

Milieu-Effect Rapport
deelstudies

STRUCTUURPLAN
Noordrand II en III
MER-deelstudie energie

**REGIONAAL STRUCTUURPLAN
Noordrand II en III**

**Milieu Effect Rapport
DEELSTUDIE ENERGIE**

Inhoudsopgave

1. Inleiding en doel	7
2. Werkwijze	8
3. Energievraag	9
3.1. Inleiding	9
3.2. Energieparameters	9
3.3. Energievraag	11
4. Energievoorziening	13
4.1 Inleiding	13
4.2 Energiebronnen	13
4.3 Scenario's voor de energievoorziening	14
4.3.1 Inleiding	14
4.3.2 Scenario I: Traditioneel	14
4.3.3 Scenario II: WKC + (individuele) bijstook	15
4.3.4 Scenario III: WKC	15
4.3.5 Scenario IV: WKC + CO ₂ -levering glastuinbouw	16
5. Conclusies	17
Bijlagen	19
Bijlage 1: Beslisboom	19
Bijlage 2: Berekening energievraag bij verschillende verhoudingen egw/mgw	21
Bijlage 3: Berekening invloed oriëntatie	25

1 Inleiding en doel

In het kader van de voorbereiding van een structuurplan annex MER voor de VINEX-locatie Noordrand II en III heeft het Ingenieursbureau Milieu van Gemeentewerken Rotterdam in opdracht van de Stadsregio Rotterdam een energiestudie uitgevoerd.

In deze studie is onderzoek verricht naar het te verwachten energiegebruik, de wijze van energievoorziening en de te verwachten milieueffecten ten gevolge van de voorgenomen activiteit, i.c. de realisatie van de VINEX-locatie Noordrand II en III (i.c. ca. 12.000 woningen en 80 à 100 ha. bedrijventerrein).

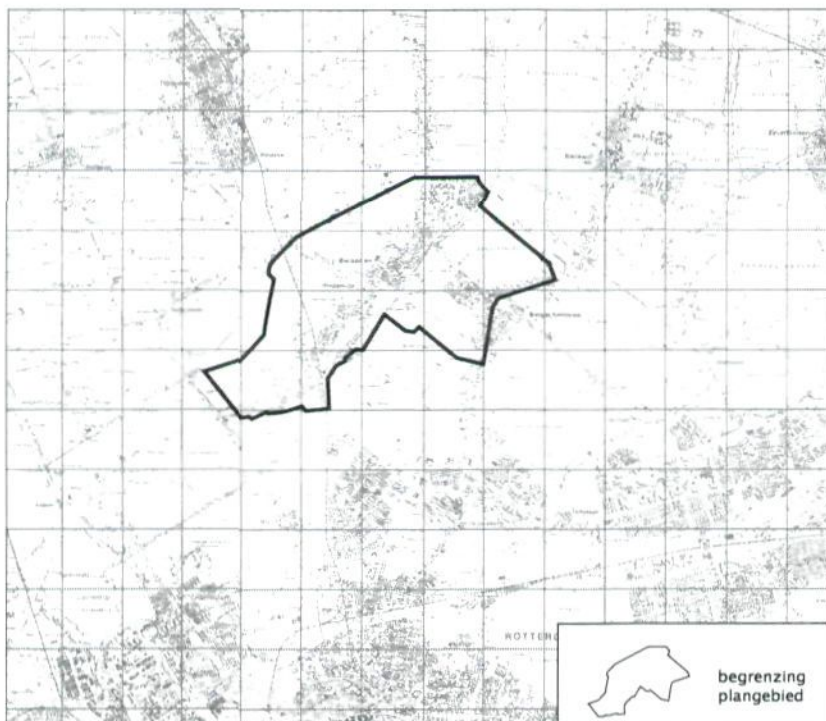
Figuur 1 geeft een overzicht van het plan- en studiegebied voor het structuurplan/MER.

In het kader van het Structuurplan/MER is het zeer wenselijk een studie uit te voeren naar de energiebehoefte van (ontwerpvarianten voor) de bouwlocaties en de mogelijkheden om de energiebehoefte zo laag mogelijk te houden. Nagegaan dient te worden welke vormen van energievoorziening, waaronder afstandsverwarming, decentrale warmtekrachtkoppeling en duurzame energiebronnen, op de meest efficiënte wijze kunnen worden ingezet.

Met deze studie wordt bovendien aangesloten op het landelijke beleid zoals verwoord in het NMP2 ²⁾, de Derde Energienota ³⁾ en het Plan van Aanpak Duurzaam Bouwen ⁴⁾. Voor het thema energie wordt in het NMP2 de volgende taakstelling geformuleerd: in het jaar 2000 dient een reductie van de CO₂-uitstoot van tenminste 3% bereikt te zijn ten opzichte van de uitstoot in 1989/90. In de Derde Energienota wordt ingeschat dat in het jaar 2020 ca. 10% van de benodigde energie geleverd wordt door duurzame energiebronnen, zoals wind en zon. Ook wordt er in de energienota van uit gegaan dat in de periode 1995 - 2020 een energiebesparing van ca. 33% mogelijk is door verhoging van de efficiency van de inzet van fossiele brandstoffen. In het Plan van Aanpak Duurzaam Bouwen ten slotte worden, om het streven naar duurzame ontwikkeling in de ruimtelijke ordening en het bouwen verder inhoud te geven, twee thema's benadrukt, te weten water en energie. Voor wat betreft energie geldt daarbij als achtergrond dat het energiegebruik van woningen bij conventionele wijze van energievoorziening door de verbranding van fossiele brandstoffen een belangrijke bijdrage levert aan het broeikaseffect en de verzuring. Ook de dreigende schaarste aan fossiele brandstoffen is een motief om te komen tot vermindering van het gebruik ervan en om de toename van het gebruik van duurzame alternatieve energiebronnen te stimuleren.

Het doel van het onderzoek is inzicht te verschaffen in het te verwachten energieverbruik als gevolg van de voorgenomen activiteit (i.c. de ontwikkeling en het gebruik van de VINEX-locatie) en de daarmee gepaard gaande emissies van CO₂. Daarbij worden alternatieven voor de invulling van de locatie in beschouwing genomen, alsmede alternatieven voor de wijze van energievoorziening.

Figuur 1: Plan en studiegebied Structuurplan/MER Noordrand II en III.



¹⁾ Kadernota MER. VINEX-locaties Rotterdam, Stadsregio Rotterdam, 9 augustus 1995.

²⁾ Nationaal Milieubeleidsplan 2, Ministerie van VROM e.a., 17 december 1993

³⁾ Derde Energienota, Ministerie van Economische Zaken, 20 december 1995.

⁴⁾ Plan van Aanpak Duurzaam Bouwen: Investeren in de toekomst, Ministerie van VROM, 8 december 1995.

Als achtergrond voor de studie geldt het voornemen van de Stadsregio om bij de ontwikkeling van ruimtelijke plannen inhoud te geven aan het begrip duurzaamheid.

In de Kadernota MER VINEX-locaties Rotterdam ¹⁾ is aangegeven dat bij de planvorming voor de VINEX-locaties bijzondere aandacht moet worden besteed aan ondermeer het thema 'energie'.

2 Werkwijze

- Bij het streven naar minimalisatie van energiegebruik en CO₂-emissie wordt de volgende strategie gevolgd:
- Voorkom onnodig gebruik (volumebeleid);
- Zet waar mogelijk duurzame energiebronnen in (bronbeleid);
- Gebruik fossiele brandstoffen zo efficiënt mogelijk (effectbeleid).

Deze werkwijze sluit aan bij die van de NOVEM, zoals verwoord in de brochure "De eerste klap..."⁵⁾. In deze brochure wordt aangegeven dat voor de beïnvloeding van de totale energievraag zowel op structuurplanniveau als op bestemmings- en bouwplanniveau een samenhangend pakket maatregelen dient te worden genomen. Aan de beslisboom (zie bijlage 1) zoals opgenomen in de brochure, is het uitgangspunt toegevoegd dat er wordt uitgegaan van een minimaal energieverbruik op woningniveau.

De fase van het ontwerpproces waarin de locatie Noordrand II en III verkeert, te weten het voorbereiden en vaststellen van het structuurplan, wordt gekenmerkt door een relatief hoog abstractieniveau. Voor het verkrijgen van een overzicht van de toekomstige energievraag, en de daarbij behorende milieu-consequenties, is vrij gedetailleerde informatie nodig. Omdat deze informatie voor een deel eerst in een later stadium van het ontwerpproces voorhanden zal zijn, wordt in het energieonderzoek een aantal aannames gedaan voor relevante energieparameters. Het onderzoek is in twee delen opgedeeld. Deel I bestaat uit drie stappen, terwijl deel II vier stappen onderkent:

Deel I: Vaststellen van de energievraag

- Stap 1: inventariseren van de parameters die de energievraag beïnvloeden.
- Stap 2: vastleggen van de uitgangspunten voor de diverse energieparameters.
- Stap 3: berekening van de energievraag.

Deel II: Scenario's voor de energielevering en berekening van de CO₂-emissies

- Stap 4: inventariseren van potentiële energiebronnen voor de locatie.
- Stap 5: samenstellen scenario's voor energielevering (combinaties van potentiële energiebronnen).

Stap 6: berekening van de CO₂-emissies.

Stap 7: conclusies en aanbevelingen voor het structuurplan en bestemmingsplannen.

In hoofdstuk 3 wordt verslag gedaan van deel I van het onderzoek terwijl hoofdstuk 4 deel II behandelt.

⁵⁾ De eerste klap...., Nederlandse onderneming voor energie en milieu, 1994 (NOVEM)

3 Energievraag

3.1 Inleiding

De energievraag van de VINEX-locatie als geheel bestaat uit de vraag naar energie voor woningen, bedrijven en voorzieningen. Aan de hand van het woningbouwprogramma voor de locatie, met daarin ondermeer uitgangspunten ten aanzien van de woningdichtheid en het percentage eengezins- en meergezinswoningen, is het mogelijk een schatting te doen van de energievraag van de te bouwen woningen.

Voor nieuwe bedrijventerreinen is dit moeilijker. Op dit moment is de invulling van de bedrijventerreinen nog niet bekend. De energievraag hangt veelal af van de aard en omvang van de bedrijven. In dit onderzoek worden derhalve voor de energievraag van bedrijven aannames gedaan op basis van gegevens van recent uitgegeven terreinen.

Voorzieningen die in de VINEX-locatie zijn gepland, hebben in vergelijking met de woningbouw een dusdanig geringe invloed op het totale energieverbruik dat zij buiten beschouwing worden gelaten.

3.2 Energieparameters

De energievraag wordt bepaald door een aantal factoren of parameters. Onderscheid kan worden gemaakt in parameters die hun invloed doen gelden op structuur- en bestemmingsplanniveau en parameters die spelen op bouwplanniveau.

Op het niveau van het bestemmings- c.q. structuurplan zijn de volgende factoren van belang:

- aard van de bestemmingen (wonen, bedrijven, voorzieningen);
- omvang van de bestemmingen (aantallen woningen, oppervlakte bedrijventerrein, omvang voorzieningen);
- bebouwingsdichtheid;
- de verhouding meergezinswoningen/eengezinswoningen;
- oriëntatie (ontsluiting, waterlopen).

