



Energievisie Amstelstationsgebied Amsterdam



Begeleidingscommissie:

A. de Jager	- Stadsdeel Oost-Watergraafsmeer
M. Lambregts	- Dienst Milieu en Bouwtoezicht Amsterdam
R. Steur	- Stadsdeel Oost-Watergraafsmeer
A. Mulder	- Vesteda
A. Geerse	- Bureau Andries Geerse Stedenbouwkundige
D. Wijn	- BAM Vastgoed
P. Hameetman	- BAM Vastgoed
Remco Ates	- NS Poort
S. Heijnen	- Altera Vastgoed
R. Potters	- NUON

Auteurs: - Deerns raadgevende ingenieurs bv:

P. Stoelinga
P. Buurman
V. Bhagwandas

Datum: 2 juli 2008



Samenvatting

Voor het gebied Amstelstationsgebied is door Deerns een energievisie opgesteld. De energievisie geeft richting aan besluitvorming omtrent een toekomstige duurzame energievoorziening en energiebesparende mogelijkheden voor bestaande bouw en nieuwbouw.

In het huidige onderzoek is inzichtelijk gemaakt welke mogelijkheden bestaan voor het plangebied Amstelstation om het gebruik van fossiele energie en uitstoot van CO₂ terug te dringen. Hierbij is onderzocht welke mogelijkheden bestaan voor het verminderen van de energievraag van het gebied, de mogelijkheden voor het toepassen van duurzame energietechnieken en het zo efficiënt mogelijk opwekken van energie door middel van fossiele brandstoffen. De resultaten zijn weergegeven in prestatie-eisen voor het primaire energiegebruik per gebouwfunctie en een voorkeursscenario voor de energieconfiguraties en besparingsmaatregelen die passen bij de geformuleerde ambitieniveaus voor deelgebied I en II.

De geformuleerde ambitieniveau's voor het plangebied staan vermeld in de onderstaande tabel, uitgedrukt in primair energiegebruik voor de verschillende functies per ambitieniveau in kWh/m².

Functie	Ambitieniveau : Referentie	Ambitieniveau : Duurzaam	Ambitieniveau : Duurzaam + +
Kantoor	115	58	23
Winkel	272	136	54
Hotel	258	79	32
Appartement	86	30	17

Deelgebied I:

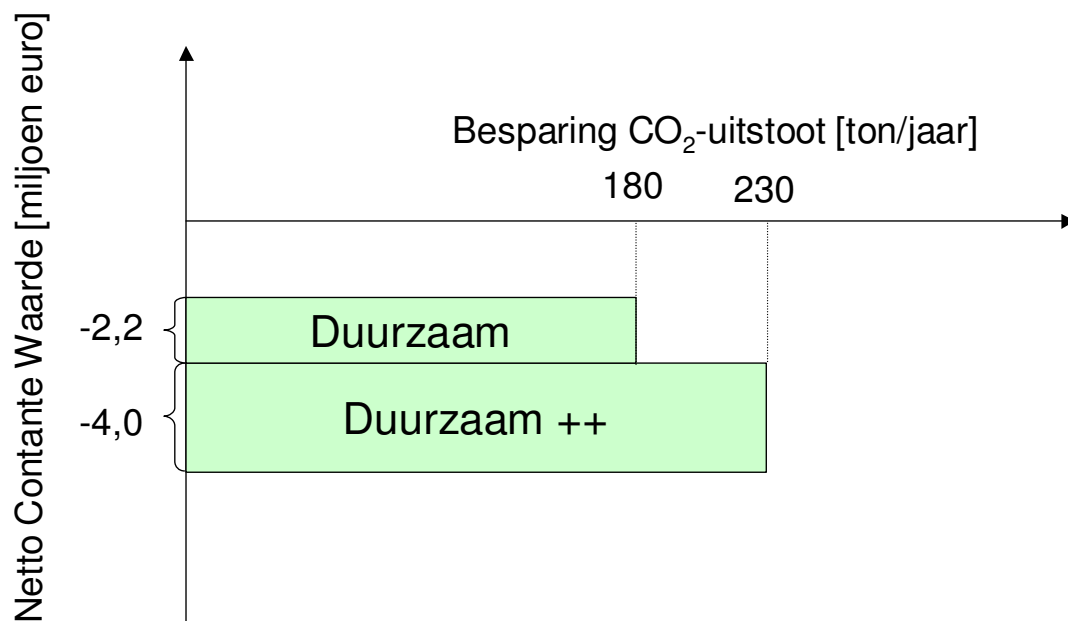
Een energievoorziening op basis van een collectieve warmte- en koudeopslag in de bodem is voor deelgebied I het meest gunstig. Voor elk ambitieniveau geldt het warmte- en koudeopslagsysteem als basisniveau. Door combinatie van het systeem met gasabsorptie-warmtepompen verbetert de prestatie voor de opwekking van tapwater en koeling. Bij de duurzame en duurzaam+ + ambitieniveaus worden er met toenemend aantal vierkante meters PV-panelen en zonnecollectoren geplaatst op de daken van de bebouwing.

Deelgebied II

Voor deelgebied II met de dichte bebouwing geldt dat centrale aanlevering van verwarming (stadsverwarming) en centrale aanlevering van koude (WKK/SV met AKM) zeer geschikt zijn. De koppeling met deelgebied I is niet interessant aangezien de bebouwing minder compact is en vanuit de nieuwbouw gewerkt kan worden met laag temperatuurverwarmingssystemen.

Ambitieniveau duurzaam en duurzaam + +

De ambitieniveaus zijn in dit onderzoek vergeleken op basis van prestaties op CO₂-reductie en levensduurkosten (investeringen en exploitatiekosten). Het ambitieniveau duurzaam levert t.o.v. de referentie een besparing op van 180 ton CO₂ op jaarbasis ofwel 42%. Door aan het niveau "duurzaam" substantieel zonnecollectoren en PV toe te voegen wordt de besparing opgevoerd tot 53%. Echter het opvoeren van de besparing brengt over de tijdsduur van 15 jaar 2 keer zoveel kosten (netto contant) met zich mee. De netto contante waarde stijgt van -2.200.000 euro naar -4.000.000 euro. Omgerekend naar vierkante meters bedraagt het netto verlies/investering over 15 jaar 25 euro per m² b.v.o. voor de duurzame variant en 50 euro per m² b.v.o. voor de duurzaam + + variant. In de onderstaande figuur is dit grafisch weergegeven.



Samenvatting	2
Hoofdstuk 1: Inleiding	5
1.1 Betrokken partijen	5
1.2 Ontwikkelingen	5
1.3 Doelen en verwachting van de energievisie	5
1.4 Aanpak	7
Hoofdstuk 2: Gebiedsomschrijving	9
2.1. Inleiding	9
2.2 Energie- en vermogensvraag deelgebied I	11
2.3 Energie- en vermogensvraag deelgebied II	12
Hoofdstuk 3: Ambitieniveaus Amstelstationsgebied	14
3.1 Passief huizen	14
3.2 Ambitieniveaus	15
3.3 Ambitieniveaus in primaire energie	15
Hoofdstuk 4: Energieconfiguraties	16
4.1 Keuze energieconfiguraties	16
4.2 Vraagreductie	16
4.3 Duurzame energie	18
4.4. Energieopwekking	21
4.5 Infrastructuur	27
4.6 Primaire energiegebruik configuraties	27
4.7 Energie-inkoop	29
4.8 Meerinvesteringen en exploitatiekosten	30
4.9 Netto Contante Waarde varianten	31
4.10 CO ₂ versus Netto Contante Waarde	32
Hoofdstuk 5: Conclusies en aanbevelingen	33
Hoofdstuk 6: Bijlagen	34
6.1 Lijst met afkortingen	35
6.2 Overzicht Amstelstationsgebied	36
6.3 Berekeningen varianten	38
6.4 Primair energiegebruik voor blok A, C, D, F en G	42
6.5 Pakketten voor gebouwfuncties	45
6.6 Leidingtraces KWO-systeem	48

Hoofdstuk 1: Inleiding

Een energievisie heeft als doel om de richting te bepalen voor de latere planvorming voor een (functionele, duurzame/energie-efficiënte energievoorziening. Dat gebeurt door middel van een specifiek op het gebied gerichte verkenning van de mogelijkheden en het uitsluiten van onmogelijkheden. De aspecten die daarbij beschouwd worden zijn technisch, financieel, organisatorisch en energetisch van aard. Een vereiste voor het project is dat er onderzocht wordt of er passiefhuis technieken gebruikt kunnen worden.

1.1 Betrokken partijen

Het stationsgebied rondom station Amstel, Amsterdam (Amstelstationsgebied) wordt gerenoveerd. Het stationsgebied is op te delen in twee delen, gescheiden door het spoorwegtracé. Deelgebied 1, voorzijde van het Amstelstation, zal voornamelijk bestaan uit nieuwbouw terwijl deelgebied 2 achterzijde van het Amstelstation, al voornamelijk bebouwd is. Voor het Amstelstationsgebied is er een energievisie ontwikkeld, welke zowel deelgebied 1 als deelgebied 2 zal omvatten. De volgende partijen zijn participant in deze energievisie: Vesteda, BAM Vastgoed, NS Poort, Altera Vastgoed.

1.2 Ontwikkelingen

De voorzijde van het Amstelstation wordt in ontwikkeling gebracht. Aan de voorzijde van het station (deelgebied 1) wordt circa 75.000 m² gemengd programma (winkels, kantoren, hotel en woningen) gerealiseerd. In dit gebied is ook reeds het kantoor van de belegger Altera aanwezig van 35.000 m² b.v.o. (waarvan 10.000 m² onverwarmde parkeergarage).

Aan de achterzijde van het gebied (deelgebied 2) zijn grootschalige kantoren en appartementen. De drie grote kantoorgebouwen (Breitner, Rembrandt en van Gogh) met een oppervlak van 130.000 m² worden gedeeltelijk voorzien van warmte-, koude- en elektriciteitsvraag door een energiecentrale (de WENK centrale). Het overige programma, bestaande uit 600 woningen, de HvA en Delta Lloyd, draait volledig op conventionele systemen (individuele) ketels en compressie-koelmachines. De verwachting is dat in dit deelgebied op termijn nog verdere intensivering van het programma zal plaatsvinden (bijvoorbeeld sloop of hoogwaardige renovatie van het HvA-gebouw dat vervangen wordt voor een groter gebouw).

Het Overamstelgebied dat naast het Amstelstationsgebied ligt, is in ontwikkeling (gemengd programma met een accent op wonen). Ten aanzien van de warmte-infrastructuur wordt ingezet op het aansluiten op het stadswarmtenet. Voor de koudevraag wordt ingezet op de realisatie van een koude-installatie die wordt gekoppeld aan het gasontvangststation (geplande capaciteit 20 MW). Als deze koudecapaciteit is opgesoupeerd, is het een optie om het koudenet vanuit de Zuidoostlob door te trekken. Zowel het warmte- als het koudenet wordt geëxploiteerd door NUON.

1.3 Doelen en verwachting van de energievisie

De hierboven genoemde instellingen hebben aan Deerns opdracht gegeven om een verkennend/beschouwend onderzoek uit te voeren naar de energiebehoefte en de mogelijkheden van een duurzame energievoorziening op middellange en lange termijn.

Voor Deelgebied I wordt gevraagd om in de energievisie de volgende ambitieniveaus uit te werken:

- Een referentiescenario, gebaseerd op het voldoen aan het bouwbesluit zoals dat er vermoedelijk in 2010 zal uitzien en (daar bovenop) aan de energie-eisen die volgen uit het

activiteitenbesluit, waarbij die maatregelen moeten worden gerealiseerd die een terugverdientijd van minder of gelijk aan 5 jaar.

- Een uitdagend scenario, Hierbij moet worden gedacht aan een energieprestatie die overeenkomt met die van de passiehuizen voor de aanwezige Bouwbesluit-functies.

De scenario's worden uitgewerkt door het bepalen van een voorkeurspakket van de bouwkundige en installatietechnische maatregelen en energieopwekking die nodig zijn voor het realiseren van de verschillende ambitieniveaus. Met name wordt gevraagd om de energieprestatie niet (alleen) te realiseren met hoog-efficiënte en duurzame energieopwekking, maar veel aandacht te geven aan bouwkundige maatregelen.

Aan het voorkeursscenario wordt vertaald naar een ondergrens voor het primaire energiegebruik per m², uitgedrukt in kWh/m² b.v.o., voor de verschillende gebouwfuncties in het gebied. Voor het gebouw van Altera wordt een separaat advies verwacht.

Tevens wordt gevraagd om voor deelgebied 1 het benodigde ruimtebeslag in de openbare ruimte behoefte voor eventuele energie-infrastructuur te bepalen, zoals dat volgt uit de ambitieniveaus

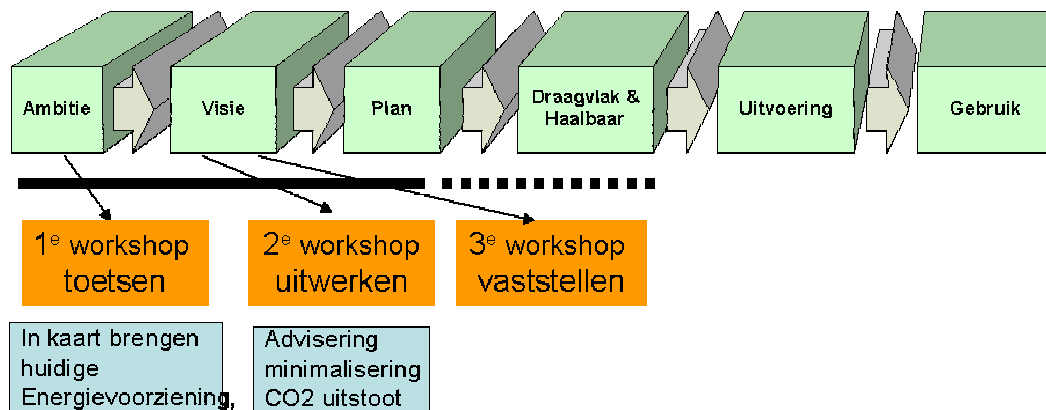
Ten aanzien van de passiehuis technieken is in overleg met de begeleidingscommissie vastgesteld dat, gezien de stedenbouwkundige situatie in Amstelstationsgebied, passiehuizen als zodanig niet zullen kunnen worden ingepast. Wel kunnen een aantal van de technieken die de passiehuizen hun energieprestatie geven, worden toegepast als bouwkundige maatregelen.

Bij deelgebied 2 wordt gevraagd om:

- de aandacht te leggen op de (toevoeging van) warmte- en koude-infrastructuur voor het volledige programma van de bestaande bouw.
- Het voorkeursscenario voor de vervangende bouw als het HvA gebouw op termijn gesloopt en opnieuw gebouwd zal worden (waarschijnlijk een vierde schilderstoren).

