

Duurzame renovatie bij Vernieuwend Wonen Maastricht

100% ZON

31 januari 2009

Inhoud

1	Inleiding / samenvatting	2
2	Startpunt	3
-	doelstelling	
-	beoordeling	
3	Huidige toestand en verbruik	3
-	Algemene beschouwing	
-	Huidige energieverbruik	
4	Besparen op ruimteverwarming	5
-	Bouwkundig	5
-	Duurzaam	9
5	Warmtapwater	12
6	Elektriciteitsverbruik	14
-	besparingen	14
-	duurzaam	15
7	De school en de woningen van Domimium	16
8	Conclusie	17
Bijlage	Uitgangspunten	18

contact: Vernieuwend Wonen Maastricht
Bert Dieriks
043 3618629

auteur ir. E.G. Israëls
BOOM S/I
015-2123626

1 Inleiding / Samenvatting

De installaties in de 80 woningen van Vernieuwend Wonen Maastricht (VWM) zijn in 2010 twintig jaar oud en technisch gezien aan vervanging toe. Hiervoor zijn reserveringen gemaakt. VWM heeft de ambitie om bij deze vernieuwing ook een zeer grote verduurzaming door te voeren.

Dit rapport gaat over het advies voor het project met 80 woningen, een aantal gemeenschappelijke ruimtes en een aantal bedrijfsruimtes (o.a. een café-restaurant). Met een schuin oog is ook gekeken naar de naast het project liggende basisschool (vrije school), kinderopvang en het appartementencomplex Dominium (ca. 100 woningen van een woningbouwvereniging). In eerste instantie kijken we echter naar het VWM-project. Het project heeft nu per cluster van ca. 7 woningen, een collectieve VR-ketel en een zonneboiler voor het warmtapwater. 7 eengezinswoningen hebben een individuele combiketel.

In de haalbaarheidsstudie van 10 november 2008 is naast wat minimaal nodig is ter vervanging van de afgeschreven installaties, aandacht gegeven aan zaken als uitbreiding zonnecollectoren, seizoensopslag van warmte, PV-cellen, gebouwgebonden windmolens. Maar ook aan maatregelen die per cluster of woning (zeer hoog rendementsglas, een warmtepomp(boiler), gelijkstroomventilatoren) overwogen kunnen worden. Elke maatregel is beschreven met een opgave van de uitvoeringsaspecten, de verwachte energiebesparing en de kosten.

We zochten naar oplossingen die innovatief zijn doch niet met grote risico's. Het totaal pakket van maatregelen dient zich op de een of andere wijze terug te verdienen, hetzij met subsidies of financiering uit onderzoeksgelden of een dergelijke meerwaarde te hebben dat deze de ledenvergadering kan overtuigen om hier in te financieren.

Na rijp beraad heeft de Algemene Leden Vergadering van Vernieuwend Wonen Maastricht besloten om nader te onderzoeken of het te realiseren is om binnen VWM voor 100% van de zon te leven. Kan het technisch, kan het financieel.

Bij een positieve uitkomst van dit onderzoek zal de Algemene Leden Vergadering nog akkoord moeten geven voor de uitvoering van de plannen.

Dit rapport is een samenvatting van het oorspronkelijke rapport d.d. 10 november 2008. We hebben in deze versie alleen de maatregelen opgenomen die nodig zijn om voor 100% van de zon te leven.

2 Startpunt

doelstelling

Een zo groot mogelijke verduurzaming van het energieverbruik tegen aanvaardbare kosten.

Beoordeling

Bij de beoordeling van de haalbaarheid is vooral gelet op de terugverdientijd van het complete pakket aan maatregelen. Daarin zitten maatregelen met een korte of zelfs negatieve terugverdientijd, die andere, kostbaarder maatregelen compenseren. Op deze manier wordt de maximale energiebesparing gerealiseerd tegen aanvaardbare kosten. Het gaat er immers niet om winst te maken met energiebesparing.

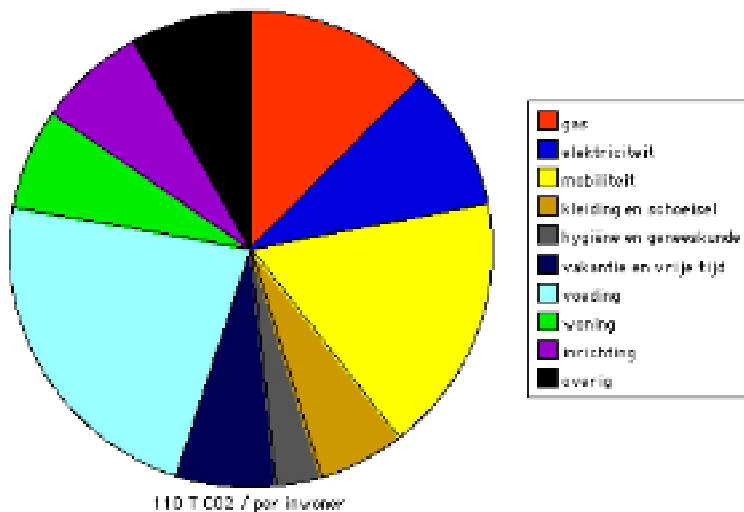
Ik heb een schatting gemaakt van de tijd die nodig is om elke maatregel uit te voeren. Daarbij maak ik waar nuttig onderscheid in de tijd om te beslissen, geld te verzamelen (subsidies!) procedures (vergunningen) en de echte bouwtijd of tijd om de maatregel volledig door te voeren.

Ook de slaagkans is ingeschat met een onderscheid tussen de techniek, de financiën en de procedures en vergunningen. Een haalbaarheid onder de 100 % betekent dat er in de voorbereiding nog aan gewerkt moet worden om dat naar 100 % te krijgen. Lukt dat niet, dan voer je die maatregel dus niet uit.

3 Huidige toestand en verbruik

Algemene beschouwing

Onderstaand taart diagram geeft een indruk wat de klimaatverandering veroorzaakt wanneer we die betrekken op één inwoner.



Breukgasemissie door directe en indirecte consumptie in 2004. Bron Milieubalans 2006.

Vanuit het collectief Vernieuwend wonen Maastricht zijn niet alle posten in bovenstaand overzicht in gelijke mate te beïnvloeden. Kleding, voeding en woninginrichting zijn bijvoorbeeld persoonlijke beslissingen.

Het project beperkt zich daarom tot.

- ruimteverwarming (grootste deel van "gas")
- tapwaterverwarming (ook deel van "gas")
- elektriciteitsverbruik

Huidige verbruik ruimteverwarming

Uit vroegere metingen is het gasverbruik voor tapwater bepaald. Met de bekende gasmeterstanden resteert na aftrek van het verbruik voor warmtapwater het verbruik voor verwarming. Dit is 85.000 m³ gas.