Op bouwplanniveau zijn de volgende factoren bepalend:

- grootte van de woning;
- gevel-oriëntatie;
- vorm van de woning;

- energetische kwaliteit van de technische installatie en de bouwconstructie (tezamen verdisconteerd in de Energie-Prestatie-Coëfficiënt (EPC) conform de Energie Prestatie-Norm opgenomen in het Bouwbesluit)
- gebruik van duurzame energiebronnen op bouwplanniveau;
- bewonersgedrag.

Van een aantal van de genoemde parameters⁶⁾ zijn de waarden reeds in de VINEX-convenanten voor de locatie vastgelegd. Deze factoren zullen als uitgangspunt worden meegenomen in de energievraagberekening. Andere parameters worden in het ontwerp van het structuurplan bepaald of, zoals de Energie-Prestatie-Norm, in beleid. In het navolgende wordt per parameter de relevantie van de parameter voor de energievraag aangegeven, alsmede de in de berekening van de energievraag gehanteerde waarde van de parameter.

Aard en omvang van bestemmingen:

Hoe meer woningen en hoe meer bedrijventerreinen hoe groter de energievraag.

Aantal woningen: 12.000;

Oppervlakte bedrijventerrein: 90 ha.

Bebouwingsdichtheid (won/ha)

De energievraag van een bouwlocatie hangt mede af van de bebouwingsdichtheid, ofwel de compactheid van de invulling van de locatie. In algemene zin kan gesteld worden dat een hogere bebouwingsdichtheid minder warmteverliezen met zich meebrengt en daardoor minder energie vraagt. Door clustering van bebouwing kan de infrastructuur voor de energievoorziening efficiënter worden gerealiseerd. Dit betekent dat bij een nadere uitwerking vna plannen gezocht moet worden naar hogere bebouwingsdichtheden bijvoorbeeld rond stations, hiermee aansluitend op het mobiliteitsbeleid. In het MER, waarvoor deze studie een gedeeltelijke onderbouwing vormt, is onderscheid gemaakt in twee planalternatieven die onderlinge verschillen vertonen ten aanzien van de woningdichtheid. Het Structuur Plan-Alternatief (SPA) kent een gemiddelde dichtheid van 31,8 woningen per hectare, terwijl het Voorlopige Meest Milieuvriendelijk Alternatief (VMMA) uitgaat van een gemiddelde dichtheid van 37,5 woningen per hectare.

⁶⁾ VINEX-deelconvenant Bergschenhoek en VINEXdeelconvenant Berkel en Rodenrijs, beide d.d. 13 december 1995.

Verhouding meergezins- eengezinswoningen
In de Vinex-convenanten is uitgegaan van een verhouding meergezins-(mgw)/eengezinswoningen (egw) van 1:3 ofwel 25% meergezinswoningen en 75% eengezinswoningen. Het effect van een eventuele aanpassing van deze percentages is globaal berekend en blijkt gering te zijn, zie bijlage 2. Een verhoging van het percentage meergezinswoningen tot 40% resulteert in een energiebesparing van 1 à 2% (afhankelijk van de energetische kwaliteit van de woning) voor de totale locatie. Zie tabel 3.1.

Tabel 3.1:
Energievraag afhankelijk van de verhouding eengezinswoningen/meergezinswoningen en de EPC.

Verhouding egw/mgw	Energievraag (uitgedrukt in Tera Joules)	
	EPC = 1,4	EPC = 1,0
60/40	473	342
70/30	479	345
75/25	482	346

Ter toelichting nog het volgende:
De energievrage bij verschillende verhoudingen egw/mgw is berekend voor twee waarden van de Energie-Prestatie-Coëfficiënt (EPC). Uit de tabel blijkt dat de waarde van de EPC van groter belang is dan de verhouding egw/mgw.

Oriëntatie

De oriëntatie van de woningen kan in combinatie met bouwkundige maatregelen (grote glasoppervlakken op het zuiden) een grote rol spelen in de energievrage. Op structuurplanniveau wordt deze oriëntatie voor een groot deel al vastgelegd door het keuze van de ligging van de hoofdontsluiting en de waterlopen. Omdat een exacte geveloriëntatie pas in een later stadium van het ontwerpproces wordt vastgelegd is de invloed van de oriëntatie in dit geval verkend door uit te gaan van twee extremen. Model 1 kent een 100% variatie van de geveloriëntaties tussen zuid-oost en zuid-west. Dit model is gebaseerd op de hoofdrichtingen van waterlopen en ontsluitingen in het structuurplan alternatief. Daarnaast heeft er een berekening plaatsgevonden van een 100% zuid-oriëntatie van de gevels, model 2. Mits er in dat geval ook rekening wordt gehouden met een maximale belemmeringshoek (mate van beschaduwing) van zo'n 17 graden, kan er een energiebesparing van maximaal 5% worden

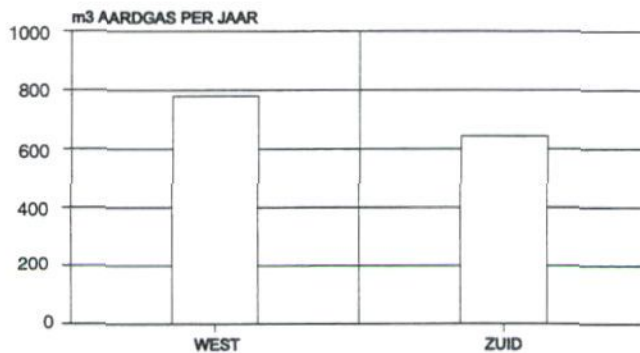
gerealiseerd ten opzichte van het eerste model. In bijlage 3 zijn de invoergegevens en rekenresultaten weergegeven. In de figuren 3.1 en 3.2 wordt de invloed van oriëntatie en belemmering (beschaduwing) in globale zin weergegeven.

Grootte en type woningen

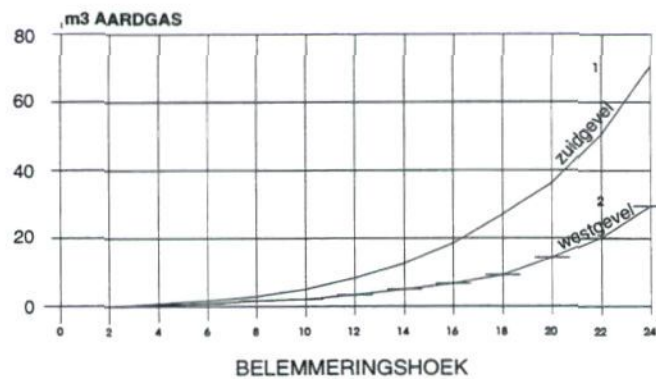
Gemiddeld genomen gebruiken grotere woningen meer energie. In figuur 3.3 is de spreiding in het energiegebruik voor verwarming van twee woonvormen en drie woninggroottes grafisch weergegeven.

Ter toelichting op de figuur het volgende:
De grootte van meergezinswoningen wordt uitgedrukt in verblijfseenheden (VE) en die van eengezinswoningen in de woningbreedte (de beukmaat). De beschouwde groottes zijn voor meergezinswoningen 3.5 VE, 4.5 VE en 5.5 VE en voor eengezinswoningen: 4.20 m; 4.80 m en 5.40 m.

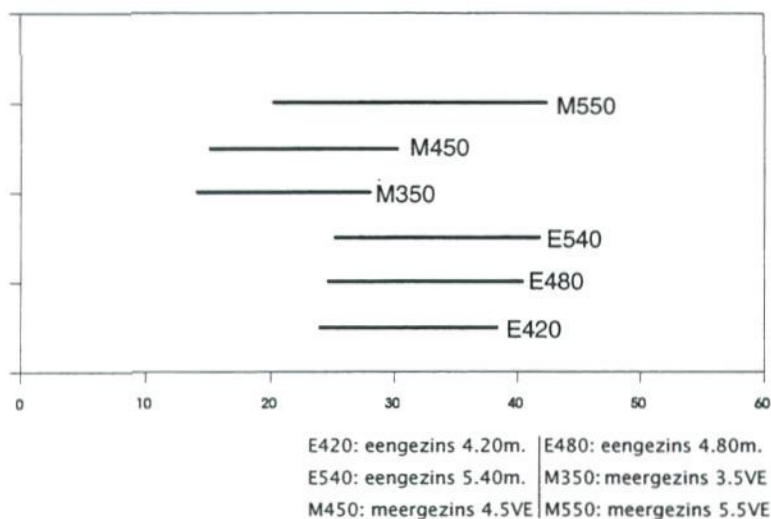
Figuur 3.1:
Invloed geveloriëntatie op gasverbruik voor verwarming (Bron: Energiebehoeftebeschrijving Prinsenland, Gemeentewerken Rotterdam/CenO, 1984).



Figuur 3.2:
Invloed belemmeringshoek (Bron: Energiebehoeftebeschrijving Prinsenland, Gemeentewerken Rotterdam/CenO, 1984).



Figuur 3.3: Spreiding in energieverbruik voor ruimteverwarming (uitgedrukt in GJ) van meer- en eengezinswoningen bij verschillende grootten (Bron: Energiebehoeftebeschrijving Prinsenland, Gemeentewerken Rotterdam/CenO, 1984).



Tabel 3.2: Ontwikkelingen van het energieverbruik in aardgas equivalenten (a.e.) per functie voor standaard nieuwbouw-woningen (Bron: Plan van Aanpak Duurzaam Bouwen: investeren in de toekomst).

Jaar	ruimteverwarming	warmwater	elektr. hulp energie	totaal EP deel	koken	rest elektriciteit	Totaal
1992	EPC = 1,65 (Referentie)						
	1050	500	100	1650	60	830	2390
1996	EPC = 1,40						
	850	450	100	1400	60	830	2140
1998	EPC = 1,20						
	725	350	100	1200	60	830	1990
2000	EPC = 1,00						
	575	350	100	1050	60	830	1690

Aangezien in deze fase van de planvorming de gemiddelde grootte en typering van de woningen nog niet bekend zijn is deze energieparameter niet verwerkt in de berekening.

Energetische kwaliteit van de woning incl. installatie

Eind 1995 is de energieprestatienorm (EPN) als onderdeel van het Bouwbesluit van kracht geworden. De energieprestatie (EP) van een woning is afhankelijk van de energetische kwaliteit van de woning (thermische isolatie, toepassing van isolerende beglazing, rolluiken, optimalisatie glasoppervlak gelet op oriëntatie), het rendement van de technische installatie (HR-ketel, leidingisolatie, warmteterugwinning, gebalanceerde ventilatie), de toepassing van duurzame energie (zonne-boilers, anders), de toepassing van warmtepompen en warmtekracht.

Als maat voor de energieprestatie wordt de EnergiePrestatieCoëfficiënt (EPC) gehanteerd. In het Bouwbesluit wordt een maximaal toelaatbare waarde van de EPC voor een gebouw

opgenomen. Momenteel geldt voor woningen een waarde van 1,4. Naar verwachting zal de norm worden aangescherpt tot 1,0 in het jaar 2000.

