

**ONDERZOEK NAAR DE FINANCIËLE
POTENTIES VOOR DUURZAME ENERGIE**

WERKMAATSCHAPPIJ MARKERMEER - IJMEER

7 oktober 2011
075774112:0.1 - Definitief
B01065.000794.0200



Inhoud

Samenvatting	2
1 Inleiding	4
1.1 Algemeen kader	4
1.2 Doelstelling	4
1.3 Gebiedsbeschrijving	5
2 Quickscan zonne-energie	6
2.1 Areaal inschatting	6
2.2 Financiële analyse zonne-energie	9
2.2.1 Zon-elektrisch	10
2.2.2 Zon-thermisch	13
2.3 Organisatiemodellen	14
2.4 Conclusie en doorkijk	16
3 Quick scan thermische energiewinning	17
3.1 Analyse projectgebied	17
3.2 Technische haalbaarheid	19
3.2.1 Verschillende systemen	19
3.2.2 Warmtekoude opslag	20
3.2.3 Geothermie	24
3.2.4 Koudewinning uit Markermeer-IJmeer	25
3.3 Financiële haalbaarheid	28
3.4 Conclusie & doorkijk	30
4 Conclusie	32
4.1 Zonne-energie	32
4.2 Thermische energie	33
Colofon	35

Samenvatting

Het Toekomstbeeld Markermeer-IJmeer (2009) is erop gericht om de uitzonderlijke internationale toppositie van de regio vast te houden en te versterken. Hierbij gaat het om een veerkrachtig toekomstbestendig ecologisch systeem gecombineerd met landschap, cultuurbeleving en economische gebiedsontwikkeling. Om de optimalisatie van het Toekomstbeeld tot stand te brengen is de Werkmaatschappij Markermeer-IJmeer opgericht.

De Werkmaatschappij Markermeer-IJmeer werkt in de komende periode aan het opleveren van beslisinformatie ten behoeve van een RijksStructuurVisie voor het gebied Amsterdam-Almere-Markermeer. Daarin zal een ontwerp voor het Markermeer-IJmeer zijn weergegeven met daarin een toekomstbestendig ecologisch systeem en daaraan gerelateerde economische- en ruimtelijke investeringsopgaven.

In opdracht van de Werkmaatschappij Markermeer-IJmeer is er als onderdeel van de optimalisatie van de economische ontwikkeling gekeken naar de mogelijke financiële potenties van duurzame energieopties in het gebied. In een eerste inventarisatie heeft ARCADIS door middel van quick scans op het gebied van zonne-energiesystemen en de mogelijke thermische energiewinningsontwikkeling onderzocht wat haalbaar zou kunnen zijn in het Markermeer en het IJmeer gebied. Met deze quick scans is er gewerkt aan het onderzoeken van mogelijkheden om baten te genereren in en om Markermeer-IJmeer in het kader van het optimaliseren van het Toekomstig Bestendig Ecologisch Systeem (TBES) namelijk:

- Het inzichtelijk maken van verschillende zonne-energie mogelijkheden en het onderzoeken van de financiële consequenties/ haalbaarheid van de verschillende mogelijkheden.
- Inzichtelijk maken van verschillende geothermische energiewinning mogelijkheden en onderzoeken van de financiële consequenties/ haalbaarheid van geothermische energiewinning.

Wij concluderen dat de perspectieven voor zonne-energie en thermische energie in het kader van het TBES vooralsnog onvoldoende zijn om de duurzame winning ervan op of in het water dan wel op de dijken nader te gaan exploreren. Bij stijgende energieprijzen zal de financieel-economische potentie van deze vormen van energie toenemen en wellicht rendabel kunnen worden voor exploitatie, maar in dat geval ligt winning op het land, nabij de afzetlocatie, veel meer voor de hand dan winning in of nabij het Markermeer of IJmeer. In dit stadium is het niet kansrijk dat deze energiebronnen een financieringsbron kunnen zijn voor ecologische maatregelen in het kader van het TBES.

Zonne-energie

In de quickscan voor zonne-energie zijn op conservatieve wijze de onderstaande terugverdientijden berekend. De verschillen worden verklaard door de verschillen in prijs die door afnemers worden betaald voor de afname van energie bij een energiebedrijf.

Tabel 1Terugverdiëntijd anno
2011

Terugverdiëntijd anno 2011	
Huishoudens	20 jaar
MKB	25 jaar
Terugverdiëntijd grootschalige installaties	32 jaar

Hoewel dat geen aantrekkelijk beeld is, is de verwachting dat door bijvoorbeeld gebruik te maken van slimme organisatievormen of grootschalig in te kopen deze terugverdiëntijden al aan merklijk kunnen worden teruggebracht. Op de middellange termijn zal investeren in zonne-energie ook zonder stimuleringsmaatregelen een aantrekkelijk rendement opleveren. Binnen het onderzoeksgebied is een relatief groot potentieel voor zonne-energie. Met name in de bebouwde omgeving van Lelystad en Almere.

Op de langere termijn, is de verwachting dat zonne-energie commercieel erg interessant wordt en op grote schaal uitgerold gaat worden. Het is niet onwaarschijnlijk dat zon-PV der mate interessant wordt dat het bevoegd gezag verzoeken zal krijgen van ontwikkelaars om zon-PV langs de dijken te exploiteren. Ook zou het bevoegd gezag op de lange termijn verzoeken kunnen krijgen om op het water van het markermeer zonne-energie te realiseren.

Zon thermisch zal voorbehouden blijven voor daken, waar warmteproductie dicht bij de warmteafzet plaats vindt.

Thermische energie

Onder thermische energiewinning verstaan we hier de systemen die gebruik maken van bodemenergie. In de quickscan voor thermische energie zijn op conservatieve wijze de volgende terugverdiëntijden berekend.

Tabel 2Terugverdiëntijd anno
2011

Terugverdiëntijd anno 2011	
Wko	23 jaar
Geothermie	8-10 jaar

Voor thermische systemen in combinatie met de verwachte vraag naar warmte in nieuw te ontwikkelen gebieden komt geothermie als de optie met de grootste potentie naar voren. Deze techniek is echter pas rendabel bij grootschalige toepassing, waarbij zowel nieuwbouw als bestaande bouw interessant kan zijn. Andere opties zijn de diverse vormen van wko. Deze systemen hebben een langere terugverdiëntijd, maar hebben het voordeel kleinschaliger toepasbaar te zijn.

Doordat de toepassing van duurzame energie in nieuwbouwprojecten nog lang geen 'business as usual' is, bevelen wij aan om nieuwe bouwprojecten actief te benaderen om kennis over duurzame energie over te dragen. Daarbij moet de nadruk dan vooral liggen op het bereiken van een meerwaarde voor zowel de woningbouw als voor de ecologische inrichting van het gebied.

Anders dan bij Zonne-energie verwachten wij geen grote technologische ontwikkelingen waardoor de prijs van wko of geothermie systemen sterk zal dalen. De stijgende energieprijzen zal ervoor zorgen dat ook deze systemen in de nabije toekomst aantrekkelijker worden.

HOOFDSTUK 1 Inleiding

1.1

ALGEMEEN KADER

Markermeer en het IJmeer staan centraal in het toekomstbeeld wat de Provincie Flevoland en Noord-Holland in 2009 hebben uitgebracht. Het gaat over natuur, over recreatie, ruimtelijke kwaliteit, economie en veiligheid in het gebied.

Het Toekomstbeeld Markermeer-IJmeer is erop gericht om de uitzonderlijke internationale topositie van de regio vast te houden en te versterken. Hierbij gaat het om een veerkrachtig toekomstbestendig ecologisch systeem gecombineerd met landschap, cultuurbeleving en economische gebiedsontwikkeling. Om de optimalisatie van het Toekomstbeeld tot stand te brengen is de Werkmaatschappij Markermeer-IJmeer opgericht.

De Werkmaatschappij Markermeer-IJmeer werkt in de komende periode toe naar een RijksStructuurVisie. Daarin zal een ontwerp voor het Markermeer-IJmeer zijn weergegeven met daarin een toekomstbestendig ecologisch systeem en daaraan gerelateerde economische- en ruimtelijke investeringsopgaven.

In opdracht van de Werkmaatschappij Markermeer-IJmeer wordt er als onderdeel van de optimalisatie van de economische ontwikkeling gekeken naar de mogelijke financiële potenties van duurzame energieopties in het gebied. In een eerste inventarisatie heeft ARCADIS door middel van quick scans op het gebied van zonne-energiesystemen en de mogelijke thermische energiewinings ontwikkeling onderzocht wat financieel haalbaar zou kunnen zijn in het Markermeer en het IJmeer gebied.

1.2

DOELSTELLING

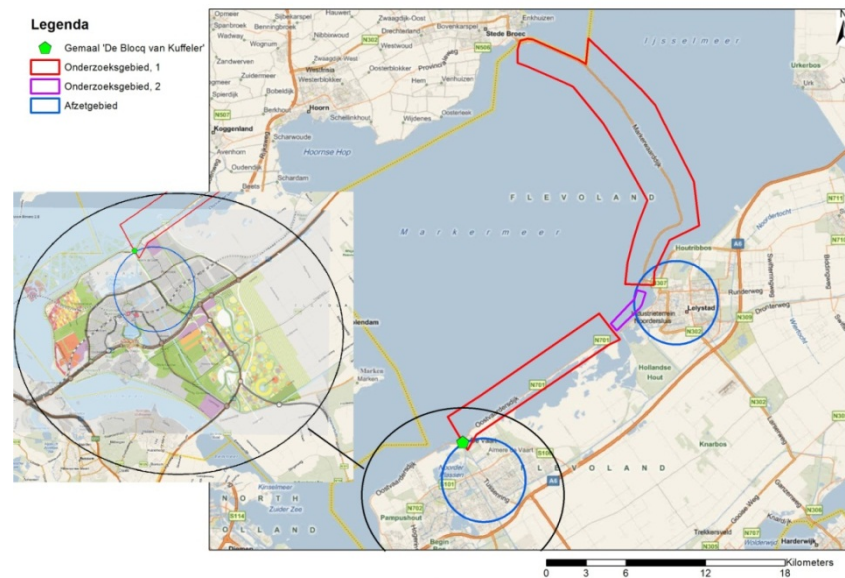
Bij de uitwerking quick scans is er gewerkt aan het onderzoeken van de energiedoelstellingen van de provincie voor de ontwikkeling van het Markermeer/IJmeer gebied in het kader van het Toekomstig Bestendig Ecologisch Systeem (TBES) namelijk:

- 0Het inzichtelijk maken van verschillende zonne-energie mogelijkheden en het onderzoeken van de financiële consequenties/ haalbaarheid van de verschillende mogelijkheden.
- Inzichtelijk maken van verschillende geothermische energiewinning mogelijkheden en onderzoeken van de financiële consequenties/ haalbaarheid van geothermische energiewinning.

