met zich mee brengt, voor enkele randvoorwaarden bij het plaatsen van een windturbine. De in de visie opgenomen 'Structuurvisie Windenergie 2040' geeft enig inzicht in de bevindingen van dit onderzoek. Op deze kaart is te zien er in de deelgebieden Zuidoost en IJburg kansrijke locaties zijn voor het inpassen van windturbines. Verder kansrijke locaties die in de visie worden aangeduid zijn plekken langs grote infrastructuurlijnen als snel- en spoorwegen. Deze typen infrastructuur zijn aanwezig in alle drie de deelgebieden. (DRO Gemeente Amsterdam, 2012)

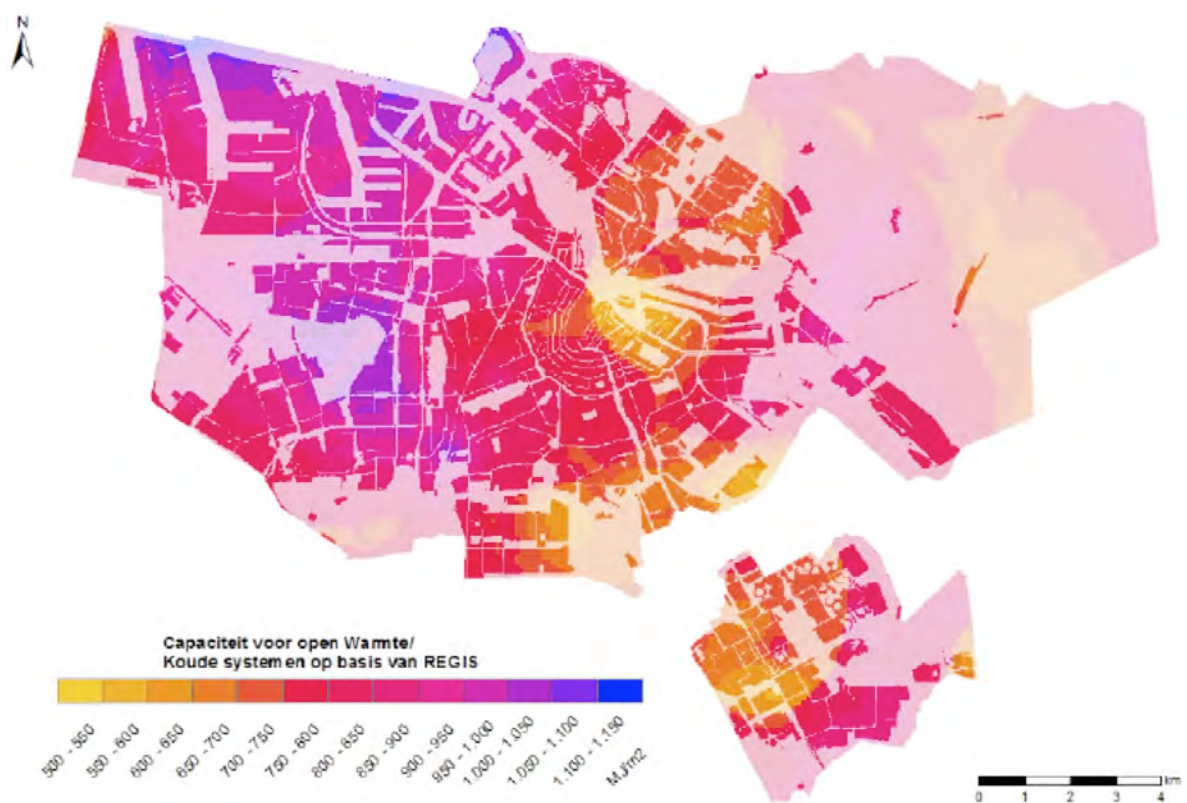
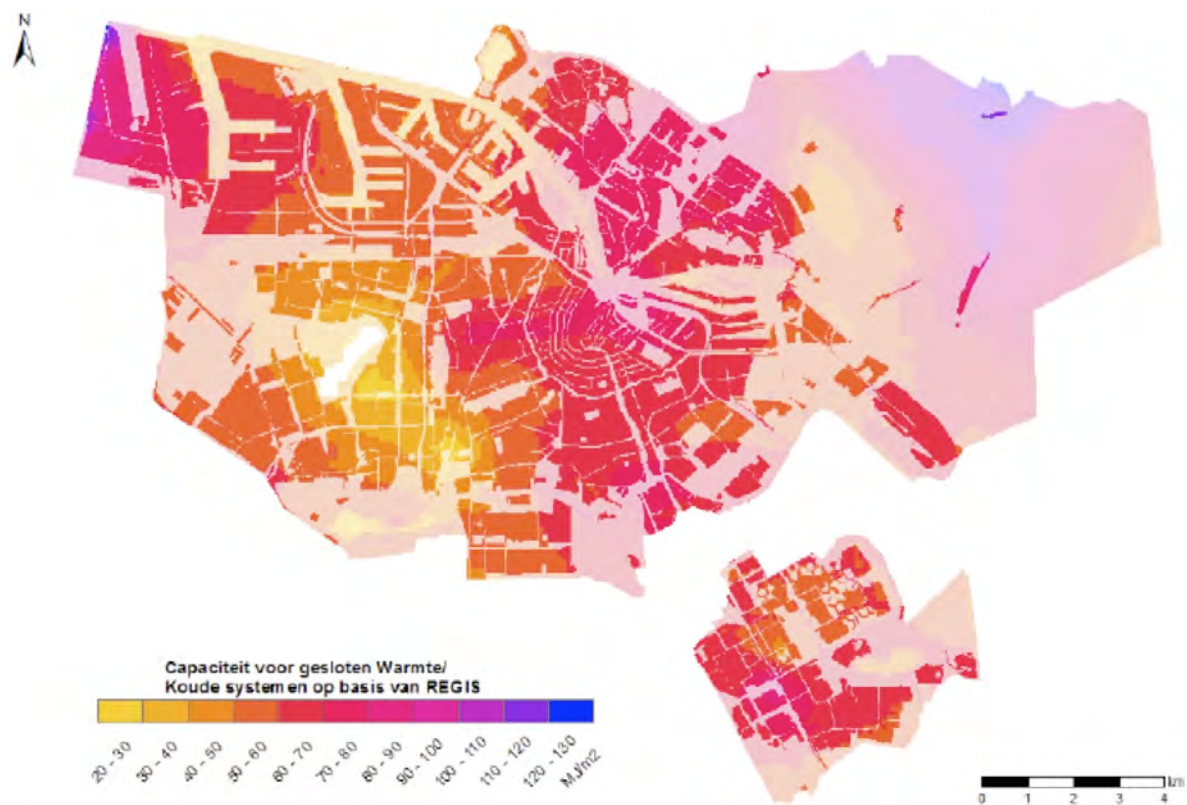
3.4 Warmte- en Koudeopslag