In tabel 3.2. wordt globaal de relatie weergegeven tussen de EPC en het energiegebruik van woningen.

Bewonersgedrag

Uit onderzoeken naar het energiegebruik van woningen gebouwd in de periode 1982-1887, uitgevoerd door de dienst Stedebouw en Volkshuisvesting en van Rotterdam en Gemeentewerken Rotterdam ⁷⁾, blijkt dat de variatie in energieverbruik van gelijksoortige woningen erg groot is. Het bewonersgedrag bepaalt voor een groot deel het energiegebruik. Hoe beter de energetische kwaliteit van de woning, des te groter de invloed van het bewonersgedrag. Via gerichte informatie door het energiedistributiebedrijf kan de aandacht voor energiegebruik bij de bewoners toenemen.

Aangezien deze factor niet gestuurd wordt door de planvorming is in deze studie hieraan verder geen aandacht besteed.

3.3 Energievraag

De energievrage bepaalt, tezamen met de samenstelling van energiebronnen, de uiteindelijke uitstoot van CO₂. In deze paragraaf wordt op basis van de uitgangspunten en aannames uit de vorige paragraaf de energievrage van de locatie bepaald. In hoofdstuk 4 wordt daaropvolgend, de CO₂-emissie bepaald.

De energievrage wordt bepaald door de volgende programmatische en stedebouwkundige uitgangspunten:

- aantal woningen: 12.000;
- hoeveelheid bedrijventerrein: 90 ha;
- 25% meergezinswoningen, 75% eengezinswoningen;
- 100% variatie van de geveloriëntaties tussen zuid-oost en zuid-west.

Voor het energiegebruik op de geplande bedrijventerreinen is het Rotterdamse bedrijventerrein Noord-West als referentie genomen. Het energieverbruik van dit recent ontwikkelde terrein bedraagt:

- elektriciteitsgebruik: ca. 270.000 Kwh/ha;
- aardgasgebruik ca. 90.000 m³/ha.

Het is moeilijk om aan de hand van de EPN het energiegebruik van bedrijven te bepalen, omdat

⁷⁾ Dienst Stedebouw en Volkshuisvesting/ Afdeling Woonconsult, Evaluatieonderzoek energiebesparing, december 1994

naast het energiegebruik voor gebouwfuncties veelal ook procesfuncties aanwezig zijn die het te verwachte energiegebruik sterk kunnen beïnvloeden. Ook zijn diverse gebouwfuncties niet in de EPN opgenomen. Aangenomen mag worden dat het energiegebruik van bedrijven in de toekomst ca. 20% lager zal komen te liggen.

In tabel 3.3 is de totale energievraag per jaar van de locatie weergegeven. Daarbij is rekening gehouden met de fasering van de woningbouw en de te verwachten aanscherping van de EPC in het jaar 2000.

Teneinde de invloed van de EPC-waarde te bepalen is eenzelfde berekening uitgevoerd voor de situaties waarin alle woningen worden uitgevoerd conform een EPC van 1,4 respectievelijk 1,0. In het eerste geval levert dit een aardgasbehoefte van 23,3 miljoen m³ op, terwijl in het geval van een EPC van 1,0 bedraagt de behoefte aan aardgas 19,0 miljoen m³ bedraagt. De behoefte aan electriciteit blijft ten opzichte van de referentiesituatie gelijk.

Bij de toepassing van de huidige algemeen toepasbare energiebesparende maatregelen in de woningen, zoals gebouwd zal gaan worden in de VINEX locatie, is een EPC lager dan 1,0 moeilijk te realiseren. Dan zal naast het energiegebruik extra aandacht moeten worden besteed aan bijv. de kwaliteit van het binnenmilieu in de woning.

Tabel 3.3:
Energievraag woningen + bedrijven Noordrand II en III.

Energievraag woningen en bedrijven Noordrand 2 en 3		Electra (in milj. kWh)	Verwarming (in milj. m ³ aardgas)	Totaal ^{a)} (in TJ)	
woningen	EPC	Aantal	10,0	5,05	195
	1,4	4000			
	1,0	8000	20,0	7,25	301
bedrijven		90 ha.	24,3	8,1	344
Totaal			54,3	20,4	840

^{a)} Omrekeningsfactoren:
1 m³ aardgas = 31,65 MJ en
1 kWh elektr. = 3,6 MJ

4 Energievoorziening

4.1 Inleiding

Naast de energievraag, zoals in het vorige hoofdstuk behandeld, heeft ook de wijze waarop in deze vraag wordt voorzien een effect op de uiteindelijke emissie van CO₂. De vraag die zich voordoet is welke bronnen ingezet kunnen worden om enerzijds een optimale energielevering aan de locatie te waarborgen en waarbij anderzijds de uitstoot van CO₂ beperkt blijft.

In 4.2 volgt een beschrijving van de belangrijkste potentiële energiebronnen c.q. -dragers.

In 4.3 wordt op basis van de in hoofdstuk 3 vastgestelde energievraag een viertal (combinaties van) energiebronnen beoordeeld op hun milieu-effecten en ruimtelijke consequenties.

4.2 Energiebronnen

Achtereenvolgens wordt ingegaan op elektriciteit, aardgas, afstandsverwarming, kleinschalige warmte/krachtkoppeling (WKK), de benutting van restwarmte, warmtepompen, actieve zonne-energie en windenergie.

Elektriciteit

Deze hoogwaardige energievorm is voor zeer veel doeleinden efficiënt te gebruiken, voor een aantal toepassingen (verlichting) is het in feite zelfs de enig bruikbare vorm van energie. Belangrijk kenmerk van deze energievorm is, dat op de plaats van gebruik geen afvalstoffen ontstaan en de benodigde infrastructuur relatief eenvoudig is. Bij de productie door middel van het verbranden van gas komt er onder andere CO₂ vrij.

Aardgas

Deze fossiele brandstof is voorlopig nog in ruime mate en tegen relatief lage kosten beschikbaar. Bij verbranding komt er onder andere CO₂ vrij. De benodigde infrastructuur voor het transport van aardgas is ten opzichte van die voor elektriciteit uitgebreider. Op dit moment kan in Nederland de distributie van aardgas in de gebouwde omgeving als een standaardvoorziening worden beschouwd. Het huidige streven naar het efficiënter benutten van de energetische kwaliteit van deze energiebron leidt tot energiebesparingen.

Afstandsverwarming

Gecombineerde productie van elektriciteit en warmte in (grootschalige) warmtekrachtinstallaties biedt de mogelijkheid om het gebruik van (fossiele) brandstoffen te beperken. Het hogere rendement van het gebruik van fossiele brandstoffen vormt het belangrijkste bestaansrecht van afstandsverwarming (stadsverwarming). De hoge investeringen voor de benodigde infrastructuur stellen randvoorwaarden aan het minimum aantal aan te sluiten woningen op een gebied van een bepaalde maximale afmeting.

De infrastructuur voor afstandsverwarming vraagt iets meer ruimte in de ondergrond dan een gasnet. In de praktijk blijkt dit echter weinig extra problemen op te leveren. Indien vroegtijdig besloten wordt tot aanleg van afstandsverwarming in een nieuw woongebied kunnen knelpunten worden vermeden.

Kleinschalige warmte/krachtkoppeling

Gecombineerde productie van warmte en elektriciteit is ook mogelijk met - ten opzichte van hetgeen noodzakelijk is voor afstandsverwarming - kleine warmte/krachtinstallaties. Typisch hierbij is de decentrale opstelling van dergelijke installaties. Ontwikkelingen op dit gebied zijn, in de vorm van micro warmte/krachtinstallaties, in volle gang. De meest efficiënte vorm van energieopwekking is momenteel een stoom- en gasturbine eenheid. Bij een dergelijke Warmte/Kracht-Centrale (WKC) wordt de kwaliteit van de brandstof optimaal benut.

Warmtepompen

Bij lage woningdichtheden waar over het algemeen levering van warmte door een WKC minder rendabel is kunnen warmtepompen worden ingezet. Hiermee kan omgevings-energie, uit bijvoorbeeld de buitenlucht, het oppervlaktewater of het grondwater, worden gebruikt.

Benutting restwarmte

Bij vele industriële processen komt warmte vrij als restprodukt. Indien deze warmte op een bruikbaar temperatuurniveau in voldoende hoeveelheid, en met een zekere regelmaat beschikbaar komt, kan zij op dezelfde wijze worden benut als warmte die afkomstig is van kleinschalige warmte/krachtinstallaties.

Actieve zonne-energie

Bij het actief gebruik van zonne-energie wordt de stralingsenergie van de zon gebruikt voor de produktie van elektriciteit door middel van fotovoltaïsche omzetting. Daarnaast wordt zonne-energie gebruikt voor de opwarming van tapwater door middel van thermische omzetting. Vooral de verwarming van tapwater met behulp van zonne-energie, wordt in het kader van duurzame ontwikkeling in toenemende mate toegepast. Het gebruik van zonne-boilers voor tapwater van de woningen levert een besparing van 17% op het totale energieverbruik. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat de zonne-boilers zoveel mogelijk op het zuiden zijn georiënteerd ("Woushuis, Apeldoorn: praktijkervaring met 1000 zonne-boilers in een nieuwbouwwijk", bureau Ecofys, april 1995). Het plaatsen van zonne-boilers verlaagt de EPC-waarde. In plaats van de toepassing van actieve zonne-energie kan ook gekozen worden voor andere maatregelen die leiden tot dezelfde EPC-waarde. Ook de toepassing van de fotovoltaïsche omzetting zal op grotere schaal plaats gaan vinden. Bij deze vorm van energievoorziening vinden er geen schadelijke emissies plaats.

Windenergie

Bij deze vorm van duurzame energie wordt uit de windsnelheid energie onttrokken met behulp van windmolens, die in veel verschijningsvormen bestaan. Het rendement voor de toepassing van windenergie is voornamelijk gerelateerd aan het aanbod van wind. Voor het plaatsen van windmolens gelden een aantal randvoorwaarden, die zowel van technische als esthetische oorsprong zijn zoals:

- geen hoge obstakels rond windmolens (beperking van windaanbod);
- geen woonbebouwing op korte afstand (geluidoverlast);
- landschappelijke inpasbaarheid.

4.3 Scenario's voor de energievoorziening

4.3.1 Inleiding

Vanuit de energievraag zoals beschreven in hoofdstuk 3 is, in overleg met het Energiebedrijf Delfland, een viertal scenario's voor de levering van energie samengesteld. Per scenario is de jaarlijkse CO₂-uitstoot bepaald. Tevens zijn de ruimtelijke consequenties aangegeven.

Bij de scenario's wordt uitgegaan van de netto

energievraag. Dit betekent dat rendementen zowel voor de installaties in de woning als voor de energielevering in de tabellen als totaal zijn opgenomen.

