

COMPLEXE STADSPROJECTEN

draaiboek

Naam website KCVS

ENERGIECONCEPTEN

Oorspronkelijke naam document

Eindrapport energieconcepten Clementwijk

Project

Clementwijk Sint-Niklaas

Eindrapport

**ENERGIECONCEPTEN VOOR
CLEMENTWIJK TE SINT-NIKLAAS**

- Vertrouwelijk -

April 2009

Projectnummer PEBCBE082282

In opdracht van Veerle Stuer
Stad Sint-Niklaas

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
2	Strategie duurzame energievoorziening	2
3	Energiebesparende maatregelen	4
3.1	Introductie energiebesparende maatregelen	4
3.2	Resultaten energiebesparende maatregelen	12
3.2.1	CO ₂ emissiereductie	14
3.2.2	E-peil reductie	15
3.2.3	Investeringskosten	15
3.2.4	Terugverdientijd	16
3.3	Passief huis	19
3.4	Conclusie energiebesparende maatregelen	21
4	Duurzame Energiesystemen	24
4.1	Eerste selectie	24
4.2	Tweede selectie	27
4.3	Resultaten onderzoek tweede selectie	29
4.4	Conclusie duurzame energiesystemen	33
5	Organisatievormen	37
6	Wijkbrede maatregelen	39
7	Conclusie	43
8	Aanbevelingen	46
	Bijlagen	47

Inleiding

In de stad Sint-Niklaas wordt de komende jaren het woongebied Clementwijk ontwikkeld. Een woonwijk die ruimte zal bieden aan ruim 600 woningen waarin duurzame energie en energiebesparing belangrijke uitgangspunten vormen.

Het gebied Clementwijk wordt ontwikkeld door de volgende partijen:

- de Stad Sint-Niklaas;
- het Intergemeentelijk Samenwerkingsverband van het Land van Waas (ICW);
- de Waalse Landmaatschappij (WLM);
- de Maatschappij voor Huisvesting van Sint-Niklaas (SNMH);
- de private bouwmaatschappij (Matexi).

Een deel van de woningen wordt koopwoningen en ander deel huurwoningen. Grotendeels zijn het grondgebonden rijtjeswoningen en gestapelde gebouwen met appartementen.

De projectgroep is in financieel haalbare duurzame oplossingen geïnteresseerd. Daarbij variëren de uitgangspunten, doelstellingen en de ambitie tussen de partijen in de projectgroep.

Dit rapport bevat een samenvatting van de energievisie ten behoeve van de Clementwijk te Sint Niklaas. Deze opdracht is uitgevoerd door Ecofys in opdracht van de Gemeente Sint Niklaas.

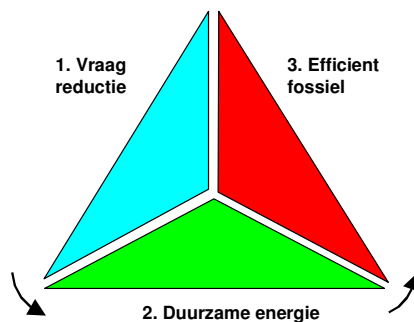
In de energievisie is onderzocht welke energiebesparende maatregelen en duurzame energiesystemen toepasbaar zijn voor de nieuw te bouwen woningen zodat wordt voldaan aan de ambities en wensen van de betrokken partijen. Op basis van de informatie en resultaten van het onderzoek kunnen de partijen een weloverwogen keuze kunnen maken voor duurzaam energiesysteem dat voldoet aan hun ambities en financiële kader en wensen.

Strategie duurzame energievoorziening

Bij de nieuwbouw van gebouwen kan een grote milieuwinst worden gerealiseerd. Het is een natuurlijk moment met de gelegenheid om een verduurzamingslag te maken en te anticiperen op een verdere verduurzaming in de toekomst. Gebouwen worden immers voor een lange periode ontwikkeld en nieuwbouw of een ingrijpende herstructurering doet zich maar eens in de 25 tot 50 jaar voor. Juist in de komende decennia zal in de gebouwde omgeving een enorme verduurzaming moeten plaatsvinden.

Trias-energetica

Bij het realiseren van een nieuw gebied kan uit een breed scala van maatregelen en technieken gekozen worden. Om bij deze keuze een juiste prioritering aan te brengen, wordt bij het samenstellen van energieconcepten door Ecofys de Trias-energetica gevolgd.



Figuur 1. Volgens de "Trias-energetica" wordt allereerst de vraag naar energie gereduceerd, vervolgens gekeken naar de mogelijkheden om de overblijvende vraag duurzaam op te wekken en tenslotte naar de mogelijkheden om het efficiënt met fossiele brandstoffen te dekken.

Praktisch gezien betekent dit dat op de eerste plaats door gebouwgebonden maatregelen, de energievraag wordt verminderd. Vervolgens wordt gekeken naar duurzame en efficiënte manieren om de resterende benodigde energie op te wekken.

Een optimaal energieconcept is geen statische situatie. De vraag is of er bijvoorbeeld mogelijkheden zijn om in de nabije toekomst duurzame energiebronnen te benutten die nu nog te duur of nog niet voldoende betrouwbaar zijn en of de infrastructuur en de woningen nu voorbereid kunnen worden op het uitbouwen van de duurzame energievoorziening in de toekomst.

Als antwoord hierop kan als vierde punt aan de Trias-energetica worden toegevoegd:

- Toekomstgericht, flexibel ontwerpen. Dit houdt in dat bij de uitvoering geen belemmeringen voor toekomstige energiezuinige ontwikkelingen worden opgelegd.

Bovenstaande aspecten hebben als leidraad gediend voor het huidige onderzoek naar energievraagreductie en duurzame energievoorziening van Clementwijk.

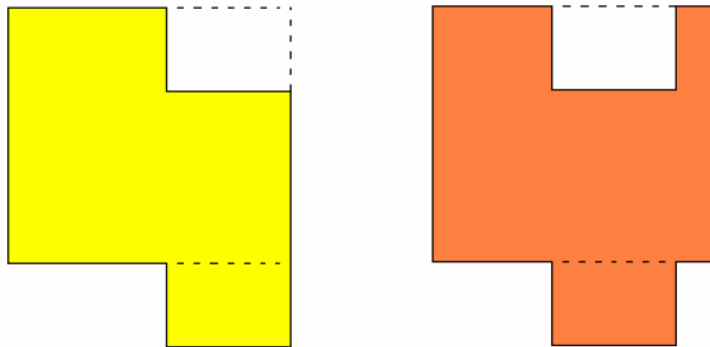
Energiebesparende maatregelen

De eerste stap ter reductie van CO₂ emissie en gebruik van fossiele brandstoffen is het beperken van de energievraag van woningen. In dit hoofdstuk worden de meeste energiebesparende maatregelen toegelicht. Alle maatregelen worden beoordeeld op basis van technische haalbaarheid, financiële haalbaarheid en kwalitatieve overwegingen

1.1 Introductie energiebesparende maatregelen

Compact gebouw

De verhouding tussen volume en buitenoppervlakte van een gebouw heeft een grote invloed op de energievraag. Hoe compacter een gebouw is des te minder verwarmingsenergie het nodig heeft. Doordat de oppervlakte minder is zijn de verliezen aan de buitenlucht namelijk minder. Als de buitenoppervlakte van een gebouw met tien procent wordt verhoogd, is er ongeveer twee centimeter meer isolatie nodig om de hogere energievraag te compenseren. In het ontwerpproces van gebouwen is het belangrijk hiermee rekening te houden.



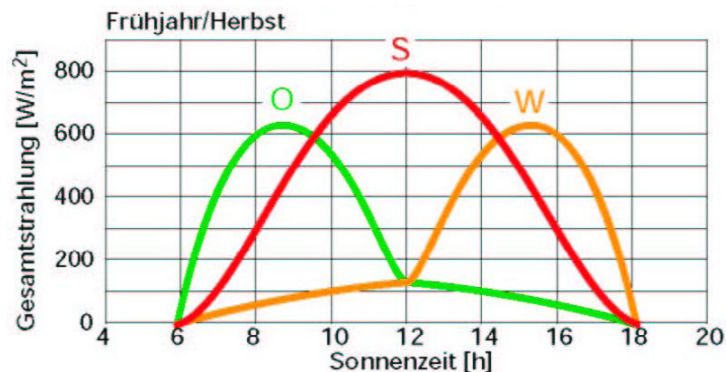
Figuur 2. Compactheid van gebouwen¹

Oriëntatie naar de zon

Om zoveel als mogelijk gebruik te kunnen maken van de zoninstraling wordt geadviseerd een gebouw maximaal naar het zuiden te oriënteren. Dit geldt niet alleen voor het gebouw maar ook voor de verblijfsruimtes. Zo liggen verblijfsruimtes het best naar het zuiden om de warmte van de zon optimaal te kunnen benutten. Ruimten die geen verblijfsruimtes/leefruimtes zijn zoals badkamers en trappen kunnen ook aan de noordkant georiënteerd worden. Verder moet het raamoppervlak naar het zuiden groter zijn dan het oppervlak aan de

¹ www.passivhausunterlagen.at

noordkant. De warmtewinsten worden op deze manier verhoogd en de warmteverliezen gereduceerd.



Figuur 3. Zoninstraling per oriëntatie naar de zon

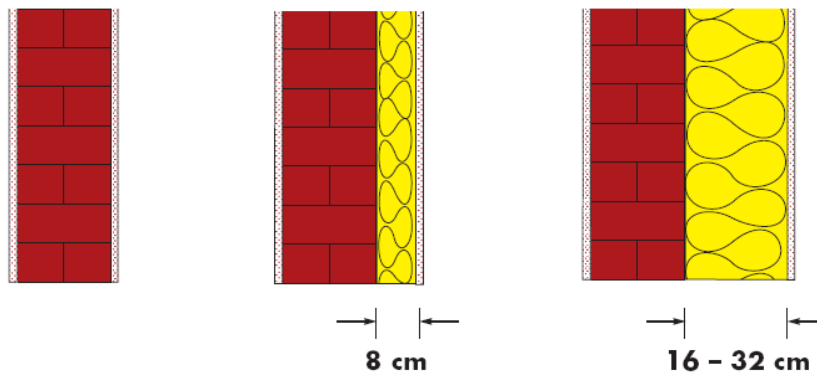
Verbeterde isolatie

Goede isolatie is één van de meest effectieve manieren om energie te besparen in gebouwen. Door het nemen van isolatiemaatregelen worden de warmteverliezen door de gebouwschil beperkt.

Hoe beter de isolatiewaarde (hogere Rc-waarde), des te beter het isolerende effect en des te kleiner de warmtevraag in de winter en koelvraag in de zomer.

Het effect van extra isolatie wordt echter vanaf een bepaalde dikte steeds geringer. De dikte van de isolatie wordt beperkt door de investeringskosten van de isolatie, de kostenbesparing en de bouwconstructie.

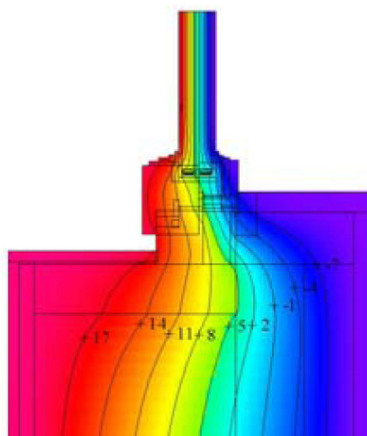
Naast de lagere warmteverliezen in de winter, wordt ook de gevoelde temperatuur hoger. De gevoelde temperatuur wordt bepaald door de luchttemperatuur en de temperatuur van de aangrenzende bouwdelen. Door een betere isolatiewaarde wordt de temperatuur van de aangrenzende bouwdelen verhoogd. Op deze manier kan de temperatuur in de ruimte lager worden ingesteld, omdat de gevoelde temperatuur hoger is. Ook het comfort wordt duidelijk hoger als verschil tussen luchttemperatuur en aangrenzende bouwdelen zo laag als mogelijk is.



Figuur 4. Verschillende isolatieniveaus

Wij adviseren om bij de keuze van de isolatiematerialen, te kiezen voor materialen met gering milieueffect. Wanneer gekeken wordt naar het energiegebruik tijdens de productie van de isolatiematerialen, hebben organische materialen de voorkeur boven minerale en kunststof materialen. Vervolgens hebben minerale materialen de voorkeur boven kunststof materialen. Dit geldt ook als de voorradigheid van de grondstoffen in ogenschouw wordt genomen. Omdat beperkingen bestaan qua dikte van de isolatie (bijvoorbeeld in de spouwmuur) is er een zeer efficiënte isolatie nodig. Wij adviseren op zijn minst minerale wol of polystyreen te gebruiken om een voldoende isolatiewaarde te bereiken.

Naast verhoging van het isolatieniveau dienen tevens koudebruggen worden geminimaliseerd. Hierdoor worden overbodige warmteverliezen en constructieve problemen voorkomen.

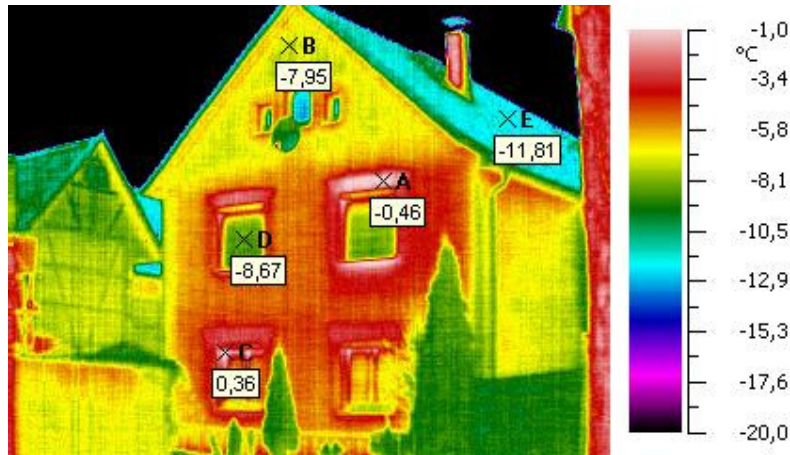


Figuur 5. Voorbeelden van een koudebrug²

² Definitie koudebrug: Een onderdeel waar de warmte sneller naar buiten wordt getransporteerd dan bij andere bouw delen bv. als een deel minder geïsoleerd is.

