

DUURZAME WIJK DE VLOEI IEPER

ENERGIESTUDIE



DUURZAME WIJK DE VLOEI IEPER

ENERGIESTUDIE

Klant : WVI
Contactpersoon : Ann Tack
Adres : Baron Ruzettelaan 35
8310 Brugge
3E Referentie : PR103301
3E Contact persoon : Jasmin Janssens
Datum : 17/12/2010
Status : Finale versie
Classificatie : Confidentieel

Dit project ontvangt Europese subsidies via het project Future Cities
dat goedgekeurd werd in het Interreg IVB programma Noord-West-Europa.

Volgens de Algemene Voorwaarden van 3E, ontvangt de klant het niet-exclusief, niet-overdraagbaar recht op het gebruik van de resultaten, gerapporteerd door 3E voor intern gebruik. Tenzij expliciet anders overeengekomen, kan 3E niet verantwoordelijk of aansprakelijk gesteld worden voor de gevolgen van het gebruik door de klant van de resultaten, rapporten, aanbevelingen of andere gegevens door 3E aangeleverd in het kader van een project of bestelling.

INHOUDSOPGAVE

Inhoudsopgave	3
1 Inleiding	5
2 Energievraag De Vloei	6
2.1 Inleiding	6
2.2 Methodologie	6
2.2.1 <i>Gebouwtypes</i>	6
2.2.2 <i>Ambitieniveau warmtevraag</i>	8
2.2.3 <i>Scenario's ambitieniveau wijk</i>	9
2.2.4 <i>Profielen</i>	9
2.2.5 <i>Profiel per ambitieniveau</i>	10
2.2.6 <i>Jaarprofiel warmtevraag De Vloei</i>	11
3 Energieproductieconcepten	14
3.1 Inleiding	14
3.2 Collectief: wijkverwarming	14
3.2.1 <i>Systeem</i>	14
3.2.2 <i>Warmtenet</i>	14
3.2.3 <i>Warmteoverdrachtstation</i>	17
3.2.4 <i>Voordelen</i>	18
3.3 Beschrijving mogelijke technische oplossingen	19
3.3.1 <i>Overzicht</i>	19
3.3.2 <i>Gasketel</i>	20
3.3.3 <i>Warmtekrachtkoppeling op aardgas of plantenolie aangevuld met piekketels</i>	20
3.3.4 <i>Biomassaketel</i>	22
3.3.5 <i>Warmtepomp</i>	23
3.3.6 <i>Restwarmte</i>	25
3.4 Technische randvoorwaarde	25
3.5 Kwalitatieve analyse energieproductieconcepten	26
3.6 Zonne-energie	27
3.6.1 <i>Thermische zonne-energie</i>	27
3.6.2 <i>Fotovoltaïsche zonne-energie</i>	27
3.7 Windenergie	27
3.8 Selectie vijf concepten	28

4 Kostenbatenanalyse	29
4.1 Inleiding	29
4.2 Kwalitatieve beschrijving	29
4.2.1 <i>Investeringskosten</i>	29
4.2.2 <i>Operationele kosten</i>	30
4.2.3 <i>Inkomsten</i>	30
4.3 Meerkostanalyse	32
4.3.1 <i>Investering</i>	32
4.3.2 <i>Operationeel</i>	32
4.3.3 <i>Subsidies</i>	33
4.3.4 <i>Meerkostanalyse individueel en collectief</i>	33
4.4 Kostenbatenanalyse collectieve systemen	35
4.5 Financiële vergelijking	39
5 Ecologische analyse	40
5.1 CO2-uitstoot	40
5.2 Primaire Energie	41
6 Kwalitatieve vergelijking	42
7 Afdwingen van energieconcepten	44
8 Energiebeleid	45
9 Conclusies	46

1 INLEIDING

Met het project Ieper De Vloei wil wvi in samenwerking met de projectpartners een duurzame wijkontwikkeling in Ieper ondersteunen en realiseren. Wvi heeft dit vernieuwende project kunnen inschakelen in een Europees project met de naam "Future Cities". In het project zal wvi een duurzaamheidsrichtlijn realiseren, evenals een Masterplan en afgeleide plannen voor Ieper De Vloei. Daarna volgt ook een luik realisatie en wordt over het geheel veel aandacht besteed aan bewustmaking voor klimaatverandering.

Dit rapport bevat de resultaten van een haalbaarheidsonderzoek voor een duurzame locatiegebonden energievoorziening, volgens de ambities die voor het project werden goedgekeurd en geformuleerd in een ambitienota. In de studie werden energieconcepten voor de wijk geïdentificeerd op zowel individueel niveau (woningniveau) als collectief niveau (wijkniveau). Op basis van deze identificatie wordt dan een keuze gemaakt van één of meer concepten die in een latere fase technisch, financieel en juridisch in detail uitgewerkt worden.

De Vloei in cijfers

Het te ontwikkelen terrein is gelegen aan de Zonnebeekseweg in Ieper en strekt zich uit tot aan de Hovelandlaan en Driemolenstraat. De totale oppervlakte bedraagt ongeveer 10ha. Hier worden in totaal ruim 250 wooneenheden gepland, waarvan 184 woningen en ongeveer 73 appartementen. Wat de woningen betreft worden er 8 verschillende types voorzien, die variëren in grootte en vorm. De appartementen worden gegroepeerd in 8 blokken en in de bestaande hoeve. Van de wooneenheden zal 25% ingevuld worden als sociale woongelegenheid (waarvan de helft huur en de helft koop).

2 ENERGIEVRAAG DE VLOEI

2.1 INLEIDING

Om een wijkverwarmingssysteem op een site correct te dimensioneren moet men een goed inzicht hebben in de warmtevraag, die kan opgesplitst worden in verwarming en sanitair warm water (sww). Voor dergelijk profiel is het ambitieniveau qua gebouwschil en het gebruik van de gebouwen van belang. Daarom is er voor elke bezetting (sociale of niet-sociale woning) en ambitieniveau een warmtevraagprofiel opgemaakt. De som voor alle gebouwen vormt dan het totale profiel voor de warmtevraag van de volledige site. Dit vormt de basis voor de dimensionering van het energieopwekkingsconcept.

2.2 METHODOLOGIE

2.2.1 Gebouwtypes

Op de volledige site worden 8 verschillende gebouwtypes voor de woningen gepland. Daarnaast zijn er ook nog appartementsblokken, de bestaande hoeve en het kopgebouw. Tabel 1 geeft een overzicht van de kenmerken per type en het aantal woningen van dat type, zoals aangenomen in de studie. Figuur 1 toont de verdeling van de types op de site.

Op de site wordt gestreefd naar 25% sociale woonegelegenheden. Deze zullen een ander profiel toegewezen krijgen. Er is verondersteld dat in de sociale woningen ook overdag meestal bewoners aanwezig zijn.

Tabel 1: Overzicht kenmerken woningen

	Type bebouwing	Vloeropp [m ²]	Aantal woningen	Aanduiding figuur 1
Type 1	halfopen	180	67	oranje
Type 2	gesloten	204	60	paars
Type 2b	halfopen	238	2	paars
Type 3	gesloten	198	9	rood
Type 3b	open	216	5	lichtoranje
Type 4	gesloten	216	26	lichtblauw
Type 5	open	176	6	donkerblauw
Type 5b	Halfopen	180	9	turquoise
Type 6	Urban villa	90	66	groen



Figuur 1: Inplanting woningtypes op de site

2.2.2 Ambitieniveau warmtevraag

Aan elke gebouwenfunctie kan men een standaard jaarbehoefte aan warmte en sanitair warm water per oppervlakte verwarmde vloeroppervlakte toekennen. Deze jaarbehoefte (in kWh/m²) hangt af van de ambities van de ontwikkelaar op niveau van energieprestatie en varieert van passieve gebouwen over laag-energiegebouwen tot gebouwen die slechts voldoen aan de wettelijk vastgelegde maximumwaarden.

Voor deze studie werd gekozen om verschillende ambitieniveau's te bekijken, uitgedrukt in E-peil, en ze te laten variëren van het maximale niveau opgelegd in de ambitienota (E60 of K30) tot de passiefnorm. Tabel 2 geeft een overzicht van deze ambitieniveau's.

Tabel 2: Ambitieniveau's

	E-peil (en K-peil)	Wettelijk niveau
Ambitienota	E60 (K30)	Verplicht tegen 2014
Laag-energie	E40	
Passief	-	

Aangezien elk woningtype andere kenmerken heeft, zal de warmtevraag per ambitieniveau niet gelijk zijn voor alle types. Met behulp van de epb-rekenmethode wordt voor alle types de netto warmtevraag voor verwarming berekend in functie van het opgelegde E-peil per ambitieniveau. De resultaten worden weergegeven in Tabel 3, die ook een gemiddelde warmtevraag bevat voor alle wooneenheden per ambitieniveau. Ter vergelijking wordt ook de warmtevraag voor het huidige wettelijke minimum E80 mee in de tabel opgenomen.

Tabel 3: Netto warmtevraag verwarming per jaar [kWh/m²]

	T1	T2	T2b	T3	T3b	T4	T5	T5b	T6	T10*	hoeve	gem
E80	100	77	85	103	96	65	105	101	78	78	78	87
E60	63	50	54	67	68	49	65	66	66	66	66	62
E40	30	15	21	31	32	16	30	31	22	22	22	25
Passief	13	6	10	13	13	5	14	14	7	7	7	10

* T10 is het kopgebouw en bevat ook appartementen

In woningen is er naast een warmtevraag voor verwarming ook een behoefte aan sanitair warm water die moet ingevuld worden. Er wordt verondersteld dat 30 liter aan 60°C per persoon per dag nodig is. Dit komt overeen met een netto warmtebehoefte van 611 kWh per persoon per jaar voor sanitair warm water.

2.2.3 Scenario's ambitieniveau wijk

Niet alle woningen in de wijk zullen hetzelfde niveau van warmtevraag nastreven. Bovendien zal de ontwikkeling van de site enige tijd innemen en zal het ambitieniveau variëren in functie van de tijd. E60 wordt in de ambitienota naar voor geschoven als laag-energie, maar zal tussen 2012 en 2014 de nieuwe wettelijke norm worden. Daarom werd een voorstel uitgewerkt dat drie verschillende scenario's bevat voor de site. Tabel 4 geeft een overzicht.

Tabel 4: Voorstelling 3 scenario's

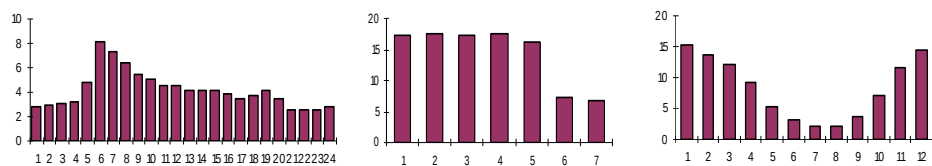
	E60 / K30	E40	Passief
Scenario 1	90%		10%
Scenario 2	60%	30%	10%
Scenario 3	30%	50%	20%

In het basisscenario voldoen alle gebouwen aan de eis opgelegd in de ambitienota en is zelfs 10% van de woningen in de wijk passief. In scenario 2 wordt het aandeel aan lage-energiegebouwen (E40) groter terwijl het percentage passief constant gehouden wordt op 10%. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat passiefbouw een exemplarisch concept blijft door de (waarschijnlijke) continue hoge bouwkost. Volgens passiefhuisplatform is dit ook een reële marktprognose in België. Scenario 3 daarentegen is een stuk ambitieuzer op gebied van laag-energie en passiefgebouwen. Toch wordt een percentage van 40% passiefbouw door ontwikkelaars in andere projecten nog net commercieel haalbaar geacht, indien er voldoende incentives zijn of er minima opgelegd worden in de verkoop. Een percentage van 20% is dus ambitieus, maar perfect mogelijk. Ook kunnen we ervan uit gaan dat wat nu als ambitieus voorop gesteld wordt, binnen 5 jaar als relatief mainstream beoordeeld zal worden.

2.2.4 Profielen

Alle gebouwen zijn woningen of appartementen, waarvan 25% ingevuld wordt als sociale woning. Aangezien sociale woningen vaak ook bewoond zijn overdag, krijgen ze een ander profiel toegekend. Dergelijk typisch jaarprofiel bestaat uit 8760 uurwaarden, en is opgebouwd door aan elke functie een typisch dagprofiel (over 24 uur), weekprofiel (over 7 dagen) en jaarprofiel (over 12 maanden) toe te kennen.

