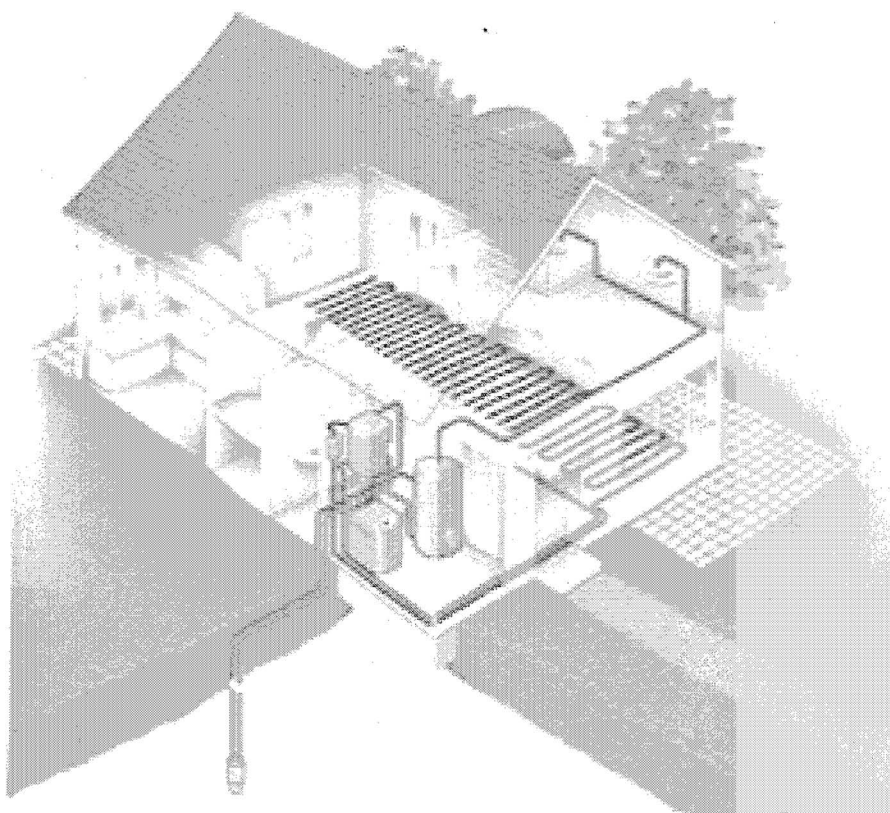


HAALBAARHEIDSONDERZOEK

*De financiële haalbaarheid van een
warmtepompinstallatie in nieuwbouwwoningen met de
nieuwste EPC eis van **0.8***

SCRIPTIE



Student	: P. Kaandorp
Afstudeerbegeleider namens HU	: O. Dijkstra
Afstudeerbegeleider namens M&O Techniek	: V. Oostendorp
Opleiding	: HIT
Datum	: 17 mei 2006
Afstudeerbedrijf	: M&O Techniek

**HOGESCHOOL
UTRECHT**

Oudenoord 700
3513 EX Utrecht


**M&O
TECHNIEK**

Eenhoornweg 7
1531 ME Wormer

INHOUD

1.0	INLEIDING	1
2.0	DE WARMTEPOMPINSTALLATIE	2
2.1	Het primair systeem	2
2.2	Het secundair systeem	2
2.3	Het hydraulisch systeem	5
2.4	De regeling	7
3.0	WERKVOLGORDE	9
3.1	Transmissie	9
3.2	EPN berekeningen	9
3.3	Financieel	9
3.4	Energetisch	9
3.5	Conclusie	9
4.0	UITGANGSPUNTEN	10
4.1	Isolatiewaarden	10
4.2	Temperaturen	10
4.3	Ventilatiewaarden	11
4.4	Warmtewinst	11
4.5	Overige waarden en aannamen	11
4.6	Normen	11
4.7	Woningen	12
5.0	BEREKENINGEN	13
5.1	Ongunstigste situatie	13
5.1.1	Conclusie	13
5.2	WONING 1	14
5.2.1	EPN berekeningen woning 1	14
5.2.1.1	EPC berekening met norm voor 1 januari 2006	14
5.2.1.2	EPC berekening met norm na 1 januari 2006 zonder het toepassen van een warmtepomp	15
5.2.1.3	EPC berekening met norm na 1 januari 2006 met het toepassen van een warmtepomp	15
5.2.1.4	Conclusie rekenresultaten woning 1	16
5.2.1.4.1	Doel van de conclusie	16
5.2.2	Financiële berekeningen woning 1	16
5.2.2.1	Uitgangspunten	16
5.2.2.2	Minderprijzen	19
5.2.2.2.1	Verlagen isolatiewaarde van de gevels	19
5.2.2.2.2	Vervallen zonnepanelen	19
5.2.2.2.3	Conclusie	19
5.2.2.3	Meerprijs warmtepompinstallatie	20
5.2.2.4	Energetische besparingen	20
5.2.2.5	Terugverdientijd	21
5.2.2.6	Conclusie	23

