

Investeren in energiebesparing en duurzame energie op bedrijventerrein 't Heen

Een maatschappelijke kosten-batenanalyse

Rapport
Delft, april 2010

Opgesteld door:
M.H. (Marisa) Korteland
H.J. (Harry) Croezen
A.Z. (Agnieszka) Markowska



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

M.H. (Marisa) Korteland, H.J. (Harry) Croezen, A.Z. (Agnieszka) Markowska
Investeren in energiebesparing en duurzame energie op bedrijventerrein 't Heen
Een maatschappelijke kosten-batenanalyse
Delft, CE Delft, april 2010

Energiebesparing / Duurzame energie / Bedrijfsterreinen / Economische factoren /
Maatschappelijke factoren / Kosten / Rendement / Analyse

Publicatienummer: 10.7539.34

Opdrachtgever: Provincie Zuid-Holland.

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Marisa Korteland.

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft
Committed to the Environment

CE Delft is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.



Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	9
1.1	Aanleiding	9
1.2	Positionering onderzoek	10
1.3	Doelstelling	10
1.4	Wat is een MKBA?	10
1.5	Afbakening	12
1.6	Leeswijzer	13
2	Kader MKBA	15
2.1	Inleiding	15
2.2	Nul- en projectalternatieven	15
2.3	Effecten	16
2.4	Kosten en CO ₂ reductie	18
2.5	Waardering directe en externe effecten	19
2.6	Technische uitgangspunten MKBA	20
2.7	Presentatie resultaten en begrippen	20
3	Resultaten	23
3.1	Inleiding	23
3.2	Houtgestookte stoomketel	23
3.3	Biomassavergisting	24
3.4	Zon-PV 10%	24
3.5	Zon-PV 100%	25
3.6	Groene daken 10%	26
3.7	Groene daken 100%	26
3.8	Windenergie	27
3.9	Overzicht	28
3.10	Gevoeligheidsanalyses	29
4	Conclusies en aanbevelingen	33
4.1	Conclusies	33
4.2	Aanbevelingen	34
	Literatuurlijst	35
Bijlage A	Achtergrondinformatie	39
A.1	Biomassainstallatie	39
A.2	Zonnepanelen	42
A.3	Groene daken	43
A.4	Windenergie	44





Samenvatting

In deze rapportage worden de maatschappelijke kosten en baten (MKBA) geanalyseerd van verschillende maatregelen die op het bedrijventerrein 't Heen te Katwijk genomen kunnen worden om energiebesparing of verduurzaming van de energievoorziening te realiseren.

Een MKBA vormt een hulpmiddel bij investeringsbeslissingen omdat de voor- en nadelen van een bepaald project voor de samenleving als geheel in kaart worden gebracht. Zo toont de analyse aan of het verduurzamen van een bedrijventerrein per saldo leidt tot een toename van de maatschappelijke welvaart in brede zin. Naast financiële kosten en baten neemt een MKBA ook immateriële zaken mee, zoals effecten op milieu, landschap, natuur en ruimtelijke kwaliteit. Deze effecten worden waar mogelijk uitgedrukt in Euro's.

Uitgangspunten MKBA

De MKBA 't Heen heeft de vorm van een quick scan. Op basis van de (beperkt) beschikbare informatie wordt een indicatie gegeven van de maatschappelijke effecten van verschillende investeringsopties. Er is geen specifieke energievisie aanwezig, wel een algemene structuurvisie van de gemeente Katwijk.

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd bij het vaststellen van de resultaten:

- Deze MKBA kent een nationale insteek: het gaat om welvaartsveranderingen door effecten in Nederland door maatregelen die worden getroffen op het bedrijventerrein 't Heen.
- Subsidies en BTW zijn buiten beschouwing gebleven. Subsidies die bijvoorbeeld vanuit het Rijk aan de gemeentelijke projectpartners worden verstrekt worden dus niet als welvaartsvermeerdering gezien.
- Voor toekomstige kosten en baten wordt een discontovoet van 5,5% gehanteerd (2,5% + een risico-opslag van 3%). Voor milieueffecten (klimaat en luchtkwaliteit) wordt een discontovoet van 4% (2,5% + risico-opslag 1,4%) gebruikt.
- De tijdshorizon beslaat 50 jaar en loopt van 2010 tot 2060. Dit betekent dat kosten en baten doorlopen tot aan het jaar 2060. Kosten voor onderhoud en herinvesteringen zijn daarbij meegenomen.
- Het jaar 2010 dient als basisjaar met hantering van constante prijzen en berekeningen in contante bedragen tegen de discontovoet van 5,5% respectievelijk 4%.

Nul- en projectalternatieven

Het nulalternatief is het meest waarschijnlijke alternatief voor de situatie waarin de maatregelen niet plaatsvinden. In hoofdlijnen betekent dit dat de huidige situatie op en rondom het bedrijventerrein gehandhaafd wordt. In Tabel 1 worden de verschillende projectalternatieven onderscheiden voor een duurzame invulling van de energievoorziening op 't Heen.



Tabel 1 Overzicht van projectalternatieven

Projectalternatief	Beschrijving
Houtgestookte stoomketel	<ul style="list-style-type: none"> – Investering in collectieve houtketel t.b.v. warmtevoorziening. – Aanleg van een warmtenet inclusief aansluitingen van drie bedrijven met grootste stoomvraag.
Biomassavergisting	<ul style="list-style-type: none"> – Investering in collectieve vergistinginstallatie met slib en bermgras als primaire input. – Levering van groen gas aan drie bedrijven met grootste gasvraag.
Zonnecellen op 10% van de daken	– 10% van het totale beschikbare dakoppervlak wordt bedekt met kristallijn zon-PV.
Zonnecellen op 100% van de daken	– Het volledige beschikbare dakoppervlak (190.400 m ²) wordt bedekt met kristallijn zon-PV.
Groen op 10% van de daken	– 10% van het totale beschikbare dakoppervlak wordt bedekt met mos- en/of sedumbeplanting.
Groen op 100% van de daken	– Het volledige beschikbare dakoppervlak (190.400 m ²) wordt bedekt met mos- en/of sedumbeplanting.
Windenergie	– Plaatsing van één of meer windmolens van 2-3 MWe.
Maatregelpakket	Combinatie van individuele opties: <ul style="list-style-type: none"> – Biomassavergister. – Kristallijn zonnecellen op 10% van daken. – Plaatsing van windturbines.

Resultaten

Tabel 2 presenteert de uitkomsten van de MKBA 't Heen. Hierin wordt per onderzocht projectalternatief het saldo gegeven van de verwachte opbrengsten en de verwachte kosten (Netto Contante Waardesaldo) en de omvang van de baten ten opzichte van de kosten (%).

Vanuit maatschappelijk oogpunt blijkt de inzet van windenergie het meest rendabel te zijn, gevolgd door de twee biomassaopties om de warmtevoorziening te verduurzamen (vergisting van slib/bermgras en inzet van een houtgestookte stoomketel) gecombineerd met de aanleg van een warmtenet waarop vooralsnog drie grote warmteconsumenten worden aangesloten.

De overige individuele investeringsopties (zon-PV en groene daken) leveren op dit moment geen positief NCW-saldo op, alhoewel zij wel onderdeel kunnen uitmaken van een rendabel maatregelpakket. Investeringskosten in nieuwe zonnepanelen zijn vooralsnog aanzienlijk en de stroomopbrengst is relatief laag. Ook voor groene daken geldt dat de baten op het gebied van energiebesparing en daarmee samenhangende emissiereducties niet op wegen tegen de kosten van aanleg en onderhoud. De beplanting op daken vergt een behoorlijke investering ten opzichte van de baten (aandeel baten is slechts 17%).



Tabel 2 Overzicht van maatschappelijke kosten en baten verschillende opties, in mln €₂₀₁₀, NCW in 2010

	NCW-saldo	Baten/Kosten
Zonnecellen 10%	- € 6,83	34%
Zonnecellen 100%	- € 68,24	34%
Biomassa - snoeihout	€ 1,96	153%
Biomassa - slib & bermgras	€ 7,77	320%
Groene daken 10%	- € 0,95	17%
Groene daken 100%	- € 9,50	17%
Windenergie	€ 57,55	647%
Maatregelpakket	€ 55,62	332%

Noot: Een negatief NCW-saldo betekent dat de kosten hoger zijn dan de baten en de investering vanuit maatschappelijk oogpunt als niet rendabel moet worden geacht. In de laatste kolom staat de verhouding tussen kosten en baten, waarbij een percentage van > 100% aangeeft dat de baten opwegen tegen de kosten.

Deze resultaten geven een behoedzame inschatting van het rendement van duurzame maatregelen. Dit komt allereerst omdat is gerekend met een zeer conservatieve inschatting van de energieprijzen (rond \$ 40 per vat). Wanneer prijzen hoger uitvallen, zullen de interne baten van energiebesparing iets toenemen. Daarnaast zijn overheidsregelingen niet meegerekend, terwijl deze de investeringkosten verlagen. Zeker vanuit een lokaal perspectief kan een SDE (Stimulering Duurzame Energieproductie) subsidie of een EIA (Energie Investeringsaftrek) voordeel gezien worden als een toename van de lokale welvaart.

De verwachting is bovendien dat investeringen in zon-PV ook zonder subsidie binnen enkele jaren rendabel kunnen zijn. Dit komt met name door de snelle ontwikkelingen in de markt. Experts geven aan dat binnen 5 à 10 jaar het rendement van zonnepanelen substantieel zal toenemen en de investeringskosten zullen dalen.

Groene daken blijven, tenslotte, onrendabel vanuit een maatschappelijk perspectief wanneer elektriciteitsprijzen zouden stijgen of wanneer hun levensduur verlengd wordt (met factor 2). Relevant is in dit kader dat sommige baten van groene daken niet gerelateerd zijn aan het thema energie (zoals geluid, uitstraling) ofwel lastig te kwantificeren zijn.

Conclusie en aanbeveling

Gegeven de resultaten van de MKBA ligt een rol voor de gemeentelijke of provinciale overheid in de rede voor het ondersteunen van windenergie en biomassaopties in de sfeer van duurzame warmte. Deze opties zijn allemaal rendabel vanuit een maatschappelijk perspectief. De rol van de overheid kan zich hierbij richten op:

- Financiering van warmteopties, hetzij via gunstige (voor)financiering van de investering ofwel participatie in de investering warmte-infrastructuur en warmteopties. Het ligt voor de hand dat de op 't Heen gevestigde bedrijven ook bijdragen aan de financiering, gezien de voordelen die een biomassa-installatie hen biedt.
- Verbetering van vergunningverleningprocedure voor windmolens. Mocht, daarnaast, blijken dat de SDE-regeling niet afdoende is, kan overwogen worden vanuit gemeente of provincie ondersteuning te bieden aan de op het financieringskant.



Voor de overige investeringsopties ligt het in de rede te wachten op technologische ontwikkeling (zon-PV) waardoor de investering rendabel wordt of kunnen overwegingen die buiten de scope van deze MKBA vallen doorslaggevend zijn om toch tot investering over te gaan (groene daken). Eventueel kan gekozen worden voor een pakket aan maatregelen waardoor het negatieve rendement van zon-PV of groene daken wordt gecompenseerd door positieve resultaten behaald met bijvoorbeeld windenergie.

