



Stedendriehoek Energieneutraal

Kosten en baten van drie scenario's

EINDRAPPORT

Opdrachtgever: Regio Stedendriehoek

Rotterdam, 31 januari 2014

Stedendriehoek Energieneutraal

Kosten en baten van drie scenario's

EINDRAPPORT

Opdrachtgever: Regio Stedendriehoek

Rutger Beekman
Sanne de Boer
Wim Spit

Rotterdam, 31 januari 2013

Over Ecorys

Met ons werk willen we een zinvolle bijdrage leveren aan maatschappelijke thema's. Wij bieden wereldwijd onderzoek, advies en projectmanagement en zijn gespecialiseerd in economische, maatschappelijke en ruimtelijke ontwikkeling. We richten ons met name op complexe markt-, beleids- en managementvraagstukken en bieden opdrachtgevers in de publieke, private en not-for-profit sectoren een uniek perspectief en hoogwaardige oplossingen. We zijn trots op onze 80-jarige bedrijfsgeschiedenis. Onze belangrijkste werkgebieden zijn: economie en concurrentiekracht; regio's, steden en vastgoed; energie en water; transport en mobiliteit; sociaal beleid, bestuur, onderwijs, en gezondheidszorg. Wij hechten grote waarde aan onze onafhankelijkheid, integriteit en samenwerkingspartners. Ecorys-medewerkers zijn betrokken experts met ruime ervaring in de academische wereld en adviespraktijk, die hun kennis en best practices binnen het bedrijf en met internationale samenwerkingspartners delen.

Ecorys Nederland voert een actief MVO-beleid en heeft een ISO14001-certificaat, de internationale standaard voor milieumanagementsystemen. Onze doelen op het gebied van duurzame bedrijfsvoering zijn vertaald in ons bedrijfsbeleid en in praktische maatregelen gericht op mensen, milieu en opbrengst. Zo gebruiken we 100% groene stroom, kopen we onze CO₂-uitstoot af, stimuleren we het OV-gebruik onder onze medewerkers, en printen we onze documenten op FSC- of PEFC-gecertificeerd papier. Door deze acties is onze CO₂-voetafdruk sinds 2007 met ca. 80% afgenomen.

ECORYS Nederland BV
Watermanweg 44
3067 GG Rotterdam

Postbus 4175
3006 AD Rotterdam
Nederland

T 010 453 88 00
F 010 453 07 68
E netherlands@ecorys.com
K.v.K. nr. 24316726

W www.ecorys.nl

Inhoudsopgave

Management Samenvatting	5
1 Aanleiding en doel	9
1.1 Achtergrond	9
1.2 Doel van de studie	9
1.3 Werkwijze en inkadering	10
1.4 Leeswijzer	10
2 De uitgangspunten en methode	11
2.1 Uitgangspunten	11
2.2 Methode	12
2.2.1 Business Case	12
2.2.2 Maatschappelijk kosten-batenanalyse	12
2.3 Samenhang tussen business case en MKBA	14
3 Drie mogelijke scenario's	15
3.1 Inleiding	15
3.2 Referentiesituatie	15
3.3 Aannames in alle scenario's	17
3.4 Scenario 1: Maximaal Zon	18
3.5 Scenario 2: Mix Zon en Wind	20
3.6 Scenario 3: Zelfvoorzienend met Zon en Wind	22
3.7 Overzicht energiebehoefte en invulling daarvan in de scenario's	24
4 De verschillende effecten	25
4.1 Inleiding	25
4.2 Effecten in de Business Case	25
4.2.1 Kosten	25
4.2.2 Baten	27
4.3 Overige maatschappelijke effecten	28
4.3.1 Gemonetariseerde effecten	28
4.3.2 Niet gemonetariseerde welvaartseffecten	31
5 Business case	33
5.1 Resultaten voor de regio	33
5.2 Gevoeligheidsanalyses	35
6 Regionale kosten en baten	37
6.1 Uitkomsten	37
6.2 Gevoeligheidsanalyses	38
Geraadpleegde bronnen	41
Bijlage 1: Aannamen berekeningen	43
Bijlage 2: Gebruikte kengetallen en aannames	47

Basisgegevens en uitgangspunten Stedendriehoek	47
Aannames technologieën	48
Uitgangspunten berekeningen	51

Management Samenvatting

De ambitie...

De Regio Stedendriehoek heeft de ambitie om op middellange termijn energieneutraal te zijn. Recent is de technische haalbaarheid van deze ambitie door Alliander onderzocht en bevestigd. Voorliggend rapport doet verslag van het onderzoek naar de financieel-economische en maatschappelijke effecten van de ambitie voor de regio.

...vertaald naar scenario's

Daartoe is de ambitie vertaald naar drie scenario's waarin in alle gevallen volledige energieneutraliteit in 2030 wordt bereikt. Deze scenario's zijn vergeleken met een referentiesituatie waarin deze ambitie niet wordt nagestreefd, maar waarin wel een stapsgewijze uitbreiding van de opwekking en het gebruik van duurzame energie plaatsvindt in de regio.

Uitwerking van scenario's naar kosten...

Voor elk van deze scenario's is een gedetailleerde raming gemaakt van de kosten die gemoeid zijn met het realiseren van de ambitie. De totale investeringskosten van de energietransitie zijn geraamd op € 12 tot 15 mld, hetgeen neerkomt op een jaarlijkse investering van € 700 tot 900 mln. in de periode 2014-2030. Daarnaast zijn er jaarlijkse uitgaven aan beheer en onderhoud van de investeringen die, afhankelijk van het scenario, oplopen naar € 165 tot 300 mln in 2030.

In het referentiesituatie, waarin de opwekking van duurzame energie groeit tot circa 10% van het verbruik, is gemiddeld € 55-60 mln per jaar nodig voor investeringen (de totale investering bedraagt € 1 mld), en zijn er jaarlijkse kosten voor beheer en onderhoud oplopend naar € 25 mln in 2030.

... en baten

Tegenover deze investeringen en jaarlijkse kosten staan baten voor de regio. Deze bestaan uit besparingen op de aankoop van (niet duurzame) energie van buiten de regio. Bij volledige energieneutraliteit in 2030 bedragen deze besparingen, afhankelijk van het scenario, € 820 tot 860 mln op jaarbasis. Bovenop de financiële baten zijn er nog andere effecten die de welvaart van de regio beïnvloeden, zoals op de leefomgeving en werkgelegenheid.

De kosten en baten voor de regio zijn aan de hand van twee analyses in kaart gebracht, een business case analyse en een maatschappelijke kosten-batenanalyse.

Resultaten Business case

In de business case analyse is onderzocht of het financiële rendement van dit pakket van investeringen aantrekkelijk is voor private investeerders. Daartoe zijn de te verwachten financiële besparingen afgezet tegen de kosten van aanleg en beheer. De analyse laat zien dat, uitgaande van de huidige energieprijzen en de huidige kosten van technologieën, het totaalpakket niet aantrekkelijk is voor private financiering. Het rendement op het investeringspakket is voor alle scenario's negatief.

Ook indien verondersteld wordt dat de SDE+ regeling gedurende de komende 15 jaar onverminderd van kracht blijft, en de regio hiervan onbelemmerd kan profiteren, is het financiële rendement van de totaal investering negatief voor alle scenario's.

Slechts indien de kosten van de technologieën substantieel (35 tot 55%) zouden dalen ten opzichte van het huidige niveau, dan wel indien de prijs van niet-duurzame energie substantieel zou stijgen, is een positief financieel rendement haalbaar.

Voor onderdelen van het pakket is in bepaalde omstandigheden wel een beter, en voor private financiers wellicht aantrekkelijk, rendement mogelijk. Dan gaat het bijvoorbeeld om investeringen in windmolenparken en zonnepanelen die met een volledige SDE+ subsidie rendabel zijn.

Maatschappelijke kosten en baten

Bovenop de financiële effecten voor de regio, zoals in kaart gebracht in de business case, zijn er nog enkele andere effecten te verwachten die de welvaart van de bewoners van de regio beïnvloeden. De belangrijkste daarvan is de vermindering van uitstoot van broeikasgassen en stoffen die de luchtkwaliteit negatief beïnvloeden. De omvorming van het vervoer naar een volledig duurzaam vervoer (elektrisch voor het personenvervoer, vervoer op basis van gas voor zwaarder vervoer) heeft tot gevolg dat beide soorten uitstoot lager worden.

Daarnaast zal de transitie gepaard gaan met een arbeidsvraag van naar schatting 1650 tot 2300 voltijdsbanen gedurende de gehele periode; dit staat gelijk aan ongeveer 1% van het momenteel aantal werkzame personen in de Stedendriehoek.¹ De mate waarin deze arbeidsvraag leidt tot verhoging van de welvaart van de regio hangt af van de mate waarin deze arbeidsvraag daadwerkelijk leidt tot een daling van de werkloosheid in de regio. Het gaat dan om de concurrentiepositie van lokale bedrijven en de aansluiting tussen vraag en aanbod op de regionale arbeidsmarkt. Vooralsnog lijkt dit welvaartseffect voor de regio bescheiden.

De effecten op natuur en milieu en de leefomgeving zijn momenteel niet goed te duiden, mede omdat niet duidelijk is op welke locaties de diverse installaties zouden worden aangelegd. Daarbij is een eventueel te verwachten negatief effect op de leefomgeving van windparken (deels) te ondervangen door bewoners intensief te betrekken bij de planning c.q. deze vooral in de buurt van bedrijventerreinen te positioneren. Het zelfvoorzienend zijn in de opwekking van energie wordt ook als een positief welvaartseffect gezien.

De aanvullende welvaartseffecten zijn in geen van de drie scenario's voldoende om de maatschappelijke baten voor de regio te doen uitstijgen boven de kosten. In alle scenario's is de verhouding tussen de toekomstige baten en toekomstige kosten (baten-kostenverhouding) lager dan 1. De investering in het totaalpakket leidt dus in alle scenario's tot een lagere welvaart van de regio.

Ook in de situatie dat de SDE+ regeling blijft bestaan gedurende de komende 15 jaar en onbeperkt toegankelijk is voor projecten in de regio, blijven de kosten voor de regio hoger dan de baten.

Overigens kunnen er andere dan financiële of welvaartsoverwegingen zijn om een strategie naar energieneutraliteit in te zetten. Deze zijn verder niet onderzocht in deze studie.

Conclusies

De hoofdconclusie van de uitgevoerde analyse is dat het financieel-economisch gezien onaantrekkelijk is voor de regio om in te zetten op volledige energieneutraliteit in 2030. De financiële baten van het totale investeringspakket zijn niet voldoende om de investeringen aantrekkelijk te laten zijn voor private investeerders. En de overige maatschappelijke effecten zijn niet hoog genoeg om subsidiering van de investeringen door de gemeentelijke overheden te rechtvaardigen. In alle onderzochte scenario's zijn de maatschappelijke baten voor de regio lager dan de maatschappelijke kosten.

¹ Het aantal werkzame personen in de Stedendriehoek bedroeg 177.000 full timers en 34.000 part timers in 2012 (bron: www.stedendriehoekindex.nl).

Optimalisering mogelijk

Tegelijkertijd geeft de analyse aanknopingspunten om onderdelen van pakketten verder uit te werken en te optimaliseren. Met name de volgende onderdelen scoren goed op de verhouding tussen baten en kosten (in volgorde van kansrijkheid):

1. Opwekking van elektriciteit met behulp van windmolens
2. Opwekking van elektriciteit met behulp van zonnepanelen (parken)

In beide gevallen maakt de beschikbaarheid van de SDE+ regeling dat de financiële baten hoger kunnen zijn dan de kosten, waardoor het investeren in parken aantrekkelijk kan zijn. Zonder SDE+ regeling is dat niet het geval.

3. Voor de opwekking van energie met behulp van zonnepanelen is de aantrekkelijkheid mede afhankelijk van subsidieregelingen en de mogelijkheid om overtollige elektriciteit tegen een aantrekkelijke prijs terug te leveren.
4. Conversie van mobiliteit naar elektrisch vervoer, eventueel in combinatie met decentrale opwek van elektriciteit, wordt interessant indien de brandstofprijzen structureel 25% of meer hoger komen te liggen dan het huidige niveau.

De andere onderdelen van de doorgerekende scenario's, waaronder de installatie van warmtepompen, de inzet van power-to-gas installaties voor warmte en zwaar vervoer, alsmede de zon-thermische opwekking van energie, zijn in de huidige omstandigheden noch financieel, noch maatschappelijk interessant.

Financieel-economisch gezien het minst interessante scenario is dat waarin er niet alleen gestreefd wordt naar energieneutraliteit, maar ook naar volledige zelfvoorziening van de regio op energiegebied; dus zonder import van energie uit andere regio's. De extra kosten die daarmee gepaard gaan zijn substantieel, terwijl er, behoudens het zelfvoorzienend zijn als regio, geen financieel-economische baten tegenover staan.

Aanbeveling

Het is derhalve aan te bevelen om in de uitwerking van de plannen te zoeken naar optimalisatiemogelijkheden. Het ligt voor de hand eerst in te zetten op die onderdelen die het meest kansrijk zijn om private investeerders aan te trekken onder de huidige subsidieregeling, te weten het ontwikkelen van windparken en zonneparken.

Een eventuele volgende stap in het bereiken van energieneutraliteit zou gezet kunnen worden als bijvoorbeeld technologieën substantieel goedkoper zijn geworden, of als duidelijk is dat de prijs van niet-duurzame energie in de toekomst significant en blijvend hoger zal zijn.

1 Aanleiding en doel

1.1 Achtergrond

De zeven gemeenten in de Regio Stedendriehoek² betrekken momenteel vrijwel hun gehele energiebehoefte van buiten de regio. Het gaat daarbij bovendien grotendeels om fossiele brandstoffen als aardgas, benzine/diesel en grijze elektriciteit. De regio zou dit graag anders zien. De regio wil zich omvormen tot een regio die volledig zelfvoorzienend is op energiegebied en alleen maar gebruik maakt van duurzaam opgewekte energie.

Daarmee kan de regio nog aantrekkelijker worden als woon- en leefomgeving. De benodigde transitie kan bovendien een stimulans betekenen voor de werkgelegenheid in de zeven gemeenten, als gevolg van de investeringen die met deze transitie gepaard gaan.

Tegen deze achtergrond heeft de Regio Stedendriehoek de ambitie geformuleerd om energieneutraal te zijn in 2030. Deze ambitie gaat hand in hand met de doelstellingen van de Strategische Board Stedendriehoek, te weten: het verbeteren van de concurrentiepositie van bedrijven in de Stedendriehoek; een soepel functionerende arbeidsmarkt; en een vestigingsklimaat op topniveau.³

1.2 Doel van de studie

In een onderzoek naar de technische haalbaarheid is geconcludeerd dat er technisch gezien geen belemmeringen zijn voor de regio om in 2040 energieneutraal te zijn. De benodigde methoden voor duurzame energieproductie kunnen worden toegepast zonder het huidige grondgebruik in de regio aan te passen.⁴ Bovendien is het inzetten op duurzame energie door maatschappelijke partijen positief ontvangen.

Naast de vraag naar technische haalbaarheid en maatschappelijk draagvlak, is ook inzicht in de financieel economische haalbaarheid belangrijk voor de besluitvorming over de ambitie. Zijn de financiële baten zodanig hoog dat investeren in energieneutraliteit aantrekkelijk is? Draagt een dergelijke transitie bij aan de welvaart van de regio?

Deze vragen liggen ten grondslag aan voorliggende studie. Het doel van de studie is als volgt geformuleerd:

De doelstelling van dit onderzoek is de financieel-economische en maatschappelijke effecten van de ambitie om energieneutraal te worden voor de regio Stedendriehoek in kaart te brengen.