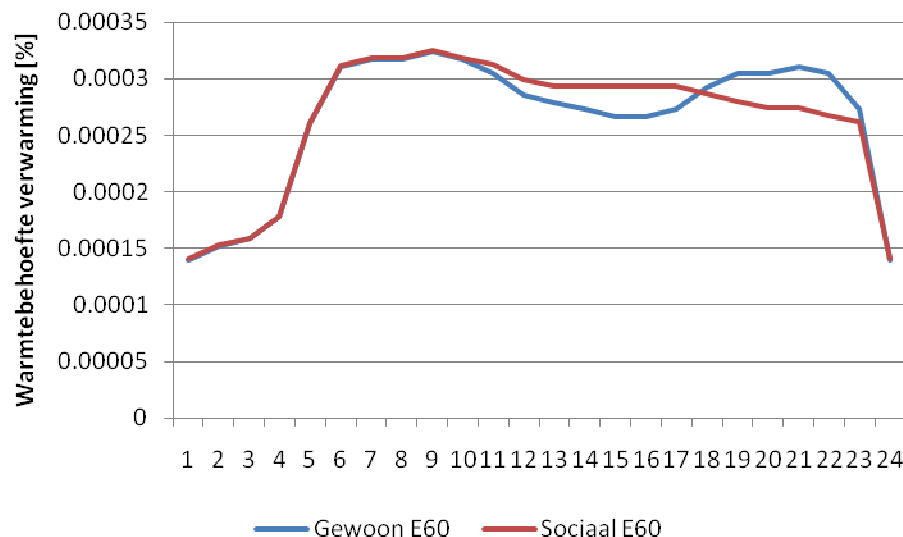
Een kantoor zal bijvoorbeeld slechts overdag en 5 dagen in de week gebruikt worden (bepalend voor het uur- en dagprofiel). In Figuur 2 wordt een typisch warmteprofiel voor een kantoor geïllustreerd. Voor woningen wordt op exact dezelfde manier een profiel opgesteld, waarbij er vooral 's ochtends en 's avonds verwarmd wordt, en in het weekend ook overdag. Voor de sociale huurwoningen wordt doorheen de ganse week overdag verwarmd.



Figuur 2: Dag-, week- en jaarprofiel voor de warmtevraag in een kantoor

2.2.5 Profiel per ambitieniveau

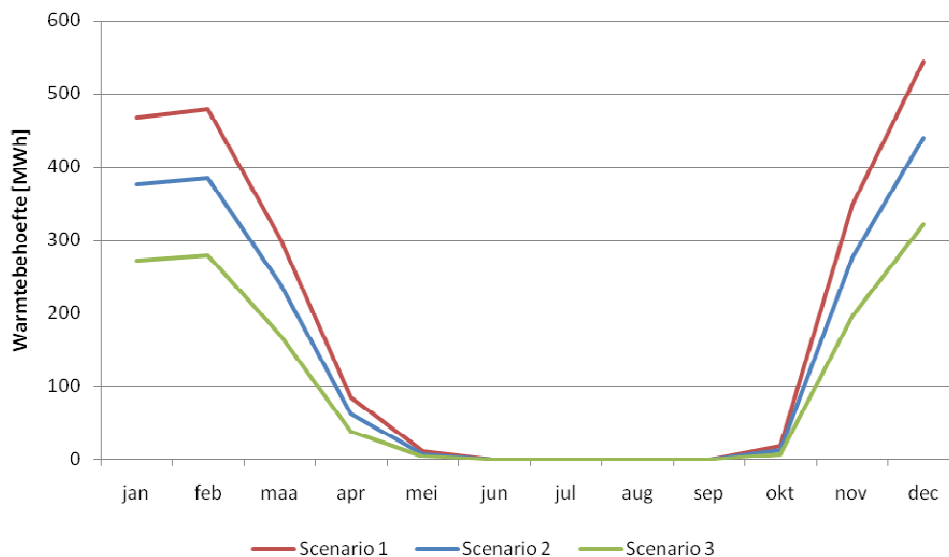
Bij het opstellen van een jaarprofiel is de bezetting doorheen de dag en week een zeer bepalende factor, zoals reeds geïllustreerd in vorige paragraaf. Het dagprofiel dat we veronderstellen voor de woningen wordt getoond op Figuur 3 (ambitieniveau zoals opgelegd in de nota).



Figuur 3: Dagprofiel woningen

Naast de bezetting speelt echter ook het ambitieniveau wat betreft de warmtebehoefte mee. Het stookseizoen in een passiefhuis is bijvoorbeeld korter dan in een minder sterk geïsoleerd gebouw. Het volstaat dus niet een standaardprofiel verticaal te verscalen naargelang de warmtebehoefte, er zal ook een horizontale verschuiving plaatsvinden. Op basis van simulaties en standaardprofielen werden er voor de verschillende functies en ambitieniveau's jaarprofielen opgesteld.

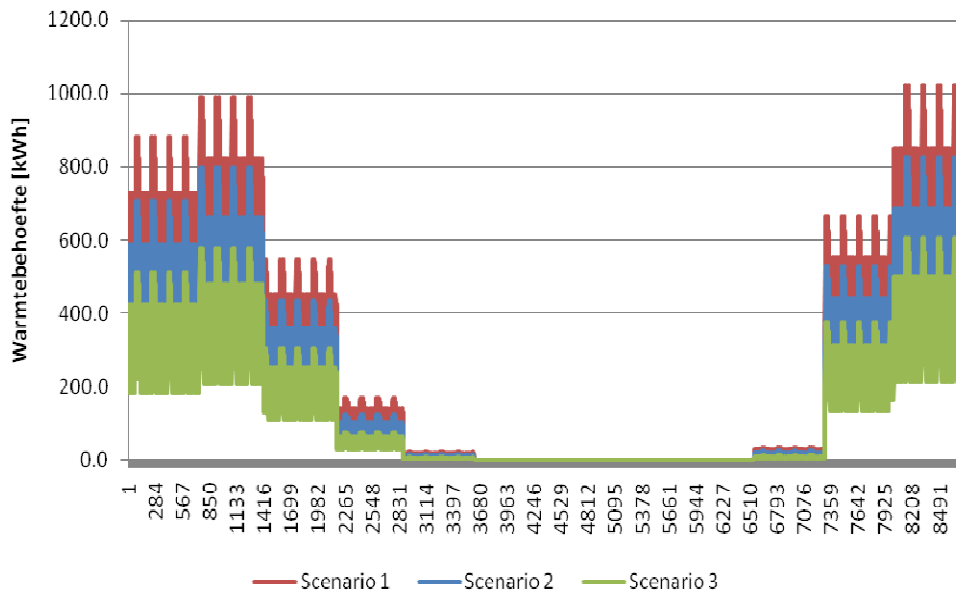
Figuur 4 geeft de profielen voor verwarming op maandbasis weer voor de volledige wijk.



Figuur 4: Maandprofiel verwarmingsbehoefte volledige wijk

2.2.6 Jaarprofiel warmtevraag De Vloei

Wanneer alle voorgaande veronderstellingen (25% sociale woningen, warmtevraag, typeprofielen per soort woning en ambitieniveau) gecombineerd worden, kunnen gedetailleerde jaarprofielen voor de volledige wijk gegenereerd worden. Figuur 5 illustreert per scenario het jaarprofiel voor De Vloei. In deze profielen is de warmtebehoefte voor sanitair warm water niet inbegrepen.



Figuur 5: Jaarprofiel zonder sww voor De Vloei

Op basis van deze jaarprofielen kan de totale warmtevraag (oppervlakte onder de curve) en het piekvermogen (maximale uurwaarde) bepaald worden. Deze waarden zullen variëren naargelang het

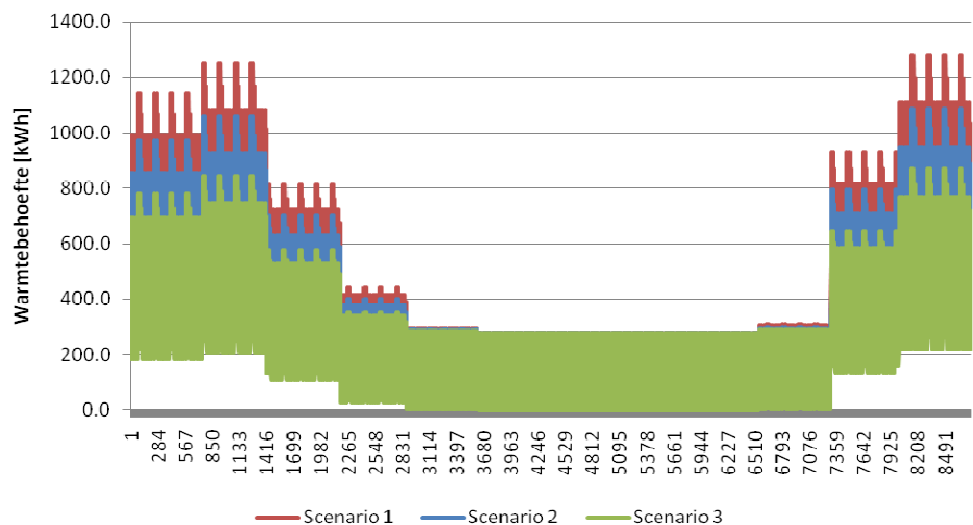
scenario dat gerealiseerd wordt. Tabel 5 geeft een overzicht van de totale warmtevraag en het piekvermogen per scenario en ter vergelijking ook voor de situatie waarbij alle woningen op de site E60 als energieprestatieniveau zouden hebben.

Tabel 5: Warmtebehoefte [MWh] en piekvermogen [MW]

	Warmtebehoefte [MWh]	Piekvermogen [MW]
E60	2 465	1.11
Scenario 1	2 256	1.02
Scenario 2	1 800	0.83
Scenario 3	1 287	0.60

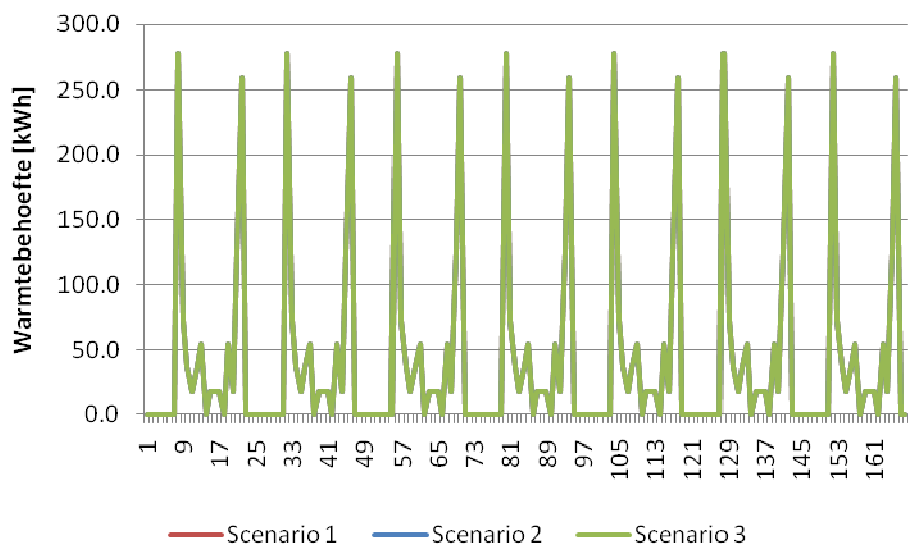
Wanneer de warmtebehoefte voor sanitair warm water wordt ingerekend, dan voegt men aan het profiel voor woningen een jaarprofiel voor sanitair warm water toe. Dit profiel zal het volledige jaar door hetzelfde profiel vertonen: 's ochtends en in mindere mate 's avonds een piek.

Het jaarprofiel voor De Vloei rekening houdend met de warmwaterbehoefte wordt weergegeven in Figuur 6.



Figuur 6: Jaarprofiel met sww voor De Vloei

In Figuur 7 wordt een week in de zomermaand juli uit het jaarprofiel gelicht. Er is dus enkel een warmtevraag voor sanitair warm water. Deze figuur maakt duidelijk dat de schijnbaar enorme oppervlakte voor sww uit Figuur 6 slechts korte vermogenpieken voorstellen.



Figuur 7: Weekprofiel juli

Ook voor deze jaarprofielen kan opnieuw de totale warmtevraag en het piekvermogen bepaald worden. Tabel 6 vat de resultaten samen.

Tabel 6: Warmtebehoefte [MWh] en piekvermogen [MW]

	Warmtebehoefte [MWh]	Piekvermogen [MW]
E60	2 833	1.37
Scenario 1	2 624	1.28
Scenario 2	2 168	1.09
Scenario 3	1 654	0.87

3 ENERGIEPRODUCTIECONCEPTEN

3.1 INLEIDING

In deze studie wordt gezocht naar duurzame en ambitieuze concepten die De Vloei van verwarming en sanitair warm water kunnen voorzien. Bij het definiëren van de warmteproductieconcepten wordt ook steeds verondersteld dat er een thermisch zonne-energiesysteem voor sanitair warm water wordt toegepast. De gedefinieerde concepten worden aangevuld met een maximum aandeel aan hernieuwbare energie voor elektriciteitsproductie. Er worden zowel individuele als collectieve oplossingen afgewogen. Bij collectieve concepten spreken we over een wijkverwarmingssysteem. In een eerste paragraaf wordt dieper ingegaan op de algemene aspecten van zo'n systeem. Nadien worden de verschillende individuele en collectieve concepten kwalitatief besproken.

3.2 COLLECTIEF: WIJKVERWARMING

3.2.1 Systeem

Een warmteleveringssysteem bestaat uit drie subsystemen:

- De warmteproductie-eenheden:

De warmteproductie-eenheden bestaan uit een hoofdproductie-eenheid die (rest)warmte levert en uit de hulpketels die alleen tijdens korte piekperioden van de totale warmtevraag in bedrijf komen en als back-up dienen bij eventuele uitval. Voor een optimale bedrijfsvoering kunnen ook warmtebuffers bijgeplaatst worden.