Ramen

Als men een thermofoto (onderstaand) bekijkt, valt op dat de ramen en kozijnen de zwakke plekken van een gebouw zijn. Door beter geïsoleerde ramen kunnen de warmteverliezen enorm beperkt worden. De isolatiewaarde van het raam is een gecombineerde isolatiewaarde van het glas en het kozijn.



Figuur 6. Thermofoto van een ongeïsoleerd gebouw

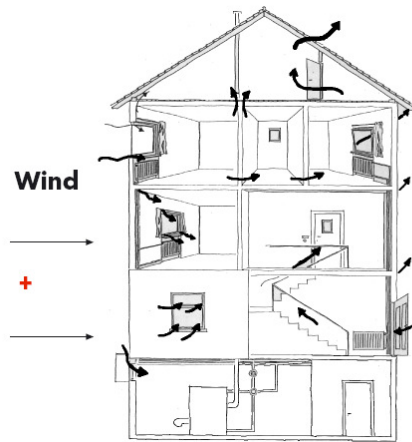
Beperkte infiltratie

Naarmate de isolatiegraad van een woning verbetert, stijgt het relatief aandeel van de verliezen door ventilatie. Dit aandeel kan toenemen van 13 procent tot 26 procent. De verliezen worden vermeden door luchtdicht te bouwen.

Bij de detaillering moet hiertoe bijzondere aandacht worden geschonken aan de luchtdichtheid van het gebouw. Zo zijn aansluitingen van ramen, deuren en muren details waar een gebouw veelal niet luchtdicht is.

Een manier om de luchtdichtheid van een gebouw te meten is door het doen van een 'blower-door-test'. Hierbij wordt het volledige gebouw op onder- en overdruk gezet waarmee de dichtheid gemeten kan worden. Hoe meer lucht uit het gebouw ontsnapt, des te slechter de luchtdichtheid.

In het programma van eisen kan een bepaalde luchtdichtheid worden meegenomen. Naleving van deze eis kan worden geborgd door tevens op te nemen dat steekproefsgewijs gebouwen worden getest door middel van een blower door test.



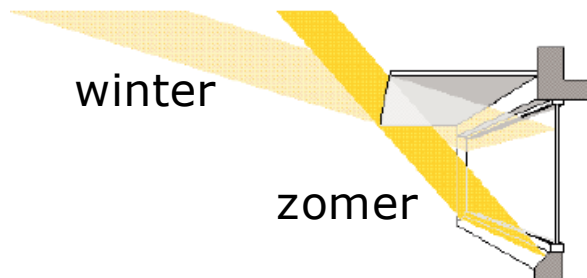
Figuur 7. Voorbeelden van ondichtheden van een gebouw

Zonwering

De vermindering van de koudevraag in de zomer is tevens een belangrijk aspect van energiebesparing en comfortverhoging. Grote temperatuurverschillen zijn oncomfortabel. Het reduceren van de zoninstraling is daarom essentieel. Er zijn verschillende mogelijkheden om deze problemen op te lossen of te minimaliseren. Dit kan door toepassing van zonwerende beglazing, zonwering, overstekken van het dak of vaste lamellen. Vooral op het zuiden en westen is zonwering zeer effectief.

Dakoverstek

Om oververhitting in de zomer te voorkomen zijn dakoverstekken naar het zuiden en goede 'passieve' oplossing. In de zomer is de zoninstraling minder gewenst. Door de steile instraalhoek van de zon (hoge zonnestand in de zomer) komt door het overstek minder zonnewarmte naar binnen. Het tegendeel is in de winter het geval. De zon heeft een lage instraalhoek en kan zo onder het overstek intreden en de ruimtes verwarmen. Een groot voordeel van dakoverstek is dat het geen onderhoudskosten behoeft.



Figuur 8 Zoninstraling in zomer en winter

Zonwering buiten

Als een zonwering zich aan de buitenzijde bevindt, worden de zonnestrallen buiten gehouden en is de bescherming tegen warmte groter dan bij de varianten waar zonwering aan de binnenzijde zit. Buitenzonwering heeft een hoge effectiviteit ten aanzien van vermindering van de warmtelast. De 'zontoetredingsfactor' (ZTA) van een dergelijk systeem is 0,1 wat betekent dat slechts 10 procent van de zonnewarmte naar in de woning komt. Naast de verminderde transmissie wordt ook storende reflectie voorkomen. De comfortverhoging door zonwering buiten is hoog. Een lagere daglichttoetreding kan, afhankelijk van de toepassing van het gebouw, als nadeel gelden van buitenzonwering.

De zonwering is in verschillende uitvoeringsvormen en materialen verkrijgbaar (aluminium, hout, etc.). De kosten zijn afhankelijk van de uitvoeringsvorm.

Zonwering met PV

Het is mogelijk de zonwering buiten met een PV-installatie te combineren. Hoewel zonwering met PV de nog erg duur is heeft zonwering met PV het marketingvoordeel dat het een milieuvriendelijke uitstraling heeft.



Figuur 9 Voorbeeld voor een PV installatie als zonwering

Zonwering binnen

Zonwering binnen is minder effectief voor de reductie van de warmtelast, omdat de warmte door het raam het gebouw in komt. Het heeft een 'zontoetredingsfactor' (ZTA) van 0,5 wat betekent dat 50 procent van de warmte naar binnen komt. Hierdoor wordt deze oplossing niet geadviseerd.

Zoniserend glas

Zoniserend glas heeft het voordeel dat geen aparte constructie nodig is en de doorzichtigheid van het raam blijft bestaan. In het verleden waren alleen varianten met een metallic lak verkrijgbaar. Sinds enige tijd is er ook neutraal zonwerend glas verkrijgbaar, dat nauwelijks te onderscheiden is van gewoon glas en waarvoor geen aanvraag bij de welstandscommissie nodig is. In combinatie met HR++ glas zijn de kosten niet veel hoger. De ZTA van zoniserend glas komt op 0,4.

Gelijkstroomventilatoren

Traditioneel wordt voor de afzuiging van de gebouwen gebruik gemaakt van ventilatoren op wisselstroom. Het alternatief dat bij de woningen op de Clementwijk kan worden toegepast is een gelijkstroomventilator die tegen minimale meerkosten zeer veel efficiënter werkt.

Korte leidinglengtes

Bij nieuwe woningen neemt tapwater een steeds belangrijker deel van de warmtebehoefte voor zijn rekening. Het is daarom van belang de verliezen van dit systeem te beperken. Dit kan gebeuren door beperking van de lengte van de leidingen vanaf de stookruimte of warmteaansluiting naar de keuken en badkamer.

Lage temperatuur verwarming (retourtemperatuur rond 40°C)

Door te verwarmen met lage temperatuur verwarming, bijvoorbeeld vloerverwarming, stijgt het comfort in de woningen. Ruimte en zicht op conventionele radiatoren komt hiermee tevens te vervallen.

Vloerverwarming met parket is mogelijk bij een groot aantal parketsoorten.

Zelfregulerende ventilatieroosters

Zelfregulerende roosters zorgen voor een winddrukafhankelijke luchtstroom, waardoor minder kans op over-ventilatie en tocht optreedt. Door de roosters hoog te plaatsen neemt de kans op comfortklachten nog verder af.

Vraaggestuurde ventilatie

Met vraaggestuurde ventilatie wordt het mogelijk de hoeveelheid ventilatie af te stemmen op de behoefte. Het systeem optimaliseert de ventilatiehoeveelheid per ruimte van het huis. Omdat bijvoorbeeld overdag de slaapkamers en 's nachts de woonkamer niet worden gebruikt, hoeft in deze ruimtes op deze momenten niet of minder geventileerd te worden. Aan de andere kant, wordt bereikt dat in de gebruikte ruimtes voldoende wordt geventileerd.

In de ramen van de ruimtes in de gebouwen worden ventilatieroosters geplaatst. Een voorbeeld hiervan is onderstaand weergegeven. Deze roosters kunnen per ruimte en op tijd of CO₂ gehalte in de lucht ingesteld worden via een centrale regelkast.



Figuur 10 Rooster van een vraaggestuurd ventilatiesysteem

Een centrale regelkast stuurt behalve de roosters ook de centrale afzuigventilator aan. Hierdoor wordt een goede afstemming bereikt tussen de standen van de roosters en de snelheid van de ventilatoren en hierdoor wordt de hoeveelheid afgezogen ventilatielucht geregeld.

De roosters van tijdgestuurde ventilatoren kunnen met een afstandsbediening ingesteld worden. Hierbij wordt de centrale instellingen tijdelijk gepasseerd. Daarnaast kan via een schakelaar het gehele systeem tijdelijk worden aangepast. Tijdelijke sluiting of juist opening van roosters wordt hierdoor mogelijk. Een tijdelijke hogere ventilatiecapaciteit in de keuken tijdens het koken is ook met het systeem mogelijk. Bij het CO₂ gestuurde systeem wordt de mate van ventilatie automatisch geregeld.

Balansventilatie/ ventilatie systeem D met warmteterugwinning

Bij gebruikmaking van balansventilatie wordt de verse lucht in de leefruimtes ingevoerd en de vervuilde de lucht in specifieke ruimtes zoals badkamer en keukens afgezogen. Op deze manier is er altijd een goede luchtkwaliteit in het gebouw. Dit systeem kan worden gecombineerd met warmteterugwinning. De warmte uit de lucht wordt teruggewonnen door de ingaande lucht voor te verwarmen met de uitgaande lucht. Op deze manier kan tot 90 procent van de warmte die zich in de uitgaande lucht bevindt 'gerecupereerd' worden en terug in de woning worden gebracht.

Het onderhoud is hoger dan bij een vraaggestuurd ventilatiesysteem omdat de filters een tot twee keer per jaar gewisseld moeten worden.

Circulatie pomp met regeling

Een circulatiepomp zorgt voor de circulatie van het warme water in het systeem. Een circulatiepomp met regeling kan de energiebehoefte van de pomp tot 75 procent verminderen zonder verlies van comfort.

Waterzijdig inregelen

Na een reductie van de warmte- en koudevraag is een efficiënte invulling van de warmte- en koudevraag essentieel. Om opgewekte warmte optimaal te distribueren in het gebouw is het noodzakelijk dat het afgiftesysteem goed is ingesteld, het zogenaamde 'waterzijdig inregelen'. Dit moet opgenomen worden in het bestek.

Waterzijdig inregelen betekent dat bij elke radiator de doorstroming vergroot of verkleind wordt zodat de radiator de optimale hoeveelheid warmte afgeeft. Hiermee wordt elk vertrek optimaal en gelijkmatig verwarmd. Bij lage temperatuur verwarming is waterzijdig inregelen essentieel voor het functioneren van de verwarmingsinstallatie. Maar ook oude of pas opgeleverde verwarmingsinstallaties in Nederland zijn veelal verre van optimaal ingeregeld waardoor de installaties minder efficiënt functioneren. Het niet waterzijdig inregelen van verwarmingsinstallaties kan leiden tot klachten van gebruikers ten aanzien van comfort en energieverbruik.

1.2 Resultaten energiebesparende maatregelen

Alle energiebesparende maatregelen zijn beoordeeld op basis van CO₂ emissiereductie, E-peilreductie, technische haalbaarheid, financiële haalbaarheid en kwalitatieve overwegingen.

Een belangrijk punt ten aanzien van de resultaten is dat het betrouwbare indicaties betreffen. 100 procent nauwkeurigheid kan niet worden bereikt aangezien de resultaten per woningsoort enigszins variëren. In het onderzoek is uitgegaan van een gemiddelde woning.

Het referentiepunt waarmee de energiebesparende maatregelen en duurzame energieconcepten zijn vergeleken is een referentie van 2012 met een E-peil van E80. Dit referentiepakket kan bestaan uit de volgende maatregelen:

- Isolatie K31
- Vaste zonwering, geen actieve koeling
- Ventilatie systeem C
- Geen eisen aan luchtdichtheid
- Warmwater leidinglengte 25 m
- Circulatiepomp met regeling

De volgende energiebesparende maatregelen zijn onderzocht:

1. Isolatiepakketten
 - K31 (~12-14 cm isolatie, verbetert dubbelglas $g=0.60$)
 - K27 (~18-20 cm isolatie, verbetert dubbelglas $g=0.60$)
 - K15 (~30 cm isolatie, verbetert driedubbel glas $g=0.50$)
2. Zonwering naar het zuiden
 - vaste buitenzonwering
 - elektrische buitenzonwering
3. Ventilatiesysteem
 - Ventilatie systeem C³
 - Ventilatie systeem D + WTW
4. Luchtdichtheid ($V50=6 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$, $V50=3 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$, $V50=0.5 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$)⁴
5. Pomp met regeling
6. Retourtemperatuur verwarming (70°, 55°, 40°)
7. Warmwater leidinglengte (25m, 19 m, 12 m)

Onderstaand zijn de resultaten van de energiebesparende maatregelen achtereenvolgens in grafiekvorm weergegeven. De meest opmerkelijke resultaten zijn uitgelicht.

³ Ventilatiesysteem A: natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer. Er zijn geen ventilatoren; het systeem werkt op basis van drukverschillen.