Warmte en koudeopslag is een typisch voorbeeld van een decentrale opwekmethode. Daarnaast speelt het zich af op een laag schaalniveau. Per gebouw zou een WKO geïnstalleerd kunnen worden. Warmte- Koudeopslag systemen zijn in twee vormen beschikbaar. Open systemen onttrekken grondwater en filteren dat. Het grondwater wordt vervolgens naar een warmtewisselaar geleid om daarna weer in de bodem te worden geïnfiltreerd. Afhankelijk van de diepte van een geschikt watervoerend pakket voltrekt dit proces zich tussen enkele tientallen meters tot ruim tweehonderd meter diepte. Een WKO is met name geschikt voor grotere gebieden met kantoren, woningen, glastuinbouw of industrieterreinen.

Een gesloten systeem staat niet in open verbinding met het grondwater. Bij deze techniek wordt gebruik gemaakt van water met een antivriesmiddel waarin water in een U-vormig systeem wordt rondgepompt. Dit systeem wordt voornamelijk gebruikt bij woningbouw omdat het kleinschaliger is dan een open systeem.

Voor beide systemen geldt dat in de winter warm water door een gebouw wordt gepompt om het te verwarmen, dat vervolgens in een koud water opslag terecht komt. In de zomer zal dan koud water uit de koud water opslag gepompt worden om een gebouw te koelen. Hiernaast een kaart opgenomen voor beide systemen met de potentie van WKO's op basis van de opslagcapaciteit. Voor deze kaarten geldt voornamelijk waar de WKO's te weinig rendement zullen hebben. De installatie van een WKO is in principe overal mogelijk (Waternet, 2013). Wel moet er gelet worden dat het terugvloeien van het afgekoelde of opgewarmde water kan conflicteren met een potentiële WKO die dicht in de buurt zit van een andere. Voor woningbouw kan WKO een belangrijker wordende manier zijn om het energieverbruik te beperken. Omdat er nu weinig koudevraag is in de woningbouw, zal door toenemende kwaliteit van isolatie dit in de toekomst meer het geval kunnen zijn. (Agentschap NL, 2013)

Het nadeel van WKO's echter, is dat het niet veel uitmaakt hoe veel meter de installatie beslaat. Het is belangrijk dat de gebruiker voldoende gebruik maakt van de WKO. Hiermee wordt bedoeld dat een WKO systeem pas rendabel wanneer er of een grote gebruiker, of meerder gebruikers op zijn aangesloten die voldoende warmte en koude afnemen om het systeem rendabel te laten zijn.



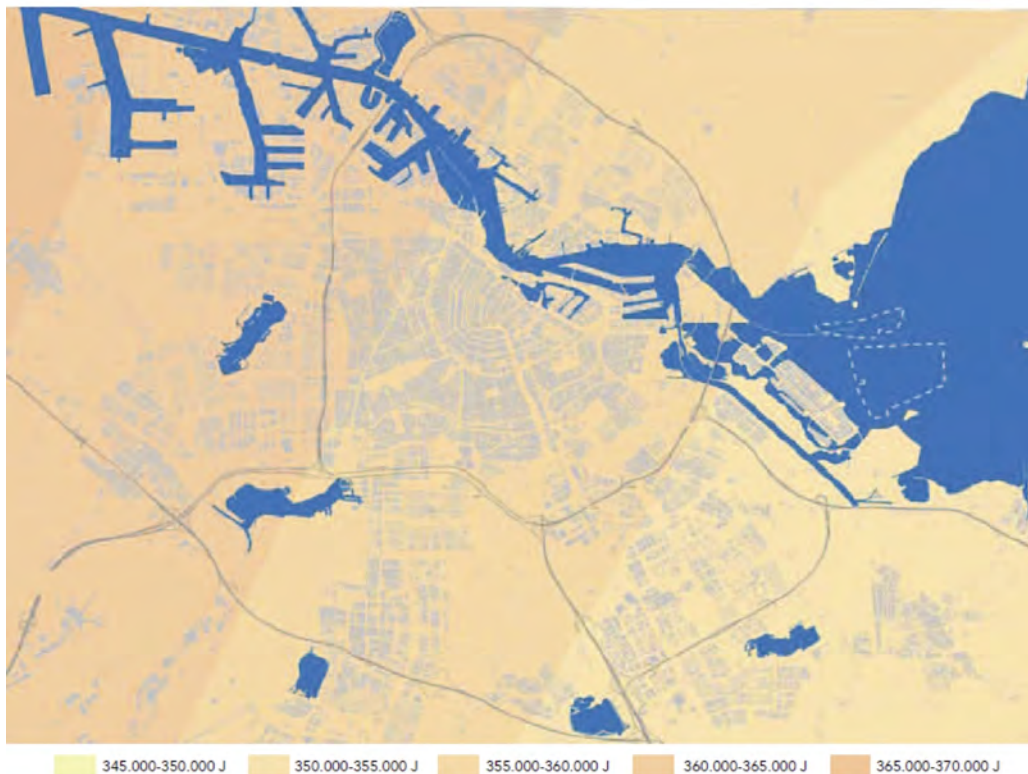
Afbeelding 4 & 5: WKO potentie Amsterdam (Waternet 2013)

3.5 Zon

De zon is een onuitputtelijke bron van energie, echter, de techniek is nog niet zo ver dat er een honderd procent rendement uit zonne-energie gehaald kan worden. De huidige techniek laat een rendement van zon PV ongeveer 15 % toe. Zonne-energie is een opwekmethode waarbij, net als bij WKO's, op een decentrale wijze op laag schaalniveau ingrepen worden gedaan in het stedelijk weefsel voor het duurzaam opwekken van energie.