1.4 Aanpak

Een energievisie is de tweede stap van totaal zes stappen om te komen tot gerichte CO2 reductie. Het is een verkenning die aanbevelingen geeft ten aanzien van de bij de uitgangspunten passende en meest belovende richting(en) voor energiebesparing. De studie is uitgevoerd in nauwe samenspraak met de betrokken partijen in de vorm van workshops. Het doel hiervan is om er voor te zorgen dat de resultaten van de studie aansluiten bij de verwachtingen van de partijen en dat de conclusies ook door hen gedragen worden. Naast een start-upbespreking zijn er drie workshops geweest, met als thema's: 1. toetsen – 2. uitwerken – 3. vaststellen.



Workshop 1: Toetsen:

In de eerste workshop zijn de situatie en de uitgangspunten in onderling overleg vastgesteld. Ook is op basis van een eerste overzicht van verschillende mogelijkheden voor duurzame energieopwekking, een eerste schifting gemaakt tussen passende en niet passende technieken, systemen en toepassingen.

Workshop 2: Uitwerken:

In de tweede workshop zijn resterende mogelijke en potentieel gunstige configuraties en maatregelen besproken. De configuraties waren van te voren door Deerns globaal uitgewerkt, waarbij specifieke kenmerken en consequenties in beeld werden gebracht. Het resultaat van de workshop is een selectie van de meest belovende mogelijkheden en opties. Voor deelgebied I doorgaan met stadsverwarming de beste optie terwijl voor deelgebied II koude- en warmteopslag het beste past.

Deze opties zijn nader uitgewerkt met passende maatregelpakketten.

Workshop 3: Vaststellen:

In de derde workshop zijn de nader uitgewerkte consequenties, prestaties en kenmerken, toegespitst op het Amstelstationsgebied besproken, waarna vastgesteld werd in hoeverre deze op draagvlak van de betrokkenen kunnen rekenen.

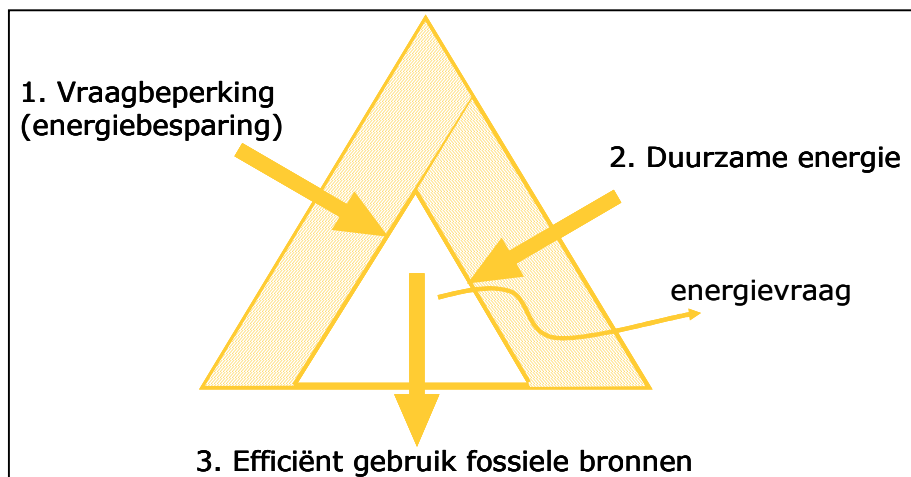
Om een goed beeld te verkrijgen van het gebied rondom Amstelstation is in kaart gebracht wat de energievoorzieningen zijn van de bestaande bouw. Deze bevindt zich voornamelijk een deelgebied 2. Deelgebied 1 bestaat voornamelijk uit nieuwbouw. De energievraag van de nieuwbouw is bepaald met behulp van het EPC-programma. Doel ervan is om mogelijkheden te uitsluiten en om de infrastructuur te bepalen. De volgende stap in de energievisie is het bepalen van een maatregelenpakken voor de gekozen infrastructuur voor de verschillende functies. Dit wordt gedaan voor verschillende varianten, welke afhangt van de EPC, in het EPN programmatuur. De verkregen primaire energie uit het EPN wordt vervolgens gebruikt om een energieconfiguratie te maken voor ieder variant.

Kort samengevat is het plan van aanpak:

1. Inventarisatie bestaande bouw
2. Bepalen energievraag nieuwbouw
3. Vaststellen mogelijkheden/onmogelijkheden/visie
4. Bepalen van infrastructuur
5. Uitwerken varianten nieuwbouw
6. Uitwerken maatregelen pakket nieuwbouw
7. Bepalen van energiebehoefte per blok

Trias Energetica

Aan de hand van het energieprofiel is de energievisie uitgevoerd volgens de stappen van de Trias Energetica. Allereerst is onderzocht welke mogelijkheden bestaan voor het reduceren van de energievraag. Vervolgens is onderzocht welke duurzame energietechnieken toegepast kunnen worden voor het Amstelstationsgebied. Als laatste stap is onderzocht hoe de resterende energievraag zo efficiënt mogelijk ingevuld kan worden door gebruikmaking van fossiele brandstoffen. De drie stappen van de energievisie zijn schematisch weergegeven in onderstaande figuur.



Trias Energetica

Hoofdstuk 2: Gebiedsomschrijving

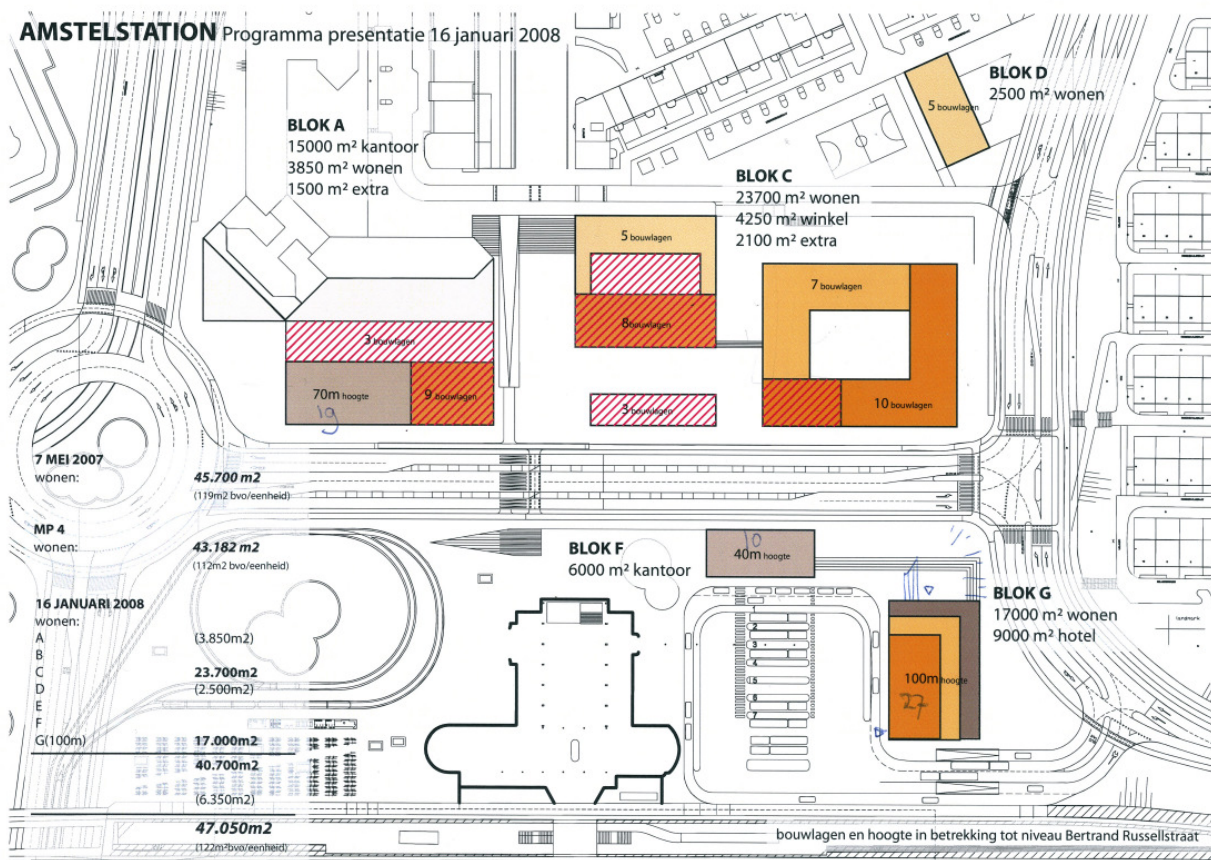
2.1. Inleiding

Het te bestuderen gebied, Amstelstationsgebied, is opgedeeld in twee delen, genaamd deelgebied 1 en deelgebied 2. Gebied 1 is grotendeels nieuwbouw terwijl gebied 2 al bebouwd is. Bestaande bouw met energievoorzieningen voor deelgebied 1 en de energievraag voor de nieuwbouw is weergegeven in paragraaf 2.2. Bestaande bouw met energievoorzieningen voor deelgebied 2 is weergegeven in paragraaf 2.3. De energievraag voor de nieuwbouw is per gebouwfunctie en per bouwblok berekend volgens de EPN. De vermogensvraag is berekend het programma TRNSYS. Figuur 2.1 geeft een schematisch overzicht van de deelgebieden en de ligging van de bestaande bouw. Het gebied is ingedeeld in blokken waarin de functies zijn verdeeld. De totale oppervlaktes van de functies zijn weergegeven in tabel 2.1, en de oppervlaktes van de functies verdeeld over de blokken zijn te vinden in tabel 2.2.

Het hotel heeft zowel warmte, koude als warm tapwater. De winkels en kantoren hebben warmte en koude, maar geen significant warm tapwatergebruik, reden waarom dit laatste is verwaarloosd. Appartementen hebben warmte en warm tapwater. Koelbehoefte moet bij voorkeur worden voorkomen door een goed woningontwerp en buitenzonwering. Actieve koeling is wellicht een verkoopargument, maar geen functionele noodzaak.

Tabel 2.1: de totale oppervlakte van de verschillende functies

Functie	Appartement	Kantoor	Winkel	Hotel	Extra	Totaal
Oppervlakte [m ²]	47.050	21.000	4.250	9.000	3.600	84.900



Figuur 2.1: overzicht plangebied en verdeling in blokken

Tabel 2.2: verdeling van de functies over de verschillende blokken

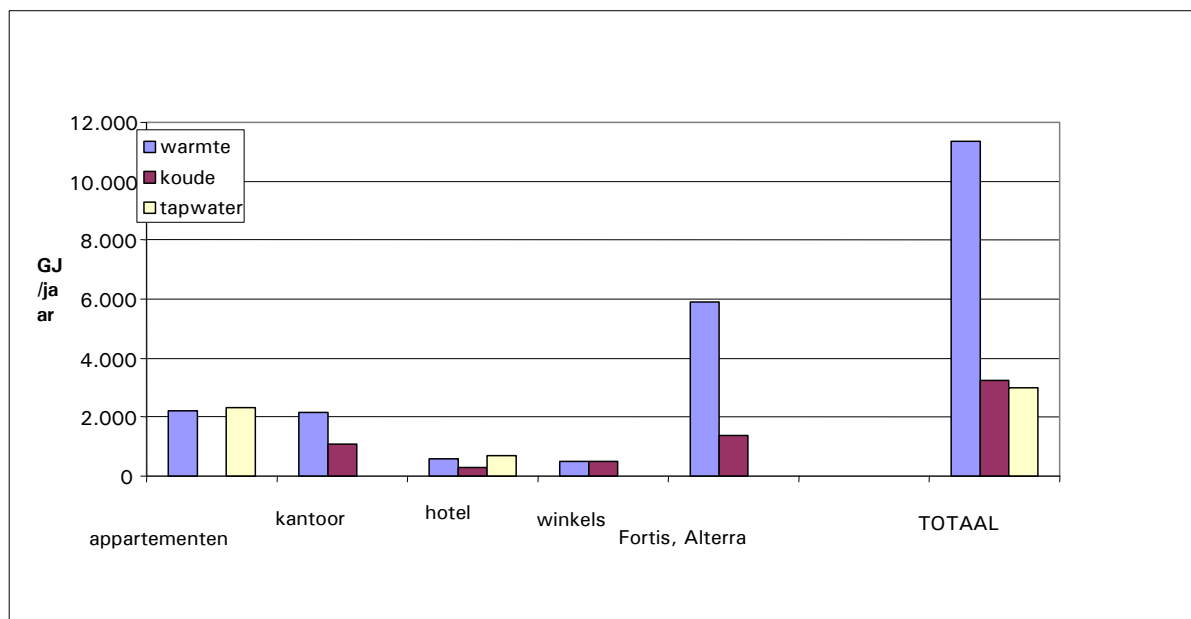
	Blok A			Blok C		
Functie	Appartement	Kantoor	Extra	Appartement	Winkel	Extra
Aantal stuks [-]	30	1		200	1	
Oppervlakte [m²]	3.850	15.000	1.500	23.700	4.250	2.100
BVO/stuk [m²]	128	15.000		119	4.250	

	Blok D	Blok F	Blok G	
Functie	Appartement	Kantoor	Hotel	Appartement
Aantal stuks [-]	25	1	1	120
Oppervlakte [m²]	2.500	6.000	9.000	17.000
BVO/stuk [m²]	100	6.000	9.000	142

2.2 Energie- en vermogensvraag deelgebied I

Om inzicht te krijgen in de huidige en toekomstige energie- en vermogensvraag van het Amstelstationsgebied is het energieprofiel in kaart gebracht. Dit energieprofiel heeft als basis gediend voor de huidige energievisie. Hiermee is een beeld gevormd van de energievraag in de vorm van warmte, warm tapwater, koude, stoom en elektriciteit. Ook is inzichtelijk gemaakt hoeveel vermogen is opgesteld om in deze energiestromen te kunnen voorzien.

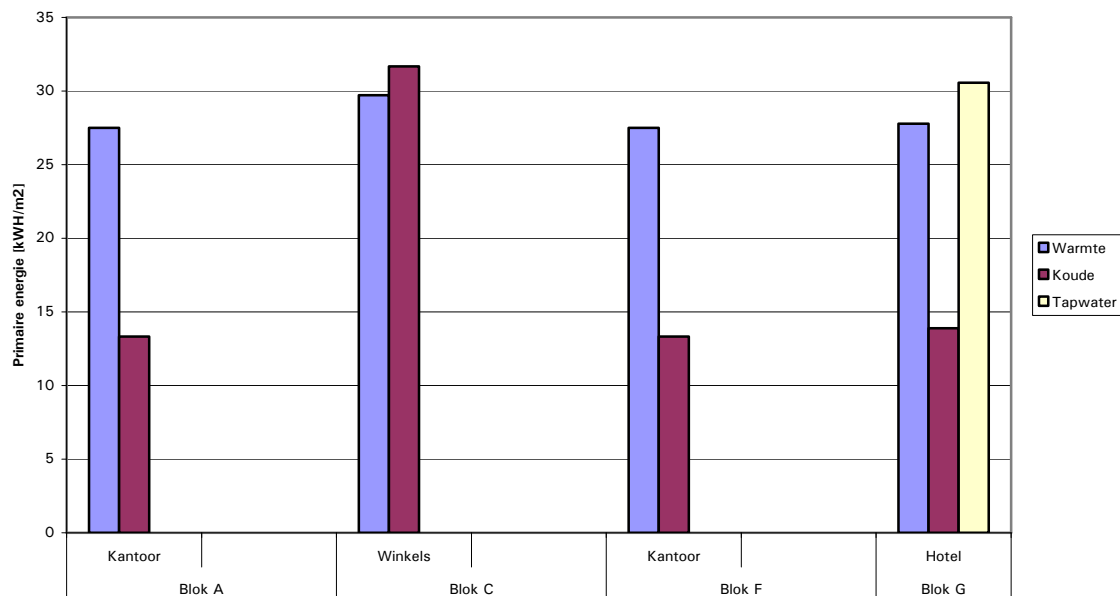
De berekende energievraag voor de nieuwbouw is weergegeven in figuur 2.2. Voor de bestaande bouw (Fortis, Alterra) zijn we uitgegaan van beschikbare gegevens.