De gebouweigenschappen zijn:

- Warmteweerstand dichte delen (ook de begane grondvloer): 2,5
- U-kozijn met dubbelglas 2,9
- VR -ketels
- Toevoer van ventilatielucht met klepraampjes, afvoer door afzuiging in keukens badkamers en toilet met een ventilatie box per woning.

Huidige verbruik warmtapwater

Uit de vroegere metingen aan de zonneboilers is het gebruik van warmtapwater bekend. Na aftrek van de bijdrage van de zonneboilers resteert de vraag die door de ketels wordt aangevuld. Daar komt het verlies van de circulatiesystemen bij. Dat is ook bekend uit vroeger onderzoek van Leo Gommans. Het gasverbruik voor tapwaterverwarming dat hieruit volgt is 8.500 m³ gas.

De warmtapwaterinstallatie per cluster bestaat uit een "hottop" boiler waarvan het onderste deel wordt verwarmd door de zonnecollector en het bovenste deel door de VR-cv-ketel. Om de schakelverliezen te beperken van deze zware ketel, is de regeling zo gemaakt dat hij maar af en toe de boiler kan verwarmen. Om niet te lang op warmwater te hoeven wachten is er een circulatiesysteem. De pomp hiervan wordt met een klok geschakeld om de verliezen van het systeem te beperken. Dat is indertijd goed gelukt, de verliezen waren vergeleken met andere projecten laag. De indruk bestaat dat de instelling van de klokken nu niet meer optimaal is en dat het verbruik van het systeem daardoor hoger is dan de genoemde 8500 m³ gas. Hoeveel meer is op dit moment niet eenvoudig te bepalen. Ik ga uit van een verbruik van 10.000 m³ gas.

Huidige verbruik elektriciteit.

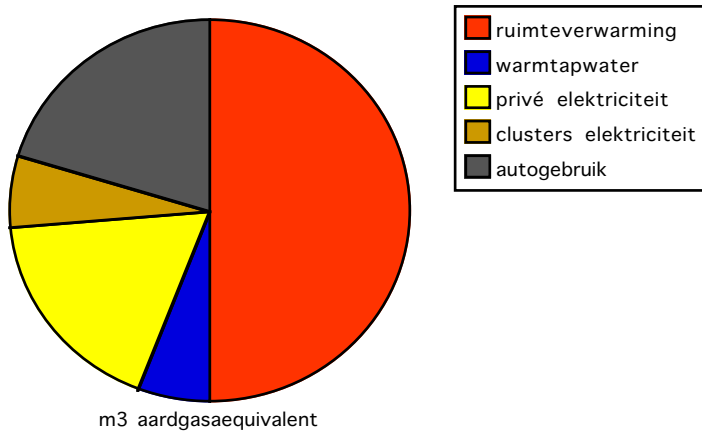
Er is een privé gebruik en een collectief verbruik per cluster voor de collectieve ruimten en de pompen van cv, tapwater en zonneboilers. Ook een aantal bedrijfsruimten verbruiken stroom via een collectieve meter.

Het privé verbruik is bekend van clusters De Bron, Mandala en twee woningen van Aquilino. Ik heb dit verbruik ook voor alle andere woningen aangehouden. Het is totaal 127.000 kWh voor heel VWM.

Het collectieve verbruik is bekend uit de opgegeven meterstanden van de meeste clusters. Het is 43.000 kWh waarvan bijna een kwart door de pottenbakkersoven in een atelier.

Om het elektriciteitsverbruik te kunnen vergelijken met het andere energieverbruik kan het omgerekend worden naar de hoeveelheid aardgas die nodig zou zijn om die elektriciteit te maken: aardgas-aequivalenten

Het totale elektriciteitsverbruik bedraagt 170.000 kWh of 40.000 m³ aardgas-aequivalent.



Huidige verbruik: totaal overzicht

We willen het verbruik van fossiele energie voor ruimte- en tapwaterverwarming en voor elektriciteitsverbruik tot nul terugbrengen. Daarbij kijken we eerst naar mogelijkheden van besparing en vervolgens naar de toepassing van zonne-energie.

4 Besparen op ruimteverwarming

De maatregelen zijn genummerd. We hebben de nummering van het oude rapport aangehouden. Daarom slaan we hier soms een paar nummers over!

2 Bemetering

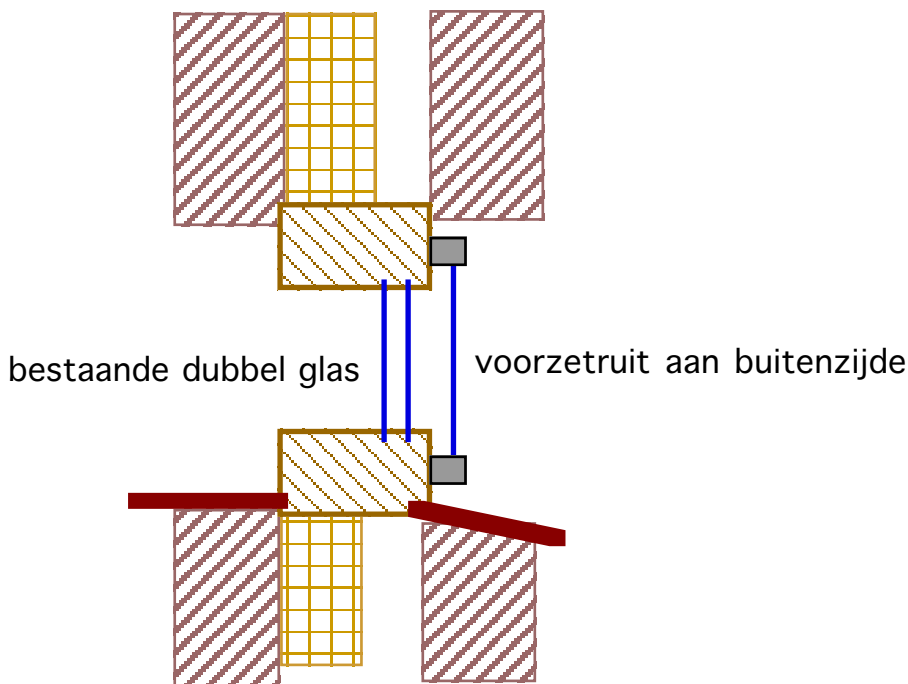
VWM heeft nu een ingenieus systeem om te registreren hoeveel warmte elke woning gebruikt. De werking van dit systeem is echter niet voor iedereen duidelijk en daardoor is het vertrouwen in een eerlijke verdeling van de kosten zoek. Tegenwoordig kosten warmtemeters niet zoveel als indertijd bij de bouw. Het is daarom verstandig dat die nu ingebouwd gaan worden. Doordat iedereen echt betaalt wat hij of zij verbruikt, wordt er bewuster verwarmd. We zien dat nu al bij Aquilino. Die woningen gebruiken per stuk minder dan de woningen in de andere clusters. Op grond van ervaring bij verschillende flatcomplexen over heel Nederland, mag een besparing van 10 % tot 15 %. De hinder voor de bewoners is beperkt. het aanbrengen van een meter kost niet meer dan een halve dag.

besparing	7.000 m ³ gas	kosten	€ 38.000,-	
TIJD:	besluiten	geld en subsidie	vergunningen e.d.	bouwen
maanden	4	1	n.v.t.	6
HAALBAAR:	Technisch	financieel	procedures & vergunningen	
	100%	80%	100 %	

Bouwkundig is er een boel te verbeteren.