- Het warmtedistributienet:

Warmte kan direct van de warmteproductie-eenheid naar de gebouwen worden getransporteerd via een transportleiding. De meeste warmteleveringssystemen zijn indirecte systemen en bestaan uit een primair en secundair systeem. De warmte wordt eerst met behulp van warmtewisselaars overgedragen van de warmteproductie aan het primaire distributienet. Het primaire systeem transporteert de warmte de wijk in en draagt deze over aan het secundaire net in de verschillende gebouwen vanwaar het wordt afgeleverd bij de eindgebruiker. Het primaire en het secundaire net zijn gekoppeld via een onderstation.

- De gebouwinstallatie bij de eindverbruiker:

De gebouwinstallatie draagt warmte via een warmtewisselaar over aan het verwarmingssysteem in de gebouwen voor de verwarming van de ruimten en van het tapwater.

3.2.2 Warmtenet

Onderstations

Steeds meer woningen of kantoren kunnen aangesloten worden op één enkel onderstation. In de beginjaren van warmtelevering sloot men circa 50 eenheden (cfr woningen) aan op het onderstation. Nu ligt dit aantal al op 400 eenheden. Bij nieuwbouwprojecten, moet rekening worden gehouden met het ruimtebeslag, onder andere vanwege het grote aantal voorzieningen in een onderstation, zoals expansievaten, een watersuppletiesysteem, distributiepompen, en meet- en regelapparatuur. Een centrale regelkamer bewaakt en bestuurt de onderstations. Bij hoogbouw is een primair

distributiesysteem zonder onderstation niet mogelijk. Vanwege de benodigde druk die in een dergelijk onderstation moet worden opgewekt, is er altijd een warmtewisselaar met extra pomp nodig.

Afstand

Om warmteverliezen te beperken en de investeringen zo laag mogelijk te houden is het belangrijk om de warmtebron zo dicht mogelijk bij het distributiegebied te plaatsen. Technisch gezien is een afstand van 10 tot 15 kilometer en soms zelfs meer, haalbaar. De financiële haalbaarheid hangt sterk af van het aantal aan te sluiten woningen en bedrijven, het bouwtempo en de hoogte van de investeringskosten.

Temperaturen

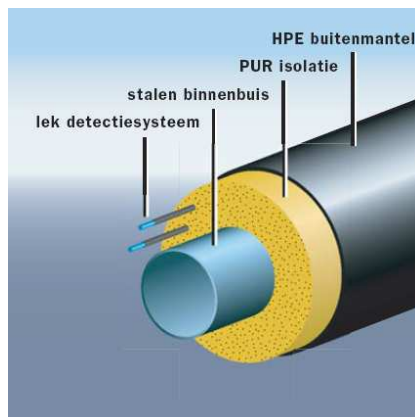
Het primaire distributienet gebruikt maximale temperaturen van 80 °C tot 95 °C en een maximale druk van 4 bar. Het secundaire net wordt van warmte voorzien door middel van een warmtewisselaar. In deze warmtewisselaar wordt het water op een temperatuur van 60 °C tot 70°C gebracht.

Ringstructuur

Bij het primaire distributienet wordt over het algemeen gebruik gemaakt van een gesloten ringstructuur. In deze ringstructuur bevinden zich twee leidingen die worden gebruikt voor de gescheiden aanvoer van het warme water en de afvoer van het afgekoelde retourwater. De gesloten ringstructuur is van belang voor de leveringszekerheid. Op deze manier kan het warmtenet van twee kanten beleverd worden.

Technische aspecten van de buizen

Het pijpleidingen stelsel is de laatste jaren sterk verbeterd. Er wordt tegenwoordig gebruik gemaakt van pregeïsoleerde buizen. Hierbij zijn de grote leidingen over het algemeen voorzien van een stalen binnenmantel, een isolatielaag en een kunststof buitenmantel. Deze verbeterde buizen zijn minder aan corrosie onderhevig, kennen een lager warmteverlies en zijn goedkoper in aanleg dan de vroeger gebruikte stalen buizen die in betonnen geulen werden gelegd. Deze grote leidingen worden overwegend voor het transportnet en het primaire distributienet gebruikt. Bij de kleine leidingen, die voor het secundaire distributienet worden gebruikt, wordt gebruik gemaakt van co-isolatie. Hierbij bevinden de aan- en afvoerleiding zich in dezelfde behuizing. De gebruikte leidingen hebben daarnaast een binnenmantel van kunststof. Hierdoor zijn ze flexibel en kunnen in bochten worden gelegd. Dit geeft een besparing op de aanleg. Het gebruik van co-geïsoleerde in plaats van individueel geïsoleerde pijpsystemen resulteert tevens in een besparing tot 25% van de totale distributie kosten en tot 50% van het totale warmteverlies in de pijpen.



Figuur 8: Buizen voor warmtenetten

Een andere ontwikkeling in het secundaire distributienet is het gebruik van twee kleine leidingen voor het transport van warm water. Indien de warmtevraag hoog is worden allebei de leidingen gebruikt. Ten tijde van een lage warmtevraag als gevolg van bijvoorbeeld de zomer wordt slechts één leiding gebruikt. Het gebruik van kleine afmetingen voor de eindgebruikers resulteert in een verdere besparing tot ongeveer 10% van de totale distributie kosten en tot 20% van het totale warmteverlies in de pijpen.

Beleveringssystemen

Ten aanzien van de beleving van de gebouwen zelf zijn er twee systemen. Het eerste systeem is het directe systeem. In dit geval loopt het water vanaf het secundaire distributienet direct het gebouw in. Het voordeel hiervan is dat er geen kosten gemaakt worden aan randapparatuur. Een nadeel is dat er waterschade kan ontstaan indien er in het verwarmingsstelsel van het gebouw een lek ontstaat. Dit vanwege het feit dat er geen hydraulische scheiding tussen het warmtenet en het verwarmingsstelsel van het gebouw zit.

De andere mogelijkheid is het indirecte systeem. Hierbij wordt de warmte uit het secundaire distributienet via warmtewisselaars overgebracht op het verwarmingsstelsel van het gebouw. Een voordeel hiervan is dat er een hydraulische scheiding tussen het warmtenet en het verwarmingsstelsel van het gebouw zit. Een nadeel zijn de hogere kosten die gemoeid zijn met de randapparatuur.

In beide gevallen wordt de warmtevraag en de bemetering op dezelfde wijze geregeld. De warmtevraag kan de consument in beide gevallen zelf regelen. De bemetering geschiedt door middel van een warmtemeter tussen het warmtenet en het verwarmingsstelsel van het gebouw.

Warmtedrager: water met een lage aanvoertemperatuur

Een lagere aanvoertemperatuur brengt meerdere voordelen met zich mee. Zo verbetert het gebruik van lage temperaturen de efficiëntie van WKK installaties. Daarnaast zijn er minder strenge veiligheidseisen nodig en zijn er minder warmteverliezen in het gehele systeem. Ook zijn er kostenvoordelen op het gebied van aanleg en onderhoud. Dit komt vanwege het feit dat bij deze temperatuur gebruik gemaakt kan worden van standaard warmtedistributie componenten, zoals geïsoleerde warmtedistributieleidingen en lagedrukboilers. Deze standaardisatie brengt de kosten omlaag en maakt de aanleg van een warmtedistributienet veiliger. Warmtedistributienetten met een lage temperatuur (tot 70°C) laten de meeste flexibiliteit bij de keuze van de warmteproductie.

Warmteverlies

Het gemiddelde warmteverlies van een distributiesysteem is mede afhankelijk van de afmeting en de kwaliteit van het stelsel. Ook de waterverliezen hangen hier vanaf. De frequentie van het bijvullen van het stelsel is over het algemeen laag. De huidige moderne systemen dienen 1 of 2 keer per jaar bijgevuld te worden.

Pompsystemen

Bij de keuze voor een pompsysteem voor de vloeistofstroom verdient de regelmethode via variabel debiet de voorkeur. Hiermee is het relatief eenvoudig om op het warmtenet gebruik te maken van verschillende warmtebronnen. Dit systeem heeft nog enkele voordelen zoals het optimaliseren van het gebruik van WKK en aparte verwarmingsketels, het reduceren van kosten van rondpompen, een toegenomen leveringszekerheid en lagere investeringskosten in het buizenstelsel en pompcapaciteit.

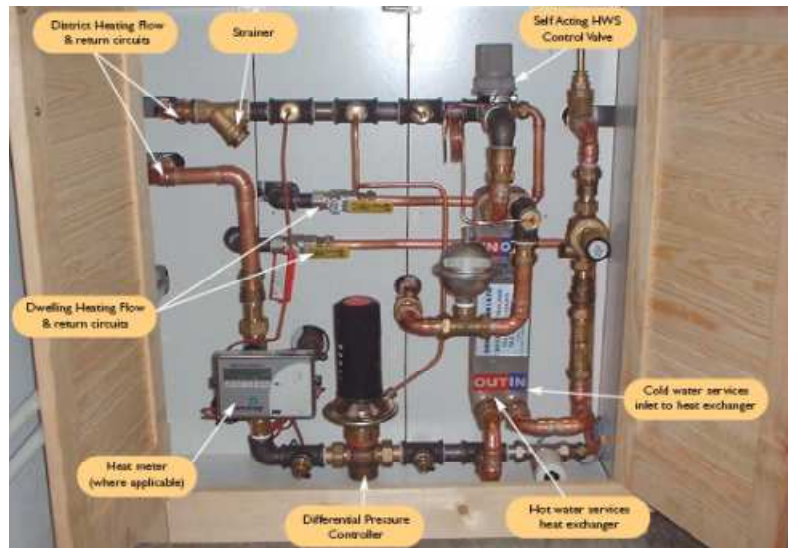
Warmteopslag

Een belangrijk aspect van een warmtenet is het gebruik van warmteopslag. Het gebruik van een warmteopslag optimaliseert de productie van bijvoorbeeld een WKK. Warmteopslag kan gebruikt worden om de dagelijkse variaties in de warmtevraag te nivelleren ten opzichte van de productiecapaciteit. Daarnaast wordt de warmteopslag gebruikt om de druk in het systeem te controleren en als wateropslag.

3.2.3 Warmteoverdrachtstation

Het grote verschil tussen een gebouw aangesloten op een warmtenet en een gebouw met ketel is het ontbreken van een cv-ketel en schoorsteen. Dit levert ruimtewinst op, dat nog eens extra wordt vergroot bij de toepassing van vloer- en/of wandverwarming. In het geval van een woning zit er in de meterkast een warmteoverdrachtstation dat bestaat uit onder andere een warmtemeter en, bij decentrale productie van warm tapwater, een warmtewisselaar voor de productie van warm tapwater. Omdat aardgasleidingen ontbreken is elektrisch koken noodzakelijk.

De volgende figuur geeft een voorbeeld van een dergelijke installatie.



Figuur 9: Warmteoverdrachtstation

3.2.4 Voordelen

Milieuvoordelen

Warmtelevering maakt het mogelijk om restwarmte te gebruiken. Voorbeelden hiervan zijn de restwarmte die vrijkomt bij elektriciteitscentrales, in de industrie en bij afvalverbranding. Ook kan warmte opgewekt worden door een kleinschalige warmtekrachtinstallatie. Daarnaast kunnen we centraal gebruik maken van duurzame energiebronnen, zoals aardwarmte, zonne-energie, biomassa-centrales en warmtepompen. Hierdoor is warmtelevering een milieuvriendelijk alternatief voor de traditionele manier van verwarmen.

Zowel bij gebruik van restwarmte als duurzame energiebronnen is er een aanzienlijke reductie van de CO₂-uitstoot. Voor de eindgebruiker is warmtelevering flexibel, veilig, comfortabel en ruimtebesparend, terwijl de kosten niet hoger hoeven te zijn dan bij een gasaansluiting.

Daarnaast is bij centrale warmteproductie een betere rookgaszuivering mogelijk dan bij verspreide productie. De investering en het onderhoud dienen slechts voor één grote installatie te gebeuren en er is een veel betere controle van de verbrandingskwaliteit en de werkingssmode dan in kleine decentrale systemen.

Flexibiliteit

Een warmtenet is een flexibele infrastructuur. Het is eenvoudig mogelijk om brandstoffen te substitueren. In vergelijking met een centrale verwarming op gebouwniveau kan een bredere variëteit aan brandstoffen gebruikt worden. De mogelijkheid deze grote bandbreedte aan technologieën te accommoderen brengt enkele belangrijke voordelen met zich mee.

Ten eerste is er minder afhankelijkheid van één bepaalde brandstof. Dit heeft een gunstig effect op de leveringszekerheid. Daarnaast kan beter geanticipeerd worden op de vooralsnog onzekere mengverhouding van de verschillende opties van energievoorziening in de toekomst. Eventuele

nieuwe, duurzame energiebronnen die vaak minder regelbaar zijn dan de conventionele bronnen kunnen toegepast worden.

Ten tweede zorgt het voor een diversiteit van het brandstoffenportfolio van een energiebedrijf. Hierdoor is het energiebedrijf minder gevoelig voor eventuele veranderingen op de markt.

Ten derde kan telkens de meest gunstige productiemethode gekozen worden. Hiermee wordt het lock-in effect met betrekking tot de keuze van een brandstof (technologie) voorkomen. Brandstoffen die naast gas gebruikt kunnen worden zijn geothermische warmte, zonnewarmte, afval en biomassa.