Figuur 2.2: Energievraag deelgebied I

In deze grafiek is duidelijk te zien de grote warmtevraag van het gebouw Fortis/Alterra. Voor de nieuwbouw zijn het met name de appartementen en het kantoor die een substantiële warmtevraag hebben. De warmtevraag voor appartementen bestaat uit ongeveer gelijke delen aan warmtevraag voor ruimteverwarming en tapwater.

De energievraag kan ook worden opgesplitst in de verschillende blokken, naar ratio van het b.v.o. Dit is weergegeven in figuren 2.3 voor utiliteit.



Figuur 2.3: Specifieke energievraag (kWh/m²) deelgebied I gebouwfunctie utiliteit

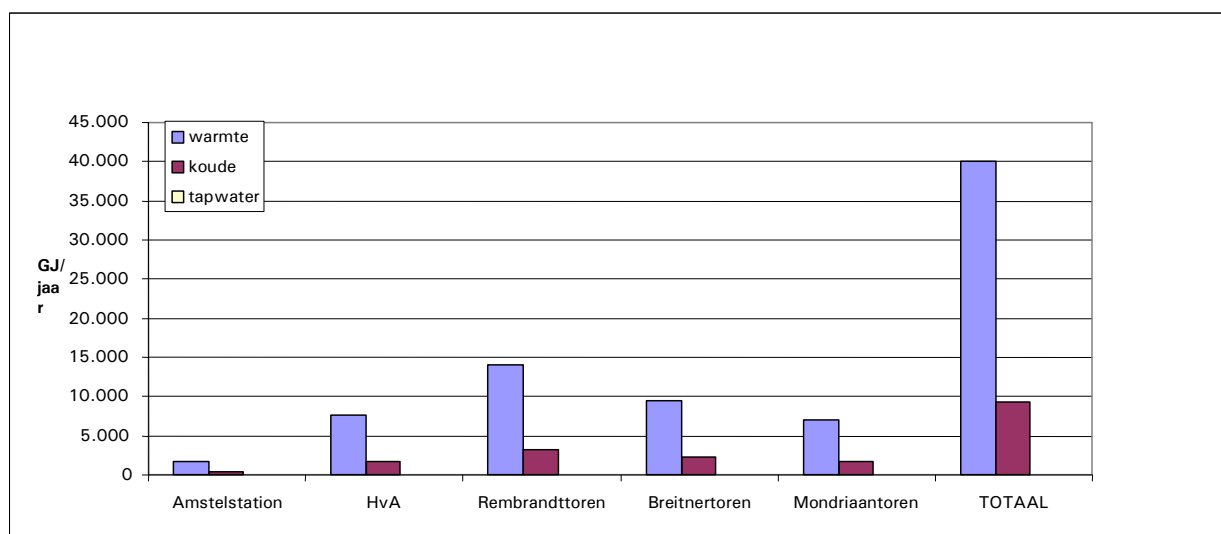
Figuur 2.3 laat zien de primaire energievraag in kWh voor de verschillende blokken voor utiliteit. De som van de energie voor warmte, koude en warm tapwater zijn voor: blok A 41 kWh/m², blok C 61 kWh/m², blok F 41 kWh/m² en blok G 72 kWh/m². De hogere energievragen voor winkels en hotel worden respectievelijk veroorzaakt door hogere koudevraag en warmtapwatervraag.

2.3 Energie- en vermogensvraag deelgebied II

De energievraag in deelgebied 2 is weergegeven in figuur 2.4. Deze omvat alleen bestaande bouw en is gebaseerd op verstrekte gegevens.

Bestaande energie-infrastructuur en voorzieningen aanwezig en voor zover bekend, zijn:

1. WNK-centrale:
 - 4 WKK totaal 2.5 MWe
 - 3.9 MW warmte
 - AKM 2.1 MWK (40% dekking, restant met CKM in torens)
 - Piekvraag door buffer en ketels (8.8 MW)
 - Levert energie aan de Schildertorens
 - Bouwjaar 1993
2. Stadsverwarming
3. Warmtevoorziening appartementsgebouwen
 - Stadsverwarming naar eigen zeggen van de bewoners



Figuur 2.4: energievraag deelgebied II van bestaande bouw

De totale energievraag voor deelgebied II is met ca. 50.000 GJ per jaar significant hoger dan de vraag in deelgebied I (ca. 17.500 GJ per jaar). In deelgebied II is de warmtevraag dominant boven de koudevraag.

Hoofdstuk 3: Ambitieniveaus Amstelstationsgebied

3.1 Passief huizen

Woningen met het predikaat “passiefhuis” worden gekenmerkt door een zeer laag energiegebruik, onder andere door een thermische goed geïsoleerde schil en een oriëntatie en glasoppervlak dat de warmtewinst door zoninstraling optimaal benut. Dit type woningen heeft om die reden dan ook weinig energie nodig voor verwarming. De prestatie-eisen van het passiefhuis is 15 kWh/m² voor ruimteverwarming en een totaal primair energieverbruik (ruimteverwarming, sanitair warm water en elektrische apparaten) van minder dan 120 kWh/m² per jaar.

Eigenschappen van een passiefhuis zijn o.a.:

- niet aangesloten op een conventioneel verwarmingssysteem
- geen actieve koeling
- zeer goede thermische isolatie
- zeer goede lucht/kierdichting
- gebalanceerd ventilatiesysteem met hoge mate van warmteterugwinning
- toepassen van zonwering
- toepassen van nachtventilatie
- naverwarmen in het ventilatiesysteem
- zonnecollectoren voor warm tapwater

Om tot een goede thermische schil te komen is het noodzakelijk dat de kozijnen/ramen op een speciale manier worden geplaatst. Deze worden passiefhuis kozijnen genoemd. Maatregelen om tot een passiefhuis te komen zijn zowel bouwkundig als installatietechnisch. Enkele hiervan staan in tabel 3.1.

Tabel 3.1: maatregelen voor een passiefhuis

Bouwkundig	Installatietechnisch
• Passieve zonne-energie en voorzieningen ter voorkoming van temperatuuroverschrijdingen • Warmteweerstand begane grondvloer, gesloten geveldelen, dak R_c ca. 10 m²K/W • Driedubbele beglazing, HR⁺⁺⁺-glas met $U \leq 0.8$ W/m²K en passiefhuiskozenen • Geen koudebruggen • Geen ongewenste luchtlekken	• Gebalanceerde ventilatie met HRWTW en geïsoleerde ventilatiekanalen • Een beperkte installatie voor ruimteverwarming met geringe capaciteit • Zonneboilerinstallatie en geïsoleerde warmwaterleidingen • Energiezuinige verlichting en huishoudelijke apparatuur

Voor Amstelstationsgebied geldt dat door de stedenbouwkundige beperkingen en de beperkingen t.g.v geluidsbelasting, passiefhuizen niet “volgens de letter” gerealiseerd zullen kunnen worden. Daarom is in overleg met de begeleidingscommissie besloten dat de woningen bij het “uitdagende” ambitieniveau niet strikt volgens de richtlijnen van de passiefwoning zullen worden opgezet. Wel zal bij het bepalen van de maatregelenpakketten bij het uitdagende scenario geput worden uit de hierboven genoemde maatregelen.

3.2 Ambitieniveaus

Voor de energievisie is uitgegaan van een referentie en twee ambitieniveaus: duurzaam en ultiem duurzaam. De laatste kan worden beschouwd als het uitdagende scenario. De prestatie-eisen en (financiële) consequenties van de duurzame scenario's worden vergeleken met de referentie. De drie ambitieniveaus zijn gedefinieerd als:

1. **Ambitieniveau 1: Referentie**
Ambitieniveau 1 is gedefinieerd als het niveau waarbij juist aan de wettelijke eisen wordt voldaan: bouwbesluit en activiteitenbesluit. Het activiteitenbesluit geeft aan dat (aangetoond moet worden dat) alle maatregelen moeten worden uitgevoerd die zich binnen 5 jaar terugverdienen. In de praktijk komt dat er op neer dat met deze maatregelen ruwweg 30% wordt bespaard. Het activiteitenbesluit geldt niet voor woningen. De energieprestatie van de referentie wordt daarom voor woningen bepaald als gelijk aan het bouwbesluit en voor de andere gebouwfuncties op 30% onder het bouwbesluit. Dit niveau wordt als referentie aangehouden. Ambitie-niveau 1 is dan ook het minimum waaraan moet worden voldaan in deze visie.
2. **Ambitieniveau 2: Duurzaam**
Ambitieniveau 2 is gedefinieerd als 50% minder CO₂ uitstoot als de hierboven omschreven referentie. Dit ambitieniveau wordt aangeduid als duurzaam. Bij het bepalen van (voorbeeld)maatregelenpakket wordt enerzijds de Trias energetica gevolgd en anderzijds gestreefd naar een zo hoog mogelijke kosteneffectiviteit.
3. **Ambitieniveau 3: Ultiem duurzaam**
Bij ambitieniveau 3 wordt alles uit de kast gehaald om een zo groot mogelijke CO₂ reductie te realiseren. Het primaire energiegebruik wordt "ALAP" (As Low As Possible), Het moet echter zowel fysisch als technisch, binnen de grenzen van de redelijkheid blijven. Bij deze variant gaat de opwekking van duurzame energie, veel meer dan bij ambitieniveau 2, een substantiële bijdrage leveren aan de energieprestatie. Ambitieniveau 3 wordt dan ook aangeduid als ultiem duurzaam. Bij dit pakket worden maatregelen als isolatie en kierdichting in extreme mate uitgevoerd. Dat heeft substantiële consequenties voor de bouwkundige uitvoering gaan, waardoor de investeringen hoog zijn. dit geldt ook voor de investering in duurzame opwekking van energie.

3.3 Ambitieniveaus in primaire energie

Een overzicht van de verschillende EPC-waarden die gelden voor de referentie en de twee duurzame scenario's, is te vinden in tabel 3.2.

Tabel 3.2: EPC streefwaardes [-] voor verschillende ambitieniveaus

	Kantoor	Winkel	Hotel	Appartement
Bouwbesluit	1,50	3,40	1,90	0,80
Referentie (70% BB)	1,05	2,38	1,33	0,80
Duurzaam (35 % BB)	0,53	1,19	0,67	0,40
Ultiem duurzaam (ALAP)	ALAP	ALAP	ALAP	ALAP

In totaal zijn er 4 verschillende gebruiksfuncties in het gebied: kantoor, winkel, hotel en wonen. Hoewel in bepaalde gebouwen verschillende functies gecombineerd zijn, zijn de functies uit praktische overwegingen niet gecombineerd, zoals de EPN toestaat. Op deze manier kan het maatregelenpakket voor elke functie nauwkeuriger bepaald worden.

Op basis van de ambitieniveaus zijn tevens de streefwaarden bepaald voor het primaire energiegebruik. Het primaire energiegebruik omvat alle energiegebruik, zowel gebouw als gebruikersgebonden. In de onderstaande tabel 3.3 zijn deze waarden opgenomen.

Tabel 3.3: Streefwaardes van primair energiegebruik voor de verschillende functies per ambitieniveau in kWh/m².

Functie	Ambitieniveau 1	Ambitieniveau 2	Ambitieniveau 3
Kantoor	115	58	23
Winkel	272	136	54
Hotel	258	79	32
Appartement	86	30	17

Hoofdstuk 4: Energieconfiguraties

4.1 Keuze energieconfiguraties

Voor de keuze van de energieconfiguraties is op basis van de Trias Energetica gestructureerd toegewerkt naar een minimale energievraag en een duurzame en efficiënte energieopwekking. In paragraaf 4.2, 4.3 en 4.4 worden de verschillende geselecteerde maatregelen toegelicht. Per maatregel is rechts in het bovenste blok, een diagram opgenomen waarin met blauw is aangegeven voor welke gebruiksfunctie, welk ambitieniveau en in welk deelgebied de maatregel wordt toegepast. De combinatie van de verschillende maatregelen resulteert in een pakket per ambitieniveau.

4.2 Vraagreductie

Ventilatie	Ambitie ->	1	2	3	
Het ventilatiedebiet (maximale toevoercapaciteit) hangt af van het woning/gebouwvolume (gebruikersoppervlak maal hoogte maal ventilatievoud). Er geldt ook een minimum, volgens bouwbesluit, waar dit ventilatiedebiet aan moet voldoen. Dit is per functie verschillend.	Kantoor				Deel gebied I
	Winkel				
	Hotel				
	Appartement				
	Kantoor				Deel gebied II
	Appartement				
	Stations				
Bij ambitieniveau 2 en 3 wordt het debiet verminderd tot een minimum om minder energie te verbruiken voor het transport van lucht. Hoewel er niet beneden de eisen van het bouwbesluit eis wordt gegaan kan deze reductie ten koste gaan van comfort. Er vindt geen recirculatie van lucht plaats omdat het ten koste gaat van de kwaliteit van de lucht.					
Veel energie kan worden bespaard door het asvermogen van ventilatoren terug te brengen. Dit kan door de drukverliezen te beperken door toepassing van lagere luchtsnelheden. Dit wordt dan ook gedaan bij ambitieniveau 2 en 3. Pompen en ventilatoren hebben een automatische toerenregeling.					
Gebalanceerde ventilatie met HR WTW met een rendement van 0.9, zorgt voor een reductie van de vermogensvraag.					

Verlichting	Ambitie- >	1	2	3	
Door efficiëntere verlichting te gebruiken bij ambitieniveau 2 en 3 wordt er bespaard op verlichtingsenergie.	Kantoor				Deel gebied I
	Winkel				
	Hotel				
	Appartement				
	Kantoor				Deel gebied II
	Appartement				
	Stations				
Elke functie heeft een andere verlichtingseis. Behalve efficiëntere verlichting wordt er bij ambitieniveau 2 en 3 ook gebruik gemaakt van aanwezigheidsdetectie om het verbruik te verminderen en wordt er gebruik gemaakt van daglichtschakeling en/of veegschakeling. De keuze hangt om praktische redenen af van de gebruikersfunctie.					