Daarbij is alleen gekeken naar de financieel-economische en maatschappelijke effecten binnen de regio; effecten buiten de regio zijn buiten beschouwing gebleven. Dat betekent dat alle effecten die op het grondgebied van de regio plaatsvinden mee zijn genomen in de analyse, ook die effecten die invloed hebben op mondiale problemen. Oftewel: een vermindering van uitstoot van

² De zeven gemeenten zijn: Apeldoorn, Brummen, Deventer, Epe, Lochem, Voorst en Zutphen.

³ De Strategische Board Stedendriehoek is een samenwerking van het regionale bedrijfsleven, onderwijs, onderzoeksinstellingen en de zeven Stedendriehoekgemeenten.

⁴ Bron: Alliander (2013), Energietransitie in de Stedendriehoek – Deel I: Technische toets.

broeikasgassen door het verkeer binnen de regio is als een positief effect opgenomen in de analyse. Maar een vermindering die buiten de regio optreedt, bijvoorbeeld doordat er minder kolencentrales nodig zijn, is niet meegenomen. Een ander voorbeeld: effecten voor de rijksoverheid, als gevolg van subsidies en belastingen, zijn niet meegenomen omdat deze buiten de regio optreden.

De vraagstelling van de regio is op twee manieren ingevuld:

1. Allereerst zijn de financiële effecten voor de regio in kaart gebracht in een **Business Case** analyse. Deze analyse geeft inzicht in de mate waarin de kosten die in de regio moeten worden gemaakt gecompenseerd worden door besparingen op uitgaven aan energie.
2. Vervolgens zijn in een **regionale maatschappelijke kosten-batenanalyse** de financiële effecten aangevuld met de niet-financiële welvaartseffecten die optreden als gevolg van de transitie.

De ambitie om op termijn energieneutraal te zijn kan op verschillende manieren worden geïnterpreteerd en ingevuld. In overleg met de begeleidingsgroep van dit onderzoek, waarin naast enkele gemeenten ook de twee provincies en netbeheerder Alliander zitting hadden, is de ambitie naar drie uiteenlopende scenario's vertaald. Deze scenario's vormen de basis voor de analyse.

1.3 Werkwijze en inkadering

Voor de voorliggende analyse is op verzoek van de opdrachtgever intensief samengewerkt met Alliander, om zo een optimale aansluiting te krijgen met de regionaal beschikbare kennis en gegevens. Het gaat dan om informatie over de benodigde capaciteit en de technisch haalbare capaciteit voor opwekking van energie in de regio; om gegevens over de energiebehoefte; en om technische gegevens en investeringskosten voor de verschillende technieken.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de uitgangspunten en de gehanteerde methode beschreven voor de business case en maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA).

Hoofdstuk 3 geeft een vertaling van de ambitie van de regio naar drie scenario's. Daarnaast wordt de referentiesituatie beschreven waarmee de drie scenario's zijn vergeleken.

In hoofdstuk 4 wordt een toelichting gegeven op de verschillende effecten die in de Business Case en in de MKBA worden meegenomen.

De uitkomsten van de analyse volgen in hoofdstuk 5 (Business case) en 6 (MKBA).

2 De uitgangspunten en methode

2.1 Uitgangspunten

Effecten: vergelijking scenario's met een referentiesituatie

Doel van voorliggende analyse is om de effecten voor de regio Stedendriehoek in kaart te brengen van een transitie naar volledige energieneutraliteit op middellange termijn. *Effecten* zijn daarbij gedefinieerd als de verschillen tussen een situatie mét de invulling van die ambitie (in de vorm van een scenario) en de situatie zonder de invulling van die ambitie, de *referentiesituatie*.

De referentiesituatie is de meest waarschijnlijke situatie indien de regio niet zou nastreven om op middellange termijn energieneutraal te zijn. Deze referentiesituatie is niet gelijk aan de huidige situatie. Ze is ook niet gelijk aan een situatie waarin er op het gebied van duurzame energie na 2013 niets meer gebeurt in de regio. Ook in de referentiesituatie zullen er ontwikkelingen zijn op het gebied van opwekking en gebruik van duurzame energie; maar deze zullen langzamer gaan dan in de energieneutraliteitsscenario's. De referentiesituatie is gebaseerd op het Business as Usual-scenario (BAU-scenario) van Alliander.

In de energieneutraliteitsscenario's zal er geïnvesteerd worden in capaciteit voor de opwekking en het gebruik van duurzame energie. Hier staat tegenover dat de gebruikers in de regio op termijn niets meer zullen uitgeven aan de aankoop van niet-duurzame energie. Tegenover de extra investeringen staan dus besparingen ten opzichte van de referentiesituatie. Dergelijke verschillen tussen de scenario's enerzijds en de referentiesituatie anderzijds zijn de effecten die terugkomen in de business case en MKBA.

Drie scenario's

Samen met de opdrachtgever en de begeleidingsgroep zijn drie scenario's opgesteld voor het realiseren van de ambitie. De scenario's verschillen van elkaar in de mate van opwekking van zon- c.q. windenergie, en in de mate van in- en uitvoer van energie door de regio. De scenario's worden in hoofdstuk 3 nader toegelicht.

Termijn waarop energieneutraliteit wordt bereikt

In de studie naar technische haalbaarheid is door Alliander onderzocht of er in 2040 voldoende duurzame energie kan worden opgewekt in de regio om in de eigen behoefte te voorzien. Er is met name getoetst of er voldoende fysieke ruimte in de regio is om de opwekking mogelijk te maken. Daarbij is door Alliander verondersteld dat de energiebehoefte van de regio in 2040 gelijk is aan die in 2010.⁵

Op verzoek van de opdrachtgever is in voorliggende analyse 2030 gehanteerd als jaar waarin volledige energieneutraliteit wordt bereikt. In voorliggende analyse is aangenomen dat het technisch gezien inderdaad mogelijk is om de situatie eerder te realiseren⁶. Daarnaast is gebruik gemaakt van nieuwe, nog niet gepubliceerde, gegevens van Alliander over de energiebehoefte van de regio in 2012. Hieruit blijkt dat de totale energiebehoefte toen lager was dan in 2010, hetgeen hoogstwaarschijnlijk samenhangt met de relatief strenge winter van 2010.

⁵ Deze aanname is gebaseerd op de verschillende scenario's van het Planbureau voor de Leefomgeving, die uiteenlopen van een stijging (op basis van huidige technologie), via gelijk blijven (autonome ontwikkeling) tot daling van de toekomstige vraag (bij maximale inzet van besparingsopties). Zie Alliander, Technische toets, p.23 en 24.

⁶ Het toetsen van deze aanname op de technische haalbaarheid viel buiten de scope van dit onderzoek.

Uitgangspunt voor de scenario's is dat de energiebehoefte in de gehele periode 2014-2030 op het niveau van 2012 blijft en dat er in 2030 voldoende fysieke ruimte beschikbaar is om volledig op duurzame wijze in de eigen energiebehoefte van de regio te voorzien; de beoogde energietransitie vindt in de scenario's stapsgewijs plaats in de periode 2014-2030.

Centrale analyse en gevoeligheidsanalyses

Beide analyses, business case en MKBA, kennen dezelfde uitgangspunten. Er is in beide gevallen sprake van een centrale analyse en enkele gevoeligheidsanalyses. In de centrale analyse wordt op diverse punten uitgegaan van de huidige situatie, zoals:

- De energiebehoefte van de regio en de verdeling daarvan naar elektriciteit, warmte en mobiliteit, alsmede de verdeling over gezinnen en bedrijven. Er is dus geen rekening gehouden met eventuele structurele veranderingen in bijvoorbeeld mobiliteit, de economie of demografische opbouw van de regio.
- Investeringskosten en prijzen van 2013.

In gevoeligheidsanalyses is bekeken wat de uitkomsten zijn indien op sommige punten andere aannames worden gehanteerd.

2.2 Methode

2.2.1 *Business Case*

De business case laat de financiële effecten voor alle direct betrokken partijen samen zien: de investeerders, de beheerders van installaties en netwerken en de eindgebruikers. Deze business case is voor de regio als geheel uitgevoerd. Met de business case wordt de vraag beantwoord of de financiële baten voor de regio als geheel voldoende hoog zijn om de investeringen aantrekkelijk te doen zijn.

Anders dan in een traditionele business case wordt in de voorliggende rapportage gewerkt in reële prijzen. Dat wil zeggen dat het effect van prijsstijging (inflatie) niet apart inzichtelijk wordt gemaakt. Het rendement luidt eveneens in reële termen. Om het nominale rendement te berekenen dient het reële rendement te worden vermeerderd met de toekomstige inflatie.

In de business case wordt gebruik gemaakt van een *verdisconteerde kasstroomanalyse*. In zo'n analyse wordt de waarde anno nu (de huidige of contante waarde) bepaald van een stroom van toekomstige uitgaven of inkomsten/besparingen. Om de huidige waarde te berekenen wordt gebruik gemaakt van een rente- of discontovoet van 5,5%. Deze discontovoet is gehanteerd om vergelijkbaarheid te hebben tussen de business case en de MKBA (zie volgende paragraaf).

Hiermee is niet bedoeld dat het minimaal vereiste rendement voor private investeerders 5,5 % in reële termen (of, bij 2% inflatie, 7,5% in nominale termen) dient te zijn. Afhankelijk van de eisen van de investerende partij kan het gewenste rendement op een investering immers hoger of lager zijn dan 5,5% in reële termen.

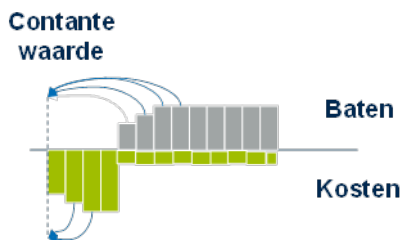
2.2.2 *Maatschappelijk kosten-batenanalyse*

Een MKBA is een instrument dat het beleidsproces en de politieke besluitvorming over een beleidsmaatregel of (publieke) investering ondersteunt. Daartoe presenteert de MKBA informatie over de effecten van de beoogde maatregel/investering voor de maatschappelijke welvaart. Met een MKBA wordt inzicht gegeven in het maatschappelijk rendement en kunnen alternatieven worden vergeleken die hetzelfde doel beogen.

In een MKBA worden eerst alle relevante effecten van een maatregel/investering geïdentificeerd en kwantitatief in kaart gebracht. Vervolgens worden de effecten zoveel mogelijk in geldswaarde uitgedrukt. Voor sommige effecten is dat gemakkelijker dan voor andere. Zo zijn investeringen in installaties meestal eenvoudig (via aantal arbeidsuren, kosten van materialen, grond, etc.) in geld uit te drukken. Voor andere effecten, bijvoorbeeld vermindering van emissies of geluidsoverlast, is dat minder eenvoudig. Om dergelijke effecten toch mee te kunnen nemen wordt gebruik gemaakt van standaard kengetallen, zoals die bijvoorbeeld door het Ministerie van IenM worden gepubliceerd.⁷

De maatschappelijke effecten omvatten dus ook de effecten waar geen marktprijzen voor bestaan, maar die wel degelijk invloed hebben op de welvaart van de regio. Een MKBA heeft daarmee een breder perspectief dan de business case analyse. Het saldo van maatschappelijke baten en kosten geeft aan of een maatregel welvaart verhogend is of juist niet. Is het saldo positief dan is er sprake van verhoging van de welvaart; bij een negatief saldo is dat niet het geval.

Net als in de business case wordt ook in de MKBA een kasstroomanalyse uitgevoerd van alle toekomstige kosten en baten (of opbrengsten). De stromen van toekomstige kosten en baten worden vertaald naar hun huidige waarde door middel van een rente- of discontovoet (zie figuur).



De discontovoet brengt tot uiting dat de mensen er de voorkeur aan geven om een bate reeds nu te ontvangen en niet pas over één jaar. Immers, het wordt pas interessant om het ontvangen van een baat uit te stellen, indien hier een extra vergoeding tegenover staat (i.c. rente). In de MKBA is, conform de voorschriften die hiervoor in Nederland gelden, gebruik gemaakt van een discontovoet van 5,5%. In een gevoeligheidsanalyse wordt bekeken wat het effect van een lagere discontovoet is op de uitkomsten.

Discontovoet

De projecteffecten worden contant gemaakt naar het eerste investeringsjaar, in dit geval 2014. Daardoor tellen kosten en effecten die later in de tijd optreden minder zwaar mee dan effecten die eerder in de tijd optreden. Voor het contant maken van toekomstige effecten wordt gebruik gemaakt van een discontovoet. Conform de laatste afspraken hierover wordt gebruik gemaakt van een discontovoet van 2,5% plus een risico opslag van 3% voor zowel kosten als baten. De 2,5% wordt ook wel het risico-vrije deel genoemd. De hoogte van dit risico-vrije deel is vastgesteld aan de hand van het verwachte rendement van een staatsobligatie: een risicovrij veronderstelde investering. De bijkomende risico opslag is gebaseerd op eventuele macro-economische omstandigheden die van invloed zijn op een investering, zoals inflatie, werkloosheid en consumptie. Indien er geen project specifieke discontovoet bekend is wordt de algemene risico-opslag van 3% aanbevolen.¹ In deze MKBA is de algemene risico-opslag van 3% gehanteerd.

⁷ Zie bijvoorbeeld de website van het Steunpunt Economische Evaluatie:
http://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/economische_evaluatie/steunpunt_economische_evaluatie/index.aspx

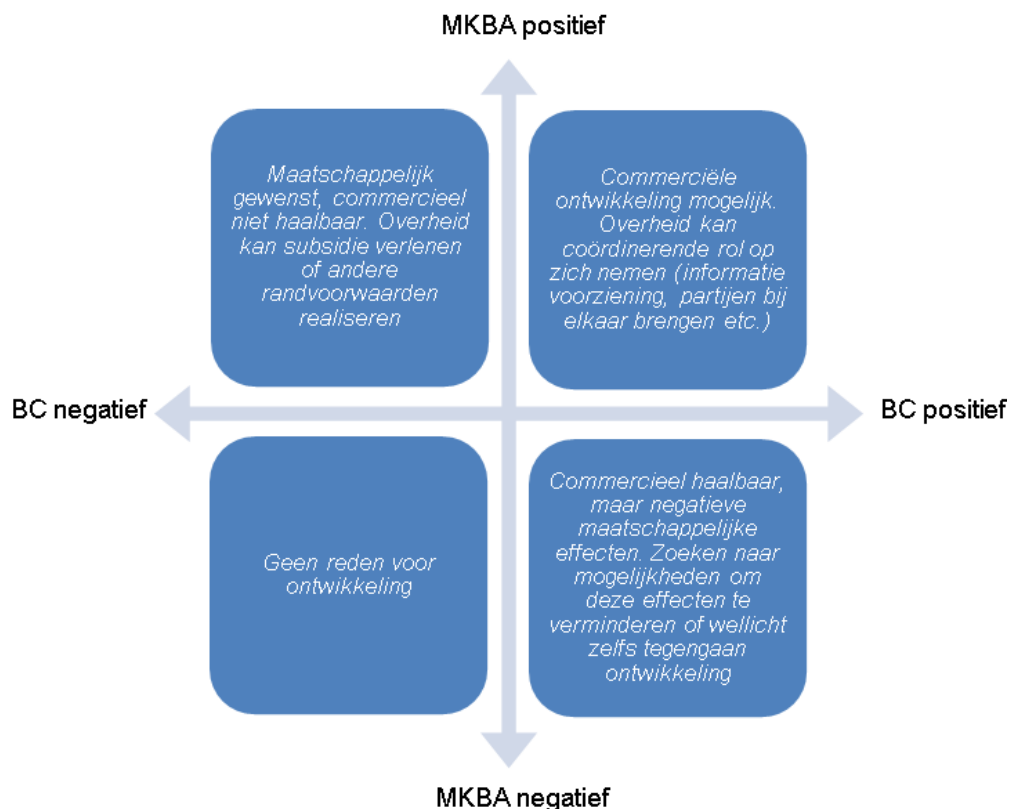
Zoals gebruikelijk in een MKBA zijn alle baten en kosten in reële prijzen uitgedrukt, dus zonder rekening te houden met inflatie. Daarbij is het prijspeil van 2013 aangehouden en zijn effecten in marktprijzen (dus inclusief btw, belastingen en subsidies) uitgedrukt.