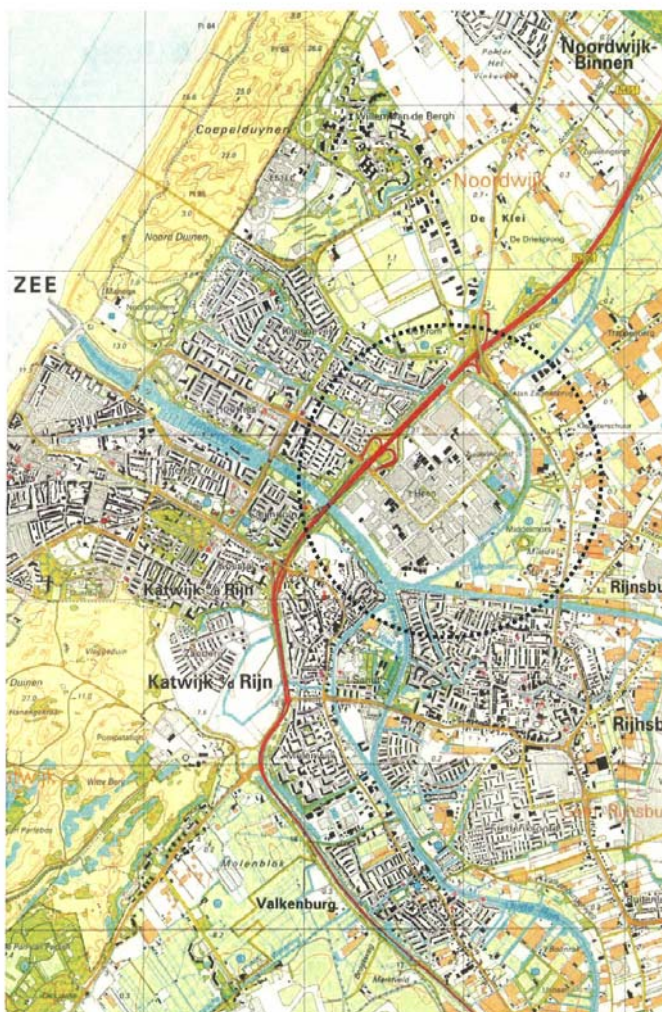


1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De gemeente Katwijk is actief bezig met de herstructurering van 't Heen, een gemengde bedrijventerrein met een oppervlakte van 68 ha. De provincie Zuid-Holland heeft 't Heen tot 'pilot' uitgeroepen in het kader van het actieprogramma Ruimte voor Economie 2007-2011. Tijdens diverse workshop sessies hebben gemeente, ondernemers, KvK, Holland Rijnland en de provincie hun ambities besproken. Dit heeft geresulteerd in de visie 'Samen Ruimte Creëren' (maart 2009) en nadere beleidsuitwerking in 'Samen Krachtig Verder' (mei 2009). Hierin is o.a. aandacht voor duurzame voorzieningen op het bedrijventerrein, waaronder energiebesparingsmaatregelen en de inzet van duurzame energie. Figuur 1 toont het gebied.

Figuur 1 Ligging bedrijventerrein 't Heen in regio



De gemeente wil graag inzicht de kosten en baten van duurzaamheidsmaatregelen op het gebied van energie voor de maatschappij als geheel en, in een later stadium, de haalbaarheid ervan. In deze rapportage wordt dan ook een quick scan uitgevoerd van de maatschappelijke kosten en baten (MKBA) van verschillende opties ter verduurzaming van de energievoorziening. Concreet gaat het om de volgende vijf maatregelen:

- benutting van afvalstromen middels een tweetal opties: biomassavergisting of een houtgestookte stoominstallatie;
- aanleg van een warmtenet;
- aanleggen van zonnecellen op het beschikbare dakoppervlak;
- toepassing van (extensieve) groene daken op het reeds bestaande dakoppervlak;
- inzet van windenergie, middels de plaatsing van één of meerdere windturbines.

1.2 Positionering onderzoek

Binnen het klimaat- en milieubeleid van de provincie Zuid-Holland spelen duurzame bedrijventerreinen is prominente rol. Begin 2009 heeft CE Delft, in opdracht van de provincie, een handleiding gepubliceerd voor het uitvoeren van een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) voor duurzame bedrijventerreinen. Met de nieuwe handleiding wil de provincie gemeenten, ondernemers, beleidsmakers en uitvoerders stimuleren bij herstructurering verder te kijken en de mogelijkheden van duurzame herstructurering te onderzoeken.

Een MKBA maakt het mogelijk om inzicht te krijgen in de maatschappelijke effecten van duurzame herstructurering door deze in financiële waarden uit te drukken. 't Heen is daarbij een van de vier bedrijventerreinen die als pilot voor het uitvoeren van een MKBA zijn geselecteerd. Doel van deze pilots is het opdoen van praktijkervaring met het uitvoeren van MKBAs en de inpassing in de besluitvorming rondom herstructurering. Er wordt inzicht geboden in de toegevoegde waarde van MKBAs als een *aanvullende* tool in de besluitvorming.

1.3 Doelstelling

Doel van het onderzoeksproject is het uitvoeren van een quick scan MKBA van een vijftal opties ter verduurzaming van de energievoorziening en energiebesparing op het bedrijventerrein 't Heen.

1.4 Wat is een MKBA?

Een MKBA is gedefinieerd als: 'een evaluatiemethode waarmee investeringsbeslissingen voor projecten kunnen worden afgewogen'. Met behulp van de MKBA wordt het mogelijk de huidige en toekomstige voor- en nadelen van een investeringsproject voor de samenleving als geheel zo objectief mogelijk in kaart te brengen. Hiertoe worden effecten waar mogelijk uitgedrukt in Euro's en gesaldeerd. De analyse toont vervolgens aan of het herstructureren van een bedrijventerrein leidt tot de gewenste toename van de maatschappelijke welvaart.



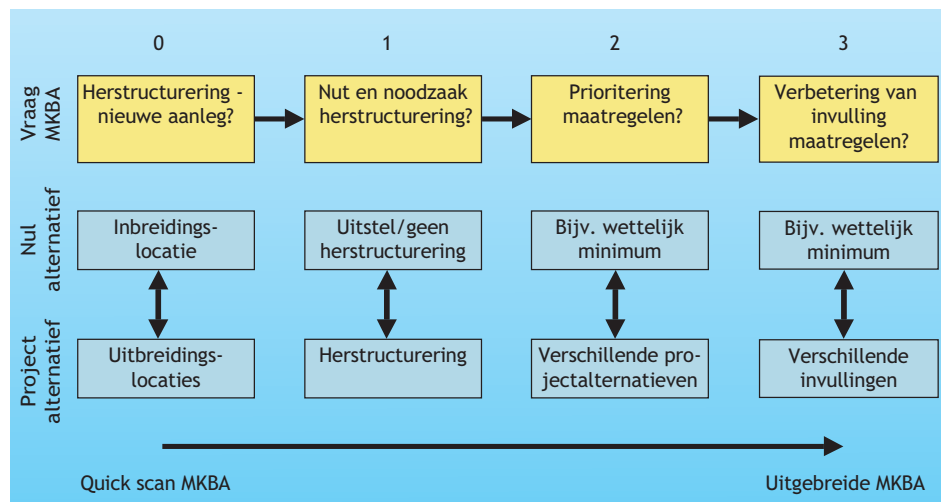
Een MKBA verschilt daarmee fundamenteel van een financiële analyse (business case), die de kosten en baten voor een bepaalde partij tot uitdrukking brengt. Daar een MKBA van een maatschappelijk belang uitgaat, zullen bepaalde financiële kosten en baten uit een business case hierin verdwijnen omdat deze wegvallen tegen de baten respectievelijk kosten van een andere partij.

Een MKBA wordt ingezet vanuit een ruime opvatting van het begrip ‘welvaart’. Naast goederen en diensten (‘harde economie’) neemt een MKBA ook immateriële zaken mee, die niet direct in geld uit te drukken zijn. Dit zijn bijvoorbeeld effecten op milieu, landschap, natuur en ruimtelijke kwaliteit. Als er geen markten zijn waarvan een prijs kan worden afgeleid wordt de waarde van deze effecten met een specifieke waarderingstechniek in geld uitgedrukt.

Een MKBA gaat uit van een vergelijking van alle kosten en baten van één of meerdere projectalternatieven (mogelijke oplossingsrichtingen) met een zogenaamd nulalternatief. Het nulalternatief is de meest waarschijnlijke ontwikkeling die zal plaatsvinden wanneer niet voor herstructurering gekozen wordt. Het verschil tussen het projectalternatief en het nulalternatief vormt het uitgangspunt voor een MKBA.

Figuur 2 biedt een overzicht van verschillende soorten besluiten die een MKBA kan ondersteunen, inclusief de daarbij behorende keuze voor nul- en projectalternatief.

Figuur 2 Voor welke soorten besluiten is een MKBA geschikt?



Figuur 2 laat zien dat deze MKBA valt onder ‘besluit 2’ en inzicht geeft in prioritering van verschillende soorten maatregelen ter verduurzaming van de energievoorziening. Hierbij is echter geen sprake van een volwaardige herstructurering, maar eerder gerichte maatregelen voor een energiezuinige en duurzame energievoorziening. Deze maatregelen zullen bekeken worden ten opzichte van de bestaande situatie.

1.5 Afbakening

De MKBA maakt het mogelijk effecten van duurzame herstructurering in financiële waarden uit te drukken. Het gaat dan om effecten zoals landschappelijke inpassing, CO₂-uitstoot, luchtkwaliteit, beeldkwaliteit en geluidshinder. Deze MKBA:

- Heeft een nationale insteek: het gaat om welvaartsveranderingen in Nederland door maatregelen die worden getroffen op het bedrijventerrein 't Heen. Dit betekent dat zowel lokale emissies door verbranding van biomassa worden meegerekend, maar ook dat nationale reducties van broeikasgasemissies als luchtverontreinigende emissies door verduurzaming van de lokale elektriciteitsproductie als baat op te nemen, ondanks dat inwoners en bedrijven van Katwijk daar hoogstens alleen indirect profijt van hebben.
- Met het vorige punt hangt samen dat subsidies die bijvoorbeeld vanuit het Rijk aan de gemeentelijke projectpartners worden verstrekt niet als welvaartsvermeerdering worden gezien. Tegenover de verstrekte subsidie (min voor de overheid) staat een ontvangst (plus) voor de investeerder. In een lokale MKBA zouden deze subsidies een welvaartsverhogend karakter hebben.
- Beperkt zich tot maatregelen ter verduurzaming in de energievoorziening. Maatregelen in de sfeer van ruimtelijke inpassing, afvalbeheer, gemeenschappelijke parkeervoorzieningen en geluidszonering vallen buiten de studie. Deze energiemaatregelen kunnen effect hebben op de ruimtelijke kwaliteit, luchtkwaliteit en CO₂-uitstoot ter plaatse. Deze effecten horen vanzelfsprekend wel thuis in een MKBA.
- Beperkt zich tot de vijf genoemde technische maatregelen.
- Gaat enkel uit van het ingeschatte energiegebruik op het bedrijventerrein zelf. Deze is gebaseerd op (ruwe) informatie verkregen van de gemeente Katwijk en de provincie Zuid-Holland op basis van de vergunningverlening en omvat circa 75% van alle op het terrein gevestigde bedrijven. De beperkte beschikbaarheid van data hangt nauw samen met het veranderende bedrijvenbestand op het terrein.
- Houdt rekening met CO₂-reducties als gevolg van lagere elektriciteitsafname van het net. In principe kan men ervan uitgaan dat besparing of verduurzaming van de elektriciteitsvraag geen netto bijdrage levert aan CO₂-reductie op nationaal of EU-niveau¹. Door het bestaan van een plafond onder het Europese emissiehandelssysteem (EU ETS), leiden eventuele besparingen in de elektriciteitssector tot extra emissieruimte voor andere sectoren in het binnen- of buitenland, via de verkoop van overtollige emissierechten². In deze MKBA is ervoor gekozen deze CO₂-reductie als gevolg van opties ter verduurzaming van de elektriciteitsvraag *wel* mee te nemen. De reden hiervoor is dat gemeentes zelf ook waarde hechten aan het reduceren van CO₂ en klimaatbeleid voeren. Dit betekent dat de gerealiseerde CO₂-reductie op lokaal een economisch waardering kent.

¹ Dit geldt met name op de korte en middellange termijn, waarvoor emissieplafonds als zijn vastgesteld. In de toekomst kan elektriciteitsbesparing- en verduurzaming wel degelijk een netto effect hebben via EU ETS, doordat politici bereid zijn akkoord te gaan met lagere plafonds.