Wandisolatie en glas	Ambitie- >	1	2	3	
Isolatie heeft als doel om te besparen op de warmtevraag. Dit heeft echter het nadeel dat er in de zomerperiode kans is op oververhitting waardoor de koudevraag stijgt. Echter, de koudevraag is voor een veel kortere periode en de koudevraag stijgt minder dan de reductie van warmtevraag, waardoor beter isoleren een reële optie is. Ook wordt koude efficiënter opgewekt dan warmte.	Kantoor				Deel gebied I
	Winkel				
	Hotel				
	Appartement				
	Kantoor				Deel gebied II
	Appartement				
	Stations				

Appartementen

De appartementen worden bij een ambitieniveau 2 en 3 steeds beter geïsoleerd tot een Rc-waarde van 8 W/m²K. De warme bron van het KWO systeem wordt genereerd door koeling van de aangesloten gebouwen. Ook de appartementen beschikken daardoor over (beperkte) koeling.

De hoge isolatiegraad en de hoge kierdichting vragen een aangepaste bouwwijze, hetgeen deze maatregelen duur maakt.

Utiliteit

De koelvraag bij utiliteit is echter veel groter, waardoor hogere Rc-waarden om deze reden minder gewenst is. Een zware isolatie draagt voor utiliteit dan ook nauwelijks bij tot een lagere EP-waarde. De isolatie is beperkt tot een waarde van 4 W/m²K.

De hoeveelheid glas heeft ook een aandeel in de warmtevraag. Hoe meer glas er is des te meer transmissieverliezen er optreden. Om deze reden wordt het percentage glas bij ambitieniveau 2 en 3 verminderd. Het verminderen van het glas heeft echter als nadeel dat er minder zonlicht naar binnen treedt waardoor er meer gebruik gemaakt al worden van kunstlicht.

De warmtedoorgang van het glas speelt ook een rol in de transmissieverliezen. Om deze reden wordt de U waarde inclusief kozijn af (van 1.8 m²K/W naar 0.8 m²K/W) naarmate de ambitieniveau hoger wordt. Glazen met lagere U-waarden zijn duurder dan met hogere U-waarden. Glas met $U_w = 0.8 \text{ m}^2\text{K/W}$ is beglazing met passiehuis kozijnen.

De U-waarde (warmtecoëfficiënt) van het glas (inclusief kozijnen) is voor elke functie hetzelfde, maar verschilt per ambitieniveau. Deze zijn:

- Ambitieniveau 1: $U_w = 1.8 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Ambitieniveau 2: $U_w = 1.2 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Ambitieniveau 3: $U_w = 0.8 \text{ W/m}^2\text{K}$

4.3 Duurzame energie

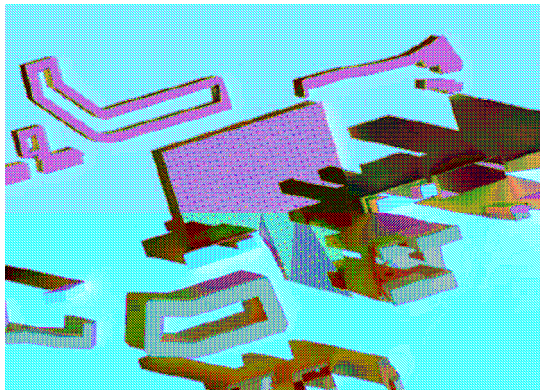
Zonnecollectoren	Ambitie->	1	2	3	
Zonnecollectoren besparen energie door warm tapwater te produceren met zonnewarmte.	Kantoor				Deel gebied I
	Winkel				
	Hotel				
Voor de uitvoering van het warm tapwaternet wordt gedacht aan een collectieve voorziening per kolom appartementen. Zo blijft het transportnet beperkt van lengte en de transportverliezen beperkt. Ook de kosten uitvoering zijn zo minimaal.	Appartement				Deel gebied II
	Kantoor				
	Appartement				
	Station				

Zonnecollectoren zijn voor deelgebied II niet interessant vanwege:

- moeilijke/kostbare inpassing in bestaande situatie met collectieve verwarming.
- In deelgebied I is het interessant vanwege:
- de mogelijkheid om compacte distributienetten te ontwerpen
- Beschikbaarheid van voldoende dakoppervlak
- Mogelijkheid tot inzet t.b.v regeneratie van de warme bronnen van het KWO systeem

Totale oppervlakte in m² van PV-cellen en zonnecollectoren behorend bij de ambitieniveaus

	Ambitieniveau 1	Ambitieniveau 2	Ambitieniveau 3
Zonnecollectoren	200	400	1350
PV	0	1375	1600

PV	Ambitie- >	1	2	3	
Zonnepanelen, of PhotoVoltaïsche panelen (PV), zetten licht om in elektrische stroom.	Kantoor				Deel gebied I
	Winkel				
	Hotel				
	Appartement				
	Kantoor				Deel gebied II
	Appartement				
	Station				
Bij ambitieniveau 2 en 3 worden deze panelen geplaatst op de daken van de verschillende bouwdelen. Een optie kan tevens zijn om het dak van het Amstelstation hiermee uit te voeren, zoals ook bij andere stations onderzocht wordt. Er kan dan gebruik gemaakt worden van PV-folie die goedkoper te produceren is en geïntegreerd kan worden in de dakbedekking.					
					
Voorbeeld van een beschaduwingsstudie voor plaatsing PV-folie voor het nieuwe station van Rotterdam CS.					
Totale oppervlakte in m ² van PV-cellen en zonnecollectoren behorend bij de ambitieniveaus					
	Ambitieniveau 1	Ambitieniveau 2	Ambitieniveau 3		
Zonnecollectoren	200	400	1350		
PV	0	1375	1600		

4.4. Energieopwekking

Stadsverwarming (SV)	Ambitie- >	1	2	3	
Bij stadsverwarming worden de aangesloten gebouwen en woningen verwarmd via een collectief, openbaar warmtenet. In het geval van Amstelstationsgebied zou de m warmte-distributie gebruik maken van restwarmte van de Diemencentrale al of niet aangevuld met een hulpstookcentrales met conventionele verwarmingsketels.	Kantoor				Deel gebied I
	Winkel				
	Hotel				
	Appartement				
	Kantoor				Deel gebied II
	Appartement				
	Stations				
Er moet rekening mee worden gehouden dat het inschakelen van STEG eenheden uit commerciële redenen geschiedt op basis van de (momentane) marktvraag. Dat impliceert dat de centrale uitgeschakeld kan zijn als dat commercieel interessant is, zodat warmte dan betrokken wordt van de gasgestookte hulpcentrale, en er dan dus geen sprake is van energie-efficiency.					
In het geval van Amstelstationsgebied zal het bestaande warmtenet worden doorgetrokken naar het nabij gelegen Overamstelgebied en worden gevoed vanuit de Diemencentrale. Dit net kan worden vervolgens worden doorgetrokken naar het Amstelstationsgebied.					
Door het gebruik van restwarmte is stadsverwarming energiebesparend.					
Deelgebied II: Om dit moment worden de appartementen in deelgebied II volgens opgave verwarmd met collectieve CV systemen per woonblok. Ook is echter door een bewoner aangegeven dat 'zijn woning' met SV wordt verwarmd. Er heerst dus kennelijk onduidelijkheid. Niettemin is stadsverwarming in deelgebied II interessant, vanwege de dichtheid van de bebouwing. Ook zijn de bestaande woningen in deelgebied II vanwege de aard van het woningontwerp, aangewezen op hoge temperatuurverwarming.					
De op de WENK aangesloten Schilderstorens krijgen reeds restwarmte die geproduceerd wordt met de WKK-eenheden in deze centrale. Voor de torens is er door SV daarom geen verbetering van de energie-efficiency te verwachten.					
Deelgebied I: Voor deelgebied I is SV minder interessant vanwege:					
• een beperkte warmteafname: de woningen zullen een (zeer) lage energievraag hebben, waardoor er tegenover de hoge investering van het doortrekken van het warmtenet slechts beperkte inkomsten uit warmteafname zullen staan. De hoge realisatiekosten worden nog versterkt door het feit dat de dichtheid van de bebouwing niet zeer hoog zal zijn. Tot slot zijn Fortis en Alterra weliswaar potentieel grote afnemers van warmte, maar hebben een eigen relatief nieuwe warmtevoorziening, zodat het dubieus is of deze gebouwen bewogen zullen kunnen worden de eigenvoorziening op te geven ten gunste van een aansluiting op SV. • De planning van de realisatie van de wijk loopt voor op verwachte realisatie van het warmtenet.					

Stadskoeling (SK)	Ambitie- >	1	2	3	
Er zijn plannen om het bestaande koudenet vanuit Amsterdam zuid- Oost af te takken richting het Overamstelgebied.	Kantoor				Deel gebied I
	Winkel				
	Hotel				
	Appartement				
	Kantoor				Deel gebied II
	Appartement				
	Stations				
Bij stadskoeling worden (utiliteits)gebouwen voorzien van koude uit een openbaar koudenet. Voor woningen is aansluiting op een koudenet normaal gesproken niet aan de orde. De koude kan worden opgewekt met restwarmte (absorptiekoeling), worden onttrokken/opgeslagen aan diep oppervlaktewater (Nieuwe meer) of conventioneel worden opgewekt, met compressiekoeling. Stadskoeling biedt voordelen bij hoogbouw, waarbij beperkte ruimte beschikbaar is voor koeltorens voor de afvoer van onttrokken warmte. Economisch voordeel moet worden gezocht in schaalgrootte en gelijktijdigheid. Alleen indien koude wordt opgewekt met restwarmte, is er sprake van energie-efficiency.					
Geschiktheid deelgebied II. De schilderstorens in deelgebied II zijn aangesloten op het koudenet van de WENK centrale. Dit koudenet heeft momenteel onvoldoende capaciteit; De kantoorstorens hebben ieder aanvullend eigen koelinstallaties voor de pieklast. Het slechts leveren van vermogen voor de pieklast is normaal gesproken commercieel niet interessant. Voor de mogelijk nieuw te realiseren 4 ^e schilderstoren, kan een koudenet een optie zijn, indien de WENK centrale niet kan worden uitgebreid.					
Geschiktheid deelgebied I. Voor deelgebied I is een koudenet niet interessant: • Er zal naar verwachting een zeer beperkte afname zijn: de aanwezige utiliteitsbouw (Alterra en Fortis) beschikt reeds over eigen, redelijke nieuwe koelvoorzieningen. Voor het hotel en de winkels zou een koudenet eventueel een optie kunnen zijn. De beperkte afname leidt tot lage inkomsten die de investering in een koudenet niet rechtvaardigt. • de planning van de realisatie van de wijk loopt voor op verwachte realisatie van het warmtenet.					
Deze opwekkingsconfiguratie is beperkt interessant en is daarom niet nader uitgewerkt.					

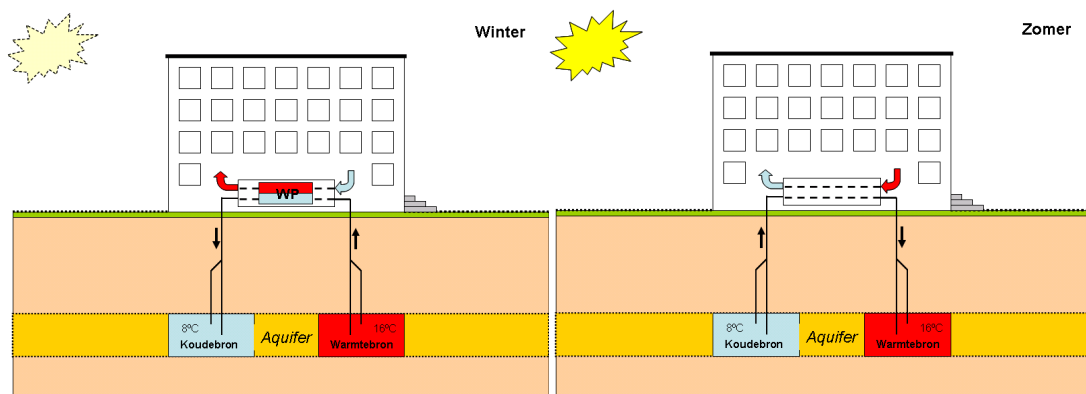
Warmtenet met WKK/SV met lokale AKM	Ambitie- >	1	2	3	
Overwogen kan worden om het bestaande warmtenet van de WENK centrale eventueel gecombineerd met SV in deelgebied II, vanuit deelgebied II door te trekken naar deelgebied I	Kantoor				Deel gebied I
	Winkel				
	Hotel				
	Appartement				
	Kantoor				Deel gebied II
	Appartement				
	Stations				
Omdat de warmtecapaciteit van de WENK centrale hiervoor onvoldoende capaciteit heeft, komt deze optie er op neer dat het reguliere SV net zou moeten worden doorgetrokken naar deelgebied I. Deze optie is niet interessant, zoals hierboven is uiteengezet. Er kan bespaard worden op een koudenet, door de koude in deelgebied I ter plaatse op te wekken met absorptiekoeling, gevoed met warmte uit het SV net. Hierdoor wordt bespaard op de investering in het koudenet en treden ook geen transportverliezen (van koude) op. Door het gebruik van restwarmte uit het SV net geschiedt de koudeopwekking energie-efficiënt. WKK/SV warmtenet is in deelgebied II vrij interessant, vanwege de bestaande infrastructuur die reeds aanwezig is en de noodzaak van hoge temperatuurverwarming en lage temperatuurkoeling. Geschiktheid deelgebied II. Deelgebied II is niet opgezet volgens dit concept, waardoor het zich voor de bestaande situatie niet goed leent. Voor de nieuw te realiseren 4^e toren zou het concept kunnen worden toegepast. Geschiktheid deelgebied I. Door de beperkte koudeafname, voegt koudeopwekking met warmte uit het warmtenet, niet zodanig toe aan de omvang van de warmtelevering dat een SV-warmtenet interessant wordt. Het doortrekken van het net van de WENK centrale, vanwege een tekort aan capaciteit, geen optie is, terwijl het doortrekken van de SV-warmtenet qua planning niet past. Deze opwekkingsconfiguratie wordt daarom minder geschikt geacht en is daarom niet nader uitgewerkt.					

WKK/SV-net met koudenet	Ambitie- >	1	2	3	
In plaats van lokale opwekking van koude, kan koude ook centraal worden opgewekt. Net als bij een warmtenet biedt dit schaalvoordelen. Een WKK heeft een hoog rendement en een warmtenet. De koude wordt bij voorkeur opgewekt met restwarmte (van een WKK of de Diemencentrale).	Kantoor				Deel gebied I
	Winkel				
	Hotel				
	Appartement				
	Kantoor				Deel gebied II
	Appartement				
	Stations				
Deelgebied II: Een WKK/SV met koudenet wordt in deelgebied II reeds toegepast. De WENK centrale heeft echter een tekort aan (koude)capaciteit, zodat het koudenet niet kan worden uitgebreid voor de vierde toren, tenzij de WKK capaciteit (en dus de hoeveelheid restwarmte) van de WENK centrale NUON heeft aangegeven dat uitbreiding van de centrale niet mogelijk is.					
Vervanging van het huidige lokaal in de torens geïnstalleerde piekvermogen (8,8 MW) door een koudenet is niet interessant: er moet dan een zwaarder net worden gerealiseerd, dat alleen in de piek zal worden aangesproken en dan bovendien dan ook weer met piek-koelvermogen in de WENK centrale zou worden gevoed. Het piek-koelvermogen bestaat normaliter uit dezelfde type koelmachines die nu lokaal staan opgesteld. De opwekking zou dus niet efficiënter geschieden, terwijl er wel meer transport verlies zouden zijn.					
De (basis)koudevraag van de vierde (nog te realiseren) toren zou wel met een koudenet gerealiseerd kunnen worden. Dan dient echter de WENK centrale te worden uitgebreid.					
Voor deelgebied I is een koudenet niet interessant vanwege: • Zeer beperkte koudeafname • De planning van de aanleg van het eventueel beoogde koudenet vanuit het Overamstelgebied strookt niet met de realisatie van deelgebied I.					