2.3 Samenhang tussen business case en MKBA

Waar de business case kijkt naar de aantrekkelijkheid van een investering voor de investerende partijen, kijkt de MKBA naar het effect op de welvaart, en daarmee naar de aantrekkelijkheid voor de samenleving als geheel.

Uit voorgaande blijkt dat er een directe samenhang bestaat tussen business case en MKBA. Veel van de uitgangspunten zijn gelijk, evenals de door te rekenen scenario's. Vanwege de bredere scope van de MKBA kan het teken van de uitkomst van de business case (dat wil zeggen positief of negatief) echter wel verschillen van dat van de MKBA. De uitkomst van de MKBA kan positief zijn, terwijl die van de business case negatief is, of omgekeerd. Navolgende figuur laat de vier mogelijke situaties zien. Daarbij wordt tevens aangegeven wat de implicaties van deze situaties kunnen zijn voor de verdere vormgeving van de plannen.

Figuur 2.1 Business Case en Maatschappelijke Kosten-Baten Analyse



Bron: Ecorys

3 Drie mogelijke scenario's

3.1 Inleiding

De ambitie van de regio om energieneutraal te worden is vertaald in drie scenario's. Om de financieel-economische effecten van de scenario's te kunnen bepalen worden ze vergeleken met de referentiesituatie. Dit is de meest waarschijnlijke situatie zonder invulling van de beleidsambitie. In dit hoofdstuk lichten we de referentiesituatie en de scenario's nader toe.

3.2 Referentiesituatie

De referentiesituatie is de meest waarschijnlijke toekomstige situatie indien de regio niet inzet op het bereiken van energieneutraliteit op middellange termijn. Voor de productiekant van deze situatie is het 'Business as Usual'-scenario gehanteerd. Dit scenario uit de Technische toets is recentelijk door Alliander geactualiseerd⁸. Voor het bepalen van de vraagkant is de energiebehoefte uit 2012 als uitgangspunt gehanteerd, te weten 35,3 PetaJoule⁹ (zie Tabel 3.1). Deze energiebehoefte is in de referentiesituatie, en in alle scenario's, constant verondersteld voor de jaren 2014-2030.¹⁰

Tabel 3.1 Energiebehoefte regio Stedendriehoek in 2012

Energiedrager	TeraJoule (TJ)
Elektriciteit – particulier	1.655
Elektriciteit – zakelijk	6.202
TOTAAL ELEKTRICITEIT	7.857
Warmte – particulier	6.856
Warmte – zakelijk	9.241
TOTAAL WARMTE	16.097
MOBILITEIT (op basis van conventionele brandstoffen)	11.318
Totaal Energiebehoefte	35.272

Bron: Alliander

In deze energiebehoefte wordt momenteel op bescheiden schaal door de regio zelf voorzien¹¹. Ook indien er geen specifiek regionaal beleid wordt gevoerd op energieneutraliteit zal de regionale productie van duurzame energie toenemen. Zo zullen gebruikers blijven investeren in zonnepanelen en mag, gezien de plannen van diverse partijen, ook een toename van het aantal windmolens worden verwacht. Dergelijke ontwikkelingen zijn verwerkt in het geactualiseerde BAU-scenario.

In het BAU-scenario wordt 10% van het energieverbruik van de regio in 2030 duurzaam ingevuld (zie tabel 3.2). Het resterende deel wordt in de vorm van (grijze) elektriciteit, aardgas en brandstoffen voor transportmiddelen van buiten de regio gehaald. Het totale energieverbruik, gemeten in TJ, ligt in dit scenario iets lager dan in 2013, vanwege de inzet van elektrisch vervoer.

⁸ De geactualiseerde vraagprognose en het geactualiseerde BAU scenario zijn in december 2013 per email ontvangen van Alliander.

⁹ 1000 TeraJoule is gelijk aan 1 PetaJoule.

¹⁰ In een gevoeligheidsanalyse is bekeken wat het effect op kosten en baten is indien een autonome energiebesparing van 2% per jaar wordt verondersteld.

¹¹ In het onderzoek naar technische haalbaarheid concludeert Alliander dat in 2010 0,9% van het energieverbruik van de regio duurzaam opgewekt werd. Zie: Alliander, p. 24.

Tabel 3.2 Referentiesituatie: Energiebalans van de regio Stedendriehoek (2030)

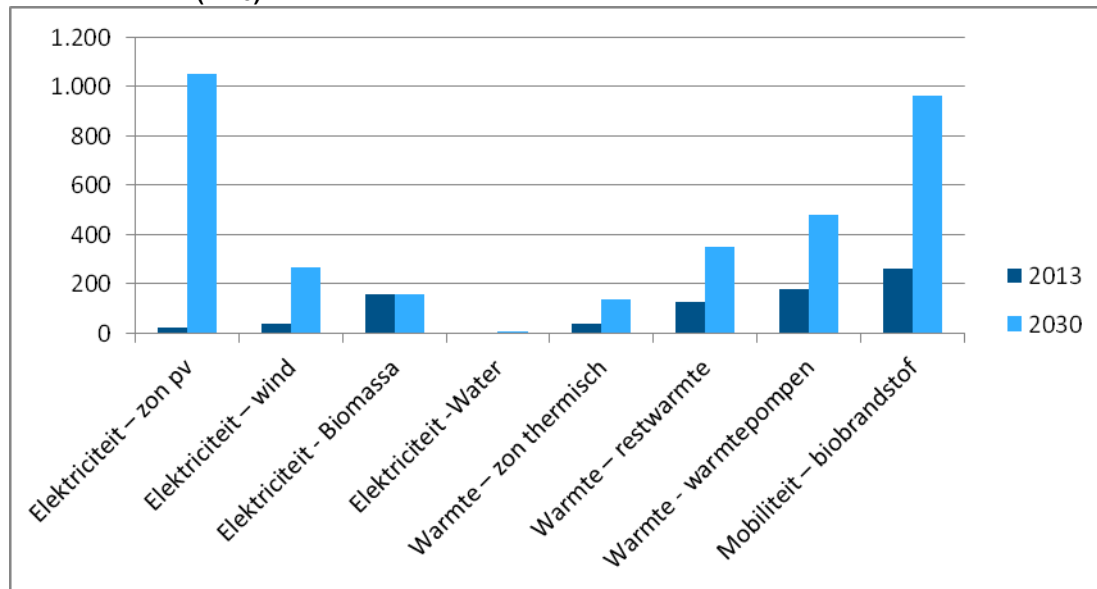
Vraag	Eindverbruik (TJ)	Intermediair verbruik (TJ)	Bron	TJ	Regio TJ
WARMTE					
Laagwaardig	14.249		Conventioneel	0	
Hoogwaardig	1.848		Biomassa	160	160
			Zon Thermisch	135	135
			Restwarmte	349	349
			Warmtepompen	477	477
			Power to gas (CH ₄)	0	
Totaal Warmte	16.097		Totaal Warmte	16.097	295
MOBILITEIT					
Zwaar vervoer	3.483		Conventioneel	9.228	
Licht vervoer	6.977		Biogas	962	962
			Power to gas (CH ₄)	0	
			Elektrisch	271	
Totaal Mobiliteit	10.460 a)		Totaal Mobiliteit	10.460	962
ELEKTRICITEIT					
Traditioneel	7.857		Conventioneel	6.929	0
Warmtepompen		120	Water	4	4
Power to Gas		0	Zon PV	1.049	1.049
Elektrisch vervoer		271	Wind	267	267
Totaal Elektriciteit	7.857	391	Totaal Elektriciteit	8.248	1.320
Total	34.414	391		34.805	3.403

Bron: Ecorys, op basis van Business as Usual scenario. Aangenomen is dat het niveau van het Business as usual scenario al in 2030 kan worden behaald.

a) Doordat de mobiliteitsbehoefte deels wordt ingevuld met elektrisch vervoer is de totale energievraag uit hoofde van mobiliteit in 2030 lager dan in 2013.

In de referentiesituatie is verondersteld dat de capaciteit om dit niveau te bereiken lineair in de tijd wordt opgebouwd. Dit betekent een significante toename in de productie en het gebruik van duurzame energie in de regio. Navolgende figuur vergelijkt de inzet van verschillende vormen in de regio in 2013 en 2030.

Figuur 3.1 Duurzame energie in de regio Stedendriehoek in de referentiesituatie, 2013 en 2030 (in TJ)



3.3 Aannames in alle scenario's

Opwekking van duurzame energie

In elk van de drie scenario's wordt invulling gegeven aan de ambitie van de regio om op middellange termijn, in dit geval 2030, energieneutraal te zijn. Daarbij onderscheiden de scenario's zich van elkaar in de mix van zonnepanelen en windmolens in de opwekking van energie, en in het al dan niet betrekken van energie van buiten de regio om piekvraag op te vangen.

De opwekking van energie met behulp van andere duurzame bronnen dan zonnepanelen en windmolens is gelijk verondersteld in de drie scenario's. Voor sommige van deze bronnen van duurzame energie ligt de opwekking in de scenario's wel hoger dan in het BAU scenario, omdat verondersteld is dat het technisch potentieel van deze vormen volledig wordt benut.

Energiebehoefte en energievraag

In de scenario's wordt niet alleen meer duurzame energie opgewekt dan in de referentiesituatie, maar verandert ook het energieverbruik van omvang en samenstelling. Dit wordt veroorzaakt doordat de totale energiebehoefte, die constant is verondersteld op 35,3 PJ, op een andere wijze wordt ingevuld.

Zo wordt gebruik gemaakt van warmtepompen en power-to-gas installaties om te voorzien in de warmtebehoefte. Voor de werking van deze installaties is elektriciteit nodig, waardoor de vraag naar elektriciteit hoger ligt dan de 'traditionele' vraag naar elektriciteit zoals die in tabel 3.1 is aangegeven. De restwarmte van de power-to-gas installaties kan weer worden ingezet om te voorzien in de warmtebehoefte.

Ook de inzet van elektrisch vervoer betekent dat de energievraag verandert. Bij hetzelfde mobiliteitsniveau is de behoefte aan energie lager indien gebruik wordt gemaakt van elektrisch vervoer, dan bij gebruik van verbrandingsmotoren.

Voor het zwaardere vervoer is verondersteld dat gebruik wordt gemaakt van biogas dat door middel van power-to-gas installaties wordt opgewekt. Hiervoor is weliswaar extra elektriciteit nodig, maar dit proces levert tevens restwarmte op die weer kan worden ingezet om te voorzien in de warmtebehoefte.

De gevolgen van de energietransitie voor zowel de opwekking als de energievraag verschillen per scenario. Navolgende paragrafen laten dit zien.

3.4 Scenario 1: Maximaal Zon

In Scenario 1 wordt in de opwekking van elektriciteit maximaal ingezet op het gebruik van zonnepanelen. Daarnaast wordt volledig gebruik gemaakt van het technische potentieel van de andere duurzame energiebronnen, behoudens dat van windmolens. Tabel 3.3 laat de energiebalans in dit scenario in 2030 zien.

De tabel maakt inzichtelijk dat de vraag naar energie verandert door de energietransitie. In de warmtebehoefte wordt grotendeels voorzien door de inzet van power-to-gas, restwarmte en warmtepompen. Om deze energetische waarde te kunnen leveren is elektriciteit nodig. Per saldo treedt hierdoor een efficiencywinst op. Bij mobiliteit wordt ook in energietermen ook een efficiencywinst geboekt door de inzet van elektrisch vervoer.

Om de benodigde capaciteit aan duurzame energiebronnen te kunnen realiseren dienen er investeringen te worden gedaan in installaties om duurzame energie op te wekken en in installaties om duurzame energie te gebruiken.

Ondanks dat er in dit scenario voldoende capaciteit wordt opgebouwd om in de elektriciteitsvraag te voldoen, kan er wel incidenteel sprake zijn van invoer van energie van buiten de regio, alsmede uitvoer van energie. Deze handel hangt samen met de pieken en dalen in de elektriciteitsproductie op basis van zonnepanelen en in de vraag naar energie. De eventuele financiële effecten die hieruit kunnen voortvloeien, bijvoorbeeld doordat de prijs van energie op momenten van inkoop en die op momenten van verkoop kan verschillen, zijn niet meegenomen in de analyse.

Tabel 3.3 Scenario 1 - Maximaal Zon: Energiebalans regio Stedendriehoek (2030)

Vraag	Eindverbruik (TJ)	Intermediair verbruik (TJ)	Bron	TJ	Regio (TJ)	Input (TJ)
WARMTE						
Laagwaardig	14.249		Conventioneel	0		
			Biomassa	160	160	160
			Zon Thermisch	643	643	643
			Restwarmte	2.582	2.582	
			Warmtepompen	10.864	10.864	
Hoogwaardig	1.848		Power to gas (CH ₄)	1.848	1.848	
Totaal Warmte	16.097		Totaal Warmte	16.097	16.097	803
MOBILITEIT						
Zwaar vervoer	3.483		Conventioneel	0		
			Biogas	962	962	962
			Power to gas (CH ₄)	2.521	2.521	
Licht vervoer	1.880		Elektrisch	1.880	1.880	
Totaal Mobiliteit	5.364 a)		Totaal Mobiliteit	5.364	5.364	962
ELEKTRICITEIT						
Traditioneel	7.857		Conventioneel	0		
Warmtepompen		2.672	Water	4	4	4
Power to Gas		7.803	Zon PV	19.942	19.942	19.942
Elektrisch vervoer		1.880	Wind	267	267	267
Totaal Elektriciteit	7.857	12.355	Totaal Elektriciteit	20.212	20.212	20.212
Total	29.318	12.355		41.673	41.673	21.978

a) Doordat de mobiliteitsbehoefte deels wordt ingevuld met elektrisch vervoer is de totale energievraag uit hoofde van mobiliteit in 2030 lager dan in de referentiesituatie.

3.5 Scenario 2: Mix Zon en Wind

Scenario 2 is grotendeels gelijk aan Scenario 1. Het verschil met Scenario 1 is dat de energieopwekking niet bijna uitsluitend wordt gedaan met behulp van zonnepanelen, maar dat hiervoor in gelijke mate zonnepanelen en windmolens worden ingezet.

Ook in dit scenario wordt in de warmtebehoefte voorzien door een mix van warmtepompen, zon thermisch en restwarmte, en in de mobiliteitsbehoefte door een combinatie van biogas en methaan op basis van power-to- gas voor de zwaardere bedrijfsvoertuigen en elektrisch vervoer voor personenwagen.

Tabel 3.4 toont de energiebalans van de regio in dit scenario

.

Tabel 3.4 Scenario 2 - Mix zon en wind: Energiebalans regio Stedendriehoek (2030)

Vraag	Eindgebruik TJ	Intermediair Gebruik TJ	Bron	TJ	Regio	Input TJ
WARMTE						
Laagwaardig	14.249		Conventioneel	0		
			Biomassa	160	160	160
			Zon Thermisch	643	643	643
			Restwarmte	2.582	2.582	
			Warmtepompen	10.864	10.864	
Hoogwaardig	1.848		Power to gas (CH ₄)	1.848	1.848	
Totaal Warmte	16.097		Totaal Warmte	16.097	16.097	803
MOBILITEIT						
Zwaar vervoer	3.483		Conventioneel	0		
			Biogas	962	962	962
			Power to gas (CH ₄)	2.521	2.521	
Licht vervoer	1.880		Elektrisch	1.880	1.880	
Totaal Mobiliteit	5.364 a)		Totaal Mobiliteit	5.364	5.364	962
ELEKTRICITEIT						
Traditioneel	7.857		Conventioneel	0		
Warmtepompen		2.672	Water	4	4	4
Power to Gas		7.803	Zon PV	10.104	10.104	10.104
Elektrisch vervoer		1.880	Wind	10.104	10.104	10.104
Totaal Elektriciteit	7.857	12.355	Totaal Elektriciteit	20.212	20.212	20.212
Total	29.318	12.355		41.673	41.673	21.978

a) Doordat de mobiliteitsbehoefte deels wordt ingevuld met elektrisch vervoer is de totale energievraag uit hoofde van mobiliteit in 2030 lager dan in de referentiesituatie

3.6 Scenario 3: Zelfvoorzienend met Zon en Wind

Ook in Scenario 3 wordt de benodigde elektriciteit opgewekt met een mix van zonnepanelen en windmolens. Dit scenario onderscheidt zich van Scenario 2 doordat aangenomen is dat de regio niet alleen energieneutraal is, maar tevens volledig zelfvoorzienend: er is geen sprake van handel in energie met andere regio's.