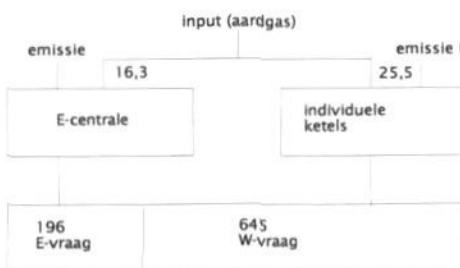
Bij het samenstellen van scenario IV is rekening gehouden van de nabijheid van de glastuinbouw. De vraag van deze sector is in vergelijking met de woningbouw per hectare grondoppervlak circa tien keer zo groot. Daarbij speelt tevens een rol dat de glastuinbouw CO₂ als grondstof kan gebruiken voor de teelt. De gedachte van levering van warmte en elektriciteit in combinatie met de levering van CO₂ aan de glastuinbouw ligt dan ook voor de hand.

Met de mogelijkheid om duurzame energiebronnen zoals wind- en zonne-energie in te zetten is geen rekening gehouden. In het kader van de uitwerking van het structuurplan in bestemmings- en bouwplannen dient hier zeer zeker aandacht aan te worden besteed. Vooralsnog wordt er echter van uitgegaan wind- noch (actieve) zonne-energie, noch een combinatie van beiden een zo groot aandeel in de energielevering zullen krijgen dat dit de keuze van het energievoorzieningssysteem beïnvloedt.

4.3.2 Scenario I: Traditioneel

De traditionele wijze van energievoorziening houdt in dat het plangebied door het energiebedrijf wordt voorzien van elektriciteit en aardgas. De electriciteit is afkomstig van de ROCA-centrale, een aardgasgestookte elektriciteitscentrale, en de warmtevraag wordt verzorgd door individueel gasgestookte HR-ketels. De omzettingsverliezen, die optreden bij het produceren van elektriciteit in de centrale en warmte in de HR-ketel, zijn in de berekening meegenomen.

Schematische weergave:



CO₂-uitstoot

In tabel 4.1 is, uitgaande van de energievraag van de locatie de CO₂-uitstoot voor scenario I berekend. De omrekeningsfactoren die hierbij worden gehanteerd zijn:

1 m³ aardgas = 1,8 kg CO₂. 1 Tj(aardgas) levert 56,8 * 10³ kg CO₂

Ruimtelijke consequenties

De benodigde infrastructuur (gas- en elektriciteitsleidingen) kan worden aangebracht onder voetpaden.

Tabel 4.1: CO₂ - emissie Scenario I: (Gasgestookte elektriciteitscentrale + individuele HR-ketels)

	Energievraag (in Tj/jaar)	Rendement	Input (in 10 ⁶ m ³ aardgas/jaar)	CO ₂ -emissie (in 10 ⁶ kg/jaar)
Electriciteit	195	0,34	16,3	
Warmte	645	0,72	25,5	
Totaal	840	n.v.t.	41,8	74,0

Tabel 4.2: CO₂-emissie Scenario II: Warmtekrachtcentrale + individuele bijstook

	Energievraag (in Tj/jaar)	Rendement	Input (in 10 ⁶ m ³ aardgas)	CO ₂ -emissie (in 10 ⁶ kg)
Electriciteit	195	0,3	25,3	
Warmte	645	WCK: 0,70 ¹⁾ HR-ketels: 0,72 ¹⁾	9,0 ²⁾	
Totaal	840	n.v.t.	34,3	60,8

¹⁾ De leidingverliezen van het warmtetransport zijn niet meegenomen

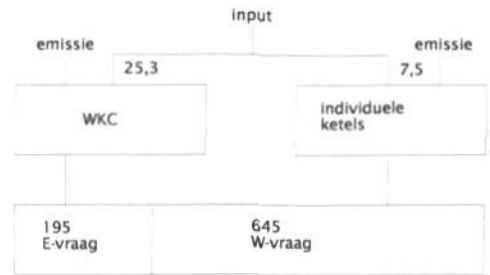
²⁾ Deze verliezen kunnen oplopen tot 20% en zijn hier wel verwerkt. Hierbij wordt uitgegaan van een centrale bijstook.

4.3.3 Scenario II:

WCK + (individuele) bijstook

In dit scenario zijn twee varianten te onderscheiden. Er wordt ofwel gebruik gemaakt van de ROCA-centrale, ofwel er worden één of meer nieuwe decentrale WKK-installaties in/nabij het plangebied geplaatst. Het rendement van een WCK is relatief hoog doordat de warmte die vrijkomt bij de elektriciteits-productie, wordt gebruikt voor het deels invullen van de warmtevraag. Het verbruik door het stoken met individuele ketel neemt daardoor af. Gezien het feit dat de elektriciteitsvraag hier maatgevend is voor de capaciteitsbepaling van de centrale, is de warmtevraag van de locatie groter dan welke door de centrale kan worden geleverd. Er moet dus nog met individuele ketels bijgestookt worden.

Schematische weergave:



CO₂-uitstoot

In tabel 4.2 is, uitgaande van de energievraag van de locatie de CO₂-uitstoot voor scenario II berekend.

Ruimtelijke consequenties

De benodigde infrastructuur (electriciteits-, aardgas- en warmteleidingen) kan binnen het plangebied worden aangelegd onder voetpaden. Voor de aanvoer van warmte vanaf de ROCA-centrale dient rekening gehouden met een leiding met een doorsnee variërend van 1 meter - 2 meter.

Op maaiveldniveau betekent dit een leidingenstrook van ca. 3 meter breed. Voor de variant waarin sprake is van de centrale WKK-installaties moet rekening gehouden worden met extra ruimtebeslag van netto ca. 120 m² per 1000 woningen.

Daar een WKK-installatie niet vlak naast een woning kan worden neergezet, moet in relatie tot bijkomende stedenbouwkundige- en milieuaspecten zoals geluid gerekend worden met een ruimtebeslag van 300 m².

4.3.4 Scenario III: WCK

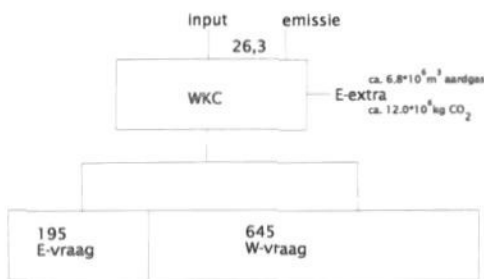
Evenals bij scenario II kunnen twee varianten onderscheiden worden, te weten de aansluiting op de ROCA-centrale of een de-centrale WKK.

Indien overwogen wordt in de volledige warmtevraag te voorzien met behulp van één of meer warmtekracht-centrales, en geen aardgas te leveren aan de individuele gebruikers, neemt het rendement nog meer toe.

In een dergelijke situatie is de warmtevraag bepalend voor de capaciteitsbepaling van de centrale. Dit houdt in dat er een elektriciteitsoverschot zal zijn dat buiten de locatie kan worden afgezet.

De verhoging van het rendement zorgt voor een verdere vermindering van gasverbruik en emissies met ongeveer 30%.

Schematische weergave:



CO₂-uitstoot

In tabel 4.3 is, uitgaande van de energievraag van de locatie de CO₂-uitstoot voor scenario III berekend. Het overschot aan electriciteit heeft een omvang van 81 TJ.

Bij de tussen haakjes geplaatste getallen is de CO₂ uitstoot van het overschot aan electriciteit opgenomen.

Ruimtelijke consequenties

De benodigde infrastructuur (electriciteits-, aardgas- en warmteleidingen) kan worden aangelegd onder voetpaden. Voor de aanvoer van warmte vanaf de ROCA-centrale dient rekening gehouden te worden gehouden met een leiding met een doorsnee van 1 à 2 meter.

Op maaiveldniveau betekent dit een leidingenstrook van 3 meter breed. Voor de variant waarin sprake is van decentrale WKC-installaties moet rekening gehouden worden met extra ruimtebeslag van ca. 120 m² per 1000 woningen.

Daar een WKC-installatie niet vlak naast een woning kan worden neergezet, moet in relatie tot bijkomende stedenbouwkundige- en milieuspecten zoals geluid gerekend worden met een ruimtebeslag van 300 m².

4.3.5 Scenario IV: WKC + CO₂-levering glastuinbouw

In scenario IV wordt uitgegaan van een benadering waarin de energievraag van de bouwlocatie en de energievraag van de glastuinbouw in onderlinge samenhang wordt gezien. Een warmtekrachtcentrale (de ROCA-centrale of een nieuw te bouwen centrale) levert warmte, CO₂ en electriciteit aan de glastuinbouw.

Aangezien de warmte- en CO₂-vraag maatgevend is resteert een hoeveelheid electriciteit die afgezet kan worden in het plangebied. Elektrisch aangedreven warmtepompen zorgen vervolgens voor de levering van warmte aan de gebouwen binnen de locatie.

Tabel 4.3:
CO₂-emissie Scenario III: Warmtekrachtcentrale

	Energievraag (in TJ)	Rendement	Input (in 10 ⁶ m ³ aardgas)	CO ₂ -emissie (in 10 ⁶ kg)
Electriciteit	195	0,30		
Warmte	645	0,70 ¹⁾	34,9 (42,7) ²⁾	
Totaal	840	n.v.t.	34,9 (42,7)	61,8 (75,6)

¹⁾ De leidingverliezen van het warmtetransport zijn niet meegenomen

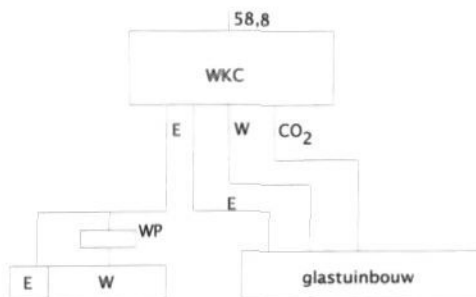
²⁾ Deze verliezen kunnen oplopen tot 20% en zijn hier wel verwerkt.

Tabel 4.4:
CO₂-emissie Scenario IV: Warmtekrachtcentrale + levering CO₂ aan glastuinbouw

	Energievraag (in TJ)	Rendement	Input (in 10 ⁶ m ³ aardgas)	CO ₂ -emissie (in 10 ⁶ kg)
Electriciteit	195			
Warmte	258		58,8	
Totaal	453	n.v.t.	58,8 (warmtepomp)	0 ^{*)}

^{*)} Bij dit scenario wordt er vanuit gegaan dat de CO₂ uitstoot wordt gebruikt voor de glastuinbouw.

Schematische weergave:



CO₂-uitstoot

In tabel 4.4 is, uitgaande van de energievraag van de locatie de CO₂-uitstoot voor scenario III berekend.

Het overschot aan warmte bedraagt 1057 TJ. De hoeveelheid CO₂ die aan de glastuinbouw geleverd kan worden bedraagt 104,1 miljoen kg.

Ruimtelijke consequenties

De electriciteitsleidingen kunnen worden aangelegd onder voetpaden. De CO₂-leiding vormt een onderdeel van de infrastructuur voor de glastuinbouw en valt buiten het plangebied.

5 Conclusies

De conclusies die uit dit onderzoek naar voren komen zijn de volgende:

In het geval van de VINEX-locatie Noordrand II en III liggen de volgende uitgangspunten vast in de zogenaamde VINEX-convenanten:

- aantal woningen: 12.000, waarvan 25% meergezins- en 75% eengezinswoningen;
- oppervlakte bedrijfsterrein: 80 a 100 ha.