1.3

GEBIEDSBESCHRIJVING

Het gebied dat in dit project wordt onderzocht is weergegeven in onderstaande figuur.



Daarbij geldt dat de 'grens' voor het project wordt gevormd door Almere in het zuiden, Lelystad in het noorden en het Markermeer in het westen. Het afzetgebied voor deze duurzame energie wordt in principe gezocht in de nieuwe woningbouw ontwikkelingen bij Almere en Lelystad.

Reden om het onderzoeksgebied te beperken tot de hierboven aangegeven dijken is dat de dijken aan de Noord-Hollandse kant van het Markermeer-IJmeer gebied een veelal ongunstige oriëntatie ten opzichte van de zon kennen.

Voor de quick scans zijn voor zon en thermische energiewinning afzonderlijk berekeningen en afwegingen gemaakt voor het beschikbare areaal en de mogelijke locaties binnen het projectgebied. Deze worden nader toegelicht in de betreffende hoofdstukken.

HOOFDSTUK

2 Quickscan zonne-energie

2.1

AREAAL INSCHATTING

In onderstaande tabel is voor het onderzoeksgebied weergegeven hoeveel areaal er beschikbaar is voor zonne-energie. Na de tabel volgt een toelichting

Tabel 3

Areaal beschikbaar voor zonne-energie

Waar	Wat	Beschikbaar Bruto areaal	Beschikbaar Netto Areaal
Almere	Huidig dakoppervlak	3,6 miljoen m ²	1,8 miljoen m ²
Almere	Te realiseren dakoppervlak	1,8 miljoen m ² **	0,18 miljoen m ²
Lelystad	Huidig dakoppervlak	2,6 miljoen m ² *	1,3 miljoen m ²
Lelystad	Te realiseren dakoppervlak	2,8 miljoen m ² **	0,28 miljoen m ²
Markerwaarddijk	Lengte op Zuidwesten 20km lengte op West-Noordwest 5 km Bermruimte gemiddeld 7m	0,18 miljoen m ²	0,02 miljoen m ²
Oostvaardersdijk	Lengte 14 km Bermruimte gemiddeld 7 meter	0,10 miljoen m ²	0,01 miljoen m ²
Totaal			3,59 miljoen m ²

Gebouwen

Voor het reeds bebouwde gebied is het geprojecteerde gebouwoppervlak beschouwd. Het werkelijk bruikbare netto dakoppervlak zal circa 50% lager liggen (ACRADIS 2010) door technische limitaties (schoorstenen, dak op het noorden, turbulente zones, schaduwwerking etc.). Dit is weergegeven in de kolom "netto areaal".

Voor het te ontwikkelen gebied tot en met 2015 is het grondoppervlak beschouwd van het nieuw te ontwikkelen gebied. Op basis van het reeds bebouwde gebied kan gesteld worden dat circa 20% van het gebied fysiek ingevuld wordt met een gebouw. Ook hier wordt uitgegaan van een netto dakoppervlak van 50% van het bruto grondoppervlak

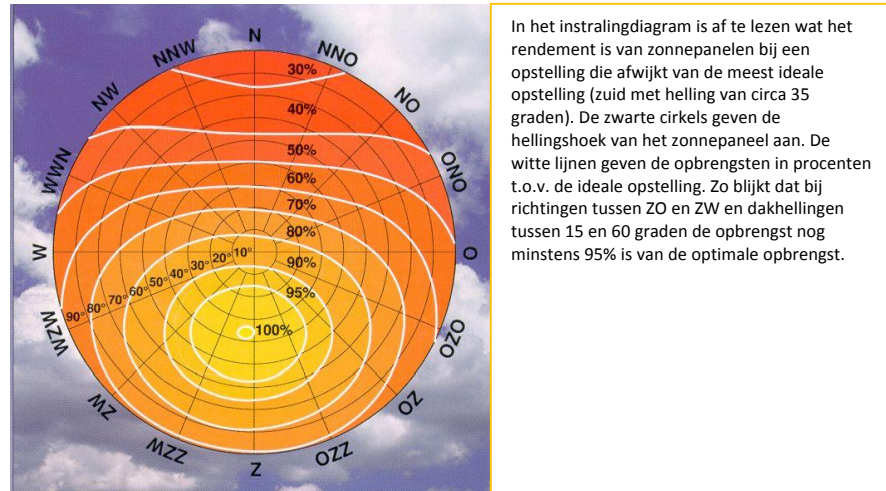
Dijken

Van de markerwaarddijk en de oostvaardersdijk is de lengte bepaald en is het beschikbare areaal bepaald aan de hand van de bermstrook. Opgemerkt moet worden dat het beschikbare areaal een fractie is van het potentieel dat gehaald wordt bij het inzetten van dakoppervlak.

In onderstaande figuur is weergegeven hoe zonnepanelen presteren afhankelijk van de hoek en oriëntatie.

Afbeelding 1

Instralingsdiagram (Senter Novem leidraad zonnestroom projecten, 2008)



De houtribdijk heeft direct ten oosten van de N302 een verkanting gericht op het zuidwesten. Er is echter alleen een gedeelte van deze verkanting beschikbaar voor zonne-energie in verband met schaduwwerking van het verkeer. De berm op het zuidwesten is geschikt voor plaatsing.

De markerwaarddijk is op het zuiden gericht. Echter de toren langs de museumweg zorgt voor een rondtrekkende schaduw in dit gebied, waardoor het rendement in dit gebied inzakt.

De binnenzijde van de oostvaardersdijk is gericht op het zuidoosten. In de bermstrook is er ruimte voor zonne-energie. De noordoostkant zal hinder ondervinden van de schaduw van langrijdend verkeer. Aan de zuidoostkant is het maar de vraag of zonnepanelen toegestaan of wenselijk zijn i.v.m. de beschermde status van de oostvaardersplassen.

De langgerekte stroken langs de dijk bieden ruimte die technisch gezien geschikt is voor zonnepanelen. Zonnepanelen zijn echter waardevolle objecten die op een dergelijke locatie gevoelig zijn voor diefstal. Grote parken in bijvoorbeeld Italië zijn omringd met hekwerk en camera's. De langgerekte bermstroken maakt beveiliging echter lastig. Door de langwerpige vorm is relatief veel hekwerk nodig.

Technisch gezien is er ruimte voor zonne-energie. De ligging van de dijken ten opzichte van schaduwbronnen, de zon en natuurgebieden in combinatie met smalle stroken langs de dijk maakt een efficiënte invulling van dit gebied met zonnepanelen lastig.

Zonnepanelen

Voor het ingeschatte netto areaal zijn zonnepanelen technisch haalbaar. Een overschot aan elektriciteit kan eventueel aan het net geleverd worden. Benutten van het totale netto areaal komt overeen met een geïnstalleerd vermogen van circa 539 Mega Watt-piek.

Dit is goed voor circa 458 miljoen kWh per jaar aan elektriciteitsproductie¹. Dit komt overeen met 208 duizend ton CO₂-reductie².

Er zijn verschillende type panelen op de markt zoals dunnefilm panelen (goedkoop maar lagere efficiëntie), multi- en polykristallijne panelen (meest voorkomend) of concentrated solar panels (zonlicht wordt geconcentreerd op een punt waar een zonnecel met zeer hoge efficiëntie aanwezig is). Voor de financiële analyse is het type paneel uiteindelijk beperkt relevant aangezien de prijs per vermogens eenheid (Watt-piek) elkaar niet veel ontloopt.

Watt-piek

De opbrengst van zonnepanelen varieert ook met de omgevingstemperatuur. Koele panelen presteren bijvoorbeeld beter dan warme panelen. Om de fabrikant toch een indruk van de opbrengst te laten geven wordt de opbrengst van zonnepanelen gemeten onder standaardomstandigheden. Het vastgestelde vermogen onder deze omstandigheden wordt ook wel het piekvermogen genoemd. Een vierkante meter paneel met een efficiëntie van 15% zal bijvoorbeeld onder deze standaardomstandigheden 150 Watt leveren. Een dergelijk paneel van een vierkante meter wordt verkocht als een paneel van 150 Watt-piek (Wp).

Vollastuur

Het aantal uur dat dit vermogen in een jaar gemiddeld gehaald wordt, wordt het aantal vollastuur genoemd. In Nederland ligt het aantal vollasturen op 850 (ECN-E-08-066, ECN 2009). Een paneel van 1 m² met een efficiëntie van 15% zal in Nederland ongeveer 127,5 kWh per jaar opleveren. In de praktijk zullen er nog kleine verliezen in de rest van het systeem optreden (kabels, inverter, etc.)

Zonne-collectoren

Zonnecollectoren kunnen enkel ingezet worden waar er behoefte is aan warmte. Inzet op of langs de dijken is bij gebrek aan een afzetgebied niet zinvol en bovendien erg kostbaar door de grote afstand waarover warmte getransporteerd moet worden.

Omdat warm water niet teruggeleverd kan worden aan een net is het niet zinvol om een overcapaciteit aan zonneboilers aan te leggen. ARCADIS gaat daarom uit van maximaal 1 systeem per pand.

¹ Uitgaande van een gangbare productie 127,5 kWh / m² paneel per jaar. Hierbij is uitgegaan van 850 vollasturen (ECN 2010).

² Uitgaande van 455 g CO₂ / kWh (CO₂ prestatieladder handboek 2.0 23 juni 2011)

Uit een eerder studie voor de provincie Utrecht (ARCADIS 2010) is gebleken dat een gemiddeld dak 113 m² oppervlak heeft. Gezien het beschikbare dakareaal (3,56 miljoen m²) is er ruimte voor ca. 31.500 zonne-collector installaties. Uitgaande van standaard installaties voor warm tapwater levert dit een reductie op van 6 duizend ton CO₂ per jaar³

2.2

FINANCIËLE ANALYSE ZONNE-ENERGIE

In onderstaande tabel zijn de uitgangspunten voor de business case zonne-energie weergegeven.