Andere voordelen

De warmtenetten die aangelegd worden kennen een lange levensduur (tot vijftig jaar). Een belangrijk voordeel is verder het gebruikersgemak. De benodigde warmte is altijd snel en betrouwbaar aanwezig. De gebruiker kan daarnaast regelen hoeveel warmte hij gebruikt, net zoals in het klassieke systeem. Een ander aspect is dat er ruimte bespaard wordt in het gebouw. Er is geen centrale verwarmingsketel meer nodig en de gebruikte conversie apparatuur is veel minder omvangrijk. Verder is door het ontbreken van gas in het gebouw geen open vuur meer aanwezig en is er geen rookgasafvoer meer nodig.

3.3 BESCHRIJVING MOGELIJKE TECHNISCHE OPLOSSINGEN

3.3.1 Overzicht

Volgende energieproductieconcepten, zowel op individueel als op collectief niveau, worden gedefinieerd en verder toegelicht in deze paragraaf. Na de beschrijving van de concepten gebeurt alvast een eerste selectie op basis van enkele limiterende technische randvoorwaarden en een eerste kwalitatieve analyse.

Individuele concepten

- Gasketel in elke woning en appartementsgebouwen
- Gasketel in elke woning en micro-WKK in appartementsgebouwen
- Warmtepomp

Collectieve concepten

- Gasketel
- Gas-WKK met gaspiekketel
- Plantenolie-WKK met gaspiekketel
- Plantenolie-WKK met biomassaketel
- Biomassaketel
- Biomassaketel met stoomturbine
- Warmtepomp met gaspiekketel:
 - Aquifer
 - Verticale warmtewisselaars
 - Horizontale warmtewisselaars
- Restwarmte

3.3.2 Gasketel

De meest klassieke oplossing om warmte op kleine of grote schaal op te wekken is via gasketels. De ketels voor warmteopwekking op collectief niveau hebben hetzelfde werkingsprincipe als de gasketel bij particulieren.

Op individueel niveau is een gasketel de meest traditionele warmteopwekker. Bij een warmtenet daarentegen wordt de warmte in praktijk nooit opgewekt door enkel gasketels aangezien er dan geen gebruik gemaakt wordt van het voordeel van centrale productie: het aanwenden van efficiënte of duurzame energie voor de warmteproductie.

Meestal worden gasketels wel geïnstalleerd als back-up van de duurzame installatie of als zogenaamde piekketel. Daarbij wordt bijvoorbeeld een warmtekrachtkoppelinginstallatie ingezet bij basislast en levert de piekketel de warmte bij pieklast.



Figuur 10: Gasketels voor opwekking op wijkniveau

3.3.3 Warmtekrachtkoppeling op aardgas of plantenolie aangevuld met piekketels

Technologie WKK

Warmtekrachtkoppeling (afgekort WKK) is de gecombineerde, gelijktijdige productie van warmte en elektriciteit. Hierbij worden warmte en elektriciteit dus in eenzelfde installatie opgewekt. Gezien warmte zo moeilijk te transporteren is, bevindt deze installatie zich dicht bij de warmteverbruiker. De hoogwaardige warmte (1200°C) die vrijkomt bij het verbranden van de brandstof wordt dan eerst gebruikt voor het produceren van mechanische energie, die dan verder via een alternator wordt omgezet in elektriciteit. Hierna blijft de laagwaardige restwarmte (bijvoorbeeld 500°C) over, en deze wordt dan gebruikt om te voldoen aan de specifieke warmtevraag van de site.

Men kan dus stellen dat een WKK een slimme manier is om warmte te produceren, waarbij de gebruikte brandstof veel beter wordt benut. Warmte is inderdaad de belangrijkste factor, en het is dan ook essentieel dat de warmte nuttig aangewend wordt. Daarom wordt een warmtekrachtkoppelinginstallatie ook bij voorkeur op de warmtevraag gedimensioneerd. Om de

piekmomenten in de warmtevraag op te vangen wordt een WKK steeds aangevuld met één of meerdere piekketels. Deze kunnen zowel gas als biomasse als brandstof hebben.

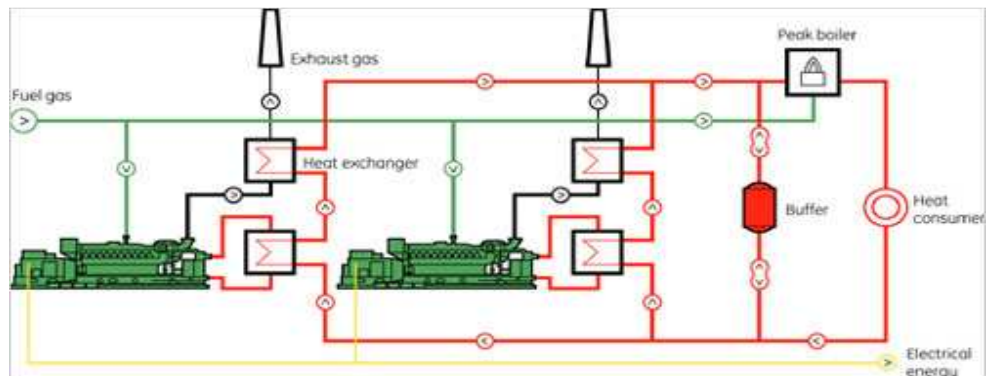
Er bestaan verschillende technologieën om het bovenstaande principe van gecombineerde productie van elektriciteit en warmte te realiseren. Elke technologie heeft zijn specifieke toepassingsgebieden. De meest courante uitvoeringsvormen zijn de stoomturbine, de gasturbine en de inwendige verbrandingsmotor, die zowel gas, diesel als biobrandstof als brandstof kan hebben. Daarnaast staan microturbines op de rand van een marktdoorbraak, en wordt onderzoek verricht naar nieuwe technologieën, zoals Stirlingmotoren en brandstofcellen.

Het grote voordeel aan warmtekrachtkoppeling is dat bij een gezamenlijke opwekking van warmte en elektriciteit de in de brandstof aanwezige energie veel beter wordt benut. Hierdoor is bij warmtekrachtkoppeling beduidend minder brandstof nodig dan bij een gescheiden productie van een zelfde hoeveelheid warmte en elektriciteit. Zoals bekend zijn de reserves aan fossiele brandstoffen eindig, en dienen we er dus zuinig mee om te springen. In dit opzicht is warmtekrachtkoppeling natuurlijk een interessante techniek. De meeste WKK's werken op fossiele brandstoffen, maar het is ook mogelijk om hernieuwbare energiebronnen als brandstof te gebruiken, zoals plantaardige olie, vaste biomassa of biogas. Een dergelijke uitvoering biedt een dubbel voordeel: er wordt niet alleen een milieuvriendelijke brandstof gebruikt, maar deze wordt bovendien optimaal benut.

Voor De Vloei in Ieper zijn slechts twee WKK-technologieën relevant rekening houdend met de bestudeerde warmtevraag van de site:

- Gasmotor
- Dieselmotor op plantaardige olie

Motoren zijn een geschikte technologie voor WKK: er wordt warmte gerecupereerd uit de smeerolie, het koelwater en de afgassen van de motor. Figuur 10 geeft aan op welke manier de warmte van de motor afgegeven wordt aan het warmtenetwerk.



Figuur 11: Warmterecuperatie voor wijkverwarming uit gasmotor

Motoren zijn beschikbaar in een grote range van capaciteiten (tot enkele MW) en hebben een regelbaar vermogen (tot een deellast van 60%). Ze hebben wel relatief veel onderhoud nodig en door het hoge geluidsniveau van de motoren zijn effectieve geluidsisolatiemaatregelen noodzakelijk.

De dieselmotor op plantenolie heeft een bijkomend nadeel. Om een hogere uitstoot van NOx te vermijden, moet een katalysator op de motor geïnstalleerd worden die ureum verbruikt. Deze ingreep verhoogt de investerings- en onderhoudskosten.

Plantaardige olie

In deze studie wordt ervan uitgegaan dat de PPO-WKK (pure plant oil WKK) draait op koolzaadolie als brandstof. Deze brandstof heeft volgende eigenschappen:

- Onderste verbrandingswaarde: 37,2 MJ/kg
- Massadichtheid: 0,91 kg/l

De olie moet met tankwagens aangevoerd worden naar de centrale stookplaats en daar opgeslaan worden in een tank.

Duurzaamheidscriteria

Als brandstof voor de WKK zouden ook tropische plantaardige olieën kunnen aangewend worden zoals palmolie of jatropha-olie. Omwille van de recente controverse omtrent biobrandstoffen is het belangrijk te benadrukken dat het gebruik van biobrandstoffen enkel te verantwoorden valt als er voldaan wordt aan een aantal duurzaamheidscriteria.

In Nederland zijn onder impuls van minister Cramer criteria opgesteld die wereldwijd meer en meer gevolg krijgen. Zes thema's bepalen de duurzaamheid van biomassa. Het gaat om broeikasgasemissies, de concurrentie met voedsel en lokale toepassingen van biomassa, biodiversiteit, milieu, welvaart en welzijn.

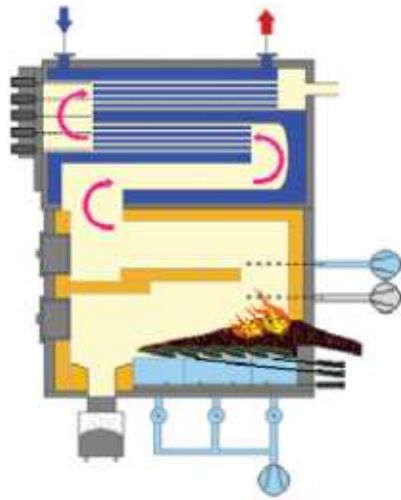
Micro-WKK

In de appartementsgebouwen zou kunnen overwogen worden om een micro-WKK te plaatsen. Het klein aantal appartementen per gebouw en de relatief hoge ambitie qua gebouwschil zijn redenen om de rendabiliteit van zo'n oplossing in vraag te stellen.

3.3.4 Biomassaketel

Een biomassaketel verbrandt biomassa zoals pellets of houtsnippers. Water wordt opgewarmd via de warmte uit de rookgassen. Een biomassaketel wordt gevoed vanuit een opslagruimte die op geregelde tijdstippen bijgevuld wordt met biomassa. De vuurhaard wordt gestuurd door de snelheid van toevoer van biomassa en de aanvoer van lucht om een optimale verbranding te voorzien. Nadat de rookgassen hun energie afgestaan hebben aan het water moeten die nog gereinigd worden via filtersystemen.

Er bestaan verschillende soorten biomassaketels. Voor de vermogens die voor de wijkverwarming voorop gesteld zijn, is een roosterbedoven de meest geschikte technologie (zie Figuur 12).



Figuur 12: Biomassaketel

Een biomassaketel kan uitgebreid worden met een stoomturbine om te functioneren als warmtekrachtkoppeling. Daarbij wordt de warmte van de rookgassen van de biomassaverbranding gebruikt om stoom op te wekken. Die stoom wordt daarna ontspannen in een stoomturbine die een generator aandrijft om elektriciteit op te wekken. De warmte die overblijft na de turbine wordt gebruikt om het water uit het warmtenet te verwarmen.

Voor de vermogens die voorzien moeten worden in De Vloei is een systeem met biomassaketel en stoomturbine niet relevant. Zo'n systeem wordt pas rendabel bij grotere vermogens.

3.3.5 Warmtepomp

Algemeen

Een warmtepomp haalt warmte uit de natuur (water, grond, lucht) en geeft die warmte op een hogere temperatuur af aan een verwarmingssysteem (woningverwarming, sanitair warm water). Daarvoor gebruikt de warmtepomp een speciale vloeistof die de warmte overbrengt van de warmtebron naar het verwarmingssysteem. De belangrijkste eigenschap van deze vloeistof is dat ze al op lage temperatuur verdampt en weer vloeibaar wordt.

De warmtepomp is een milieuvriendelijk alternatief voor een klassieke verwarmingsinstallatie. Klassieke systemen halen namelijk alle energie die ze nodig hebben uit (fossiele) brandstoffen. Terwijl een warmtepomp maar voor een kwart van haar verbruik elektriciteit nodig heeft. Dat volstaat om de natuurlijke warmte uit de omgeving op de gewenste temperatuur te brengen. Stukken beter dus op vlak van CO₂-productie. Er bestaan ook combinatiesystemen die niet alleen de woning, maar ook sanitair water kunnen verwarmen.



Figuur 13: Warmtepomp voor opwekking op wijkniveau

Met een compressor wordt warmte uit de grond, het water of de lucht gehaald. Die warmte wordt - door de druk op te drijven - verder verwarmd tot een temperatuur die geschikt is voor het centrale verwarmingssysteem. Een warmtepomp is meestal gecombineerd met vloer-, plafond-, of muurverwarming. Zo'n installatie heeft enkel zin in een zeer goed geïsoleerde woning en als de prestatiecoëfficiënt (COP) 3 of meer is.

De COP is de verhouding tussen de geleverde energie (afgegeven warmte) en de gebruikte energie (meestal elektriciteit). Met een COP gelijk aan 4 zal een warmtepomp per verbruikte kWh elektriciteit 4 kWh warmte afgeven. Hoe groter het temperatuurverschil tussen de warmtebron en het verwarmingssysteem, hoe hoger het energieverbruik van de warmtepomp, en dus hoe lager de winst.