Het verschil in bebouwingsdichtheid, zijnde het voor wat betreft het thema energie kenmerken de verschil tussen het StructuurPlan-Alternatief (SPA) en het Meest Milieuvriendelijk Alternatief (VMMA) levert een verwaarloosbaar verschil in de energievraag van de locatie op.

De oriëntatie van de bouwblokken beïnvloedt de energievraag maximaal 5%.

Verhoging van de energieprestatie van de te bouwen woningen kan tot een relatief grote verlaging van de energievraag leiden. Uitgangspunt bij de huidige bouw is een EPC van 1,4. Indien deze overeenkomstig het Plan van Aanpak Duurzaam Bouwen wordt verlaagd zijn de volgende besparingen mogelijk:

- 4000 woningen met een EPC van 1,4 en 8000 woningen met een EPC van 1,0 (rekening houdend met de fasering van het plan): besparing 12%;
- alle woningen volgens EPC = 1,0: besparing 18%.

Plaatsing van zonne-boilers voor tapwater van de woningen levert een besparing van 17% op het totale energieverbruik. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat de zonne-boilers zoveel mogelijk op het zuiden zijn georiënteerd.

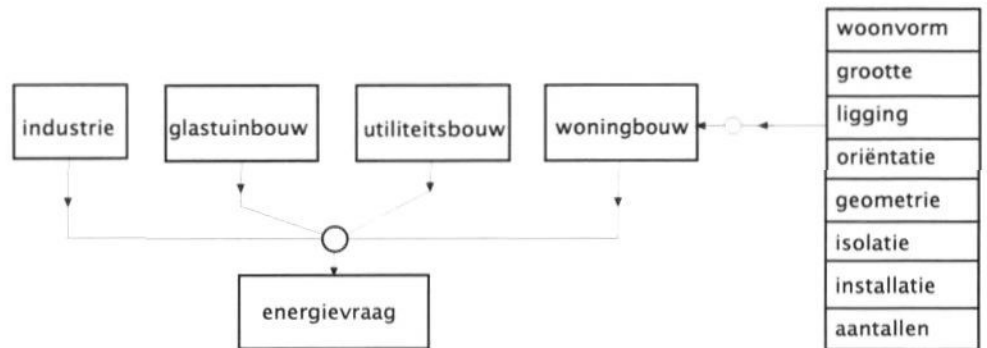
De uitstoot van CO₂ hangt af van de wijze waarop in de energiebehoefte wordt voorzien. Ten opzichte van de traditionele wijze van energielevering (scenario I: gasgestookte elektriciteitscentrale en individuele HR-ketels) leveren de volgende scenario's de volgende reducties op:

- scenario II: Warmtekrachtcentrale met individuele bijstook: 21%;
- scenario III: Warmtekrachtcentrale zonder individuele bijstook: 30%;
- scenario IV: Warmtekrachtcentrale met CO₂-levering aan glastuinbouw: CO₂-uitstoot minimaal.

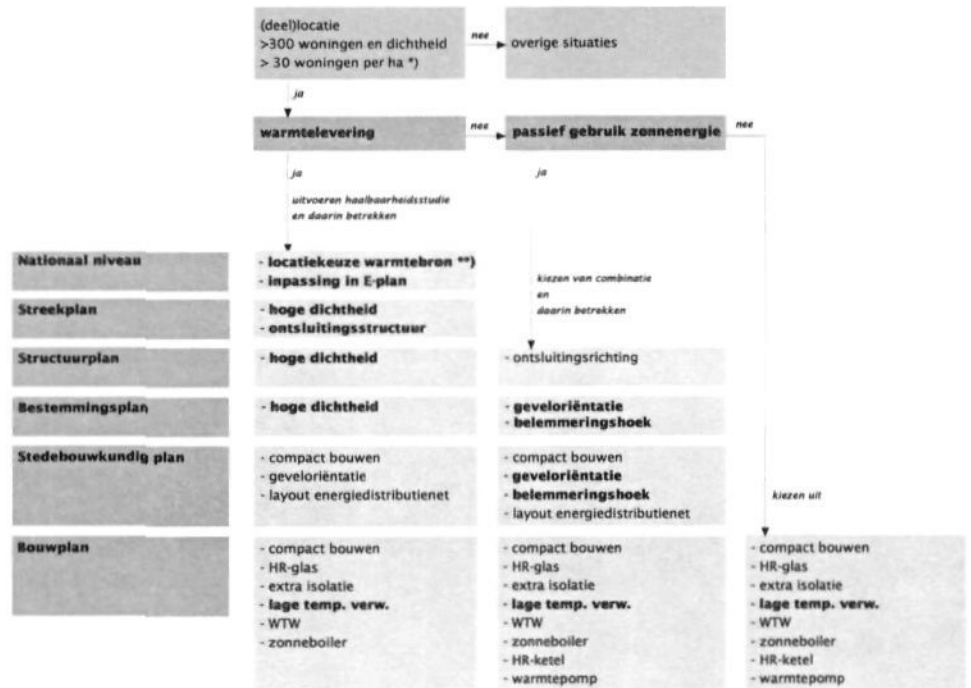
De levering van energie vraagt, afhankelijk van de wijze van energielevering meer of minder ruimte. Uitgaande van scenario I kan de benodigde infrastructuur (gas- en elektriciteitsleidingen) worden aangebracht onder voetpaden. In het geval van de scenario's II en III kunnen de elektriciteits-, aardgas- en warmteleidingen binnen het plangebied worden aangelegd onder voetpaden. Voor de aanvoer van warmte vanaf de ROCA-centrale dient rekening gehouden met een leiding met een doorsnee van 1 à 2 meter. Op maaiveldniveau betekent dit een leidingenstrook van ca. 3 meter breed. Voor de variant waarin sprake is van de-centrale WKK-installaties moet rekening gehouden worden met extra ruimtebeslag van netto ca. 120 m² per 1000 woningen. Daar een WKK-installatie niet vlak naast een woning kan worden neergezet, moet in relatie tot bijkomende stedenbouwkundige- en milieuaspecten zoals geluid gerekend worden met een ruimtebeslag van 300 m². Voor scenario IV geldt dat de elektriciteitsleidingen onder voetpaden aangelegd kunnen worden. De CO₂-leiding vormt een onderdeel van de infrastructuur voor de glastuinbouw en valt buiten het plangebied.

Bijlage 1

Beslisboom (gebaseerd op 'De eerste klap...' van NOVEM)



Vaststellen beleidsuitgangspunten energie-intensivering



Realisatie woningen die voldoen aan beleidsuitgangspunten

*) Het primaire criterium voor warmtedistributie is de warmte-afname per hectare. Het aantal woningen en de dichtheid is hiervoor een indicatie. Warmte-afzettingsmogelijkheden in aangrenzende bestaande bebouwing en bedrijven of het reeds aanwezig zijn van een leidingnet vergroten de haalbaarheid van warmtedistributie. Een haalbaarheidsstudie maakt per locatie de optimale combinatie zichtbaar.

**) Vetgedrukt die elementen die essentieel zijn voor de gekozen oplossingsrichting.

Bijlage 2

Berekening energievraag bij verschillende verhoudingen egw/mgw.

Basis voor de berekening vormen de kentallen voor energiegebruik zoals opgenomen in navolgende tabel:

	EPC = 1,40			EPC = 1,00		
	Verwarming (in m ³ aardgas)	Warmwater (in m ³ aardgas)	Electra (in kWh)	Verwarming (in m ³ aardgas)	Warmwater (in m ³ aardgas)	Electra (in kWh)
EGW	850	450	2500	575	350	2500
MGW	700	450	2500	500	350	2500

Bron: Plan van Aanpak Duurzaam Bouwen

Bijlage 2.1

Uitgangspunten*

Variant PSA

perc.eengez. : 60

perc.meergez. : 40

rendement z.boiler : 50

verwarming eengez. : 850

verwarming meergez. : 700

tapwater : 450

lokatie	aantal won.	eengezins	meergezins	oriëntatie	factor	E_verw.	E_tapw.	oriëntatie	zonneboiler	plan-oriënt	zonder zonneboiler		
										verwarming	elektra	verwarming	elektra
1	20	12	8	zo-nw	5	15800	9000	100	4500	7,9E+11	1,8E+11	0,79	0,18
2	1431	859	572	zo-nw	5	1130490	643950	7155	321975	5,6E+13	1,29E+13	56,39	12,88
3	596	358	238	zo-nw	5	470840	268200	2980	134100	2,3E+13	5,36E+12	23,48	5,36
4	159	95	64	zo-nw	5	125610	71550	795	107325	6,3E+12	1,43E+12	6,27	1,43
5	477	286	191	zo-nw	5	376830	214650	2385	107325	1,9E+13	4,29E+12	18,80	4,29
6	1185	711	474	zo-nw	5	936150	533250	5925	266625	4,7E+13	1,07E+13	46,69	10,67
7	827	496	331	zo-nw	5	653330	372150	4135	186075	3,3E+13	7,44E+12	32,59	7,44
8	338	203	135	zo-nw	5	267020	152100	1690	76050	1,3E+13	3,04E+12	13,32	3,04
9	573	344	229	o-w	20	452670	257850	11460	128925	2,3E+13	5,16E+12	22,85	5,16
10	358	215	143	zo-nw	5	282820	161100	1790	80550	1,4E+13	3,22E+12	14,11	3,22
11	318	191	127	n-z	5	251220	143100	1590	71550	1,3E+13	2,86E+12	12,53	2,86
12	660	396	264	n-z	5	521400	297000	3300	148500	2,6E+13	5,94E+12	26,01	5,94
13	334	200	134	n-z	5	263860	150300	1670	75150	1,3E+13	3,01E+12	13,16	3,01
14	1726	1036	690	n-z	5	1363540	776700	8630	388350	6,8E+13	1,55E+13	68,01	15,53
15	159	95	64	n-z	5	125610	71550	795	35775	6,3E+12	1,43E+12	6,27	1,43
16	1543	926	617	zo-nw	5	1218970	694350	7715	347175	6,1E+13	1,39E+13	60,80	13,89
17	183	110	73	zw-no	5	144570	82350	915	41175	7,2E+12	1,65E+12	7,21	1,65
18	628	377	251	zw-no	5	496120	282600	3140	141300	2,5E+13	5,65E+12	24,75	5,65
19	382	229	153	zw-no	5	301780	171900	1910	85950	1,5E+13	3,44E+12	15,05	3,44
20	80	48	32	o-w	20	63200	36000	1600	18000	3,2E+12	7,2E+11	3,19	0,72
21	24	14	10	zo-nw	5	18960	10800	120	5400	9,5E+11	2,16E+11	0,95	0,22
totaal	12001	7201	4800							4,7E+14	1,1E+14	473,20	108,01
										[Joule]	[Joule]	[TJ]	[TJ]