Tabel 4

Gebruikte kentallen

Onderwerp	Kental	Toelichting
Prijsdaling panelen	7,5% per jaar	Historische data solarbuzz.com over laatste 10 jaar. Dit komt neer op een halvering van de prijs van de panelen in 2020.
Prijsstijging elektriciteit	4% per jaar	Dit komt neer op een stijging van de prijs van 42% in 2020. Op basis van historische data is dit een conservatieve aanname.
Discontovoet	5% per jaar	Aanname ARCADIS
Elektriciteitsstarief huishoudens	€0,20 / kWh	Easyswitch prijsvergelijker elektra
Elektriciteitsstarief MKB	€0,13 / kWh	Easyswitch prijsvergelijker elektra
Elektriciteitsstarief grootschalig	€0,09 / kWh	Gelijk getrokken aan SDE+ bedrag.
EIA percentage	41,5%	Belastingdienst
Verdeling vreemd en eigen vermogen	50%	Aanname ARCADIS
Rente financiering	5%	Aanname ARCADIS
Investeringskosten PV 2011 Huishoudens MKB Grootschalig (ca. 5000 m ²)	Inclusief btw: € 2,40 / Wp € 2,20 / Wp € 2,00 / Wp	www.solarnrg.nl (aug 2011) www.solarnrg.nl (aug 2011) Gebaseerd op recente marktinformatie
Installatiekosten Huishoudens MKB Grootschalig	16% investeringsbedrag 13% investeringsbedrag 10% investeringsbedrag	Gebaseerd op recente marktinformatie
Emissiefactor elektriciteit	455 g CO ₂ / kWh	CO ₂ prestatieladder Handboek 2.0 23 juni 2011
Degradatie PV panelen	15% per 20 jaar	Gebaseerd op prestatiegarantie van diverse paneelleveranciers.
Prijsstijging gasprijs	2%	Gelijk gekozen aan inflatie.
Investeringskosten Zonnecollector systeem	€ 585 / GJ	ARCADIS 2010
Vermeden emissie met zonthermisch	50,3 kg CO ₂ / GJ	Gebaseerd op vergelijking met standaard HR107 ketel.

³ Uitgangspunten berekening: Nefit Solar. 3,5 GJ / jaar (ARCADIS 2010)

Onderwerp	Kental	Toelichting
Maximum tarief warmte 2011 huishoudens op basis van NMDA	€19,15 / GJ	Combinatie van gastarief huishoudens, Energieinhoud en 95% rendement van ketel.
Uitgangspunt in deze studie	€18,00 / GJ	
Tarief warmte bedrijven	€16,46 / GJ	Combinatie van gastarief bedrijven, energieinhoud en 95% rendement van ketel
Gastarief huishoudens	64 cent per m3	Easyswitch prijsvergelijker gas
Gastarief bedrijven	55 cent per m3	CBS overzicht kwartaal gemiddelde gastarieven
Emissiefactor gas	1,77 kg / m3	CO2 prestatieladder Handboek 2.0 23 juni 2011
Energie inhoud gas	35,17 mj / m3	Uitgangspunt energiebedrijven. Indien hiervan afgeweken wordt, dan wordt de factuur gecorrigeerd voor deze energie inhoud.
Onderhoud	Nihil	Afhankelijk van de zelfreinigende werking en vervuilende factoren (roet, volgelpeep, bladeren, etc). Een regenbui kan voldoende zijn. In sommige gevallen is het raadzaam dat een paneel schoongemaakt wordt door een glazenwasser.
Verzekering	Nihil	Vaste panelen vallen in de regel onder de opstalverzekering. Losse panelen (niet verankerd in het pand) kunnen los verzekerd worden. Voor grootschalige systemen wordt verzekerd tegen 5% a 10% van de opbrengst per jaar.

2.2.1

ZON-ELEKTRISCH

In deze paragraaf wordt de terugverdientijd voor de drie doelgroepen weergegeven;

1. Huishoudens: deze kennen het hoogste elektriciteitstarief. Zonnepanelen verdienen zich hierdoor relatief snel terug.
2. MKB: het MKB betaalt minder voor elektriciteit dan particulieren. Voor MKB's zijn er momenteel interessante fiscale regelingen.
3. Grootschalige installaties: voor grootschalige installaties geldt de marktprijs van duurzame energie als vergoeding. Deze is met 5 tot 7 cent per kWh relatief laag, maar de grootschaligheid zorgt ook voor schaalvoordelen t.a.v. de investering. Voor grootschalige installaties kan indien beschikbaar aanspraak gemaakt worden op SDE+ subsidie.

Huidige situatie

Met de herziening van de SDE subsidie is het subsidie bedrag per geproduceerde kWh elektriciteit meer dan gehalveerd naar 9 cent per kWh. In landen om ons heen is ligt het teruglevertarief 3 tot 4 keer hoger. Het betreft hier de totale vergoeding per kWh (van leverancier plus subsidie)

Momenteel zijn zonnepanelen zonder stimuleringsmaatregelen financieel niet interessant. In onderstaande tabel zijn de terugverdientijden voor de drie doelgroepen met stimuleringsmaatregelen weergegeven.

Tabel 5

Financiële haalbaarheid met stimuleringsmaatregelen

	Realisatie anno 2011*	Stimuleringsmaatregel
Terugverdientijd huishoudens	20 jaar	Niet beschikbaar
Terugverdientijd MKB	25 jaar	EIA
Terugverdientijd grootschalige installaties	32 jaar	EIA/SDE+

*Dit is een indicatie en zal per specifiek project verschillen.

Investerings die zich binnen 5 jaar terug verdienen zullen commercieel vanzelf opgepakt worden. Terugverdientijden van langer dan 5 jaar zijn commercieel veelal niet interessant. Momenteel wordt in de markt geëxperimenteerd met nieuwe organisatiemodellen om de terugverdientijden terug te brengen (zie paragraaf 2.3). In deze organisatiemodellen speelt de provincie of een gemeente een belangrijke rol.

*Stimuleringsmaatregelen**Energie en Investerings Aftrek (EIA)*

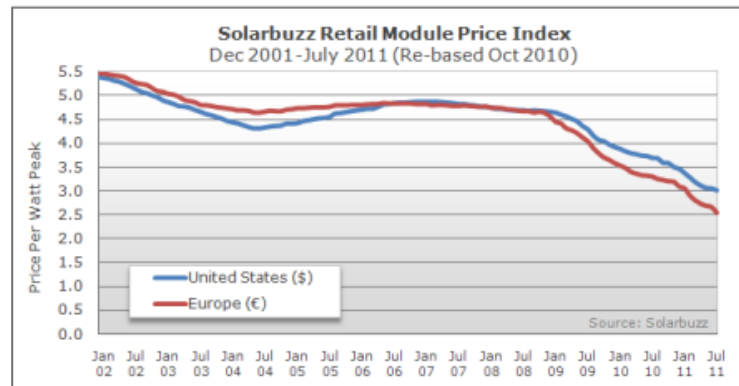
Met de EIA kan een ondernemer 41,5% van de investeringskosten aftrekken van de fiscale winst. Het directe financiële voordeel is afhankelijk van het belastingpercentage; het bedraagt ongeveer 10% van de goedgekeurde investeringskosten.

Stimuleringsregeling Duurzame Energie (SDE+)

Met de SDE+ wordt een bepaald teruglevertarief gegarandeerd. In 2011 is dit 9 cent per kWh.

*Ontwikkelingen**Prijs panelen*

De prijs van zonnepanelen daalt nog altijd. Over de laatste 10 jaar gemiddeld 15% per jaar. In deze rapportage wordt een conservatieve 7,5% per jaar gehanteerd.



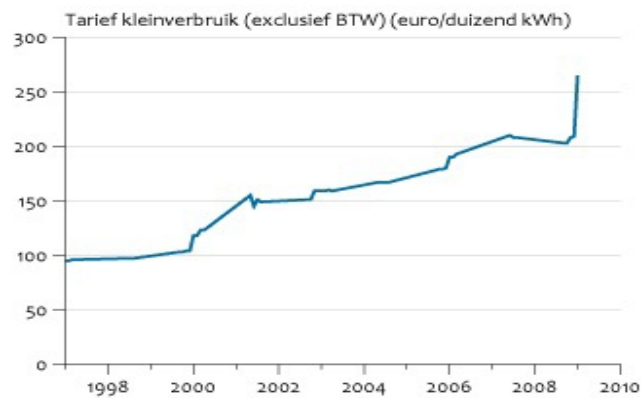
Bron: www.solarbuzz.com 2011

Prijs elektriciteit

Het financiële rendement van zonnepanelen hangt in grote mate af van de elektriciteitsprijs. Deze fluctueert. De stijging van de elektriciteitsprijs wordt conservatief op 4% per jaar gekozen. In onderstaande figuur is te zien dat de elektriciteitsprijs voor kleinverbruik de laatste 12 jaar verdrievoudigd is. Dit komt neer op een stijging van c.a. 9% per jaar.

Ontwikkelingen elektriciteitsprijs

Elektriciteitsprijs



Bron: CBS.

CBS/jul09/0554
www.compendiumvoordeleefomgeving.nl

Stimuleringsmaatregelen

Stimuleringsmaatregelen zijn afhankelijk van het actuele beleid. Gezien de ontwikkelingen is de verwachting dat stimuleringsmaatregelen in 2020 niet langer nodig zijn en derhalve ook niet langer zullen bestaan voor zonne-energie.

Drijvende zonnepanelen

Een recente ontwikkeling is die van drijvende zonnepanelen (sciencedaily 2011). Met de inzet van drijvende panelen zou ook het markermeer zelf ingezet kunnen worden voor de opwek van zonne-energie. Dergelijke panelen worden in 2012 op de markt verwacht.

Terugverdiertijden

In onderstaande tabel zijn de terugverdiertijden voor de drie doelgroepen zonder stimuleringsmaatregelen weergegeven voor realisatie in 2020 gebaseerd op de genoemde ontwikkelingen.

Tabel 6

Financiële haalbaarheid
stimuleringsmaatregelen

Realisatie anno 2020	
Terugverdiertijd	5 jaar
Terugverdiertijd MKB	7 jaar
Terugverdiertijd grootschalige installaties	8 jaar

Deze termijnen zijn dermate interessant dat grootschalige uitrol van zonne-energie in het onderzoeksgebied vanaf 2020 niet alleen financieel interessant is, maar naar verwachting ook autonoom wordt opgepakt door initiatiefnemers. Het is aan te raden hier in toekomstige structuurvisies rekening mee te houden.

2.2.2**ZON-THERMISCH**

Een thermisch zonne-energiesysteem bestaat uit een voorraadvat en een zonnecollector die zonlicht opvangt. Zo'n collector bestaat over het algemeen uit een donker gekleurd buizenstelsel dat afgedekt is met een vlakke glasplaat en op het dak wordt geplaatst.

Een zonneboiler levert alleen warm tapwater. Daarnaast is een combiketel nodig voor ruimteverwarming en na- en bijverwarming van tapwater. In een zonnegascombi is een Cv-ketel en een zonneboiler samengebouwd tot één toestel. De opbrengst van een zonneboiler systeem is sterk afhankelijk van het warm tapwater gebruik⁴. Om water door het systeem te pompen gebruik een zonneboiler bovendien elektriciteit.

Om toch inzicht te geven in de opbrengst van zonne-boilers wordt de opbrengst voor alle boilers bepaald middels de NPR 7976-norm. Deze norm gaat uit van Nederlandse omstandigheden en watergebruik. Deze norm is 1 augustus 2010 vernieuwd.