5.3	Koeling	23
5.3.1	Berekeningssoftware	23
5.3.2	Uitgangspunten	25
5.4	Berekening koeling woning 1	25
5.4.1	Terugverdiëntijd	26
5.4.2	Conclusie woning 1	27
5.5	Berekeningen woning 2	27
5.5.1	Rekenresultaten woning 2	27
5.5.1.1	Transmissie	27
5.5.1.2	EPC berekeningen	28
5.5.2	Minderkosten	28
5.5.3	Meerkosten	28
5.5.4	Energiebesparing en terugverdiëntijd	28
5.5.4.1	Terugverdiëntijd bij alleen verwarmen	29
5.5.4.2	Terugverdiëntijd bij verwarmen en koelen	30
5.5.5	Conclusie woning 2	30
5.6	Woning 3	31
5.6.1	Rekenresultaten woning 3	31
5.6.1.1	Transmissie	31
5.6.2	Meerprijs warmtepomp	31
5.6.3	Energiebesparing en terugverdiëntijd	31
5.6.3.1	Terugverdiëntijd bij alleen verwarming	32
5.6.3.2	Terugverdiëntijd bij verwarmen en koelen	33
5.6.4	Conclusie woning 3	33
5.7	Evaluatie van de woningen	34
5.7.1	Vergelijking van woning 1, 2 en 3	34
5.7.2	Logische verbanden	34
5.7.2.1	Conclusie	35
6.0	EINDCONCLUSIE	36
8.0	BRONVERMELDING	42

1.0 INLEIDING

Bij het zoeken naar een geschikt onderwerp voor mijn afstuderen heb ik mij laten leiden door een probleemstelling uit de huidige markt. Bij het verkopen van warmtepompinstallaties in woningen struikelen wij voortdurend over de vraag of de investering die een klant moet doen afweegt tegen de besparingen.

Om hierop een goed antwoord te kunnen geven moeten veel gegevens worden verzameld. Er zijn veel factoren, zowel installatietechnisch als bouwkundig, die een goed antwoord kunnen beïnvloeden. Zeker als we de EPC normering als uitgangspunt nemen. Bij mijn onderzoek richt ik mij op luxueuze vrijstaande nieuwbouwwoningen met de nieuwste EPC norm als uitgangspunt.

Op 1 januari 2006 is de EPC verlaagd van 1,00 tot 0,80. De EPC norm is een factor die gevonden wordt door het berekende energieverbruik van een woning te delen op het maximaal toelaatbare verbruik. Na 1 januari 2006 mag in een woning dus 20% minder energie worden verbruikt. Om dit te bereiken zullen maatregelen noodzakelijk zijn, zowel bouwkundig als installatietechnisch.

In mijn onderzoek ga ik op zoek naar het antwoord op de vraag:
"Is het toepassen van een warmtepomp in de woningbouw financieel haalbaar"
Ik zal mijn conclusie baseren op berekeningen die ik maak met verschillende woningen.

Om de informatie die in het verslag wordt weergegeven goed te interpreteren zal ik als eerste de warmtepompinstallatie toelichten. Vervolgens zal ik aangeven in welke volgorde ik een en ander uit ga werken, waarom ik dat doe en op welke manier. Daarna zal ik mijn uitgangspunten voor de berekeningen die ik ga maken uiteenzetten. Op die manier ontstaat in mijn ogen een leesbaar verslag, waarvan ik hoop dat de conclusie commercieel gebruikt kan worden voor de verkoop van warmtepompinstallaties.

Ten slotte nog een goed advies voor eenieder die eenzelfde soort onderzoek wil verrichten, Het is belangrijk de laatste versies van berekenprogramma's te gebruiken. Nadat ik alle berekening had uitgevoerd kwamen net de nieuwste versies van de software uit. De uitkomsten van de berekeningen weken dusdanig af dat ik alle berekening opnieuw heb moeten uitvoeren. De software houdt namelijk rekening met de laatste regelgeving en normen. in de bronvermelding kunt u vinden welke software ik voor mijn onderzoek heb gebruikt.