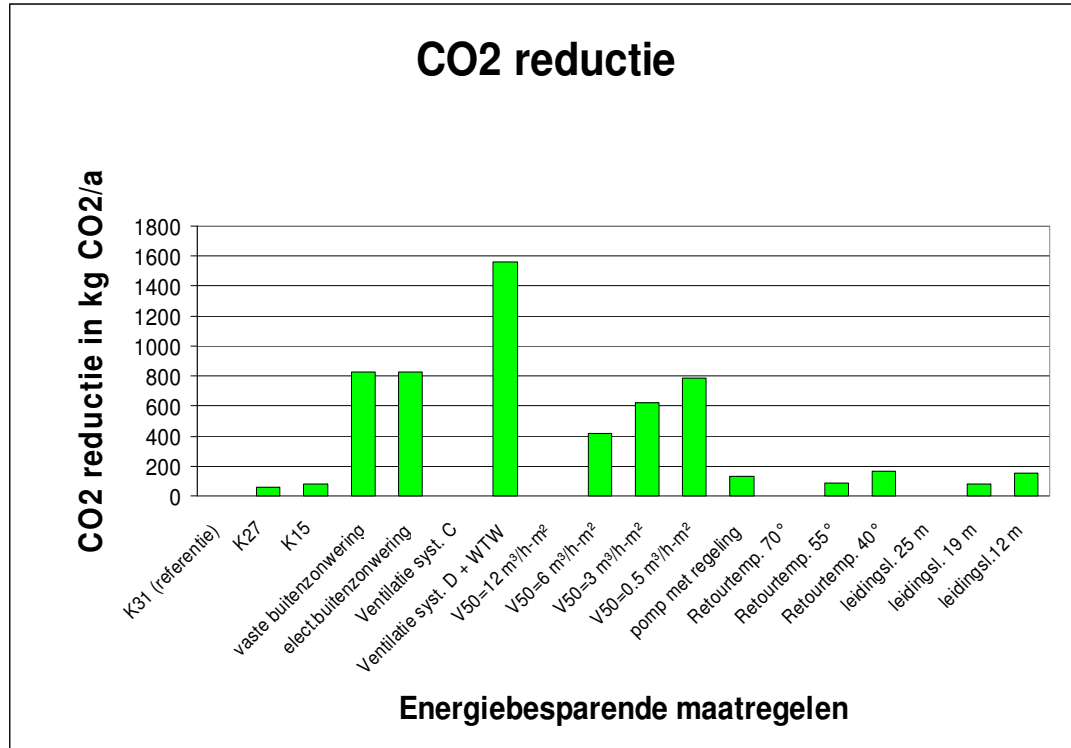
Ventilatiesysteem B: mechanische toevoer en natuurlijke afvoer.

Ventilatiesysteem C: natuurlijke toevoer en mechanische afvoer.

Ventilatie systeem D: Ventilatiesysteem D: mechanische toevoer en mechanische afvoer. Er zijn meer ventilatoren nodig dan bij systeem B of C, maar de warmte uit de afvoerlucht kan gebruikt worden om de toevoerlucht op te warmen.

⁴ V50: Hiermee wordt het lekdebiet bij 50 Pa van de gebouwschil per eenheid verliesoppervlakte ($v50$) bepaald.

1.2.1 CO₂ emissiereductie



Figuur 11 CO₂ reductie per energiebesparende maatregel

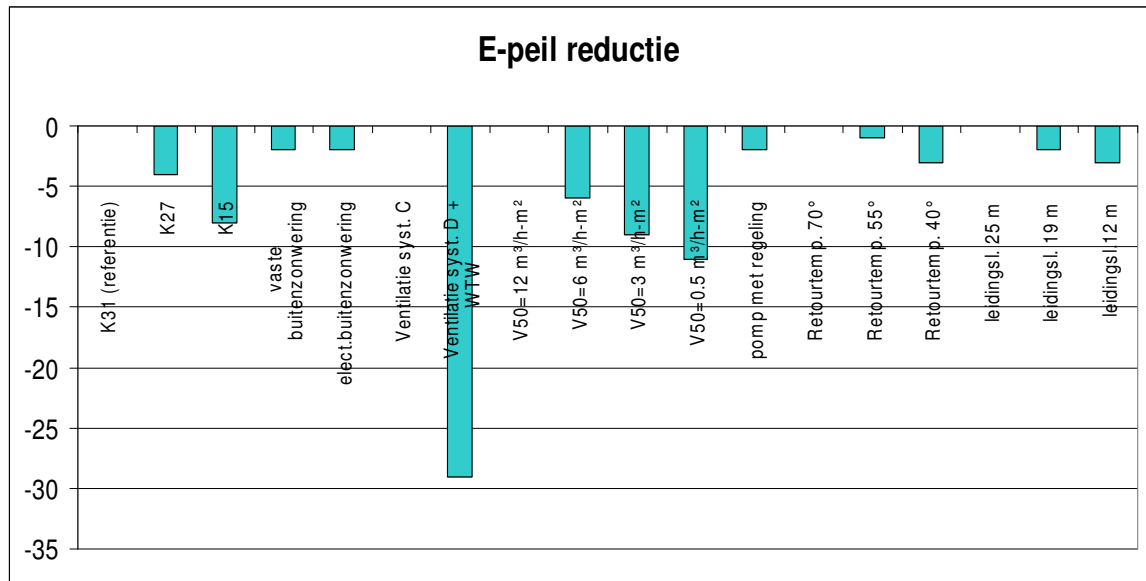
In de bovenstaande grafiek is goed te zien dat een ventilatiesysteem met warmteterugwinning het grootste effect op de CO₂reductie heeft. Bij een goed geïsoleerd gebouw zorgen de ventilatieverliezen voor een behoorlijk aandeel in de energievraag. Deze verliezen worden met een WTW systeem beperkt tot een minimum en reduceren dus de CO₂-emissie sterk.

Op afstand volgen vaste zonwering en elektrische zonwering. Vaste zonwering en elektrische buitenzonwering hebben qua CO₂ uitstoot ongeveer hetzelfde effect en scoren dus gelijk.

Omdat de referentiesituatie al een redelijk hoog isolatieniveau heeft zijn de effecten van een verbeterde isolatie relatief beperkt. Duidelijk zichtbaar is dat de toename van de luchtdichtheid in vergelijking een relatief groot effect heeft.

Eenvoudige maatregelen zoals het reduceren van de retourtemperatuur of kortere warmwater leidingen hebben een kleine maar positieve invloed op de CO₂emissie.

1.2.2 E-peil reductie

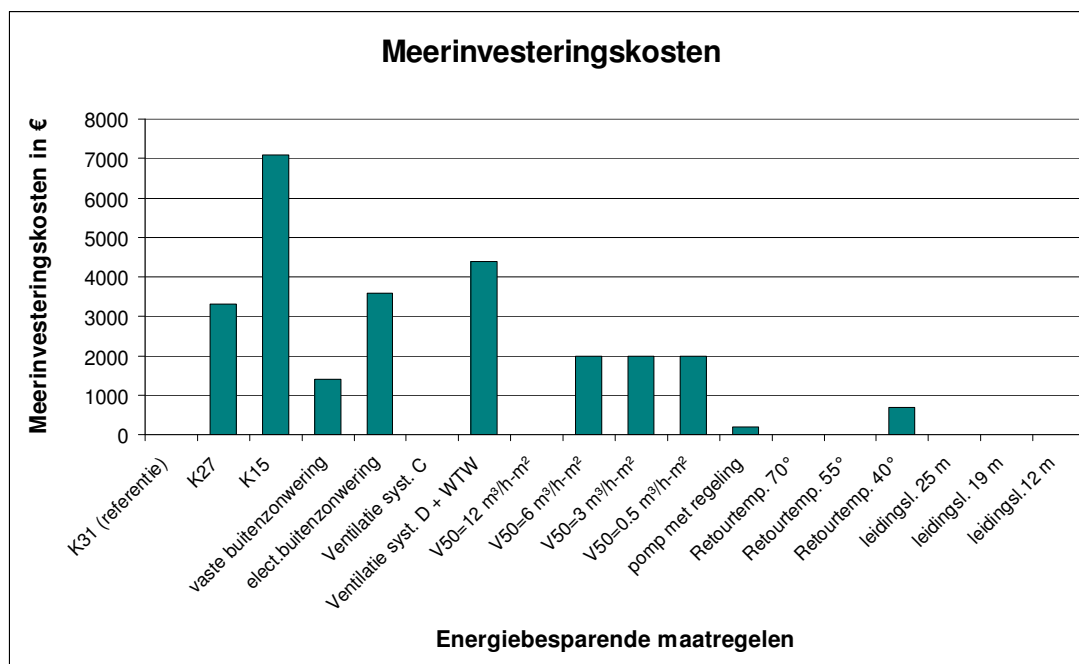


Figuur 12 E-peil reductie per energiebesparende maatregel

Deze resultaten zijn vergelijkbaar met de CO₂ reductie resultaten (zie Figuur). Ook hier heeft het ventilatiesysteem met WTW het grootste effect. De luchtdichtheid heeft een vergelijkbaar of zelfs hoger effect dan duidelijk dikkere isolatiepakketten. Het effect van betere isolatie op het E-peil is iets beter dan op de reductie van CO₂. Zonwering, pomp met regeling, lagere retourtemperatuur en reduceerde leidinglengten hebben een vergelijkbaar resultaat (een reductie van twee tot vier punten).

1.2.3 Investeringskosten

In de onderstaande figuur zijn de meerinvesteringskosten van de energiebesparende maatregelen weergegeven.



Figuur 13 Meerinvesteringskosten per energiebesparende maatregel

De meerinvesteringkosten voor een betere isolatie hangen sterk van het isolatieniveau af. Zo is een isolatie 'K15' de duurste maatregel terwijl deze maatregel niet de meeste CO₂ emissiereductie veroorzaakt. Vaste zonwering is meer dan de helft goedkoper dan vaste zonwering hoewel ze een vergelijkbaar CO₂ reducerend effect hebben.

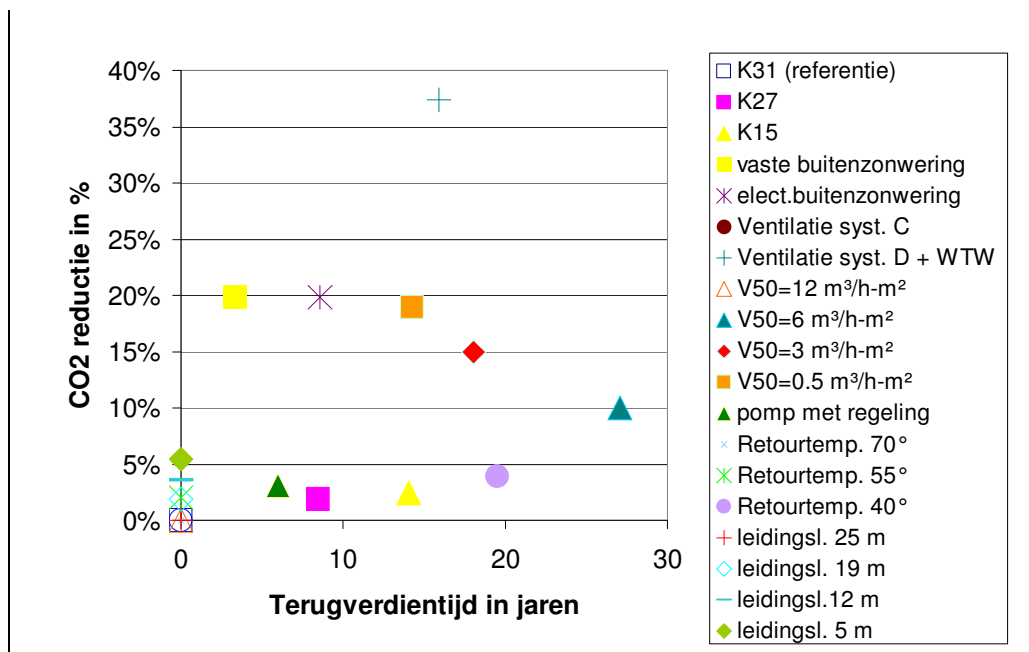
De extra investeringskosten voor een hogere luchtdichtheid is voor alle varianten als gelijk aangenomen omdat de meerkosten vooral in een betere planning liggen en minder in materiaalkosten.

Enkele maatregelen zijn financieel bijzonder interessant omdat zij slechts zeer beperkte tot geen meerkosten veroorzaken zoals een pomp met regeling of een verlaagde retourtemperatuur van de verwarmingsinstallatie.

1.2.4 Terugverdientijd

In de onderstaande grafiek is per concept de verhouding tussen de terugverdientijd en CO₂ emissiereductie opgenomen.

Deze terugverdientijd (TVT) is berekend door de meerinvestering per concept ten opzichte van de referentiesituatie te delen door het verschil in jaarlijkse exploitatiekosten per concept ten opzichte van de referentiesituatie. In deze rekenmethode is geen rekening gehouden met de 'Netto Contante waarde' van investeringen, energieprijsstijgingen, her- investeringskosten of inflatiestijging. Deze rekenmethode biedt op dit niveau voldoende inzicht in de relatieve haalbaarheid van concepten.



Figuur 14 Terugverdientijd in combinatie met de CO₂ reductie

Opvallend is dat er alleen een maatregel is met een TVT hoger dan twintig jaar (een luchtdichtheid van 6m³/h-m²). Alle andere maatregelen hebben terugverdientijden van minder dan twintig jaar. Zelfs de kostenintensieve isolatie op passiefhuis standaard (K15) heeft een TVT van minder dan twintig jaar.

Enkele maatregelen zijn niet tegelijkertijd door te voeren. In dit geval is de voorkeur te geven aan maatregelen die een kortere TVT en een hoger besparingspotentieel hebben. Zo scoort bijvoorbeeld de maatregel met een hogere luchtdichtheid tegenover een lagere omdat de kosten vergelijkbaar zijn en het besparingspotentiaal duidelijk hoger is. Ook de K27 is de voorkeur te geven tegenover K15 omdat de TVT bijna de helft is. Voor passiefhuizen geldt dit argument niet, omdat de hoge isolatiewaarde een vaste voorwaarde is.

Er zijn enkele maatregelen die absoluut gezien een matig effect op het CO₂ uitstoot hebben. Desondanks zijn ze interessant omdat de meerkosten minimaal zijn en dus een goede verhouding tussen CO₂ emissiereductie en TVT hebben. Deze minimale meerkosten geldt voor de varianten met kortere leidinglengtes, pomp met regeling en de lagere verwarmingstemperaturen.

Vaste zonwering scoort qua TVT duidelijk beter dan de elektrische zonwering omdat het positieve effect gelijk is, maar de meerkosten van elektrische zonwering veel hoger is.

Kwalitatieve overwegingen

Isolatie K27

Een verbetering van de isolatie naar K27 bespaart ongeveer twee procent CO₂ emissie per jaar en heeft een matig energiebesparingeffect. Het E-peil wordt vandaar met vier punten gereduceerd. De extra investeringskosten zijn relatief laag waardoor de TVT op elf jaar komt. Dit isolatiepakket zorgt voor een comfortverhoging in de woning.

Isolatie K15

Het isolatiepakket K15 bespaart in vergelijking met K27 iets meer CO₂ emissie en is een randvoorwaarde van een passiefhuis (om het conventionele verwarmingssysteem weg te kunnen laten). Het E-peil wordt hiermee tot acht punten gereduceerd.