Een zonneboiler is duurder dan een HR-ketel en de huidige meerinvestering kan gedurende de levensduur (20 jaar) niet met de besparingen worden terugverdiend. Tot 2010 was daarom de subsidieregeling Duurzame warmte voor de bestaande woningbouw van kracht. Subsidiebedragen werden per systeem door SenterNovem vastgesteld⁵. In 2011 is deze subsidie niet lang beschikbaar. Zonneboilers kunnen als energiebesparings maatregel gezien worden en nog wel in aanmerking komen van de Rijkspremie Meer Met Minder (max € 750,- premie).

⁴ De hoeveelheid energie die overgedragen wordt naar het water is afhankelijk van het temperatuur verschil tussen de buitenkant van de zonnecollector en de water temperatuur in de collector. Een hoog verbruik zorgt ervoor dat dit verschil groot blijft, waardoor er meer energie in het water wordt opgenomen.

⁵ http://www.senternovem.nl/mmfiles/Productenlijst%20Zonneboilers%2019-05-2010_tcm24-305668.pdf

Omdat warm water niet teruggeleverd kan worden aan een net is het niet zinvol om een overcapaciteit aan zonneboilers aan te leggen. ARCADIS beschouwd daarom geen grootschalige thermische zonne-energie systemen.

Huidige situatie

Paragraaf 2.1 zijn de uitgangspunten voor de business case zonne-energie weergegeven. In onderstaande tabel is de terugverdientijd voor de twee doelgroepen weergegeven;

1. Huishoudens: deze kennen het hoogste gas- en daarmee warmtetarief.
2. MKB: het MKB betaalt minder voor gas dan particulieren.

Grootschalige installaties worden niet beschouwd in verband met de hoge kosten om de warmte te transporteren.

Tabel 7

Financiële haalbaarheid
exclusief
stimuleringsmaatregelen

Anno 2011	
Terugverdientijd huishoudens	26 jaar
Terugverdientijd MKB	27 jaar

Ontwikkelingen

Investing

Ontwikkelingen op het gebied van zonnecollectoren vinden met name in Duitsland plaats. Aan de collector zelf vindt weinig onderzoek meer plaats. De focus ligt op systeeminnovaties. Volgens het Forschungs Verbund Erneuerbare Energien (FVEE) moet onderzoek leiden tot halvering van de kosten van zonnewarmte in 2020. In het FVEE hebben toonaangevende onderzoeksinstituten op het gebied van duurzame energie zich verenigd.

Ontwikkeling gasprijs

In Nederland is de gasprijs deels gekoppeld aan de olieprijs en volgt hiermee de ontwikkelingen van de olieprijs. De prijsontwikkeling van olie is voornamelijk afhankelijk van geopolitieke ontwikkelingen in plaats van technische vooruitgang. De gasprijs is vanwege deze onzekerheid gecorrigeerd met 2% per jaar voor inflatie.

In onderstaande tabel is de verwacht terugverdientijd voor 2020 weergegeven voor eerder genoemde uitgangspunten.

Tabel 8

Financiële haalbaarheid
exclusief
stimuleringsmaatregelen

Verwachting voor 2020	
Terugverdientijd huishoudens	13 jaar
Terugverdientijd MKB	14 jaar

2.3

ORGANISATIEMODELLEN

Zoals uit de businesscase zon blijkt, is de terugverdientijd zonder stimuleringsmaatregelen momenteel veelal langer dan 5 jaar en daarmee nog niet interessant genoeg om grootschalig autonoom door de markt opgepakt te worden. Om zonnepanelen financieel aantrekkelijker te maken, zijn er diverse stimuleringsmaatregelen zoals de SDE+ subsidie,

EnergieInvesteringsaftrek, en de kleinschaligheidsaftrek. Deze zorgen echter voor een beperkte verbetering van de terugverdientijd.

Anno 2011 zijn er echter ook organisatiemodellen te vinden die de haalbaarheid en financierbaarheid vergroten.

Er zijn er een viertal oplossingsrichtingen te onderscheiden (ARCADIS 2011):

- **Het verhogen van de baten**
Door bijvoorbeeld op grote schaal te salderen⁶ of door panelen te verhuren waardoor onafhankelijkheid ontstaat van de energietarieven.
- **Het slim organiseren**
Zodat met lagere marges en langere terugverdientijden gewerkt kan worden. Dit kan bijvoorbeeld door garantstelling van een financieel solide partij (provincie, gemeente of woningcorporatie) of door een gebruik te maken van duurzaamheidslening waarvoor een laag rentetarief geldt.
Andere voorbeelden zijn constructies met aandelen. Deelnemers kopen een aandeel in een zonne-energiesysteem. De investeringen worden hiermee uitgesmeerd over meerdere partijen, waardoor het risico per partij te overzien blijft.
- **Gebruik maken van stimuleringsregelingen**
Door bijvoorbeeld gebruik te maken van fiscale voordelen (zoals de EIA⁷ en IA) hoeft er minder belasting betaald te worden. De benodigde investering voor een systeem wordt hiermee uiteindelijk netto minder.
- **Het verlagen van de investeringskosten**
Door bijvoorbeeld grootschalige inkoop te organiseren

Vaak is een combinatie van oplossingen nodig om tot een haalbare case te komen. De provincie zou hier een leidende rol in kunnen vervullen.

⁶ Salderen houdt in dat de duurzame energie die zelf opgewekt wordt, kan worden verrekend met de verbruikte energie. Hierdoor ontvangt de eigenaar van de zonnepanelen dezelfde prijs (inclusief belastingen en transportkosten) als wat wordt betaald voor de energie die op een ander tijdstip van de energieleverancier wordt afgenomen.

⁷ De EIA is in de berekening van de terugverdientijd voor bedrijven al meegenomen

2.4

CONCLUSIE EN DOORKIJK

Binnen het onderzoeksgebied is een groot potentieel voor zonne-energie. Zie onderstaande tabel. Genoemde getallen gelden per jaar.

Tabel 9

Getallen per jaar

	Zon-elektrisch	Zon-thermisch
Bebouwde omgeving Lelystad	239 miljoen kWh 104 duizend ton CO2	3,0 duizend ton CO2
Bebouwde omgeving Almere	166 miljoen kWh 75 duizend ton CO2	2,2 duizend ton CO2
Te bebouwen omgeving Lelystad	23 miljoen kWh 10 duizend ton CO2	0,3 duizend ton CO2
Te bebouwen omgeving Almere	36 miljoen kWh 16 duizend ton CO2	0,5 duizend ton CO2
Markerwaarddijk	2,5 Miljoen kWh 1,2 duizend ton CO2	n.v.t.
Oostvaardersdijk	1,3 Miljoen kWh 0,6 duizend ton CO2	n.v.t.

Opvallend is dat de woongebieden, die vooral als afzetgebied voor energie waren aangewezen hier tevens zijn geïdentificeerd als het gebied met de hoogste productiepotentie. De dijken rondom het Markermeer zijn minder geschikt.

Momenteel is de exploitatie van zonne-energie zonder stimuleringsmaatregelen (subsidie of fiscaal voordeel) commercieel niet interessant als we een termijn van 20 jaar beschouwen. Huishoudens behalen met een eigen installatie over een periode van 25 jaar een rendement dat hoger is dan het rendement op een spaarrekening.

Gezien de huidige ontwikkelingen op de middellange termijn (ca. 10 jaar), is de verwachting dat zonne-energie commercieel erg interessant wordt en op grote schaal uitgerold gaan worden. Het is niet onwaarschijnlijk dat zon-PV der mate interessant wordt dat het bevoegd gezag verzoeken zal krijgen van ontwikkelaars om zon-PV langs de dijken te exploiteren (ondanks de genoemde belemmeringen). Tevens zou het bevoegd gezag op de lange termijn verzoeken kunnen krijgen om op het water van het markermeer zonne-energie te realiseren.

Zon thermisch zal voorbehouden blijven voor daken zodat warmteproductie dicht bij de warmteafzet plaats vindt. Transport van warmte over langere trajecten maakt dergelijke systemen al snel minder rendabel. Ook gaan de ontwikkelingen van zon thermische systemen minder hard dan de PV systemen.

HOOFDSTUK

3

Quick scan thermische energiewinning

3.1

ANALYSE PROJECTGEBIED

In de quick scan thermische energiewinning wordt gekeken naar de financiële haalbaarheid van thermische energiewinning in het projectgebied Markermeer-IJmeer. Onder thermische energiewinning verstaan we hier de systemen die gebruik maken van bodemenergie. Om de financiële haalbaarheid van thermische energiesystemen te bepalen, is een inventarisatie gemaakt van de vraag naar en het potentieel van thermische energie. In deze paragraaf wordt het projectgebied beschreven, waarbij de nadruk ligt op het bepalen van de geografische verdeling van de warmte/koudevraag.

De toepassing van bodem energiesystemen kan zowel in bestaande als in nieuwbouw worden gerealiseerd. Daarbij geldt echter dat de toepassing makkelijker kan worden gerealiseerd in nieuwbouw, omdat daarbij niet binnen de bestaande infrastructuur gewerkt hoeft te worden. Om die reden wordt allereerst gekeken naar de ontwikkelingsgebieden binnen de in het projectgebied liggende gemeenten.

De gemeente Almere werkte aan de ontwikkeling van Kustzone Almere Haven, een nieuwbouwgebied dat het waterfront aan het Markermeer moet worden. Deze ontwikkeling is echter voorlopig stilgelegd, omdat de huidige woningmarkt geen aanleiding bood tot verdere ontwikkeling. Deze ontwikkeling is wel meegenomen in de analyse. Daarnaast is er voor Almere een duidelijke visie voor 2030. Deze plannen zijn meegenomen in de analyse.

In de gemeente Lelystad worden diverse woningbouwprojecten uitgevoerd. Een deel van deze projecten ligt in de nabijheid van het Markermeer, waarmee mogelijk een verbinding kan worden gemaakt. Het gaat dan met name om de projecten Houtribhoogte, Bataviahaven, Suydersee Boulevard en Galjoen-Zuid.

De lange termijn plannen voor Lelystad zijn beschreven in de Toekomstvisie 2020. Deze zijn minder concreet en geven geen inzicht in de te verwachten aantallen woningen en bedrijven zijn daarom minder geschikt voor een analyse.

Het geheel aan (toekomstige) ontwikkelingen is zichtbaar in Afbeelding 1 waarbij de plannen voor Almere 2030 zichtbaar zijn in Afbeelding 2.