Om deze zelfvoorziening te kunnen faciliteren is er extra capaciteit nodig. Er dient extra opwekkingscapaciteit te worden geïnstalleerd om in de te verwachten pieken te kunnen voorzien; deze dient zodanig te zijn dat er 5,2 PJ extra elektriciteit kan worden geproduceerd. Ook is er opslagcapaciteit nodig. Aangenomen is dat deze wordt ingevuld door power-to-gas installaties, waarin elektriciteit in de vorm van waterstof wordt opgeslagen, dat naar behoefte weer wordt omgezet naar elektriciteit.

Tabel 3.5 Scenario 3 – Zelfvoorzienend met zon en wind: Energiebalans regio Stedendriehoek (2030)

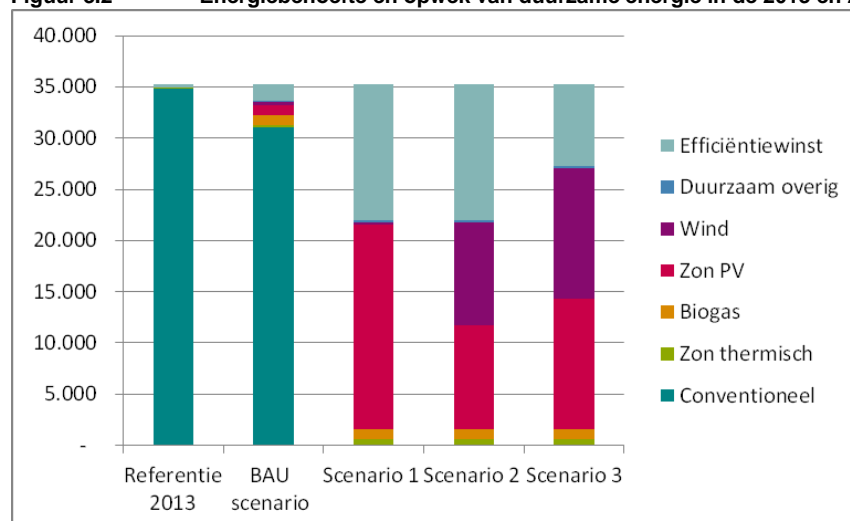
Vraag	Eindgebruik TJ	Intermediair Gebruik TJ	Bron	TJ	Regio	Input TJ
WARMTE						
Laagwaardig	14.249		Conventioneel	0		
			Biomassa	160	160	160
			Zon Thermisch	643	643	643
			Restwarmte	2.582	2.582	
			Warmtepompen	10.864	10.864	
Hoogwaardig	1.848		Power to gas (CH ₄)	1.848	1.848	
Totaal Warmte	16.097		Totaal Warmte	16.097	16.097	803
MOBILITEIT						
Zwaar vervoer	3.483		Conventioneel	0		
			Biogas	962	962	962
			Power to gas (CH ₄)	2.521	2.521	
Licht vervoer	1.880		Elektrisch	1.880	1.880	
Totaal Mobiliteit	5.364 a)		Totaal Mobiliteit	5.364	5.364	962
ELEKTRICITEIT						
Traditioneel	7.857		Conventioneel	0		
Warmtepompen		2.672	Water	4	4	4
Power to Gas		7.803	Zon PV	12.724	12.724	12.724
Elektrisch vervoer		1.880	Wind	12.724	12.724	12.724
Opslag		5.240				
Totaal Elektriciteit	7.857	17.595	Totaal Elektriciteit	25.452	25.452	25.452
Total	29.318	17.595		46.913	46.913	27.217

a) Doordat de mobiliteitsbehoefte deels wordt ingevuld met elektrisch vervoer is de totale energievraag uit hoofde van mobiliteit in 2030 lager dan in de referentiesituatie

3.7 Overzicht energiebehoefte en invulling daarvan in de scenario's

Navolgende figuur geeft de relatie tussen de constant veronderstelde energiebehoefte en de netto opwekking van duurzame energie in de regio in elk van de scenario's weer. Door inzet van warmtepompen en gebruik van restwarmte wordt er bruto meer energie geleverd. De tabel laat tevens de efficiencywinst zien die bereikt wordt in de warmtevoorziening en in mobiliteit.

Figuur 3.2 Energiebehoefte en opwek van duurzame energie in de 2013 en 2030 (in TeraJoule)



In de Business Case en MKBA wordt gerekend met de meerkosten en meeropbrengsten c.q. meerbatens ten opzichte van de referentiesituatie. Het verschil in energieopwekking in de scenario's ten opzichte van de referentie is dus van belang. Navolgende tabel geeft een overzicht.

Tabel 3.6 Verschil in inzet van energiesoorten om in de energiebehoefte van de regio Stedendriehoek te voorzien tussen de scenario's en referentiesituatie, in TJ (2030)

Bron	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
WARMTE			
Conventioneel	-14.976	-14.976	-14.976
Biomassa	0	0	0
Zon Thermisch	508	508	508
Restwarmte	2.233	2.233	2.233
Warmtepompen	10.387	10.387	10.387
Power-to-gas (CH ₄)	1.848	1.848	1.848
Totaal Warmte	0	0	0
MOBILITEIT			
Conventioneel	-9.228	-9.228	-9.228
Biogas	0	0	0
Elektrisch	1.610	1.610	1.610
Power to gas (CH ₄)	2.521	2.521	2.521
Totaal Mobiliteit	-5.097	-5.097	-5.097
ELEKTRICITEIT			
Conventioneel	-6.884	-6.884	-6.884
Water	0	0	0
Zon PV	18.893	9.056	11.675
Wind	0	9.838	12.457
Totaal Elektriciteit	12.009	12.009	17.249

4 De verschillende effecten

4.1 Inleiding

De kern van de business case en de MKBA wordt gevormd door de effecten, de verschillen tussen scenario en referentiesituatie. In deze paragraaf gaan we nader in op de verschillende typen effecten die verwacht mogen worden en de wijze waarop omvang en waarde van de effecten zijn bepaald.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de effecten die in de business case en regionale MKBA zijn meegenomen. De tabel maakt onderscheid tussen effecten die zijn gekwantificeerd en effecten die alleen in kwalitatieve termen zijn meegenomen. De effecten worden in de volgende paragrafen toegelicht.

Tabel 4.1 Overzicht effecten in Business Case en MKBA

	Business Case	Regionale MKBA
KWANTITATIEF		
KOSTEN		
Investerings in opwekking van elektriciteit	X	X
Investerings ten behoeve van warmtevoorziening	X	X
Investerings in duurzaam vervoer	X	X
Aanpassingen aan het elektriciteitsnetwerk	X	X
Investerings in opslagcapaciteit elektriciteit (scenario 3)	X	X
Beheer en onderhoud van nieuwe installaties	X	X
BATEN		
Vermeden uitgaven aan energie van buiten de regio	X	X
Werkgelegenheid		X
Klimaat-effecten		X
Luchtkwaliteit		X
Zelfvoorziening		X
KWALITATIEF		
Geluid, natuur en leefomgeving		X
Sociaal kapitaal		X

4.2 Effecten in de Business Case

4.2.1 Kosten

Investerings

Uit de beschrijving van de scenario's valt op te maken dat er verschillende soorten investeringen vereist zijn in de regio om de ambitie van energieneutraliteit te realiseren. Het gaat dan om investeringen in:

- Capaciteit die benodigd is om elektriciteit op te wekken: zonnepanelen, windmolens
- Capaciteit die nodig is om op basis van duurzame bronnen in de warmtebehoefte te voorzien, zoals
 - Warmtepompen;
 - Installaties om restwarmte van power to gas te gebruiken;
- Capaciteit die nodig is om de mobiliteit in de regio volledig duurzaam in te richten

- Elektrische voertuigen;
- Bedrijfsvoertuigen op gas (vrachtwagens, bestelauto's en autobussen);
- Een netwerk van laadpalen voor het opladen van elektrische voertuigen;
- Aanpassingen aan het elektriciteitsnetwerk om de decentrale duurzame opwekking te kunnen faciliteren;
- In scenario 3: capaciteit om voldoende elektriciteit te kunnen opslaan zodat op elk moment in de regionale energiebehoefte kan worden voorzien.

De investeringskosten die nodig zijn om deze capaciteit op te bouwen zijn grotendeels ontleend aan informatie die van Alliander is verkregen. De informatie is zoveel mogelijk getoetst aan andere bronnen en waar nodig aangevuld. Bijlage 2 geeft een overzicht van de gebruikte bedragen en kengetallen en de bronnen hiervan.

In de investeringen is rekening gehouden met eenmalige kosten zoals die van grondverwerving (bijvoorbeeld voor windmolens en zonneparken), voor het aansluiten van de installaties op de bestaande netwerken in gebouwen, en voor aanpassingen in de gebouwen om de conversie naar duurzame energie mogelijk te maken of te ondersteunen.

Elk van de investeringen heeft een verwachte technische of economische levensduur (zie Bijlage 2 voor de gehanteerde aannames). In de analyse is verondersteld dat er na afloop van deze levensduur een herinvestering plaatsvindt. In die herinvestering zijn de eenmalige kosten (zoals die van grondverwerving) niet meer meegenomen.

Navolgende tabel geeft een totaaloverzicht van de investeringen die in elk van de scenario's nodig zijn om de verschillende soorten capaciteit op te bouwen.

Tabel 4.2 Benodigde investeringen ten behoeve van opbouw de capaciteit voor de opwekking en gebruik van duurzame energie, in de referentiesituatie en de scenario's (in mld € prijspeil 2013)

	Referentie	Scenario 1: Max Zon	Scenario 2: Mix Zon & Wind	Scenario 3: Zelfvoorzienend met Zon & Wind
Warmte	0,1	3,3	3,3	3,3
Mobiliteit	0,4	2,7	2,7	2,7
Elektriciteit	0,4	7,5	5,9	7,4
Netwerk	-	0,5	0,2	0,3
Opslag	-	-	-	1,7
TOTAAL a)	1,0	14,0	12,2	15,4

Bron: Ecorys; a) het totaal is afgerond op basis van de niet afgeronde subtotaal.

a: Door afronding kan het totaal afwijken van de som van de getoonde bedragen.

Om de in het BAU-scenario verwachte ontwikkeling in opwekking en gebruik van duurzame energie te kunnen realiseren is in de periode 2014-2030 in totaal € 1 mld benodigd; oftewel € 55-60 mln per jaar.

De investeringen die nodig zijn om volledig energieneutraal te worden zijn beduidend hoger, te weten in totaal € 12 tot 15 mld. Afgerond betekent dit een jaarlijkse investering van € 700 tot 900 mln. Scenario 2 levert de laagste investeringskosten op van de drie scenario's, omdat de investeringen in windenergie per MWh lager liggen dan die in zonnepanelen. Ook zijn de benodigde aanpassingen aan het elektriciteitsnetwerk minder kostbaar. Scenario 3 levert de hoogste kosten op vanwege de extra investeringen in productie- en opslagcapaciteit.

In de business case en MKBA worden alleen de meerkosten ten opzichte van het BAU-scenario meegenomen, dus respectievelijk € 13 mld, € 11,2 mld en € 14,4 mld over de periode 2014-2030.

Beheer en onderhoud

Nadat de installaties in gebruik zijn genomen zullen deze onderhouden worden. Dit leidt tot jaarlijkse kosten voor beheer en onderhoud. Deze jaarlijkse kosten zijn voor elk van de benodigde investeringen apart geraamd. Navolgende tabel laat de jaarlijkse kosten zien op het moment dat de capaciteit volledig is geïnstalleerd (i.c. 2030).

Tabel 4.3 Benodigde jaarlijkse uitgaven aan beheer en onderhoud bij volledig gerealiseerde capaciteit (in mln € per jaar in 2030)

	Referentie	Scenario 1: Max Zon	Scenario 2: Zon & Wind	Scenario 3: Zelfvoorzienend met Zon & Wind
Warmte	8	56	56	56
Mobiliteit a)	11	70	70	70
Elektriciteit	4	36	80	101
Netwerk		5	2	3
Opslag		-	-	69
TOTAAL a)	23	167	209	299

Bron: Ecorys; a) exclusief onderhoud personen- en bedrijfsauto's

a: Door afronding kan het totaal afwijken van de som van de getoonde bedragen.

De jaarlijkse kosten van beheer en onderhoud van de nieuw te beheren capaciteit zijn hoger dan in het BAU-scenario. De hogere kosten van beheer en onderhoud in scenario 2 ten opzichte van scenario 1 zijn gerelateerd aan het hogere aandeel windenergie in dit scenario. Het verschil in jaarlijkse kosten tussen scenario 3 en 2 hangt samen met de grotere productie- en opslagcapaciteit voor elektriciteit in scenario 3.

In de Business Case en MKBA worden alleen de jaarlijkse meerkosten ten opzichte van het BAU-scenario meegenomen, dus respectievelijk € 144 mln, € 186 mln en € 276 mln per jaar.

4.2.2 Baten

Tegenover de bovengenoemde kosten staan besparingen voor de Stedendriehoek. Immers, op het moment dat de benodigde capaciteit volledig opgebouwd en operationeel is, is er niet of nauwelijks meer sprake van uitgaven aan energie van buiten de regio. In de berekening van deze besparingen is rekening gehouden met het gegeven dat voor individueel opgewekte energie die direct wordt geconsumeerd, en dus niet door de elektriciteitsmeter gaat, er geen energiebelasting en btw verschuldigd is, maar voor (grootschalig) opgewekte energie die via het elektriciteitsnet of warmtenet geleverd wordt wel. De belastingen en btw op deze duurzame energie vloeien naar de staatskas en betekenen voor de regio dus een vermindering van de besparing.

Navolgende tabel geeft het overzicht van de jaarlijkse besparing op uitgaven aan energie van buiten de regio in elk van de scenario's, ten opzichte van het BAU-scenario. Deze cijfers zijn lager dan de huidige totale uitgaven van de regio aan energie. Dit heeft twee oorzaken. De eerste oorzaak is dat de tabel het verschil in uitgaven geeft tussen het scenario en de referentiesituatie. In de referentiesituatie is al sprake van opwekking van duurzame energie, waardoor de uitgaven lager zijn dan in de huidige situatie. De tweede reden is dat er in de drie scenario's er nog steeds sprake is van uitgaven, in de vorm van btw en energiebelasting op in parken opgewekte energie.

Tabel 4.4 Jaarlijkse besparing op uitgaven aan energie van buiten de regio bij volledig gerealiseerde capaciteit, ten opzichte van de referentiesituatie (in mln € per jaar)

	Scenario 1: Max Zon	Scenario 2: Zon & Wind	Scenario 3: Zelfvoorzienend met Zon & Wind
Warmte	272	272	272
Mobiliteit	490	490	490
Elektriciteit	99	99	55
TOTAAL	862	862	818

Bron: Ecorys, op basis van energiebehoefte 2012.

4.3 Overige maatschappelijke effecten

4.3.1 Gemonetariseerde effecten

Naast bovenstaande financiële kosten en baten treden nog andere, niet-financiële effecten op die invloed hebben op de welvaart van de regio. Sommige daarvan zijn ook in geldtermen uitgedrukt. Voor andere effecten was dat niet mogelijk; deze zijn alleen kwalitatief beschreven.