Energievraag voor verwarming: 473 TJ

Bijlage 2.2

Uitgangspunten*

Variant PSA	
perc.eengez.	: 70
perc.meergez.	: 30
rendement z.boiler	: 50
verwarming eengez.	: 850
verwarming meergez.	: 700
tapwater	: 450

lokatie	aantal won.	eengezins	meergezins	oriëntatie	factor	E_verw.	E_tapw.	oriëntatie	zonneboiler	plan-oriënt	zonder zonneboiler			
											verwarming	elektra	verwarming	elektra
1	20	14	6	zo-nw	5	16100	9000	100	4500	8,0E+11	1,8E+11	0,80	0,18	
2	1431	1002	429	zo-nw	5	1151955	643950	7155	321975	5,7E+13	1,29E+13	57,07	12,88	
3	596	417	179	zo-nw	5	479780	268200	2980	134100	2,4E+13	5,36E+12	23,77	5,36	
4	159	111	48	zo-nw	5	127995	71550	795	107325	6,3E+12	1,43E+12	6,34	1,43	
5	477	334	143	zo-nw	5	383985	214650	2385	107325	1,9E+13	4,29E+12	19,02	4,29	
6	1185	830	356	zo-nw	5	953925	533250	5925	266625	4,7E+13	1,07E+13	47,26	10,67	
7	827	579	248	zo-nw	5	665735	372150	4135	186075	3,3E+13	7,44E+12	32,98	7,44	
8	338	237	101	zo-nw	5	272090	152100	1690	76050	1,3E+13	3,04E+12	13,48	3,04	
9	573	401	172	o-w	20	461265	257850	11460	128925	2,3E+13	5,16E+12	23,12	5,16	
10	358	251	107	zo-nw	5	288190	161100	1790	80550	1,4E+13	3,22E+12	14,28	3,22	
11	318	223	95	n-z	5	255990	143100	1590	71550	1,3E+13	2,86E+12	12,68	2,86	
12	660	462	198	n-z	5	531300	297000	3300	148500	2,6E+13	5,94E+12	26,32	5,94	
13	334	234	100	n-z	5	268870	150300	1670	75150	1,3E+13	3,01E+12	13,32	3,01	
14	1726	1208	518	n-z	5	1389430	776700	8630	388350	6,9E+13	1,55E+13	68,83	15,53	
15	159	111	48	n-z	5	127995	71550	795	35775	6,3E+12	1,43E+12	6,34	1,43	
16	1543	1080	463	zo-nw	5	1242115	694350	7715	347175	6,2E+13	1,39E+13	61,53	13,89	
17	183	128	55	zw-no	5	147315	82350	915	41175	7,3E+12	1,65E+12	7,30	1,65	
18	628	440	188	zw-no	5	505540	282600	3140	141300	2,5E+13	5,65E+12	25,04	5,65	
19	382	267	115	zw-no	5	307510	171900	1910	85950	1,5E+13	3,44E+12	15,23	3,44	
20	80	56	24	o-w	20	64400	36000	1600	18000	3,2E+12	7,2E+11	3,23	0,72	
21	24	17	7	zo-nw	5	19320	10800	120	5400	9,6E+11	2,16E+11	0,96	0,22	
 totaal	12001	8401	3600							4,8E+14	1,1E+14	478,90	108,01	
										[Joule]	[Joule]	[TJ]	[TJ]	

Energievraag voor verwarming: 479 TJ

Bijlage 2.3

Uitgangspunten*

Variant PSA	
perc.eengez.	: 75
perc.meergez.	: 25
rendement z.boiler	: 50
verwarming eengez.	: 850
verwarming meergez.	: 700
tapwater	: 450

lokatie	aantal won.	eengezins	meergezins	oriëntatie	factor	E_verw.	E_tapw.	oriëntatie	zonneboiler	plan-oriënt	zonder zonneboiler			
											verwarming	elektra	verwarming	elektra
1	20	15	5	zo-nw	5	16250	9000	100	4500	8,0E+11	1,8E+11	0,80	0,18	
2	1431	1073	358	zo-nw	5	1162688	643950	7155	321975	5,7E+13	1,29E+13	57,07	12,88	
3	596	447	149	zo-nw	5	484250	268200	2980	134100	2,4E+13	5,36E+12	23,77	5,36	
4	159	119	40	zo-nw	5	129187,5	71550	795	107325	6,3E+12	1,43E+12	6,34	1,43	
5	477	358	119	zo-nw	5	387562,5	214650	2385	107325	1,9E+13	4,29E+12	19,02	4,29	
6	1185	889	296	zo-nw	5	962812,5	533250	5925	266625	4,7E+13	1,07E+13	47,26	10,67	
7	827	620	207	zo-nw	5	671937,5	372150	4135	186075	3,3E+13	7,44E+12	32,98	7,44	
8	338	254	85	zo-nw	5	274625	152100	1690	76050	1,3E+13	3,04E+12	13,48	3,04	
9	573	430	143	o-w	20	465562,5	257850	11460	128925	2,3E+13	5,16E+12	23,12	5,16	
10	358	269	90	zo-nw	5	290875	161100	1790	80550	1,4E+13	3,22E+12	14,28	3,22	
11	318	239	80	n-z	5	258375	143100	1590	71550	1,3E+13	2,86E+12	12,68	2,86	
12	660	495	165	n-z	5	536250	297000	3300	148500	2,6E+13	5,94E+12	26,32	5,94	
13	334	251	84	n-z	5	271375	150300	1670	75150	1,3E+13	3,01E+12	13,32	3,01	
14	1726	1295	432	n-z	5	1402375	776700	8630	388350	6,9E+13	1,55E+13	68,83	15,53	
15	159	119	40	n-z	5	129187,5	71550	795	35775	6,3E+12	1,43E+12	6,34	1,43	
16	1543	1157	386	zo-nw	5	1253688	694350	7715	347175	6,2E+13	1,39E+13	61,53	13,89	
17	183	137	46	zw-no	5	148687,5	82350	915	41175	7,3E+12	1,65E+12	7,30	1,65	
18	628	471	157	zw-no	5	510250	282600	3140	141300	2,5E+13	5,65E+12	25,04	5,65	
19	382	287	96	zw-no	5	310375	171900	1910	85950	1,5E+13	3,44E+12	15,23	3,44	
20	80	60	20	o-w	20	65000	36000	1600	18000	3,2E+12	7,2E+11	3,23	0,72	
21	24	18	6	zo-nw	5	19500	10800	120	5400	9,6E+11	2,16E+11	0,96	0,22	
 totaal	12001	9001	3000							4,8E+14	1,1E+14	478,90	108,01	
										[Joule]	[Joule]	[TJ]	[TJ]	

Energievraag voor verwarming: 482 TJ

Bijlage 2.4

Uitgangspunten*

Variant PSA	
perc.eengez.	: 60
perc.meergez.	: 40
rendement z.boiler	: 50
verwarming eengez.	: 575
verwarming meergez.	: 500
tapwater	: 350

lokatie	aantal won.	eengezins	meergezins	oriëntatie	factor	E_verw.	E_tapw.	oriëntatie	zonneboiler	plan-oriënt	zonder zonneboiler	verwarming	elektra	verwarming	elektra
1	20	12	8	zo-nw	5	10900	7000		100	3500		5,7E+11	1,8E+11	0,59	0,18
2	1431	859	572	zo-nw	5	779895	500850	7155	250425	4,1E+13	1,29E+13	40,76	12,88		
3	596	358	238	zo-nw	5	324820	208600	2980	104300	1,7E+13	5,36E+12	16,98	5,36		
4	159	95	64	zo-nw	5	86655	55650	795	27825	4,5E+12	1,43E+12	4,53	1,43		
5	477	286	191	zo-nw	5	259965	166950	2385	83475	1,4E+13	4,29E+12	13,59	4,29		
6	1185	711	474	zo-nw	5	645825	414750	5925	207375	3,4E+13	1,07E+13	33,75	10,67		
7	827	496	331	zo-nw	5	450715	289450	4135	144725	2,4E+13	7,44E+12	23,56	7,44		
8	338	203	135	zo-nw	5	184210	118300	1690	59150	9,6E+13	3,04E+12	9,63	3,04		
9	573	344	229	o-w	20	312285	200550	11460	100275	1,7E+13	5,16E+12	16,59	5,16		
10	358	215	143	zo-nw	5	195110	125300	1790	62650	1,0E+13	3,22E+12	10,20	3,22		
11	318	191	127	n-z	5	173310	111300	1590	55650	9,1E+13	2,86E+12	9,06	2,86		
12	660	396	264	n-z	5	359700	231000	3300	115500	1,9E+13	5,94E+12	18,80	5,94		
13	334	200	134	n-z	5	182030	116900	1670	58450	9,5E+13	3,01E+12	9,51	3,01		
14	1726	1036	690	n-z	5	940670	604100	8630	302050	4,9E+13	1,55E+13	49,17	15,53		
15	159	95	64	n-z	5	86655	55650	795	27825	4,5E+12	1,43E+12	4,53	1,43		
16	1543	926	617	zo-nw	5	840935	540050	7715	270025	4,4E+13	1,39E+13	43,95	13,89		
17	183	110	73	zw-no	5	99735	64050	915	32025	5,2E+12	1,65E+12	5,21	1,65		
18	628	377	251	zw-no	5	342260	219800	3140	109900	1,8E+13	5,65E+12	17,89	5,65		
19	382	229	153	zw-no	5	208190	133700	1910	66850	1,1E+13	3,44E+12	10,88	3,44		
20	80	48	32	o-w	20	43600	28000	1600	14000	2,3E+12	7,2E+11	2,32	0,72		
21	24	14	10	zo-nw	5	13080	8400	120	4200	6,8E+11	2,16E+11	0,68	0,22		
totaal	12001	7201	4800									3,4E+14	1,1E+14	342,16	108,01
												[Joule]	[Joule]	[TJ]	[TJ]