KWO/WP-collectief	Ambitie- >	1	2	3	
Koude en warmte opslag (KWO) heeft een zeer rendement, omdat de warmte en koude uit de omgeving wordt benut.	Kantoor				Deel gebied I
	Winkel				
	Hotel				
	Appartement				
	Kantoor				Deel gebied II
	Appartement				
	Stations				

KWO principe:

In de zomer wordt bij het koelen, onttrokken warmte en condensatorwarmte van de koelmachines voor piekkoeling, in de bodem opgeslagen. In het stookseizoen wordt de warmte uit de warme bron opgepompt en gebruikt als bronwarmte voor warmtepompen die de gebouwen verwarmen. Het daarbij afgekoelde water wordt in de koudebron gepompt en in de er op volgende zomer rechtstreeks gebruikt voor koeling van de gebouwen door de koude via een warmtewisselaar over te dragen aan een gebouwkoudenet.

**Deelgebied II.**

Voor de bestaande gebouwen is KWO/WP collectief in deelgebied II niet interessant: KWO werkt met hoge temperatuurkoeling/ lage temperatuurverwarming en de bestaande gebouwen met lage temperatuurkoeling/hoge temperatuurverwarming. Tenzij in de gebouwen de afgifte installaties worden aangepast, passen de temperatuurniveau's niet bij elkaar. Ook leent (relatief dure) KWO zich niet om ingezet te worden als pieklastsysteem. (de basislast wordt al geleverd door AKM op restwarmte uit de WENK centrale.

Voor de eventueel nieuw te realiseren 4^e toren is KWO echter een zeer goed passend systeem: De WENK centrale heeft geen reservecapaciteit beschikbaar, en de koelinstallatie van de toren kan ontworpen worden op hoge temperatuurkoeling. Het ontbreken van en grote, (dak)ruimte vragende dry cooler configuratie kan ook een pré voor KWO zijn.

Deelgebied I. Voor deelgebied I is KWO/WP zeer interessant vanwege:

- het hoge rendement,
- de mogelijkheid om de verwarming- en koelinstallaties van de gebouwen af te stemmen op de temperatuurniveau's van KWO/WP
- het feit dat koeling van de woningen bijdraagt aan de thermische bodembalans, maar ook aan het voorkomen van oververhitting en daarmee samenhangend het comfort en dus de verkoopbaarheid van de woningen
- Door de combinaties van gebouwfuncties ontstaat de mogelijkheid van synergie tussen de functies door warmte- en koudeoverschotten van elkaar te benutten.

Warmtepompen voor warm tapwater	Ambitie- >	1	2	3	
Als alternatief op warm tapwaterbereiding met een ketel, kan warm tapwater met een hoogrendements-elektrische warmtepomp (HRWP) of een. gasabsorptiewarmtepomp (GAWP) worden bereid.; De laatste optie is met donkergroen aangegeven in de tabel aan rechterzijde aangeven) Net als bij zonnecollectoren wordt voor de uitvoering van het warm tapwaternet gedacht aan een collectieve voorziening per kolom appartementen. Zo blijft het transportnet beperkt van lengte en de transportverliezen beperkt. Ook de kosten uitvoering zijn zo minimaal. Bij toepassing van GAWP voor warm tapwater wordt de vrijkomende (rest)koude gebruikt voor koeling van de winkels en/of woningen.	Kantoor				Deel gebied I
	Winkel				
	Hotel				
	Appartement				
	Kantoor				Deel gebied II
	Appartement				
	Station				
Principe: De eerste heeft een rendement (op primaire energie) voor warmtapwaterbereiding van 0.9. Het relatief lage rendement bij het opwekken van warm tapwater wordt veroorzaakt door het hoge temperatuurniveau dat nodig is om legionellabesmetting te voorkomen. De Gasabsorptie-warmtepomp heeft voor ruimteverwarming een lager rendement, maar voor de bereiding van warm tapwater een relatief hoog rendement van 1,0 tot 1,4 op primaire energie. Toepassing van GAWP voor warm tapwater biedt dus energetisch voordelen. Deelgebied II De GAWP voor warm tapwater is een interessant alternatief voor een SV aansluiting voor de appartementen in deelgebied II. Voor de kantoren in deelgebied II is speciale aandacht voor de energie-efficiency van warmtapwaterbereiding niet aan de orde. Deelgebied I De gasabsorptiewarmtepomp (GAWP) wordt ingezet voor de bereiding van warm tapwater voor woningen en hotel. Ook indien zonnecollectoren worden toegepast vervallen de GAWP'en niet omdat de zonnecollectoren alleen (zeker's winters) nooit toereikend zullen zijn.					

4.5 Infrastructuur

Een collectieve warmte- en koudevoorziening is een mogelijke optie voor het Amstelstationsgebied. Bij toepassing van een dergelijk systeem, zullen een aantal gebouwen een gezamenlijke warmte- en koudevoorziening hebben. Warmte en koude wordt dan getransporteerd via een transportnet, bestaand uit een toevoerleiding en een retourleiding voor zowel warmte als koude. Ook wordt centraal bereid warm tapwater getransporteerd. Dit wordt getransporteerd met een circulatienet met kleine retourleiding. Water uit KWO bronnen wordt via een enkele leiding van de koude bron naar de warme bron getransporteerd (en vice versa).

De energie-infrastructuur zal mogelijk een aantal verbindende tracés omvatten:

- I. Tussen blok F en blok G.
- II. Door de parkeergarage die onder blok C is geprojecteerd.
- III. Een verbinding tussen Blok C en de blokken F en G.

De lay-out van de tracés zijn te vinden in bijlage 6.7.

De laatste wordt uitgevoerd indien wordt gekozen voor een centrale die het gehele gebied van warmte en koude voorziet. Deze optie is minder waarschijnlijk.

Voor de koude-, warmtevraag en tapwater zijn deze berekend en weergegeven in tabel 4.1.

Tabel 4.1: diameters a.h.v. maximale vermogen tracé voor warmte, koude en warm tapwater

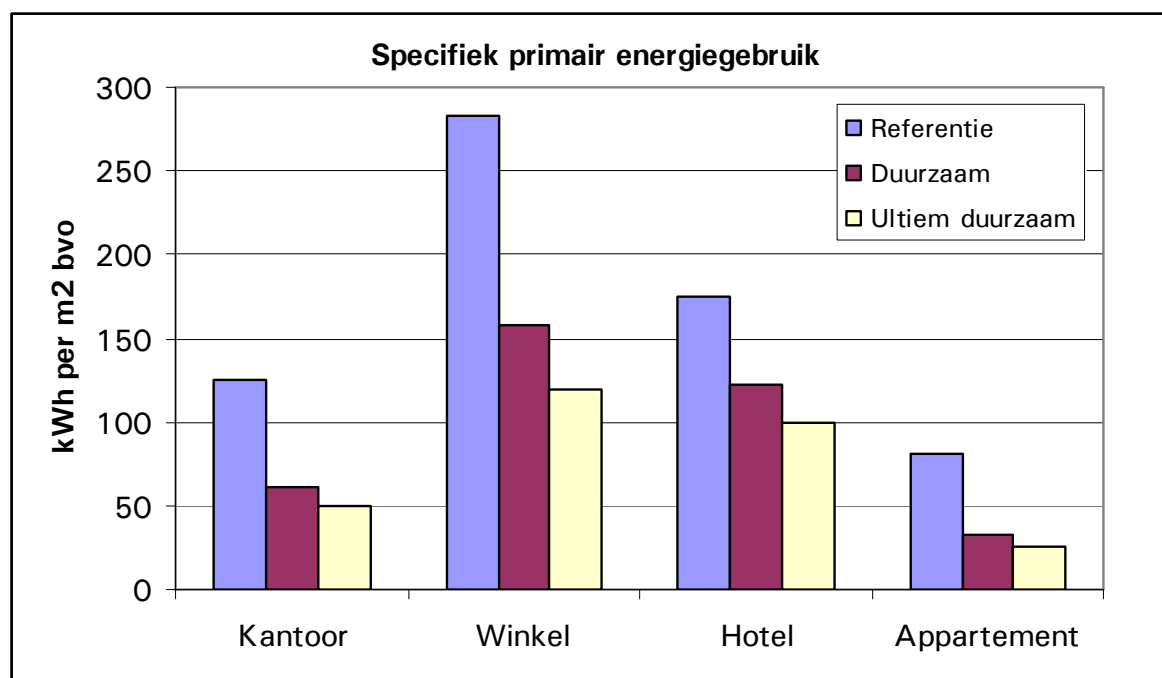
Pijpleiding	Verwarming (kW)	Diameter (mm)	Koude (kW)	Diameter (mm)	Tapwater (kW)	Diameter (mm)
I	1650	135	720	150	1440	90
II	880	110	200	100	950	85
III	1760	135	400	120	1900	110

4.6 Primaire energiegebruik configuraties

Op basis van de energieconfiguraties per ambitieniveau zijn de primaire energiegebruiken voor de verschillende functies in het plangebied bepaald. Tabel 4.2 en figuur 4.1 geven deze waarden weer.

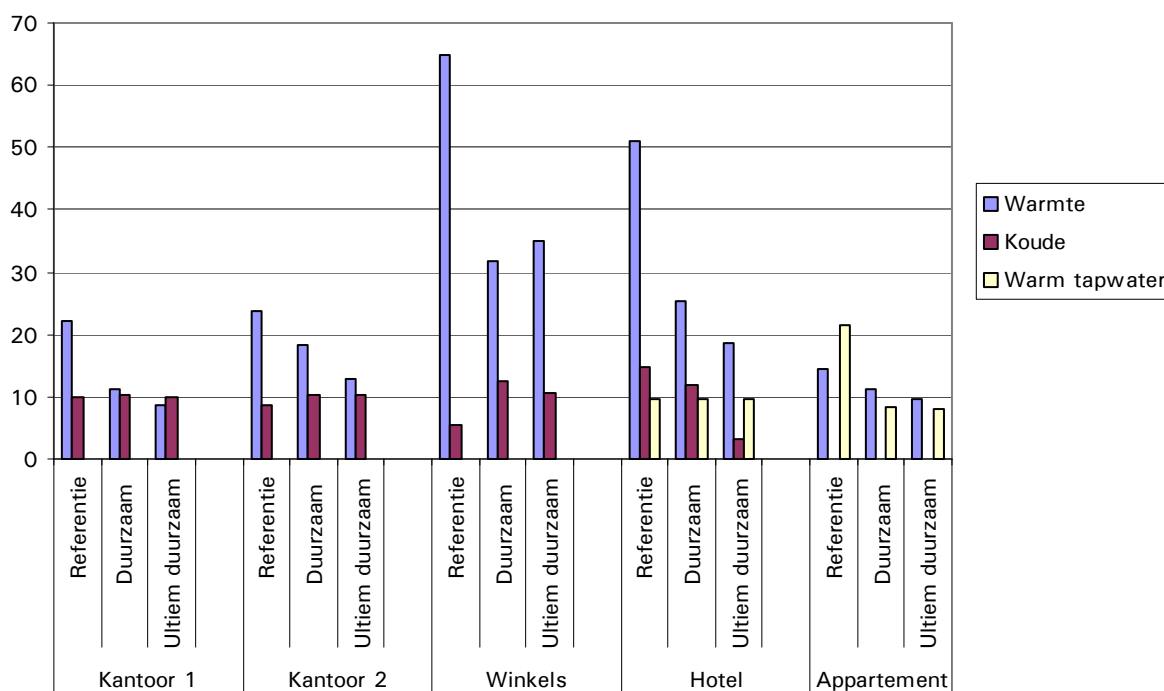
Tabel 4.2: Primaire energiegebruiken voor de verschillende functies per ambitieniveau in kWh/m²

Functie	Referentie	Duurzaam	Ultiem duurzaam
Kantoor	125	61	50
Winkel	283	158	119
Hotel	175	122	100
Appartement	81	33	26



Figuur 4.1: Grafische weergave primaire energiegebruiken voor de verschillende functies per ambitieniveau in kWh/m².

De streefwaarden voor het primaire energiegebruik, 50% reductie voor duurzaam t.o.v. referentie en ALAP voor ultiem duurzaam) worden bereikt op basis van de voorgestelde configuraties. In figuur 4.2 is een uitsplitsing gemaakt van de primaire energiegebruiken naar warmte, koude en warm tapwater gebruik. De gebruikersgebonden elektriciteitsgebruiken zijn niet opgenomen in deze grafiek. Note: deze zijn wel opgenomen in tabel 4.2 en grafiek 4.1.



Figuur 4.2: Primaire energie voor verschillende functies per ambitieniveau.

4.7 Energie-inkoop

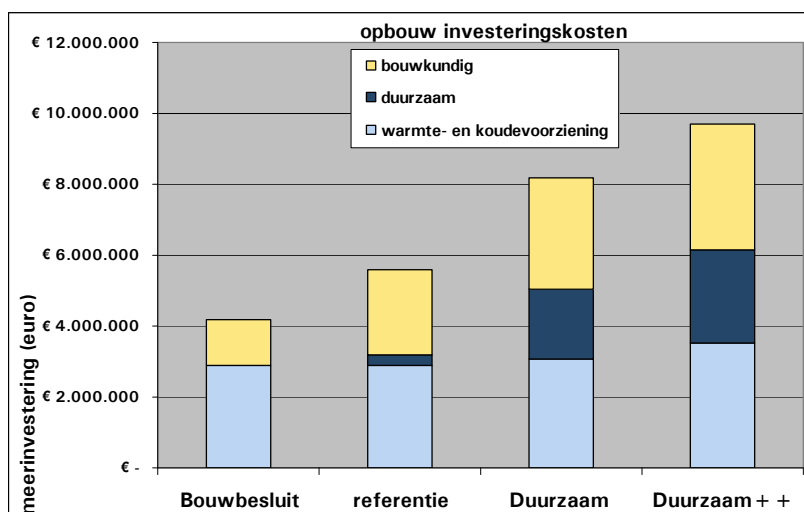
Op basis van de berekende energievraag en de inzet en rendementen van de verschillende opwekkers is de hoeveelheid in te kopen gas en elektriciteit per ambitieniveau berekend. Het resultaat is te zien in de onderstaande tabel. Zowel bij de duurzaam als de duurzaam ++ is de minste inkoop van elektriciteit nodig. De oorzaak is tweeledig: door plaatsing van PV worden eigen elektriciteit opgewekt, waardoor de inkoop daalt. In de tweede plaats is er minder elektriciteit nodig voor koeling aangezien de gasabsorptiewarmtepompen zorgen voor warm tapwater en koeling. Dit zorgt wel voor een beperkte toename van het gasgebruik.