De extra investeringskosten zijn duidelijk hoger dan bij K27 waardoor de maatregel ook een hogere TVT van negentien jaar heeft.

De comfortverhoging is vergelijkbaar met het isolatieniveau van K27.

Vaste zonwering

Vaste zonwering reduceert in vergelijking met een koelingsstelsel de CO₂ uitstoot met 20 procent per jaar. De meerkosten zijn beperkt waardoor de TVT slechts drie jaar is. Bovendien zijn de onderhoudskosten minimaal. De kans voor oververhitting van de woning in de zomer wordt sterk verlaagd.

Elektrische buitenzonwering

De CO₂ besparing en comfort winsten van buitenzonwering is vergelijkbaar met de vaste zonwering. De kosten zijn echter duidelijk hoger. De TVT is daardoor drie keer zo hoog als bij de vaste zonwering. Het systeem heeft verder onderhoud nodig, wat deze variant financieel gezien niet interessant maakt.

Indien echter vanuit esthetisch oogpunt overstek niet gewenst is dat is elektrische buitenzonwering een goed alternatief.

Ventilatie systeem D + WTW

Het ventilatiesysteem D met WTW bespaart ongeveer 37 procent CO₂ emissie per jaar en heeft dus het hoogste besparingspotentieel van alle varianten. Om deze reden is de E-peil reductie ook hoog met 29 punten. Het systeem heeft een TVT van vijftien jaar.

De luchtkwaliteit wordt hoger omdat de CO₂-gehalte van de lucht geminimaliseerd wordt. Als deze variant wordt toegepast wordt een hogere luchtdichtheid geadviseerd omdat het systeem dan efficiënter werkt.

Hogere luchtdichtheid

Afhankelijk van de variant kan tot bijna 20 procent CO₂ emissie per jaar bespaard worden. Een hogere luchtdichtheid kan leiden tot een E-peil reductie van elf punten. De extra investeringskosten bestaan vooral uit een meer gedetailleerde planning en een blower-door-test. De TVT ligt tussen vijftien en vijf en twintig jaren. Er ontstaat comfortverhoging omdat minder ongewenste luchtbewegingen plaatsvindt.

Circulatiepomp met regeling

Een circulatiepomp met regeling bespaart niet enorm veel, alleen maar drie procent CO₂ emissie per jaar, maar de meerinvesteringskosten zijn beperkt. Deze kleine maatregel voert tot een E-peil reductie van twee punten. De korte TVT, de energiebesparing zonder comfortverlies maakt deze variant interessant.

Lage temperatuur verwarmingssysteem

De keuze voor een lagere systeemtemperatuur heeft als randvoorwaarde dat gebruik gemaakt dient te worden van een laag-temperatuur- verwarmingssysteem (LTS) zoals vloerverwarming.

Een lage systeemtemperatuur zorgt voor een E-peil reductie van drie punten.

LTS heeft een hoger stralingsaandeel wat het systeem duidelijk aangenamer maakt dan radiatoren. Een nadeel van vloerverwarming is wel dat het trager reageert in vergelijking met radiatoren. De bewoners dienen voorgelicht te worden over het gebruik van laag temperatuur verwarming.

Kortere leidinglengte

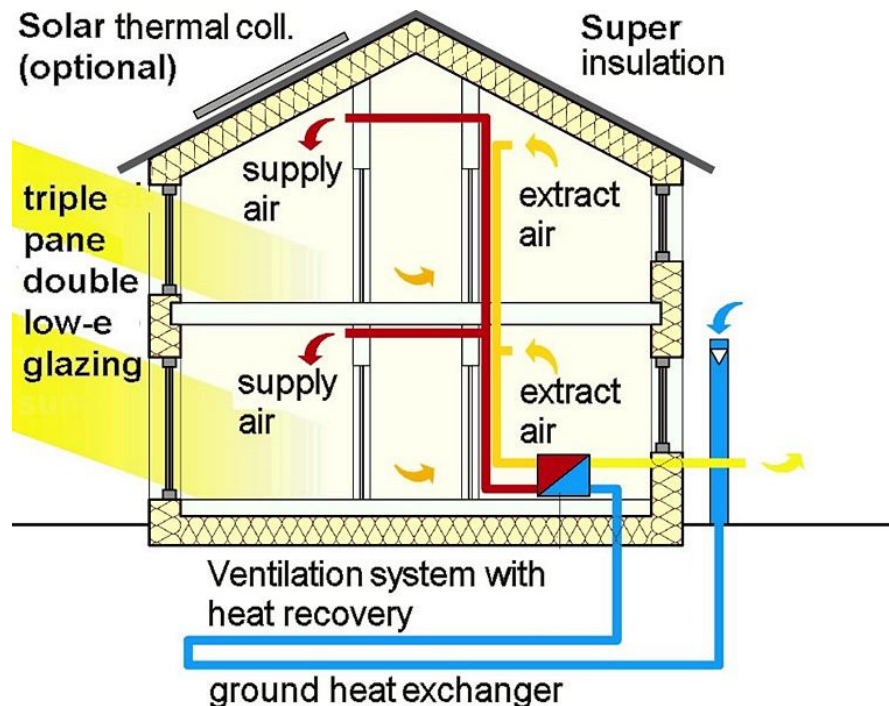
Het beperken van de leidinglengte voor warm tapwater bespaart tussen twee tot vijf procent per jaar zonder meerkosten. Het ontwerp van de woning moet zo worden afgestemd dat de leidinglengtes minimaal zijn. Afhankelijk van de totale leidinglengte is een E-peil reductie tot vier punten te bereiken. Een betere bouwplanning is het enige dat nodig is.

1.3 Passief huis

Een passief huis onderscheidt zich van reguliere huizen door de bijzondere combinatie van een zeer hoogwaardig en aangenaam binnenklimaat en een zeer laag energieverbruik.

Door een goed uitgekiend compact ontwerp, georiënteerd op de zon, uitgevoerd met zeer goede schilisolatie en een effectieve kierdichting, kan warmte nauwelijks weg uit het passief huis. Hierdoor is er nog maar weinig energie nodig om de woning in de winter op temperatuur te houden. In de winter zorgen passieve warmtebronnen zoals de zon,

interne warmtebronnen zoals bewoners en huishoudelijke apparaten voor bijna alle benodigde warmte. Door de kleine hoeveelheid benodigde verwarming op een slimme manier over de lucht van het gebalanceerde ventilatiesysteem aan te voeren, is een conventioneel verwarmingssysteem overbodig. In de zomer garanderen passieve strategieën zoals een goed ontwerp, zware schilisolatie, de aanwezigheid van thermische massa, zonwering en nachtventilatie eveneens voor een comfortabel binnenklimaat. Voor meer achtergrondinformatie verwijzen wij naar www.passiefhuis.nl.



Figuur 15 Schema van een passief huis

Het 'Passief Huis Projectenreken Pakket' (PHPP), ontwikkeld door het Passiv Haus Institut in Darmstadt, is een nuttig en noodzakelijk instrument bij het ontwerpen van een passiefhuis. Deze uitgebreide berekeningsmethode geeft o.a. zeer nauwkeurig het te verwachten energieverbruik, de invloed van de luchtdichtheid en de kwaliteit van het comfort aan. Daarnaast worden de resultaten gekoppeld aan duidelijk meetbare prestatie-eisen die in z'n geheel de kwaliteit van het passief huis garanderen.

Eisen om te voldoen aan de passief huis-standaard:

1. Ruimteverwarming: max. 15 kWh/m²/jaar
2. Primaire energieverbruik: 120 kWh/m²/jaar
3. Luchtdichtheid: n50=0.6/h

Een passief huis verbruikt tien keer minder energie voor verwarming dan een gemiddelde bestaande woning en vier à vijf keer minder dan de huidige nieuwbouwwoning uitgevoerd.

Een passief huis heeft per jaar een energiebehoefte voor ruimteverwarming van 15 kWh/m², dit komt ongeveer overeen met een gasverbruik van 1.5 m³ gas/m² vloeroppervlak. Dit betekent dat twee gloeilampen van 100 Watt genoeg zouden zijn om een kamer van 20 m² te verwarmen of het vermogen van een haarföhn zou volstaan om een passief huis van 100 m² te verwarmen.

Een belangrijk punt ten aanzien van passieve huizen is dat nog maar weinig ervaring is opgedaan met de ontwikkeling en bouw ervan. Het selecteren van de juiste bouwexperts is een belangrijke startvoorwaarde voor een geslaagd resultaat.



Figuur 16 Voorbeeld van een passiefhuis

1.4 Conclusie energiebesparende maatregelen

Al in het ontwerp kan de energievraag beperkt worden door een slim ontwerp. Deze maatregelen veroorzaken geen meerinvesteringskosten en zijn onder beperkte randvoorwaarden te realiseren. De volgende maatregelen vallen hieronder:

- Oriënteer zo veel als mogelijk de gebouwen naar de zon.
- Let op dat de gebouwen zo compact als mogelijk zijn.

Daarnaast bestaan maatregelen waaraan weinig tot geen meerkosten aan verbonden zijn. Wij adviseren deze maatregelen in iedere geval mee te nemen.

- Laag-temperatuur systeem: Een laag-temperatuur verwarmingssysteem vermindert de energievraag en verhoogd het comfort door een hoger stralingsaandeel van de warmte.

- Pomp met regeling: De meerinvesteringskosten zijn laag, er is geen comfortverlies en de stroombesparingen zijn tot 75 procent in vergelijking met een pomp zonder regeling.
- Waterzijdig inregelen: De optimale instelling van druk en temperatuur in het verwarmingsstelsel zorgt voor energiebesparing tot 20 procent. Na plaatsing en installatie van stelsel dient een installateur deze handelingen te verrichten.

Bouwkundige maatregelen zijn na de bouw moeilijk en duur door te voeren. Geadviseerd wordt de "Schil" van de woning (dak, muur, vloer en ramen) en het installatiesysteem direct op een hoog niveau uit te voeren, omdat het later zeer ingrijpend en duur is om verbeteringen door te voeren. Eenmaal goed gebouwd blijft de energiebesparing gedurende de levensduur gehandhaafd.

- Isolatie van de gebouwen op een minimum van K27.
De meerkosten in vergelijking met R31 zijn beperkt en de energiebesparing en het comfort wordt verhoogd.
- Vermijden van koudebruggen: Als geen tot weinig koudebruggen bestaan worden de energieverliezen sterk beperkt.
- Verbeterde luchtdichtheid van gebouwen: In het bouwbesluit is een maximum infiltratie vast te leggen.
- Balansventilatie met warmteterugwinning: Een efficiënte warmteterugwinning kan tot 90 procent van de warmte uit de lucht hergebruiken. Een belangrijk punt is dat het systeem op juiste wijze geïnstalleerd dient te worden. Ook dienen de bewoners goed geïnformeerd te worden over het gebruik en onderhoud van het systeem.

Enkele bouwkundige maatregelen zijn zowel direct als op een later tijdstip goed te installeren.

- Vaste zonwering: Zonwering verlaagt de kans op oververhitting op een passieve manier.
- Elektrische zonwering wordt afgeraden omdat de meerkosten en onderhoudskosten in vergelijking met vaste zonwering duidelijk hoger zijn. Vanuit een esthetisch oogpunt kan dit echter wel overwogen worden.

Passief huis

Een passief huis moet apart van alle systemen worden bekeken.

De energievraag is beperkt tot een minimum. De afhankelijkheid van de prijsstijging en de beschikbaarheid van fossiele brandstoffen is tevens tot een minimum beperkt. De meerinvesteringskosten van een woonhuis in passief huis technologie zijn in Duitsland op dit moment 5-10% hoger dan voor een standaard woning. De totale kosten komen op 1000-1500 €/m², afhankelijk van de standaard.

Op dit moment zijn er enkele voorbeeldprojecten in België met sterk stijgende tendens. Bij deze voorbeeldprojecten zijn de meerkosten gemiddeld 10-15%. Ook zijn er projecten met slechts 5% meerkosten.⁵ Deze meerkosten zijn afhankelijk van de bouwtechniek, bouwstandaard en de woningsoort. Bij een appartement zijn ze in het algemeen tot 5% lager dan bij een vrijstaande woning.

Door meer ervaring in de bouwsector met het bouwen in passiefhuis technologie, verhoging van de algemene energetische wettelijke eisen en meer concurrentie kunnen deze meerkosten in de nabije toekomst sterk afneemt.

De maandelijkse brandstofkosten zijn verder afhankelijk van de gekozen installatietechniek bijvoorbeeld warmtepomp of houtpellet ketel. Per vierkantmeter zijn de brandstofkosten ongeveer 150 €/jaar waardoor de terugverdientijd van de meerinvesteringen zonder prijsstijging ongeveer 20 jaar is.

Omdat de energievraag zo laag is is toepassing van een grootschalig collectief energiesysteem niet tot weinig interessant.

Een belangrijk punt ten aanzien van passieve huizen is dat nog relatief weinig ervaring is opgedaan met de ontwikkeling en bouw ervan. Het selecteren van de juiste bouwexperts is een belangrijke startvoorwaarde voor een geslaagd resultaat.

In het volgende hoofdstuk wordt ingegaan op de mogelijke duurzame energiesystemen voor Clementwijk.

⁵

<http://www.dubolimborg.be/media/docs/Prestaties%20en%20kosten%20Passiefhuis%20Heusden-Zolder%2020051021.pdf>

In totaal zijn elf duurzame energieconcepten onderzocht op hun toepasbaarheid voor de Clementwijk. Alle duurzame energieconcepten zijn beoordeeld op basis van technische haalbaarheid, financiële haalbaarheid en kwalitatieve overwegingen.

Het referentiepunt waarmee de concepten zijn vergeleken is de situatie waarbij woningen worden verwarmd en tapwater wordt geleverd door middel van HR-gasketels met een E-pijl van 80. Op basis van twee selectierondes tijdens de workshops zijn hieruit enkele interessante energiesystemen gedestilleerd die technisch en financieel gezien interessant zijn voor de Clementwijk.