In Amsterdam verschilt de zonpotentie nauwelijks. In het westen schijnt er meer zon maar de verschillen met het oosten zijn verwaarloosbaar. De instraling aan de zon is gemiddeld 360.000 J/cm², dit komt neer op een vermogen van 114 W per m². Waar dit een energieopbrengst van 1000 kWh betekent kan er met zonnepanelen, afhankelijk van het type, 60 tot 150 kWh stroom uitgehaald worden. Het plaatsen van zonnepanelen is vaak een particuliere aangelegenheid en deze panelen worden veelal op daken geïnstalleerd. Echter, er zijn ook voorbeelden van grote zonne-energie projecten waar op open ruimte grote hoeveelheden zonnepanelen worden geplaatst. (DRO Gemeente Amsterdam, 2013)

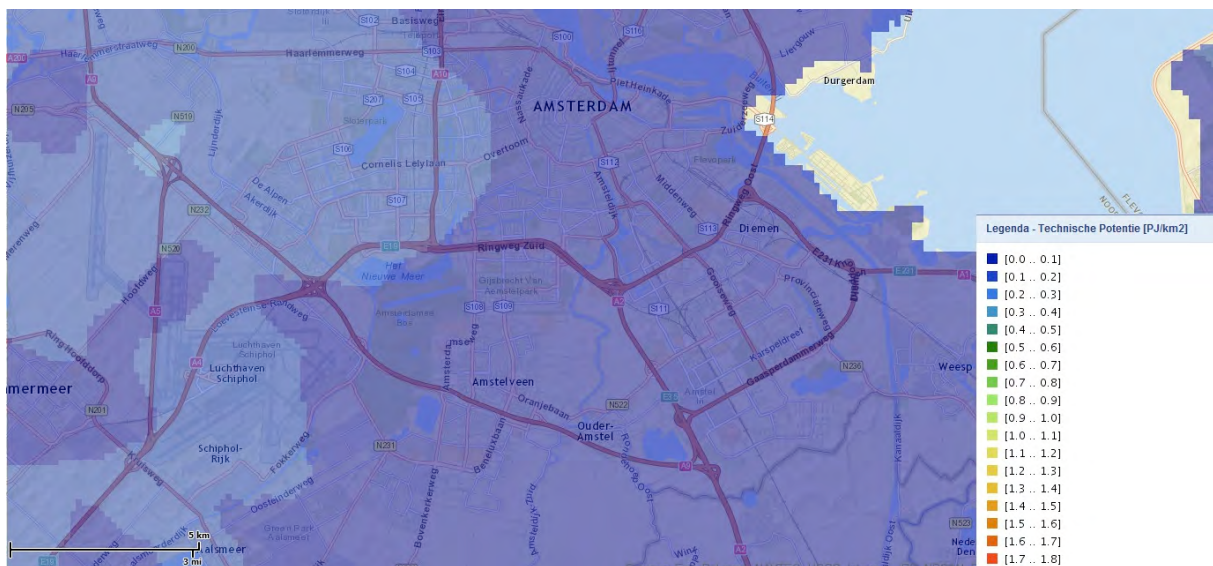
De instralingskaart geeft een overzicht van het potentieel aan instraling in de gemeente Amsterdam. Om deze instraling ook daadwerkelijk te kunnen benutten is men echter sterk afhankelijk van het stedelijk weefsel. Een juiste oriëntatie van de daken en weinig schaduwwerking zijn voorwaarden voor het rendabel zijn van een PV-paneel. Om het potentieel van het stedelijk weefsel te kunnen bepalen heeft de gemeente Amsterdam het Duitse bedrijf Tetra Eder de opdracht te geven om deze complexe berekening uit te voeren. De resultaten hiervan zullen binnenkort bekend worden en meegenomen worden in dit onderzoek.



Afbeelding 6: Zonpotentie Amsterdam (Gemeente Amsterdam, 2011)

3.6 Geothermie

Op onderstaande kaart (TNO, 2013) is de technische potentie voor het winnen van aardwarmte in de wijde omgeving van Amsterdam te zien. Dit geeft aan hoeveel warmte er in de praktijk gewonnen kan worden uit een watervoerende laag over een periode van 30 jaar. In vrijwel heel Amsterdam is de technische potentie voor deze bron erg laag (zo'n 0,1 Petajoule per km²). Dit betekent dat dit genoeg zou zijn om 1.250 huishoudens van warmte te voorzien gedurende 30 jaren. De kostbaarheid van deze vorm van energie opwekken en de lage potentie in Amsterdam zorgen ervoor dat eerder voor andere, goedkopere, vormen van het duurzaam opwekken van energie zal worden gekozen. Wanneer er gebruik wordt gemaakt van geothermie bij het opwekken van duurzame energie zal er een groot afzet gebiedt moeten zijn op tenminste wijkniveau om zo'n systeem rendabel te krijgen. Deze vorm van energieopwekking kan tevens zowel centraal als decentraal worden gezien afhankelijk van in welke orde grote een geothermieproject opgestart zou worden. De verwachting is dat dit in Amsterdam niet het geval gaat zijn.