4 HR voorzetruit

Door aan de buitenzijde voorzetramen te plaatsen voorzien van speciaal spectraal selectief glas (Pilkington K-glas), kan het bestaande glas blijven zitten. Door de plaatsing aan de buitenzijde beschermen we het schilderwerk. Dat gaat dus langer mee. Ook voorkomen we zo condens.



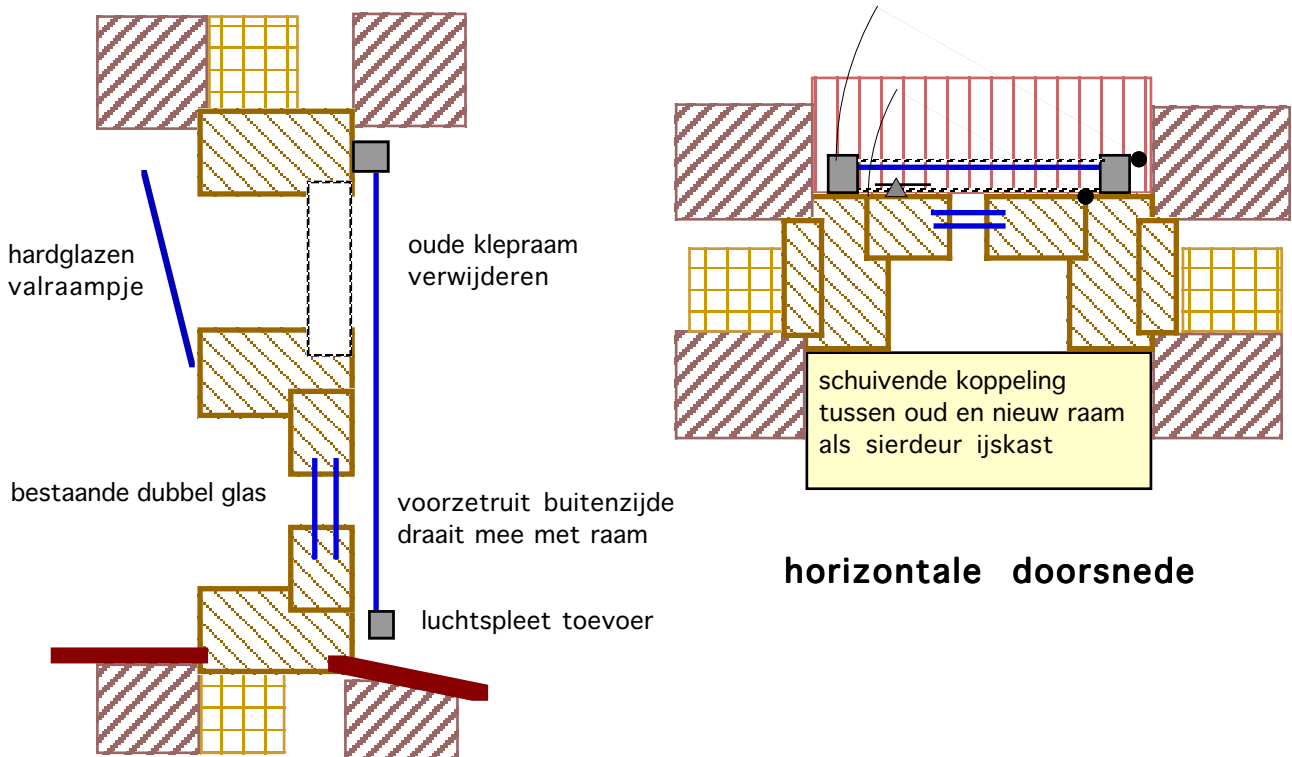
Op de balkons komt een voorzet-deur die de bestaande deur volledig afdekt en mee beweegt met de bestaande deur. Doordat alle werkzaamheden aan de buitenzijde plaats vinden, hebben de

bewoners vrijwel geen overlast. We krijgen dan drie lagen glas en een betere isolatiewaarde dan het HR++ glas. Daardoor komt de besparing 5000 m³ gas hoger uit. De kosten liggen iets lager omdat er minder gesloopt hoeft te worden.

besparing	17.000 m ³ gas	kosten	€ 178.000,-	
TIJD:	besluiten	geld en subsidie	vergunningen e.d.	bouwen
maanden	6	6	n.v.t.	6
HAALBAAR:	Technisch	financieel	procedures & vergunningen	
	100%	80%	100 %	

5 ventilatie via voorzetruit (+de HR voorzetruit)

Als je nu in de winter een klepraampje wat verder open zet om meer te ventileren, gaat er vooral veel warme lucht naar buiten, want de klepraampjes zitten vlak boven of naast de radiatoren. Anderzijds worden vanwege tocht vaak raampjes dicht gezet, met vervuilde binnenlucht tot gevolg. In combinatie met de al genoemde voorzet ramen is een slimmer systeem te maken waarbij de lucht een beetje wordt voorverwarmd, er net zoveel geventileerd wordt, maar de lucht beter verdeeld wordt over de kamer. Met een slim systeem kunnen de ramen nog steeds open.



De bewoners hebben nog steeds weinig last van de werkzaamheden, al moet er voor het plaatsen van de valraampjes wel iemand naar binnen.

besparing	4000 m ³ gas	kosten	€ 36.000,-	
TIJD:	besluiten	geld en subsidie	vergunningen e.d.	bouwen
maanden	6	6	n.v.t.	6
HAALBAAR:	Technisch	financieel	procedures & vergunningen	
	100%	80%	100 %	

6 Kieren dichten

De aansluitingen van de daken op de muren en dergelijke is matig. Dit verbetert als het dak wordt geïsoleerd, of kan apart uitgevoerd worden. Dit geeft voor de woningen die direct onder het dak zitten een dag lang overlast. Meubilair dat tegen het dak aanstaat moet verplaatst worden.

besparing	1000 m ³ gas	kosten	€ 9.500,-	
TIJD:	besluiten	geld en subsidie	vergunningen e.d.	bouwen
maanden	4	1	n.v.t.	1
HAALBAAR:	Technisch	financieel	procedures & vergunningen	
	100%	100%	100 %	