4.1 Eerste selectie

Onderstaand zijn de zes duurzame energieconcepten behandeld die bij de eerste selectieronde zijn afgefallen vanwege technische of financiële onhaalbaarheid. Deze concepten zijn niet verder onderzocht in deze energievisie. Het betreft de volgende concepten:

1. Warmte/koude opslag en Warmtepompen
2. Diepe Geothermie
3. Houtgestookte Warmtekrachtkoppeling
4. Benutting Restwarmte
5. Gas WKK
6. Urban turbines

Van elk duurzaam energieconcept is een korte toelichting gegeven van het principe en de belangrijkste reden(-en) waarom het concept al dan niet haalbaar is gebleken voor Clementwijk.

1. Warmte- / Koudeopslag + Warmtepomp

Bij dit energieconcept worden de woonruimten en het tapwater verwarmd door middel van een warmtepomp met warmte- koudeopslag in de grond. Hierbij wordt warm water uit de grond gehaald en verder opgewarmd door een warmtepomp (een soort van omgekeerde koelkast) waarna het beschikbaar is voor verwarming van de woning. In de zomer kan het water uit de koudeopslag worden gebruikt voor koeling van de woningen.

Grootschalig gebruik van de bodem onder Clementwijk voor warmte-koudeopslag (WKO) is zeer waarschijnlijk niet mogelijk.

Het gebied Clementwijk staat bekend als matig tot slecht geschikt voor warmtekoude opslag. Dit beeld wordt bevestigd door gegevens van de fysieke bodemopbouw. Hierdoor is het gebruik van warmte- / koudeopslag voor Clementwijk geen optie gebleken.

Het gebruik van bodemwarmtewisselaars, een alternatief voor WKO, is eveneens niet haalbaar vanwege de relatief dichte bebouwing van het gebied. Plaatsing van warmtewisselaars vergt een dermate groot ruimtebeslag dat het voor Clementwijk geen goede optie is gebleken.

2. Diepe geothermie

In het geval van Diepe geothermie wordt gebruik gemaakt van warmte diep in de aarde. Hierbij worden bronnen geslagen tot vier kilometer diep onder het aardoppervlak. Op deze diepte bevindt zich water met een temperatuur van tussen de 70 en 120 graden. Door dit water op te pompen kan het worden gebruikt voor warmtelevering aan woningen en elektriciteitsproductie.

Dit concept is niet geschikt voor Clementwijk. Het concept vergt een zeer grote schaalgrootte, zeer hoge investeringskosten (minimaal zeven miljoen euro) en heeft een zeer groot financieel risico.

3. Houtgestookte warmtekracht koppeling

Een 'warmtekrachtkoppeling' (WKK) is een installatie waarmee warmte en kracht (elektriciteit) tegelijkertijd kan worden geproduceerd. Een houtgestookte WKK levert de warmte en elektriciteit door verbranding van hout. Aangezien de verbranding van hout CO₂ neutraal is (door de korte CO₂ kringloop in vergelijking met die van fossiele brandstoffen) betreft het een zeer interessant duurzaam concept.

Een houtgestookte WKK is echter geen optie voor Clementwijk doordat een dergelijk systeem in verband met rentabiliteit een zeer omvangrijke schaalgrootte vereist (vier Mega Watt aan verwarmingsvermogen).

4. Gasgestookte warmtekracht koppeling

Een gasgestookte WKK produceert ook warmte en elektriciteit, in dit geval door verbranding van aardgas. Doordat het aardgas naast warmteproductie tevens wordt gebruikt voor elektriciteitsproductie is het rendement van een dergelijk systeem hoog. Het milieuvoordeel is echter relatief beperkt doordat bij de verbranding van de fossiele brandstof aardgas veel CO₂ vrijkomt.

Een gasgestookte WKK is geen interessante optie voor Clementwijk doordat het weinig milieuvoordeel oplevert. Ook wegen de investeringskosten voor de aanleg van de installatie en een warmtedistributienet niet op tegen het installeren van conventionele HR

ketels in woningen. Voor bedrijven met een zeer hoge warmte en elektravraag is dit concept een interessante optie.

5. Benutting restwarmte

Restwarmte van een bron als industrie, elektriciteitscentrale of vrieshuis kan worden gebruikt als verwarming voor woningen en tapwater. De restwarmtebron en de afnamepunten (de woningen) worden verbonden door middel van een warmtedistributienet.

In de nabijheid van Clementwijk is geen bruikbare restwarmte aanwezig voor verwarming van de woningen.

Op 1,5 kilometer afstand op het bedrijventerrein Metalunion zijn echter meerdere bronnen met voldoende vermogen voor verwarming van een vergelijkbare woonwijk. Het betreft de bedrijven 'Filteint B.V.' 'Noordvlees van Gool'. Filteint B.V. heeft aangegeven geïnteresseerd te zijn in levering van hun restwarmte.

Deze restwarmtebronnen zijn niet interessant voor Clementwijk omdat de lengte van het distributienet tussen bron en afnamepunt voor te hoge investeringskosten en warmteverlies zou leiden. De restwarmtebron is echter wel interessant voor toekomstige wijken die dichterbij de bronnen gebouwd zullen worden

6. Urban turbines

Kleinschalige windturbines kunnen een belangrijk deel van de elektriciteitsvraag van een woning leveren. Een kleinschalige turbine kan in principe op het dak van een woning of flatgebouw geplaatst worden. Dit is anders dan bij een grote windturbine waaraan onder andere de omgeving en beschikbaarheid van een continue windstroom zeer hoge eisen worden gesteld. Een kleinschalige windturbine is sneller toepasbaar.

Voor de plaatsing van kleinschalige windturbines is veelal een vergunning nodig.

In de projectgroep van Clementwijk is besloten de Urban wind turbine niet mee te nemen als concept voor grootschalige toepassing in de wijk. Voor vergroting van de zichtbaarheid van de bijzondere duurzame status van de wijk is plaatsing van een Urban turbine een interessante mogelijkheid. Dit kan op elk moment, in een later stadium aan de wijk worden toegevoegd. Indien gewenst kan hierover meer informatie worden verschaft.

4.2 Tweede selectie

Vijf concepten zijn interessant genoeg gebleken om verder onderzoek te plegen naar de toepasbaarheid voor Clementwijk. Onderstaand zijn deze energiesystemen kort toegelicht. Na de toelichting worden in de volgende paragraaf de concepten met elkaar vergeleken op financiële haalbaarheid en enkele kwalitatieve overwegingen.

Het betreft de volgende concepten:

1. HR-gasketel + Zonneboiler
2. Houtketel
3. GFT/mest vergisting
4. Zonnestroom
5. Grootschalig wind

1. HR-gasketel + Zonneboiler

Een zonneboiler is een apparaat waarmee door instraling van zonlicht water kan worden (voor-)verwarmd. Een zonneboiler voorziet de woningen van warm tapwater, waarbij de Hr-ketel meehelpt. De Hr-ketel dient tevens voor ruimteverwarming van de woningen middels radiatoren.

Door toepassing van de zonneboiler worden CO₂-uitstoot en energiekosten beperkt ten opzichte van de referentiesituatie.

2. Houtketel

Dit energieconcept betreft een collectief systeem waarbij de benodigde warmte voor de woningen centraal wordt opgewekt door middel van een houtgestookte ketel. Door middel van een warmtedistributienet wordt de opgewekte warmte naar de woningen getransporteerd en afgegeven. Bij de houtketel is tevens een HR-piekketel bijgeplaatst om te kunnen voorzien in de piekvraag.

Bij de uitstoot van rookgassen dient te worden voldoen aan zeer strenge emissie-eisen. Speciale rookgasreiniging zorgt voor beperkte emissies. Deze emissies zijn niet vergelijkbaar met bijvoorbeeld houtverbranding in een openhaard. Doordat houtverbranding CO₂ neutraal is wordt het grootste deel van de benodigde warmte voor Clementwijk CO₂ neutraal opgewekt. Financieel gezien is het ook een interessant concept doordat hout ten opzichte van aardgas relatief goedkoop is. Tevens is het mogelijk dat hout zelfs gratis verkregen kan worden waarmee het concept nog interessanter wordt. Een belangrijk punt bij dit concept is dat veel ruimte nodig is voor het energiesysteem en opslag van hout.

3. Groente-, fruit- en tuinafval (GFT) /mest vergister WKK

Door vergisting van afval, groente, fruit- en tuinafval (GFT of mest kan biogas worden geproduceerd. Dit biogas kan worden verbrand waarbij warmte en elektriciteit worden geproduceerd. Doormiddel van een collectief warmtedistributienet en een HR-piekketel wordt de opgewekte warmte naar de gebouwen getransporteerd. De opgewekte elektriciteit wordt geleverd aan het elektriciteitsnet.

Doordat GFT vergisting CO₂ neutraal is wordt het grootste deel van de benodigde warmte voor Clementwijk CO₂ neutraal opgewekt. Naast warmte wordt ook elektriciteit op CO₂ neutrale wijze geproduceerd. Hierdoor ontstaat een zeer hoge CO₂ reductie voor Clementwijk. Financieel gezien is dit concept onder andere interessant doordat in België een zeer goede premie beschikbaar is voor levering van 'groene stroom'. Een belangrijk punt bij dit concept is dat er zeer veel ruimte nodig is voor het energiesysteem en opslag van hout.

4. Zonnestroom

Door middel van Photovoltaïsche panelen (PV) kan zonlicht worden omgezet in elektriciteit. PV panelen kunnen zowel kleinschalig als grootschalig op vrijwel elke open en lichte plek worden geplaatst.

De investeringskosten van PV zijn (nog) relatief hoog ten opzichte van de opgewekte elektriciteit. Doordat echter in België veel premie beschikbaar is voor levering van groene stroom is het een interessant concept voor Clementwijk. Plaatsing van PV op de daken is een van de opties voor Clementwijk.

5. Grootschalig wind

Een grootschalige windturbine kan een hele buurt met woonhuizen volledig CO₂ neutraal maken. Eén windturbine van 2 Mega Watt produceert genoeg groene stroom om 75 procent van de CO₂ uitstoot van heel Clementwijk te compenseren.

Deze windturbine kan echter niet op de locatie zelf worden geplaatst. Voor de plaatsing van grote windturbines worden zeer hoge eisen gesteld aan de beschikbaarheid en kwaliteit van wind en omgevingsfactoren. Voor de plaatsing van een grootschalige windmolen is een vergunning verplicht.

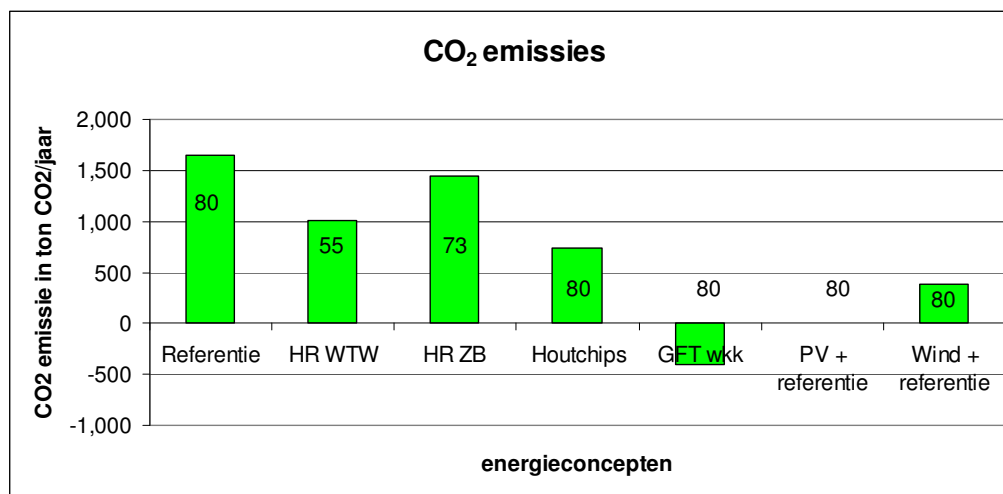
Door de hoge premie op geleverde groene stroom is een windturbine een interessante optie voor Clementwijk.

4.3 Resultaten onderzoek tweede selectie

In deze paragraaf worden de resultaten van het onderzoek naar de vijf interessante energieconcepten toegelicht. Hierbij is ter indicatie één extra concept met warmteterugwinning opgenomen. Dit concept is geen duurzaam energiesysteem zoals de andere concepten uit dit deel. WTW is opgenomen als apart concept omdat het een zeer aanzienlijke CO₂ emissiereductie veroorzaakt. Hiermee kan WTW beschouwd worden als een opzichzelfstaand energieconcept.

Onderstaand figuur geeft een indicatie van de CO₂ emissiereducties en E-peilen per concept. De waarden zijn indicatief omdat deze sterk afhankelijk zijn van de toegepaste energiebesparende maatregelen in de woningen.

De E-peilen voor de houtchips, GFT-WKK, PV en Wind zijn gelijk aan de referentiesituatie. Dit heeft te maken met manier waarop deze waarde berekend wordt in het rekenprogramma. De onderstaande beschrijving richt zich daarom alleen op CO₂ reductie.



Figuur 17

In de figuur is zichtbaar dat het warmte terugwinsysteem voor een aanzienlijke beperking van 40 procent CO₂ emissie zorgt. Een groot deel van de energievraag van een woning (en dus CO₂ emissie) bestaat uit warmtelevering.

De zonneboiler scoort het minst goed. De reden hiervoor is dat slechts een deel van het benodigde tapwater duurzaam wordt opgewekt. Dit in combinatie met het feit dat de tapwater vraag slechts een beperkt deel van de totale energievraag van een woning is zorgt voor een reductie van ruim tien procent.