Werkgelegenheid

Eén van de drijfveren achter de ambitie om energieneutraal te worden als regio is dat voor de transformatie een omvangrijke investeringsimpuls nodig is in de regio die niet alleen tijdens de aanleg van de installaties, maar ook in de onderhoudsfase daarna tot een hogere arbeidsvraag zal leiden. Of deze hogere arbeidsvraag zich ook vertaalt in een hogere welvaart is van verschillende factoren afhankelijk. Een welvaartseffect treedt conform de richtlijnen voor de uitvoering van een MKBA pas op indien er sprake is van lagere werkloosheid of indien er sprake is van het aantrekken van extra arbeiders naar de regio die zich daar daadwerkelijk permanent vestigen.

Dit betekent dat een extra arbeidsvraag vanwege werkzaamheden in de regio om meerdere redenen niet tot een (even groot) welvaartseffect hoeft te leiden. Een eerste mogelijke reden is dat de arbeidsvraag wordt vervuld door werknemers hun vaste woonplaats buiten de regio hebben. Een tweede mogelijke reden is dat de arbeidsvraag niet leidt tot vermindering van werkloosheid, omdat deze vraag niet kan worden ingevuld door werklozen in de regio. In dat geval treedt er verdringing op: de nieuwe arbeidsvraag zou bestaande arbeid verdringen.

Of een extra vraag naar arbeid vanwege de werkzaamheden in de regio zich vertaalt in een welvaartseffect is dus afhankelijk van:

- De mate waarin regionale bedrijven er in slagen om deze werkzaamheden binnen te halen;
- De omvang en aard van de werkloosheid in de regio: Is er sprake van werkloosheid en sluiten de capaciteiten van de werklozen aan bij de gevraagde arbeid?
- Of het te verwachten is dat er migratie op gang zal komen naar de regio.

Omdat een MKBA als uitgangspunt heeft dat er op lange termijn sprake is van evenwicht op alle markten, waaronder de arbeidsmarkt, worden de directe werkgelegenheidseffecten normaal gesproken niet vertaald naar een welvaartseffect in de MKBA. Werknemers zijn in dat geval immers reeds volledig benut en de gevraagde arbeid zal dan leiden tot verdringing van reeds bestaande arbeid.

In een situatie van (structurele) werkloosheid in de regio is het uitgangspunt van evenwicht op de arbeidsmarkt niet terecht en zou er wel sprake van een welvaartseffect kunnen zijn omdat de werkloosheid inderdaad verminderd wordt.

Er kan daarnaast sprake zijn van een welvaartseffect indien het project leidt tot het opzetten van nieuwe bedrijven in de regio, en er daarmee ook migratie van arbeidskrachten naar de regio plaatsvindt. Dat kan in dit geval om verschillende redenen gebeuren. Allereerst is de investeringsimpuls zo omvangrijk, dat veel bedrijven geïnteresseerd zullen zijn in de aanleg van de benodigde installaties en, gezien de lange termijn van investeringen en de extra blijvende werkgelegenheid gekoppeld aan het onderhoud, gestimuleerd zullen worden om vestigingen op te zetten in de Stedendriehoek. Een tweede mogelijke reden is dat de regio interessant wordt voor bedrijven die het groene imago van de regio als een aantrekkelijke vestigingsplaatsfactor zien (imago-effect).

Binnen de scope van deze MKBA was het niet mogelijk om te analyseren in welke mate er de komende jaren sprake zou kunnen zijn van structurele werkloosheid in de regio die door deze investeringen zou kunnen worden opgelost; of van migratie naar de regio als gevolg van deze investeringsimpuls. Echter, het is wel aannemelijk dat de investeringsimpuls die met deze strategie gepaard gaat tijdelijk en structureel werknemers en bedrijven naar de regio kan trekken. Om die reden is er voor gekozen het werkgelegenheidseffect in ieder geval inzichtelijk te maken, en in globale termen een mogelijk welvaartseffect te ramen

Directe werkgelegenheid

De eerste stap in de analyse is dat de investeringen in de verschillende installaties, alsmede het jaarlijks benodigde onderhoud, in elk van de scenario's aan de hand van kengetallen is vertaald naar vraag naar arbeid. Dit levert per scenario navolgend beeld op:

Tabel 4.5 Geraamde tijdelijke en permanente arbeidsvraag als gevolg van de investeringsimpuls en het jaarlijks beheer en onderhoud, ten opzichte van het BAU-scenario (in fte, in 2030)

	Scenario 1: Max Zon	Scenario 2: Zon & Wind	Scenario 3: Zelfvoorzienend met Zon & Wind
Tijdelijk: elk jaar gedurende aanleg	1.660	830	830
Structureel: bij volledige capaciteit in 2030	640	830	1.230
TOTAAL	2.300	1.660	2.060

De tabel laat de totale extra arbeidsvraag zien ten opzichte van het BAU-scenario, die aan de investeringen en het beheer en onderhoud gekoppeld zijn. De tijdelijke arbeidsvraag is de vraag die gekoppeld is aan de investeringen in opbouw van capaciteit. Aangezien de investeringen lineair over een periode van 17 jaar zijn gespreid, is deze vraag in elk van die jaren aanwezig. De gemiddelde arbeidsvraag bedraagt, afhankelijk van het scenario, 830 tot 1.660 fte per jaar.

Daarnaast zal de vraag naar onderhoudswerkzaamheden toenemen met de opbouw van de capaciteit. De arbeidsvraag die bij volledige capaciteit is bereikt is structureel en is op basis van de jaarlijkse beheer en onderhoudskosten geraamd op 640 tot 1230 fte.

Indirecte werkgelegenheid

Naast deze directe werkgelegenheidsvraag kan er sprake zijn van indirecte werkgelegenheid omdat bedrijven en personeel zich vestigen in de regio. De omvang hiervan kon binnen de scope van deze studie niet worden geraamd.

Daarnaast kan er nog een additioneel bestedingseffect optreden. Uit andere studies is bekend dat een investering tot een extra besteding kan leiden van circa 30% van het investeringsbedrag. Dit leidt vervolgens weer tot een extra vraag naar arbeid.

Welvaartseffecten van werkgelegenheid

Zoals aangegeven dienen enkele denkstappen te worden gemaakt om deze arbeidsvraag te vertalen naar permanente welvaartseffecten:

- Allereerst dient te worden bepaald welk deel van deze vraag van buiten de regio zal worden betrokken;
- Vervolgens dient te worden bepaald in welke mate de arbeidsvraag in de regio er toe zal leiden dat er mensen aan het werk raken die voorheen werkloos waren. Er kan immers sprake zijn relatief weinig werkloosheid van het gevraagde type of van verdringing van werkgelegenheid (andere bedrijven komen minder goed aan personeel);
- Tot slot moet worden bepaald hoeveel werknemers van buiten de regio zich permanent gaan vestigen in de regio.

Op basis van bovenstaande overwegingen is het welvaartseffect globaal geraamd. Verondersteld is dat een beperkt deel, te weten 10%, van de directe en indirecte arbeidsvraag daadwerkelijk leidt tot minder werkloosheid in de regio c.q. het permanent aantrekken van werknemers van buiten de regio. Deze extra arbeidsplaatsen zijn vervolgens in de MKBA als welvaartseffect gewaardeerd.

Effecten op klimaat

Een toename in het gebruik van duurzame energie in de regio, met name voor de mobiliteitsbehoefte, zal leiden tot een lagere uitstoot van CO₂ in de regio. Minder uitstoot van broeikasgassen wordt als een positief welvaartseffect gezien, aangezien hiermee het broeikas effect en de daaraan verbonden toekomstige kosten worden tegen gegaan. Als gevolg van het gebruik van duurzaam vervoer treedt in elk van de beleidsscenario's een omvangrijke vermindering op in de uitstoot van CO₂.

Navolgende tabel laat het verschil in uitstoot zien door het verkeer in de Stedendriehoek in 2030, tussen de scenario's en de referentiesituatie. In dat jaar is volledige energieneutraliteit bereikt en is er niet langer sprake van gebruik van fossiele brandstoffen.

Tabel 4.6 Verschil in uitstoot CO₂ door verkeer in de regio Stedendriehoek (in 1000 ton), 2030

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
CO ₂	486	486	486

Deze vermindering is gewaardeerd aan de hand van het kengetal per ton CO₂ dat is gepubliceerd door het Steunpunt Economische Evaluatie van Rijkswaterstaat en ontleend is aan een studie van CE Delft.¹² Dit kengetal is geactualiseerd naar prijspeil 2013; de resulterende waardering bedraagt € 79 per ton CO₂.

Luchtkwaliteit

Naast CO₂ is er door de vermindering van mobiliteit op basis van fossiele brandstoffen eveneens sprake van vermindering van lokale uitstoot van schadelijke emissies als NO_x, SO_x en PM₁₀. De lokale luchtkwaliteit verbetert hierdoor, hetgeen een positief effect heeft op de gezondheid van de direct omwonenden. Onderstaande tabel laat de afname in de uitstoot van de genoemde stoffen zien.

¹² Zie: http://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/economische_evaluatie/steunpunt_economische_evaluatie/index.aspx

Tabel 4.7 Verschil in uitstoot van NO_x, PM¹⁰ en SO₂ door verkeer in de regio Stedendriehoek, in 2030 (in tonnen)

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
NO _x	1552	1552	1552
PM ¹⁰	62	62	62
SO ₂	4	4	4

Dit effect op de gezondheid is gewaardeerd aan de hand van kengetallen voor de waardering van de besparing in termen van tonnen uitstoot. Deze kengetallen zijn eveneens ontleend aan het Steunpunt Economische Evaluatie (SEE) van Rijkswaterstaat.

De door SEE gepubliceerde waarden verschillen al naar gelang de uitstootvermindering plaatsvindt binnen of buiten de bebouwde kom. Om dit effect te kunnen berekenen is aangenomen dat 50% van de uitstoot binnen de bebouwde kom plaatsvindt en 50% buiten de bebouwde kom.

Tabel 4.8 Gehanteerde waarderingskengetallen voor de lagere uitstoot door het verkeer (in € per kg)

	Buiten de bebouwde kom	Binnen de bebouwde kom
NO _x	11	19
SO _x	6	15
PM ¹⁰	111	474

Bron: Ecorys op basis van Rijkswaterstaat, Steunpunt Economische Evaluatie

Zelfvoorziening burgers

Een ander welvaartseffect betreft het gevoel van onafhankelijkheid dat mensen ervaren als ze hun eigen energie opwekken. Alhoewel er bij duurzame en decentrale opwekking minder leveringszekerheid is dan in de conventionele situatie, krijgen consumenten hierdoor wel het gevoel zelfvoorzienend te zijn en grip te hebben op hun eigen energieopwekking. Uit literatuur is bekend dat mensen om bovengenoemde redenen bereid zijn meer voor hun energie te betalen.¹³ Deze hogere betaalbaarheid kan als waardering worden gezien voor dit zelfvoorzieningsgevoel.

Er is momenteel nog geen geaccepteerde methodiek beschikbaar om dit effect in een MKBA mee te nemen. De hogere betaalbaarheid van consumenten geeft echter wel een aanknopingspunt. Uit onderzoek in Duitsland is bekend dat consumenten tijdelijk bereid zijn om een hogere prijs voor duurzaam opgewekte energie te accepteren. Deze bereidheid neemt echter af bij daling van het verschil in kosten van opwekking tussen duurzame en niet-duurzame energie. Vertaling hiervan naar de Nederlandse situatie betekent een hogere betaalbaarheid van €0,042 per kWh in 2014, aflopend naar €0 in 2030.

4.3.2 Niet gemonetariseerde welvaartseffecten

Naast bovenstaande in geldtermen uitgedrukte effecten kunnen nog diverse andere effecten worden verwacht. Deze effecten zijn niet in geldtermen opgenomen in de MKBA, deels omdat de effecten al elders zijn meegenomen, deels omdat kwantificering met de huidige kennis over de specifieke uitwerking van de scenario's nog niet mogelijk is.

Geluidsemissies verkeer

Als gevolg van het vervangen van voertuigen die aangedreven worden door conventionele brandstoffen (en bijbehorende verbrandingsmotor) door voertuigen die worden aangedreven door elektromotoren, is er een daling in de geluidsemissies van het verkeer te verwachten. Met name indien dit optreedt in stedelijk gebied kan er een positief welvaartseffect zijn. Echter, tegelijkertijd

¹³ Rennings, Brohmann, Nentwich, Schleich, Traber, Wüstenhagen (red). Sustainable Energy Consumption in Residential Buildings

wordt geluidsoverlast door verkeer bij lage snelheden vooral veroorzaakt door het contact tussen de banden van de voertuigen en de ondergrond. Met name bij klinkers is het geluid dat hierdoor ontstaat groter dan dat van de verbrandingsmotor.¹⁴ Gegeven deze overwegingen is het op basis van de huidige informatie niet mogelijk om de omvang van de mogelijke vermindering in geluidsbelasting te bepalen.

Overlast windmolens

Decentrale opwekking van energie door windmolens stuit lokaal soms op veel weerstand vanwege de overlast die de windmolens kunnen geven voor omwonenden en vogels. Het gaat dan met name om geluidshinder, slagschaduw, zichthinder en vogelbotsingen, zoals omschreven door CE Delft¹⁵. Deze effecten vertalen zich bijvoorbeeld in waardedaling van woningen.

In de literatuur is echter ook bekend dat de ervaren overlast veel minder is indien bewoners betrokken worden bij de locatiekeuze van de parken. Dit geeft aan dat de omvang van dit als negatief ervaren effect sterk afhangt van de wijze waarop de ruimtelijke planning wordt vorm gegeven: Waar komen de parken? Hoe worden de bewoners bij de planning betrokken?

Daarnaast kan in de ruimtelijke ordening rekening met mogelijke overlast voor omwonenden worden gehouden door deze parken op voldoende afstand van woningen te plaatsen. De overlast die wordt ervaren indien de parken in de buurt van bedrijven worden gepland zal minder groot zijn. In een literatuurstudie voor de gemeente Goeree Overflakkee naar de mogelijke overlast van windmolens voor de recreatie kwam zelfs het beeld naar voren dat er geen eenduidig inzicht is in de richting en omvang van het effect van windmolens op recreatie¹⁶.

Op basis van de momenteel beschikbare informatie over de uitwerking van de scenario's kan in dit stadium geen waarde worden toegekend aan deze potentiële overlast.

Sociaal kapitaal

Een laatste effect betreft de meer sociale en individuele aspecten die samenhangen met het opwekken van duurzame energie. Volgens de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid kan decentrale duurzame stroomproductie in lokale, coöperatieve vorm een bijdrage leveren aan het sociaal kapitaal van een gemeenschap. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om de kwaliteit van sociale relaties, groepslidmaatschap, formele en informele netwerken, gedeelde normen, vertrouwen, wederkerigheid en inzet voor de gemeenschap. Er is momenteel nog geen algemeen geaccepteerde methodiek beschikbaar om dit effect in een kosten-batenanalyse op te nemen.

¹⁴ Bron: SSGM, gebaseerd op een publicatie van de Nederlandse Stichting Geluidshinder

¹⁵ Startnotitie MKBA Windmolenplan Lage Weide, CE Delft, 2012.