Afbeelding 7: Potentie geothermie (TNO, 2013)

4 Huidig energieverbruik

4.1 Energieverbruik

Om de huidige energievraag te kunnen bepalen is het energieverbruik van de verschillende deelgebieden in kaart gebracht. Het gaat hierbij om het elektra- en het gasverbruik. De energievraag kan later in het onderzoek gekoppeld worden aan het stedelijk weefsel. Op deze manier kan worden bepaald of er typen stedelijk weefsel zijn die invloed uitoefenen op het energieverbruik en wat deze invloed dan is. Deze gegevens zijn tot stand gekomen samen met netbeheerder Aliander. Per gebouwblok is bekend hoeveel energieverbruik er per jaar is en hoeveel aansluiting deze heeft. Met behulp van deze gegevens zijn gemiddelde per aansluiting bepaald (Voerman, Hakvoort, den Boogert, & Mantel, 2013). Omwille van privacy redenen zijn sommige bouwblokken aan elkaar gekoppeld. Deze zijn naar functie bij elkaar gevoegd zodat er wel een goed beeld komt van het gemiddelde verbruik. Een afwezige kaart in deze inventarisatie is het gasverbruik in het deelgebied IJburg. Omdat dit gebied in zijn geheel is aangesloten op het stadswarmtenet is er geen sprake van gasverbruik.

4.1.1 Nieuw West

Op de verschillende verbruikskarten is goed te zien dat in het deelgebied Nieuw West een hoge energievraag is. Vooral op de kaart met het elektraverbruik zijn veel bouwblokken te vinden waar het gemiddelde energieverbruik hoger ligt dan het Amsterdams gemiddelde. Dit kan te maken hebben met het verschil tussen functies. Ook binnen de woonfunctie kunnen verschillen zitten. De analyse moet uitwijzen of eengezinswoningen meer energie verbruiken van appartementen. Ditzelfde geldt voor de leeftijd van de bebouwing. Qua gas verbruik is eveneens op sommige plekken een hoger gebruiksniveau te zien dan elders. Dit kan met dezelfde elementen te maken hebben als bij elektraverbruik. Het verbruik van gas komt overeen met de vraag naar warmte. Dichtheid kan hierbij dan ook een rol spelen. Wanneer de dichtheid hoger is gaat warmte sneller verloren en is er minder gas nodig om de bebouwing te verwarmen.

Elektraverbruik Nieuw West

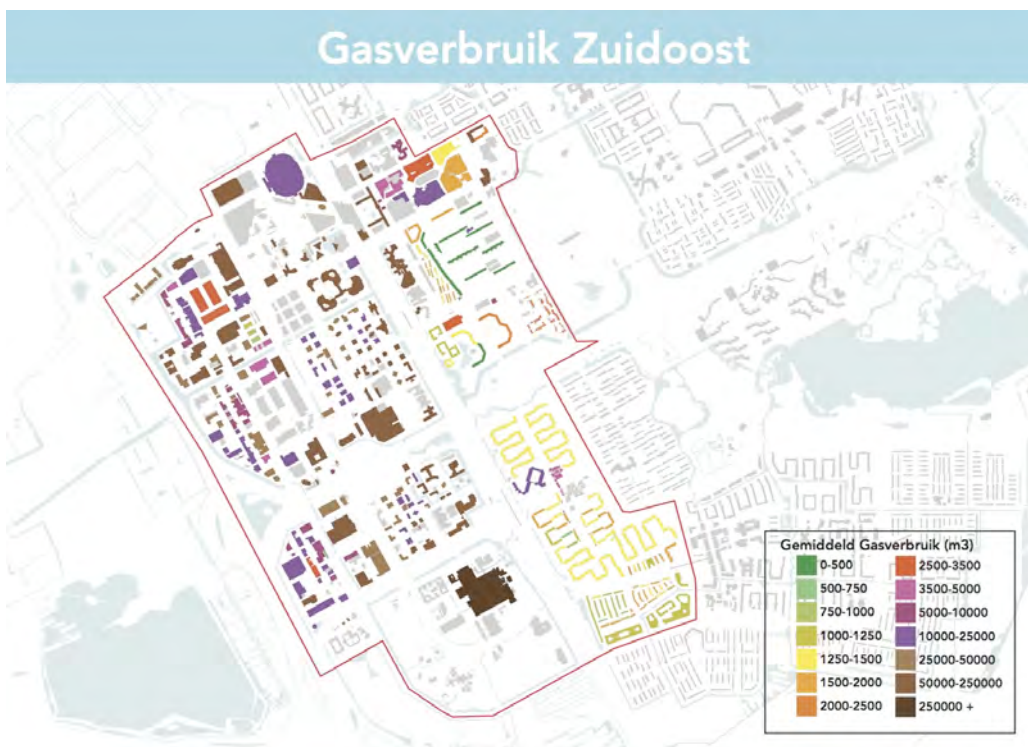
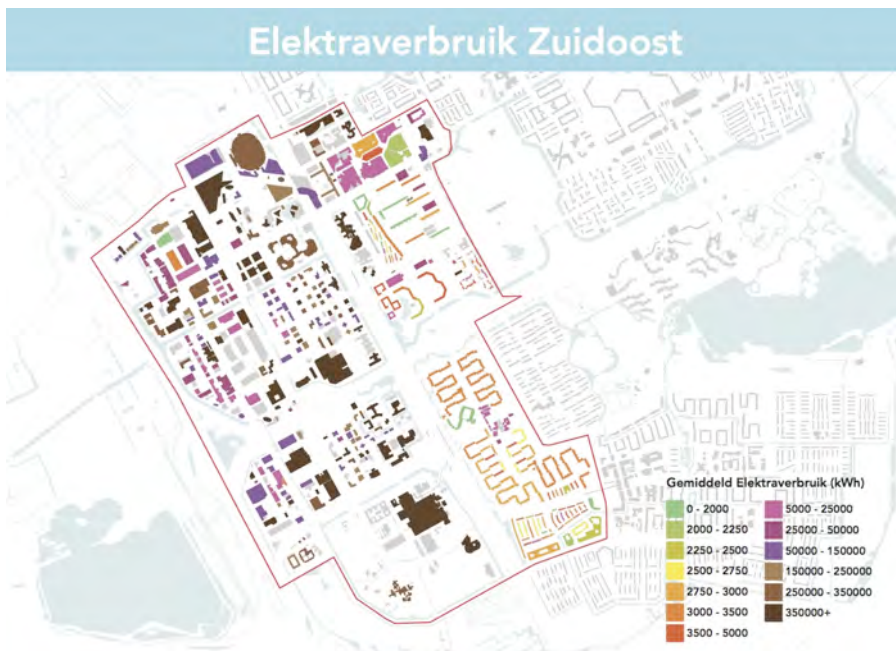