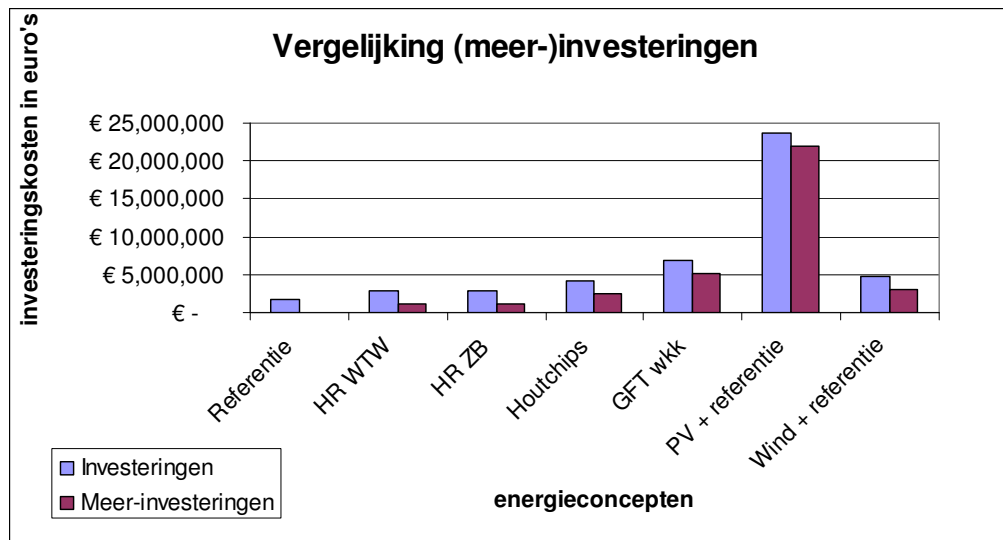
Indien gebruik gemaakt wordt van een houtketel dan wordt vrijwel alle warmte voor ruimteverwarming en tapwater duurzaam opgewekt. Hierdoor wordt meer dan 50 procent van de CO₂ emissie beperkt ten opzichte van de referentiesituatie.

Indien de GFT vergister WKK (GFT WKK) wordt gedimensioneerd op basis van de warmtevraag voor Clementwijk dan wordt meer CO₂ emissie gecompenseerd dan wordt uitgestoten voor de woningen. Vrijwel alle warmte wordt geleverd door de GFT WKK. Naast warmte wordt tevens elektriciteit opgewekt. Deze elektriciteit wordt niet geleverd aan de woningen maar direct aan het elektriciteitsnet. Doordat netto meer groene elektriciteit wordt geleverd dan door de woningen wordt verbruikt ontstaat een "negatieve" CO₂ emissie.

In de berekening naar PV is uitgegaan van volledige compensatie van CO₂ emissie voor het gebied. Dit houdt in dat op jaarbasis evenveel elektriciteit aan het net wordt geleverd als wordt gebruikt in de woningen. De CO₂ emissiereductie is derhalve precies 'nul' procent.

Een windturbine is net als bij PV ook (vrijwel) naar nul procent CO₂emissie dimensioneren. In het huidige onderzoek is uitgegaan van een twee Mega Watt windturbine. De geproduceerde elektriciteit wordt wederom aan het elektriciteitsnet geleverd. In totaal wordt gecompenseerd voor ongeveer 75 procent van de CO₂ uitstoot in Clementwijk.

Onderstaand is een vergelijking van de investeringskosten zichtbaar.



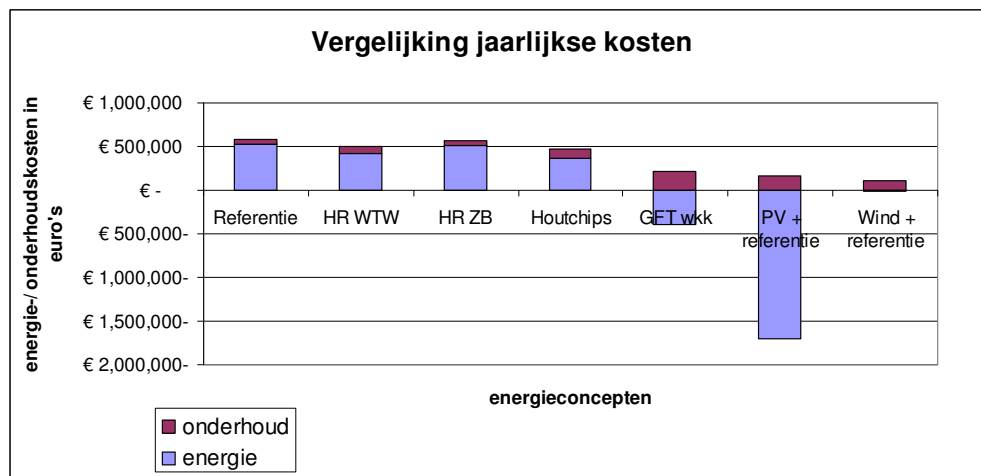
Figuur 18

Het eerste dat direct opvalt, is dat de investeringskosten van PV vele malen hoger zijn dan de rest van de concepten. In het onderzoek naar

PV is uitgegaan van 100 procent CO₂ emissiereductie. Indien dit percentage wordt teruggebracht naar 50 procent zijn de investeringskosten nog steeds twaalf miljoen euro en bijna twee keer zo duur als de GFT WKK.

Wat verder opvalt, is het verband tussen CO₂ emissiereductie en investeringskosten. Als per concept de CO₂ emissiereductie en investeringskosten worden vergeleken blijkt dat een grofweg omgekeerd lineair verband bestaat tussen deze twee factoren. Hoe lager de CO₂ emissie, des te hoger de investeringskosten.

Onderstaand zijn de exploitatiekosten van de diverse concepten met elkaar vergeleken.

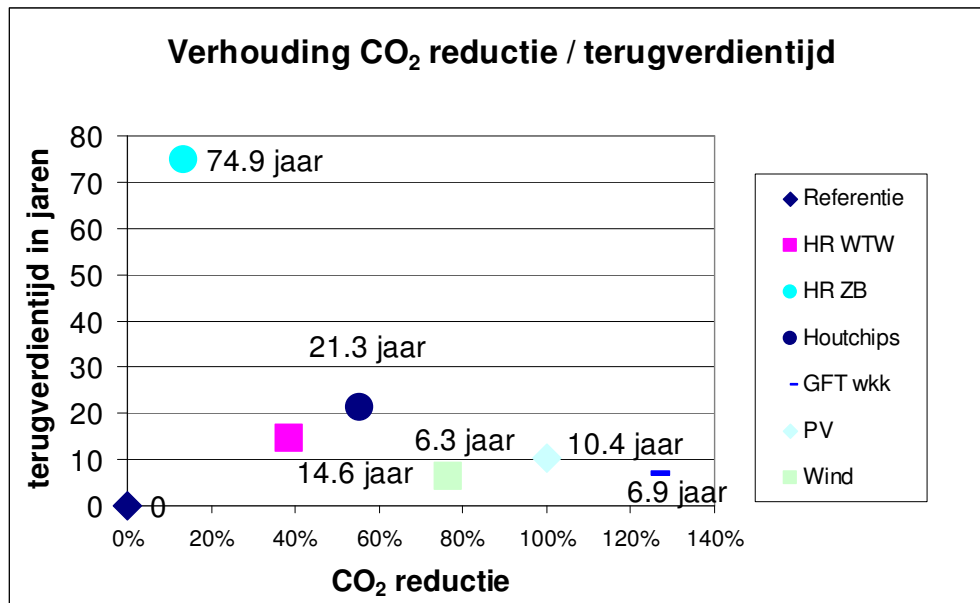


Figuur 19

Alle duurzame concepten hebben lagere exploitatiekosten ten opzichte van de referentiesituatie. Door de hoge premies in België voor levering van groene stroom komen de concepten waarbij groene stroom wordt geproduceerd het meest positief naar voren.

De GFT-WKK en het PV concept leveren per jaar een aanzienlijke winst op. In het geval van de windturbine worden de gemaakte kosten voor energie (warmte, tapwater en elektriciteit) volledig gecompenseerd door de opbrengsten door verkoop van de opgewekte groene stroom.

In de onderstaande figuur is de terugverdientijd per concept opgenomen. Deze terugverdientijd is berekend door de meerinvestering per concept ten opzichte van de referentiesituatie te delen door het verschil in jaarlijkse exploitatiekosten per concept ten opzichte van de referentiesituatie. In deze rekenmethode is geen rekening gehouden met de 'Netto Contante waarde' van investeringen, energieprijsstijgingen, her- investeringskosten of inflatiestijging. Deze rekenmethode biedt namelijk op dit niveau voldoende inzicht in de relatieve haalbaarheid van concepten.



Figuur 20

Wat als eerste opvalt, is dat de zonneboiler er als minst rendabel uitkomt. Het voordeel van het gratis opgewekte tapwater weegt beperkt op tegen de investeringskosten van de zonneboiler. De terugverdientijd kan worden verkort bij gebruik van grootschalige in plaats van individuele zonneboilersystemen. In dit geval gaat de terugverdientijd van het systeem richting de 50 jaar.

Een tweede belangrijk punt dat naar voren komt is dat de overige duurzame energiesystemen als redelijk tot zeer interessant naar voren komen met een terugverdientijd van 21 tot zes jaar.

De houtketel (houtchips) heeft een terugverdientijd van 21 jaar uitgaande van inkoop van houtchips tegen een marktconforme prijs. Indien deze houtchips gratis verkregen kunnen worden komt de terugverdientijd op tien jaar.

Het concept waarbij naast gebruik van een HR-ketel alleen een systeem wordt toegepast voor warmteterugwinning komt op een terugverdientijd van vijftien jaar. De WTW heeft hiermee de beste verhouding tussen terugverdientijd en investeringskosten van de onderzochte duurzame concepten.

Grootschalige plaatsing van PV panelen kan in tien jaar terugverdiend worden. Het grote nadeel van PV echter is de zeer hoge initiële investering van meer dan 20 miljoen euro die vereist is.

De GFT-WKK en windturbine hebben respectievelijk terugverdientijden van tien en zes jaar. In bijlage 1 is de financiële berekening van beide concepten opgenomen.

4.4 Conclusie duurzame energiesystemen

In deze paragraaf worden de belangrijkste resultaten van het onderzoek per concept kort samengevat. Tevens wordt ingegaan op de belangrijkste kwalitatieve overwegingen die van invloed zijn op het maken van een juiste keuze voor een van de concepten. Op basis van de belangrijkste overwegingen wordt een oordeel gevormd over de potentie van elk concept.

HR + WTW

Toepassing van een warmte terugwinsysteem per woning levert een CO₂ emissiereductie op van een kleine 40 procent. De extra investeringskosten ten opzichte van de referentiesituatie zijn het laagst van alle concepten met een terugverdientijd van vijftien jaar. Het is belangrijk dat de WTW systemen op juiste wijze geïnstalleerd en onderhouden worden. Het is raadzaam hiervoor gebruik te maken van een gespecialiseerd bedrijf. Verder wordt geadviseerd de bewoners voor te lichten over gebruik van het systeem.

Het gebruik van warmtewisselaars in de woningen van Clementwijk is een zeer interessante optie door de beperkte meerinvesteringen. Ook het feit dat de projectontwikkelaars en bewoners onderling geen afhankelijke relatie hebben is een positief aspect van het systeem. Het WTW systeem kan in combinatie met elk ander duurzaam concept worden toegepast.

Zonneboiler + HR-ketel

Het gebruik van een zonneboiler zorgt voor een CO₂ emissiereductie van twaalf procent. De terugverdientijd van het systeem zonder subsidie komt op 75 jaar.

Het gebruik van zonneboilers op de woningen van Clementwijk, voor opwekking van tapwater, is financieel gezien geen interessante optie. De terugverdientijd van het systeem is lang en de CO₂ emissiereductie relatief laag.

Doordat een ruime subsidie beschikbaar is voor particulieren is het systeem wel aantrekkelijk indien particulieren het systeem zelf aanschaffen. Een projectontwikkelaar kan hierop inspelen door bij de constructie van de woningen rekening te houden met de mogelijkheid van het plaatsen van een zonneboiler. Hierbij kan gedacht worden aan de mogelijkheid tot het juist oriënteren van het systeem gericht naar de zon en een korte aansluitlengte naar het tapwatersysteem.

Houtketel

Een houtgestookte ketel zorgt voor 55 procent CO₂ emissiereductie. Afhankelijk van de kosten voor houtchips (marktconform of gratis) komt de terugverdientijd op 21 of tien jaar. Op jaarbasis is 3500 ton houtchips nodig.

Een nadeel is dat houtchips niet prijsvast zijn. Hierdoor is het wenselijk de afnameprijs van houtchips voor een langere periode vast te zetten.

De emissie van rookgassen dient aan zeer strenge eisen te voldoen waardoor plaatsing nabij een woonwijk in principe voor geen (vergunnings-) problemen zorgen.

Voor het systeem is in totaal ongeveer 3000 m² ruimte nodig. De kosten hiervoor zijn niet meegenomen in de financiële berekening. Gemiddeld is anderhalve transportbeweging (vrachtwagen) per dag nodig.

Indien per jaar 3500 ton houtchips volledig of gedeeltelijk gratis beschikbaar kan komen voor Clementwijk dan is de houtketel financieel en CO₂ technisch gezien een interessante optie. In de nabijheid van de wijk zal voldoende ruimte beschikbaar moeten zijn voor de installatie. Tevens zal een warmtedistributienet langs de huizen aangelegd dienen te worden.

GFT-WKK

Met de GFT WKK kan Clementwijk CO₂ neutraal worden gemaakt (125 procent CO₂ emissiereductie). Het systeem is, ondanks de meerinvesteringskosten van vijf miljoen euro in zeven jaren terug te verdienen.

Gemiddeld dient 25.000 ton GFT per jaar beschikbaar te zijn.

De emissie van rookgassen dient aan zeer strenge eisen te voldoen waardoor plaatsing nabij een woonwijk in principe voor geen (vergunnings-) problemen zorgen.

Voor het systeem is in totaal ongeveer 6000 m² ruimte nodig. De kosten hiervoor zijn niet meegenomen in de financiële berekening. Gemiddeld zijn zeven transportbewegingen (vrachtwagen) per dag nodig.

Indien per jaar 25.000 ton GFT uit de omgeving van Sint Niklaas beschikbaar kan komen dan is de GFT WKK financieel en CO₂ technisch gezien een zeer interessante optie. In de nabijheid van de wijk zal voldoende ruimte beschikbaar moeten zijn voor de installatie. De vergistinginstallatie kan eventueel verder buiten de wijk geplaatst worden dan in het geval van de houtketel. Het biogas kan door middel van een pijpleiding naar de wijk worden getransporteerd.

Naast de Clementwijk zal het gas in een WKK worden verbrand. Indien nodig kan eveneens ander biogas of aardgas verbrandt worden. Door de wijk zal een warmtedistributienet langs de huizen aangelegd moeten worden. De opgewekte elektriciteit wordt geleverd aan het elektriciteitsnet.