¹⁶ Vista, Windenergie Goeree Overflakkee, December 2011

5 Business case

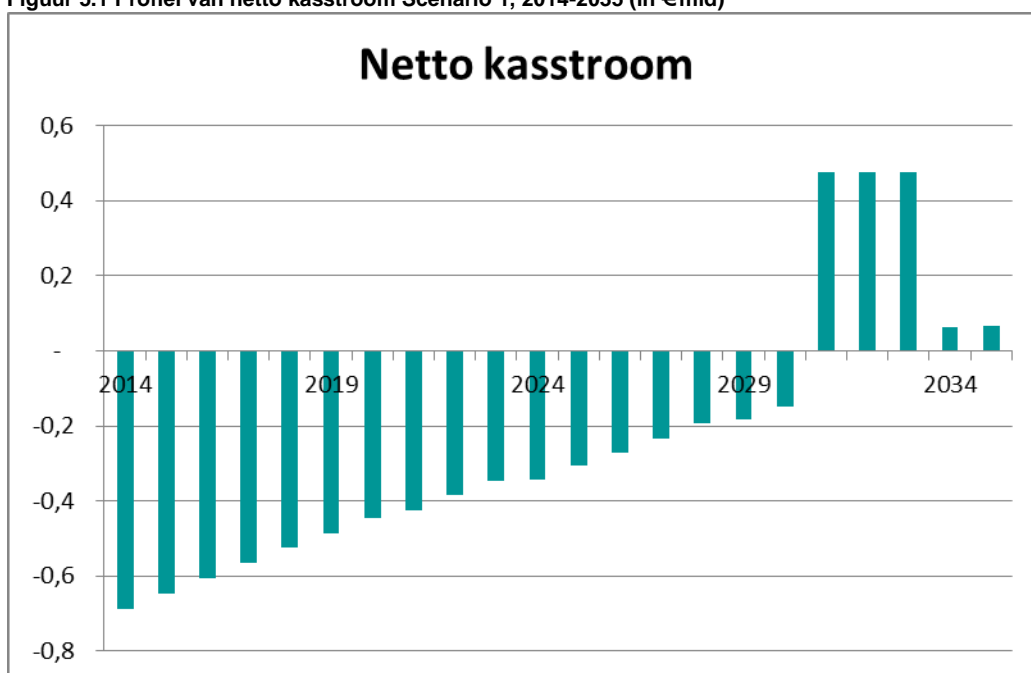
5.1 Resultaten voor de regio

De in het vorige hoofdstuk beschreven kostenposten en besparingen zijn in een kasstroomanalyse geanalyseerd. Daarbij is voor de kosten uitgegaan van een periode van 20 jaar. Gedurende de eerste 17 jaar (2014-2030) wordt elk jaar in de capaciteit geïnvesteerd. Waar relevant zijn na afloop van de technische levensduur herinvesteringen verondersteld.

Tegenover deze baten staan de besparingen van partijen in de regio aan de uitgaven aan energie van buiten de regio.

Navolgende figuur laat de netto kasstroom zien in de genoemde periode voor scenario 1. Uit die figuur wordt het effect duidelijk van de herinvesteringen die vanaf jaar 2034 nodig zijn, waardoor er nog een beperkt netto surplus resteert.

Figuur 5.1 Profiel van netto kasstroom Scenario 1, 2014-2035 (in €mld)



Navolgende tabel geeft de huidige waarde van de investeringen, beheer en onderhoud en besparingen over de 20 jaar-periode. De huidige waarde is daarbij bepaald in het jaar 2014, op basis van een discontovoet van 5,5%.

Tabel 5.1 Uitgaven en besparingen voor de regio in de drie scenario's
(2014-2033; in €mld; contante waarde in 2014; discountvoet 5,5%)

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
UITGAVEN			
(her)Investerings	-8,8	-7,4	-9,7
Beheer en onderhoud	-0,9	-1,1	-1,7
BESPARINGEN			
Aankoop energie van buiten de regio	5,5	5,5	5,2
SALDO	-4,2	-3,1	-6,2

De tabel laat zien dat de besparingen voor de regio niet hoog genoeg zijn om de kosten te dekken. Het saldo van kosten en baten, bij een discountvoet van 5,5%, is negatief. Dit betekent dat het financiële rendement op het totaalpakket in alle scenario's (veel) lager is dan 5,5%. Nadere analyse van de kasstroom leert dat het interne rendement van de investering in elk van de scenario's zelfs negatief is.

Uitsplitsing naar type energiebehoefte

Bovenstaande resultaat betreft de totaalinvestering om te komen tot energieneutraliteit. Voor verschillende onderdelen kan het beeld anders zijn. Tabel 5.2 laat de uitsplitsing zien naar onderdeel van de energiebehoefte. Bij deze uitsplitsing zijn de kosten van opwekking en distributie van elektriciteit naar rato van de (extra) vraag toegerekend.

Tabel 5.2 Uitgaven en besparingen voor de regio in de drie scenario's, naar onderdeel van de energiebehoefte (in €mld.; waarde in 2014; discountvoet 5,5%)

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
WARMTE			
Uitgaven (inclusief elektriciteit voor power-to gas)	-4,0	-3,4	-4,3
Besparingen	+1,7	+1,7	+1,7
Saldo WARMTE	-2,3	-1,7	-2,5
MOBILITEIT			
Uitgaven (inclusief elektriciteit voor elektrisch vervoer en power to gas)	-3,9	-3,4	-4,3
Besparingen	+3,1	+3,1	+3,1
Saldo MOBILITEIT	-0,8	-0,3	-1,2
ELEKTRICITEIT (oorspronkelijke vraag)			
Uitgaven	-1,8	-1,7	-2,8
Besparingen	+0,6	+0,6	+0,4
Saldo ELEKTRICITEIT	-1,2	-1,1	-2,4

De uitsplitsing laat zien dat het grootste deel van het negatieve resultaat wordt veroorzaakt door de uitgaven die nodig zijn voor de warmtetransitie; hier staan relatief lage besparingen tegenover staan.

Het grootste deel van de besparingen op uitgaven ligt bij de mobiliteitsbehoefte. De besparingen zijn weliswaar niet voldoende om de kosten te compenseren, maar de verhouding tussen uitgaven en besparingen is gunstiger dan bij de twee andere onderdelen.

Indien in de oorspronkelijke elektriciteitsbehoefte zou worden voorzien door duurzame opwekking, zijn de uitgaven groter dan de besparingen. Ook voor dit onderdeel wordt een rendement van 5,5% niet gehaald.

5.2 Gevoeligheidsanalyses

Gevoeligheidsanalyses worden gebruikt om de robuustheid van de uitkomsten te testen door te variëren in de aannames. Er zijn verschillende situaties geanalyseerd.

Situaties waaronder kosten en baten in evenwicht zijn

De uitkomsten van de business case laten zien dat in elk van de drie scenario's de financiële kosten substantieel hoger zijn dan de financiële besparingen. Echter, sommige technologieën zijn nog volop in ontwikkeling en voor de toekomst mag een verdere daling van deze kosten worden verwacht. Dit roept de vraag op hoeveel lager de kosten zouden moeten zijn om een situatie te bereiken waarin kosten en baten in evenwicht zijn (bij 5,5%). Dit wordt ook wel een break-even situatie genoemd.

Uit de verhouding tussen kosten en baten blijkt dat de kosten van het totaalpakket van investeringen met 36-54% zouden moeten dalen om tot zo'n situatie te komen. Voor scenario 2 is de benodigde kostendaling het laagst (36%), voor scenario 3 is de benodigde kostendaling het hoogst (54%); voor scenario 1 bedraagt deze 43%.

Een situatie waarin kosten en baten aan elkaar gelijk zijn kan ook worden bereikt indien de energieprijs (fors) hoger zou liggen dan het huidige niveau. Om de break-even situatie te bereiken in scenario 1 is een stijging van de energieprijzen met 77% nodig. Voor scenario 2 en 3 ligt het break-even punt bij een stijging van 56% respectievelijk 119%.

Invloed van subsidieregeling SDE+

In de berekening van de financiële baten is tot nog toe geen rekening gehouden met de subsidieregeling SDE+. Op voorhand is het immers niet mogelijk om vast te stellen of de projecten voor deze regeling zouden worden geaccepteerd.

Voor windmolenparken en zon PV parken kan op dit moment SDE+ subsidie aangevraagd worden. Volgens de meest recente cijfers¹⁷ bedraagt deze subsidie netto €0,035 / kWh voor windmolenparken op land (tot 6 MW) en €0,092 / kWh voor zon PV parken (groter dan 15 kW_p). De totale hoeveelheid toegekende subsidie hangt van meerdere factoren af, waaronder het subsidieplafond. Subsidie voor windmolenparken op land (tot 6 MW) wordt namelijk toegekend in fase 3 en subsidie voor zon PV (groter dan 15 kW_p) wordt pas toegekend in fase 6. Het is daarom mogelijk dat slechts een deel, of helemaal niets, van de aangevraagde subsidie wordt toegekend, omdat het subsidieplafond al in de voorgaande fases is bereikt. Ook is het denkbaar dat de regeling in de toekomst verandert of verdwijnt en dus niet voor de gehele periode in deze vorm beschikbaar is.

Om toch een inschatting te maken wat de SDE+ voor invloed zou kunnen hebben op de uitkomsten van de business case voor de scenario's, is berekend hoeveel SDE+ subsidie in *de meest gunstige situatie* toegekend zou kunnen worden. Hierbij is aangenomen dat de subsidie wordt toegekend voor een looptijd van 15 jaar per project en dat alle windmolenparken maximaal 6 MW groot zijn.

De uitkomsten, gepresenteerd in tabel 5.3, laten zien dat de inkomsten uit hoofde van de SDE+ regeling substantieel kunnen zijn. Ze zijn echter niet hoog genoeg om de business case voor het hele investeringspakket positief te doen worden.

¹⁷ <http://www.energiecentrum.nl/upload/files/Sidebar/overzicht-met-de-basisbedragen-per-technologie-en-de-bijbehorende-fase-voor-de-sde-2014.pdf>

Tabel 5.3 Gevoeligheidsanalyse met SDE+: Uitgaven en besparingen voor de regio in de driescenario's (2014-2033; in €mld; contante waarde in 2014; discontovoet 5,5%)

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
UITGAVEN			
(her)Investerings	-8,8	-7,4	-9,7
Beheer en onderhoud	-0,9	-1,1	-1,7
BESPARINGEN			
Aankoop energie van buiten de regio	5,5	5,5	5,2
Subsidie SDE+	2,1	1,3	2,7
SALDO	-2,1	-1,9	-3,5

Een nadere uitsplitsing naar onderdelen leert dat de investering in windmolenparken of zon PV parken wel een positieve business case heeft, indien verondersteld wordt dat de SDE+ regeling gedurende de gehele periode volledig toepasbaar en toegankelijk is. Deze onderdelen zijn daarmee het meest aantrekkelijk voor private financiering: het rendement op deze investeringen ligt boven 5,5%.

Tabel 5.4 Gevoeligheidsanalyse met SDE+, Scenario 2: Uitgaven en besparingen voor de regio (2014-2033; in €mld; contante waarde in 2014; discontovoet 5,5%)

	Zon PV parken	Wind
UITGAVEN		
(her)Investerings	-1,0	-0,5
Beheer en onderhoud	-0,0	-0,2
BESPARINGEN		
Aankoop energie van buiten de regio	0,3	0,3
Subsidie SDE+	0,8	0,6
SALDO	0,1	0,2

6 Regionale kosten en baten

6.1 Uitkomsten

Navolgende tabel geeft een overzicht van de maatschappelijke kosten en baten voor de regio. Naast de effecten die in de business case zijn gepresenteerd, zijn hierin ook de gekwantificeerde effecten op werkgelegenheid, klimaat en luchtkwaliteit meegenomen.

De tabel laat zien dat de additioneel welvaartsbaten voor de regio niet voldoende zijn om het gat, dat de financiële effecten laten zien, te dichten.

Tabel 6.1 Kosten en baten voor de regio in de drie scenario's
(2014-2033; in € mld; contante waarde in 2014; discontovoet 5,5%)

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
KOSTEN			
(Her)Investerings	-8,8	-7,4	-9,7
Beheer en onderhoud	-0,9	-1,1	-1,7
TOTAAL KOSTEN	-9,7	-8,6	-11,4
BATEN			
Aankoop energie van buiten de regio	5,4	5,4	5,3
Werkgelegenheid	0,1	0,1	0,1
Klimaat en luchtkwaliteit	0,5	0,5	0,5
TOTAAL BATEN	6,1	6,0	5,8
SALDO	-3,6	-2,5	-5,7
Baten/Kosten verhouding	0,6	0,7	0,5

Opvallend is dat de effecten op klimaat en luchtkwaliteit substantieel zijn. Deze komen volledig voort uit de vermindering van uitstoot door het verkeer in de regio, als gevolg van de conversie naar elektrisch rijden c.q. rijden op biogas. De "extra" welvaartsbaten zijn dus met name aan mobiliteit gerelateerd. Navolgende uitsplitsing laat het effect daarvan zien op de kosten en baten van het onderdeel Mobiliteit.

Tabel 6.2 Kosten en baten voor de regio van conversie in mobiliteit in de drie scenario's
(in € mld; waarde in 2014; discontovoet 5,5%)

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
KOSTEN			
Besparingen conventionele brandstoffen	+3,1	+3,1	+3,1
Klimaat en luchtkwaliteit	+0,5	+0,5	+0,5
SALDO	-0,3	+0,2	-0,7

In Scenario 2 ontstaat, door het meenemen van het effect op klimaat en luchtkwaliteit, een positief saldo van kosten en baten op de volledige conversie van de mobiliteitsbehoefte naar duurzame bronnen.

6.2 Gevoeligheidsanalyses

Lagere energiebehoefte

In de bovenstaande analyse is aangenomen dat de energiebehoefte van de Stedendriehoek de komende jaren constant blijft op het niveau van 2012. In een gevoeligheidsanalyse is verkend wat het effect op de uitkomst zou zijn indien deze behoefte in de gehele periode 2014-2030 2% per jaar afneemt. Verondersteld is dat deze besparing ook in de referentiesituatie optreedt.

Navolgende tabel geeft de uitkomsten van deze analyse.

Tabel 6.3 Gevoeligheidsanalyse: Afname energiebehoefte in de hele periode 2% per jaar
Kosten en baten voor de regio in de drie scenario's
 (in €mld; contante waarde in 2014; discontovoet 5,5%);

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
KOSTEN			
(her)Investerings	-7,2	-6,1	-8,2
Beheer en onderhoud	-0,7	-1,0	-1,5
TOTAAL KOSTEN	-7,9	-7,1	-9,6
BATEN			
Aankoop energie van buiten de regio	3,9	3,9	3,7
Werkgelegenheid	0,1	0,1	0,1
Klimaat en luchtkwaliteit	0,5	0,5	0,5
TOTAAL BATEN	4,5	4,4	4,2
SALDO	-3,5	-2,6	-5,4
Baten/Kosten verhouding	0,5	0,6	0,4

Voor alle scenario's betekent een lagere energiebehoefte dat de kosten lager liggen. Ook de baten liggen echter lager. Immers, gebruikers kunnen minder besparen op uitgaven aan niet-duurzame energie. Het saldo van kosten en baten is bij een lagere energiebehoefte wel minder negatief.

Hogere importprijs energie

In een tweede gevoeligheidsanalyse is bekeken wat de uitkomst zou zijn van de MKBA indien de prijzen voor de energie die de regio importeert 25% hoger zouden liggen dan nu aangenomen. Ook in dat geval zou de MKBA voor geen van de scenario's een positief saldo laten zien. Navolgende tabel geeft de resultaten.

Tabel 6.4 Gevoeligheidsanalyse: Energieprijs 25% hoger; Kosten en baten voor de regio in de drie scenario's (in €mld; contante waarde in 2014; discontovoet 5,5%);

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
KOSTEN			
(her)Investerings	-8,8	-7,4	-9,7
Beheer en onderhoud	-0,9	-1,1	-1,7
TOTAAL KOSTEN	-9,7	-8,6	-11,4
BATEN			
Aankoop energie van buiten de regio	6,8	6,8	6,4
Werkgelegenheid	0,1	0,1	0,1
Klimaat en luchtkwaliteit	0,5	0,5	0,5
TOTAAL BATEN	7,4	7,4	7,0
SALDO	-2,2	-1,2	-4,4
Baten/Kosten verhouding	0,8	0,9	0,6

Inclusief waardering voor zelfvoorziening

Een derde gevoeligheidsanalyse betreft het opnemen van de waardering die consumenten hebben voor het zelfvoorzienend zijn in hun elektriciteit opwekking. De contante waarde van dit effect, toegepast op de energieopwekking met zonnepanelen, bedraagt in contante waarde termen minder dan €0,1 mld.