Besparing CO2 uitstoot					
	Bouwbesluit	referentie	Duurzaam	Duurzaam ++	
inkoop elektriciteit (Aardgasequiv.)	184.807	126.663	15.281	-7.359	m3 aeq/a
inkoop gas ketels	138.714	116.250	125.707	120.305	m3 aeq/a
inkoop gas WKK	0	0	0	0	m3 aeq/a
inkoop hout WKK	0	0	0	0	m3 aeq/a
stadsverwarming	0	0	0	0	m3 aeq/a
totaal	323.521	242.912	140.988	112.946	m3 aeq/a
totaal	575.867	432.384	250.958	201.044	kg/a
		75%	44%	35%	
besparing (aardgasequivalent)	0	80.608	182.533	210.575	m3 aeq/a
besparing CO2 uitstoot	0	143.483	324.909	374.823	kg/a

Energiekosten per jaar					
	Bouwbesluit	referentie	Duurzaam	Duurzaam ++	
Energiegebruikskosten					
elektriciteit hoog	60%	60%	60%	60%	%
elektriciteit laag	40%	40%	40%	40%	%
kosten elektriciteit hoog	95.048	65.144	7.859	-757	euro/a
kosten elektriciteit laag	38.019	26.058	3.144	-242	euro/a
kosten aardgas CV	59.627	64.358	69.578	66.596	euro/a
kosten aardgas WKK	0	0	0	0	euro/a
kosten hout bioWKK	0	0	0	0	euro/a
kosten stadsverwarming	0	0	0	0	euro/a
Totale energiekosten	€ 192.694	€ 155.560	€ 80.580	€ 65.597	euro/a
besparing op energiekosten	€ -	€ 37.134	€ 112.114	€ 127.097	euro/a

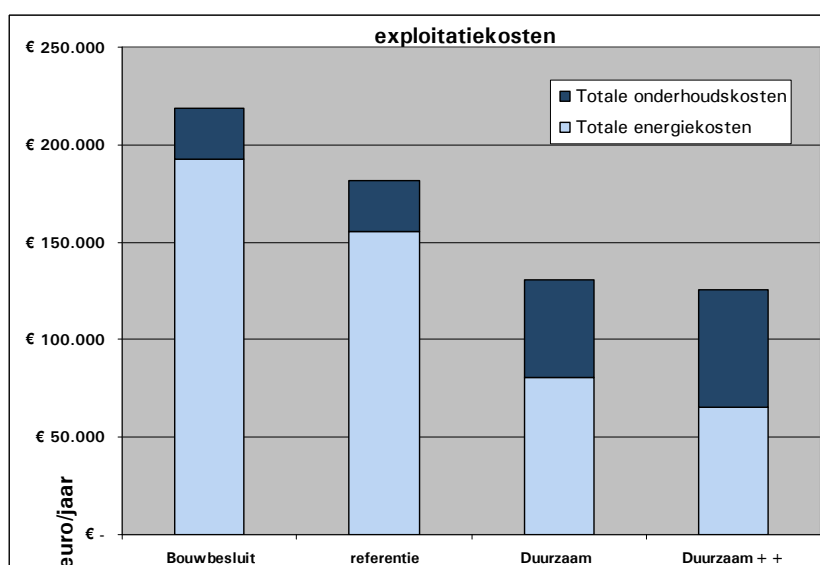
4.8 Meerinvesteringen en exploitatiekosten

In figuur 4.3 zijn de investeringskosten per ambitieniveau weergegeven. Ten opzichte van de referentie liggen de meerinvesteringen met name bij extra bouwkundige maatregelen en de inzet van duurzame energieopwekking in de vorm van PV en zonneboilers. Voor het ambitieniveau duurzaam betekent dit ca. 2,5 miljoen euro meerinvestering en voor duurzaam ++ 3,8 miljoen euro.



Figuur 4.3: Investeringskosten ambitieniveaus

De exploitatiekosten, energie en onderhoud, zijn weergegeven in figuur 4.4. Het jaarlijkse exploitatievoordeel bedraagt ca. 50.000-60.000 euro voor de duurzame ambitieniveaus ten opzichte van de referentie.



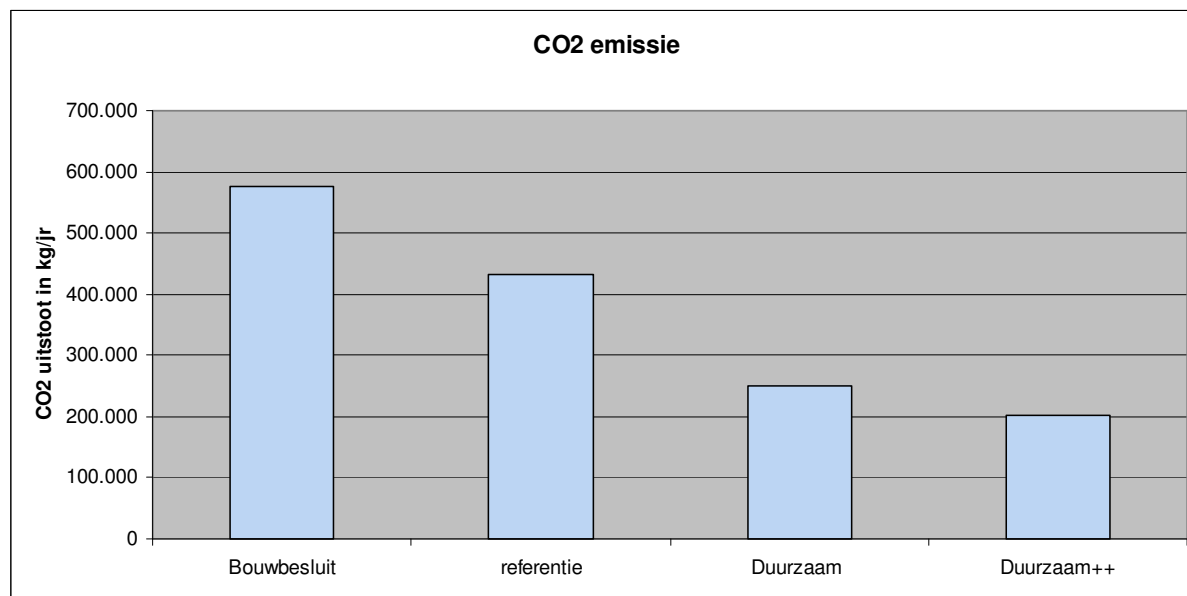
Figuur 4.4: Exploitatiekosten ambitieniveaus

4.9 Netto Contante Waarde varianten

Met hierboven bepaalde gegevens is de netto contante waarde van de verschillende ambitieniveaus bepaald. Het resultaat van de berekening is als volgt:

	Bouwbesluit	referentie	Duurzaam	Duurzaam + +
warmte- en koudevoorziening	€ 2.871.250	€ 2.871.250	€ 3.092.453	€ 3.518.095
duurzaam	€ -	€ 330.000	€ 1.948.750	€ 2.642.500
bouwkundig	€ 1.300.500	€ 2.408.750	€ 3.161.000	€ 3.560.000
Totaal	€ 4.171.750	€ 5.610.000	€ 8.202.203	€ 9.720.595
meerinvestering (incl. EIA)	€ -	€ 1.290.479	€ 3.694.237	€ 5.127.504
Totale energiekosten	€ 192.694	€ 155.560	€ 80.580	€ 65.597
Totale onderhoudskosten	€ 25.992	€ 25.992	€ 50.206	€ 59.864
jaarlijks exploitatievoordeel	€ -	€ 37.134	€ 87.900	€ 93.226
Netto Contante Waarde (15 jr)	€ -	€ 1.411.034-	€ 2.128.058-	€ 4.019.985-

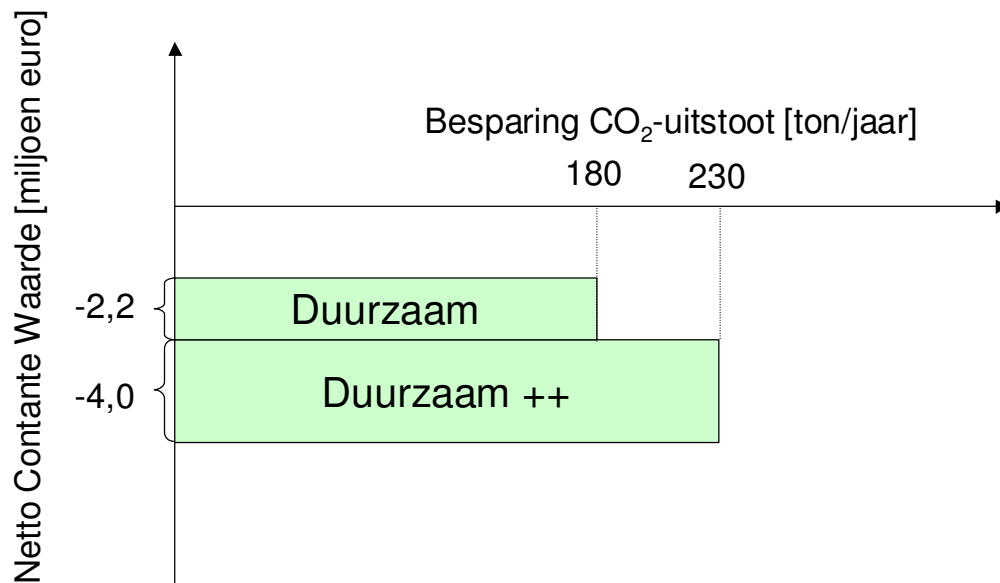
De twee duurzame ambitieniveaus kosten (netto contant) over 15 jaar respectievelijk ca. 2,2 miljoen euro en ca. 4,0 miljoen euro. Daarentegen bespaart het 180 ton CO₂ per jaar voor het ambitieniveau duurzaam en 230 ton per jaar voor duurzaam + +, zie onderstaande figuur.



Figuur 4.4 CO2 emissie ambitieniveau's

4.10 CO₂ versus Netto Contante Waarde

Om een afweging te maken tussen de verschillende energieconfiguraties is de CO₂ besparing en de financiële voordelen in netto contante waarde grafisch weergegeven. Zie figuur 4.5. Uit deze grafiek blijkt dat de *duurzaam* ++ een hogere CO₂-reductie oplevert (ca. 27% meer besparing t.o.v. duurzaam) maar ca. 2 keer zoveel kosten over 15 jaar (netto contant) met zich meebrengt.



Figuur 4.5: NCW versus CO₂-besparing

Hoofdstuk 5: Conclusies en aanbevelingen

In het huidige onderzoek is inzichtelijk gemaakt welke mogelijkheden bestaan voor het plangebied Amstelstation om het gebruik van fossiele energie en uitstoot van CO₂ terug te dringen. Hierbij is onderzocht welke mogelijkheden bestaan voor het verminderen van de energievraag van het gebied, de mogelijkheden voor het toepassen van duurzame energietechnieken en het zo efficiënt mogelijk opwekken van energie door middel van fossiele brandstoffen. De bevindingen zijn voor twee ambitieniveaus (*duurzaam* en *duurzaam++*) vastgelegd in voorkeursscenario's en grenzen aan het primaire energiegebruik, uitgedrukt in kWh/m² BVO.

Op basis van de geformuleerde ambitieniveaus zijn energieconfiguraties samengesteld voor deelgebied I en II.

Deelgebied I:

Een energievoorziening op basis van een collectieve warmte- en koudeopslag in de bodem is voor deelgebied I het meest gunstig. Voor elk ambitieniveau geldt het warmte- en koudeopslagsysteem als basisniveau. Door combinatie van het systeem met gasabsorptiewarmtepompen verbetert de prestatie voor de opwekking van tapwater en koeling. Bij de ambitieniveaus *duurzaam* en *duurzaam++* worden er met toenemend aantal vierkante meters PV-panelen en zonnecollectoren geplaatst op de daken van de bebouwing.

Deelgebied II

Voor deelgebied II met de dichte bebouwing geldt dat centrale aanlevering van verwarming (stadsverwarming) en centrale aanlevering van koude (WKK/SV met AKM) zeer geschikt zijn. De koppeling met deelgebied I is niet interessant aangezien de bebouwing minder compact is en vanuit de nieuwbouw gewerkt kan worden met laag temperatuurverwarmingssystemen.

Ambitieniveau *duurzaam* en *duurzaam++*

De ambitieniveaus zijn in dit onderzoek vergeleken op basis van prestaties op CO₂-reductie en levensduurkosten (investeringen en exploitatiekosten). Het ambitieniveau *duurzaam* levert t.o.v. de referentie een besparing op van 180 ton CO₂ op jaarbasis ofwel 42%. Door aan het niveau "*duurzaam*" substantieel zonnecollectoren en PV toe te voegen wordt de besparing opgevoerd tot 53%. Echter het opvoeren van de besparing brengt over de tijdsduur van 15 jaar 2 keer zoveel kosten (netto contant) met zich mee. De netto contante waarde stijgt van -2.200.000 euro naar -4.000.000 euro. Omgerekend naar vierkante meters bedraagt het netto verlies/investering over 15 jaar 25 euro per m² b.v.o. voor de duurzame variant en 50 euro per m² b.v.o. voor de *duurzaam++* variant.