Gasverbruik Nieuw West



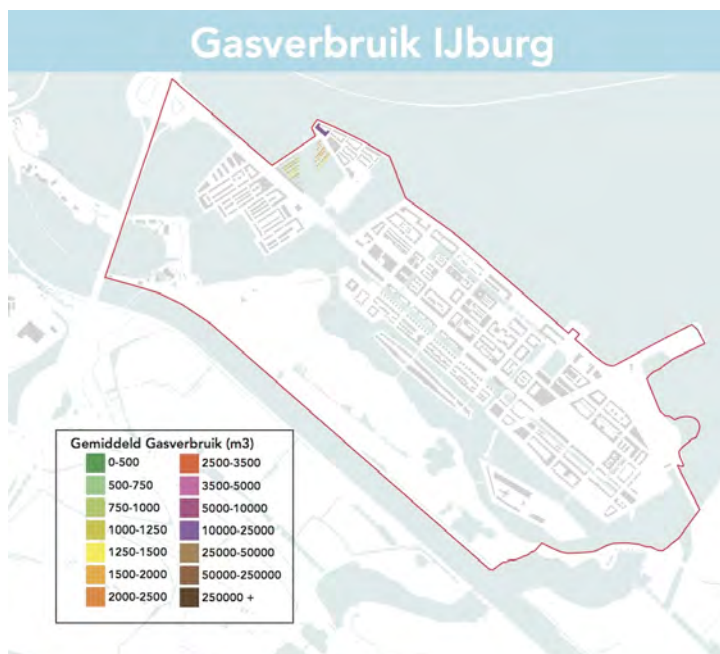
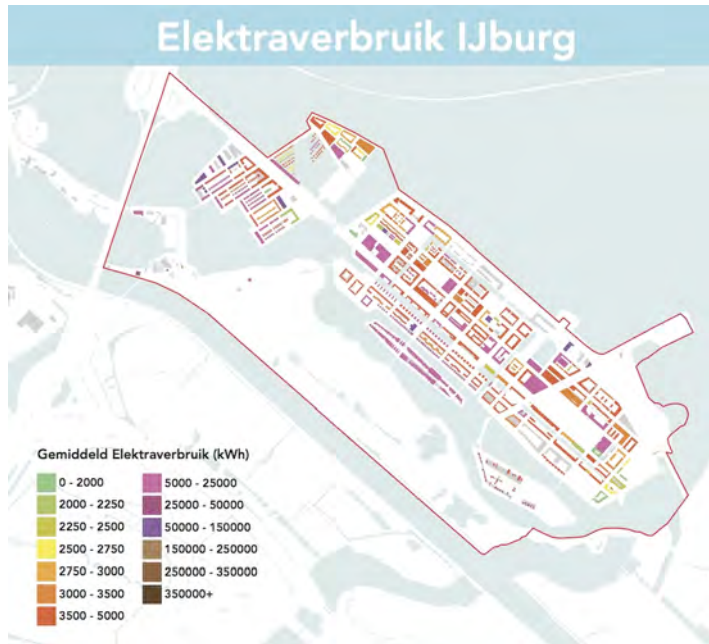
4.1.2 Zuidoost

In Zuidoost is op het bedrijventerrein zowel het gasverbruik als het elektraverbruik hoog. Dit zal samenhangen met de functies in het gebied die een grotere energievraag hebben dan woningen. In het woongedeelte van deelgebied Zuidoost is een energieverbruik te zien die net iets boven het gemiddelde ligt. Ook dit verbruik zal samenhangen met de bebouwingsdichtheid en de typologie. Daarnaast is in het noorden van het deelgebied een aantal gebouwen te zien waar geen gas verbruikt wordt. Deze gebouwen zijn aangesloten op het stadswarmtenet en hebben derhalve geen afname van gas.



4.1.3 IJburg

IJburg is vrijwel volledig aangesloten op het stadswarmtenet en heeft daardoor nauwelijks gasgebruik. Enkel in het noorden van het deelgebied zijn een aantal kavels waar gas gebruikt wordt. Het elektriciteitsgebruik daarentegen is hoog op IJburg. De reden hiervoor kan zijn het grote aantal appartementen op IJburg. In appartementencomplexen is het energiegebruik meer geconcentreerd dan bij eengezinswoningen. Hierin zou het stedelijk weefsel op IJburg dan moete bewegen wanneer het gaat om het verminderen van energieverbruik.



5 Casestudies

In dit hoofdstuk is een keuze gemaakt van projecten die, net als in onderhavig onderzoek, te maken hebben met gebruik maken van de stedenbouwkundige structuur van een gebied en omgevingskwaliteiten om optimaal gebruik te kunnen maken van energetische potenties.

5.1 Datacenter Science Park, Amsterdam

In het kader van restwarmte is in Amsterdam in 2012 een interessant project opgeleverd (Unica, Equinix). Op Science Park in Amsterdam Zuid staat een van de meest duurzame datacentra ter wereld. Omdat in datacentra veel warmte vrijkomt is dit, zoals eerder beschreven, een potentiële leverancier van restwarmte. In samenwerking met Dura Vermeer heeft Unica, een allround technisch dienstverlener, het gebouw van Equinix gebouwd. Een deel van de restwarmte wordt middels een WKO gebruikt om het nabij gelegen gebouw van de Universiteit van Amsterdam te verwarmen. Het grondwater is hierin de warmtebuffer. In dit project wordt dus via een warmte- koude installatie onderlinge warmte-uitwisseling gerealiseerd in de bodem. Dit leidt tot een besparing van het hoge energieverbruik van een Universiteitsgebouw. De overige restwarmte kan hierin gebruikt worden voor het verwarmen van omliggende gebouwen. Dit toont aan dat verschillende functies in elkaanders energiebehoeften kunnen voorzien mits hier de juiste installaties voor zijn en er vraag naar is.