Op beide afbeeldingen zijn ook de huidige in werking zijnde wko- energie systemen zichtbaar. Vooral de wko-systemen zijn van belang om een indruk te krijgen hoeveel projecten al gerealiseerd zijn:

- In Almere zijn elf wko systemen gerealiseerd.
- In Lelystad zijn negen wko systemen gerealiseerd en in gebruik.

Op basis van de bovengenoemde plannen kan een schatting worden gemaakt voor de verwachte bouw en daarmee de te verwachten vraag naar warmte. Bij de te verwachten bouw is onderscheid gemaakt in woningbouw en in utiliteitsbouw. Daarnaast is ook onderscheid gemaakt in de ontwikkelingen op de kortere termijn (2015) en voor Almere op de langere termijn (2030).

De geschatte toekomstige uitbreiding is als volgt:

Tabel 10

Geschatte uitbreiding
Almere en Lelystad

Toekomstige uitbreiding	2015	2015+	2015	2015+
Almere, woon	975 ha	3200 ha	3.600 woningen	12.000 woningen
Almere, werk	370 ha	-	700.000m2 BVO	-
Lelystad, woon	620 ha	Geen data	1.860 woningen	7.000 woningen
Lelystad, werk	200 ha	Geen data	400.000m2 BVO	Geen data

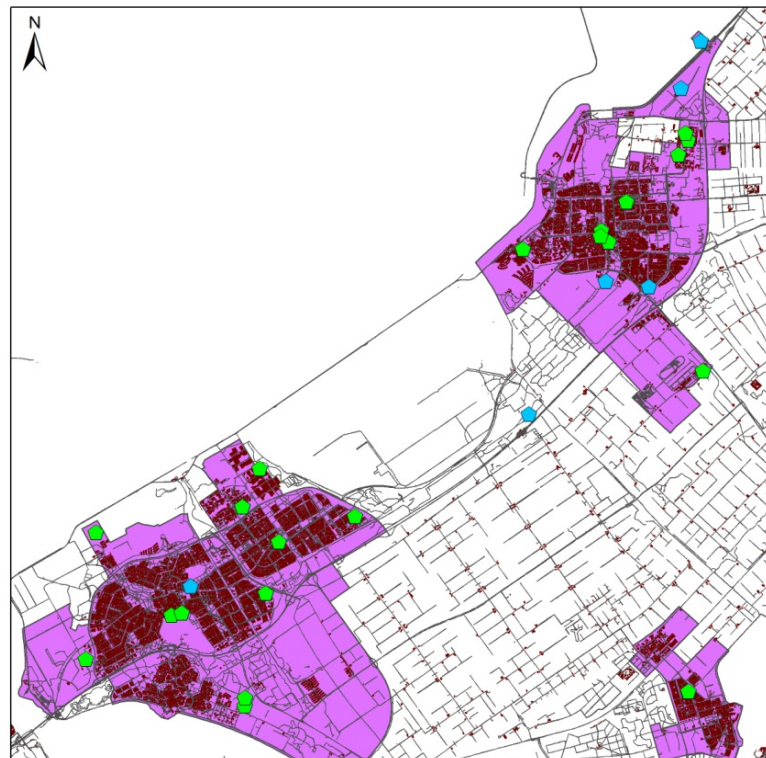
Deze schatting is gebaseerd op data van zowel de gemeenten als Provincie over huidige bebouwing, toekomstige bebouwing en uitbreidingsplannen. Hierbij is uitgegaan dat 25% van het woonoppervlak bebouwd is en 20% van het oppervlak voor utiliteitsbouw.

Afbeelding 2

Stedelijke planologie tot
2015

Legenda

- Bebouwing
- Wegennet
- Planologie stedelijk gebied tot 2015
- WKO systemen
- Duurzame energie systemen



3.2 TECHNISCHE HAALBAARHEID

In deze paragraaf wordt ingegaan op het beschikbare potentieel van thermische energie door de technische haalbaarheid van diverse systemen in kaart te brengen. Daarbij wordt ook een inschatting gemaakt van de omvang van de beschikbare warmte/koude. Om het aanbod van bodemthermische energie in kaart te brengen is het noodzakelijk om de technische haalbaarheid van de beschikbare energiebronnen te inventariseren. Hier wordt alleen gekeken naar de technische haalbaarheid. Juridische (on)mogelijkheden en regelgeving worden buiten beschouwing gelaten. Er wordt gekeken naar de technische haalbaarheid van de onderstaande technieken:

- Warmtekoude-opslag
- Geothermie
- Koudewinning uit het Markermeer-IJmeer

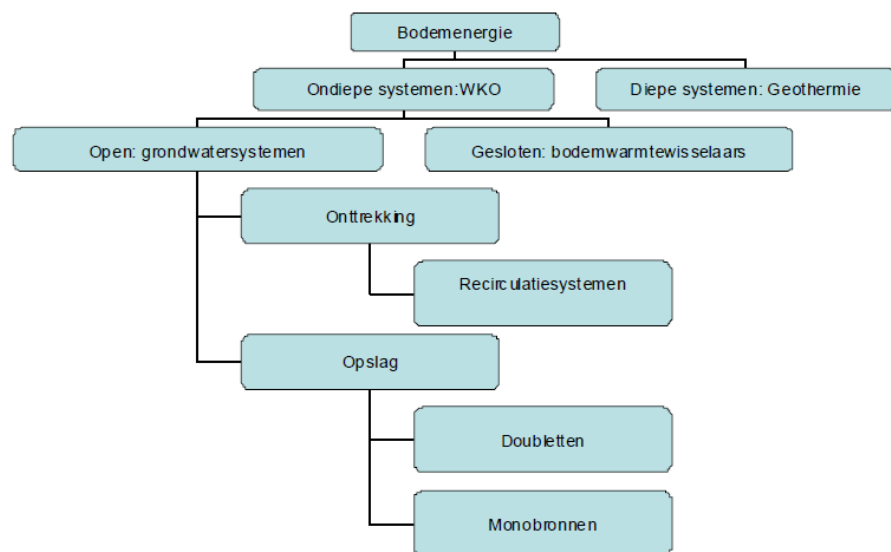
Deze technieken worden hieronder kort toegelicht.

3.2.1 VERSCHILLENDE SYSTEMEN

Er zijn verschillende systemen⁸ mogelijk om thermische energie duurzaam beschikbaar te maken, met elk hun specifieke kenmerken. In Afbeelding 3 zijn de voorkomende bodemsystemen weergegeven. De warmtekoude opslag (wko) of ondiepe systemen kennen verschillende vormen en combinaties.

Afbeelding 3

Overzicht van voorkomende typen van bodemenergie systemen



⁸ WKO kansenkaart voor de MRA-gemeenten, 26 mei 2010, Arcadis

Binnen de wko systemen wordt een onderscheidt gemaakt tussen “open” en “gesloten” systemen. Open systemen betreffen de opslagsystemen waarbij grondwater wordt gebruikt om energie op te slaan, gesloten systemen zijn de bodemwarmtewisselaars waarbij de constante temperatuur van het grondwater gebruikt wordt. Voor de open systemen bestaat er vervolgens weer een onderscheid tussen opslag systemen (doubletten of monobronnen) en recirculatiesystemen.

Naast de bodemsystemen wordt ook gekeken naar koudewinning uit oppervlaktewater. In deze variant wordt in de zomer water uit het Marker- of IJmeer gepompt, waarmee gebouwen in de nabijheid worden gekoeld.

3.2.2 WARMTEKOUDE OPSLAG

In 2005 heeft ARCADIS voor de provincie Flevoland een kanskaart warmtekoede-opslag (wko) opgesteld waarin is gekeken naar de toepassingsmogelijkheden voor zowel open als gesloten wko-systemen. In de studie is de technische geschiktheid bepaald door te kijken naar:

- Permeabiliteit (doorlatendheid) van de grondlagen
- Aanwezigheid en dikte watervoerende pakketten
- Grondwaterstroming (richting en sterkte)

Open systemen

Uit de studie is naar voren gekomen dat de bodem in de provincie over het algemeen geschikt is voor de toepassing van open wko-systemen.

Er zijn verschillende bodemtypen te definiëren aan de watervoerende pakketten:

Tabel 11

Verschillen
watervoerende pakketten

Pakket	Doorlatendheid	Dikte
WVP 1	50 – 500 m3/dag	3 – 50 m
WVP 2a	1 – 1000 m3/dag	0 – 40 m
WVP 2b	1 – 2000 m3/dag	0 – 80 m
WVP 3	400 – 4000 m3/dag	20 – 160 m

WVP 1: is over het algemeen geschikt voor wko. De gebieden die als niet geschikt zijn geïdentificeerd worden niet afgesloten door een deklaag of het watervoerende pakket heeft een te geringe dikte.

WVP 2 (a en b): komen niet in de gehele provincie voor.

WVP 3: is over het algemeen geschikt voor wko.

De technische geschiktheid van het gebied is aangegeven in Afbeelding 4. Bij overlap van geschikte gebieden is vanuit schaalvoordeel wordt de potentie bepaald aan de hand van het grootste bron systeem. Naast de technische geschiktheid zijn ook de stedelijke ontwikkelingsgebieden aangegeven.

Nog niet genoemd is het Markermeer/IJmeer dat met een totale oppervlakte van ongeveer 700 km² en een gemiddelde diepte van 3,5 tot 4 meter een behoorlijk reservoir vormt. De temperatuur van dit water varieert van zo'n 4°C tot 24°C⁹ afhankelijk van het seizoen. Het water uit het Markermeer/ IJmeer zou op 2 manieren kunnen worden ingezet:

1. Regeneratie van een wko-systeem: bij wko systemen wordt meestal meer warmte onttrokken uit de bodem in de winter dan er warmte wordt aangevoerd in de zomer. Dit betekent dat een additionele bron van warmte moet worden gevonden om het systeem werkend te houden. Het warme water uit het Markermeer/IJmeer kan zo'n warmtebron vormen. Door in de zomer extra warmte op te slaan in de bodem wordt op duurzame wijze de warmtebalans in de bodem gehandhaafd.
2. Inzet als koudebron: In zomer zou het water uit het Markermeer/IJmeer ook kunnen worden ingezet als koudebron voor kantoorgebouwen (zie ook 3.2.4). Echter, alleen de IJmeer zandwinpunt¹⁰ heeft voldoende diepte om in enige mate als koudebron te kunnen dienen.

Gesloten systemen

Ook voor gesloten systemen is bijna heel Flevoland geschikt. De geschiktheid van de bodem is zichtbaar op Afbeelding 5. Op de kaart is de geschiktheid tussen de 0m en 50m onder het maaiveld aangegeven voor de toepassing van verticale bodemwarmtewisselaars.

De geschiktheid is in relatie tot de verschillende gebieden aangegeven. De kwalificatie 'matig' betekent dat 15% tot 60% meer bodemwarmtewisselaar lengte benodigd is en 'zeer goed' betekent dat 10% tot 30% minder wisselaar lengte benodigd is ten opzichte van de kwalificatie 'goed'.