2.0 DE WARMTEPOMPINSTALLATIE

Om dit verslag enige waarde te geven zal ik een duidelijke keuze moeten maken in de toe te passen warmtepomptechniek. De keuzes die ik maak moeten commercieel aanvaardbaar zijn. De installatie die ik als uitgangspunt gebruik zal een goed werkende warmtepompinstallatie zijn.

De warmtepompinstallatie bestaat uit vier delen namelijk:

- Het primair (afgifte) systeem
- Het secundair (opname) systeem
- Het hydraulisch systeem
- De regeling

2.1 Het primair systeem

Het primaire systeem is dat deel van de installatie dat zorg draagt voor de afgifte van de warmte in de woning. Hiervoor is de beste keuze vloerverwarming. Dit omdat vloerverwarming een groot warmteafgevend oppervlak heeft. De warmte die door de vloer wordt afgegeven wordt direct goed verdeeld over de gehele leefruimte. Hierdoor ontstaat een optimaal comfort. De **afgifte**temperatuur van vloerverwarming komt goed overeen met het temperatuurtraject van een warmtepomp. Mijn streven is een warmtepompinstallatie te laten werken met een aanvoertemperatuur van 35°C **en** een retourtemperatuur van 30°C. Het **vloerverwarmings**systeem bestaat uit een leidingnet van vloerverwarmingbuizen welke in de afwerkvloeren van de woningen wordt gemonteerd.

Het toepassen van radiatoren **en/of** convectoren is af te raden. Dit omdat de afgifte van radiatoren en convectoren door de lage temperaturen enorm afneemt. Het afgevend oppervlak moet veel groter zijn als bij een conventionele "90-70°C" verwarming.

2.2 Het secundair systeem

Met **secundair** systeem is de voeding van de warmtepomp. Hiervoor zijn meerdere mogelijkheden denkbaar. De meest gebruikte secundaire systemen zijn open en gesloten bronsystemen **welke** ik kort zal omschrijven.

De open bron

De term open bron is gebaseerd op het feit dat het water in de bron geen proceswater is. Eenvoudig uitgelegd, bij dit type bron wordt grondwater opgepompt uit de bodem waarna er warmte aan wordt onttrokken. Daarna wordt het grondwater teruggepompt in de bodem.

In de open bronnen zijn twee soorten te onderscheiden:

- mono bron
- duobron ofwel doublet

De monobron bestaat uit een dubbele buis die middels een boring verticaal in de grond wordt gebracht. De binnenste buis is de "haalbron", de buitenste buis is de retourbron. Voordeel van een monobron is dat deze bron wat goedkoper is als de hierna omschreven duobron. Nadeel is echter dat een monobron niet al te groot kan zijn. Dit komt doordat de buizen in elkaar staan. Bij een grotere capaciteit is de diameter van de buizen te groot voor een boring.

Het **tweede** type open bron is een duobron. De werking van deze bron is gelijk aan de monobron, alleen worden de haal- en retourbron nu op enige afstand van elkaar geboord. Hierdoor kan de capaciteit van deze bron veel groter zijn.

De werking van de mono- en duobron is hetzelfde. In de haalbron wordt na de boring een filterpakket gebracht. In deze bron wordt een bronpomp geplaatst welke het water uit de grond, door de installatie naar de retourbron pompt. Dit water zal als secundaire energiebron fungeren voor de warmtepomp.

Het circuit van haal- en retourbron is een gesloten circuit voorzien van diverse beveiligingen. Het is belangrijk om een bepaalde druk op het grondwater te laten bestaan. Reden hiervoor is het feit dat het grondwater boven een bepaalde druk kan gaan ontgassen. Dit gas zal vervolgens zeker voor problemen met de pompen zorgen. Ook kan het gas de bron doen verstoppem. Om die reden hangt de bronpomp onder de ontgassinggrens van het grondwater. Een tweede reden voor het op druk houden van de bronnen is de kans op implosie van de bronbuizen. Als de druk in de bron te laag zou zijn, zal de buis in elkaar gedrukt worden door de druk van de grond rondom de bron.

Oe diepte van een bron hangt af van de bodemgesteldheid van de locatie. De leveranciers van de bronnen hebben toegang tot verschillende databases waarin de bodemgegevens zijn opgeslagen.