² Dit betekent dat deze andere sectoren minder emissiereducerende maatregelen hoeven te treffen. De milieu-uitkomst onder EU ETS wordt bepaald door de hoogte van het emissieplafond.



1.6 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 schetst het kader van de MKBA 't Heen met een beschrijving van het nul- en projectalternatieven, mee te nemen effecten en technische uitgangspunten. De resultaten van de MKBA worden in hoofdstuk 3 gepresenteerd. Hoofdstuk 4 vormt de conclusie. Aanbevelingen worden hier genoemd.





2 Kader MKBA

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden het kader en de uitgangspunten van de MKBA 't Heen beschreven. Daarbij gaat het in de eerste plaats om een beschrijving van het nul- en projectalternatief, gevolgd door een overzicht van de kosten en effecten die in de MKBA in beeld worden gebracht. Tot slot komen enkele belangrijke technische uitgangspunten aan bod die in de MKBA zijn gehanteerd.

2.2 Nul- en projectalternatieven

Het nulalternatief is het meest waarschijnlijke alternatief voor de situatie waarin de maatregelen niet plaatsvinden. In hoofdlijnen betekent dit dat de huidige situatie op en rondom het bedrijventerrein gehandhaafd wordt.

De volgende projectalternatieven worden onderscheiden (zie Tabel 3).

Tabel 3 Overzicht van projectalternatieven

Projectalternatief	Beschrijving
Houtgestookte stoomketel	<ul style="list-style-type: none">– Investering in collectieve houtketel t.b.v. warmtevoorziening.– Aanleg van een warmtenet inclusief aansluitingen van drie bedrijven met grootste stoomvraag.
Biomassavergisting	<ul style="list-style-type: none">– Investering in collectieve vergistinginstallatie met slib en bermgras als primaire input.– Levering van groen gas aan drie bedrijven met grootste gasvraag.
Zonnecellen op 10% van de daken	– 10% van het beschikbare dakoppervlak wordt bedekt met kristallijn zon-PV.
Zonnecellen op 100% van de daken	– 100% van het totale beschikbare dakoppervlak (190.400 m ²) wordt bedekt met kristallijn zon-PV.
Groen op 10% van de daken	– 10% van het beschikbare dakoppervlak wordt bedekt met mos- en/of sedumbeplanting.
Groen op 100% van de daken	– 10% van het totale beschikbare dakoppervlak (190.400 m ²) wordt bedekt met mos- en/of sedumbeplanting (extensieve groene daken).
Windenergie	– Plaatsing van één of meer windmolens.
Maatregelpakket	Combinatie van individuele opties: <ul style="list-style-type: none">– Biomassavergister.– Kristallijn zonnecellen op 10% van daken.– Plaatsing van windturbines.

Nadere specificaties van de projectalternatieven zijn te vinden in de Bijlage A.



2.3 Effecten

In een MKBA bedrijventerreinen worden drie typen effecten onderscheiden:

- directe effecten;
- externe effecten;
- indirecte effecten.

Tabel 4 geeft een overzicht van effecten die wel of niet in de MKBA 't Heen worden meegenomen. Een korte toelichting volgt hieronder.

Tabel 4 Overzicht directe, externe en indirecte effecten in de MKBA

Type effect	Effect	Meegenomen in MKBA?
Directe (interne) effecten	Besparing op het energiegebruik	Ja
Externe effecten	Effecten op CO ₂ -uitstoot	Ja
	Lokale effecten op NO _x , fijn stof en overige luchtverontreinigende emissies	Ja
	Leveringszekerheid energie	Nee
Indirecte effecten	Extra werkgelegenheid	Nee

Directe effecten

Bij directe effecten gaat het om effecten die rechtstreeks samenhangen met de te nemen maatregelen op het bedrijventerrein en die invloed hebben op de gevestigde bedrijven die gebruikmaken van de duurzame energievoorziening. Deze effecten worden economisch gewaardeerd. Het belangrijkste directe effect dat in deze MKBA is meegenomen is de directe besparing op energiekosten voor de betreffende bedrijven. Bedrijven kunnen efficiënter produceren en zijn daardoor winstgevender. Tegenover de besparing staan (eventuele) extra onderhoudskosten van duurzame maatregelen ten opzichte van bestaande gasketels. Daarbij is het in theorie mogelijk dat een collectieve aanpak in de projectalternatieven besparing oplevert ten opzichte van onderhoudscontracten van individuele bedrijven. De eventuele grond- of vastgoedbaten die ontstaan door toepassing van individuele of collectieve energiemaatregelen worden doorgegeven in hogere vastgoedprijzen bij verkoop³. Om dubbeltellingen te voorkomen worden dus alleen de directe besparing voor de bedrijven meegenomen.

Externe effecten

Externe effecten zijn onbedoelde, ongeprijsde effecten op de welvaart van derden. Het gaat hierbij vaak om milieueffecten, effecten op natuur en landschap, en effecten op de sociale en externe veiligheid. In deze studie worden de volgende twee externe effecten onderscheiden:

1. Verminderde CO₂-uitstoot

Door het mondiaal gebruik van fossiele brandstoffen stijgt de concentratie van CO₂ in de atmosfeer met desastreuze gevolgen. Het broeikaseffect zorgt voor opwarming van de aarde, een stijgende zeespiegel en een grilliger klimaat. Deze effecten treffen iedereen en niet alleen de veroorzakers van de CO₂-uitstoot. Vandaar dat het hier gaat om externe effecten.

³ In een goed werkende vastgoedmarkt zijn precies gelijk aan de Netto Contante Waarde (NCW) van toekomstige besparing.



Bij inzet van duurzame energiebronnen, waaronder zonnecellen en windturbines, worden CO₂-emissies die gepaard gaan met het gebruik van traditionele opwekkingsmethoden voorkomen. Deze milieuwinst wordt dan ook meegenomen in de MKBA.

2. Verminderde of toegenomen luchtverontreinigende emissies
Afhankelijk van het type maatregel, kunnen luchtvervuilende emissies afnemen of toenemen t.o.v. de huidige situatie. Zo is bij lokale biomassa-verbranding de uitstoot van NO_x en stof (bij vaste biomassa) hoger dan bij aardgasketels. Afvang van deze milieuvuilende uitstoot is mogelijk met nieuwe technologieën. De kosten van toepassing zijn echter nog hoog. De extra uitstoot van verbranding van biomassa levert weliswaar een bijdrage aan het tegengaan van klimaatverandering, maar kan lokaal voor nadelige effecten voor de gezondheid van werknemers en omwonenden zorgen (extern effect).
In 2010 is aangenomen dat de emissies de wettelijk norm niet zal overschrijden⁴. Vanaf 2020 is verondersteld dat de norm met 50% wordt aangescherpt. De kosten om aan de 2020-norm te voldoen is op 'PM' gesteld⁵, vanwege het ontbreken van betrouwbare schattingen.

In het kader van zekerheid in de energievoorziening kan ook worden gestuurd op de ontwikkeling van alternatieve, duurzame vormen van energie. Dergelijke bronnen worden lokaal geproduceerd, waardoor de toevoerafhankelijkheid van het buitenland vermindert. Verder zal men minder economische schade ondervinden van een (door schaarste) oplopende olieprijs. De stijgende olieprijs heeft ons in 2008 met nadruk gewezen op de eindigheid en toenemende afhankelijkheid van fossiele energiebronnen. Deze aspecten van duurzame energie worden echter niet meegenomen in de analyse, o.a. omdat er nauwelijks schattingen zijn van de financiële waardering van energiezekerheid. Wel zullen aspecten rond de leveringszekerheid per alternatieve energiebron (kwalitatief) worden aangegeven.

Indirecte effecten

Naast de directe en externe effecten zijn er indirecte effecten die dankzij de herstructurering van een bedrijventerrein kunnen ontstaan. Hierbij gaat het om effecten die bijdragen aan de rest van de lokale economie, zoals bijvoorbeeld de werkgelegenheidswinst. Deze effecten worden in deze MKBA niet meegenomen. Hiervoor zijn verschillende redenen:

- De extra werkgelegenheid onder de projectalternatieven zal verwaarloosbaar zijn, zowel in 't Heen als nationaal. Mogelijk is er een beperkte toename op het gebied van onderhoud en installatie.
- De omvang van indirecte effecten is over het algemeen gering in vergelijking met directe en externe effecten.

⁴ 1,2 kg NO_x/ton en 0,023 kg PM₁₀/ton verbrand hout.

⁵ Pro Memorie. Deze term wordt vaak gebruikt bij begrotingen of kostenramingen als (nog) geen uitsluitel bestaat over de kosten.



2.4 Kosten en CO₂ reductie

Tabel 5 geeft een overzicht van de investeringskosten (€₂₀₀₈, inclusief BTW), onderhoudskosten, afschrijvingstermijnen en de daarbij optredende CO₂-reducties⁶.

Tabel 5 Overzicht van investeringskosten en CO₂-besparingen

Alternatief	Kosten (mln. Euro 2008) ⁷	Onderhoud (% van investering)	Afschrijvings- termijn (jaren)	Effect op CO ₂ t.o.v. referentie ⁸
Houtgestookte stoomketel	1,5	4%	20	7%
Biomassavergisting ⁹	2,0	6%	20	7%
Zonnecellen op 10% van de daken	11,4	0%	30	4%
Zonnecellen op 100% van de daken	114	0%	30	36%
Groen op 10% van de daken	0,7	2%	20	0,1%
Groen op 100% van de daken	7,2	2%	20	1%
Windenergie	6,3	2%	15	73%

Opgemerkt dient te worden dat bij de levering van duurzame warmte middels een houtgestookte stoomketel tevens een warmtenet moet worden aangelegd met drie (nabijgelegen) aansluitingen. De additionele kosten bestaan uit een initiële investering van € 0,2 mln (inclusief BTW) en jaarlijkse onderhoudskosten van € 2.000 (1%). Daar tegenover staat dat de drie afnemers bij overschakeling op een houtgestookte stoomketel geen investeringen meer hoeven te plegen in traditionele aardgasketels. Hiervoor is een financiële besparing opgenomen van € 0,16 mln aan herinvesteringkosten¹⁰ en € 3.200 onderhoudskosten per jaar (2%).

Bij de overige projectalternatieven vindt er geen verandering plaats in onderhoud- en investeringkosten van het traditionele elektriciteitsnet of warmtenet. Immers, bij vergisting van biomassa wordt enkel de input van een aardgasketel vervangen (biogas i.p.v. gewoon gas) en bij zon- en windenergie vormt het elektriciteitsnet de terugvaloptie bij windstilte of gebrek aan zon.

⁶ In de reductiepercentages is alleen rekening gehouden met de CO₂-uitstoot van de warmte- en elektriciteitsvraag. De koudevraag (blijft onveranderd) is buiten beschouwing gebleven.

⁷ Groene daken o.b.v. prijspeil 2007.

⁸ Als referentiescenario (ook wel nulalternatief genoemd) wordt continuering van de huidige energievoorziening op 't Heen genomen: warmtelevering via traditionele aardgasketels en elektriciteitslevering via het net.

⁹ De gepresenteerde bedragen zijn inclusief kosten voor aanleg van gasleidingen en de reiniging daarvan.

¹⁰ Met ingang van 2020 en uitgaande van een afschrijvingstermijn van 15 jaar.



2.5 Waardering directe en externe effecten

Directe effecten

De besparing van energie wordt eenvoudig bepaald door de bespaarde hoeveelheid energie te vermenigvuldigen met de energieprijis. Hierbij dient niet de actuele marktprijs gehanteerd te worden, maar de energieprijis voor lange termijn. In de analyse is gebruik gemaakt van het WLO-scenario 'Global Economy (hoge olieprijs)' voor de periode 2010 tot 2040. Gasprijzen lopen hierin op van 17,31 €/m³ tot 21,35 €/m³. De verwachte elektriciteitsprijs in 2020 is 5,52 €/kWh en in 2040 5,22 €/kWh (prijspeil 2000; CPB en PBL, 2004).