Energievraag voor verwarming: 342 TJ

Bijlage 2.5

Uitgangspunten*

Variant PSA	
perc.eengez.	: 70
perc.meergez.	: 30
rendement z.boiler	: 50
verwarming eengez.	: 575
verwarming meergez.	: 500
tapwater	: 350

lokatie	aantal won.	eengezins	meergezins	oriëntatie	factor	E_verw.	E_tapw.	oriëntatie	zonneboiler	plan-oriënt	zonder zonneboiler	verwarming	elektra	verwarming	elektra
1	20	14	6	zo-nw	5	11050	7000		100	3500		5,7E+11	1,8E+11	0,59	0,18
2	1431	1002	429	zo-nw	5	790627,5	500850	7155	250425	4,1E+13	1,29E+13	40,76	12,88		
3	596	417	179	zo-nw	5	329290	208600	2980	104300	1,7E+13	5,36E+12	16,98	5,36		
4	159	111	48	zo-nw	5	87847,5	55650	795	27825	4,5E+12	1,43E+12	4,53	1,43		
5	477	334	143	zo-nw	5	263542,5	166950	2385	83475	1,4E+13	4,29E+12	13,59	4,29		
6	1185	830	356	zo-nw	5	654712,5	414750	5925	207375	3,4E+13	1,07E+13	33,75	10,67		
7	827	579	248	zo-nw	5	456917,5	289450	4135	144725	2,4E+13	7,44E+12	23,56	7,44		
8	338	237	101	zo-nw	5	186745	118300	1690	59150	9,6E+13	3,04E+12	9,63	3,04		
9	573	401	172	o-w	20	316582,5	200550	11460	100275	1,7E+13	5,16E+12	16,59	5,16		
10	358	251	107	zo-nw	5	197795	125300	1790	62650	1,0E+13	3,22E+12	10,20	3,22		
11	318	223	95	n-z	5	175695	111300	1590	55650	9,1E+13	2,86E+12	9,06	2,86		
12	660	462	198	n-z	5	364650	231000	3300	115500	1,9E+13	5,94E+12	18,80	5,94		
13	334	234	100	n-z	5	184535	116900	1670	58450	9,5E+13	3,01E+12	9,51	3,01		
14	1726	1208	518	n-z	5	953615	604100	8630	302050	4,9E+13	1,55E+13	49,17	15,53		
15	159	111	48	n-z	5	87847,5	55650	795	27825	4,5E+12	1,43E+12	4,53	1,43		
16	1543	1080	463	zo-nw	5	852507,5	540050	7715	270025	4,4E+13	1,39E+13	43,95	13,89		
17	183	128	55	zw-no	5	101107,5	64050	915	32025	5,2E+12	1,65E+12	5,21	1,65		
18	628	440	188	zw-no	5	346970	219800	3140	109900	1,8E+13	5,65E+12	17,89	5,65		
19	382	267	115	zw-no	5	211055	133700	1910	66850	1,1E+13	3,44E+12	10,88	3,44		
20	80	56	24	o-w	20	44200	28000	1600	14000	2,3E+12	7,2E+11	2,32	0,72		
21	24	17	7	zo-nw	5	13260	8400	120	4200	6,8E+11	2,16E+11	0,68	0,22		
totaal	12001	8401	3600									3,4E+14	1,1E+14	342,16	108,01
												[Joule]	[Joule]	[TJ]	[TJ]

Energievraag voor verwarming: 345 TJ

Bijlage 2.6

Uitgangspunten*

Variant PSA	:	
perc.eengez.	:	75
perc.meergez.	:	25
rendement z.boiler	:	50
verwarming eengez.	:	575
verwarming meergez.	:	500
tapwater	:	350

lokatie	aantal won.	eengezins	meergezins	oriëntatie	factor	E_verw.	E_tapw.	oriëntatie	zonneboiler	plan-oriënt	zonder zonneboiler			
											verwarming	elektra	verwarming	elektra
1	20	15	5	zo-nw	5	11125	7000	100	3500	5,8E+11	1,8E+11	0,58	0,18	
2	1431	1073	358	zo-nw	5	795993,8	500850	7155	250425	4,1E+13	1,29E+13	41,27	12,88	
3	596	447	149	zo-nw	5	331525	208600	2980	104300	1,7E+13	5,36E+12	17,19	5,36	
4	159	119	40	zo-nw	5	88443,75	55650	795	27825	4,6E+12	1,43E+12	4,59	1,43	
5	477	358	119	zo-nw	5	265331,3	166950	2385	83475	1,4E+13	4,29E+12	13,76	4,29	
6	1185	889	296	zo-nw	5	659156,3	414750	5925	207375	3,4E+13	1,07E+13	34,18	10,67	
7	827	620	207	zo-nw	5	460018,8	289450	4135	144725	2,4E+13	7,44E+12	23,85	7,44	
8	338	254	85	zo-nw	5	188012,5	118300	1690	59150	9,7E+12	3,04E+12	9,75	3,04	
9	573	430	143	o-w	20	318731,3	200550	11460	100275	1,7E+13	5,16E+12	16,80	5,16	
10	358	269	90	zo-nw	5	199137,5	125300	1790	62650	1,0E+13	3,22E+12	10,33	3,22	
11	318	239	80	n-z	5	176887,5	111300	1590	55650	9,2E+12	2,86E+12	9,17	2,86	
12	660	495	165	n-z	5	367125	231000	3300	115500	1,9E+13	5,94E+12	19,04	5,94	
13	334	251	84	n-z	5	185787,5	116900	1670	58450	9,6E+12	3,01E+12	9,63	3,01	
14	1726	1295	432	n-z	5	960087,5	604100	8630	302050	5,0E+13	1,55E+13	49,78	15,53	
15	159	119	40	n-z	5	88443,75	55650	795	27825	4,6E+12	1,43E+12	4,59	1,43	
16	1543	1157	386	zo-nw	5	858293,8	540050	7715	270025	4,5E+13	1,39E+13	44,50	13,89	
17	183	137	46	zw-no	5	101793,8	64050	915	32025	5,3E+12	1,65E+12	5,28	1,65	
18	628	471	157	zw-no	5	349325	219800	3140	109900	1,8E+13	5,65E+12	18,11	5,65	
19	382	287	96	zw-no	5	212487,5	133700	1910	66850	1,1E+13	3,44E+12	11,02	3,44	
20	80	60	20	o-w	20	44500	28000	1600	14000	2,3E+12	7,2E+11	2,35	0,72	
21	24	18	6	zo-nw	5	13350	8400	120	4200	6,9E+11	2,16E+11	0,69	0,22	
totaal	12001	9001	3000							3,5E+14	1,1E+14	346,43	108,01	
										[Joule]	[Joule]	[TJ]	[TJ]	

Energievraag voor verwarming: 346 TJ

Bijlage 3

Berekening invloed oriëntatie

Bijlage 3.1

Uitgangspunten*

Variant PSA
 perc.eengez. : 60
 perc.meergez. : 40
 rendement z.boiler : 50
 verwarming eengez. : 850
 verwarming meergez. : 700
 tapwater : 450

lokatie	aantal won.	eengezins	meergezins	oriëntatie	factor	E_verw.	E_tapw.	oriëntatie	zonneboiler	met zonneboiler		zonder zonneboiler	
										zuid-oriënt	plan-oriënt	zuid-oriënt	plan-oriënt
1	20	12	8	zo-nw	5	15800	9000	100	4500	20300	20400	24800	24900
2	1431	859	572	zo-nw	5	1130490	643950	7155	321975	1452465	1459620	1774440	1781595
3	596	358	238	zo-nw	5	470840	268200	2980	134100	604940	607920	739040	742020
4	159	95	64	zo-nw	5	125610	71550	795	107325	161385	162180	197160	197955
5	477	286	191	zo-nw	5	376830	214650	2385	107325	484155	486540	591480	593865
6	1185	711	474	zo-nw	5	936150	533250	5925	266625	1202775	1208700	1469400	1475325
7	827	496	331	zo-nw	5	653330	372150	4135	186075	839405	843540	1025480	1029615
8	338	203	135	zo-nw	5	267020	152100	1690	76050	343070	344760	419120	420810
9	573	344	229	o-w	20	452670	257850	11460	128925	581595	593055	710520	721980
10	358	215	143	zo-nw	5	282820	161100	1790	80550	363370	365160	443920	445710
11	318	191	127	n-z	5	251220	143100	1590	71550	322770	324360	394320	395910
12	660	396	264	n-z	5	521400	297000	3300	148500	669900	673200	818400	821700
13	334	200	134	n-z	5	263860	150300	1670	75150	339010	340680	414160	415830
14	1726	1036	690	n-z	5	1363540	776700	8630	388350	1751890	1760520	2140240	2148870
15	159	95	64	n-z	5	125610	71550	795	35775	161385	162180	197160	197955
16	1543	926	617	zo-nw	5	1218970	694350	7715	347175	1566145	1573860	1913320	1921035
17	183	110	73	zw-no	5	144570	82350	915	41175	185745	186660	226920	227835
18	628	377	251	zw-no	5	496120	282600	3140	141300	637420	640560	778720	781860
19	382	229	153	zw-no	5	301780	171900	1910	85950	387730	389640	473680	475590
20	80	48	32	o-w	20	63200	36000	1600	18000	81200	82800	99200	100800
21	24	14	10	zo-nw	5	18960	10800	120	5400	24360	24480	29760	29880
totaal	12001	7201	4800							12181015	12250815	14881240	14951040
										[m3]	[m3]	[m3]	[m3]

Bijlage 3.2

Uitgangspunten*

Variant PSA	
perc.eengez.	: 70
perc.meergez.	: 30
rendement z.boiler	: 50
verwarming eengez.	: 850
verwarming meergez.	: 700
tapwater	: 450

lokatie won.	aantal	eengezins	meergezins	oriëntatie	factor	E_verw.	E_tapw.	oriëntatie	zonneboiler	met zonneboiler		zonder zonneboiler	
										zuid-oriënt	plan-oriënt	zuid-oriënt	plan-oriënt
1	20	14	6	zo-nw	5	16100	9000	100	4500	20600	20700	25100	25200
2	1431	1002	429	zo-nw	5	1151955	643950	7155	321975	1473930	1481085	1795905	1803060
3	596	417	179	zo-nw	5	479780	268200	2980	134100	613880	616860	747980	750960
4	159	111	48	zo-nw	5	127995	71550	795	107325	163770	164565	199545	200340
5	477	334	143	zo-nw	5	383985	214650	2385	107325	491310	493695	598635	601020
6	1185	830	356	zo-nw	5	953925	533250	5925	266625	1220550	1226445	1487175	1493100
7	827	579	248	zo-nw	5	665735	372150	4135	186075	851810	855945	1037885	1042020
8	338	237	101	zo-nw	5	272090	152100	1690	76050	348140	349830	424190	425880
9	573	401	172	o-w	20	461265	257850	11460	128925	590190	601650	719115	730575
10	358	251	107	zo-nw	5	288190	161100	1790	80550	368740	370530	449290	451080
11	318	223	95	n-z	5	255990	143100	1590	71550	327540	329130	399090	400680
12	660	462	198	n-z	5	531300	297000	3300	148500	679800	683100	828300	831600
13	334	234	100	n-z	5	268870	150300	1670	75150	344020	345690	419170	420840
14	1726	1208	518	n-z	5	1380430	776700	8630	388350	1777780	1786410	2166130	2174760
15	159	111	48	n-z	5	127995	71550	795	35775	163770	164565	199545	200340
16	1543	1080	463	zo-nw	5	1242115	694350	7715	347175	1589290	1597005	1936465	1944180
17	183	128	55	zw-no	5	147315	82350	915	41175	188490	189405	229665	230580
18	628	440	188	zw-no	5	505540	282600	3140	141300	646840	649980	788140	791280
19	382	267	115	zw-no	5	307510	171900	1910	85950	393460	395370	479410	4791280
20	80	56	24	o-w	20	64400	36000	1600	18000	82400	84000	100400	102000
21	24	17	7	zo-nw	5	19320	10800	120	5400	24720	24840	30120	30240
totaal	12001	8401	3600							12361030	12430830	15061255	15131055
										[m3]	[m3]	[m3]	[m3]