⁹ KNMI en Rijkswaterstaat meetdienst RDJ

¹⁰ Zie onderzoek naar koudewinning Gemeente Amsterdam 2011- Stadskoude is hot

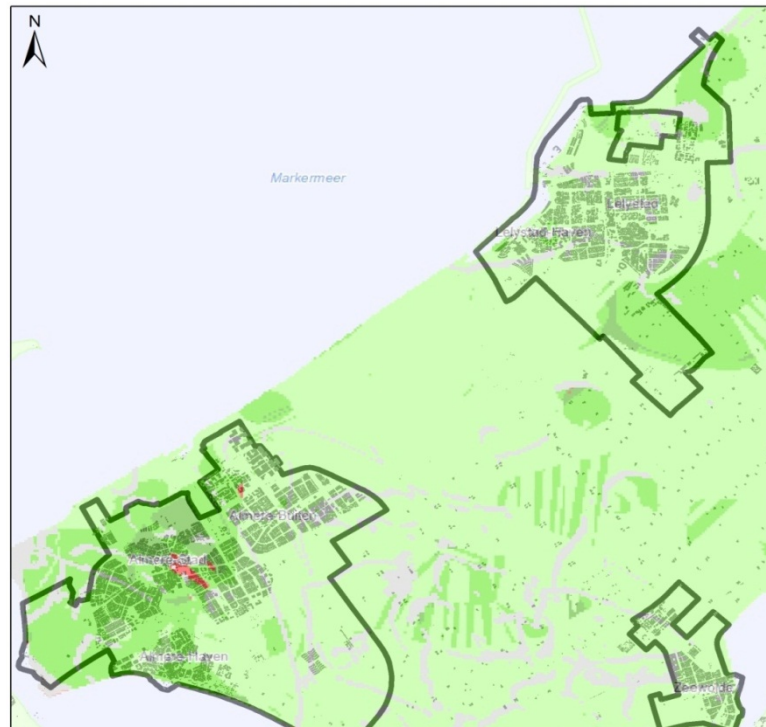
Het maximum potentieel uit WKO is voor bijna heel Flevoland 4500GJ/ha/jaar, waarbij twee kleine gebieden net aan de noordoost rand van Almere een potentie heeft van 5000GJ/ha/jaar, zie ook Afbeelding 6. Door de technische geschiktheid te combineren met de stedelijke planologie tot 2015 wordt duidelijk waar de grootste potentie zit, zie onderstaande afbeeldingen.

Afbeelding 4

Fysieke en technische geschiktheid open systemen

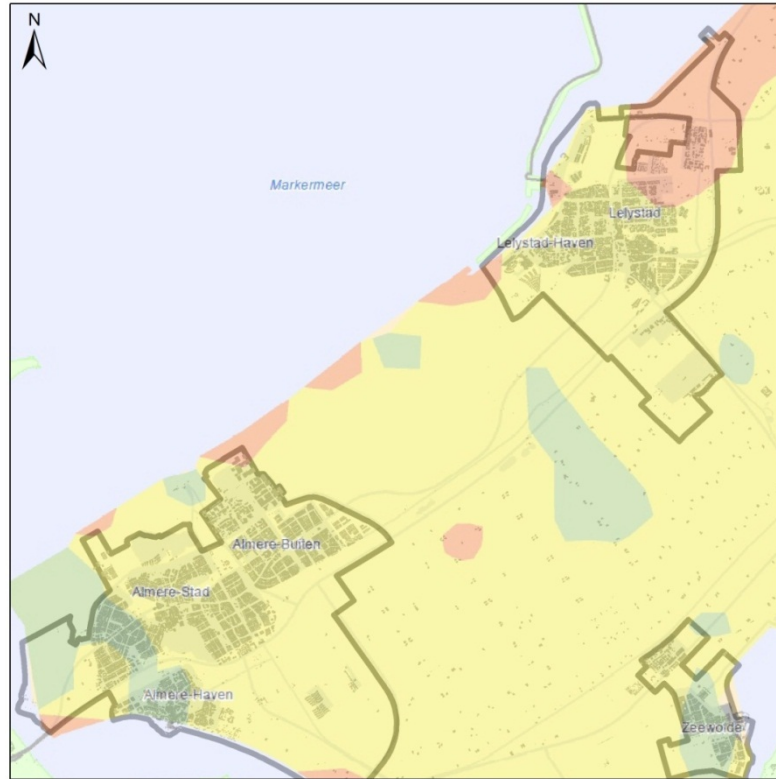
Legenda

-  Bebouwing
-  Planologie stedelijk gebied tot 2015
-  WWP 1 geschikt
-  WWP 2 geschikt
-  WWP 3 geschikt
-  niet geschikt
-  geen gegevens



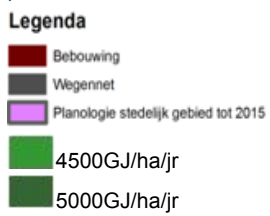
Afbeelding 5

Bodemgeschiktheid voor toepassing van vertical warmtewisselaars



Afbeelding 6

WKO potentie¹¹



¹¹ <http://www.warmteatlas.nl>

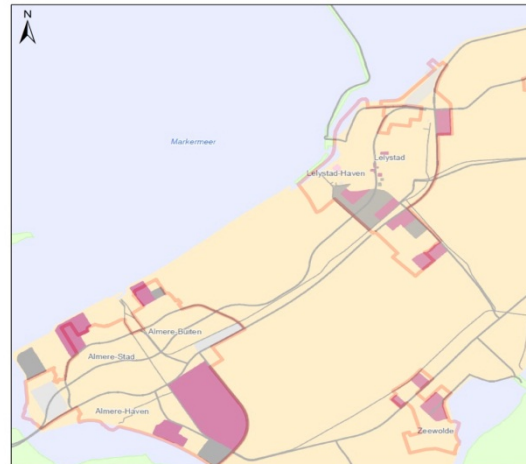
Op basis van alle gegevens is per type bronsysteem aangegeven waar de grootste mogelijkheden liggen. Bij overlap van meerdere geschikte systemen is vanuit schaalvoordeel gekozen om het grootste bronsysteem weer te geven. Deze geschiktheid is te zien in onderstaande afbeelding.

Afbeelding 7

Meest geschikte WKO systeem

Legenda

- Planologie stedelijk gebied tot 2015
- monobron (opslagsysteem)
- doublet (opslagsysteem)
- bodemwarmtewisselaar
- onbepaald
- geen



Legenda

- Planologie stedelijk gebied tot 2015

Tabel 12

Omvang WKO systemen

Systeem	Min. Woningen	Min. BVO
Monobron (opslag)	50+	> 2.000m ²
Doublet (opslag)	50+	> 2.000m ²
Recirculatie (Doublet)	5+	> 2.000m ²
Bodemwarmtewisselaar	1+	< 2.000m ²

3.2.3

GEOOTHERMIE

Om de potentie van geothermie te bepalen is gebruik gemaakt van de informatie van TNO. In een rapport uit 2007 voor de Provincie hebben Ecofys en TNO onderzoek gedaan naar de potentie van geothermie in heel Flevoland. De uitkomsten van het rapport zijn goed bruikbaar, maar er kan niet worden uitgesloten dat er nieuwere resultaten en inzichten omtrent geothermie zijn.

Om deze informatie te toetsen is gebruik gemaakt van het geothermisch informatie systeem 'ThermoGIS'. Deze door TNO ontwikkelde applicatie wordt regelmatig bijgewerkt met nieuwe informatie.

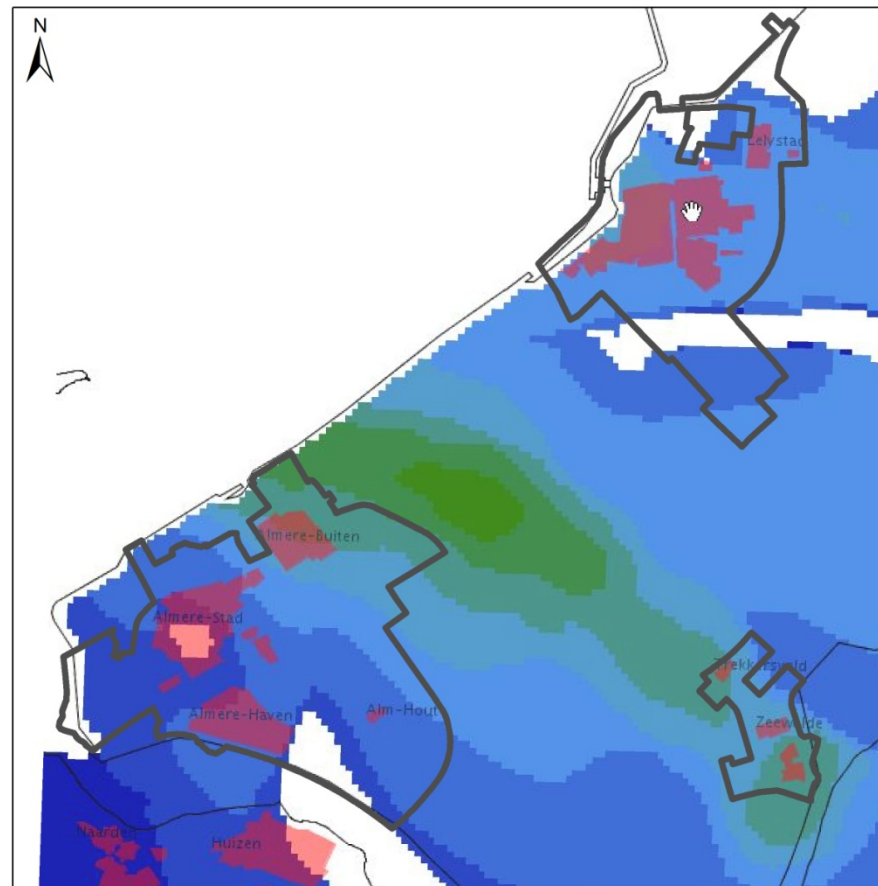
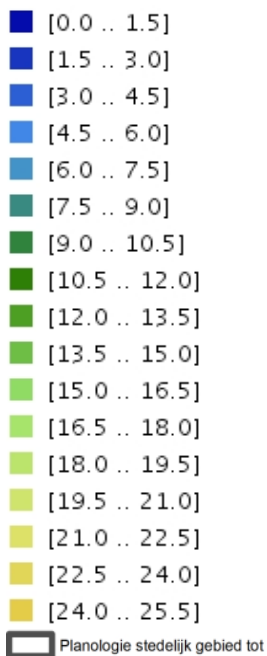
De potentieel bruikbare energie is zichtbaar in de volgende afbeelding. Daaruit blijkt dat de energie inhoud van de bodemnet ten Noorden van Almere groter is dan bij Lelystad. Echter door de betere permeabiliteit van de relevante bodemlagen bij Lelystad is het thermisch potentieel bij Lelystad groter. Het noordelijke deel van de Flevopolder bij Lelystad/Dronten lijkt het meest geschikt voor de toepassing van geothermie.