Centrale warmtepomp

Voor een wijkverwarmingssysteem kan er geopteerd worden voor een grote centrale warmtepomp in de centrale stookplaats. De warmte kan gehaald worden uit verschillende bronnen:

- Uit een aquifer
- Uit de bodem via verticale bodemwarmtewisselaars
- Uit de bodem via horizontale bodemwarmtewisselaars

De systemen met de bodemwarmtewisselaars zijn een stuk duurder in investeringskost maar zorgt wel voor hogere rendementen voor de warmtepomp aangezien de temperatuur van de warmtebron (de bodem) ook in de winter relatief hoog blijft (rond 10 °C).

De elektriciteit nodig voor de warmtepomp is bij voorkeur groene stroom of kan op de site zelf opgewekt worden door middel van fotovoltaïsche panelen.

De warmtepomp wordt nog aangevuld met een gaspiekketel om aan de piekvraag te voldoen.

Individuele warmtepompen

Bij het concept met individuele warmtepompen wordt in elk gebouw een warmtepomp voorzien. Ook hier bestaan een aantal varianten:

- Lucht-water warmtepomp
- Bodem-water warmtepomp met een horizontale of verticale warmtewisselaar per gebouw
- Bodem-water warmtepomp per gebouw met een gemeenschappelijk warmtewisselaarsnet (horizontaal en/of verticaal)

Het laatste concept betreft een semi-collectief concept. Door collectieve installatie van de warmtewisselaars en door een lager totaal warmte-onttrekkingsvermogen (wegens een gelijktijdigheidsfactor) zullen de investeringskosten teruggedrongen kunnen worden.

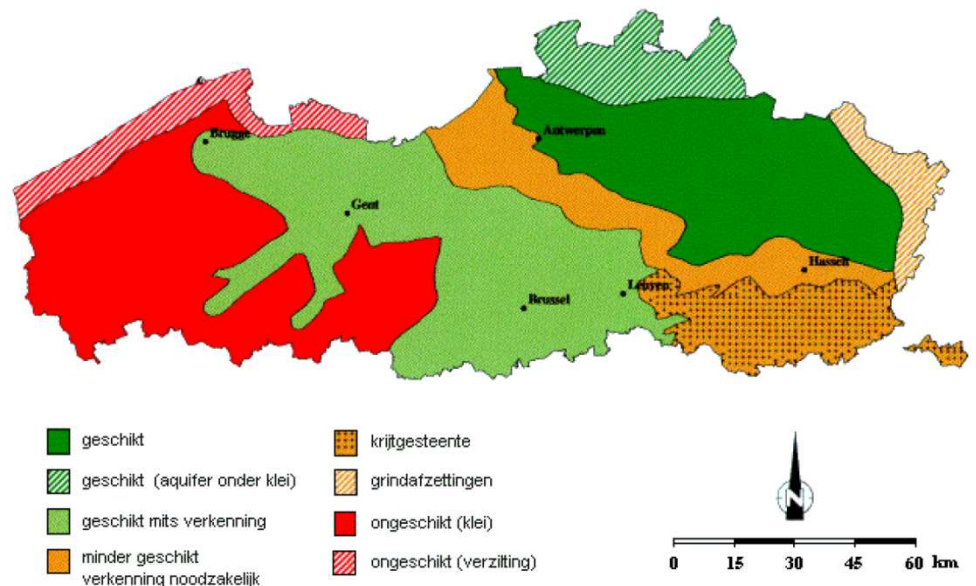
3.3.6 Restwarmte

Stads- of wijkverwarming kan erg interessant zijn als restwarmte aangewend wordt als warmtebron. Restwarmte is warmte afkomstig uit industriële processen of elektriciteitsproductie die weggekoeld wordt omdat die niet nuttig kan aangewend worden in het proces zelf.

3.4 TECHNISCHE RANDVOORWAARDE

Uit de inventaris opgesteld in 3.3 Beschrijving mogelijke technische oplossingen kunnen reeds een aantal concepten geëlimineerd worden omdat ze niet haalbaar zijn wegens technische randvoorwaarden:

- Biomassaketel met stoomturbine: de totale warmtevraag voor de volledige wijk is te klein voor een efficiënte toepassing van deze technologie.
- Centrale warmtepomp met warmte uit aquifer: Figuur 14 toont dat de ondergrond in de omgeving van Ieper niet geschikt is voor de toepassing van deze technologie.



Figuur 14: Geschikte gebieden voor warmtecaptatie uit aquifer

- Restwarmte: het studiebureau ADBE heeft voor WVI uitwisseling van warmte en/of biogas en mogelijke clustering van WKK's op het industrieterrein Ieperleekanaal in Ieper geanalyseerd. Daarbij is ook geëvalueerd of er een mogelijkheid was de restwarmte in te zetten voor verwarming van het plaatselijke ziekenhuis en bij uitbreiding eventueel voor De Vloei. De afstanden tussen de restwarmtebron en de wijk De Vloei gecombineerd met een te lage warmtevraag voor de wijk, maakt deze optie niet haalbaar.

3.5 KWALITATIEVE ANALYSE ENERGIEPRODUCTIECONCEPTEN

Individuele concepten hebben als voordeel dat er geen netwerkverliezen optreden bij de verdeling van de warmte. Bij een warmtenet kunnen deze verliezen eventueel beperkt worden door de leidingen in de gebouwen te leggen of door warmte op lagere temperatuur te leveren.

Een centrale productie biedt omwille van de grotere warmtevraag de mogelijkheid tot het toepassen van ambitieuze concepten op vlak van energiebesparing. Bovendien is bij een centrale productie het onderhoud en de toevoer van brandstof eenvoudiger te organiseren. Ook de emissie gebeurt slechts op één plaats wat beter controleerbaar is indien nodig. Tot slot kan de aanleg van een gasnetwerk op de site vermeden worden (let wel: er kan dan niet meer op gas gekookt worden).

Tabel 7: Voor- en nadelen van de verschillende concepten

Concept	Voordelen	Nadelen
Individuele gasketels (+ micro-WKK in appartement)	Standaard concept Goedkoop en rendabel Bedrijfszeker Indien micro-WKK: WKC	Niet ambitieus Geen CO ₂ -reductie Gasnetwerk nodig op site
Individuele warmtepompen	Geen brandstof Geen gasnetwerk Lage temperatuur verwarming	Niet goedkoop Volledig elektrisch concept
Gasketel (collectief)	Goedkoop en rendabel Bedrijfszeker	Geen CO ₂ -reductie Geen certificaten
Gas-WKK + gaspiekkel	Warmtekrachtcertificaten (WKC) Klassiek concept	Weinig ambitieus Weinig innovatief
Plantenolie-WKK + gaspiekkel	Groenestroom- en warmtekrachtcertificaten (GSC + WKC) Grote CO ₂ -reductie	Transport brandstof Opslagruimte Duurzame plantenolie is een issue - > koolzaadolie: beschikbaarheid en prijs?
Biomassaketel	Grote CO ₂ -reductie Relatief goedkoop	Transport brandstof Grote opslagruimte Volatiliteit van de biomassaprijs Geen certificaten
Centrale warmtepomp + gaspiekkel	Geen brandstof Elektriciteit: groene stroom of PV	Warmtebron: Verticale of horizontale bodemwarmtewisselaars: ruimtelijke en financiële impact?

3.6 ZONNE-ENERGIE

3.6.1 Thermische zonne-energie

Thermische zonnepanelen voor de productie van sanitair warm water kunnen zowel collectief als individueel geïnstalleerd worden. Op collectief niveau stelt zich de vraag of er voldoende oppervlakte beschikbaar is. Er moet ongeveer 1m² per persoon voorzien worden, wat voor 250 woningen neerkomt op 500 à 1000m². Een individueel thermisch zonne-energiesysteem kan voorzien worden per woning. Er wordt een oppervlakte van 5m² aan zonnepanelen verondersteld, wat volstaat om te voldoen aan 60% van de jaarbehoefte aan sanitair warm water. Voor die 5m² is wel 15m² nodig aan oppervlakte van het platte dak. In de zomer zullen de thermische zonnepanelen volstaan voor de productie van sww, zodat de installatie voor warmteproductie (individueel of collectief) volledig kan uitgeschakeld worden.

3.6.2 Fotovoltaïsche zonne-energie

Om een fotovoltaïsche installatie op collectief niveau te organiseren moet een grote oppervlakte beschikbaar zijn (dak parking, open ruimte,). De opgewekte elektriciteit kan dan aangewend worden voor de collectieve voorzieningen (centrale warmtepomp, verlichting site, ...), en kan ook deels of volledig geïnjecteerd worden in het net. Daarnaast kunnen fotovoltaïsche panelen ook individueel op de daken van de woningen geïnstalleerd worden, waarbij de elektriciteit voor eigen gebruik aangewend of in het net geïnjecteerd wordt.

Op De Vloei is er een dakoppervlakte beschikbaar van ongeveer 15 500 m² wat equivalent is aan 1MWp met kristallijne technologie. Dit is voldoende voor het huishoudelijk elektriciteitsverbruik, maar volstaat niet om eventuele warmtepompen van elektriciteit te voorzien. Om ook de nodige elektriciteit voor de warmtepompconcepten te kunnen leveren is een extra dakoppervlakte van 5 000 à 10 000 m² nodig (bv. carports). Indien een extra inspanning gedaan wordt op het vlak van energie-efficiëntie en een maximale integratie van passiefbouw gebeurt, zal de elektriciteitsbehoefte voor de warmtepompen en de gerelateerde oppervlakte kleiner worden.

3.7 WINDENERGIE

In het algemeen kan je stellen dat kleine windturbines (ashoogte op maximaal 15 meter) niet rendabel zijn. Middelgrote windturbines (ashoogte groter dan 15 meter, vermogen maximaal 300 kW) kunnen rendabel zijn bij maximale autoconsumptie, maar die kunnen moeilijk ingepland worden in stedelijke omgeving (minimale afstand tot bewoning is 250 m).

De recent gepubliceerde omzendbrief LNE/2009/01 - RO/2009/01 waarschuwt potentiële investeerders in kleine en middelgrote windturbines voor de zeer beperkte financiële rendabiliteit van dergelijke installaties. De omzendbrief stelt het volgende:

- Het windaanbod in Vlaanderen op een hoogte van 10 tot 15 meter is zeer beperkt. Om rendabel te zijn vereist een kleine windturbine een gemiddelde windsnelheid van 5,5 m/s. Dergelijke snelheid op die hoogte wordt enkel bereikt aan de kust.
- Energiebesparende maatregelen (isolatie, ...) of alternatieve hernieuwbare energiebronnen (zonneboilers, PV,...) zijn vaak financieel interessanter wanneer men kijkt naar de investeringskost in relatie tot de gerealiseerde energieopwekking/energiebesparing.
- Kleine windturbines waarborgen slechts een zeer beperkte en variabele energieopbrengst.

Bovendien veroorzaakt de onmiddellijke nabijheid van gebouwen een belangrijk aandeel aan turbulentie die het laminaire stromingspatroon van de lucht verstoort en zo de effectiviteit van de windturbine verder doet dalen. Dit effect is bovendien moeilijk in te schatten zonder uitgebreide metingen en gedetailleerde simulaties.

Verder kunnen kleine windturbines op dit moment niet beschouwd worden als een voldoende mature technologie. De voorspelde productieopbrengst is vaak nog vrij onbetrouwbaar en waar die toch voldoende uitgebreid werd getest, werden in vele gevallen grote afwijkingen van het voorspelde vermogen opgemerkt. Wel wordt verwacht dat dit in de komende jaren zeer snel zal verbeteren naarmate meer testdata en projectresultaten beschikbaar zijn.

Ook wat betreft veiligheid kunnen kleine windturbines op dit moment niet worden beschouwd als een mature technologie. Tot nog toe kunnen kleine windturbines beschouwd worden als prototypes in die zin dat ze nog niet werden uitgetest aan de hand van een betrouwbare, erkende standaard. Hier komt stilaan verandering in, daar momenteel enkele van deze turbines worden getest volgens een standaard die werd voorgesteld door de Britse Windenergie Associatie, die een aantal belangrijke veiligheidsaspecten omvat.

Dergelijk initiatief zal vermoedelijk de veiligheid verzekeren in een open, vlakke omgeving. In een stedelijke omgeving dient echter steeds rekening gehouden te worden met een zeker extra veiligheidsrisico, daar gebouwen turbulentie veroorzaken die het gevaar op materiaalmoetheid van de turbine doet toenemen en aldus ook het risico op schade of ongevallen.

3.8 SELECTIE VIJF CONCEPTEN

Na bespreking met wvi zijn vijf concepten weerhouden die verder bestudeerd zijn en waaruit uiteindelijk minstens één concept zal geselecteerd worden voor een gedetailleerde technische studie:

- Concept 1: individuele gasketels (referentieconcept)
- Concept 2: individuele warmtepompen (water-water) met horizontale bodemwarmtewisselaar
- Concept 3: gasgestookte warmtekrachtkoppeling (gasmoter-WKK) gecombineerd met gaspiekketels
- Concept 4: centrale warmtepomp met verticale bodemwarmtewisselaar gecombineerd met gaspiekketels
- Concept 5: biomassaketel gecombineerd met gaspiekketel

In alle concepten worden thermische en fotovoltaïsche zonnepanelen voorzien op individueel niveau.