Vergeleken met de huidige olieprijsen betreft dit prijsscenario, ondanks de kwalificatie 'hoge olieprijs', een zeer conservatief scenario waarbij de olieprijs langdurig rond de \$ 40 per vat schommelt. Een hogere prijs voor fossiele brandstoffen verkort de terugverdientijd van duurzame maatregelen.

Externe effecten

Er zijn verschillende methoden beschikbaar om te berekenen hoeveel mensen willen betalen voor bepaalde externe effecten. Aangezien een directe markt ontbreekt waarvoor een prijs kan worden afgeleid, wordt gebruik gemaakt van schaduwrijzen van emissies. De prijzen die in deze MKBA zijn opgenomen, zijn algemeen toepasbare kentallen uit NEEDS (2008). Tabel 6 toont de gemiddelde prijzen voor hoog uitgestoten emissies in Nederland. Deze schaduwrijzen worden gebruikt om de milieuwinst te berekenen als gevolg van verminderde inzet van fossiele brandstoffen.

Luchtvervuilende emissies die vrijkomen bij de verwerking van biomassa krijgen een iets hogere waardering omdat deze uitstoot dicht bij de grond plaatsvindt en daarmee schadelijker voor de menselijke gezondheid wordt geacht¹¹.

Tabel 6 Overzicht gebruikte schaduwrijzen in €/ton voor CO₂ en €/kg voor overige emissies (€₂₀₀₈)

Stof	2010	2020	2030	2040	2050
Koolstofdioxide (CO ₂)	25	40	55	70	85
Zwavel dioxide (SO ₂)	13	18	21	23	25
Stikstofoxiden (NO _x)	9	14	16	17	19
Fijn stof (PM ₁₀)	20	25	30	32	35
Vluchtige organische stoffen (NMVOS)	3	2	2	3	3

Bron: NEEDS, 2008.

¹¹ Voor CO₂-emissies is de schaduwrijis in beide situaties gelijk. Het maakt voor het klimaat niet uit of emissies hoog of laag in de lucht worden uitgestoten.



2.6 Technische uitgangspunten MKBA

Voor de MKBA 't Heen zijn de volgende uitgangspunten gekozen:

- Conform de aanbevelingen van het ministerie van Financiën wordt een discontovoet van 5,5%, gehanteerd, bestaande uit een reële risicovrije discontovoet van 2,5% en een risico-opslag van 3%. Voor effecten op klimaat en luchtkwaliteit wordt een discontovoet gehanteerd van 4%¹².
- De tijdshorizon beslaat 50 jaar en loopt van 2010 tot 2060¹³. Dit betekent dat kosten en baten doorlopen tot aan het jaar 2060.
- Het jaar 2010 dient als basisjaar met hantering van constante prijzen en berekeningen in contante bedragen tegen de discontovoet van 5,5%.
- Alle prijzen zijn t.b.v. de analyse omgerekend naar het prijspeil 2010 door te corrigeren voor inflatie, uitgaande van 2% per jaar.
- Investeringskosten vinden plaats in 2010, terwijl de baten die samenhangen met het gebruik ervan vanaf het jaar 2011 optreden. Verondersteld is dus dat gedurende de aanleg van het warmtenet, etc. geen interne besparingen en emissiereducties op kunnen treden.
- Afhankelijk van het afschrijvingstermijn worden bij iedere maatregel herinvesteringen meegenomen. De kosten hiervan worden geacht de helft van het oorspronkelijke investeringsbedrag te bedragen omdat bepaalde onderdelen niet vervangen hoeven worden¹⁴.
- De investeringskosten zijn exclusief BTW. Belastingen, heffingen en subsidies zijn overdrachten van de overheid aan marktpartijen of vice versa en worden normaliter niet opgenomen in een MKBA. Voor de energieprijzen worden eveneens de zogenaamde *commodity prijzen* (kale prijzen) gehanteerd, dus exclusief BTW, Energiebelasting en (eventuele) overige brandstofheffingen. Aangezien eindgebruikerprijzen voor energie fors hoger liggen voor consumenten en bedrijven, kunnen er aanzienlijke verschillen ontstaan tussen financiële en maatschappelijke doorrekening van de maatregelen. In een financiële analyse (business case) kan dit betekenen dat de terugverdientijd korter is dan uitgaande van een maatschappelijke analyse¹⁵.

2.7 Presentatie resultaten en begrippen

De uitkomsten van de MKBA zijn uitgedrukt in netto contante waarden voor het jaar 2010. Dit betekent dat de waarden van toekomstige kosten en baten vertaald wordt naar het heden door deze te verdisconteren met behulp van een (maatschappelijke) discontovoet. De kosten bestaan zowel uit eenmalige uitgaven in de vorm van de investeringen in de betreffende projectalternatieven als periodieke uitgaven voor onderhoud en herinvestering.

¹² Het kabinet heeft besloten dat de standaard risico-opslag van 3% bij specifieke project-effecten in nieuwe kosten-batenanalyses (KBAs) kan worden gehalveerd als het project negatieve externe effecten ondervangt of veroorzaakt en als die negatieve externe effecten een onomkeerbaar karakter hebben. Te denken valt bijvoorbeeld aan de verlaging van de uitstoot van broeikasgassen om klimaatverandering tegen te gaan. Deze projecteffecten kunnen worden beschouwd als een 'verzekering' tegen een toekomstig onwenselijke situatie (RWS, 2009).

¹³ Deze periode is overeenkomstig de aanbeveling in CE (2009), ook al zijn afschrijvings-termijnen korter (zie Tabel 5). Er is rekening gehouden met herinvesteringen.

¹⁴ Volledige vervangingsinvesteringen aardgasketels (referentie) worden geacht plaats te vinden in 2020, 2035 en 2050.

¹⁵ Hiertegenover staat dat ook de investeringskosten in een MKBA gecorrigeerd worden voor BTW en dus lager uitvallen dan in een business case.



Hiertegenover staan eventuele interne energiebesparingen en positieve/negatieve externe effecten. Beiden worden uitgedrukt in Euro's.

Tenslotte wordt per projectalternatief het NCW-saldo bepaald. Dit is het bedrag dat men verkrijgt door de contante waarde van de verwachte kosten van een investering af te trekken van de contante waarde van de verwachte opbrengsten. Als de NCW positief is, komt het herstructureringsproject op economische gronden voor uitvoering in aanmerking.





3 Resultaten

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de uitgevoerde MKBA gepresenteerd, waarbij per geïdentificeerde maatregelen het NCW-saldo wordt weergegeven. Tot slot zullen de uitkomsten van drie gevoeligheidsanalyses besproken worden.

3.2 Houtgestookte stoomketel

In dit scenario wordt aanleg van een warmtenet gecombineerd met een investering in een collectieve houtgestookte ketel die stoom levert aan de drie grootste warmteafnemers op 't Heen (vermogen warmtelevering 2 MW_{th}). Hiermee wordt 25% van de totale warmtevoorziening op 't Heen duurzaam en ruim 70% van de warmteconsumptie voor stoom/warm water¹⁶. Er wordt een CO₂-reductie van 7% ten opzichte van de bestaande situatie gerealiseerd.

Tabel 7 geeft een overzicht van kosten en baten, waarbij de kostenpost van € 3,7 miljoen bestaat uit de initiële investeringsom, onderhoudskosten en kosten van herinvestering na 20 jaar (zie Tabel 5 in paragraaf 2.4). Hier tegenover staan baten ter hoogte van € 5,7 miljoen. De drie bedrijven die op het warmtenet zullen zijn aangesloten kunnen een behoorlijke interne besparingen op hun energierekening verwachten. Daarnaast treedt er een CO₂-winst op. Er komen wel wat luchtvervuilende emissies (NO_x en PM₁₀) vrij bij de verbranding van snoeihout, maar de impact hiervan op het resultaat is relatief klein¹⁷. Al met al blijkt dat een investering in een houtgestookte ketel in combinatie met een warmtenet rendabel is uit maatschappelijk oogpunt, met een netto baat van bijna € 2 miljoen.

Tabel 7 Kosten en baten van de optie houtgestookte stoomketel, in mln €₂₀₁₀, NCW in 2010

	Kosten		Baten
Investering en onderhoud	€ 3,67	Besparing energiekosten	€ 4,19
		Externe effecten: CO ₂	€ 1,88
		Externe effecten: overige emissies	- € 0,43
		Totaal	€ 5,64
		Saldo	€ 1,96
		Baten/Kosten	153%

¹⁶ Zo'n 40% van de totale warmtevraag wordt gebruikt voor ovens en gelijksoortige installaties. Dergelijke consumptie kan vanzelfsprekend niet worden geleverd door een alternatieve bron van stoom/warm water. De overige 60% van de warmtevraag komt voort uit gebruik van stoom/warm water in industriële processen en de verwarming van kantoorruimtes. Hiervoor zou een centrale ketel worden ingezet. Er zijn echter individuele afnemers die een dermate kleine warmtevraag of geografische spreiding kennen, dat gekozen is enkel uit te gaan van de drie grootste afnemers van warmte die vlak bij elkaar liggen.

¹⁷ De emissies worden nog lager wanneer hout schoner kan worden verbrand middels de inzet van filters. In de analyse is geen rekening met deze maatregel gehouden.



3.3 Biomassavergisting

Een tweede scenario betreft de investering in een biomassavergisting-installatie voor de productie van biogas. Als input is gekozen voor slib afkomstig uit de AWZI Katwijk en bermgras. Wederom gaat het om duurzame warmtelevering aan de drie grootste afnemers op 't Heen. Dit levert een CO₂-reductie van 7% op en een duurzame invulling van 25% van de totale warmtevraag op het bedrijventerrein.

Tabel 8 toont het resultaat. Een investering in een vergister van slib en bermgras is maatschappelijk rendabel: het NCW-saldo bedraagt € 7,8 miljoen. Met name de (interne) besparing voor de gevestigde bedrijven valt veel hoger uit dan de benodigde investering- en onderhoudskosten.

Tabel 8 Kosten en baten van een biovergister, in mln €₂₀₁₀, NCW in 2010

	Kosten		Baten
Investering en onderhoud	€ 3,52	Besparing energiekosten	€ 10,32
		Externe effecten: CO ₂	€ 1,07
		Externe effecten: overige emissies	€ 0,00
		Totaal	€ 11,22
		Saldo	€ 7,77
		Baten/Kosten	320%

Overigens dient opgemerkt te worden dat in de analyse enkel rekening is gehouden met de verwaarloosbaar kleine verbetering in lokale luchtkwaliteit door verminderd gasgebruik. Eventuele externe kosten als gevolg van de verwerking van biomassa is niet meegenomen. Over het algemeen kan echter worden verondersteld dat er nauwelijks emissies vrijkomen bij vergisting¹⁸.

3.4 Zon-PV 10%

Een andere investeringsmogelijkheid betreft het bedekken van 10% van het totale beschikbare dakoppervlak van bedrijven in 't Heen met zonnecellen, ook wel zon-PV genoemd¹⁹. Het zou dan gaan om 19.040 m² (zie Bijlage A). Het duurzame aandeel in de elektriciteitsvoorziening komt daarmee uit op 5% en de te realiseren CO₂-reductie is 4%.

In Tabel 9 staan de kosten en baten van de investering in zonnepanelen, uitgaande van huidige marktprijzen (€ 500 per m² + € 100 per m² voor installatie). Hieruit blijkt dat het maatschappelijke rendement negatief is, ondanks positieve interne besparingen en positieve externe effecten op CO₂ en luchtkwaliteit. Rekening is gehouden met externe baten van verminderde luchtverontreinigende emissies van landelijke productie van elektriciteit (waarvan de baten in feite niet specifiek lokaal zijn). Er resteert een negatief NCW-saldo van bijna € 7 miljoen.

¹⁸ Met name in verhouding tot verbranding van biomassa.

¹⁹ Deze afkorting staat voor Zon Photovoltaic, i.e. de omzetting van licht naar elektriciteit.