7 Dakisolatie

Het dak kan extra geïsoleerd worden. Het is een groot werk, maar is goed te combineren als er toch werkzaamheden aan het dak gedaan moeten worden voor het aanbrengen van zonnecollectoren of PV-panelen, zoals de bedoeling is. Bewoners hebben er binnenshuis weinig last van, wel staat er een paar maanden een steiger voor het raam. De werkzaamheden bestaan uit het plaatsen van een steiger tot aan de dakgoot; weghalen van de pannen over circa 50 m² en opslaan op de grond. Vervolgens worden over dat stuk de panlatten verwijderd en er worden extra isolatieplaten aangebracht (dik 80 of 100 mm). Daarvoor kunnen we kiezen uit grote elementen (mogelijk inclusief nieuwe panlatten) van goot tot nok (bijvoorbeeld Opstalan RGP PIR) of kleine platen (Pavatherm-plus platen uit schors en spinthout). Als een stuk dak klaar is, worden de pannen van het volgende deel op het gereede deel gelegd. Bij het laatste stuk worden de pannen die op de grond opgeslagen zijn, pas weer naar boven gehaald. Voordeel van de grote elementen is dat het sneller werkt, nadeel is dat er continu een kraan beschikbaar moet zijn en dat pannen over een grotere afstand verlegd moeten worden. Ik denk dat het in kosten niet veel verschilt. De Pavatex platen zijn aanzienlijk milieuvriendelijker dan de grootschalige elementen. Ook is er met Pavatex minder risico op condens in de constructie. In beide gevallen ontstaat er onder de pannen een goede waterkerende laag. Met een verdubbeling van de isolatie (tot Rc=5) besparen we 4500 m³ gas.

besparing	4500 m ³ gas	kosten	€ 134.000,-	
TIJD:	besluiten	geld en subsidie	vergunningen e.d.	bouwen
maanden	zie PV	zie PV	n.v.t.	4
HAALBAAR:	Technisch	financieel	procedures & vergunningen	
	100%	60%	100 %	

De besluitvorming en uitvoering lopen gelijk op met de installatie van PV-panelen of zonnecollectoren. Zie aldaar.

8 isolatie begane grondvloer

Het comfort in de begane-grond-woningen is matig. Sommige bewoners hebben last van een koude vloer en enkele hebben zelfs elektrische vloerverwarming gemonteerd. Elektrisch verwarmen is het tegenovergestelde van energiebesparing. Waarschijnlijk zit het comfort probleem niet zozeer in matige isolatie van de vloer als geheel, maar in de vele onderbrekingen van de isolatie door muren en kolommen. Waarschijnlijk is het handiger om die "koudebruggen" aan te pakken dan om de aanwezige isolatie dikker te maken. Dit moet later in detail uit gewerkt worden. Het isoleren van alle aansluitingen is wel arbeidsintensief en de kelders moeten leeg geruimd worden. Op zich kan dit ook per cluster uitgevoerd worden. Niet iedereen hoeft mee te doen. De kosten zijn hoog, maar minder dan wat een elektrische vloerverwarming kost. De meeste begane grond woningen liggen niet boven een kelder, maar boven een kruipruimte. De uitvoering van

isolatie werk in een kruipruimte is nog lastiger. Het is dan eerder te overwegen om de funderingsranden van de gevel aan de buitenzijde extra te isoleren. Dat gaat wel ten kosten van beplanting in tuinen. Kosten zijn gebaseerd op 4 clusters volledig aanpakken en rest alleen funderingsranden

besparing	1500 m ³ gas	kosten	€ 75.000,-	
TIJD:	besluiten	geld en subsidie	vergunningen e.d.	bouwen
maanden	6	6	n.v.t.	8
HAALBAAR:	Technisch	financieel	procedures & vergunningen	
	80%	70%	100 %	

9 Vloerverwarming

Het comfort in de (begane grond) woningen is ook te verbeteren door een vloerverwarming aan te leggen die aangesloten is op de bestaande centrale verwarming. Dat kan met een zogenaamd "droog" systeem dat op de bestaande vloer wordt gelegd. De dikte van het pakket is 25 mm, dus dat valt nog mee. Wel moeten deuren en drempels aangepast worden. In combinatie met de algemene renovatie van de woningen is het een optie. Directe energiebesparing geeft het niet, maar door verhoogde stralingstemperatuur gaan de meeste mensen wel op een lagere temperatuur verwarmen. CV ketels krijgen een iets hoger rendement en vooral een zonne-energiesysteem en een warmtepomp werken veel beter. In combinatie met die twee is het zeker het overwegen waard, maar uiteindelijk doe je het vanwege comfort. Het is zeker niet noodzakelijk dat het tegelijk in alle woningen wordt uitgevoerd.

besparing	2000 m ³ gas	kosten	€ 250.000,-	
TIJD:	besluiten	geld en subsidie	vergunningen e.d.	bouwen
maanden	6	12	n.v.t.	12
HAALBAAR:	Technisch	financieel	procedures & vergunningen	
	80%	70%	100 %	

Samenvatting bouwkundig besparen

Verdere bouwkundige besparingen zoals isoleren van gevels zijn wel mogelijk, maar erg ingrijpend, ook voor het uiterlijk van het gebouw. Die blijven daarom buiten beschouwing.

Het verbruik van gas is door bovengenoemde maatregelen gehalveerd tot 44.000 m³ gas. Door de besparingen is er ook minder (ketel)vermogen nodig om de woningen te verwarmen en kan de temperatuur van het cv-water omlaag. Dat geeft mogelijkheden voor andere manieren van verwarmen dan met een HR-ketel. We staan voor een keuze: óf we kiezen efficiëntere systemen zoals een warmtepomp die nog steeds fossiele energie gebruiken, óf we slaan de volledige duurzame weg in.

Vernieuwend Wonen Maastricht heeft gekozen voor de duurzame weg.

Duurzaam

12 Directe zonne-energie met seizoensopslag. (+7)

Hierdoor kunnen alle gebouwen verwarmd worden met de zonne-energie die op de gebouwen vallen. We doen dus geen beroep op grond en leveranciers van buiten het eigen terrein. Er is dus ook geen inkoop van energie afgezien van de hulpenergie voor pompen e.d.