4 KOSTENBATENANALYSE

4.1 INLEIDING

In de eerst paragraaf wordt een korte kwalitatieve beschrijving gegeven van alle kosten en baten van een individueel en collectief systeem. In een volgende paragraaf wordt verder gewerkt met de kwantitatieve invulling van de kosten en baten voor een meerkostanalyse. Daarna worden de drie collectieve systemen vergeleken vanuit het oogpunt van een eventuele marktpartij die voor de warmtelevering zou instaan. Tot slot volgt een financiële vergelijking van de vijf concepten.

Er dient opgemerkt te worden dat in alle concepten dezelfde thermische zonnepanelen en fotovoltaische installaties voorzien worden, zoals beschreven in paragraaf 3.6 Zonne-energie. Voor de financiële analyse en vergelijking van de concepten is geen rekening gehouden met de integratie van deze installaties.

4.2 KWALITATIEVE BESCHRIJVING

4.2.1 Investeringskosten

Individueel

Een ontwikkelaar of toekomstige woningeigenaar investeert enerzijds in de bouw van een woning met een zeker energieprestatieniveau, en anderzijds in individuele energieproductiesystemen. Deze systemen kunnen zijn:

- Gasketel
- Warmtepomp met bodemwarmtewisselaar

Collectief

Hier treden twee partijen op:

- Een ontwikkelaar of eigenaar van de woning(en) die investeert in een betere energieperformante woning
- Een investeerder en/of exploitant van het collectief energieproductiesysteem die ook instaat voor de levering van de warmte

De investeringen voor een collectief energieproductiesysteem worden hieronder verder toegelicht.

Centrale stookplaats

Naast de algemene inrichting van de centrale stookplaats dient vooral geïnvesteerd te worden in de installaties van het gekozen concept:

- Concept 3: gas-WKK met één of meerdere modulerende gaspiekketels
- Concept 4: centrale warmtepomp met verticale bodemwarmtewisselaar gecombineerd met één of meerdere modulerende gaspiekketels
- Concept 5: biomassaketel

Voor alle concepten moeten ook de pompen met variabel debiet geïnstalleerd worden om de warmte in het net rond te pompen.

Netwerk

Een groot aandeel van de investeringskosten van het netwerk bestaat uit de aankoop en plaatsing van het netwerk zelf. Daarnaast moet ook in elk gebouw een warmtewisselaar voorzien worden dat de warmte uit het net kan overbrengen naar het secundair circuit van het gebouw.

De investering van de individuele warmtewisselaars en meterapparatuur op wooneenheidniveau wordt gedragen door de ontwikkelaar of eigenaar van de woning of het appartement.

4.2.2 Operationele kosten

Individueel

De operationele kosten voor de individuele concepten bestaan voornamelijk uit de nodige brandstof voor de gasketel of elektriciteit voor de warmtepomp. Daarnaast moet ook een zekere kost voor het onderhoud van de installaties in de woningen in rekening gebracht worden.

Collectief

Een grote hap van de operationele kosten gaat naar de brandstof van de installaties uit de centrale stookplaats: gas voor de gaspiekketels en de WKK, elektriciteit voor de warmtepomp, en houtsnippers voor de biomassaketel. Daarnaast wordt ook elektriciteit gebruikt door de pompen die de warmte rondsturen in het net in alle concepten.

Bovendien moeten ook de onderhoudskosten van de verschillende installaties in rekening gebracht worden. Voor de installaties wordt typisch een onderhoudscontract afgesloten met de leverancier. Bij WKK's wordt een onderhoudskostprijs bepaald per draaiuur van de motor (afhankelijk van het vermogen). Na 60000 draaiuren of 10 à 15 jaar is het economisch niet meer rendabel om de motor verder te onderhouden en wordt de motor vaak vervangen. De wetgeving maakt dit ook relatief interessant omdat de warmtekrachtcertificaten op dat moment dan opnieuw geëvalueerd worden.

Een laatste belangrijke operationele kost is gerelateerd aan administratieve kosten nodig voor het klantenbeheer en facturaties.

4.2.3 Inkomsten

Individueel

De ontwikkelaar die investeert in de bouw van de woningen en individuele installaties verkoopt de woningen met een zekere meerkost als ze een beter energieprestatieniveau hebben dan de huidige eis. De gebruiker, koper van de woning, aanvaardt deze meerkost want zijn verbruik aan brandstof zal lager zijn.

Collectief

Hierbij worden de inkomsten van een uitbater van de wijkverwarming beschreven.

Warmte

Het grootste deel van de inkomsten wordt gehaald door de verkoop van warmte. De tarifiering van de warmte aan de eindverbruikers bestaat uit drie delen:

- aansluitingsrecht: eenmalige prijs te betalen bij de aansluiting op het warmtenet. Deze kost wordt best geïntegreerd in de bouwkost van de nieuwbouw door de projectontwikkelaar.
- vast recht: jaarlijks abonnement, onafhankelijk van de verbruikte hoeveelheid. Hierin zitten overheadkosten (facturatie, meting, lonen, ...), onderhoud van het warmtenet en vervangingsinvesteringen vervat.
- prijs per MWh: inkomsten afhankelijk van de verbruikte hoeveelheid brandstof voor de installatie en hulpketels, elektriciteit voor de pompen, ...

Het bedrag van deze drie delen wordt bepaald op basis van het niet-meer-dan-anders-principe (NMDA). Dit betekent dat de eindverbruiker niet meer betaalt dan als hij of zij op het aardgasnet aangesloten zou zijn en met een individuele aardgasketel warmte zou opwekken. Daarbij wordt uitgegaan van de prijzen van een standaardleverancier.

Elektriciteit

De elektriciteit geproduceerd door de WKK kan in het net geïnjecteerd worden. De prijs dient onderhandeld te worden met een energieleverancier.

Warmtekrachtcertificaten (WKC)

Toekenning

De VREG zal enkel warmtekrachtcertificaten toekennen voor de warmtekrachtbesparing die werd gerealiseerd door gebruik te maken van een warmtekrachtinstallatie, die:

- kwalitatief is
- gelegen is in het Vlaams Gewest
- voorzien is van de nodige meetapparatuur die voldoet aan de voorschriften van de VREG om permanent de netto elektriciteitsproductie en de netto warmteproductie en het brandstof- of energieverbruik te meten

Een warmtekrachtinstallatie met een elektrisch of mechanisch vermogen groter dan of gelijk aan 1 megawatt (MW) is kwalitatief indien ze op jaarbasis een relatieve primaire energiebesparing realiseert die groter is dan of gelijk is aan 10 procent, ten opzichte van de gescheiden productie van warmte en elektriciteit.

Aantal

Om het aantal certificaten te kennen, dient men de absolute primaire energiebesparing of warmtekrachtbesparing (WKB) van de installatie te berekenen. Maandelijks kent de VREG dan certificaten toe: één certificaat per gerealiseerde MWh primaire-energiebesparing in de voorbije maand.

Uitdovend effect

Gedurende de eerste vier jaar dat een WKK operationeel is, mogen alle certificaten ervan ingediend worden. Daarna, vanaf maand 49 dus, wordt echter nog slechts een fractie X van de certificaten aanvaard. X wordt berekend op basis van de relatieve primaire energiebesparing, zodat ervoor gezorgd wordt dat een installatie die relatief veel brandstof bespaart, langer kan genieten van de certificaten en uiteindelijk ook meer steun krijgt.

Prijs

De boeteprijzen werden, in het decreet van 10 juli 2003, vastgelegd. Ze bedraagt 45 euro per ontbrekend certificaat op 31 maart 2007 en later. De grootte van deze boete bepaalt in principe de maximale marktprijs voor een certificaat. Toch spelen nog andere zaken een rol: het kopen van een certificaat is aftrekbaar van de belastingen, maar het betalen van een boete is dit niet. Dit zorgt ervoor dat de marktprijs van de certificaten uiteindelijk zelfs licht hoger kan liggen dan het bedrag van de boete.

Certificatensystemen zijn nog relatief jonge systemen, de marktprijs onder reële omstandigheden is nog moeilijk in te schatten. Op dit moment ligt de gemiddelde marktprijs op ongeveer 40€ per certificaat en dit ten opzichte van een boetewaarde van 45€. Maandelijkse grafieken zijn te vinden op de website van de VREG (www.vreg.be). Dit wil zeggen dat de marktprijs ongeveer 90% van de boetewaarde bedraagt.

Daarnaast zijn de distributienetbeheerders, van het net waarop de installatie is aangesloten, verplicht om warmtekrachtcertificaten op te kopen aan een vaste minimumprijs van 31 euro per certificaat (geldig vanaf 2011).

4.3 MEERKOSTANALYSE

4.3.1 Investeringskosten

De investeringskosten bestaan uit twee grote delen:

- **Investeringskosten in de gebouwschil**
De meerkost wordt geëvalueerd ten opzichte van de situatie waarin alle woningen voldoen aan een E60-niveau. Om een E40 te bereiken houdt dit in dat gemiddeld een meerkost van 45€/m² vereist is. Voor passiefbouw stijgt de meerkost gemiddeld tot 77€/m².
- **Investeringskosten in de installatie voor warmteproductie**
De meerkost wordt voor alle concepten berekend tov de installatie van een individuele gasketel in een woning die voldoet aan E60. Voor de collectieve concepten moet hier uiteraard ook de investering in de aanleg van het warmtenet ingerekend worden.

4.3.2 Operationele kosten

Bij de operationele kosten wordt een vermeden kost aan brandstof/elektriciteit en aan onderhoud in rekening gebracht. Indien van toepassing wordt hier ook de verkoop van geproduceerde elektriciteit en warmtekrachtcertificaten ingerekend.

4.3.3 Subsidies

Volgende fiscale voordelen komen hier in aanmerking:

- Fotovoltaïsche en thermische zonnepanelen: 40% van de investeringskost met een maximum van 3600€.
- Warmtepomp: 40% van de investeringskost met een maximum van 2770€.
- Energiezuinige woningen (gedurende 10 jaar):
 - Laagenergie: 420€
 - Passief: 830€
 - Nulenergie: 1660€

Via Gaselwest zijn volgende subsidies mogelijk:

- Oplopende premies voor een verminderd E-peil vanaf E60
- Thermische zonnepanelen: 300€

De stad Ieper biedt volgende mogelijkheden:

- Fotovoltaïsche en thermische zonnepanelen: 15% van de investeringskost met een maximum van 620€.

Let op: subsidiesystemen zijn onderhevig aan veranderingen!

4.3.4 Meerkostanalyse individueel en collectief

In onderstaande tabellen wordt een overzicht gegeven van de meerkostanalyse voor de vijf concepten, zowel individueel als collectief, en voor de drie scenario's zoals eerder beschreven.

De statische terugverdientijd wordt berekend voor 3 verschillende veronderstellingen:

- Zonder compensatie voor gasnet: het eventueel niet aanleggen van een gasnet wordt niet aanzien als een vermeden kost.
- Met compensatie voor gasnet: de aanleg van een gasnet kan vermeden worden en de vermeden kost wordt uitdrukkelijk in rekening gebracht.
- Met investeringssubsidies: de subsidies die voor het betreffende concept van toepassing zijn worden ingerekend, ook de vermeden kost van het gasnet wordt in rekening gebracht.

Belangrijk is op te merken dat er in deze analyse bij de collectieve systemen geen aansluitbijdrage of verkoop van warmte beschouwd wordt. Op die manier kunnen de individuele en collectieve concepten vergeleken worden. We vergelijken de concepten als het ware alsof de ganse wijk de productie en verkoop van warmte zelf in handen zou nemen. Dit is natuurlijk een fictieve situatie. In 4.4 Kostenbatenanalyse collectieve systemen worden de collectieve concepten meer in detail bekeken, met aansluitbijdrage en de verkoop van warmte.

Tabel 8: Meerkostanalyse scenario 1

		Individueel gas	Individueel warmtepomp	Collectief gas	Collectief warmtepomp	Collectief biomassaketel
Meerkost investerings- [k€]	Gebouw	321	321	321	321	321
	Installatie	0	1614	1170	1324	1324
Vermeden kost operationeel [k€]		12	74	92	92	90
Statische terugverdientijd	Zonder compensatie gasnet	26.0	26.0	16.2	17.9	18.3
	Met compensatie gasnet	26.0	23.0	13.7	15.4	15.8
	Met investerings- subsidies	8.8	12.9	11.4	13.1	13.4

Tabel 9: Meerkostanalyse scenario 2

		Individueel gas	Individueel warmtepomp	Collectief gas	Collectief warmtepomp	Collectief biomassaketel
Meerkost investerings- [k€]	Gebouw	910	910	910	910	910
	Installatie	0	1246	1110	1240	1242
Vermeden kost operationeel [k€]		39	92	106	106	104
Statische terugverdientijd	Zonder compensatie gasnet	23.2	23.5	19.1	20.3	20.6
	Met compensatie gasnet	23.2	21.1	16.9	18.2	18.5
	Met investerings- subsidies	8.6	8.9	11.5	12.8	13.0

Tabel 10: Meerkostanalyse scenario 3

		Individueel gas	Individueel warmtepomp	Collectief gas	Collectief warmtepomp	Collectief biomassaketel
Meerkost investering [k€]	Gebouw	1623	1623	1623	1623	1623
	Installatie	0	878	1011	1116	1149
Vermeden kost operationeel [k€]		69	111	122	123	121
Statische terugverdientijd	Zonder compensatie gasnet	23.4	22.6	21.6	22.3	23.0
	Met compensatie gasnet	23.4	20.5	19.7	20.5	21.1
	Met investerings- subsidies	8.6	7.0	11.4	12.1	12.6

Volgende conclusies kunnen bij deze resultaten gemaakt worden:

- Zonder subsidies geldt:
 - Hoe hoger de energieprestatie van de gebouwen, hoe korter de terugverdientijd voor individuele systemen, maar hoe langer de terugverdientijd voor collectieve concepten.
 - Concepten 2-5 worden interessant als men rekening houdt met de vermeden kost van de aanleg van een gasnet.
- Met subsidies geldt:
 - Individuele concepten zijn interessanter dan collectieve systemen.
 - Alle concepten worden interessanter bij een betere energieprestatie.