Bijlage 3.3

Uitgangspunten*

Variant PSA	
perc.eengez.	: 75
perc.meergez.	: 25
rendement z.boiler	: 50
verwarming eengez.	: 850
verwarming meergez.	: 700
tapwater	: 450

lokatie won.	aantal	eengezins	meergezins	oriëntatie	factor	E_verw.	E_tapw.	oriëntatie	zonneboiler	met zonneboiler		zonder zonneboiler	
										zuid-oriënt	plan-oriënt	zuid-oriënt	plan-oriënt
1	20	15	5	zo-nw	5	16250	9000	100	4500	20750	20850	25250	25350
2	1431	1073	358	zo-nw	5	1162688	643950	7155	321975	1484662,5	1491818	1806638	1813792,5
3	596	447	149	zo-nw	5	484250	268200	2980	134100	618350	621330	752450	75430
4	159	119	40	zo-nw	5	129187,5	71550	795	107325	164962,5	165757,5	200737,5	201532,5
5	477	358	119	zo-nw	5	387562,5	214650	2385	107325	494887,5	497272,5	602212,5	604597,5
6	1185	889	296	zo-nw	5	962812,5	533250	5925	266625	1229437,5	1235363	1496063	1501987,5
7	827	620	207	zo-nw	5	671937,5	372150	4135	186075	858012,5	862147,5	1044088	1048222,5
8	338	254	85	zo-nw	5	274625	152100	1690	76050	350675	352365	426725	428415
9	573	430	143	o-w	20	465562,5	257850	11460	128925	594487,5	605947,5	723412,5	734872,5
10	358	269	90	zo-nw	5	290875	161100	1790	80550	371425	373215	451975	453765
11	318	239	80	n-z	5	258375	143100	1590	71550	329925	331515	401475	403065
12	660	495	165	n-z	5	536250	297000	3300	148500	684750	688050	833250	836550
13	334	251	84	n-z	5	271375	150300	1670	75150	346525	348195	421675	423345
14	1726	1295	432	n-z	5	1402375	776700	8630	388350	1790725	1799355	2179075	2187705
15	159	119	40	n-z	5	129187,5	71550	795	35775	164962,5	165757,5	200737,5	201532,5
16	1543	1157	386	zo-nw	5	1253688	694350	7715	347175	1600862,5	1608578	1948038	1955752,5
17	183	137	46	zw-no	5	148687,5	82350	915	41175	189862,5	190777,5	231037,5	231952,5
18	628	471	157	zw-no	5	510250	282600	3140	141300	651550	654690	792850	795990
19	382	287	96	zw-no	5	310375	171900	1910	85950	396325	398235	482275	484185
20	80	60	20	o-w	20	65000	36000	1600	18000	83000	84600	101000	102600
21	24	18	6	zo-nw	5	19500	10800	120	5400	24900	25020	30300	30420
totaal	12001	9001	3000							12451038	12520838	15151263	15221063
										[m3]	[m3]	[m3]	[m3]

Bijlage 3.4

Uitgangspunten*
 Variant PSA
 perc.eengez. : 60
 perc.meergez. : 40
 rendement z.boiler : 50
 verwarming eengez. : 575
 verwarming meergez. : 500
 tapwater : 350

lokatie	aantal won.	eengezins	meergezins	oriëntatie	factor	E_verw.	E_tapw.	oriëntatie	zonneboiler	met zonneboiler		zonder zonneboiler	
										zuid-oriënt	plan-oriënt	zuid-oriënt	plan-oriënt
1	20	12	8	zo-nw	5	10900	7000	100	3500	14400	14500	17900	18000
2	1431	859	572	zo-nw	5	779895	500850	7155	250425	1030320	1037475	1280745	1287900
3	596	358	238	zo-nw	5	324820	208600	2980	104300	429120	432100	533420	536400
4	159	95	64	zo-nw	5	86655	55650	795	27825	114480	115275	142305	143100
5	477	286	191	zo-nw	5	259965	166950	2385	83475	343440	345825	426915	429300
6	1185	711	474	zo-nw	5	645825	414750	5925	207375	853200	859125	1060575	1066500
7	827	496	331	zo-nw	5	450715	289450	4135	144725	595440	599575	740165	744300
8	338	203	135	zo-nw	5	184210	118300	1690	59150	243360	245050	302510	304200
9	573	344	229	o-w	20	312285	200550	11460	100275	412560	424020	512835	524295
10	358	215	143	zo-nw	5	195110	125300	1790	62650	257760	259550	320410	322200
11	318	191	127	n-z	5	173310	111300	1590	55650	228960	230550	284610	286200
12	660	396	264	n-z	5	359700	231000	3300	115500	475200	478500	590700	594000
13	334	200	134	n-z	5	182030	116900	1670	58450	240480	242150	298930	300600
14	1726	1036	690	n-z	5	940670	604100	8630	302050	1242720	1251350	1544770	1553400
15	159	95	64	n-z	5	86655	55650	795	27825	114480	115275	142305	143100
16	1543	926	617	zo-nw	5	840935	540050	7715	270025	1110960	1118675	1380985	1388700
17	183	110	73	zw-no	5	99735	64050	915	32025	131760	132675	163785	164700
18	628	377	251	zw-no	5	342260	219800	3140	109900	452160	453300	562060	565200
19	382	229	153	zw-no	5	208190	133700	1910	66850	275040	276950	341890	343800
20	80	48	32	o-w	20	43600	28000	1600	14000	57600	59200	71600	73200
21	24	14	10	zo-nw	5	13080	8400	120	4200	17280	17400	21480	21600
totaal	12001	7201	4800							8640720	8710520	10740895	10810695
										[m3]	[m3]	[m3]	[m3]

Bijlage 3.5

Uitgangspunten*
 Variant PSA
 perc.eengez. : 70
 perc.meergez. : 30
 rendement z.boiler : 50
 verwarming eengez. : 575
 verwarming meergez. : 500
 tapwater : 350

lokatie	aantal won.	eengezins	meergezins	oriëntatie	factor	E_verw.	E_tapw.	oriëntatie	zonneboiler	met zonneboiler		zonder zonneboiler	
										zuid-oriënt	plan-oriënt	zuid-oriënt	plan-oriënt
1	20	14	6	zo-nw	5	11050	7000	100	3500	14550	14650	18050	18150
2	1431	1002	429	zo-nw	5	790627,5	500850	7155	250425	1041052,5	1048208	1291478	1298632,5
3	596	417	179	zo-nw	5	329290	208600	2980	104300	433590	436570	537890	540870
4	159	111	48	zo-nw	5	87847,5	55650	795	27825	115672,5	116467,5	143497,5	144292,5
5	477	334	143	zo-nw	5	263542,5	166950	2385	83475	347017,5	349402,5	430492,5	432877,5
6	1185	830	356	zo-nw	5	654712,5	414750	5925	207375	862087,5	868012,5	1069463	1075387,5
7	827	579	248	zo-nw	5	456917,5	289450	4135	144725	601642,5	605777,5	746367,5	750502,5
8	338	237	101	zo-nw	5	186745	118300	1690	59150	245895	247585	305045	306735
9	573	401	172	o-w	20	316582,5	200550	11460	100275	416857,5	428317,5	517132,5	528592,5
10	358	251	107	zo-nw	5	197795	125300	1790	62650	260445	262235	323095	324885
11	318	223	95	n-z	5	175695	111300	1590	55650	231345	232935	286995	288585
12	660	462	198	n-z	5	364650	231000	3300	115500	480150	483450	595650	598950
13	334	234	100	n-z	5	184535	116900	1670	58450	242985	244655	301435	303105
14	1726	1208	518	n-z	5	953615	604100	8630	302050	1255665	1264295	1557715	1566345
15	159	111	48	n-z	5	87847,5	55650	795	27825	115672,5	116467,5	143497,5	144292,5
16	1543	1080	463	zo-nw	5	852507,5	540050	7715	270025	1122532,5	1130248	1392558	1400272,5
17	183	128	55	zw-no	5	101107,5	64050	915	32025	133132,5	134047,5	165157,5	166072,5
18	628	440	188	zw-no	5	346970	219800	3140	109900	456870	460010	566770	569910
19	382	267	115	zw-no	5	211055	133700	1910	66850	277905	279815	344755	346665
20	80	56	24	o-w	20	44200	28000	1600	14000	58200	59800	72200	73800
21	24	17	7	zo-nw	5	13260	8400	120	4200	17460	17580	21660	21780
totaal	12001	8401	3600							8730728	8800528	10830903	10900703
										[m3]	[m3]	[m3]	[m3]

Bijlage 3.6

Uitgangspunten*

Variant PSA	
perc.eengez.	: 75
perc.meergez.	: 25
rendement z.boiler	: 50
verwarming eengez.	: 575
verwarming meergez.	: 500
tapwater	: 350

lokatie	aantal won.	eengezins	meergezins	oriëntatie	factor	E_verw.	E_tapw.	oriëntatie	zonneboiler	met zonneboiler		zonder zonneboiler	
										zuid-oriënt	plan-oriënt	zuid-oriënt	plan-oriënt
1	20	15	5	zo-nw	5	11125	7000	100	3500	14625	14725	18125	18225
2	1431	1073	358	zo-nw	5	795993,8	500850	7155	250425	1046418,8	1053574	1296844	1303998,8
3	596	447	149	zo-nw	5	331525	208600	2980	104300	435825	438805	540125	543105
4	159	119	40	zo-nw	5	88443,75	55650	795	27825	116268,75	117063,8	144093,8	144888,75
5	477	358	119	zo-nw	5	265331,3	166950	2385	83475	348806,25	351191,3	432281,3	434666,25
6	1185	889	296	zo-nw	5	659156,3	414750	5925	207375	866531,25	872456,3	1073906	1079831,3
7	827	620	207	zo-nw	5	460018,8	289450	4135	144725	604743,75	608878,8	749468,8	753603,75
8	338	254	85	zo-nw	5	188012,5	118300	1690	59150	247162,5	248852,5	306312,5	308002,5
9	573	430	143	o-w	20	318731,3	200550	11460	100275	419006,25	430466,3	519281,3	530741,25
10	358	269	90	zo-nw	5	199137,5	125300	1790	62650	261787,5	263577,5	324437,5	326227,5
11	318	239	80	n-z	5	176887,5	111300	1590	55650	232537,5	234127,5	288187,5	289777,5
12	660	495	165	n-z	5	367125	231000	3300	115500	482625	485925	598125	601425
13	334	251	84	n-z	5	185787,5	116900	1670	58450	244237,5	245907,5	302687,5	304357,5
14	1726	1295	432	n-z	5	960087,5	604100	8630	302050	1262137,5	1270768	1564188	1572817,5
15	159	119	40	n-z	5	88443,75	55650	795	27825	116268,75	117063,8	144093,8	144888,75
16	1543	1157	386	zo-nw	5	858293,8	540050	7715	270025	1128318,8	1136034	1398344	1406058,8
17	183	137	46	zw-no	5	101793,8	64050	915	32025	133818,75	134733,8	165843,8	166758,75
18	628	471	157	zw-no	5	349325	219800	3140	109900	459225	462365	569125	572265
19	382	287	96	zw-no	5	212487,5	133700	1910	66850	279337,5	281247,5	346187,5	348097,5
20	80	60	20	o-w	20	44500	28000	1600	14000	58500	60100	72500	74100
21	24	18	6	zo-nw	5	13350	8400	120	4200	17550	17670	21750	21870
totaal	12001	9001	3000							8775731	8845531	10875906	10945706
										[m3]	[m3]	[m3]	[m3]