PV + Referentie

Door toepassing van PV panelen is Clementwijk eveneens CO₂ neutraal te maken. De terugverdientijd van grootschalige PV is zeer interessant en zal komen op tien jaar. Een groot nadeel echter is de zeer hoge initiële investering van meer dan 20.000.000 euro. Indien particulieren PV zelf aanschaffen is meer subsidie beschikbaar waardoor dit interessanter is.

Voor plaatsing van de PV panelen is 30.000 m² vereist. Deze ruimtevraag is niet opgenomen in de investeringskosten. Het is technisch mogelijk (een deel van) de PV panelen op daken te plaatsen.

Grootschalige toepassing van zonnepanelen ter compensatie van de CO₂ emissie van Clementwijk is, ondanks een terugverdientijd van tien jaar, door de zeer hoge investeringskosten van meer dan 20 miljoen euro, geen interessante optie voor Clementwijk.

Indien naast de premie op productie van groene stroom tevens subsidie beschikbaar komt is grootschalige PV voor Clementwijk het overwegen waard.

Voor particulieren zijn op dit moment wel hoge premies beschikbaar waardoor het voor deze groep een interessante optie is. De projectontwikkelaars kunnen hierop inspelen door de woningen geschikt te maken voor plaatsing van PV op daken of integratie van PV in de daken. Een dergelijk systeem is in de wijk 'Vathorst' in Amersfoort in Nederland op grote schaal geïnstalleerd. Om een goed resultaat te behalen moeten de daken een zuid-oriëntatie +/- 20 graden of een platdak hebben.

Wind + Referentie

Plaatsing van een 2 Megawatt windmolen zorgt voor een CO₂ emissiecompensatie van 76 procent. Emissiecompensatie houdt in dat het systeem compenseert voor de CO₂ die uitgestoten wordt voor verwarming en het elektriciteitsgebruik van Clementwijk. Door de hoge premies op levering van Groene energie heeft de windturbine een terugverdientijd van zes jaar. Voor de plaatsing van een windturbine is een geschikte locatie en een vergunning vereist.

De korte terugverdiëntijd en de beperkte investeringskosten maken toepassing van een windturbine voor Clementwijk een interessante optie. Een nadeel van een apart van de wijk geplaatste windturbine is dat de energiekosten van de bewoners gekoppeld is aan de sterk stijgende prijs van fossiele brandstoffen. Een tweede hiermee samenhangend nadeel is dat de woningen geen verkoopbare meerwaarde hebben ten opzichte van conventionele woningen. Potentiële kopers wordt weinig stimulans geboden om mee te dragen in de meerinvesteringen.

Een oplossing voor deze problemen is de bewoners mede-eigenaar te laten zijn van de windmolen in een vereniging van eigenaren (b.v. Windpark De Locht in Kerkrade). Hierdoor dragen zij mee in de investeringskosten en in het jaarlijkse voordeel door verkoop van groene stroom. In het volgende hoofdstuk 'organisatievormen' wordt hier verder op ingegaan.

Organisatievormen

Voor realisatie en beheer van het energiesysteem zijn diverse organisatievormen denkbaar. De haalbaarheid van duurzame energiesystemen is in grote mate afhankelijk van de gekozen organisatievorm voor realisatie en exploitatie. Onderstaand staan drie mogelijkheden genoemd.

1. In eigen beheer:

Hierbij wordt het energiesysteem door de gebouweigenaar aangelegd en beheerd.

Voordelen

- Profiteren exploitatievoordeel
- Meer grip/ zeggenschap op de installatie

Nadelen

- Financiële risico's voor eigen rekening
- Eigen beheer en onderhoudsplicht van een onbekend systeem (dit is eventueel uit te besteden)

Deze organisatievorm kan goed worden toegepast bij energiesystemen (of delen hiervan) voor individuele gebruikers zoals met HR-ketels.

2. Eigen energiebedrijf of parkmanagement

Hierbij wordt het energiesysteem gerealiseerd door een door de gebruikers zelf opgezet energiebedrijf of Vereniging van Eigenaren voor (een deel van) Clementwijk.

Voordelen

- Profiteren exploitatievoordeel
- Lagere rendementseisen
- Keuzevrijheid energieleverancier

Nadeel

- Eigen beheer en onderhoud onbekend systeem, dit is ook uit te besteden waarbij het exploitatievoordeel afneemt

Deze organisatievorm kan goed worden toegepast bij collectieve (delen van) energie-systemen zoals de houtketel of de GFT vergister.

3. Uitbesteding

Hierbij wordt de realisatie en de exploitatie van het energiesysteem volledig uitbesteed aan een derde partij. Daarbij bestaat de mogelijkheid dat de installatie vanaf een bepaald moment in eigendom komt van de contractgever/opdrachtgever.

Voordelen

- Geen hoge voorfinanciering
- Veel werk uit handen genomen (beheer + onderhoud)
- Risico's liggen bij energiepartij

Nadeel

- Beperkt tot geen financieel voordeel voor bewoners

Deze organisatievorm kan eveneens goed worden toegepast bij collectieve (delen van) energiesystemen zoals de houtketel of de vergister.

Wijkbrede maatregelen

Om het energiegebruik van de wijk als geheel te beperken dienen bij de planning van een wijk kunnen naast de gebouwgebonden maatregelen en de energie-infrastructuur ook andere wijkbrede maatregelen meegenomen worden om het energieverbruik te verbeteren.

Openbare verlichting

Bij de keuze van een verlichtingssysteem van een wijk zijn verschillende aspecten zoals vormgeving, functionaliteit, energiekosten en onderhoudskosten van belang.

Geadviseerd wordt energie-efficiënte verlichtingen te installeren. Dit bespaart significant op energieverbruik en onderhoudskosten en reduceert lichthinder.



Figuur 21 Energie-efficiënte LED verlichting⁶

Een energie-efficiënte openbare verlichting kan de energiekosten tot 30 procent reduceren. Verder verhoogt zogenaamde 'vraaggestuurde' verlichting het comfort omdat de verlichting alleen wordt gebruikt als licht gewenst is. Het verlichtingsniveau wordt hiermee precies op de situatie en de eisen afgestemd. En goede en afgestemde verlichting geeft de bewoners een hoger veiligheidsgevoel en reduceert lichthinder. Ook is het is zeer belangrijk dat de armatuur het licht zo goed mogelijk naar de grond richt. Licht dat onnodig naar boven schijnt kan een bron van hinder voor mens en dier zijn.

⁶ www.philips.com



Figuur 22 Verschillende armaturen bij de straatverlichting⁷

Verkeer

Verkeer in de gebouwde omgeving is een zwaarwegend onderwerp. Het is belangrijk dat de voorwaarden voor duurzaam vervoer zoals openbaar vervoer goed beschikbaar zijn. Een goede “duurzame” infrastructuur zoals openbaar vervoer verhoogt de kans dat mensen ervan gebruik maken. Daardoor kan in veel gevallen zonder comfortverlies of met comfortverhoging afgestapt worden van een het gebruik van de auto. Bovendien maakt een goed aanbod (Openbaar Vervoer, Park & Ride) een nieuwe wijk aantrekkelijk.

Het aanbod kan worden gecomplementeerd door de realisatie van stadsdeelauto's (bv. cambio)⁸. Stadsdeelauto initiatieven moeten direct in de planning van een wijk worden mee genomen om ze zo aan een optimale plek te kunnen situeren (bv. centrale parkeerplaatsen) waardoor ze aantrekkelijker worden voor potentiële leden.

Educatieve installaties

Aan een duurzame wijk is niet altijd te zien hoe duurzaam deze is. Met educatieve elementen kan een missie naar buiten zichtbaar gemaakt worden. Het bewustzijn van de bewoners en bezoekers wordt hiermee vergroot. Deze projecten zijn tevens een “veroorzaker/versneller” van duurzame maatregelen.

Een goed voorbeeldproject is de energy balance square in Heerlen. Hier zijn PV elementen tussen de straat tegels geplaatst. De zon valt op de cellen en produceert stroom waarmee luchtballen in een glazen kolom opstijgen. Als iemand op de PV cellen staat valt geen zon meer op de cel waardoor minder stroom wordt produceert en de luchtballen niet meer opstijgen. Op deze manier kunnen kinderen spelenderwijs leren.

⁷ www.platformlichthinder.nl

⁸ www.cambio.de



Figuur 23 Energy balance square in Heerlen

Kleinschalige of 'Urban windturbines' zijn eveneens een zeer goede en herkenbare mogelijkheid duurzaamheid uit te dragen.



Figuur 24 Voorbeeld van een Urban Turbine

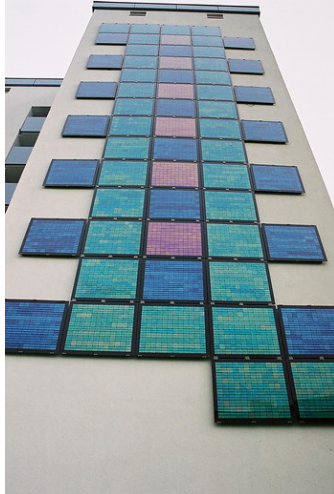
Campagnes voor de bewustwording van bewoners

Door gedragsverandering van bewoners zijn enorme energiereducties te bereiken. Zo zijn aan de ene kant algemene informatieverbreiding over energieverwante thema's een optie (bv. lezingen: Wat is een passiefhuis? Hoe is thuis of op het werk energie te besparen. Aan de andere kant zijn individuele aanbiedingen zoals een gratis energiescan een mogelijkheid het gedrag van bewoners te veranderen.

Sociale aspecten

Vanwege sociale aspecten is een goed gemengde wijk waar iedere generatie leeft met mensen uit verschillende culturen en verschillende sociale niveaus gewenst. Door een divers aanbod qua grootte van de woning, prijsniveau en een aanpassingen aan verschillende eisen (gehandicapte, kinderwagen, etc.) kan dit doel worden bereikt. Tevens is het belangrijk dat de bewoners zich identificeren met hun wijk. Daardoor kan vandalisme worden verlaagd.

Een mooi voorbeeldproject is de renovatie van een wijk in Keulen, Duitsland. De renovatie met omzetting van energie-efficiënte maatregelen heeft de wijk een nieuw imago gegeven. Voorheen was de wijk geen goed woongebied met een hoog aandeel leegstand. Na de renovatie was het imago duidelijk verbeterd. De bewoners blijken trots om in een energiezuinige wijk te wonen. De gekleurde PV-installatie is een symbool voor het hele gebied geworden. Door de renovatie is het hele gebied opgewaardeerd.



Figuur 25 Voorbeeld of een gekleurd PV-systeem in the facade

Conclusie

In de energievisie is onderzocht welke energiebesparende maatregelen en duurzame energiesystemen toepasbaar zijn voor de nieuw te bouwen woningen in Clementwijk zodat wordt voldaan aan de ambities en wensen van alle betrokken partijen.

De betrokken partijen hebben geen gemeenschappelijk ambitieniveau ten aanzien van duurzaamheid hebben en zijn elk in meer of mindere mate beperkt zijn door regelgeving en financiële middelen. Het resultaat van het onderzoek is derhalve een uitgebreid overzicht van de interessante maatregelen en energiesystemen. Met behulp van dit overzicht kunnen de diverse partijen, binnen hun eigen bewegingsruimte en ambitieniveau, individuele keuzes maken op het vlak van energiebesparende maatregelen en duurzame energiesystemen. Hierbij is het eveneens mogelijk dat gekozen wordt voor een collectief energiesysteem voor Clementwijk.

Energiebesparende maatregelen

De energievraag van een gebouw kan door energiebesparende maatregelen enorm worden gereduceerd. Als gevolg daarvan worden de CO₂ emissies en de maandelijkse energiekosten beperkt ten opzichte van de referentiesituatie. Als referentiesituatie geldt een woning met E-peil 80.

Er zijn drie categorieën maatregelen onderscheiden. De eerste categorie bevat maatregelen die de energievraag door een slim ontwerp reduceren. Typisch voor deze maatregelen is dat ze geen meerkosten vereisen. Deze maatregelen dienen altijd, voor zover mogelijk toegepast te worden. De volgende maatregelen vallen hieronder:

- Oriëntatie naar het zuiden;
- Groot raamaandeel naar het zuiden, beperkt raamaandeel naar het noorden;
- Compacte gebouwen.

In de tweede categorie vallen maatregelen die geen of zeer beperkte meerkosten veroorzaken. Geadviseerd wordt de volgende maatregelen in ieder geval mee te nemen.

- Waterpomp radiatorsysteem met elektronische regeling;
- Waterzijdig inregelen verwarmingssysteem.

In de laatste categorie vallen maatregelen met hogere meerinvesteringskosten maar interessante terugverdientijden door een sterke reductie van energievraag. Dit zijn vooral bouwkundige maatregelen die, indien tijdens de bouw doorgevoerd, beperkte meerkosten hebben. In deze categorie vallen volgende maatregelen:

- Balansventilatie met warmteterugwinning;
- Isolatie van de gebouwen op een minimum van K27;
- Vermijden van koudebruggen;
- Verbeterde luchtdichtheid van gebouwen (beperkte infiltratie).

Enkele bouwkundige maatregelen zijn op een later tijdstip goed te installeren. Deze maatregelen zijn zeer effectief maar kunnen ook nog later worden omgezet.

- Vaste zonwering.

Passiefhuis

Een passiefhuis moet apart van alle systemen worden bekeken. De energievraag wordt beperkt tot ongeveer een vierde van de recente nieuwbouw. De meerinvesteringskosten is bij vergelijkbare projecten vijf tot vijftien procent. Deze meerkosten zijn afhankelijk van verschillende factoren zoals kwaliteitsniveau, grootte van de woning, aantal woningen, ontwerp etc.

Omdat de energievraag zeer laag is, is toepassing van een grootschalig collectief energiesysteem niet tot weinig interessant. De terugverdientijd van een passief huis komt uit rond de 20 jaar.

Duurzame energiesystemen

Door het plaatsen van een GFT vergister in combinatie met een WKK kan Clementwijk, zonder enige energiebesparende maatregelen in de woningen, CO₂ neutraal gemaakt worden. Het concept zorgt voor een CO₂ emissiereductie van 125 procent bij een terugverdientijd van zeven jaar.