4.4 KOSTENBATENANALYSE COLLECTIEVE SYSTEMEN

Inleiding

Bij de ontwikkeling van een nieuwe wijk met de integratie van een collectief warmteproductiesysteem heb je doorgaans twee partijen:

- Een ontwikkelaar of eigenaar van de woning(en) die investeert in een betere energieperformante woning
- Een investeerder en/of exploitant van het collectief energieproductiesysteem die ook instaat voor de levering van de warmte

Aan de andere zijde heb je de gebruiker die niet meer mag betalen dan anders, wat wil zeggen dat de energiekost voor de bewoners bij een collectieve installatie niet hoger mag zijn dan bij een individueel concept. De investering in de collectieve installatie moet daarom terugverdiend worden door inkomsten. Deze zijn afkomstig van de verkoop van warmte en eventueel elektriciteit, en warmtekrachtcertificaten.

Doorgaans gaan collectieve systemen gepaard met een hoge investeringskost en dus ook hoge afschrijvingslasten en hoge financieringskosten. Financiering op lange termijn is absoluut noodzakelijk. Wat de inkomsten betreft, moet rekening gehouden worden met een hoge variabiliteit: seizoen, vraag, aardgasprijs, Daarnaast zijn hoge inkomsten noodzakelijk gedurende de eerste jaren. Dit om financiering en afschrijving te dekken. De investering in een collectief warmteproductiesysteem is dus typisch enkel rendabel op lange termijn. Private partijen hebben echter te hoge rendementseisen op korte termijn waardoor investeringen in een warmtenet vaak niet aantrekkelijk zijn zonder PPS-structuren en/of subsidies.

Kostenbatenanalyse

Zoals in 4.3.4 Meerkostanalyse individueel en collectief reeds vermeld, werd er geen aansluitbijdrage en verkoop van warmte bij de collectieve concepten ingerekend om zo de vergelijking te kunnen maken met de individuele systemen. In deze paragraaf wordt er nu specifiek dieper ingegaan op de kostenanalyse van de collectieve systemen. De extra investeringskosten voor de gebouwen wordt hier niet beschouwd. Voor de volgende drie veronderstellingen worden de terugverdientijden berekend:

- Zonder compensatie voor gasnet en zonder aansluitbijdrage: de vermeden kost voor de aanleg van een gasnet op de site wordt niet ingerekend. Ook een eenmalige bijdrage voor de aansluiting op het collectief systeem wordt niet ingerekend.
- Zonder compensatie voor gasnet en met aansluitbijdrage: de vermeden kost voor de aanleg van een gasnet op de site wordt niet ingerekend. Een eenmalige bijdrage voor de aansluiting op het collectief systeem wel.
- Met compensatie voor gasnet en met aansluitbijdrage: de aanleg van een gasnet kan vermeden worden en de vermeden kost hiervoor wordt uitdrukkelijk ingerekend. Een aansluitbijdrage wordt ook in rekening gebracht.

Om een inschatting te kunnen maken van de uitgaven en inkomsten moeten een aantal veronderstellingen gemaakt worden voor de aankoopprijs van brandstof (gas, elektriciteit), voor de verkoopprijs van elektriciteit en warmte, en voor de warmtekrachtcertificaten. Deze aannames worden in Tabel 11 op een rijtje gezet.

Tabel 11: Parameters analyse collectieve concepten

Gasprijs, individueel	50	€/MWh
Gasprijs, grootverbruiker	35	€/MWh
Biomassaprijs	20	€/MWh
Elektriciteit aankoopprijs, individueel	150	€/MWh
Elektriciteit aankoopprijs	90	€/MWh
Elektriciteit verkoopprijs	50	€/MWh
Warmte verkoopprijs, vast	190	€/jaar
Warmte verkoopprijs, variabel	50	€/MWh
WKC minimale prijs	27*	€/WKC
WKC marktprijs	38	€/WKC

* Vanaf 2011 wordt de minimale prijs 31 euro per WKC

In de analyse wordt voor de warmtekrachtcertificaten de marktprijs gehanteerd.

De investeringskosten, operationele kosten, inkomsten en terugverdientijden worden voor de drie collectieve concepten en voor de drie scenario's samengevat in volgende tabellen.

Tabel 12: Kostenanalyse collectieve systemen scenario 1

		GasWKK	Warmtepomp	Biomassaketel
<i>Investeringskost [k€]</i>	Stookplaats	891	1044	1044
	Netwerk	610	610	610
	Gasnet	-225	-225	-225
	Aansluitbijdrage	-450	-450	-450
<i>Operationele kost [k€/jaar]</i>	Brandstof/ elektriciteit	147	72	64
	O&M	12	6	15
	Admin	20	20	20
<i>Inkomsten [k€/jaar]</i>	Warmte	170	170	170
	Elektriciteit	52	0	0
	WKC	29	0	0
<i>Statische terugverdientijd (zonder compensatie voor gasnet en zonder aansluitbijdrage)</i>		20.6	22.8	23.5
<i>Statische terugverdientijd (zonder compensatie voor gasnet en met aansluitbijdrage)</i>		14.4	16.6	17.1
<i>Statische terugverdientijd</i>		11.3	13.5	13.9

Tabel 13: Kostenanalyse collectieve systemen scenario 2

		GasWKK	Warmtepomp	Biomassaketel
<i>Investeringskost [k€]</i>	Stookplaats	831	961	962
	Netwerk	610	610	610
	Gasnet	-225	-225	-225
	Aansluitbijdrage	-450	-450	-450
<i>Operationele kost [k€/jaar]</i>	Brandstof/ elektriciteit	118	59	52
	O&M	10	5	13
	Admin	20	20	20

<i>Inkomsten [k€/jaar]</i>	Warmte	147	147	147
	Elektriciteit	41	0	0
	WKC	23	0	0
	<i>Statische terugverdientijd (zonder compensatie voor gasnet en zonder aansluitbijdrage)</i>	22.7	24.8	25.5
	<i>Statische terugverdientijd (zonder compensatie voor gasnet en met aansluitbijdrage)</i>	15.6	17.7	18.2
	<i>Statische terugverdientijd</i>	12.1	14.1	14.6

Tabel 14: Kostenanalyse collectieve systemen scenario 3

		GasWKK	Warmtepomp	Biomassaketel
<i>Investeringskost [k€]</i>	Stookplaats	732	836	870
	Netwerk	610	610	610
	Gasnet	-225	-225	-225
	Aansluitbijdrage	-450	-450	-450
<i>Operationele kost [k€/jaar]</i>	Brandstof/ elektriciteit	86	43	38
	O&M	7	3	10
	Admin	20	20	20
<i>Inkomsten [k€/jaar]</i>	Warmte	121	121	121
	Elektriciteit	29	0	0
	WKC	16	0	0
	<i>Statische terugverdientijd (zonder compensatie voor gasnet en zonder aansluitbijdrage)</i>	25.3	26.9	28.6
	<i>Statische terugverdientijd (zonder compensatie voor gasnet en met aansluitbijdrage)</i>	16.8	18.5	19.9
	<i>Statische terugverdientijd</i>	12.6	14.3	15.6

Op basis van de analyse en de resultaten kunnen volgende bemerkingen en conclusies gemaakt worden:

- De variabiliteit van de energieprijzen heeft een aanzienlijke impact op de financiële resultaten.
- Een warmtenet is slechts matig rendabel voor een private investeerder. Volgende aspecten komen de rendabiliteit niet ten goede:
 - Een hoge energieprestatie van de gebouwen
 - Geen grote warmteafnemers
 - Een lage bouwdichtheid
 - Een lange bouwtijd
- Indien een collectief systeem het toch extreem goed doet op vlak van ecologische duurzaamheid, kan nog eventueel overwogen worden dit via een overheidsparticipatie (PPS) te realiseren.

4.5 FINANCIËLE VERGELIJKING

Tabel 15 vat de financiële analyse en de resultaten hierboven vermeld samen voor de vijf concepten. Met behulp van een kleurcode wordt aangegeven hoe goed de vijf concepten scoren op de verschillende vlakken (groen = goed, geel = matig, rood = slecht).

Tabel 15: Financiële vergelijking van de vijf concepten

	Investerings-kost	Operationele kost	Variatie energieprijz	WKC	Rendabiliteit	Met subsidies
Individuele gasketel	Green	Red	Green	Red	Red	Green
Individuele warmtepomp	Red	Green	Yellow	Red	Red	Green
GasWKK	Yellow	Green	Green	Green	Yellow	Yellow
Centrale warmtepomp	Yellow	Green	Yellow	Red	Yellow	Yellow
Biomassaketel	Yellow	Green	Red	Red	Yellow	Yellow

Volgende mogelijkheden bestaan om de rendabiliteit voor een aantal van de concepten te verbeteren:

- De kost van de collectieve infrastructuur doorrekenen in de kavelprijs
- De vermeden kost voor de aanleg van het gasnet besteden in de alternatieve concepten: bijvoorbeeld in een collectief warmtenet of in collectieve bodemwarmtewisselaars
- Bij de aankoop van individuele installaties kan de investeringskost verminderd worden door een groepsaankoop te organiseren
- Verhuur van de daken voor fotovoltaïsche panelen

5 ECOLOGISCHE ANALYSE

5.1 CO2-UITSTOOT

De ecologische impact van de vijf concepten wordt weergegeven in Figuur 15 die een overzicht geeft van de equivalente CO₂-emissies voor de verschillende concepten toegepast op de warmtevraag van scenario 1. De referentiesituatie is E60 voor alle woningen en individuele hoogrendementsgasketels. Bij de bepaling van het aantal emissies werd rekening gehouden met de vermeden CO₂-emissies te wijten aan de elektriciteitsproductie door de WKK. Voor de vergelijking werd geen rekening gehouden met de vermeden CO₂-emissies door de installatie van fotovoltaïsche panelen.

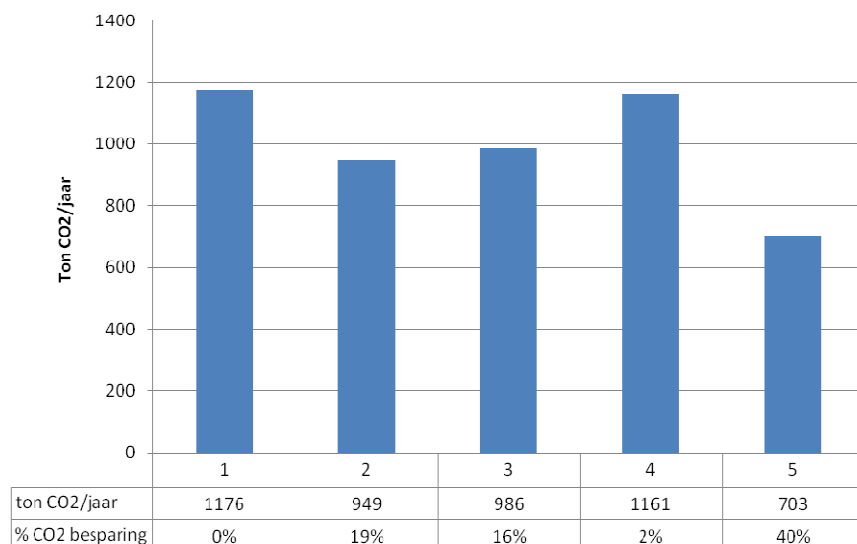
Voor de berekening van de CO₂-emissies voor de verschillende concepten is uitgegaan van de emissiecoëfficiënten die voorgeschreven worden door de EPB:

- Gas: 202 ton CO₂/MWh
- Elektriciteit 644 ton CO₂/MWh
- Biomassa: 0 ton CO₂/MWh

Op Figuur 15 is af te lezen dat in scenario 1 door het toepassen van een wijkverwarming met een gasWKK er ongeveer 16% CO₂-emissiereductie te behalen is ten opzichte van decentrale warmteproductie. Bij de individuele concepten wordt door de toepassing van individuele warmtepompen 19% CO₂-besparing gerealiseerd. De hoogste emissiereductie is te behalen bij het inschakelen van een biomassaketel aangezien het gebruik van duurzame biomassa voor energieproductie aanzien wordt als CO₂-neutraal. Voor scenario 2 en 3 is de emissiereductie vanzelfsprekend nog groter.

Er dient opgemerkt te worden de concepten met een warmtepomp (zowel individueel als collectief) in principe volledig CO₂-neutraal kunnen gemaakt worden als groene stroom wordt aangewend.