Tabel 9 Kosten en baten van een investering in zon-PV (10% van de daken), in mln €₂₀₁₀, NCW in 2010

	Kosten		Baten
Investering en onderhoud	€ 10,42	Besparing energiekosten	€ 2,15
		Externe effecten: CO ₂	€ 1,09
		Externe effecten: overige emissies	€ 0,35
		Totaal	€ 3,59
		Saldo	- € 6,83
		Baten/Kosten	34%

Nu is het wel zo dat de markt voor PV-systemen in volle ontwikkeling is. Jaarlijks worden grote stappen gezet om de efficiency van de systemen te verbeteren en de productieprijs te verlagen. Verwacht wordt dat de meest efficiënte systemen binnen 5 jaar een interessante terugverdientijd zonder subsidies zullen hebben. In een gevoeligheidsanalyse wordt dan ook een variant doorgerekend waarin de investering circa 5 jaar wordt uitgesteld. Prijzen dalen met 60% en opbrengsten nemen toe met 70%. Deze aannames wordt door sommige experts als realistisch geacht (zie paragraaf 3.10).

3.5 Zon-PV 100%

De vierde optie behelst de verdere opschaling van 'aanleg van PV-daken' naar het volledig beschikbare dakoppervlak op 't Heen, te weten 190.400 m². Met deze investering kan 50% van de benodigde elektriciteitsvraag duurzaam worden opgewerkt en wordt een CO₂-reductie van 36% gerealiseerd.

Tabel 10 laat een vergelijkbaar beeld zien als bij de vorige optie 10% zon-PV: de baten beslaan slechts 34% van de totale kosten en zorgen aldus voor een fors maatschappelijk tekort.

Tabel 10 Kosten en baten van een investering in zon-PV (100% van de daken), in mln €₂₀₁₀, NCW in 2010

	Kosten		Baten
Investering en onderhoud	€ 104,17	Besparing energiekosten	€ 21,51
		Externe effecten: CO ₂	€ 10,86
		Externe effecten: overige emissies	€ 3,56
		Totaal	€ 35,93
		Saldo	- € 68,24
		Baten/Kosten	34%



3.6 Groene daken 10%

Het beplanten van bestaande daken met mos- en/of sedumbepplanting biedt de mogelijkheid om energie te besparen²⁰. Bij dergelijke extensieve groene daken wordt de gemiddelde reductie in het gasverbruik van (woningen en) bedrijven ingeschat op zo'n 5%. Dit betekent dat wanneer er op 10% van het totale beschikbare oppervlak groene daken worden aangelegd, het gasverbruik op 't Heen met slechts 0,5% afneemt en de CO₂-uitstoot nauwelijks wordt verlaagd.

De kosten en baten van groene daken worden gepresenteerd in Tabel 11. De investering is niet rendabel uit een maatschappelijk perspectief, met een negatief NCW-saldo van bijna € 1 miljoen. De investering- en onderhoudskosten zijn weliswaar laag, maar de energiebesparing en daarmee samenhangende directe en externe baten ook.

Tabel 11 Kosten en baten van een investering in groene daken (10% van de daken), in mln €₂₀₁₀, NCW in 2010

	Kosten		Baten
Investering en onderhoud	€ 1,15	Besparing energiekosten	€ 0,09
		Externe effecten: CO ₂	€ 0,04
		Externe effecten: overige emissies	€ 0,07
		Totaal	€ 0,20
		Saldo	- € 0,95
		Baten/Kosten	17%

3.7 Groene daken 100%

De aanleg van groene daken kan worden uitgebreid qua schaal, zodat op het volledig beschikbare dakoppervlak op 't Heen beplanting wordt aangebracht. Dit zou resulteren in een besparing van 5% op het gasverbruik en een CO₂-reductie van 1%. De milieuwinst is weliswaar hoger bij een hogere inzet van groene daken, echter de investeringkosten ook. Wederom resulteert een negatief saldo van kosten en baten, zoals weergegeven in Tabel 12. De baten dekken slechts 17% van de kosten.

²⁰ Dit worden ook wel extensieve groene daken genoemd.



Tabel 12 Kosten en baten van een investering in groene daken (100% van de daken), in mln €₂₀₁₀, NCW in 2010

	Kosten		Baten
Investering en onderhoud	€ 11,46	Besparing energiekosten	€ 0,89
		Externe effecten: CO ₂	€ 0,40
		Externe effecten: overige emissies	€ 0,66
		Totaal	€ 1,96
		Saldo	- € 9,50
		Baten/Kosten	17%

3.8 Windenergie

Aan de elektriciteitsvraag op het bedrijventerrein kan worden voldaan door het plaatsen van één windturbine van 5 MWe of meerdere windmolens van 2 á 3 MWe. Per saldo is er hiermee voldoende capaciteit om een 100% duurzaam elektriciteitsverbruik op 't Heen te realiseren. In de praktijk kan echter sprake zijn van onbalans tussen aanbod en vraag van elektriciteit omdat de opwekking afhankelijk is van de windsnelheid. Dit leidt tot onttrekking van en terugvoeding naar het net. De te behalen CO₂-winst bedraagt 73%.

Tabel 13 geeft een overzicht van kosten en baten. Een investering in windenergie is zeer rendabel²¹, zowel bedrijfseconomisch als maatschappelijk gezien. De interne besparingen voor ondernemers wegen al ruimschoots op tegen de kosten. Daarbij komen dan nog positieve effecten op de uitstoot van CO₂ en luchtvervuilende emissies. Uiteindelijk resulteert een NCW-saldo van ruim € 50 miljoen.

Tabel 13 Kosten en baten van een investering in windturbine(s), in mln €₂₀₁₀, NCW in 2010

	Kosten		Baten
Investering en onderhoud	€ 10,51	Besparing energiekosten	€ 40,96
		Externe effecten: CO ₂	€ 20,99
		Externe effecten: overige emissies	€ 6,11
		Totaal	€ 68,06
		Saldo	€ 57,55
		Baten/Kosten	647%

Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat in de analyse:

- de invloed van windturbines op het landschap niet is meegenomen;
- rekening is gehouden met onbalans tussen aanbod van windenergie en de vraag. Hierbij is ervan uitgegaan dat de prijs die betaald wordt voor elektriciteit via het net gelijk is aan de prijs die voor terugvoeding aan het net wordt verkregen. In de praktijk kan laatstgenoemde iets lager/hoger liggen, afhankelijk van het tijdstip (piek- of daluren).

²¹ Herinvesteringen na 15 jaar zijn ook meegenomen (zie Tabel 5 in paragraaf 2.4).



3.9 Overzicht

Tabel 14 presenteert het totaaloverzicht van de onderzochte project-alternatieven. Windenergie is het meest rendabel vanuit een maatschappelijk perspectief. Verder loont het om de warmtevraag te verduurzamen. Beide onderzochte biomassa gerelateerde alternatieven leveren een positief NCW-saldo op. De alternatieven zon-PV en groene daken vertonen daarentegen negatieve NCW-saldi.

Tabel 14 Overzicht van kosten en baten verschillende opties, in mln €₂₀₁₀, NCW in 2010

	NCW-saldo	B/K
Zonnecellen 10%	- € 6,83	34%
Zonnecellen 100%	- € 68,24	34%
Biomassa - snoeihout	€ 1,96	153%
Biomassa - slib & bermgras	€ 7,77	320%
Groene daken 10%	- € 0,95	17%
Groene daken 100%	- € 9,50	17%
Windenergie	€ 57,55	647%

Noot: Een negatief NCW-saldo betekent dat de kosten hoger zijn dan de baten en de investering vanuit maatschappelijk oogpunt als niet rendabel moet worden geacht. In de laatste kolom staat de verhouding tussen kosten en baten, waarbij een percentage van > 100% aangeeft dat de baten opwegen tegen de kosten.

Een combinatie van bovengenoemde individuele maatregelen biedt echter de mogelijkheid om opties die op zichzelf niet rendabel te zijn toch te nemen omdat deze binnen het pakket van maatregelen gecompenseerd kunnen worden door maatregelen met een zeer positief NCW-saldo. Zo kan een samengesteld pakket aan maatregelen bijvoorbeeld bestaan uit:

- biomassavergister op basis van AWZI slib en bermgras voor levering van groen gas aan drie bedrijven;
- kristallijn zonnecellen op 10% van daken;
- plaatsing van één of meerdere windturbine(s).

In dit pakket wordt de biomassa optie met het hoogste NCW-saldo gecombineerd met de meest rendabele maatregel uit de analyse (wind) en de vooralsnog niet rendabele zon-PV-optie. Een andere reden om wind- en zonenergie te combineren is dat ze geacht worden elkaars pieken en dalen in energielevering wat af te vlakken²².

In Tabel 15 staan de maatschappelijke kosten en baten van een investering bovengenoemd pakket aan maatregelen. Er resulteert een positief NCW-saldo van ruim € 55 miljoen.

²² Door de inzet van zowel zon- als windenergie voor de productie van duurzame energie is een lager opgesteld vermogen aan windturbines nodig (zie paragraaf A.4 voor nadere details). Het NCW-saldo voor het maatregelenpakket is daardoor niet gelijk aan de som van de resultaten van de individuele maatregelen.



Tabel 15 Kosten en baten van een investering in maatregelenpakket, in mln €₂₀₁₀, NCW in 2010

	Kosten		Baten
Investering en onderhoud	€ 23,93	Besparing energie-kosten	€ 51,30
		Externe effecten: CO ₂	€ 22,10
		Externe effecten: overige emissies	€ 6,16
		Totaal	€ 79,55
		Saldo	€ 55,62
		Baten/Kosten	332%

3.10 Gevoeligheidsanalyses

In iedere MKBA is sprake van een bepaalde mate van onzekerheid rondom gehanteerde aannames, o.a. toekomstige prijsontwikkelingen. Een wijziging in een van uitgangspunten, zal in meer of mindere mate van invloed zijn op de uitkomsten van een MKBA. In dit kader is de impact van de volgende wijzigingen nader onderzocht:

- een toename van 150% voor de prijs van gas en elektriciteit;
- gelijktijdige verbetering van rendement (70%) en verlaging van kosten zon-PV (60%);
- langere levensduur van groene daken (2 maal zo lang).

3.10.1 Gas- en elektriciteitsprijzen

In het WLO-scenario *Global Economy* ('hoge olieprijs') wordt uitgegaan van een door vele als conservatief aangemerkt inschatting van de gas, olie en elektriciteitsprijzen. Dit GE-scenario geldt ook in deze MKBA als de basis-variant. De hierbij behorende olieprijs schommelt tussen de \$ 35 en \$ 45 per vat (prijspeil 2000), nadat deze vanaf het jaar 2026 door de \$ 40 grens heen schiet. De huidige prijs (oktober 2009) ligt inmiddels echter rond de \$ 80, waarbij de wereldeconomie nog lange na niet op zijn niveau van voor de kredietcrisis is aanbeland. Dit betekent bijvoorbeeld dat de elektriciteitsprijzen (die samenhangen met de olieprijs) in werkelijkheid vermoedelijk hoger liggen dan op basis van het GE-scenario is aangenomen en dus de besparingen op energiekosten hoger zijn dan momenteel in de analyse opgenomen. Met andere woorden: ten behoeve van de rentabiliteitsberekeningen is een zeer conservatief prijsscenario voor gas en elektriciteit aangehouden, waardoor NCW eerder te laag dan te hoog zijn ingeschat.

In de gevoeligheidsanalyse wordt een energieprijsscenario gehanteerd waarin prijzen anderhalf keer hoger liggen dan in de basisanalyse. Tabel 16 toont de resultaten. Hieruit blijkt dat het prijsscenario een beperkte invloed heeft op de rentabiliteit van de verschillende opties. De inzet van zonnecellen en groene daken is nog steeds niet rendabel. Het omslagpunt waarbij deze maatregelen rendabel worden ligt dus ruim voorbij de 1,5 keer de veronderstelde gas- en elektriciteitsprijzen (die conservatief zijn).