Tabel 6.5 Huidige waarde van uitgaven en besparingen voor de regio in de drie cenario's (2014-2033; in €mld.; contante waarde in 2014; discontovoet 5,5%)

Gevoeligheidsanalyse: inclusief waardering voor zelfvoorziening

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
KOSTEN			
(Her)Investerings	-8,8	-7,4	-9,7
Beheer en onderhoud	-0,9	-1,1	-1,7
TOTAAL KOSTEN	-9,7	-8,6	-11,4
BATEN			
Aankoop energie van buiten de regio	5,5	5,5	5,2
Werkgelegenheid	0,1	0,1	0,1
Klimaat en luchtkwaliteit	0,5	0,5	0,5
Zelfvoorziening	0,1	0,1	0,1
TOTAAL BATEN	6,2	6,1	5,8
SALDO	-3,5	-2,5	-5,6
Baten/Kosten verhouding	0,6	0,7	0,5

Lagere discontovoet

Tot slot is verkend wat de invloed op de uitkomsten is indien een lagere discontovoet wordt gehanteerd. Deze analyse reflecteert een situatie dat de regio genoeg neemt met een lager rendement op de investering in energieneutraliteit, van 2,5%.

Tabel 6.6 Gevoeligheidsanalyse: Discontovoet 2,5% ; Kosten en baten voor de regio in de drie cenario's (2014-2033; in € mld; contante waarde in 2014; discontovoet 5,5%)

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
KOSTEN			
(Her)Investerings	-11,0	-9,2	-12,0
Beheer en onderhoud	-1,2	-1,6	-2,4
TOTAAL KOSTEN	-12,2	-10,8	-14,4
BATEN			
Aankoop energie van buiten de regio	7,7	7,7	7,3
Werkgelegenheid	0,1	0,1	0,1
Klimaat en luchtkwaliteit	0,7	0,7	0,5
TOTAAL BATEN	8,5	8,4	8,0
SALDO	-3,7	-2,4	-6,4
Baten/Kosten verhouding	0,7	0,8	0,6

De uitkomsten van deze gevoeligheidsanalyse laten zien dat ook bij een substantieel lagere discontovoet het saldo van baten en kosten negatief is. De baten/kosten-verhouding is wel iets beter. De uitkomsten geven aan dat het maatschappelijk rendement van de totaalinvestering lager is dan 2,5%.

Geraadpleegde bronnen

- Advies Werkgroep Actualisatie Discontovoet (2007), <https://zoek.officielebekendmakingen.kst-29352-3.pdf>
- Alliander (2013), *Energietransitie in de Stedendriehoek – Deel I: Technische toets*
- Bureau Waardenburg (2013), *Ecologische verkenning windplan Goeree-Overflakkee*
- CE Delft (2012) *Maatschappelijke kosten en baten van Intelligente Netten*
- CE Delft (2012), *Startnotitie MKBA Windmolenplan Lage Weide*
- CE Delft (2001), *Benzine, diesel en LPG: balanceren tussen milieu en economie.*
- CPB (2013), *KBA Structuurvisie 6000 MW windenergie op land*
- CPB (2013), *KBA Structuurvisie 6000 MW windenergie op land, Achtergronddocument*
- ECN (2013), *De effecten van het energiebeleid van de provincie Overijssel*
- Ecorys (2013), *Banen en economische waarde van 16% duurzame energie in 2020 in Nederland*
- KWA Bedrijfsadviseurs, (2011) *Toekomstverkenning inzet zon-PV, zonthermie en inkoop van duurzame energie in de Vleessector*
- PBL en ECN (2012), *Referentieraming energie en emissies, actualisatie 2012*
- PBL (2013), *Duitse Energiewende, Inspiratie voor Nederland?*
- Rennings, Brohmann, Nentwich, Schleich, Traber, Wüstenhagen (red). *Sustainable Energy Consumption in Residential Buildings*
- Senter Novem, (2009) *Participatie in windenergieprojecten*
- Rijkswaterstaat, Steunpunt Economische Evaluatie, (2010) *Kader KBA bij MIRT Verkenningen*
http://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/economische_evaluatie/steunpunt_economische_evaluatie/index.aspx
- Vista (2011), *Windenergie Goeree Overflakkee*
- VNG (2013), *Lokaal energiek, Decentraal duurzame elektriciteit.*
- <http://www.energiecentrum.nl/upload/files/Sidebar/overzicht-met-de-basisbedragen-per-technologie-en-de-bijbehorende-fase-voor-de-sde-2014.pdf>

Bijlage 1: Aannamen berekeningen

Energievraag en geïnstalleerd vermogen

Algemene aannamen

De energievrage, opgesplitst in een warmtevraag, mobiliteitsvraag en elektriciteitsvraag voor de periode 2014-2030 is gebaseerd op de actualisatie van het Technisch Rapport van Alliander. Omdat het Technisch Rapport de aanname heeft gemaakt dat deze vraag over de tijd gelijk blijft, is deze aanname overgenomen in dit rapport.

Voor de huidige hoeveelheid van het geïmplementeerde vermogen van energie producerende of energie omzettende technologieën worden de getallen aangehouden die in de actualisatie van het Technisch Rapport zijn bepaald. Omdat in deze actualisatie het jaar 2012 in de meeste gevallen als uitgangspunt is genomen om de 'huidige' stand van zaken te bepalen, hebben wij deze getallen overgenomen voor het basisjaar 2013. Dit betekent dat 2014 wordt gezien als startjaar voor de investeringen, en het jaar 2030 het eind jaar is, waarop de Stedendriehoek energieneutraal zal zijn.

De hoeveelheid geïmplementeerd vermogen van de technologieën die actief worden ingezet in de drie transitie scenario's is gebaseerd op de getallen die in het Technisch Rapport zijn bepaald onder het 'Technisch Potentieel' scenario. Alhoewel deze getallen zijn bepaald voor het jaar 2040 en deze studie maar tot 2030 reikt, is verondersteld dat het technisch potentieel in 2030 kan worden bereikt.

De referentiesituatie in deze studie is gebaseerd op het geactualiseerde 'Business As Usual' scenario van het Technisch Rapport van Alliander.

Binnen de vier scenario's (het BAU-scenario plus de drie transitie scenario's) zal de inzet van sommige energie producerende of omzettende technologieën over verloop van tijd afnemen dan wel toenemen. De aanname die is gemaakt is dat deze processen lineair verlopen. Deze aanname is gebaseerd op een rapport van CE Delft¹⁸.

Warmte

In de warmtebehoefte kan voorzien worden door middel van de inzet van verschillende technologieën. In dit rapport onderscheiden we opwek doormiddel van: conventioneel (aardgas), zon thermisch (zonneboilers), restwarmte, warmtepompen, en power-to-gas.

Conventioneel (aardgas)

Het uitgangspunt van de drie transitie scenario's is dat aardgas in 2030 niet meer gebruikt zal worden. Daarom loopt de inzet van aardgas in de periode 2014-2030 terug naar 0 TJ.

In het BAU-scenario is dit niet het geval, en zal aardgas ingezet blijven worden naast de inzet van zonneboilers, restwarmte en warmtepompen.

Zon thermisch (zonneboilers)

Zonneboilers worden ingezet in alle drie de transitie scenario's, en wel tot het vermogen dat in het Technisch Rapport is bepaald als het maximale technisch potentieel. Dit betekent dat de inzet van zonneboilers in de periode 2014-2030 toeneemt van de hoeveelheid TJ die op dit moment (2013) al geïmplementeerd is in de Stedendriehoek, tot het maximale technisch potentieel in 2030.

¹⁸ CE Delft (2012) Maatschappelijke kosten en baten van Intelligente Netten

In de referentiesituatie wordt uitgegaan van het geüpdatete 'Business As Usual' scenario van het Technisch Rapport.

Restwarmte

Restwarmte wordt ingezet in transitie scenario's, en wel tot het vermogen dat in het Technisch Rapport is bepaald als het maximale technisch potentieel. Dit betekent dat de inzet van restwarmte in de periode 2014-2030 toeneemt van de hoeveelheid TJ die op dit moment (2013) al geïmplementeerd is in de Stedendriehoek, tot het maximale technisch potentieel in 2030.

In de referentiesituatie wordt uitgegaan van het geüpdatete 'Business As Usual' scenario van het Technisch Rapport.

Warmtepompen

Warmtepompen worden ingezet in alle drie de transitie scenario's, en wel tot het benodigde vermogen. Dit betekent dat de inzet van warmtepompen in de periode 2014-2030 toeneemt van de hoeveelheid TJ die op dit moment (2013) al geïmplementeerd is in de Stedendriehoek, tot het maximaal benodigde in 2030.

In de referentiesituatie wordt uitgegaan van het geüpdatete 'Business As Usual' scenario dat Alliander in aanvulling op het Technisch Rapport heeft berekend en aangeleverd.

Power-to-gas (CH₄)

Om aan de hoogwaardige warmtevraag te kunnen voldoen zonder de inzet van conventioneel aardgas, wordt dit vermogen geleverd door middel van power-to-gas technologie. In het BAU-scenario wordt deze techniek niet ingezet, omdat in dit scenario nog gebruik zal worden gemaakt van aardgas.

Mobiliteit

In de mobiliteitsbehoefte kan voorzien worden door middel van de inzet van conventionele brandstoffen (zoals benzine en diesel), biogas en elektriciteit. Daarnaast zal de power-to-gas technologie ingezet worden

Conventioneel (benzine en diesel)

Het uitgangspunt van de drie transitie scenario's is dat conventionele brandstoffen zoals benzine en diesel in 2030 niet meer gebruikt zullen worden. Daarom loopt de inzet hiervan terug naar 0 TJ in de periode 2014-2030.

In het BAU-scenario is dit niet het geval, en zullen conventionele brandstoffen ingezet blijven worden naast biogas en elektriciteit.

Elektriciteit

Om aan het uitgangspunt (geen gebruik van conventionele brandstoffen in 2030) van de drie transitie scenario's te kunnen voldoen, gaan wij er van uit dat de volledige mobiliteitsvraag van licht vervoer geëlektrificeerd zal worden.

In het BAU-scenario is aangenomen dat 'slechts' 14,4% van de mobiliteitsvraag van licht vervoer geëlektrificeerd zal zijn in 2030.

Biogas

Biogas wordt ingezet in transitie scenario's om in de mobiliteitsbehoefte van het zware vervoer te kunnen voorzien, en wel tot het vermogen dat in het Technisch Rapport is bepaald als het maximale technisch potentieel. Dit betekent dat de inzet van biogas in de periode 2014-2030 toeneemt van de hoeveelheid TJ die op dit moment (2013) al geïmplementeerd is in de Stedendriehoek, tot het maximale technisch potentieel in 2030.

In de referentiesituatie wordt uitgegaan van het geüpdatete 'Business As Usual' scenario. Omdat dit gelijk is aan het maximale technisch potentieel, vallen alle waarden uit de transitie scenario's weg tegen het referentiescenario.

Power-to-gas (CH₄)

Omdat de beschikbare capaciteit van biogas niet voldoende is om in de volledige mobiliteitsbehoefte van het zware vervoer te kunnen voorzien, zal het overige deel worden ingevuld met behulp van power-to-gas. Dit geldt voor alle drie de transitie scenario's. In het BAU-scenario wordt deze technologie niet ingezet, omdat het zware vervoer in dit scenario gebruik zal maken van conventionele brandstoffen.

Elektriciteit

De elektriciteitsvraag bestaat uit meerdere componenten. De eerste is de vraag zoals gespecificeerd in het Technisch Rapport. Daarnaast ontstaat een 'extra' elektriciteitsvraag vanwege de elektrificatie van de mobiliteitsbehoefte, het toepassen van warmtepompen, het omzetten van elektriciteit naar gas en verliezen bij elektriciteitsopslag.

In de elektriciteitsbehoefte kan voorzien worden door middel van de inzet van conventionele technologieën (zoals gas-, kolengestookte centrales), photovoltaïsche (PV) panelen en windmolens. Overige mogelijkheden worden in deze studie niet meegenomen, met uitzondering van de al bestaande productiecapaciteit d.m.v. water. Er wordt aangenomen dat deze capaciteit niet veranderd over de jaren.

Conventioneel (gas- en kolencentrales)

Het uitgangspunt van de drie transitie scenario's is dat de elektriciteitsbehoefte van de Stedendriehoek in 2030 niet meer opgewekt zal worden d.m.v. conventionele technieken, maar enkel met behulp van zonnepanelen en windmolens. Daarom loopt de inzet van conventionele technieken terug naar 4 TJ in de periode 2014-2030, waarbij de 4 TJ de huidige geïnstalleerde hoeveelheid water betreft.

In het BAU-scenario is dit niet het geval, en zullen conventionele centrales ingezet blijven worden naast de inzet van zonnepanelen en windmolens.

Zon PV panelen

Zon PV panelen worden ingezet in alle drie de transitie scenario's. In scenario 1 wordt de elektriciteitsbehoefte bijna volledig ingevuld met behulp van zon PV panelen. Dit betekent dat de inzet van zonnepanelen in de periode 2014-2030 toeneemt van de hoeveelheid TJ die op dit moment (2013) al geïmplementeerd is in de Stedendriehoek, tot het vermogen dat nodig is om aan de elektriciteitsvraag te voldoen, minus de geïnstalleerde capaciteit aan windmolens die volgens het BAU scenario geïnstalleerd zullen zijn. In scenario's 2 en 3 is er voor gekozen de elektriciteitsbehoefte voor de helft in te vullen met zon PV panelen (en voor de andere helft met windmolens).

In de referentiesituatie wordt uitgegaan van het 'Business As Usual' scenario van het Technisch Rapport.

Windmolens

Windmolens worden actief ingezet in transitie scenario's 2 en 3, waarbij in de helft van de elektriciteitsbehoefte zal worden voorzien d.m.v. windmolens. In scenario 1 worden ze niet actief ingezet en gaan we er dus vanuit dat het geïnstalleerde vermogen zal doorgroeien zoals in het BAU scenario. Hetzelfde geldt voor het BAU-scenario.

Bijlage 2: Gebruikte kengetallen en aannames

Basisgegevens en uitgangspunten Stedendriehoek

Tabel B.1 Basisgegevens en uitgangspunten Stedendriehoek situatie 2012, 2030 BAU en 2030 Technisch Potentieel

Basisgegevens Stedendriehoek	2012 Basisjaar	2030 BAU	2030 Technisch Potentieel
Inwoners	410.000		
Huishoudens	172.780		
Bedrijven	22.000		
Personenauto's	220.000		
Gereden kilometers licht vervoer	2.611.450.000		
Energievraag (TJ)	35.273	35.273	35.273
Elektra (particulier)	1.655	1.655	1.655
Elektra (zakelijk)	6.202	6.202	6.202
Warmte (p)	6.856	6.856	6.856
Warmte (z)	9.241	9.241	9.241
Brandstof mobiliteit	11.318	11.318	11.318
Totaal	35.272	35.272	35.272
Opwek groen regio (TJ)	387	2.925	79.542
Zon PV	25	1.049	23.416
Zon Thermisch	38	135	643
Wind	37	267	50.974
Biomassa	160	160	160
Restwarmte	126	349	2.125
Warmtepompen	177		
Water	-	4	7
Biogas	262	962	962

Bron: Technisch Potentieel getallen gebaseerd op Alliander (2013) Energietransitie in de Stedendriehoek – Deel I: Technische toets, waarbij de aanname is gemaakt dat de getallen in dit rapport die voor 2040 gelden ook voor 2030 van toepassing zijn. De 2012 en 2030 BAU getallen zijn gebaseerd op geüpdatate informatie van Alliander.