Scenario 1



Figuur 15: CO₂-emissies voor de vijf concepten in scenario 1

5.2 PRIMAIRE ENERGIE

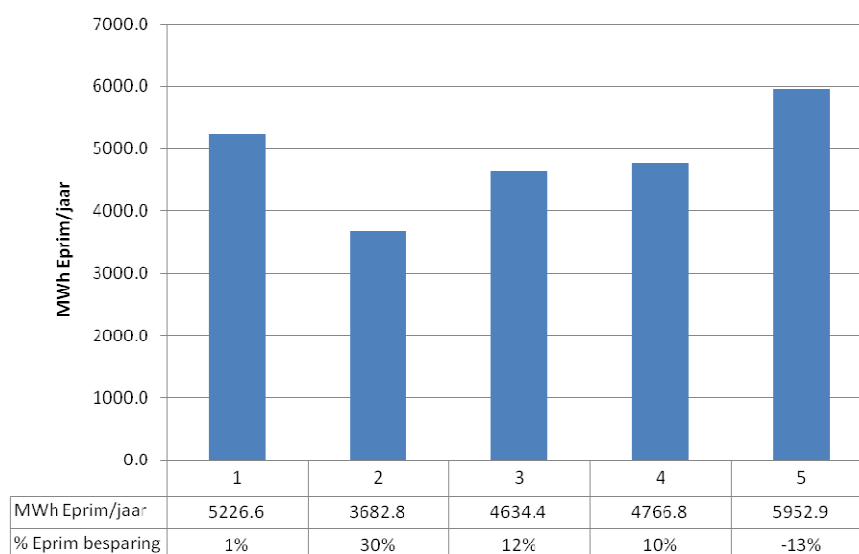
Naast de CO₂-emissies kan de ecologische impact van de vijf concepten ook bekeken worden op het vlak van primaire energie. Figuur 16 geeft een overzicht van de primaire energie voor de verschillende concepten toegepast op de warmtevraag van scenario 1. Net zoals bij de CO₂-emissies is ook hier de referentiesituatie een E60-niveau voor alle woningen en individuele hoogrendementsgasketels. Ook bij de bepaling van het aandeel primaire energie werd rekening gehouden met de vermeden primaire energie te wijten aan de elektriciteitsproductie door de WKK. Voor de berekening werd geen rekening gehouden met de vermeden primaire energie door de installatie van fotovoltaïsche panelen.

Voor de berekening van de primaire energie is uitgegaan van volgende omzettingfactoren:

- Gas: 1
- Elektriciteit 2.5
- Biomassa: 1

Op Figuur 16 is te merken dat de grootste besparing aan primaire energie optreedt bij de toepassing van individuele warmtepompen, nl. 30%. Voor scenario 2 en 3 is de emissiereductie vanzelfsprekend nog groter. Opvallend is tevens dat het concept met de centrale biomassaketel een verhoging van de primaire energie teweegbrengt tov de referentiesituatie. De oorzaak is een grotere warmteproductie omwille van de warmteverliezen bij de verdeling door het warmtenet. Bij de gasWKK is dit ook het geval, maar de vermeden primaire energie door de elektriciteitsproductie compenseert dit.

Scenario 1



Figuur 16: Primaire energie voor de vijf concepten in scenario 1

6 KWALITATIEVE VERGELIJKING

Op dezelfde manier als in 4.5 Financiële vergelijking wordt in dit hoofdstuk een kwalitatieve vergelijking gemaakt van de vijf geselecteerde concepten. Met behulp van een kleurcode (groen = goed, geel = matig, rood = slecht) wordt aangegeven hoe goed de vijf concepten scoren op verschillende vlakken die hieronder beschreven worden.

Tabel 16: Kwalitatieve vergelijking van de vijf concepten

	Fasering	Eigen beheer	Doorlooptijd	Koeling	Transport	Onderhoud	Ruimte in woning	CO2-reductie	Primaire E reductie
Individuele gasketel	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Yellow	Red	Red
Individuele warmtepomp	Green	Yellow	Yellow	Green	Green	Red	Red	Yellow	Green
GasWKK	Red	Red	Red	Red	Green	Yellow	Green	Yellow	Yellow
Centrale warmtepomp	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Red	Yellow
Biomassaketel	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Red

Fasering

De wijk zal nooit in één ruk volledig ontwikkeld worden. Dit verloopt in meerdere fasen over verscheidene jaren. Bij de individuele concepten speelt dit uiteraard geen rol. De investering in de installatie gebeurt effectief wanneer de woning gebouwd wordt. Bij collectieve concepten is dit minder evident. Wanneer de fasen duidelijk omlind zijn en gegroepeerd op de site, kan de centrale installatie telkens mee uitgebouwd worden wanneer een nieuwe fase aanvangt. Indien mogelijk kan bij het uittekenen van het circuit van het warmtenet hiermee ook rekening gehouden worden, maar dat zal een meerkost met zich meebrengen.

Eigen beheer

Een Vlaming vindt het vaak belangrijk dat die het beheer van de verwarmingsinstallatie volledig in eigen handen heeft. Bij de collectieve concepten kan de bewoner natuurlijk zelf zijn comfort regelen, maar hij heeft geen of weinig invloed in de productie zelf. Bij het semi-collectief systeem van individuele warmtepomp met collectieve grondwarmtewisselaars moeten de grondwarmtewisselaars uitgebaat worden door een syndic en heeft de eigenaar dus ook zijn eigen installatie niet helemaal in eigen beheer.

Doorlooptijd

De doorlooptijd is de tijd nodig om de installatie te realiseren. Ook hier is een groot verschil tussen de installatie van een individuele gasketel of de installatie van een collectief wijkverwarmingssysteem. Bij het semi-collectief systeem van individuele warmtepomp met collectieve grondwarmtewisselaars zal de doorlooptijd ook langer zijn door de installatie van de grondwarmtewisselaars.

Koeling

Enkel bij de individuele warmtepomp is het mogelijk om dezelfde installatie ook koeling te voorzien. Met een reversibele warmtepomp kan in de zomer de koele temperatuur uit de grond aangewend worden om binnenin de woning te koelen.

Transport

Zowel aardgas als elektriciteit worden vanzelfsprekend op eenvoudige wijze tot aan de installatie geleverd. Voor biomassa is dit minder evident. Grote hoeveelheden houtsnippers moeten met een vrachtwagen op geregelde tijdstippen tot aan de opslagruimte gebracht worden. Deze ruimte moet enerzijds goed bereikbaar zijn voor een vrachtwagen, en anderzijds zo dicht mogelijk bij de warmteproductie-installatie gelegen zijn.

Onderhoud

Het onderhoud van een centrale installatie is praktisch gezien eenvoudiger. Bijna alle onderdelen van de installatie bevinden zich in dezelfde ruimte, behalve het warmtenet en de warmtewisselaars in de woningen. Een gasWKK heeft hogere onderhoudskosten dan een centrale warmtepomp of biomassaketel.

Ruimte woning

De collectieve concepten nemen uiteraard slechts minimaal plaats in in de woning. Enkel een warmtewisselaar die aansluit op het warmtenet moet voorzien worden. Bij de individuele concepten neemt een warmtepomp meer plaats in dan de klassieke gasketel.

CO₂-reductie

De CO₂-reductie werd reeds besproken en geïllustreerd voor scenario 1 in 5.1 CO₂-uitstoot. Een centrale biomassaketel doet het op dit vlak zeer goed met een reductie van 40% voor scenario 1. Individuele warmtepompen en een gasWKK volgen met een besparing in CO₂-emissies van respectievelijk 19% en 16%. Voor scenario 2 en 3 zullen de reducties nog groter zijn.

Primaire energie reductie

De reductie in primaire energie werd besproken en geïllustreerd voor scenario 1 in 5.2 Primaire Energie. De koploper hier is het concept bestaande uit individuele warmtepompen, met een besparing van 30% voor scenario 1. Achtervolgers zijn het concept met de gasWKK en met de centrale warmtepomp die respectievelijk 12% en 10% primaire energie besparen.

7 AFDWINGEN VAN ENERGIECONCEPTEN

In de loop van de studie en uit de overlegmomenten met wvi werd ervaren dat er een aantal beperkingen heersen bij het realiseren van een ambitieus energieconcept. Een aanzienlijk percentage van de woningen in De Vloei wordt immers door particulieren gebouwd. In dergelijke situatie is het niet evident om de particulieren te 'verplichten' om aan te sluiten op een collectief warmtenet, om een zekere energieprestatie te halen of om te investeren in zonne-energie. Concepten zouden dus in zekere zin moeten kunnen afgedwongen worden. Hieronder geven we een aantal ruwe ideeën mee die in het vervolg van het project nog verder kunnen bekeken en uitgewerkt worden.

- Het opleggen van een minimaal te behalen E-peil: dit E-peil moet bepaald worden rekening houdende met de wijzigende wetgeving en de integratie van een minimum percentage hernieuwbare energie (zie ook 8 Energiebeleid).
- Wanneer er geen gasnet op de site aangelegd wordt, worden de bewoners onrechtstreeks verplicht tot het installeren van een warmtepomp als warmteproductiesysteem. Eventueel kan een collectieve horizontale of verticale bodemwarmtewisselaar op de site voorzien worden zodat de drempel voor het kiezen van een warmtepomp lager wordt. Indien dit niet gerealiseerd wordt, dan zullen de bewoners op eigen terrein een bodemwarmtewisselaar moeten voorzien.
- Groepsaankopen: er kan overwogen worden de installaties in groep aan te kopen, wat de investeringskosten zal verlagen.
- Financiële waarborg: de bouwgronden kunnen duurder verkocht worden met een waarborg die achteraf terugverdiend wordt indien een zekere energieprestatie gehaald wordt.
- Sensibilisering: de particulieren sensibiliseren door hen te informeren over de mogelijke subsidies, door hen bewust te maken van de ecologische impact, ...

8 ENERGIEBELEID

De ambitienota die werd opgesteld om het minimale energieprestatieniveau van de woningen in De Vloei te bepalen dateert van juli 2008. Toen was de wettelijke eis E100 voor nieuwe woningen. De nota stelde dan ook een ambitieuze E60 als minimaal na te streven niveau. Ondertussen is de wettelijke eis sinds januari 2010 gedaald tot E80. Verwacht wordt dat dit niveau tussen 2012 en 2014 zal verlaagd worden tot E60. Aangezien de eerste woningen in De Vloei niet vroeger dan in 2012 zullen gebouwd worden houdt dit in dat ze waarschijnlijk slechts zullen voldoen aan het wettelijke minimum, en dus verre van ambitieus zijn.

Daarnaast heeft het VEA onlangs een studie laten uitvoeren waarin het optimale aandeel aan hernieuwbare energie in woningen bepaald werd. De integratie van hernieuwbare energie in woningen zal op korte termijn ook een wettelijke verplichting zijn, en dus niet meer exceptioneel.

Op Europees niveau werd afgelopen jaar beslist dat alle nieuwe gebouwen tegen het einde van 2020 'nearly' zero energy moeten zijn. De definitie van een nulenergiewoning volgens Europa luidt als volgt: *een woning die voldoet aan de voorwaarden van een passiefwoning en waarin de resterende energievraag voor ruimteverwarming en koeling volledig wordt gecompenseerd door ter plaatse opgewekte hernieuwbare energie*. 'Nearly' zero energy is dan nog voor interpretatie vatbaar, maar een ambitieuze richtlijn is het alleszins.

Zowel in het kader van de evoluties op Vlaams niveau als het streefdoel op Europees niveau is het te overwegen de ambitie van De Vloei te herzien. Het doel is steeds geweest een duurzame wijk te ontwikkelen. Daarom moeten de ambities mee evolueren in de tijd en indien mogelijk bijgesteld worden om ook na de bouw en ontwikkeling nog steeds de stempel duurzame wijk te verdienen in vergelijking met de gangbare energieprestatie van de gebouwen op dat ogenblik.

9 CONCLUSIES

Rekening houdend met de financiële, ecologische en kwalitatieve vergelijking, stelt 3E voor om het tweede concept verder uit te werken: performante gebouwschil, individuele warmtepompen en maximale integratie van zonne-energie om een hoog ambitieniveau qua totale energieprestatie te bereiken.

Daarbij zal de focus tijdens het technisch onderzoek liggen bij het afwegen van verschillende warmtepomptypes:

- Lucht-water vs bodem-water
- Horizontale vs verticale warmtewisselaars
- Individuele vs collectieve captatie

Daarnaast willen we graag kijken in welke mate er mogelijkheden zijn voor smart management via thermische opslag van hernieuwbare energie. Dit zouden we uitwerken in samenwerking met een lopend doctoraat aan de KU Leuven.

Het financieel onderzoek zal grondig ingaan op de kosten en baten van de verschillende opties. Ook zal nagegaan worden hoe een eventueel collectief bodemwarmtewisselaarssysteem uitgebaat kan worden. Tenslotte zullen we nagaan welke opties er overwogen kunnen worden om de financiering van de meerkosten te realiseren.

Naast bovenstaand voorstel voor verdere studie, willen we ook nog graag aanraden om een hogere ambitie qua energieprestatie te overwegen rekening houdende met de vooropgestelde ambities in Vlaanderen en Europa.

KWALITEITSINFORMATIE

Auteur :

Jasmin Janssens

Verificatie door :

Stijn De Roo

21/12/2010

Goedgekeurd door

Stijn De Roo

21/12/2010