Tabel 16 Gevoeligheidsanalyse voor 1,5 x energieprijzen, in mln €₂₀₁₀, NCW in 2010

	Basisvariant		1,5 x energieprijz	
	NCW-saldo	B/K	NCW-saldo	B/K
Zonnecellen 10%	- € 6,83	34%	- € 5,75	45%
Zonnecellen 100%	- € 68,24	34%	- € 57,48	45%
Biomassa - snoeihout	€ 1,96	153%	€ 4,06	210%
Biomassa - slib & bermgras	€ 7,77	320%	€ 9,86	380%
Groene daken 10%	- € 0,95	17%	- € 0,91	21%
Groene daken 100%	- € 9,50	17%	- € 9,06	21%
Windenergie	€ 57,55	647%	€ 78,03	842%

3.10.2 Kosten en rendement zonnepanelen

Een belangrijke barrière bij de implementatie van zon-PV zijn de kosten; de kosten van een PV-systeem laten zich thans nog niet terugverdienen. De ervaring van de afgelopen jaren leert dat zonder financiële ondersteuning de implementatie van zon-PV stagneert. De onlangs ingestelde SDE-regeling voor zon-PV is niet voor niets een groot succes.

De markt voor zonnepanelen is echter volop in ontwikkeling. Experts voorspellen dat de kosten van zonne-energie in de komende vijf jaar zullen dalen, terwijl het rendement van silicium panelen juist toeneemt. Overeenkomst de voorspellingen (zie Bijlage A.2), wordt in de gevoeligheidsanalyse dan ook uitverondersteld dat de prijzen met 60% dalen, van 600 €/m² naar 240 €/m² en dat er panelen beschikbaar komen met een 70% hogere opbrengst van 100 naar 170 Wp/m².

De resultaten van beide ontwikkelingen staan in Tabel 17. De conclusie van deze doorrekening is dat beide ontwikkelingen ertoe zullen leiden dat ook de investering in zonnepanelen maatschappelijk rendabel wordt.

Tabel 17 Gevoeligheidsanalyse voor kosten en opbrengsten van zonnecellen, in mln €₂₀₁₀, NCW in 2010

	Basis		Kosten, -60% Opbrengsten, +70%	
	NCW-saldo	B/K	NCW-saldo	B/K
Zonnecellen 10%	- € 6,83	34%	€ 1,94	147%
Zonnecellen 100%	- € 68,24	34%	€ 19,41	147%

3.10.3 Levensduur groene daken

Op basis van de beschikbare literatuur en praktijkervaring kan de precieze levensduur van groene daken niet worden aangetoond. Omdat een groen dak mogelijk veel langer mee gaat dan een regulier plat dak (zie Bijlage A.3), wordt in een gevoeligheidsanalyse uitgegaan van een levensduur van 40 jaar in plaats van 20 jaar²³.

²³ Voor de kostprijs van groene daken (€ 45 per m²) wordt geen gevoeligheidsanalyse uit-gevoerd. Deze is reeds de ondergrens van schattingen die oplopen tot € 100 per m² extensief dak. Het NCW saldo zou enkel meer negatief worden.



Uit Tabel 18 blijkt dat ook bij een langere levensduur een investering in beplanting op daken van 't Heen geen positief NCW-saldo oplevert. De in de analyse meegenomen energie gerelateerde baten beslaan nog steeds slechts 18% van de kosten. Wanneer alle positieve effecten van groene daken zouden worden meegenomen (zie Bijlage A.3.), resulteert mogelijk een gunstiger saldo. Of deze positief is, valt niet te zeggen.

Tabel 18 Gevoeligheidsanalyse voor langere levensduur groene daken, in mln €₂₀₁₀, NCW in 2010

	Basis		2x levensduur	
	NCW-saldo	B/K	NCW-saldo	B/K
Groene daken 10%	- € 0,95	17%	- € 0,83	19%
Groene daken 100%	- € 9,50	17%	- € 8,29	19%





4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

Uit de maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) voor verduurzaming op het bedrijventerrein 't Heen zijn de volgende conclusies te trekken:

- Windenergie is de meest kansrijke investering. Daarnaast leveren de twee onderzochte biomassaopties (houtketel, vergisting) ter verduurzaming van de warmtevoorziening leveren ook een netto maatschappelijke baat op. Plaatsing van zonnepanelen is op dit moment niet rendabel vanuit maatschappelijk belang, vanwege de aanzienlijke investeringskosten van nieuwe zonnepanelen en de relatief lage stroomopbrengst. Groene daken leveren ook een negatief saldo op.
- Deze resultaten vormen een behoedzame inschatting van het rendement van duurzame maatregelen om de volgende redenen:
 - er is gerekend met een zeer conservatieve inschatting van de energieprijzen (rond \$ 40 per vat);
 - overheidsregelingen zijn niet meegerekend. Zeker vanuit lokaal perspectief kan een SDE-subsidie of EIA-voordeel gezien worden als een toename van de lokale welvaart;
 - sommige baten zijn niet opgenomen in de MKBA. Het gaat om voordelen rondom energiezeekerheid door eigen opwekking (bij duurzame energieopties) en baten die niet gerelateerd zijn aan energie (relevant voor groene daken)
- Uit de gevoeligheidsanalyses blijkt dat het NCW saldo van zonnepanelen en groene daken slechts marginaal verbeterd bij een toekomstige elektriciteitsprijsstijging (met een factor 1,5). Uitsluitend deze prijs-toename zal onvoldoende zijn om investeringen rendabel te maken. Dit geldt ook voor een verlenging van de levensduur van groene daken (met een factor 2). Technologische ontwikkelingen in zon-PV zetten daarentegen wel zoden aan de dijk. Er zijn diverse experts die verwachten dat een toename van het rendement en kostendaling van zonnepanelen binnen 5 à 10 jaar binnen handbereik ligt. De NCW zou daarmee positief worden.
- Bovendien geldt dat wanneer individuele maatregelen tegelijkertijd worden genomen, het mogelijk is om een positief NCW-saldo te behalen door 'interne' compensatie van kosten en baten. Zo wegen, binnen het geanalyseerde maatregelenpakket, de opbrengsten van windenergie ruimschoots op tegen de huidige aanschafkosten van kristallijnpanelen die op het totale investeringsplaatje drukt.
- Vanuit nationaal milieu oogpunt, hebben de opties zon-PV en windenergie het nadeel dat deze onder het Europese emissiehandelssysteem (EU ETS) vallen. De CO₂-emissies van het elektriciteitsverbruik van huishoudens en bedrijven vallen onder het emissieplafond. Besparingen op het elektriciteitsgebruik zullen door verkoop van emissierechten van energiebedrijven elders tot extra emissieruimte zorgen, waardoor per saldo het milieueffect niet verbeterd. Een argument voor een focus op de duurzame warmteopties is dan ook dat deze niet onder het Europese systeem van emissiehandel vallen.



4.2 Aanbevelingen

Bij de huidige herstructurering van 't Heen verdient het de aanbeveling om twee investeringsopties nader te onderzoeken:

- Plaatsing van één of meerdere windturbines.
- Warmtevoorziening middels biomassa. Keuze uit warmtelevering door een houtgestookte stoomketel of directe levering van groen gas door de vergisting van AWZI slib en bermgras.

Hierbij geldt dat duurzame warmtemaatregelen hogere aanvangsinvesteringen vergen dan conventionele maatregelen en meestal lagere exploitatiekosten hebben²⁴. In de praktijk wordt daarom vaak gekozen voor de conventionele optie, ook als die over zijn hele levensduur gerekend juist duurder uitvalt. De industrie is gezien het langetermijnkarakter van de maatregelen niet geneigd hierin te investeren. Bovendien spelen er bijzondere risico's met betrekking tot warmte²⁵. Om de investeringen voor bedrijven wel aantrekkelijk te maken kan gedacht worden aan publieke ondersteuning van warmtevoorziening via biomassa. Deze opties zijn immers wel rendabel vanuit maatschappelijk oogpunt. De rol van gemeente en/of provincie kan zich richten op:

- gunstige (voor)financiering van de investering;
 - participatie in de investering voor warmte-infrastructuur en warmteopties.
- Gezien de forse interne baten als gevolg van energiebesparing ligt financiering vanuit de gevestigde bedrijven zelf voor de hand, zowel bij windenergie als biomassa. Een bijkomend voordeel voor de betreffende bedrijven op 't Heen is de onafhankelijkheid van energielevering (en daarmee steeds verder toenemende energieprijzen)²⁶.

Bij windenergie zijn ook enkele barrières te overwinnen. De realisatie van projecten in Nederland de laatste jaren wordt teleurstellend genoemd (ECN, 2009). Bedrijven zijn terughoudend met investeringen. Genoemde knelpunten zijn o.a. de moeizame vergunningverlening en de hoogte van de SDE-tarieven. Dit laatste zal vooral gelden voor windarme gebieden (binnenland). Er zou nader onderzocht kunnen worden in hoeverre de particuliere financiering op de specifieke lokatie van 't Heen een breekpunt is. Mocht hier een belemmering liggen, kan overwogen worden vanuit gemeente of provincie ondersteuning te bieden aan de op het financieringskant. In ieder geval kan worden ingezet op een vermindering van de knelpunten in de vergunningverlening voor windmolens.

²⁴ Incl. financiële besparing op energiekosten. Onderhoudskosten zelf liggen hoger bij biomassaopties.

²⁵ Leveranciers bieden afnemers dan ook veelal een warmtekorting om weerstanden te overkomen.

²⁶ Dit aspect is echter niet uitgewerkt in de MKBA.



Literatuurlijst

Alterra, 2006

A. Oosterbaan, A. Tonneijck, E. de Vries
Kleine landschapselementen als invangers van fijn stof en ammoniak
DLO Research Programme for LNV
Wageningen : Alterra, 2006

Arcadis, 2008

D. van Moppes, J. Klooster
Groene daken Rotterdam : Maatschappelijke kosten-batenanalyse
Rotterdam : Arcadis, 2008

CE, 2009

M. Blom, A. Schroten
Handleiding MKBA Duurzame bedrijventerreinen
Delft : CE Delft, 2009

CPB en PBL, 2004

J. (MNP), M. Mulder en A. Verrips (CPB), H. Gordijn (RPB), M. Menkveld et al. (ECN)
Welvaart en Leefomgeving : Hoofdstuk Energie
Den Haag : Centraal Planbureau en Planbureau voor de Leefomgeving 2004
<http://www.welvaartenleefomgeving.nl/energie.html>

DACE, 2002

Dutch association of cost engineers (DACE) (red.)
DACE-prijzenboekje : kostengegevens t.b.v. ramingen
Doetichem : Misset uitgeverij bv, 2002

DWA, 2009

Naar een duurzame collectieve energievoorziening op het bedrijventerrein
Wateringsche Polder
Ede : DWA installatie- en energieadvies, 2009

ECN, 2008

P. Kroon, W. Wetzels
Onderbouwing actualisatie BEES B : Kosten en effecten van de voorgenomen
wijziging van het besluit emissie-eisen stookinstallaties B
Petten : ECN, 2008
<http://www.ecn.nl/docs/library/report/2008/e08020.pdf>

ECN, 2009

S.M. Lensink (ECN), J.W. Cleijne (KEMA), M. Mozaffarian (ECN),
A.E. Pfeiffer (KEMA), S.L. Luxembourg (ECN), G.J. Stienstra (KEMA)
Eindadvies basisbedragen 2010 voor elektriciteit en groen gas in het kader van
de SDE-regeling
Petten : ECN, 2009

Ecofys, 2008

Leen Kuiper, Michèle Koper, Marc Vonk, Berry Meuleman
Business case Biomassa Beekbergse Poort
Utrecht : Ecofys, 2008
<http://www.probos.net/home/pdf/BBPrapportDV731januari08.pdf>



KEMA, 2005

Windkaart van Nederland op 100 m hoogte
Arnhem : KEMA, juni 2005

NEEDS, 2008

External Costs database (euro per tonne values), NEEDS and CASES projects
http://www.feem-project.net/cases/downloads_presentation.php
geraadpleegd op 10 Oktober 2009