De belangrijkste randvoorwaarden om dit concept toe te kunnen passen zijn dat 6000 m² voor de installatie in de buurt van de wijk beschikbaar kan komen en dat op jaarbasis 25.000 ton GFT uit de omgeving beschikbaar is.

Het gebruik van een houtketel voor verwarming van Clementwijk is tevens een goede optie. Het concept zorgt voor een CO₂ emissiereductie van 55 procent met een terugverdientijd van 21 tot tien jaar, afhankelijk van de benodigde hoeveelheid hout die gratis verkregen kan worden (in totaal 3.500 ton op jaarbasis). Een belangrijke voorwaarde om het concept te kunnen toepassen is de beschikbaarheid van 3.000 m² ruimte nabij de Clementwijk.

Als organisatievorm voor de GFT-WKK en de houtketel raden wij aan de ontwikkeling en het beheer uit te besteden aan een externe partij. Hierdoor komen de financiële belasting en risico's voor rekening van een externe partij. Een tweede reden om te kiezen voor uitbesteding is dat de partijen in de projectgroep van Clementwijk allen weinig ervaring met duurzame energiesystemen hebben.

Het plaatsen van een standalone windturbine buiten de wijk ter compensatie van vrijwel alle CO₂ uitstoot van Clementwijk is financieel gezien een goede optie. Een mogelijk nadeel van een windmolen kan gezien worden in het feit dat deze de CO₂ emissie van de wijk niet voorkomt maar compenseert.

Om dit project gefinancierd te krijgen door de kopers van woningen dienen deze mede-eigenaar te worden van de windmolen. Door een Vereniging van Eigenaren op te richten kunnen de kopers meedelen in de investeringskosten en het jaarlijkse voordeel door verkoop van groene stroom.

Een belangrijk aspect ten aanzien van de haalbaarheid van alle concepten is de mate waarin premies en subsidies beschikbaar zijn. Op het moment dat de definitieve keuze voor een bepaald concept en organisatievorm is gemaakt dient men zich er zeker van te stellen dat de aangenomen subsidie en/of premie (nog) beschikbaar is voor het project. Wij raden aan hierover in contact te treden met een subsidieadviseur.

Indien de voorkeur uitgaat naar een collectief duurzaam energiesysteem is het belangrijk dat alle partijen op één lijn zitten met elkaar.

Aanbevelingen

Onderstaand is een korte lijst opgenomen waarin staat omschreven welke vervolgstappen worden aangeraden om tot een goed en duurzaam resultaat voor Clementwijk te komen.

Aan allen:

- Bepalen individuele en/of gezamenlijke ambitie CO₂ en/of E-peil
- Bepalen energiebesparende maatregelen per woning
- Eventuele collectieve aanschaf energiebesparende maatregelen
- Houding partijen t.a.v. GFT vergister, houtketel en windturbine bepalen
- Houding partijen t.a.v. organisatievormen bepalen
- Beschikbaarheid GFT + mogelijkheid plaatsing GFT vergister in nabijheid onderzoeken
- Beschikbaarheid (gratis) houtchips + mogelijkheid plaatsing houtketel in nabijheid onderzoeken

Gemeente:

- Coördineren en faciliteren en aansturen van het overleg tussen alle betrokken partijen
- Inzichtelijk maken van de (combinaties van) subsidies per partij en organisatievorm die op dat moment gelden, plus eventueel oprekken van regelingen voor bijvoorbeeld collectief voordeel voor particulieren.
- Informatiepakket maken voor bewoners over mogelijkheden subsidie PV en ZB

Ontwikkelaars:

- Rekening houden in woningen voor plaatsing van PV en Zonneboilers

Ecofys heeft ruime ervaring en kennis opgebouwd in het uitvoeren van de benodigde vervolgstappen om te komen tot realisatie en beheer van duurzame wijken met GFT vergister en houtketel en het plaatsen van windturbines in België. Indien gewenst kunnen wij u ondersteunen in elke fase van het vervolgtraject.

Bijlagen

Bijlage 1. Vergelijking kosten per concept

Referentiesituatie	
Investeringskosten *	
Kosten c.v. en toebehoren:	1.346.720 euro
Kosten aardgas aansluiting:	442.016 euro
	<u>1.788.736 euro</u>
Jaarlijkse Energiekosten	
kosten RW:	298.563 euro
kosten TVW:	40.346 euro
Elektriciteit hulp/ventilatie:	105.084 euro
Vastrecht aardgas:	84.317 euro
	<u>528.311 euro</u>
Jaarlijkse Onderhoudskosten	
Ketels:	53.869 euro
	<u>53.869 euro</u>
Totaal exploitatiekosten	582.179 euro

Houtchips	
Investeringskosten *	
Houtketel (1.932 kWh):	605.502 euro
Aardgas aansluiting:	3.496 euro
Warmteditributienet (7000m) + afleversets woningen	3.072.800 euro
Gasgestookte ketels (7500 kWh):	562.780 euro
	<u>Totaal: 4.244.578 euro</u>
Meerinvestering t.o.v. referentiesituatie	2.455.842 euro
Jaarlijkse Energiekosten	
Elektriciteit hulp/ventilatie:	105.084 euro
Aardgaskosten:	126.911 euro
Vastrecht aardgas:	1.000 euro
Biomassakosten:	125.669 euro
	<u>Totaal: 358.663 euro</u>
Jaarlijkse Onderhoudskosten	
Houtketel:	46.731 euro
Warmteditributienet (7000m) + afleversets woningen	61.456 euro
	<u>Totaal: 108.187 euro</u>
Exploitatievoordeel t.o.v. referentiesituatie	115.329 euro
Terugverdientijd t.o.v. referentie (eenvoudig) *	21 jaar

Wind	
Investeringskosten *	
Totale kosten van de referentiesituatie	1.788.736 euro
Windturbines (2,6 MW)	3.000.000 euro
	<u>Totaal: 4.788.736 euro</u>
Meerinvestering t.o.v. referentiesituatie	3.000.000 euro
Jaarlijkse energiekosten	
Totale energiekosten referentiesituatie	528.311 euro
Opbrengst verkoop elektriciteit	-537.204 euro
	<u>Totaal: -8.894 euro</u>
Jaarlijkse Onderhoudskosten	
Totale onderhoudskosten referentiesituatie	53.869 euro
Windturbines	60.000 euro
	<u>Totaal: 113.869 euro</u>
Exploitatievoordeel t.o.v. referentiesituatie	477.204 euro
Terugverdientijd t.o.v. referentie (eenvoudig)	6 jaar

*1 Alleen variabele kosten zijn opgenomen in de berekeningen. Dit houdt in dat kosten die gelijk zijn en blijven voor alle concepten niet zijn meegenomen.

*2 T.v.t. wordt 10 jaar indien Biomassa gratis verkrijgbaar

Bijlage 2. Vervolgstappen Clementwijk

De gemeente heeft een belangrijke rol in het vergroten van de kans op verwezenlijking van de ambities ten aanzien van CO₂-emissiereductie van Clementwijk.

De gemeente heeft de mogelijkheid actief te sturen in de keuzes die gemaakt worden. Zo is het onder andere mogelijk, voorwaarden te verbinden aan de uitgifte van grond en mee te delen in de financiële consequenties van de keuze voor het energiesysteem. Hierbij kan gedacht worden aan een regeling waarbij de gemeente een deel van de investeringskosten op zich neemt en de gemeente meedeelt in het exploitatievoordeel. Ook is het mogelijk dat de gemeente aanbiedt eventuele risico's (gedeeltelijk) op zich te nemen.

In de eerste plaats dient de gemeente het initiatief te nemen in de dialoog met, en stimulering van, de betrokken partijen. Reeds in vroeg stadium van de planvorming dient rekening gehouden te worden met de aanleg van collectieve systemen en voorzieningen.

Om tot concrete realisatie te komen van een duurzaam energiesysteem worden de volgende (algemene) vervolgstappen onderscheiden:

1. Gemeente dient intern op één lijn te komen betreffende de voorkeur voor één of meerdere energieconcepten met onderbouwing en uitwerking waarmee de betrokken partijen benaderd kunnen worden.
2. Voorkeurskeuze maken voor aanleg van het type infrastructuur (gas, warmte, elektra).
3. Overleg met betrokken partijen, waaronder projectontwikkelaars en toekomstige gebruikers, over de energievoorziening voor Clementwijk.

Het doel hiervan is driedelig:

- informeren over de mogelijkheden van energiebesparing,
 - verkrijgen van draagvlak voor toepassing van een duurzaam energieconcept,
 - wegnemen van eventuele vragen.
4. Komen tot overeenstemming van mening met de betrokken partijen over de keuze voor een energieconcept met een bepaalde organisatievorm en infrastructuur.
 5. Afspraken/convenanten sluiten met projectontwikkelaars over energie ambities en het toe te passen energiesysteem.

Voor Clementwijk is ten aanzien van de bovenstaande lijst inmiddels een zeer goede en tijdige start gemaakt. Op het moment van schrijven van dit rapport bevindt de projectgroep zich in de vierde stap. Hierin zal nadruk kunnen liggen op het organisatorische aspect waaronder de

manier van ontwikkeling, exploitatie en beheer van het collectieve energiesysteem.

De keuze voor een financiering- en organisatievorm is een belangrijke factor. De keuze van de organisatievorm is, naast een keuze voor een financieringsvorm, ook van invloed op technische aspecten van het project. Bijvoorbeeld; afhankelijk van de organisatievorm dient er vrije toegang te zijn voor externe partijen tot de technische ruimten.

Op het moment dat een keuze is gemaakt voor een bepaalde organisatievorm kan gestart worden met de daadwerkelijke ontwikkeling van het energiesysteem. In de volgende paragraaf zijn de vervolgstappen weergegeven die bij de keuze van 'Outsourcing' en 'Vereniging van Eigenaren' horen.

Ecofys en Econcern (de moedermaatschappij) hebben veel ervaring op dit vlak en kunnen desgewenst bijstaan in de uitvoering van de vervolgstappen.

2.1 Vervolgstappen bij outsourcing

De stappen die gezet moeten worden zijn:

Vaststellen procedure

De allereerste stap in het selectieproces is het vaststellen volgens welke procedure dit proces moet verlopen.

Er zijn hiervoor een tweetal mogelijkheden, te weten:

- Benaderen van een energiebedrijf of installatiebedrijf;
- (Onderhandse) aanbesteding van warmtelevering.

Uit concurrentie overweging verdient het de aanbeveling om in ieder geval het beoogde energieconcept in concurrentie aan te laten bieden.

Onder meer vanuit oogpunt van kennis van de lokale omstandigheden en Belgische wetgeving is het wenselijk dat, ten aanzien van korte communicatielijnen en coördinatie van onderhoud een energiepartner die al actief is in België de voorkeur dient. Bij de keuze van de procedure en bij het opstellen van selectiecriteria dient hier rekening mee gehouden te worden. In de praktijk wordt veelal voor meervoudig onderhandse aanbesteding gekozen.

Het onderhands aanbesteden als procedure is al in vele gevallen succesvol uitgevoerd.

Vorbereiden tenderdocumenten

Alle uitgangspunten en randvoorwaarden worden vertaald in een concreet tenderdocument met een programma van eisen. Op basis van

dit document kunnen potentiële energiepartners een aanbidding doen.
In het tenderdocument komen onder meer aan de orde:

- Vraagstelling;
- Beschrijving project inclusief fasering;
- Eisen en randvoorwaarden;
- Energievragen;
- Niet meer dan anders principe;
- Uitgangspunten;
- Contractvoorwaarden.

Daarnaast wordt de gunningprocedure beschreven met bijbehorende planning, criteria en weegfactoren. Dit document wordt opgestuurd naar de partijen die worden uitgenodigd voor het maken van een aanbidding.

Aanschrijven marktpartijen en voorlichtingsbijeenkomst

In overleg met de betrokken partijen wordt een shortlist opgesteld met potentiële marktpartijen die kunnen worden uitgenodigd voor het opstellen van een aanbidding.

De geselecteerde marktpartijen worden uitgenodigd een aanbidding op te stellen aan de hand van het tenderdocument. Aansluitend wordt een voorlichtingsbijeenkomst georganiseerd om de betrokkenheid en het draagvlak bij de aanbiddende partijen te vergroten.

Go-no/go beslissing

Op basis van de aanbiddingen die door de aangeschreven markt-partijen zijn ingediend, wordt een go-no/go beslissing genomen.

Beoordelen aanbiddingen en selectie energiepartner

Op basis van de vooraf vastgestelde selectiecriteria wordt een keuze gemaakt uit de diverse aanbiddingen die ontvangen zijn.

Realiseren energieplan

Na het ondertekenen van een intentieverklaring wordt de gekozen energiepartner een bepaalde periode gegeven om een ondernemings- en investeringsplan uit te werken en de engineering te doen van het concept.

Na een positieve uitwerking van de onderhandelingen kan een feitelijke samenwerkingsovereenkomst worden getekend waarbij de gunning geregeld wordt. De energiepartner kan hierna beginnen met de realisatie. Na de realisatie begint de beheerfase door de energiepartner.

De totale periode die nodig is, bedraagt ongeveer zeven maanden voordat de energiepartner tot realisatie kan overgaan.

2.2 Vervolgstappen bij Vereniging van Eigenaren

De stappen die gezet moeten worden zijn:

1) Opstellen businesscase

Door de ontwikkelaar dient een businesscase te worden opgesteld. Onderwerpen die hierin zeker verwerkt moeten worden zijn:

- Dimensioneren;
- Verkenning financiering;
- Opvragen offertes;
- Gedetailleerde economische berekeningen;
- Te hanteren energietarieven;
- Risico analyses.

2) Go-no/go beslissing

3) Opzetten vereniging van eigenaren

Indien uit de businesscase blijkt dat het energieconcept haalbaar is, dan kan de vereniging van eigenaren voor het energieconcept worden opgericht.

4) Realiseren energieconcept

In opdracht van de vereniging van eigenaren wordt het energieconcept gerealiseerd.

5) Beheerfase

Door de vereniging van eigenaren, of door een ingehuurde partij, wordt zorg gedragen voor het onderhoud en goed functioneren van het energieconcept. De vereniging van eigenaren is ook verantwoordelijk voor het meten van de afgenomen energiehoeveelheden en de administratieve afhandelingen van de energierekeningen.