Het thermisch vermogen van de bron is afhankelijk van een aantal condities, o.a. de diepte van de bron (temperatuur is afhankelijk van de diepte en zo'n 31°C/km) en het debiet (afhankelijk van de permeabiliteit).

Bij Lelystad zou een boring naar 1800m een thermisch vermogen opleveren van 6.3MW. Dit zou voor een periode van zo'n 50jaar 4100 huizen per doublet van warmte kunnen voorzien. Het minimum aantal benodigde woningen om geothermie rendabel te maken is ~3000.

Afbeelding 8

Geothermie¹²
Energie inhoud bodem
(GJ/M²)



3.2.4

KOUDEWINNING UIT MARKERMEER-IJMEER

Naast de (on)diepe ondergrond kan ook worden gekeken naar het Markermeer-IJmeer zelf voor het produceren van koude in de zomer. De geschiktheid van het Markmeer-IJmeer wordt voornamelijk bepaald door de beschikbaarheid van voldoende water met de juiste temperatuur. Om de geschiktheid te toetsen is daarom aan onderstaande factoren getoetst:

- Beschikbare wateroppervlakte
- Diepteverloop van het meer
- Verloop van de watertemperatuur door het jaar heen

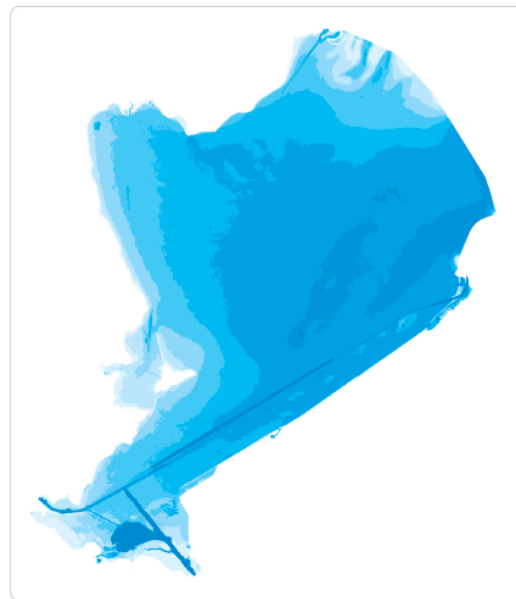
¹² <http://www.thermogis.nl/thermogis.html>

Opperlakte en diepteverloop

Het Markermeer en het IJmeer hebben samen een oppervlakte van ongeveer 700 km² en een gemiddelde diepte van 3,5 tot 4 meter¹³. De diepte van het Markermeer varieert daarbij van 4 meter voor de kust van Flevoland tot (maximaal) 5 meter verder het meer op. Het IJmeer is met een diepte 3 tot 4 meter iets minder diep. Wel geldt dat het IJmeer een vaarroute kent met een diepte van meer van 5 meter. Daarnaast kent het IJmeer een zandwin put van 10-15 meter diep. Uit onderzoek¹⁴ bleek deze locatie onvoldoende potentieel te hebben. Figuur 1 geeft een overzicht van het diepteverloop van Markermeer en IJmeer.

Figuur 1

Waterdiepte Markermeer en IJmeer



Waterdiepte Markermeer IJmeer

Waterdiepte in meters

0 - 2 m	3 - 3,5 m	4,5 - 5 m
2 - 2,5 m	3,5 - 4 m	> 5 m
2,5 - 3 m	4 - 4,5 m	

Temperatuurverloop

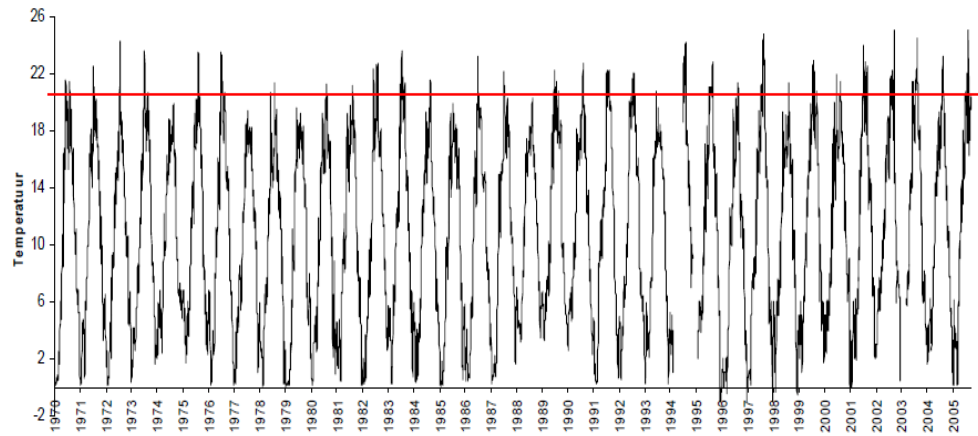
Over het temperatuurverloop van het Markermeer en IJmeer is weinig informatie beschikbaar. Om die reden is gekozen voor het gebruiken van informatie over de watertemperatuur in het aanliggende IJsselmeer.

¹³ Met een conservatieve berekening betekent dit dat de combinatie Markermeer-IJmeer ongeveer 2,45 miljard m³ water bevat.

¹⁴ Gemeente Amsterdam 2011- Stadskoude is hot!

Figuur 2

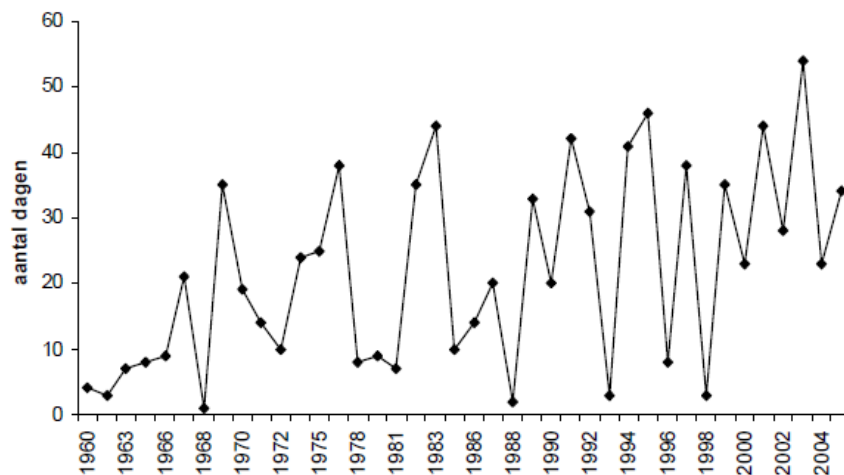
Gemiddelde
watertemperatuur
IJsselmeer¹⁵



Voor het IJsselmeer geldt dat de gemiddelde watertemperatuur door het jaar heen tussen de 8 en 12 oC is. Daarbij geldt dat de zomertemperatuur van het water echter minimaal 16 oC bedraagt, terwijl in de winter de temperatuur meestal niet boven de 8 tot 10 oC uitkomt (zie figuur 2). Daarnaast komt uit onderzoek naar voren dat de afgelopen jaren een stijging te zien is van het aantal dagen dat de temperatuur van het water boven de 20 oC uitkomt (zie Figuur 3).

Figuur 3

Aantal dagen met water
temperatuur boven 20 °C



Beoordeling geschiktheid

De geschiktheid van de beide meren voor koudewinning is afhankelijk van de beschikbaarheid van voldoende water met de juiste temperatuur in de zomerperiode. Als gebruik wordt gemaakt van hogetemperatuurkoeling (HTK) betekent dit dat de temperatuur van de bron (de meren) maximaal 18 oC mag zijn. Bij een hogere temperatuur kan er niet meer voldoende warmte worden afgevoerd uit de gebouwen en is het systeem niet (goed) bruikbaar meer.

Bij diepere plassen en meren ontstaat in de lente een scheiding tussen de diepe, koude onderlaag en de door de zon opgewarmde bovenlaag. Deze beide lagen mengen zich niet of nauwelijks, waardoor er ook in de zomer voldoende koud water beschikbaar is.

¹⁵ Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV: *Veranderingen in de visstand van het IJsselmeer en Markermeer: trends en oorzaken, Rapportnummer C022.06*. Wageningen, april 2006.

Door de geringe diepte van de beide meren en het grote oppervlak, waardoor wind vrij spel heeft, vindt een dergelijke scheiding zowel in het Markermeer als het IJmeer slechts in geringe mate plaats.

Dit betekent dat het water ook in de zomermaanden goed gemengd blijft en de gemiddelde temperatuur daardoor te hoog wordt om nog effectief inzetbaar te zijn voor HTK. Om die reden wordt koudewinning dan ook niet haalbaar geacht. Deze techniek wordt dan ook niet verder uitgewerkt.

3.3 FINANCIËLE HAALBAARHEID

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de uitgangspunten en kentallen die worden gebruikt voor het opstellen van de financiële haalbaarheidsanalyse, die in dezelfde paragraaf wordt uitgevoerd.

De financiële haalbaarheid van een systeem wordt bepaald door de investeringen, onderhouds- en exploitatiekosten en de randvoorwaarden.

Voor het bepalen van de financiële haalbaarheid wordt gebruik gemaakt van kentallen.

De financiële haalbaarheid wordt bepaald voor wko en geothermie. Voor wko is, gezien de schaalgrootte en toepasbaarheid, gekozen voor een open systeem (doublet).

Naast de gegevens over investeringen en exploitatie zijn er ook een aantal algemene (financiële) uitgangspunten gebruikt in het bepalen van de financiële haalbaarheid. Deze gegevens zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 13
Algemene uitgangspunten

Uitgangspunt	Waarde	Eenheid
Afschrijvingstermijn	25	Jaar
Discontovoet	5%	Per jaar
Inflatie	2%	Per jaar
Elektriciteitsprijs grootverbruiker	€ 55	Per MWh
Gasprijs	€ 0,65	Per M ³

Wko

Er wordt een referentiesysteem doorgerekend, toegepast op nieuwbouw. Hierbij is rekening gehouden met de toekomstige EPC waarden en dus verminderd energiegebruik, wat de businesscase conservatief maakt.