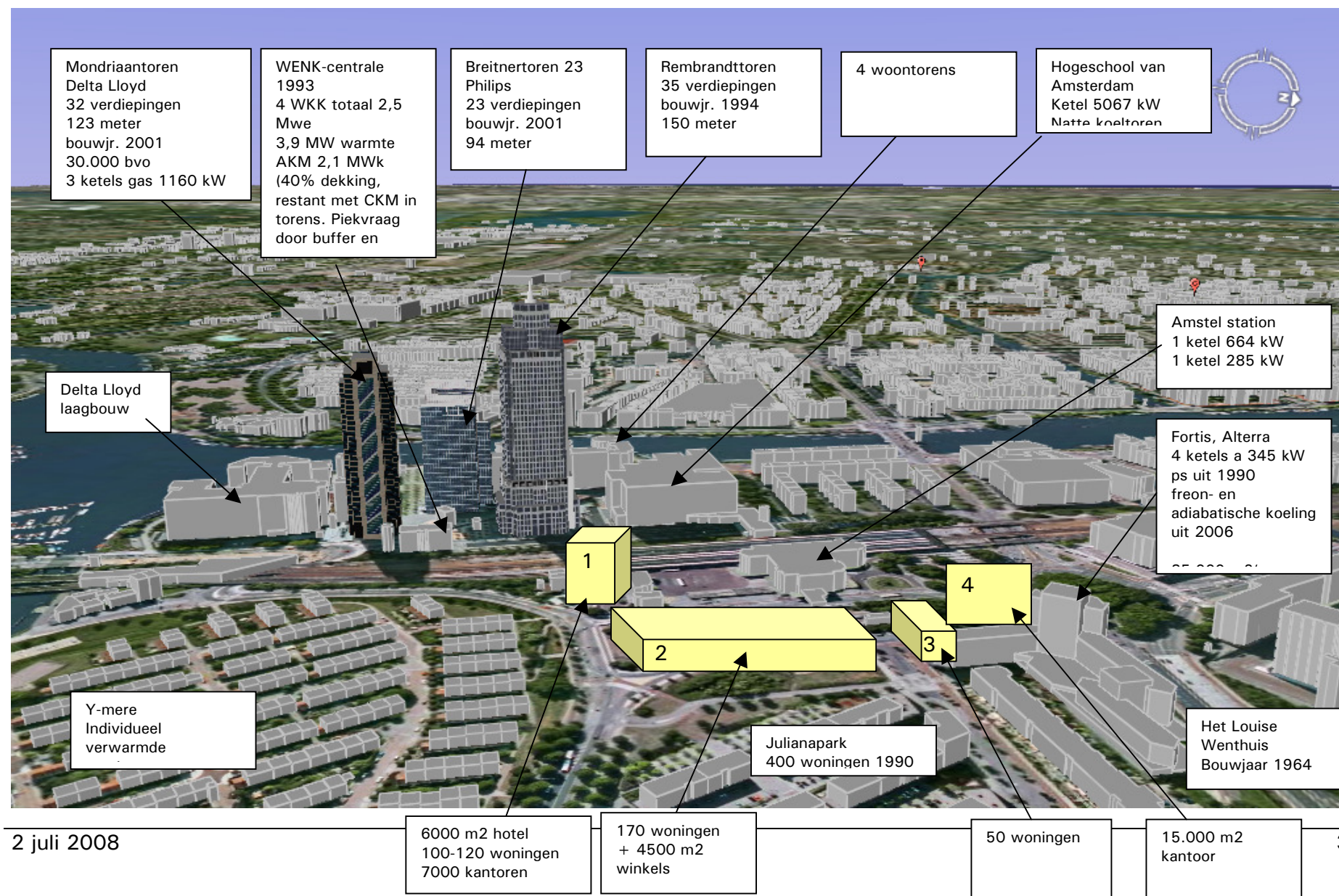
Hoofdstuk 6: Bijlagen

6.1 Lijst met afkortingen

WKK	warmtekracht
AKM	Absorptiekoelmachine
CKM	compressiekoelmachine
PV	Zonnepanelen (Photo Voltaïsch)
HR	hoogrendements verwarmingsketel
WP	(elektrische) warmtepomp
GAWP	Gasabsorptiewarmtepomp
WKO	Warmte- en koudeopslag (LTEO)
KWO	is WKO
LTEO	Lange termijn energieopslag in (open) aquifer/bronnensysteem
GWEO	gesloten ondergronds buizensysteem tbv energieopslag
ZB	Zonneboiler
GT	Gasturbine
NCW	Netto contante waarde
IRR	Internal rate of return (interne rentevoet)
TSA	Warmtewisselaar (TegenStroom Apparaat)
GKW	gekoeld water tbv koeling
KW	koelwater: warmte tbv afvoer condensorwarmte
CV	Centrale verwarming
DC	Dry Cooler/ droge koeltoren (oa tbv afvoer condensorwarmte)
NC	Natte koeltoren (oa tbv afvoer condensorwarmte)
Kracht	Elektriciteit
COP	coëfficiënt of performance, ofwel rendement
SV	Stadsverwarming /openbaar warmtenet

6.2 Overzicht Amstelstationsgebied

Zie volgende pagina.



6.3 Berekeningen varianten

Beschrijving varianten					
Vermogens koeling	Bouwbesluit	referentie	Duurzaam	Duurzaam⁺⁺	
Compressiekoelmachine	382	382	700	700	kWk
Koudeopslag	1.045	1.045	800	800	kWk
Warmtepomp koeling	0	0			kWk
Koeling absorptie warmtepomp			718	718	kWk
Absorptiekoelmachine	0	0	0	0	kWk
Dry cooler	0	0	0	0	kWk
Vermogens verwarming					
CV ketel	3.463	3.463	3.027	3.027	kWw
Warmtepomp verwarming	1.412	1.412	1.337	1.337	kWw
Koelmachine omgekeerd.	477	477	988	988	kWw
Warmtekrachtkoppeling	0	0			kWw
vermogens regeneratie KWO					
Energiedak	0	0	0	0	kWw
dry cooler	1.045	1.045	800	800	kWw
Vermogens tapwater					
CV ketel	3.643	3.643	3.530	3.530	kWw
Warmtepomp	1.129	1.129	0	0	kWw
Gasabsorptie Warmtepomp	432	432	1.674	1.674	kWw
Zonneboiler	0	0	1.600	2.350	m2
Opwekking kracht					
PV			2.375	3.000	m2
WKK					kWw
Energieproductie koeling	276	193	138	138	
Compressiekoelmachine	42	26	6	6	MWhk
Koudeopslag	221	155	83	83	MWhk
gasabsorptiekoeling	13	13	49	49	MWhk
Dry cooler	221	155	83	83	MWhk
Energieproductie verwarming	3.274	2.128	1.801	1.703	
CV ketel	602	393	407	384	MWhw
Warmtepomp verwarming	2.619	1.703	1.387	1.311	MWhw
Koelmachine omgekeerd.	53	32	7	7	MWhw
Stadsverwarming	0		0	0	MWhw
Energieproductie warm tapwater	698	698	698	698	
CV ketel	419	419	358	339	MWhw
Warmtepomp	209	209	0	0	MWhw
Gasabsorptie Warmtepomp	70	70	270	270	MWhw
Zonneboiler	0		70	88	MWhw

Investeringskosten					
Bouwbesluit	hoeveelheid	bestaand	prijs per eenheid	eenheid	totaal
CV ketels	7.106		100	kWth	710.600
warmtepomp	1.412		225	kWth	317.700
Gasabsorptie WP warm tapwater	432		500	kWth	216.000
warmtepomp warm tapwater	1.129		225	kWth	254.025
Energieopslag	1.045		344	kWth	359.982
Compressiekoelmachine	382		225	kWth	85.950
Dry cooler	1.045		90	kWth	94.050
afleverset	375		750	kWth	281.250
leidingnet	1.500		300	kWth	450.000
Gasaansluiting					50.000
Elektra aansluiting (kW)	254		> 160 kVA t/m 630 kVA met LS meting		51.693
Energievoorziening					2.871.250
Duurzaam					0
Bouwkundig					1.300.500
			totaal		4.171.750

referentie	hoeveelheid	bestaand	prijs per eenheid	eenheid	totaal
CV ketel	7.106		100	kWth	710.600
warmtepomp	1.412		225	kWth	317.700
warmtepomp warm tapw	1.129		225	kWth	254.025
Gasabsorptie WP warm tapwater	432		500	kWth	216.000
Energieopslag	1.045		344	kWth	359.982
Compressiekoelmachine	382		225	kWth	85.950
Absorbtiekoelmachine	0		250	kWth	0
Dry cooler	1.045		90	kWth	94.050
afleverset	375		750		281.250
leidingnet	1.500		300		450.000
Gasaansluiting					50.000
Elektra aansluiting (kW)	254		> 160 kVA t/m 630 kVA met LS meting		51.693
					2.871.250
Zonneboiler	600		550	kWe	330.000
Duurzaam					330.000
Bouwkundig					2.408.750
			totaal		5.610.000

Duurzaam	hoeveelheid	bestaand	prijs per eenheid	eenheid	totaal (euro)
CV ketels	6.557		100	kW	655.700
warmtepomp	1.337		225	kWth	300.825
warmtepomp warm tapw	0		225	kWth	0
Gasabsorptie WP warm tapwater	1.674		500	kWth	837.000
Energieopslag	800		344	kWth	275.584
Compressiekoelmachine	700		225	kWth	157.500
Dry cooler	800		90	kWth	72.000
Warmtekrachtkoppeling	0		5.121	kWe	0
Biowarmtekracht	0		5.121	kWe	0
Absorbtiekoelmachine	0		250	kWth	0
afleverset	375		750		281.250
leidingnet	1.500		300		450.000
Gasaansluiting					50.000
Elektra aansluiting (kW)	159		> 100 kVA t/m 160 kVA af sec zijde trafo		12.594
				totaal	3.092.453
PV	2.375		450	kWe	1.068.750
Zonneboiler	1.600		550	kWe	880.000
Duurzaam					1.948.750
Bouwkundig					3.161.000
			totaal		8.202.203

duurzaam ⁺⁺	hoeveelheid	bestaand	prijs per eenheid	eenheid	totaal
CV ketels	6.557		100	kW	655.700
warmtepomp	1.337		225	kWth	300.825
Gasabsorptie WP	1.674		500	kWth	837.000
warmtepomp warm tapw	0		225	kWth	0
Energieopslag	800		344	kWth	275.584
Compressiekoelmachine	700		225	kWth	157.500
Absorbtiekoelmachine	1.703		250	kWth	425.642
Dry cooler	800		90	kWth	72.000
Warmtekrachtkoppeling			5.121	kWe	0
Biowarmtekracht			5.121	kWe	0
afleverzet	375		750		281.250
leidingnet	1.500		300		450.000
Gasaansluiting					50.000
Elektra aansluiting (kW)	159		> 100 kVA t/m 160 kVA af sec zijde trafo		12.594
					3.518.095
PV	3.000		450	kWe	1.350.000
Zonneboiler	2.350		550	kWe	1.292.500
Duurzaam					2.642.500
Bouwkundig					3.560.000
				totaal	9.720.595

Investeringsoverzicht

Energievoorziening

Duurzameopwekking

Bouwkundig

komt in aanmerking voor EIA
Energieinvesteringsaftrek
meerinvestering

Bouwbesluit	referentie	Duurzaam	Duurzaam + +
2.871.250	2.871.250	3.092.453	3.518.095
0	330.000	1.948.750	2.642.500
1.300.500	2.408.750	3.161.000	3.560.000
4.171.750	5.610.000	8.202.203	9.720.595
893.682	1.477.707	3.362.159	4.213.409
89.368	147.771	336.216	421.341
0	1.290.479	3.694.237	5.127.504

Benodigde energie per opwekker

elektriciteit	Bouwbesluit	referentie	Duurzaam	Duurzaam + +	
Compressiekoelmachine	11	6	1	1	MWhe/a
Koudeopslag	11	8	4	4	MWhe/a
Warmtepomp	597	410	279	264	MWhe/a
Absorbtiekoelmachine	0	0	0	0	MWhe/a
Dry cooler	15	10	6	6	MWhe/a
gas					
CV ketel	132.503	110.039	101.640	96.238	m3/a
GAWP	6.211	6.211	24.067	24.067	m3/a
WKK/STEG	0	0	0	0	m3/a
Stadsverwarming	0	0	0	0	GJ/a
Biomassa					
BioWarmtekrachtkoppeling	0	0	0	0	GJ/a

TOTAAL

elektriciteit apparatuur	0	0	0	0	MWhe/a
Elektriciteit koeling/verwarming	634	434	290	275	MWhe/a
Elektriciteit opgewekt door WKK	0				MWhe/a
Elektriciteit opgewekt door STEG	0	0			MWhe/a
Elektriciteit opgewekt door BioWKK	0				MWhe/a
Elektriciteit opgewekt door PV	0	0	238	300	MWhe/a
totale E inkoop of teruglevering (-)	634	434	52	-25	MWhe/a

Besparing CO2 uitstoot

	Bouwbesluit	referentie	Duurzaam	Duurzaam + +	
inkoop elektriciteit (Aardgasequiv.)	184.807	126.663	15.281	-7.359	m3 aeq/a
inkoop gas ketels	138.714	116.250	125.707	120.305	m3 aeq/a
inkoop gas WKK	0	0	0	0	m3 aeq/a
inkoop hout WKK	0	0	0	0	m3 aeq/a
stadsverwarming	0	0	0	0	m3 aeq/a
totaal	323.521	242.912	140.988	112.946	m3 aeq/a
totaal	575.867	432.384	250.958	201.044	kg/a
		75%	44%	35%	
besparing (aardgasequivalent)	0	80.608	182.533	210.575	m3 aeq/a
besparing CO2 uitstoot	0	143.483	324.909	374.823	kg/a

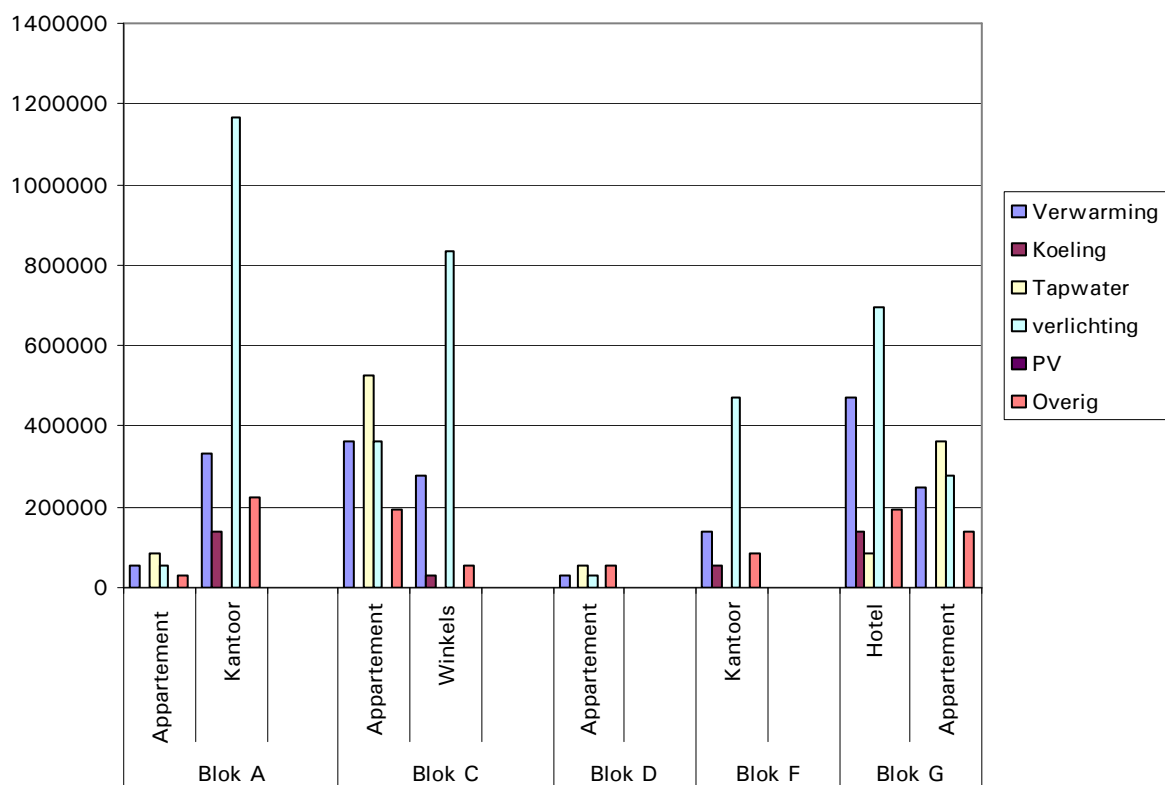
Energiekosten per jaar					
Energiegebruikskosten	Bouwbesluit	referentie	Duurzaam	Duurzaam + +	
elektriciteit hoog	60%	60%	60%	60%	%
elektriciteit laag	40%	40%	40%	40%	%
kosten elektriciteit hoog	95.048	65.144	7.859	-757	euro/a
kosten elektriciteit laag	38.019	26.058	3.144	-242	euro/a
kosten aardgas CV	59.627	64.358	69.578	66.596	euro/a
kosten aardgas WKK	0	0	0	0	euro/a
kosten hout bioWKK	0				euro/a
kosten stadsverwarming	0	0	0	0	euro/a
Totale energiekosten	€ 192.694	€ 155.560	€ 80.580	€ 65.597	euro/a
besparing op energiekosten	€ -	€ 37.134	€ 112.114	€ 127.097	euro/a