5.2 EVA-Lanxmeer, Culemborg

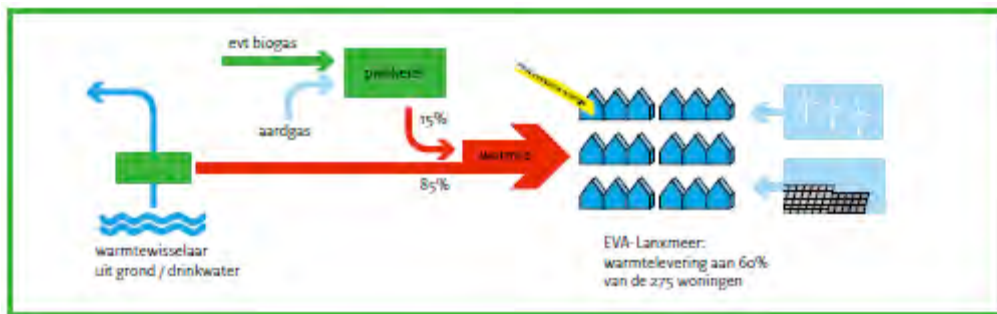
EVA-Lanxmeer is een van de wijken die als voorbeeld kan dienen voor hoe om te gaan met het inrichten van de stadsplattegrond ten behoeve van duurzame opwekmethoden (EVA-lanxmeer). Het is een duurzame wijk die onder de vleugels van Stichting EVA en de gemeente Culemborg vorm heeft gekregen. Ze kan gekenmerkt worden als een integraal duurzame wijk met als doel in haar eigen energievraag te voorzien. In het stedenbouwkundig ontwerp is hiermee rekening gehouden door in die opzet al rekening te houden met energiebesparing en –opwekking als belangrijk thema (Agentschap NL, 2011).

Door concrete energie maten te stellen voor woningen en uit te gaan van de Trias Energetica en voortgaande energie-efficiëntie wordt gestreefd naar het doel zo effectief en zuinig mogelijk met energie om te gaan en voortdurend op zoek te gaan naar verbetering en toepassing van nieuwe systemen. De woningen zijn zoveel mogelijk op de zon georiënteerd en daarbij strookt de positionering van bouwblokken niet altijd met de verkavelingsrichting. Naast rekening te houden met de zon ten behoeve van natuurlijk verwarming van huizen, is in het noordwestelijke deel van EVA-Lanxmeer rekening gehouden met warmteverlies door beschutting tegen wind tegen verkoeling. Daarnaast zijn er op veel daken zonnecellen (PV) geïnstalleerd.

Qua warmtesystemen is er een warmtecentrale die deels in de warmtevraag van de woningen en bedrijven in het gebied voorziet. Deze warmte wordt onttrokken aan het drinkwater. Het doel is om in de toekomst niet meer afhankelijk te zijn van fossiele brandstoffen, daarom wordt door het lokale energiebedrijf gezocht naar andere mogelijkheden voor het duurzaam opwekken van energie.

In dit (nieuwbouw)project, dat echter geen aanpassingen in bestaande bouw behelst, is bij de invulling van het stedelijk weefsel uitgegaan van de veranderlijkheid binnen de stadsplattegrond. Het feit dat hiervan getuigd, is dat bebouwing gedraaid is op de vaststaande verkaveling om de potentie van verwarming door de zon optimaal te benutten. De relevantie van dit project huist dus in het

gebruik van lokale potenties, een gesloten energiesysteem, functiemenging en het rekening houden met deze zaken in de stedenbouwkundige structuur en openbare ruimten.



Afbeelding 8: Energiesysteem EVA-Lanxmeer (Agentschap NL, 2011)

5.3 Erasmusveld-Leywegzone, Den Haag

Den Haag is de eerste stad waar het gebruik van aardwarmte op grote schaal wordt toegepast en aangesloten op nieuwbouw (Den Haag). Zowel de wijk Erasmusveld als de Leywegzone zijn onderdeel van dit gebruik van aardwarmte. Beiden moeten, door de hoge energiepotentie van de aardwarmtewinning, energieleverende wijken worden. Een geothermienetwerk wordt aangelegd op ca. 2500 meter diepte. Men ambieert een EPC van 0,6 tot energieleverend voor de woningen, met als doel een CO₂ reductie van 1,8 ton per woning per jaar. Verder wordt in dit project nog meer gedaan om het duurzame karakter te versterken. Zo wordt flexibel gebouwd om op toekomstige ontwikkelingen in te kunnen spelen. Men ambieert een collectieve duurzaamheid op bouwblokniveau met daarbij een aantal mogelijke duurzame vormen van energieopwekking zoals een warmtepomp, WKO's, bio-energie en zon-PV.

5.4 Stad van de Zon, Heerhugowaard

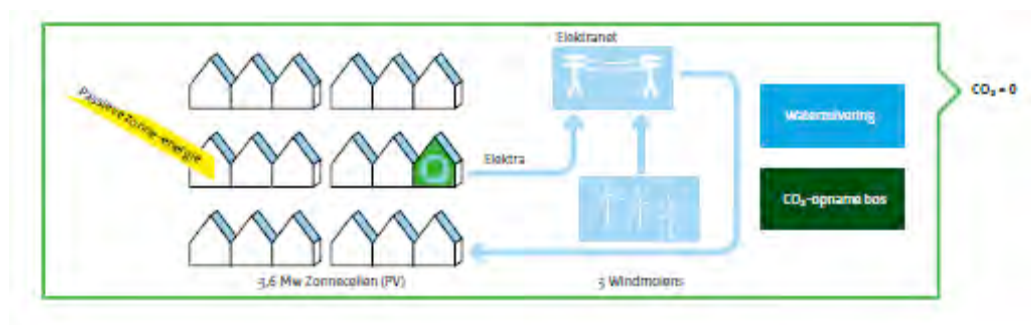


Afbeelding 9: Luchtfoto Stad van de Zon (Gemeente Heerhugowaard)

De Stad van de Zon in Heerhugowaard is een ander voorbeeld waarin rekening is gehouden in de stedenbouwkundige structuur van het ontwerp ten behoeve van het benutten van duurzame potenties (Gemeente Heerhugowaard). In dit geval is het plan ontworpen om de wijk CO₂-neutraal te maken door volledig in de energievraag te voorzien door middel van zonne- en windenergie. Alle verkaveling is noord-zuid georiënteerd om een optimale benutting van de zon en zonnepanelen op

daken te veroorzaken. De resterende energievraag wordt opgelost door drie windmolens die rond het gebied zijn geplaatst. Deze zijn geplaatst in de openbare ruimte die is gecreëerd in de vorm van een grote waterplas die fungeert als buffer, zuiveringssysteem en recreatiegebied. Het groen in het park compenseert dan ook nog eens de CO₂-uitstoot van de mobiliteit in het gebied (Agentschap NL, 2011).