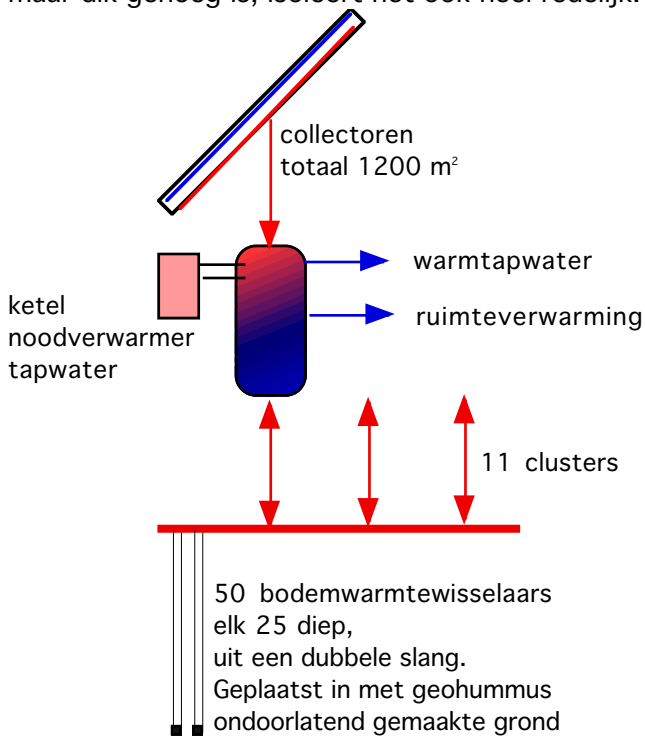
Er is een collectoroppervlak nodig van 1200 m² om alle warmte te oogsten die nodig is na de beschreven bouwkundige maatregelen. Dat is de helft van alle daken. Alle daken die een beetje op

de zon gericht zijn moeten dus volledig benut worden. Er is op die daken geen rode dakpan meer te zien. Er zal wat geschoven moeten worden met dakramen en dergelijke om alles er op te passen. Tegelijk wordt de dakisolatie verbeterd. Zie aldaar. De daken kunnen het gewicht van de collectoren dragen (collectoren 25 kg/m²; dakpannen 50 kg/m²), ook als de dakpannen weer teruggelegd worden.

Er is een aanzienlijk groter vat dan de huidige boiler nodig om de warmte voor enkele dagen op te slaan (2000 L per cluster). De beste plek is waarschijnlijk in de kelder, waar die beschikbaar is. In de huidige stookruimten is bij een aantal clusters weinig ruimte. Zo nodig plaatsen we in één cluster een vat dat voor twee clusters werkt. Wel kan de oude boiler blijven staan zodat de tapwaterverwarming in takt blijft. Dat is ook makkelijk bij de ombouw.

In de zomer is er veel warmte over. Deze wordt opgeslagen in de bodem in een grondmassa van 30 bij 30 m en 25 m diep. Daarvoor is in de binnentuin wel plek te vinden. Na de werkzaamheden kan de ruimte weer als vroeger gebruikt worden.

VWM staat in de uiterwaarden van de Maas. Er is daar een sterke grondwaterstroming die de warmte mee zou nemen als we daar niets tegen doen. Er bestaat een vocht-absorberend materiaal (GeoHumus.com) dat in de bodem geïnjecteerd kan worden. Het is een product dat ontwikkeld is voor land- en tuinbouw. Het zorgt er als een spons voor dat water in de poriën van een zandbodem blijft hangen en niet wegstroomt. Je hoeft planten daardoor minder water te geven. In onze toepassing voorkomt het waterstroming. In Duitsland wordt het voor deze toepassing sinds kort aangeboden. Injecteren is het met een lans onder hoge druk inbrengen. Er is daarvoor dus nauwelijks graafwerk nodig. In stilstaand water kan je erg goed warmte opslaan en als de laag maar dik genoeg is, isoleert het ook heel redelijk. We kunnen dit materiaal toepassen.



In de zomer wordt de grond via slangen die in de grond geboord worden, opgewarmd. In de winter wordt de warmte er via dezelfde slangen weer uit gehaald. Aan de bovenzijde dekken we de opslag af met een meter isolatiemateriaal. Doordat de warmte-opslag zo'n groot volume heeft, koelt hij maar langzaam af en is er op het eind van de winter nog warmte genoeg.

Voor de werkzaamheden moet het terrein helemaal vrij gemaakt worden. Het wordt om de isolatie aan te brengen een meter af gegraven, maar niet verder. Voor het werk is grote en zware apparatuur nodig. Buiten de woningen dus flink wat overlast voor bewoners.

Kosten van de collectoren en de opslagvaten per cluster zijn € 775.000,- De seizoensopslag met alle aansluitende leidingwerk kost € 1.200.000,- Er zijn dan geen jaarlijkse kosten meer voor gas of hout. De installatie werkt automatisch en behoeft weinig standaard onderhoud.

Er zijn wel eerder grote zonne-energiesystemen met seizoensopslag gebouwd ("2-MW" in Haarlem bijvoorbeeld, maar ook enkele in Duitsland), maar 80 woningen die volledig van de zonnewarmte leven is nog niet eerder vertoond. Ook het gebruik van GeoHumus op deze schaal is nog nooit gedaan. Dat brengt natuurlijk ook een technisch risico mee. Zo moet goed onderzocht worden of de grondwaterstroming niet teveel verstoort wordt.

Hoe lager de temperatuur in de opslag, hoe minder risico dat warmte weglekt. Door in de woningen vloerverwarming aan te brengen, daalt de temperatuur die in de opslag bewaart moet worden. Daarmee vergroot je dus de zekerheid dat het allemaal lukt.

Anderzijds biedt een bijzonder project ook veel kans op speciale subsidies. 40% subsidie moet zeker mogelijk zijn. Subsidies voor dit soort projecten zijn altijd "tenders" waarbij de beste projecten binnen het beschikbare budget gehonoreerd worden. Er is helaas geen enkele garantie dat je de subsidie krijgt. Anderzijds kunnen bouwkundige maatregelen waarschijnlijk mee liften en dus meer subsidie krijgen dan anders.

Tijdbesteding: besluitvorming geld en subsidies zeker anderhalf jaar. technische uitwerking een halfjaar. Omdat dat nog aardig wat geld kost, begin je daar pas aan als het project vrijwel zeker is. Uitvoering één jaar. Totaal minimaal 3 jaar.

Het is ook goed mogelijk om de installatie in fasen te bouwen: eerst het grootste deel van de collectoren en de vaten per cluster, later de rest van de collectoren en de opslag. Het voordeel is dat kosten gespreid kunnen worden en dat de dure seizoensopslag nauwkeuriger ontworpen kan worden met de gegevens van de eerste fase.

besparing	42.500 m ³ gas	kosten	€ 2.000.000,-	
TIJD:	besluiten	geld en subsidie	vergunningen e.d.	bouwen
maanden	12	12	8	12
HAALBAAR:	Technisch	financieel	procedures & vergunningen	
	75%	60%	70 %	

Om de woningen en bedrijfsruimten 100% met de zon te verwarmen vraagt een investering van € 2.400.000.