Onderhoudskosten per jaar					
	Bouwbesluit	referentie	Duurzaam	Duurzaam + +	
CV ketels	€ 5.685	€ 5.685	€ 5.246	€ 5.246	euro/jr
gasabsorptiewarmtepomp	€ 518	€ 518	€ 2.009	€ 2.009	euro/jr
warmtepomp	€ 4.247	€ 4.247	€ 4.021	€ 4.021	euro/jr
warmtepomp warm tapw	€ 3.396	€ 3.396	-	-	euro/jr
Energieopslag	€ 7.200	€ 7.200	€ 5.512	€ 5.512	euro/jr
Compressiekoelmachine	€ 1.149	€ 1.149	€ 2.105	€ 700	euro/jr
Absorbtiekoelmachine	€ -	€ -	€ -	€ -	euro/jr
Zonneboiler			17.600	25.850	euro/jr
PV			10.688	13.500	euro/jr
Dry cooler	3.292	3.292	2.520	2.520	euro/jr
Warmtekrachtkoppeling	€ -	€ -	€ -	€ -	euro/jr
Biowarmtekracht	€ -	€ -	€ -	€ -	euro/jr
afleverset	506	506	506	506	euro/jr
STEG	€ -	€ -	€ -	€ -	euro/jr
Totale onderhoudskosten	€ 25.992	€ 25.992	€ 50.206	€ 59.864	euro/jr
besparing onderhoudskosten	€ -	€ -	€ 24.214	€ 33.871	euro/jr

Rentabiliteit (tov referentie)					
	Bouwbesluit	referentie	Duurzaam	Duurzaam + +	
besparing energiekosten	€ 37.134	€ 37.134	€ 112.114	€ 127.097	euro/jr
besparing onderhoudskosten	€ -	€ -	€ 24.214	€ 33.871	euro/jr
jaarlijks exploitatievoordeel	€ 37.134	€ 37.134	€ 87.900	€ 93.226	euro/jr
meerinvestering (incl. EIA)	€ 1.290.479	€ 1.290.479	€ 3.694.237	€ 5.127.504	euro
restwaarde	€ -	€ -	€ -	€ -	
terugverdientijd meerinvestering (lineair)	35	35	42	55	jaar
besparing CO2 uitstoot	143.483	143.483	324.909	374.823	kg/jaar
Netto Contante Waarde (15 jr)	€ -	€ 1.411.034	€ 2.128.058	€ 4.019.985	
(Netto contante) kosten per bespaarde kg CO2	€ 0,66	€ 0,66	€ 0,44	€ 0,72	

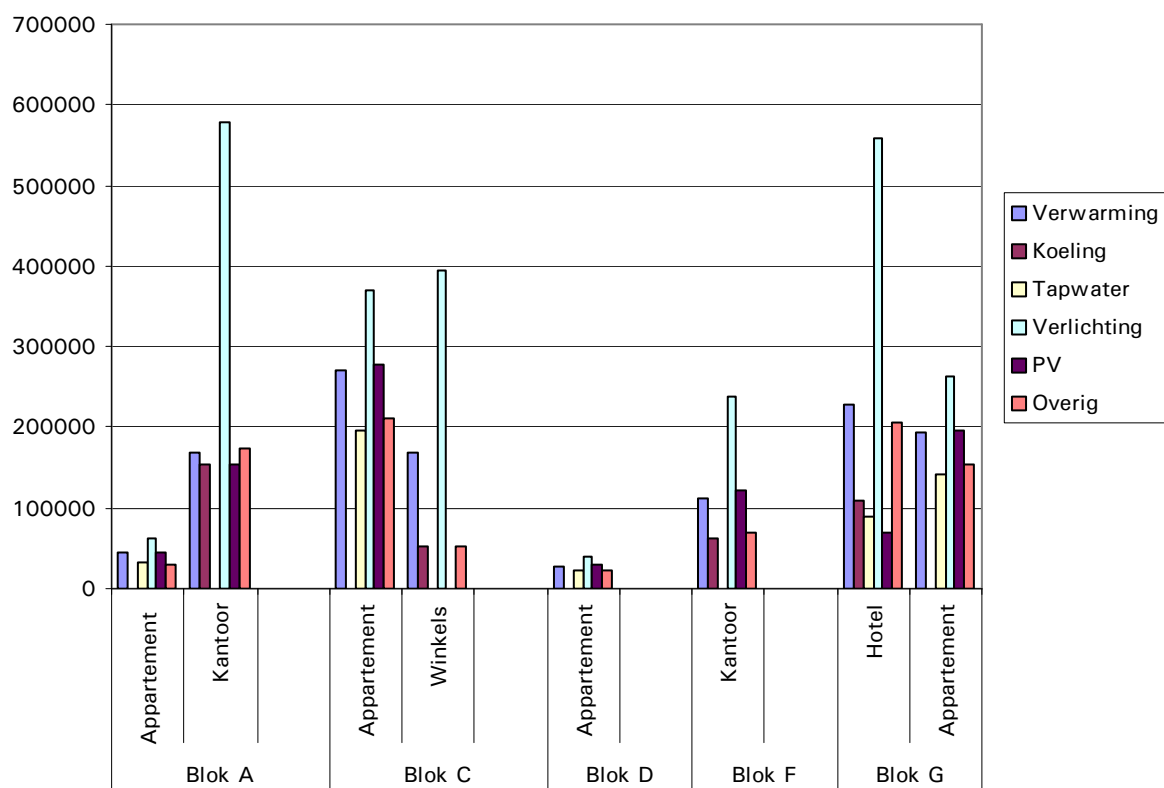
6.4 Primair energiegebruik voor blok A, C, D, F en G

Ambitieniveau 1



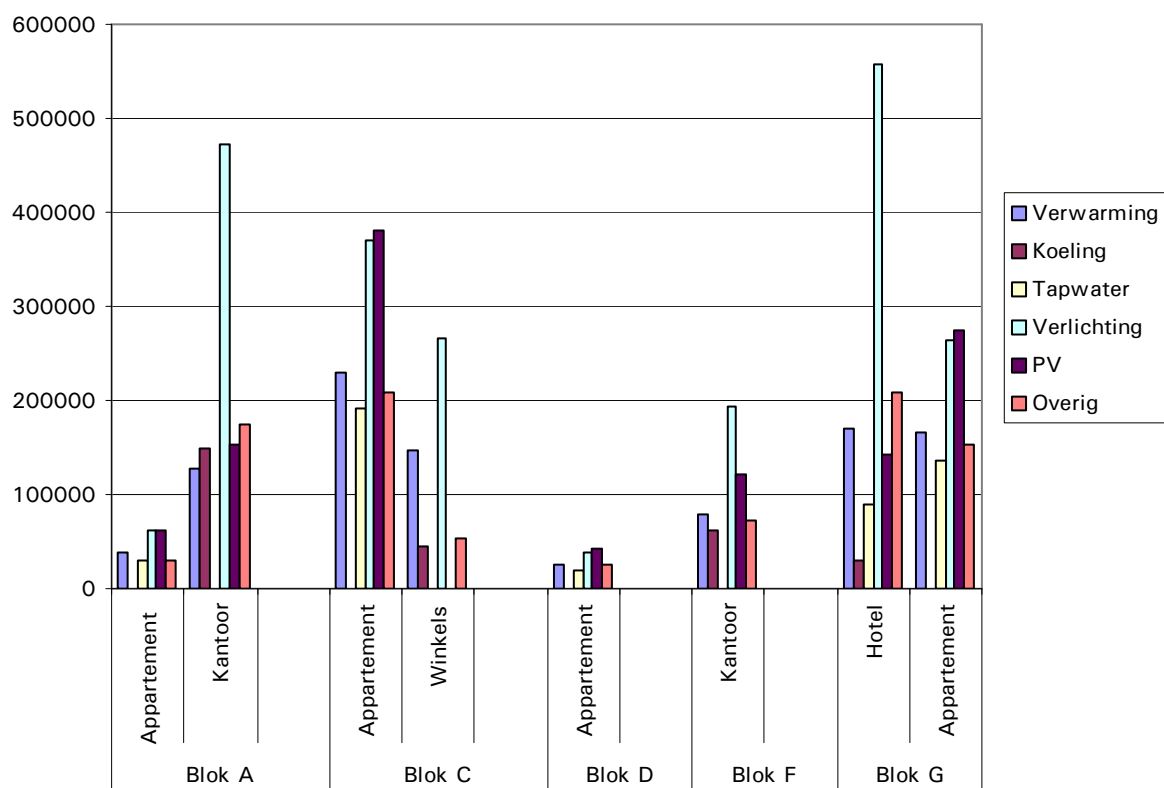
Energieverdeling per blok voor ambitieniveau 1. Op de y-as is de primaire energie uitgezet in kWh. PV heeft een negatieve bijdrage.

Ambitieniveau 2



Energieverdeling per blok voor ambitieniveau 2. Op de y-as is de primaire energie uitgezet in kWh. PV heeft een negatieve bijdrage.

Ambitieniveau 3



Energieverdeling per blok voor ambitieniveau 3. Op de y-as is de primaire energie uitgezet in kWh. PV heeft een negatieve bijdrage.

6.5 Pakketten voor gebouwfuncties

Kantoor

Maatregelenpakketten voor kantoorfunctie

	Ambitieniveau 1	Ambitieniveau 2	Ambitieniveau 3
Bouwfysisch	Dubbele kierdichting	Glaspercentage is verlaagd naar 30%	Idem als in ambitieniveau 2
	Glaspercentage is 40%	ZTA is verlaagd naar 0.4	
	ZTA is 0.6		
	Ventilatievoud is 2 per uur		
Installatie-technisch	Aanvoertemperatuur warmtepomp is 55°C	Aanvoertemperatuur warmtepomp is verlaagd naar 35°C	Zonnecollector van 250 m ² (kantoor 1) en 500 m ² (kantoor 2) toegevoegd
	De ventilatoren hebben een asvermogen van 2.1 W/m ² (bij een middel drukverlies en een ventilatievoud van 2 per uur)	Asvermogen ventilator is verlaagd naar 1.4 W/m ² (een laag drukverlies en een ventilatievoud van 2 per uur)	Aanwezigheidsdetectie verlichting voor meer dan 70% gebruikersoppervlak toegevoegd
	Verlichting is 17 W/m ²	Verlichting is verlaagd naar 8 W/m ²	
	Gebalanceerde ventilatie met HRWTW	PV panelen van 500 m ² toegevoegd	

Winkel

Maatregelenpakketten voor winkelfunctie

	Ambitieniveau 1	Ambitieniveau 2	Ambitieniveau 3
Bouwfysisch	Normale kierdichting	Glaspercentage is verlaagd naar 50%	Idem als in ambitieniveau 2
	Glaspercentage is 60%	ZTA is verlaagd naar 0.4	
	ZTA is 0.6		
	Ventilatievoud is 2 per uur	Ventilatievoud verlaagd naar 1 per uur	

Installatie-technisch	Aanvoertemperatuur warmtepomp is 55°C	Aanvoertemperatuur warmtepomp is verlaagd naar 35°C	Verlichting is verlaagd naar 15 W/m ²
	De ventilatoren hebben een asvermogen van 2.1 W/m ² (bij een middel drukverlies en een ventilatievoud van 2 per uur)	Asvermogen ventilator is verlaagd naar 1.4 W/m ² (een laag drukverlies en een ventilatievoud van 2 per uur)	LRWTW vervangen door HRWTW
	Verlichting is 30 W/m ²	Verlichting is verlaagd naar 20 W/m ²	
		Aanwezigheidsdetectie verlichting	
		Langzaam roterende warmtewisselaars toegevoegd	
		Natuurlijk ventilatie toegevoegd: te openen ramen	

Hotel

Maatregelenpakketten voor hotelfunctie

	Ambitieniveau 1	Ambitieniveau 2	Ambitieniveau 3
Bouwfysisch	Dubbele kierdichting	Glaspercentage is verlaagd naar 50%	Idem als in ambitieniveau 2
	Glaspercentage is 40% ZTA is 0.6	ZTA is verlaagd naar 0.4	
	Ventilatievoud is 2 per uur	Ventilatievoud verlaagd naar 1.5 per uur	
Installatie-technisch	Aanvoertemperatuur warmtepomp is 55°C	Aanvoertemperatuur warmtepomp is verlaagd naar 35°C	Natuurlijke ventilatie: te openen ramen
	De ventilatoren hebben een asvermogen van 1.4 W/m ² (bij een middel drukverlies en een ventilatievoud van 2 per uur)	Verlichting is verlaagd naar 8 W/m ²	PV verhoogt naar 250 m ²
	Verlichting is 10 W/m ²	Warm tapwater: GAWP ipv HRWP	
		PV panelen van 125 m ² toegevoegd	
	Aanwezigheidsdetectie verlichting voor		

meer dan 70%
gebruikersoppervlak

Gebalanceerde
ventilatie met
HRWTW

Warm tapwater:
GAWP

Zonnecollector van
100 m²

Appartement

Maatregelenpakketten voor woonfunctie

	Ambitieniveau 1	Ambitieniveau 2	Ambitieniveau 3
Bouwfysisch	Draagstructuur: prefab. Buitenspouw: hout plat dak normale bouwkwaliteit Glaspercentage is 40% ZTA is 0.6 Ventilatievoud is 1.44 per uur	Isolatiedikte verhoogt naar $R_c =$ 6 m²K/W Draagstructuur: metselwerk. Buitenspouw: metselwerk plat dak goede bouwkwaliteit Glaspercentage verlaagt naar 30%	Isolatiedikte verhoogt naar $R_c =$ 8 m²K/W
Installatie- technisch	Ventilatoren op gelijkstroom Gebalanceerde ventilatie met HRWTW Warm tapwater: HRWP Zonnecollector van 100 m²	Warm tapwater: GAWP ipv HRWP Zonnecollector verhoogd naar 300 m² PV panelen van 250 m² toegevoegd	Zonnecollector verhoogd naar 500 m² PV panelen verhoogd naar 350 m²

6.6 Leidingtraces KWO-systeem