In dit project wordt dus ook de inrichting van de openbare ruimte en de stedenbouwkundige structuur gebruikt om de wijk duurzaam te maken. Daarnaast is er de grootschalige energieopwekking in de vorm van zonnepanelen en windmolens. Dit project kan als voorbeeld dienen hoe om te gaan met positionering van bebouwing om de energievraag te verlagen en tegelijkertijd in de energievraag te voorzien door ingrepen in het stedelijk weefsel.



Afbeelding 10: Energiesysteem Stad van de Zon, Heerhugowaard (Agentschap NL, 2011)

5.5 Mijnwater energie, Heerlen

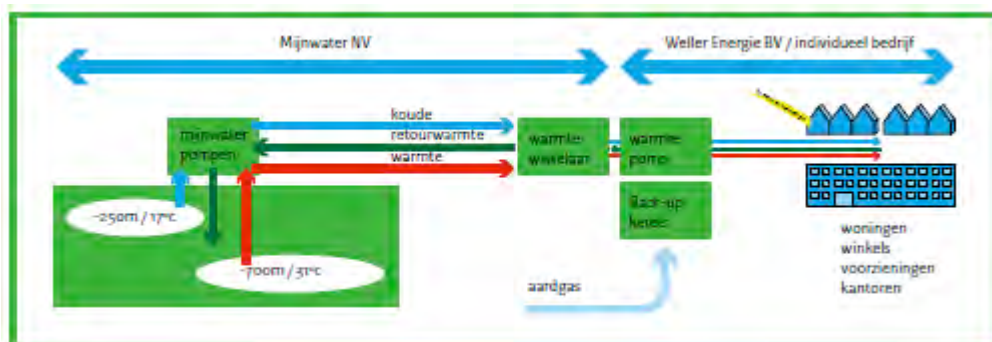


Afbeelding 11: Luchtfoto, Mijnwater energie, Heerlen (Agentschap NL, 2011)

In Heerlen wordt met gebruik van oude mijnschachten warm en koud water uit de grond gepompt om warmte- en koude vragende functies van energie te voorzien. Het gaat hierbij om laagwaardige warmte en koude wat betekent dat de temperaturen niet veel verschillen. Om deze potentie optimaal te benutten worden gebouwen optimaal geïsoleerd en van zonwering voorzien (voor minimale warmte en koude vraag) en wordt de energie via een warmtewisselaar en warmtepomp gedistribueerd om de bebouwing van warmte en koude te voorzien. Het aantal woningen dat door

dit systeem wordt voorzien is 200, daarnaast zijn er nog een aantal andere functies zoals winkels en openbare gebouwen (Agentschap NL, 2011).

Van de energievoorziening is op maaiveld weinig te zien in tegenstelling tot projecten waarbij gebruik gemaakt wordt van zonnecollectoren of windmolens. In dit project wordt gebruik gemaakt van grootschalige energieopwekking uit lokale potenties en verschillende functies waaraan energie geleverd wordt. Omdat deze casus weinig invloed heeft op de stedenbouwkundige structuur van het gebied kan geconcludeerd worden uit de praktijk dat energiewinning uit de ondergrond niet directe aanpassing van het stedelijk weefsel behoeft. Wellicht het aantrekken van voldoende functies om het energieaanbod te benutten.



Afbeelding 12: Energiesysteem Mijwater energie, Heerlen (Agentschap NL, 2011)

5.6 Merwe-VierHavens, Stadshavens, Rotterdam

Dit is een project waarin op verschillende manieren energie wordt gewonnen en bespaard door bestaande bedrijventerreinen in Rotterdam te transformeren naar duurzame woongebieden. De benadering is dat, met het uitwisselen van reststromen op verschillende schaalniveaus, een waardevolle en overzichtelijke aanpak voor energiebesparing en duurzame energieopwekking in de stedenbouw wordt gehanteerd, los van besparing op gebouwniveau (Agentschap NL, 2011).

Ook in dit project wil men gebruik maken van duurzame energieopwekking uit lokale bronnen, in dit geval uit rivierwater. De transformatie van het gebied is geraamd over dertig jaar waarin met snelle, effectieve, ingrepen al in het beginstadium wordt gestart met initiatieven die andere 'pioniers' moeten aantrekken. Met name de optelsom van ontwikkelingen in dit gebied maakt het een bijzonder voorbeeldproject. Hierin is ook te zien dat rekening wordt gehouden met het stedelijk weefsel waarin functiemenging een belangrijk punt is. Daarnaast het streven naar gesloten kringlopen binnen nieuwe en bestaande bebouwing (dan al niet met andere functie), maakt dat dit project als goed voorbeeld kan dienen voor onderhavig onderzoek.

6 Bibliografie

Waternet. (2013). *Berekening WKO-capaciteit ondergrond Amsterdam*. Amsterdam: Waternet.

Voerman, R., Hakvoort, L., den Boogert, G., & Mantel, B. (2013). *Energieatlas van Amsterdam*. Gemeente Amsterdam, Dienst Ruimtelijke Ordening. Amsterdam: Gemeente Amsterdam.