5 Warmtapwater

15 circulatie verbeteren

Om het energieverbruik voor de circulatie van warmtapwater te beperken is bij VWM een ingenieus systeem toegepast met een tijd klok. Dat is eenvoudig, maar het instellen van de klok vraagt regelmatig aandacht. In principe twee keer per jaar met het wisselen van de seizoenen. Het kan met huidige techniek ook geautomatiseerd worden met hetzelfde effect. Zie hiervoor een voorstel in de bijlage 1. De bewoner heeft geen last van de werkzaamheden.

besparing	1.000 m ³ gas	kosten	€ 6.000,-	
TIJD:	besluiten	geld en subsidie	vergunningen e.d.	bouwen
maanden	4	2	-	6
HAALBAAR:	Technisch	financieel	procedures & vergunningen	
	100%	100%	100 %	

16 douches en begrenzers (+circulatie verbeteren)

Indertijd zijn bij een aantal clusters waterbesparende douchekoppen gemonteerd en is er in de warmwatertoevoer een volumestroombegrenzer geplaatst. Hieraan is uitgebreid gemeten en de resultaten waren zeer positief. De begrenzers zaten echter niet in alle woningen en de douchekoppen zijn waarschijnlijk versleten en vervangen door minder zuinige exemplaren. Tijd dus voor een nieuwe actie, zeker in combinatie met renovatie van de badkamers. Zie ook de rapporten die Leo Gommans indertijd heeft gemaakt. Vervangen van de douchekoppen kunnen de bewoners zelf doen. De doorstroombegrenzers tegelijk met andere werk zoals de renovatie of de warmtemeters.

besparing	1.000 m ³ gas	kosten	€ 4.000,-	
TIJD:	besluiten	geld en subsidie	vergunningen e.d.	bouwen
maanden	4	1	-	1
HAALBAAR:	Technisch	financieel	procedures & vergunningen	
	100%	100%	100 %	

17 Douche warmte-terugwinning. (+begrenzers en verb. circulatie)

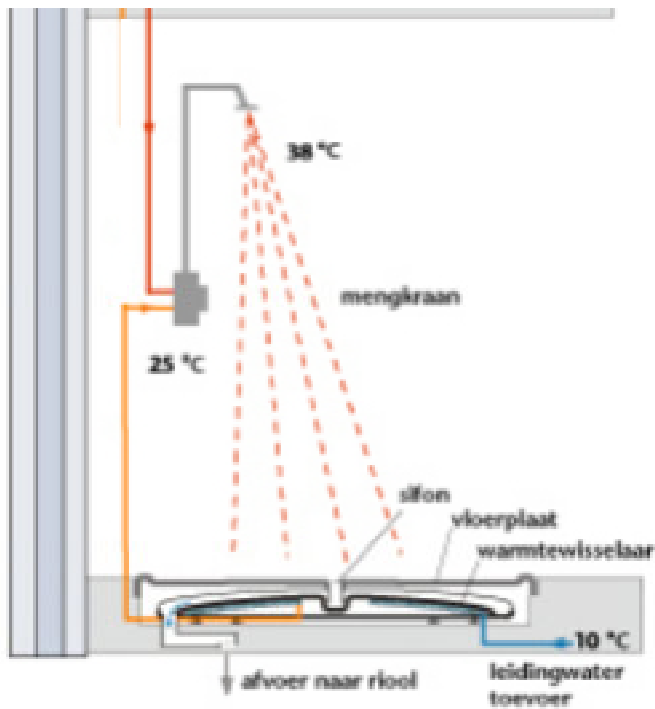
Je kan het koude water dat naar de douchekraan stroomt voorverwarmen met de warmte uit het water dat het doucheputje instroomt. Er zijn daar tegenwoordig standaard apparaten voor. In bestaande woningen is de "douchebak WTW" het eenvoudigst in te bouwen. Hij komt op de tegelvloer te staan en de aansluitingen met de muur worden waterdicht afgewerkt. Dat moet bij alle douches lukken.

Douche kranen worden vervangen door thermostatische kranen om de wisselende koud water temperatuur de baas te blijven. Dat levert ook meer comfort op. De bewoners kunnen zeker driedagen hun douche niet gebruiken.

besparing	1.500 m ³ gas	kosten	€ 107.000,-	
TIJD:	besluiten	geld en subsidie	vergunningen e.d.	bouwen
maanden	6	6	-	8
HAALBAAR:	Technisch	financieel	procedures & vergunningen	
	100%	70%	100 %	

Als dit tegelijk uitgevoerd wordt met de renovatie van de badkamers kunnen de kosten nog omlaag. Dan past de eenvoudige buis-warmteterugwinning misschien wel in de leidingschacht.

Die is veel voordeliger en heeft een hoger rendement. De kosten halveren dan!



Voorbeeld van de douchebak-wtw hier helemaal ingebouwd, maar dat gaat bij VWM niet.

19 Vergroten van de zonneboilers (+ de besparingen)

De zonneboilers leveren nu in de zomer niet alle warmte. Dat verbetert al met de douche WTW. Toch heeft het zin om de collectoroppervlak 50 % te vergroten. Aan de boilers zelf hoeft niets te gebeuren. Alle werkzaamheden gebeuren op het dak, binnen heeft dus niemand hier last van.

besparing	1.400 m ³ gas	kosten	€ 48.000,-	
TIJD:	besluiten	geld en subsidie	vergunningen e.d.	bouwen
maanden	6	6	-	2
HAALBAAR:	Technisch	financieel	procedures & vergunningen	
	100%	80%	100 %	

21 Naverwarming aansluiten op seizoensopslag

De vergrote zonneboiler wordt geïntegreerd in het totale systeem. Om ook in de winter warmte van 65 °C te kunnen garanderen, is er wel een noodvoorziening nodig. Dat kan een keteltje per cluster zijn. Het verbruik daarvan is minder dan 1000 m³ gas voor heel VWM en het is goedkoop. Alternatief is om centraal een kleine (20 kW) houtpellet-kachel te plaatsen. Je bent dan 100% duurzaam. Overlast is gelijk aan de ombouw van de ruimteverwarming op zon.

besparing	4.100 m ³ gas	kosten	€ 60.000,-	
TIJD:	besluiten	geld en subsidie	vergunningen e.d.	bouwen
maanden	12	12	8	12
HAALBAAR:	Technisch	financieel	procedures & vergunningen	
	75%	60%	70 %	

Om tapwater 100% met de zon te verwarmen vraagt een investering van € 177.000.

6 Elektriciteitsverbruik

Het totale elektriciteitsverbruik (2000 kWh /woning) is naar huidige maatstaven bescheiden, maar kan zeker nog omlaag, zonder dat je als gebruiker daarvoor iets moet inleveren aan comfort o.d.

30 Besparingen

Ik noem hieronder een aantal suggesties voor zuiniger apparaten. Er zijn bij VWM zeker veel mensen die deze apparaten al gebruiken. Ik heb daar op dit moment geen zicht op. Uiteindelijk moet iedereen voor zichzelf de mogelijkheden nagaan.

Omdat we alle verbruik met PV-panelen op het dak willen opwekken en het dak oppervlak beperkt is, staat ook het dakoppervlak vermeld dat nodig is.

Op de site HIER.nu kan je voor een aantal stroomvreters de zuinigste types vinden, De verbruiken die daar staan, zijn voor standaard gezinnen en daar wonen er bij VWM weinig van, Ik heb de verbruiken daar op aangepast.