Aannames technologieën

In onderstaande tabel staan bijna alle investeringskosten vermeldt in €/ MWh / jaar, waarbij dit gelezen moet worden als de kosten die gemaakt worden om per jaar 1 MWh op te kunnen wekken. Het betreft dus niet een jaarlijkse investering, maar een eenmalige investering die, zolang de levensduur van de technologie strekt, jaarlijks 1 MWh zal opwekken.

	Waarde	Eenheid	Opmerking	Bron
Wind				
Investeringskosten	1.430.000	€/ MW	Incl. turbine, toegangsweg, fundering, vergunning, project ontwikkeling, netaansluiting	Alliander
Verzwarend netwerk	11.000	€/ MW		Alliander
Totaal investering	1.430.000	€/ MW		Alliander
	715	€/ MWh / jaar		Alliander
Grond	14.000	€/ MW / jaar		Alliander
Onderhoud & exploitatie	22.000	€/ MWh / jaar		Alliander
Netkosten	11.000	€/ MW / jaar		Alliander
Totaal jaarlijkse kosten	24	€/ MWh / jaar		Alliander
Vollasturen	2.000	uur / jaar		Alliander
Levensduur	20	jaar		Alliander
Zon PV				
Factor	1000	MWh/MWp/jaar		Alliander
ZON PARK				
Vollasturen	1000	per jaar		Alliander
Totaal investering	1.266	€/ MWh / jaar		Alliander
Totaal jaarlijkse kosten	8	€/ MWh / jaar		Alliander
Levensduur	20	jaar		Alliander
ZON OP DAK				
Vollasturen	1000	per jaar		Alliander
Totaal investering	1.580	€/ MWh / jaar		Alliander
Totaal jaarlijkse kosten	0	€/ MWh / jaar		Alliander
Levensduur	25	jaar		Alliander
Levensduur omvormer	10	Jaar		Alliander
Warmtepompen				
Warmteverbruik huis	48	GJ / jaar		Alliander
	13,33	MWh / jaar		
Investeringskosten pomp	5.500	€/ woning		Alliander
Investeringskosten totaal	11.500	€/ woning		Alliander
Investeringskosten totaal	863	€/ MWh / jaar		
Herinvesteringkosten pomp	206	€/ MWh / jaar	Bedragen de helft van investeringskosten pomp per 10 jaar	Alliander
Jaarlijkse kosten	173	€/ jaar / woning		Alliander
Jaarlijkse kosten	13	€/ MWh / jaar	is 1,5% van I	

	Waarde	Eenheid	Opmerking	Bron
Levensduur warmtepomp	10	jaar		Alliander
Levensduur bron	30	jaar		Alliander
Restwarmte				
Investeringskosten	3.500	€/ woning		Liandon
collectieve installaties	263	€/ MWh / jaar		Liandon
Investeringskosten	3.639	€/ woning		Liandon
leidingnet	273	€/ MWh / jaar		Liandon
Investeringskosten totaal	535	€/ MWh / jaar		Liandon
Beheer & onderhoud				
(installaties)	3,5%	van I		Alliander
	9,2	€/ MWh / jaar		Alliander
(leidingen)	1%	van I		Alliander
	2,7	€/ MWh / jaar		Alliander
Totaal jaarlijkse kosten	12	€/ MWh / jaar		Alliander
Levensduur installaties	30	jaar		Alliander
Levensduur leidingnet	50	jaar		Alliander
Power-to-gas H₂ (opslag, alleen scenario 3)				
Jaarlijkse kosten	5	€/ MWh / jaar	Is 4% van I	Alliander
Benodigd vermogen P2G	2.990	MW		Alliander
Benodigd vermogen G2G	1.286	MW		Alliander
Kosten P2G	315.000	€/ MW		Alliander
Kosten G2P	600.000	€/ MW		Alliander
Levensduur installatie e->g	15	jaar		Alliander
Levensduur installatie g->e	15	jaar		Alliander
Power-to-gas CH₄ (warmte + vervoer)				
Vollasturen	8.000	uur		Alliander
Investeringskosten	1.050.000	€/ MW		Alliander
	131	€/ MWh / jaar		Alliander
Jaarlijkse kosten	5	€/ MWh / jaar	Is 4% van I	Alliander
Levensduur	15	jaar		Alliander
Elektrisch vervoer 3x25A openbare laadpaal				
Investeringskosten	1.500	€/ laadpunt		Alliander
Aansluitkosten netwerk	784	€/ laadpunt		Alliander
Laadpaal plaatsen	838	€/ laadpunt		Alliander
Totaal investeringen	3.122	€/ laadpunt		Alliander
Jaarlijkse netwerkkosten	213	€/ laadpunt / jaar		Alliander
Beheer & onderhoud (vast+variabel)	400	€/ laadpunt / jaar		Alliander
Totaal jaarlijkse kosten	613	€/ laadpunt / jaar		Alliander
Levensduur laadpaal	7	jaar		Alliander
Elektrisch vervoer 3x16A prive laadpunt				
Investeringskosten	750	€/ laadpunt		Alliander
Aansluitkosten netwerk	700	€/ laadpunt		Alliander
Laadpaal plaatsen	-	€/ laadpunt		Alliander

	Waarde	Eenheid	Opmerking	Bron
totaal investeringen	1.450	€/ laadpunt		Alliander
Jaarlijkse netwerk kosten	-	€/ laadpunt	laadpaal wordt aangesloten achter bestaande aansluiting	Alliander
Beheer & onderhoud (vast+variabel)	40	€/ laadpunt / jaar	4% vd investering per jaar	Alliander
Totaal jaarlijkse kosten	40	€/ laadpunt / jaar		Alliander
Levensduur laadpaal	15	jaar		Alliander
Elektrische auto				
Investeringskosten	10.000	€/ auto	meerkosten t.o.v. conventionele auto	Ecorys/Alliander
CV ketel				
Investeringskosten	1.880	€/ ketel		Eigen huis
Investeringskosten particulier	141	€/ MWh / jaar		
Investeringskosten zakelijk	106	€/ MWh / jaar	Aanname = huishouden * 0,75	
Investeringskosten	121	€/ MWh / jaar		
Jaarlijkse kosten	1	€/ MWh / jaar	Is 1% van I	
Levensduur	20	jaar		Alliander
Aanpassingen netwerk				
Scenario 1				
Kosten uitbreiding netwerk	110.000	€/ MW		Alliander
Totale investeringskosten	524.964.000	€		Alliander
Jaarlijkse kosten	5.249.640	€/ MWh / jaar	Is 1% van I	Alliander
Levensduur	40	jaar		Alliander
Scenario 2				
Kosten uitbreiding netwerk	110.000	€/ MW		Alliander
Totale investeringskosten	227.480.000	€		Alliander
Jaarlijkse kosten	2.274.800	€/ MWh / jaar	Is 1% van I	Alliander
Levensduur	40	jaar		Alliander
Scenario 3				
Kosten uitbreiding netwerk	110.000	€/ MW		Alliander
Totale investeringskosten	304.700.000	€		Alliander
Jaarlijkse kosten	3.047.000	€/ MWh / jaar	Is 1% van I	Alliander
Levensduur	40	jaar		Alliander

Uitgangspunten berekeningen

- In scenario's waar een technologie niet actief is opgenomen, is aangenomen dat het geleverd vermogen zal doorgroeien zoals in het BAU scenario van het technisch rapport;
- Power-to-gas is ingezet om aan de hoogwaardige warmtevraag te kunnen voldoen. Deze bedraagt 20% van de zakelijke warmtevraag. Verder wordt power-to-gas ingezet om aan de mobiliteitsvraag zwaar vervoer te kunnen voldoen, omdat wordt aangenomen dat deze behoefte niet door middel van elektrische voertuigen kan worden voldaan.

Tabel B.2 Aannames en uitgangspunten bij de berekeningen

Item	Jaar	Waarde	Eenheid	Aanname / Bron
Warmte				
Conventioneel geleverd vermogen	2012	15.756	TJ	Alliander
	2030	0	TJ	Uitgangspunt
Restwarmte (scenario 1, 2 en 3)	2012	126	TJ	Alliander
	2030	22%	van input power to CH ₄	Alliander
	2030	40%	van geproduceerde hoogwaardige warmte	Alliander
Restwarmte (BAU-scenario)	2012	126	TJ	Alliander
	2030	349	TJ	Alliander
Warmtepompen (scenario 1, 2 en 3)	2012	177	TJ	Alliander
	2030	X	TJ	X = warmtevraag - zon thermisch - restwarmte - P2G - conventioneel
Warmtepompen (BAU-scenario)	2012	177	TJ	Alliander
	2030	477	TJ	Alliander
Power-to-gas CH ₄ (scenario 1, 2 en 3)	2012	0	TJ	Alliander
	2030	X	TJ	X = hoogwaardige warmtevraag
Power-to-gas CH ₄ (BAU-scenario)	2012	0	TJ	Alliander
	2030	0	TJ	Alliander
Zon Thermisch (scenario 1, 2 en 3)	2012	38	TJ	Alliander
	2030	643	TJ	Alliander
Zon Thermisch (BAU-scenario)	2012	38	TJ	Alliander
	2030	135	TJ	Alliander
Laagwaardige warmtevraag (alle scenario's)	2012	80%	van de zakelijke warmtevraag	Alliander
	2030	80%	van de zakelijke warmtevraag	Alliander
Hoogwaardige warmtevraag (alle scenario's)	2012	20%	van de zakelijke warmtevraag	Alliander
	2030	20%	van de zakelijke warmtevraag	Alliander

Item	Jaar	Waarde	Eenheid	Aanname / Bron
Mobiliteit				
Mobiliteitsvraag licht vervoer (BAU-scenario)	2012	7.834	TJ	Benzine+dieselvebruik teruggerekend naar energiewaarde brandstoffen (=2.611,45 mln km * 3 MJ/km)
	2030	6.977	TJ	Elektriciteitsinput (=2.611,45 mln km * 14,4% elektrisch * 0,72 MJ/km) + Brandstofinput (=2.611,45 mln km * (1-14,4%) * 3 MJ/km)
Mobiliteitsvraag licht vervoer (scenario 1, 2 en 3)	2012	7.834	TJ	Benzine+dieselvebruik teruggerekend naar energiewaarde brandstoffen (=2.611,45 mln km * 3 MJ/km)
	2030	1.880	TJ	Benzine+dieselvebruik teruggerekend naar energiewaarde brandstoffen (=2.611,45 mln km * 3 MJ/km)
Conventioneel geleverd vermogen	2012	11.318	TJ	Alliander
	2030	0	TJ	Uitgangspunt
Biogas (scenario 1, 2 en 3)	2012	262	TJ	Alliander
	2030	962	TJ	Alliander
Biogas (BAU-scenario)	2012	262	TJ	Alliander
	2030	962	TJ	Alliander
EV (BAU-scenario)	2012	0	TJ	Aanname
	2030	14,4%	van mobiliteitsvraag licht vervoer	Alliander
	2030	271	TJ	Alliander
EV (scenario 1, 2 en 3)	2012	0	TJ	Aanname
	2030	1.880	TJ	= mobiliteitsvraag licht vervoer
Laadpaal privé (BAU-scenario)	2012	0	Aantal	Aanname
	2030	7%	privé laadpalen	Alliander
	2030	16.474	van de personenauto's	Alliander
Laadpaal privé (scenario 1, 2 en 3)	2012	0	Aantal	Aanname
	2030	52%	van de personenauto's	Alliander
	2030	114.400	Aantal	Alliander
laadpaal publiek (BAU-scenario)	2012	0	Aantal	Aanname
	2030	7%	Van de personenauto's	Alliander
	2030	15.206	Aantal	Alliander
Laadpaal publiek (scenario 1, 2 en 3)	2012	0	Aantal	Aanname
	2030	48%	van de personenauto's	Alliander
	2030	105.600	Aantal publieke oplaadpalen in de stedendriehoek	Alliander

Item	Jaar	Waarde	Eenheid	Aanname / Bron
Power to gas (CH ₄) (voor zwaar vervoer) (scenario 1, 2 en 3)	2012	-	TJ	Alliander
	2030	X	TJ	X = mobiliteitsvraag zwaar vervoer - inzet biogas
Power to gas (CH ₄) (voor zwaar vervoer) (BAU-scenario)	2012	-	TJ	Alliander
	2030	-	TJ	Alliander
Elektriciteit				
Conventioneel geleverd vermogen (Incl. water) (BAU-scenario)	2012	7.794	TJ	Alliander
	2030	X	TJ	X = elektriciteitsvraag – zon PV - wind
Conventioneel geleverd vermogen (Incl. water) (scenario 1, 2 en 3)	2012	7.794	TJ	Alliander
	2030	4	TJ	Uitgangspunt (alleen water)
Elektriciteitsvraag warmtepomp (alle scenario's)		4	COP	Alliander
	2030	X	TJ	X = inzet warmtepomp / COP
Elektriciteitsvraag power-to-gas CH ₄ (alle scenario's)		0,56	Efficiëntie	Alliander
	2030	X	TJ	X = inzet power-to-gas / efficiëntie
Elektriciteitsvraag opslag (alle scenario's)		0,56	Efficiëntie	Alliander (van elektriciteit naar gas naar elektriciteit)
		67%	Deel zon PV+wind direct geleverd	Alliander
		33%	Deel zon PV+wind niet direct geleverd	Alliander
	2012	X	TJ	X = deel zon PV+wind niet direct geleverd * geleverd vermogen zon PV en wind * ((1 / efficiëntie) – 1)
	2030	X	TJ	X = deel zon PV+wind niet direct geleverd * geleverd vermogen zon PV en wind * ((1 / efficiëntie) – 1)
Wind (BAU-scenario, scenario 1)	2012	37	TJ	Alliander
	2030	267	TJ	Alliander
Wind (scenario 2 en 3)	2012	37	TJ	Alliander
	2030	X	TJ	X = (Elektriciteitsvraag totaal – conventioneel) / 2
Zon PV (scenario 1)	2012	25	TJ	Alliander
	2030	X	TJ	X = Elektriciteitsvraag totaal - conventioneel - wind {met een max van het technisch potentieel}
	2030	82%	van de panelen in park	Alliander (1-potentieel dak)
	2030	18%	van de panelen op dak	Alliander (maximum potentieel dak =4.613TJ)
Zon PV (scenario 2)	2012	25	TJ	Alliander
	2030	X	TJ	X = (Elektriciteitsvraag totaal - conventioneel) / 2 {met een max van het technisch potentieel}

Item	Jaar	Waarde	Eenheid	Aanname / Bron
	2030	65%	van de panelen in park	Alliander (1-potentieel dak)
	2030	35%	van de panelen op dak	Alliander (maximum potentieel dak =4.613TJ)
Zon PV (scenario 3)	2012	25	TJ	Alliander
	2030	X	TJ	X = (Elektriciteitsvraag totaal - conventioneel) / 2 {met een max van het technisch potentieel}
	2030	72%	van de panelen in park	Alliander (1-potentieel dak)
	2030	28%	van de panelen op dak	Alliander (maximum potentieel dak =4.613TJ)
Zon PV (BAU-scenario)	2012	25	TJ	Alliander
	2030	1.049	TJ	Alliander
	2030	0%	van de panelen in park	Alliander (1-potentieel dak)
	2030	100%	van de panelen op dak	Alliander (maximum potentieel dak =4.613TJ)
Netwerk infrastructuur uitbreiding (scenario 1)	2030	4.772	MW	Alliander
Netwerk infrastructuur uitbreiding (scenario 2)	2030	2.068	MW	Alliander
Netwerk infrastructuur uitbreiding (scenario 3)	2030	2.770	MW	Alliander
Netwerk infrastructuur uitbreiding (BAU-scenario)	2030	0	MW	Alliander



Postbus 4175
3006 AD Rotterdam
Nederland

Watermanweg 44
3067 GG Rotterdam
Nederland

T 010 453 88 00
F 010 453 07 68
E netherlands@ecorys.com

W www.ecorys.nl

Sound analysis, inspiring ideas