Agentschap NL. (sd). *www.agentschap.nl*. Opgeroepen op april 25, 2013, van <http://www.agentschapnl.nl/onderwerp/de-excellente-gebieden>

Agentschap NL. (sd). *Bestaande windparken en windmolens*. Opgeroepen op 05 13, 2013, van Windenergie op land: <http://www.w-i-n-d.nl/>

Agentschap NL. (2010). *Leidraad Zonnestroomprojecten*. Utrecht: Agentschap NL.

Agentschap NL. (2011). *Portfolio Energiezuinige Stedenbouw*. Utrecht: Agentschap NL.

Buys, A. (2009). *Het woonklimaat op IJburg een evaluatie*. Amsterdam: RIGO.

Den Haag. (sd). *Erasmusveld-Leywegzone*. Opgeroepen op juni 1, 2013, van <http://www.denhaag.nl/home/bewoners/to/ErasmusveldLeywegzone.htm>

EVA-lanxmeer. (sd). *Eva Lanxmeer*. Opgeroepen op mei 15, 2013, van <http://www.eva-lanxmeer.nl/>

Europese Unie. (2013, februari 20). *Europa NU onafhankelijk en actueel*. Opgehaald van Europa-nu: <http://www.europa-nu.nl/id/vg9pi5ooqcz3/energiebeleid>

Europese Commissie. (2013, februari 20). *Europa EU*. Opgehaald van Energie-stappenplan 2050: een veilige, concurrerende en koolstofarme energiesector is mogelijk: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-11-1543_nl.htm

Ensie.nl. (sd). *En-sie*. Opgeroepen op april 17, 2013, van En-sie: http://www.ensie.nl/definitie/Openbare_ruimte

DRO Gemeente Amsterdam. (2012). *De Windvisie*. Amsterdam: Gemeente Amsterdam.

DRO Gemeente Amsterdam. (2013). *Leidraad Energetische Stedenbouw*. Amsterdam: Gemeente Amsterdam.

Gemeente Amsterdam. (2012, 10 16). *Zon op VvE*. Opgeroepen op 05 13, 2013, van Amsterdam.nl: <http://www.amsterdam.nl/wonen-leefomgeving/klimaat-energie/zonne-energie/zon-vve/>

Gemeente Amsterdam. (2011, 07 06). *Zonnestroom voor Amsterdamse scholen*. Opgeroepen op 05 13, 2013, van Amsterdam.nl: <http://www.amsterdam.nl/wonen-leefomgeving/klimaat-energie/zonne-energie/zonnestroom/>

Gemeente Amsterdam. (2012). *kansen voor een duurzame vrijzone in Amsterdam*. Amsterdam: Gemeente Amsterdam.

Gemeente Amsterdam. (2013). *Klimaat en Energie Jaarprogramma*. Amsterdam: Gemeente Amsterdam.

- Gemeente Amsterdam. (2012). *Leidraad Energetische Stedenbouw*. Amsterdam: Gemeente Amsterdam.
- Gemeente Amsterdam. (2013, April 29). *Stadswarmte*. Opgehaald van Amsterdam.nl: <http://www.amsterdam.nl/gemeente/organisatie-diensten/dienst-ruimtelijke/les-leidraad/maatregelen/stap-2/stadswarmte/>
- Gemeente Amsterdam. (2011). *Structuurvisie Amsterdam 2040*. Amsterdam: Gemeente Amsterdam.
- Gemeente Amsterdam, TU Delft. (2011). *Leidraad energetische Stedenbouw 1.0*. Amsterdam: Gemeente Amsterdam.
- Gemeente Heerhugowaard. (sd). *Heerhugowaard Stad van de Zon*. Opgeroepen op april 24, 2013, van <http://www.heerhugowaardstadvandezon.nl/Stad+van+de+Zon/default.aspx>
- Geodan IT b.v. (2005). *Windkaart van Nederland 1.0*. 's Hertogenbosch: Geodan IT.
- Heeling, J., Meyer, H., & Westrik, J. (2002). *Het ontwerp van de stadsplattegrond*. Amsterdam: SUN.
- KvK, Gemeente Amsterdam, ORAM. (2008). *Duurzaamheid - Economische kans voor de Metropoolregio Amsterdam*. Amsterdam: Kamer van Koophandel Amsterdam.
- Kortman, J., Manders, H., Van den Dobbelsteen, A., De Haas, G., & Roorda, C. (2012). *Met 20 bouwstenen naar een energieneutraal gebied*. Boxtel: Aeneas.
- Levy, A. (1999). Urban morphology and the problem of the modern urban fabric. *Journal Online Urban Morphology*, 79-85.
- Netherlands Environmental Assessment Agency. (2010). *Consequences of the European Policy Package on Climate and Energy*. Bilthoven: MNP.
- PBL. (2010). *Quickscan energie en ruimte, Raakvlakken tussen energiebeleid en ruimtelijke ordening*. Den Haag/Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Provincie Noord-Holland. (vastgesteld 2011). *Koersdocument Duurzame Energie, aanzet beleid duurzame energie 2012-2015*. Haarlem: Provincie Noord-Holland.
- Provincie Noord-Holland. (2013). *Provinciale Ruimtelijke Verordening Structuurvisie*. Haarlem: Provincie Noord-Holland.
- Provincie Noord-Holland. (vastgesteld 2011). *Structuurvisie Noord-Holland 2040, kwaliteit door veelzijdigheid*. Haarlem: Provincie Noord-Holland.
- Provincie Noord-Holland. (2011). *Structuurvisie Noord-Holland 2040, kwaliteit door veelzijdigheid*. Haarlem: Provincie Noord-Holland.
- TNO. (2013, April 29). *ThermoGIS-Basic*. Opgehaald van Thermogis: <http://test.thermogis.nl/basicviewer/ThermoGISBasic.html>
- Unica, Equinix. (sd). *Science Park Amsterdam*. Opgeroepen op augustus 29, 2013, van unice en Dura Vermeer bouwen samen aan duurzaam datacentrum Equinix:

http://www.scienceparkamsterdam.nl/nieuws/nieuwsbericht/back_to/actueel/article/unica-en-dura-vermeer-bouwen-samen-aan-duurzaam-datacentrum-equinix/cache/f9594bc78f