<i>oude situatie</i>	<i>verbruik</i>	<i>dak</i>	<i>nieuwe situatie</i>	<i>dak</i>	<i>verbruik</i>
	kWh	m ²		m ²	kWh
verlichting algemeen					
60 % gloeilamp; 40% spaarlamp	19.200	185	overal spaarlampen	92	9.600
verlichting halogeen spotjes	12.000	115	Led-spots	38	4.000
koelkast (niet in alle woningen)	11.000	106	zuinigste AA++ type	62	6.500
magnetron (niet in alle woningen)	3.000	29	zuinigste type	23	2.400
vaatwasser (alleen in clusters?)	12.264	118	hotfill en AA++ type	38	4.000
wasmachine	9.000	87	hotfill en AA++ type	26	2.700
wasdroger	12.000	115	warmtepomp- of gas	48	5.000
TV oude beeldbuis	11.200	108	zuinigste LCD	62	6.400
decoder	3.000	29	stel eisen aan provider	13	1.400
video	6.400	62	apparaat dat uit kan	4	400
Stand-by	10.800	104	zuinigste, zet hem uit	24	2.500
computer	12.500	120	laptop	23	2.400
4 x elektrische vloerverwarming	8.000	77	vloerisolatie	0	0
diversen	8.000	77	let op, kies zuinig of uit	48	5.000
cv pompen collectief	9.636	93	gelijkstoom pompen	58	6.000
individuele ventilatie	12.000	115	gelijkstroom ventilator	62	6.400
keramiek oven	10.000	96	op gas, hout?	96	10.000
TOTAAL	170.000	1.635		718	74.700

Bij het vervangen van een apparaat zijn dit rendabele investeringen. Vaak zijn de extra kosten te verwaarlozen. Bij lampen is de aanschaf van spaarlampen zelfs goedkoper dan de vijf gloeilampen die één spaarlamp vervangt.

Bij de (af)wasmachines noem ik hotfill. Dat wil zeggen dat de machine niet zelf met stroom water verwarmd, maar warmwater uit de zonneboiler gebruikt. Ook als dat in de winter door een ketel wordt verwarmd, is het zuiniger dan elektrische verwarming in het apparaat.

De ventilatie boxjes per woning zijn na 20 jaar zeker aan vervanging toe. Die besparing is dus in elk geval binnen.

De keramiek oven is natuurlijk een speciaal geval. Gasovens zijn zuiniger met fossiele energie,

maar kan je niet zomaar overal neer zetten. Er is bijvoorbeeld een rookgasafvoer nodig. In combinatie met verwarming op houtsnippers is het misschien mogelijk om in een te bouwen ketelhuis ook een keramiek oven op hout te plaatsen. Dan stook je energieneutraal, maar waarschijnlijk wel met een ander resultaat, want het is een totaal andere techniek.

besparing	95.000 kWh	kosten	€ 20.000,-	
TIJD:	besluiten	geld en subsidie	vergunningen e.d.	bouwen
maanden	2	0	0	12
HAALBAAR:	Technisch	financieel	procedures & vergunningen	
	100%	90%	100 %	

We kunnen het verbruik dus nog halveren. Dat geeft meer mogelijk heden om de rest volledig duurzaam op te wekken.

34 Elektriciteit uit zonlicht (+besparingen)

Omdat we veel elektriciteit nodig hebben en het dakoppervlak beperkt is, moeten we kiezen voor zonnepanelen met een zo hoog mogelijke opbrengst. Dat zijn op dit moment panelen met mono- of polykristalijne cellen. Die cellen zijn 10 x 10 of 15 x 15 cm groot. Je ziet ze duidelijk zitten op de panelen. "Amorfe" panelen (waarin de cellen niet te zien zijn) zijn soms iets goedkoper per geleverde kWh, maar ze vragen teveel ruimte. De daken van VWM zijn niet optimaal op de zon gericht. Daarom moet er wat extra oppervlak geplaatst worden. Gebruiken we de beste daken (waar nu ook de zonnecollectoren op zitten) dan is 750 m² paneel nodig. Die daken liggen dan vrijwel vol met de collectoren en de panelen. Er is bijna geen rode pan meer te zien. Om optimaal van de SDE-subsidie te profiteren moet de installatie in 33 stukjes geknipt worden. Die subsidieregeling stelt namelijk een maximum aan de grote per installatie (3500 "Watt-piek"). 33 mensen moeten dus die subsidie aanvragen.

De jaarlijkse opbrengst door stroombesparing en subsidie is € 37.000,-.

Het aanbrengen van de panelen gebeurt buitendaks. Binnen wordt de zaak alleen 33 keer aangesloten. Dat geeft vrijwel geen overlast.

De daken zijn sterk genoeg om de panelen te dragen, ook als de pannen blijven liggen (pannen wegen 50 kg/m²; PV-panelen 13 kg/m²).

besparing	75.000 kWh	kosten	€ 534.000,-	
TIJD:	besluiten	geld en subsidie	vergunningen e.d.	bouwen
maanden	8	8	0	4
HAALBAAR:	Technisch	financieel	procedures & vergunningen	
	100%	60%	100 %	

35 PV op slecht dak (+besparingen)

In combinatie met seizoensopslag van warmte zijn de beste daken niet meer beschikbaar, want daarop liggen al collectoren voor de warmte oogst. Daarom moeten de PV panelen verhuizen naar de minder goed op de zon gelegen daken. Er is nog meer oppervlak nodig en er is nergens meer een dakpan te zien.

besparing	75.000 kWh	kosten	€ 834.000,-	
TIJD:	besluiten	geld en subsidie	vergunningen e.d.	bouwen
maanden	8	8	0	4
HAALBAAR:	Technisch	financieel	procedures & vergunningen	
	100%	50 %	100 %	

Dat is dus wel een erg kostbare optie. Het is daarom beter om buiten deze daken plek te zoeken.

In aanmerking komt het zuidoak van het tuinhuis of de pergola's.

36 PV op zonnepanelen (+besparingen)

Een geavanceerdere oplossing zijn bijvoorbeeld met de zon meedraaiende systemen. In het buitenland (Spanje en Duitsland) worden die wel toegepast, in Nederland vrijwel niet. Door het meedraaien is de opbrengst per paneel groter dan van een stilstaand paneel. Je zou met 6 systemen van elk 10 bij 10 m genoeg hebben. Deze systemen staan elk op een grote mast en vormen dus een soort afdak. Ze kunnen prima staan boven een parkeerplaats, als het maar goed in de zon licht. Probleem vormt de subsidieregeling, maar misschien is daar wel een mouw aan te passen. Voor Nederland is het bijzonder en dus extra subsidiewaardig. Je zou klein kunnen beginnen als een proef. Met een oppervlak van 50 m² (7 x 7 m²) kan je een zuinige cluster van stroom voorzien.

besparing	75.000 kWh	kosten	€ 480.000,-	
TIJD:	besluiten	geld en subsidie	vergunningen e.d.	bouwen
maanden	8	8	4	4
HAALBAAR:	Technisch	financieel	procedures & vergunningen	
	100%	70 %	90 %	

Om elektriciteit 100% met de zon te verwarmen vraagt een investering van minimaal € 500.000.