Tabel 14
Uitgangspunten en bron-
gegevens wko

Uitgangspunt	Waarde	Eenheid
Capaciteit huisaansluiting	9	kW/woning
Lengte transportnetwerk	14	M/woning
Aantal bronnen	5	-

Tabel 15Kosten en opbrengsten
wko

Uitgangspunt	Waarde	Eenheid
Broninvestering	1700	€/(m3/uur)
Infrastructuurkosten	300	€/m
Aansluitkosten	1000	€/woning
Onderhoudskosten tov investeringskosten	1	%/jr
Warmte	18	€/GJ
Koude	5	€/GJ
Prijs voor aansluiting	2500	€/woning

Onderstaande tabel laat zien dat, bij de gehanteerde uitgangspunten, wko lonend is op de lange termijn.

Tabel 16

Businesscase wko

	Waarde
Terugverdientijd	Na 23 jaar
NCW na 30 jaar	€ 1,4 mln
IRR	7%

Geothermie

Er worden twee verschillende situaties doorgerekend. De eerste geeft een overzicht voor de situatie dat geothermie direct aangesloten wordt bij nieuwbouw, de tweede schetst de situatie voor aansluiting op bestaande bouw. Voor het geval 'nieuwbouw' kan het systeem direct geïntegreerd worden met de omgeving. In geval van 'bestaande bouw' dient het systeem aangepast te worden op de al aanwezige verwarming, welke normaliter een hogere aanvoer- en ook retourtemperatuur vereisen dan nieuwbouw. Voordeel is wel dat de 'bestaande bouw' een kleiner temperatuurverschil vereist, waardoor de bron een groter vermogen krijgt.

De uitgangspunten die gehanteerd zijn voor de berekening zijn als volgt;

Tabel 17Uitgangspunten en
brongegevens geothermie

Uitgangspunt	Waarde 'nieuwbouw'	Waarde 'Bestaande bouw'	Eenheid
Boordiepte	2.000	3.000	m
Temperatuur bron	72	103	°C
Temperatuur retour	45	70	°C
Debie	150	150	m3/hr
Vollasturen	4.000	5.000	Uur/jr
Warmteverbruik gem. huishouden	26	47	GJ/jr
Aandeel van geothermische geleverde warmte	70	70	%
Vermogen bron	4,7	5,8	MWth
Energieproductie	18.855	28.806	MWh/jr
Energieproductie	68.878	103.703	GJ/jr

Uitgangspunt	Waarde 'nieuwbouw'	Waarde 'Bestaande bouw'	Eenheid
Max aantal aangesloten huizen	3.460	3.023	-
Aantal aangesloten huizen	3.300	2.900	-

Tabel 18

Kosten en opbrengsten
geothermie

Uitgangspunt	Waarde	Eenheid
Boorkosten	2.000	€/m
Aansluitkosten	3.000	€/huis
Infrastructuurkosten	1.000	€/huis
Onderhoudskosten tov investeringskosten	1,5	%/jr
Verzekeringskosten tov boorkosten	10	%/jr
Prijs voor aansluiting	295	€/huis/jaar
Warmte	18	€/GJ

Omdat de EIA onderhevig is aan jaarlijkse veranderingen is er voor gekozen om in bovenstaande beschouwing de EIA buiten beschouwing te laten. Dit geeft een wat conservatieve blik op het geheel, maar laat wel zien dat het systeem ook zonder EIA rendabel is. Onderstaande tabel laat zien dat, bij de gehanteerde uitgangspunten, geothermie haalbaar is voor zowel 'nieuwbouw' als voor 'bestaande bouw'.

Tabel 19

Business case geothermie

	Waarde 'nieuwbouw'	Waarde 'Bestaande bouw'
Terugverdientijd	Na 9 jaar	Na 8 jaar
NCW na 25 jaar	€19,2 mln	€ 26,2 mln
IRR	8,8 %	10,0%

3.4

CONCLUSIE & DOORKIJK

In deze paragraaf zijn de conclusies met betrekking tot de (financiële) haalbaarheid van thermische energiesystemen en een doorkijk naar de toekomst weergegeven.

Na een globale analyse van het aanbod en potentieel van thermische systemen in combinatie met de verwachte vraag naar warmte in nieuw te ontwikkelen gebieden komt geothermie als de optie met de grootste potentie naar voren. Daarbij moet worden opgemerkt dat de inschatting voor Geothermie gebaseerd is op beperkte gegevens en daarom de nodige onzekerheid met zich meebrengt. Verder wordt deze toepassing pas aantrekkelijk bij grootschalige toepassing. Opvallend hierin is dat deze techniek niet alleen aantrekkelijk is voor nieuwbouwprojecten, maar ook voor toepassing in de bestaande bouw.

Voor wko geldt dat grotere systemen minder aantrekkelijk zijn dan de kleine systemen. Dit wordt vooral veroorzaakt door het feit dat kleinere systemen tot op individueel huisniveau toepasbaar zijn. Een flexibele realisering van deze systemen is daardoor mogelijk. Voor grotere systemen is deze flexibiliteit veel minder groot, terwijl de terugverdientijd net als bij kleine systemen relatief lang is.

Koudewinning uit oppervlaktewater lijkt op basis van de gehanteerde gegevens niet haalbaar. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat de temperatuur van het water niet boven de 18 oC mag zijn om hogetemperatuurkoeling (HTK) toe te passen. In de zomer wordt het water uit de meren door de lage diepte echter wel warmer dan 18 oC. Slechts een diepere zandwininput zou hier mogelijkheden kunnen bieden, maar dit vergt nader onderzoek.

Doordat de toepassing van duurzame energie in nieuwbouwprojecten nog lang geen 'business as usual' is, bevelen wij aan om nieuwe bouwprojecten actief te benaderen om kennis over duurzame energie over te dragen. Daarbij moet de nadruk dan vooral liggen op het bereiken van een meerwaarde voor zowel de woningbouw als voor de ecologische inrichting van het gebied.

HOOFDSTUK

4 Conclusie

Op basis van de quickscans op het gebied van zonne-energiesystemen en de mogelijke thermische energiewinning in combinatie met de toekomstige bouwontwikkeling in het Markermeer – IJmeer gebied, kan een aantal conclusies worden getrokken over de haalbaarheid van deze systemen.

4.1

ZONNE-ENERGIE

Binnen het onderzoeksgebied is een relatief groot potentieel voor zonne-energie. Met name in de bebouwde omgeving van Lelystad en Almere. Op de middellange termijn zal investeren in zonne-energie ook zonder stimuleringsmaatregelen een aantrekkelijk rendement opleveren. De ontwikkelingen volgen elkaar op dat gebied in hoog tempo op.

Momenteel is de exploitatie van zonne-energie zonder stimuleringsmaatregelen (subsidie of fiscaal voordeel) commercieel niet interessant als we een termijn van 20 jaar beschouwen. Huishoudens behalen met een eigen installatie over een periode van 25 jaar een rendement dat vergelijkbaar met is met het rendement op een spaarrekening. Daarmee zou dit in het huidige onzekere spaar- en beleggingsklimaat een interessant alternatief kunnen vormen voor particulieren. Stimuleringsprikkels zijn echter noodzakelijk om dit op korte termijn met enige schaal van de grond te krijgen.

Op de langere termijn, is de verwachting dat zonne-energie commercieel erg interessant wordt en op grote schaal uitgerold gaan worden. Het is niet onwaarschijnlijk dat zon-PV der mate interessant wordt dat het bevoegd gezag verzoeken zal krijgen van ontwikkelaars om zonPV langs de dijken te exploiteren. Ook zou het bevoegd gezag op de lange termijn verzoeken kunnen krijgen om op het water van het markermeer zonne-energie te realiseren.

Zon thermisch zal voorbehouden blijven voor daken zodat warmteproductie dicht bij de warmteafzet plaats vindt. Transport van warmte over langere trajecten maakt dergelijke systemen al snel minder rendabel. Ook gaan de ontwikkelingen van zon thermische systemen minder hard dan de PV systemen.

4.2

THERMISCHE ENERGIE

Voor thermische systemen in combinatie met de verwachte vraag naar warmte in nieuw te ontwikkelen gebieden komt geothermie als de optie met de grootste potentie naar voren. Deze techniek is echter pas rendabel bij grootschalige toepassing, waarbij zowel nieuwbouw als bestaande bouw interessant kan zijn.

Andere opties zijn de diverse vormen van wko. Deze systemen hebben een langere terugverdientijd, maar hebben het voordeel kleinschaliger toepasbaar te zijn.

Doordat de toepassing van duurzame energie in nieuwbouwprojecten nog lang geen 'business as usual' is, bevelen wij aan om nieuwe bouwprojecten actief te benaderen om kennis over duurzame energie over te dragen. Daarbij moet de nadruk dan vooral liggen op het bereiken van een meerwaarde voor zowel de woningbouw als voor de ecologische inrichting van het gebied.

Anders dan bij Zonne-energie verwachten wij geen grote technologische ontwikkelingen waardoor de prijs van wko of geothermie systemen sterk zal dalen. De stijgende energieprijzen zal er wel voor zorgen dat ook deze systemen in de nabije toekomst aantrekkelijker worden.

Bijlage 1 Literatuurlijst

ARCADIS 2011 - Nieuwe organisatievormen en financieringsconstructies in de Nederlandse zonnestroommarkt. (beschikbaar op [www..agentschapnl.nl](http://www.agentschapnl.nl))

ARCADIS 2010 - Boven onze hoofden een groot potentieel. Milieu- en economische effecten van duurzame daken. (beschikbaar op www.dedakenduurzaam.nl)

ECN 2010 – Advies basisbedragen 2011

ScienceDaily 2011 – Floating Solarpanels:
<http://www.sciencedaily.com/releases/2011/02/110225123026.htm>

TNO Ecofys 2007: Potentieel diepe Geothermie Flevoland. Warm aanbevolen!

Gemeente Amsterdam 2011- Stadskoude is hot!

Wageningen, april 2006- Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV: *Veranderingen in de visstand van het IJsselmeer en Markermeer: trends en oorzaken, Rapportnummer C022.06*. Wageningen, april 2006. Gevonden op:
<http://www.hsvog.nl/bcwa/Diversen/Verandering%20visstand%20IJsselmeer%20en%20markermeer.pdf>

Colofon

ONDERZOEK NAAR DE FINANCIËLE POTENTIES VOOR DUURZAME ENERGIE

OPDRACHTGEVER:

Werkmaatschappij Markermeer - IJmeer

STATUS:

Definitief

AUTEUR:

T. Simon MSc
Bart Berendsen
Corneel Lambregts
drs. J.W.J. Oostra

GECONTROLEERD DOOR:

drs. J.W.J. Oostra

VRIJGEGEVEN DOOR:

ing. H.A.M. Wilbers

7 oktober 2011

075774112:0.1

ARCADIS NEDERLAND BV
Beaulieustraat 22
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Tel 026 3778 911
Fax 026 3515 235
www.arcadis.nl
Handelsregister 9036504

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.