RCI, 2009

Rotterdam Climate Initiative
Rotterdam : RCI, 2009

RWS, 2009

Discontovoet
Den Haag : Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, 2009
http://www.rws.nl/dvs/themas/leefbaarheid/economie/see/15e_Nieuwsbrief/Artikel_1_Discontovoet.jsp

Rijsdijk et al., 2008

M. Rijsdijk, H. Kruse, C. Verhoeven
Groene daken en gevels in het stationsgebied
Haalbaarheidsonderzoek
Utrecht : Gemeente Utrecht - Stadswerken Stedelijk beheer en Stadingenieurs, 2008

SenterNovem, 2009

Website 15 jaar MJA 'Steeds slimmer met energie'
http://www.senternovem.nl/mja/meerjarenafpraak/vijftien_jaar_mja.asp

Sinke, 2009

W. Sinke
Wereldrecord paneelrendement en productiekosten gehalveerd
In : Energie , nr. 3 (2009); p. 8-10

TU Delft, 2008

B. Ummels
Wind integration (dissertatie)
Delft : TU Delft, 2008

CPB, 2005

A. Verrips, H. de Vries, A. Seebregts, M. Lijesen
Windenergie op de Noordzee, een maatschappelijke kosten-batenanalyse
Den Haag : CPB, 2005

VROM, 2009

Biomassa-installatie Beetsterzwaag : duurzame energie uit houtsingels voor Revalidatie Friesland en School Lyndensteyn
Den Haag : Ministerie van VROM, 2009
http://www.project.vrom.nl/doclib/203_Beesterzwaag.pdf

Witteveen+Bos, 2009

Inventarisatie biogas rwzi's
Deventer : Witteveen+Bos, 2009
http://www.senternovem.nl/mmfiles/Inventarisatie_Biogas_rwzis_Eindrapport_21_april_2009_tcm24-318276.pdf



Yang et al., 2008

J. Yang, Q. Yu, P. Gong

Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago

In : Atmospheric Environment 42 (2008) 7266-7273

Zalm, 2009

Claus van der Zalm

Optimaliseren slibontwatering awzi Katwijk

S.l. : Hoogheemraadschap van Rijnland, 2009

[http://www.neerslag-magazine.nl/view.cfm?website_id=187&](http://www.neerslag-magazine.nl/view.cfm?website_id=187&template=article_detail&object_id=1263&referer=edition_detail%7C120)

[template=article_detail&object_id=1263&referer=edition_detail%7C120](http://www.neerslag-magazine.nl/view.cfm?website_id=187&template=article_detail&object_id=1263&referer=edition_detail%7C120)





Bijlage A Achtergrondinformatie

A.1 Biomassainstallatie

A.1.1 Relevante warmtevraag en warmtevragers

De aardgasconsumptie op het 't Heen bedraagt circa 4,5 miljoen m³ per jaar. Globaal genomen zijn er drie toepassinggebieden te onderscheiden²⁷:

- ovens en soortgelijke installaties (40,9% van het totaal);
- stoom en warm water in productieprocessen (34,8%);
- verwarming van kantoorruimte (24,2%).

Een van de opties om het energieverbruik te verduurzamen is overstappen op een alternatieve bron van warm water/stoom. Voor dergelijke inzet van biomassa is echter enkel de warmtevraag voor stoom/warm water en ruimteverwarming relevant. Een andere mogelijkheid is de levering van groen gas. In potentie zou deze optie aan de totale warmtevraag op 't Heen voldoen. Dit betekent echter wel dat er een zeer grootschalige installatie nodig is, een toepassing die in de praktijk niet echt realistisch wordt geacht²⁸. In beide gevallen wordt dan ook enkel uitgegaan van de warmtevraag voor stroom/warm water en ruimteverwarming.

Vervolgens is voor het vormgeving van de biomassa installaties alleen levering aan de drie grootste gasafnemers op het terrein relevant. De drie bedrijven zijn Beckers Katwijk, Ouwehand visverwerking en Katwijk Chemie. Zij verbruiken samen ruim 40% van de op 't Heen geconsumeerde aardgas voor stoom en ruimteverwarming. Hun totale aardgasvraag voor deze toepassingen bedraagt naar schatting 1,1 miljoen m³ aardgas, ongeveer 35 TJ per jaar. Hiermee beslaan zij ongeveer een kwart van de totale aardgasvraag op 't Heen. De drie bedrijven zijn bovendien gelegen in de Noord-West hoek van 't Heen (zie Figuur 3). Dit is de enige plek waar, in de huidige situatie, ruimte is voor een kleinschalige biomassaverbrandingsinstallatie of een vergister (SenterNovem, 2009). De afstand tot deze locatie bedraagt circa 100 meter voor Beckers en ongeveer 300 meter voor beide andere potentiële afnemers. Bij vergisting van biomassa is overigens synergie denkbaar met de naastgelegen AWZI Katwijk, die ongeveer 5 kton droog slib per jaar produceert (Zalm, 2009). Hieruit kan biogas worden geproduceerd. Het biogas kan direct als brandstof worden geleverd.

Andere afnemers lijken minder interessant door enerzijds de grotere afstand tot de potentiële locatie voor een biomassa installatie en anderzijds de vaak beperkte warmtevraag.

²⁷ Drie bedrijven zijn geselecteerd op basis van eigen inschatting van de verdeling van het totale gasgebruik op het terrein. Berekening op basis van kentallen per type sector (SBI-codes).

²⁸ Zo zou er een enorme vergister neergezet moeten worden met een benodigde biomassa-input van 300 TJ. Ter vergelijking: om dit te kunnen leveren zou een maïsveld nodig zijn met een omvang van een aantal keren de oppervlakte van 't Heen.



Figuur 3 Locatie van drie grootste gasafnemers op 't Heen



Voor het schatten van de economische kosten is uitgegaan van een bedrijfsvoering in 3 ploegendienst, 5 dagen in de week, 48 uur per jaar - 5.760 uur per jaar. De aanname is gebaseerd op de grootte van de bedrijven en de aard van de werkzaamheden.

Bij deze aanname is de warmtevraag $1,7 \text{ MW}_{\text{aardgas}}$. Gezien dit kleine benodigde vermogen is stoom en warmtelevering door een (houtgestookte) biomassa Warmtekrachtkoppeling (WKK)-installatie niet erg realistisch. Dergelijke installaties hebben in de regel een schaalgrootte van meerdere MW_{th} en zeker $0,5 \text{ MW}_e$ omdat specifieke investeringen anders onevenredig hoog en/of het elektrisch rendement onevenredig laag worden. Reële opties die overblijven zijn:

- een grootschalige houtchips gestookte stoomketel met stoomnet voor levering van stoom en warmte aan de drie bedrijven;
- vergisting en levering van biogas als brandstof aan de bedrijven.

Beide opties zijn globaal uitgewerkt in onderstaande subparagrafen.

A.1.2 Houtgestookte stoomketel

Een houtgestookte ketel voor schoon hout zal een iets hoger vermogen moeten hebben als de gevraagde $1,7 \text{ MW}_{\text{aardgas}}$ omdat houtgestookte ketel een lager rendement heeft dan een gasgestookte ketel ($\pm 85\%$ om 90% - 95%). Bovendien moet rekening worden gehouden met warmteverlies tijdens transport door de leidingen.

In deze studie is uitgegaan van een ketel met een vermogen van 2 MW_{th} . De aan een ketel van een dergelijk vermogen gerelateerde investeringskosten bedragen circa € 1.500.000 (Ecofys, 2008; VROM, 2009). De jaarlijkse onderhoudskosten zijn circa € 60.000 (2% van investeringen).

De investeringen voor het warmtenet zijn geschat op circa € 200.000 (DACE, 2002). Onderhoud voor het netwerk vergt jaarkosten van € 2.000. Het betreft hier een hoogtemperatuur distributienet (ca. 65 graden Celsius) voor de levering van warmte (2-pijpsysteem).

De jaarlijks brandstofkosten bedragen € 86.000 bij een marktprijs voor natuurlijk gedroogde snoeihout chips van € 30/ton. De uitgespaarde aardgaskosten bedragen zo'n € 200.000/jaar en de reductie in CO_2 wordt geschat op bijna 2 Mton per jaar. Bij de verbranding van hout komen echter ook luchtvervuilende emissies vrij. Voor NO_x en PM_{10} is uitgegaan van een emissiefactor van respectievelijk 30 g/GJ en $1,5 \text{ g/GJ}$, conform de nieuwe BEES B-eis (ECN, 2008). De jaarvrucht van beide schadelijke stoffen is geschat op 1.245 kg NO_x en 62 kg PM_{10} .

Bij Van Gansewinkel op 't Heen wordt jaarlijks maximaal 2 kton snoeihout overgeslagen. Deze hoeveelheid alleen is te weinig om de ketel te kunnen voorzien van brandstof. Er wordt ook tot 14 kton/jaar aan resthout (A & B) overgeslagen. Mogelijk kan dit als brandstof voor de ketel worden gebruikt. Deze optie is in de MKBA niet verder onderzocht.

Wanneer bij de herstructurering aandacht wordt besteed aan de clustering van bedrijven die elkaars reststromen gebruiken, zou een verdere reductie in de uitstoot van CO₂ en luchtverontreinigende stoffen kunnen worden gerealiseerd. Zo kunnen door lokale verwerking van restgrondstoffen transportkosten en daarbij behorende emissies uitgespaard kunnen worden. Dergelijke besparingen zijn niet in de huidige analyse opgenomen. Hoewel in de huidige analyse een eerste indicatie gegeven van mogelijk bruikbare grondstoffen die op 't Heen beschikbaar zijn (zie ook paragraaf A.1.3), moet nader onderzoek uitwijzen in hoeverre deze daadwerkelijk kunnen worden ingezet.

Overigens zou het met het aanbod van snoeihout en resthout op 't Heen (potentie van 10 MW_{brandstof}) in principe mogelijk zijn een biomassa WKK-verbrandingsinstallatie te bedrijven met een elektrisch rendement van 15%-20% en een thermisch rendement van ongeveer 20%. Echter, de lokale elektriciteitsconsumptie is dermate klein dat lokale opwekking duur zal zijn en deze optie als onrealistisch wordt beschouwd. De rendementen zijn laag vanwege de beperkte schaalgrootte en daaraan gerelateerde lage stroomparameters, waardoor het elektrisch rendement altijd laag zal zijn. Verder is de warmtevraag op 't Heen beperkt in vergelijking met het aanbod van resthout en snoeihout.

A.1.3 Vergister en biogaslevering

Voor levering van biogas is uitgegaan van een scenario waarin slib van de AWZI Katwijk en andere biomassa worden co-vergist in een bij de AWZI te bouwen vergister. De AWZI is nog niet voorzien van een slibvergister maar volgens opgave door het waterschap Rijnland wordt wel overwogen een vergister te bouwen.

Bij de AWZI wordt in de huidige situatie ongeveer 5 kton slib met een organisch stof (o.s.) gehalte van 30% afgescheiden²⁹. Hieruit kan conform de praktijk bij Nederlandse RWZIs ongeveer 0,8 miljoen m³/jaar (18,7 TJ/jaar) aan biogas worden geproduceerd (Witteveen + Bos, 2009). Het eigen gebruik van de slibvergister bedraagt naar schatting 4,6 TJ/jaar aan warmte³⁰, zodat theoretisch netto ongeveer 14 TJ/jaar aan biogas zou kunnen worden geleverd aan de drie beschouwde bedrijven. Dit betekent dat er nog 21 TJ/jaar aan biogas uit andere biomassa zou moeten worden geproduceerd.

In deze studie is aangenomen dat hiervoor bermgras wordt gebruikt of een andere, vergelijkbare biomassa reststroom. De netto biogasproductie per eenheid bermgras is geschat op 1,7 GJ/ton natte stof (n.s.), zodat circa 12 kton aan bermgras (n.s.) nodig is.