Experimenten en proeven

Op veel plaatsen zijn mensen en instituten bezig om efficiëntere of goedkopere systemen te ontwikkelen. Bijvoorbeeld "suncycle" maar er zijn er velen. Daar komt in de toekomst zeker wat uit, maar eerst moet het productierijp zijn en vervolgens op kleine schaal uitgetest worden. VWM zou een stuk dak kunnen reserveren om dit soort systemen uit te proberen. Denk aan een oppervlak van 20 of 50 m².

Je zou ook kunnen experimenteren met zogenaamde combinatie panelen die zowel stroom opwekken als warmte leveren. In zuid-Duitsland en Italië worden die wel gebruikt omdat daar de PV-panelen anders zo warm worden dat ze minder stroom leveren. Door ze te "koelen" op een temperatuur van 60 of 70 graden is de stroomopbrengst groter en kan je tegelijk warmtapwater maken. In Nederland is de zon niet vaak sterk genoeg voor dit dubbel gebruik, lijkt het. Toch loont het de moeite om het op een stuk te proberen. Want het zou ons gebrek aan gunstig gerichte daken oplossen. Je kan het ook een jaar testen en dan besluiten hoe je verder gaat.

7 De school en de woningen van Dominium

Het is goed mogelijk om de warmte opties A of B uit te breiden naar de school, de kinderopvang en de 100 woningen van Dominium. Het is dan wel zaak dat daar eerst dezelfde bouwkundige maatregelen worden genomen om energie te besparen. Anders wordt de centrale installatie onnodig groot en dus kostbaar. Bij een gezamenlijke aanpak met Dominium zou de seizoensopslag onder het parkeerterrein kunnen komen. De tuin van VWM hoeft dan niet op de schop. Dat parkeerterrein lijkt ook geschikt om aan de noordzijde met de zon meedraaiende PV-systemen te plaatsen.

Vooraf bij de aanleg van een seizoensopslag van warmte is samenwerken gunstig. Een grotere opslag heeft minder verliezen en het scheelt aanzienlijk in de kosten per woning. Bij een gezamenlijke biomassa centrale verdient de aanvoer van de biomassa wel extra aandacht. In plaats van eens per maand een grote vrachtwagen wordt dat bijna elke week.

8 Conclusie

Hoewel de investeringen van veel maatregelen fors zijn, vallen de jaarkosten van de "gewone maatregelen mee. Zeker als we rekening houden met een bescheiden prijsstijging van energie van 3 % op de inflatie.

Bij ruimteverwarming zijn de jaarkosten van alle besparingsopties gelijk aan de huidige jaarkosten. Zo is het energieverbruik te halveren. Erg aantrekkelijk dus.

De variant met seizoensopslag van warmte uit 1200 m² zonnecollectoren heeft de charme dat VWM alle benodigde warmte van eigen dak oogst. Er wordt geen beroep gedaan op grond elders. Dat is een voorbeeld dat aanspreekt. Allereerst moet er zekerheid komen dat de seizoensopslag in de uiterwaarden van de Maas te realiseren is, zowel technisch als qua vergunningen. Het kost wel wat, ook met een flinke subsidie. De maandelijkse kosten van € 125,- per woning zijn overigens voor veel mensen normaal.

De kosten voor tapwaterverwarming vallen in het niet bij ruimteverwarming. Het vergroten van de bestaande collectoren is zeker aan te raden. Nu gekozen wordt voor de duurzame optie voor ruimteverwarming, sluit de tapwaterverwarming daar vanzelfsprekend bij aan. Bij de komende renovatie van de badkamers moeten de mogelijkheden van douche WTW goed onderzocht worden. Door de combinatie kan dit veel voordeliger uitpakken dan hier als losse maatregel begroot. Het uitvoeren van de besparingsopties voor warmtapwater is absoluut aan te raden.

Door consequent steeds het zuinigste elektrische apparaat te kiezen, halveert het stroomverbruik tegen zeer geringe kosten.

Zonnepanelen kunnen makkelijk stapje voor stapje aangeschaft worden, naar mate er geld en belangstelling is. Met de huidige subsidieregeling hoeft er over de levensduur geen geld bij. Als er een goede plek gevonden kan worden, zijn zonnepanelen op een systeem dat zich naar de zon richt qua kosten en publiciteit aantrekkelijk. De jaarkosten voor elektriciteit komen lager uit dan die op dit moment zijn en dat bij 100% duurzaam. De crux zit natuurlijk in de harde besparingsactie.

Het zou mooi zijn als VWM een dakvlak van 20 of 50 m² beschikbaar wil stellen voor experimenten met zonnesystemen die nu nog niet voor grootschalige toepassing in aanmerking komen.

Samenwerken met de vrije school en de 100 naast gelegen woningen van Dominium komt in aanmerking als zij ook de besparingsopties hebben uitgevoerd. Voor de duurzame opties kan door de samenwerking een kostenvoordeel gehaald worden. Ook is de zoektocht naar geschikte plekken en daken voor collectoren, zonnepanelen en de seizoensopslag makkelijker.

Bijlage Uitgangspunten voor de berekeningen

Alle investeringen zijn inclusief btw

Rendement van de elektriciteitsopwekking is 42 % op onderwaarde. Dit lijkt op dit moment een goed compromis als we kijken naar de volgende ontwikkelingen:

- Huidige rendement elektriciteitsopwekking is 40%;
- Hoogste rendement op dit moment is 55%
- Effecten van deregulering die wijzen op versterkte inzet van centrales op goedkope brandstof ((bruin)kool; kernenergie) met een slecht rendement.

Gezien de onzekerheid over de brandstofmix van elektriciteitscentrales in de nabije toekomst is er vanaf gezien om de vermeden CO2 te berekenen. De berekende primaire energiebesparing geeft voldoende indicatie en heeft in elk geval een hoger realiteitsgehalte.

gas prijs inclusief btw en REB € 0,66 / m³

elektriciteit hoog tarief inclusief btw en REB € 0,24 / kWh

elektriciteit laag tarief inclusief btw en REB € 0,19 / kWh

	3,0%	5,0%	10,0%
gemiddelde over 10 jaar	1,15	1,26	1,59

Bovenstaande tabel geeft de verandering van de gemiddelde prijs bij verschillende stijgingspercentages.

Subsidies zijn voorzichtig begroot.

Er is gerekend met een rente percentage van 6 %.

Afschrijvingen op basis van annuïteit. Dus elk jaar een vast bedrag voor rente en aflossing gedurende de levensduur