²⁹ Het slibaanbod neemt in de toekomst mogelijk toe door de aansluiting van de op voormalig vliegveld Valkenburg geplande woonwijk en de in aanbouw zijnde woonwijk Zanderij. Omdat niet kan worden achterhaald wat de ontwikkelingen zullen zijn qua slibaanbod en slib eigenschappen is hier verder echter geen rekening meegehouden.

³⁰ Er is uitgegaan van een eigen warmtebehoefte van 940 MJ/ton droge stof (d.s.).



De benodigde investeringen voor het vergisten van slib en bermgras zijn ingeschat, uitgaande van reactoren met een organische belasting van 3 kg o.s./m³/dag voor slib³¹ respectievelijk 5 kg o.s./m³/dag voor bermgras. Bermgras en slib worden apart vergist in aparte reactoren. Bij dergelijke belasting is het benodigde reactorvolume in totaal circa 2.500 m³. De investeringkosten bij dit vergistingvolume zijn op basis van een literatuurverkenning geschat op circa € 2 miljoen, de operationele kosten op circa € 120.000/jaar. Deze investeringsbedragen zijn inclusief gasleiding en gasreiniging.

Uitgespaarde afvoerkosten voor slib zijn geschat op een totaal van € 470.000/jaar uitgaande van afvoerkosten voor slib van € 550/ton droge stof. De aanvoerkosten voor bermgras en de afvoerkosten voor bermgras digestaat zijn geschat op netto - € 430.000/jaar, uitgaande van een prijs van € 35/ton voor beide stromen. Het afvoeren van digestaat kost € 35/ton, bermgras wordt geaccepteerd tegen een poortprijs van € 35 (inkomsten voor de vergister). Er wordt ongeveer 7.650 ton bermgras (65% vocht) omgezet.

De uitgespaarde kosten voor aardgasinkoop worden wederom geschat op € 200.000/jaar, de CO₂-winst op 2 Mton/jaar. Verondersteld wordt dat er geen luchtvervuilende emissies vrijkomen bij vergisting.

A.2 Zonnepanelen

Om de mogelijkheden van opwekking van elektriciteit uit zonlicht in kaart te brengen moet allereerst worden ingeschat wat het beschikbare dakoppervlak is voor pv-systemen. Op het terrein beschikt een behoorlijk aantal bedrijfspanden over een plat of licht hellend dak³². Met het oog op de beperkt beschikbare tijd en middelen is het dakoppervlakte echter niet ter plaatste bepaald. Er is daarentegen aangenomen dat er een relatie bestaat tussen de omvang van het bedrijventerrein en de hoeveelheid daken waarop zon-PV geplaatst zou kunnen worden. Het bedrijventerrein Wateringse Polder is 64 ha groot en beschikt over 178.000 m² beschikbaar dakoppervlak (DWA, 2009). Dit komt dus overeen met 28% van het totale gebied³³. Wanneer dit percentage wordt toegepast op 't Heen resulteert er een beschikbaar dakoppervlakte van 190.400 m².

Vervolgens zijn er diverse typen zonnecellen beschikbaar. In de MKBA wordt uitgegaan van kristallijn silicium PV-systemen omdat deze een hoog rendement kennen. De gemiddelde opbrengst is momenteel 100 kWh/m²/jaar. Daartegenover staat wel dat het materiaal vrij schaars is en daarmee de prijs van de panelen relatief hoog. Thans ligt de prijs op 3 tot 6 €/Wp. In de MKBA wordt voor de investeringskosten, inclusief installatie van panelen, 6 €/Wp als uitgangspunt genomen. Dit staat gelijk aan een kostenpost van 600 €/m². Voor het aanleggen van kristallijn-PV is geen extra investering noodzakelijk in de infrastructuur.

De komende jaren zal dit beeld van zonnepanelen vermoedelijk veranderen.

³¹ Dit vanwege de complexiteit van de organische stof in het slib.

³² PV-systemen kunnen tegenwoordig ook geplaatst worden op de gevel van een gebouw en eventueel dienen als zonwering. Deze optie is echter niet meegenomen omdat de investeringkosten, etc. kunnen afwijken van zonnecellen die op daken worden geplaatst.

³³ DWA heeft dit berekent op basis van luchtfoto's en tekensoftware AutoCad (DWA, 2009).



De opwekkosten van zonnestroom dalen echter gestaag. Sinke (2009) voorspelt dat deze prijzen binnen tien jaar in Nederland het niveau van consumentenprijzen hebben bereikt (grid parity ofwel netpariteit) of zijn gepasseerd. Vanaf dan is het voor de consument mogelijk om hun PV-systeem terug te verdienen. Om netpariteit te bereiken zijn mag de prijs van zonnepanelen niet hoger liggen dan 2 tot 2,5 €/Watt-piek (Wp). De gevoeligheidsanalyse veronderstelt dan ook dat de prijzen binnen 5 jaar met 60% dalen, van 600 €/m² naar 240 €/m².

Experts zijn van mening dat binnen 5 jaar het rendement van zon-PV kan toenemen. ECN heeft in een internationaal consortium panelen ontwikkeld waarmee netpariteit bereikt kan worden (mits toegepast in een goed systeem). Dit enerzijds door het productieproces goedkoper te maken en anderzijds de efficiëntie van de panelen te verhogen tot ruim 16% (Sinke, 2009). De verwachting is dat de opbrengst van silicium panelen binnen de komende vijf jaar zal toenemen van 100 Wp/m² tot wel 180 Wp/m² (DWA, 2009). Dit zou kunnen betekenen dat er dan panelen beschikbaar zijn van 160 tot 180 Wp/m². In de gevoeligheidsanalyse is aangenomen dat er panelen beschikbaar komen met een 70% hogere opbrengst (waarde van 170 Wp/m²)

A.3 Groene daken

Daar het gaat om bestaande daken die beplant kunnen worden, wordt veelal gesproken over extensieve groene daken. Nagenoeg alle platte en licht hellende daken zijn geschikt voor de aanleg van een groen dak met een dunne laag sedumplantjes (RCI, 2009). Het beschikbare dakoppervlakte voor groene daken worden dan ook gelijk gesteld aan die voor zonnepanelen, te weten 109.400 m².

De berekeningen rondom investeringen in groene daken is primair gebaseerd op informatie uit Arcadis (2008). Hieruit blijkt dat het richtbedrag voor investeringskosten voor de aanleg van een extensief groen dak € 45/m² is. Volgens RCI (2009) variëren gemiddelde aanlegkosten van € 45/m² tot € 100/m². In de praktijk zal het kostenplaatje afhangen van de kwaliteit en kenmerken (hoogte) van het bestaande dak en het type begroeiing. Uitgaande van simpele begroeiing op laagbouw, wordt de ondergrens van investering in de MKBA meegenomen. De gemiddelde extra jaarlijkse onderhoudskosten van een groen dak zijn gebaseerd op ervaringscijfers en bedragen € 1/m².

De levensduur van groene daken wordt op minimaal 20 jaar geschat, de levensduur van een regulier plat dak. Er zijn verwachtingen dat een groen dak tot 2 maal zo lang mee gaat als een regulier dak, dit is echter nog niet aangetoond in de praktijk (zie Arcadis, 2008). Qua levensduur zal in de MKBA dan ook een periode van 20 jaar gehanteerd worden. Wel wordt een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd o.b.v. 40 jaar.

Wat betreft de baten van groene daken, is er allereerst een directe besparing op de energiekosten te verwachten. In de zomer is het binnen koeler is er besparing mogelijk op airconditioning. In de winter is het warmer en kunnen stookkosten afnemen. M.b.t. laatstgenoemde wordt 5% reductie op gemiddeld gasverbruik in woningen en bedrijven genoemd (Arcadis, 2008). Energiebesparing als gevolg van de toepassing van groene daken levert, naast een directe financiële bate, een bijdrage aan het klimaat door het verminderen van de uistoot van CO₂. Overeenkomstig Arcadis (2008), wordt een omrekenequivalent van 1,77 gehanteerd om m³ besparing op gas om te zetten naar kilo's CO₂.



Andere externe baten bestaan uit het afvangen van vervuilende stoffen uit de lucht, met name NO_x en PM₁₀. Voor NO_x wordt een zuiverend vermogen van 2 gram/m² dakoppervlak per jaar genomen (Arcadis, 2008; Yang et al., 2008). Voor fijn stof wordt uitgegaan van 5 gram/m², op basis van Arcadis (2008) die richtwaarden van de gemeente Rotterdam hanteert. Met name bij fijn stof is het echter lastig precies te bepalen hoe groot de te behalen reductie is. Het effect is van veel factoren afhankelijk. Er bestaan lagere schattingen rond de 1 gram/m² (Alterra, 2006; Yang et al., 2008³⁴) en hogere waarden die een jaarlijkse reductie tot 0,2 kg en zelfs 1,5 kg fijnstof per m² groendak rapporteren (Rijsdijk et al., 2008).

De overige voordelen die groene daken kunnen bieden worden niet in de analyse meegenomen. Het gaat om waterretentie, demping van hittestress en geluid, comfort en verbeterde uitstraling van het gebied. Afhankelijk van de schaal en vorm waarop groene daken worden aangebracht kan de esthetische waardering van het gebied verbeteren. Dergelijke effecten zijn lastig financieel te kwantificeren of zijn niet energie gerelateerd en vallen daarmee buiten de scope van de MKBA.

A.4 Windenergie

In het kader van de MKBA 't Heen is een schatting gemaakt van de jaarkosten voor de productie van windenergie op de betreffende locatie. Het totale jaarverbruik aan elektriciteit bedraagt circa 38 GWhe. Dit komt bij een bedrijfstijd van ongeveer 2.000 uur per jaar (1-ploegendienst) overeen met een vermogen van ongeveer 5 MWe.

Gezien de omvang van het totale elektriciteitsverbruik is het realistisch om te veronderstellen dat één windturbine of meerdere grootschalige windmolens van 2-3 MWe worden geplaatst.

Katwijk kan worden beschouwd als een windrijk gebied. Op basis van de Windkaart is ingeschat dat de gemiddelde windsnelheid op 100 meter hoogte op de locatie 't Heen minimaal 7 m/s bedraagt (Kema, 2005)³⁵. Een grote windmolen als de 2 MWe grote Enercon E-82 heeft bij deze windsnelheid een beschikbaarheid van 26% en levert jaarlijks 16,5 GWhe (CPB, 2005; TU Delft, 2008). Om de elektriciteitsvraag op de locatie te kunnen dekken met windenergie zouden ongeveer 2¹/₃ exemplaren van dit type windmolen nodig zijn.

Overigens wordt hiermee bedoeld dat windenergie per saldo de volledige elektriciteitsvraag kan voldoen. Er zal op bepaalde tijden sprake zijn van onbalans tussen vraag en aanbod omdat levering afhankelijk is van de wind. Bij ondercapaciteit zal elektriciteit onttrokken worden aan het net en bij overcapaciteit zal de windturbine elektriciteit terugvoeden op het net. Achter de aanneming van volledige windenergie zit dan ook impliciet de veronderstelling dat aankoop- en verkoop prijzen van elektriciteit gemiddeld genomen gelijk zijn.

³⁴ Waarbij Yang et al. (2008) uitgaat van 32% extensieve groene daken en 68% intensieve groene daken.

³⁵ Windsnelheden variëren in Katwijk van 7 tot 8 m/s. Daar 't Heen aan de Noordoostzijde van Katwijk is gelegen wordt in de analyse uitgegaan van 7 m/s.



Voor de initiële investeringskosten voor windvermogen op land wordt binnen de SDE-regeling een bedrag van € 1.350/kWe opgesteld vermogen aan-gehouden, terwijl de vaste en variabele onderhoudskosten op € 26/kWe respectievelijk € 1,1/kWe worden gesteld (zie ECN, 2009). De totale investering- en onderhoudskosten voor een dekkend vermogen aan wind-energie op locatie 't Heen zou dan € 6,3 miljoen bedragen. Dit bedrag kan volledig onder de EIA-regeling worden opgevoerd, maar dit voordeel wordt niet een de MKBA meegenomen. De hiermee gerealiseerde CO₂-winst bedraagt zo'n 21,7 Mton per jaar.