In bijlage 1 is een open bron schematisch weergegeven.

Gesloten bron:

Ook bij de gesloten bron kunnen we twee soorten onderscheiden:

- o de horizontale bodemcollector
- o de verticale bodemcollector

De horizontale bodemcollector is een collector die op een bepaalde diepte horizontaal wordt aangebracht, de verticale variant wordt de aarde in geboord.

In Nederland wordt in de meeste gevallen gekozen voor de verticale bodemcollector. Dit omdat de temperatuur van de grond pas na enkele meters constant is en voor het boren van collectoren vaak minder ruimte nodig is als voor het ingraven van een horizontale collector. Een horizontale collector is wel een goede optie als het terrein waar de collector moet komen reeds afgegraven is, en nog aangevuld moet worden, of als de bodem niet geschikt is voor een boring (zoals bijvoorbeeld in delen van Friesland en Groningen).

Zowel de horizontale als de verticale collector werken hetzelfde. De werking van de bron is te vergelijken met die van vloerverwarming. Er worden bijeengebonden tileenslangen, collectoren genoemd, middels een boring in de grond gebracht. De totale lengte van de collectoren wordt bepaald door het gevraagde vermogen van de warmtepomp. De diepte van de boring hangt af van de bodemgesteldheid, maar diepten van 60 meter zijn hierin niet vreemd. Indien een bron dus 180 meter moet zijn, zullen drie collectoren van 60 meter worden geboord. De collectoren worden onderling met elkaar verbonden door middel van bijvoorbeeld het tichelman principe en collectief aangesloten op de secundaire zijde van de warmtepomp. Het water in de collectoren is installatiewater waardoor geen rekening hoeft te worden gehouden met ontgassing. Wel is het verstandig glycol aan het water toe te voegen om bevriezing te voorkomen.

Een andere optie voor een gesloten bron is het instorten van de slangen in de heipalen van een woning. Dit is uiteraard alleen mogelijk bij woningen die worden ondersteund door heipalen van enige lengte.

De capaciteit van de bron is een belangrijk aandachtspunt. Een bron met een te kleine capaciteit zal voor problemen gaan zorgen. Op het moment dat de winter begint en er warmte aan de bron wordt onttrokken zal de temperatuur van de bron dalen. Naarmate de winter vordert zal een te kleine bron uitgeput raken. De temperatuur van het water in de bron en de grond rond de collectoren zal dalen waardoor er door de warmtepomp minder warmte aan onttrokken kan worden. Hierdoor zal het rendement van de warmtepomp teruglopen. Bij bronnen met een veel te lage capaciteit kan zelfs ijsvorming rond de bron ontstaan waardoor de warmteoverdracht nog meer geremd wordt.

Een bron met een te grote capaciteit heeft voor de installatie geen consequenties. Het verdient mijn persoonlijke voorkeur een bron iets te groot te maken. Hierdoor voorkom je veel problemen, vooral aan het einde van de winter. Een veel te grote bron is echter, gezien de kosten van het boren van bronnen, weer zonde van de investeringen.

Andere energiebronnen kunnen worden gevonden in bijvoorbeeld een ondergrondse waterbuffer, buitenlucht of zelfs een slangensysteem door de gierkelder van een boerderij. De belangrijkste eis aan de energiebron is dat deze beschikt over voldoende capaciteit om een seizoen (zomer en winter) op een constante temperatuur (ca 10 – 15 °C) te kunnen blijven. In de winter moet er warmte kunnen worden onttrokken, in de zomer moet er ten behoeve van de koeling warmte aan kunnen worden afgestaan.

Het is zeer belangrijk een goede leverancier te zoeken die de bron ontwerpt. Een bron die niet goed is ontworpen, of niet goed is aangelegd zal wellicht niet goed functioneren. De bron is voor ca. 80% energieleverancier aan de warmtepomp, en daarmee een van de belangrijkste schakels in het circuit.

2.3 Het hydraulisch systeem

Hier komen we bij het hart van de installatie.

Ik heb in mijn onderzoek gekozen voor een bivalent warmtepompsysteem. Dat houdt in dat de installatie wordt opgebouwd uit een warmtepomp in combinatie met een CV toestel. Het vermogen van de warmtepomp zal op 30% van de transmissie van de woning worden uitgelegd. Reden hiervoor is dat 30% van het vermogen in 90% van de tijd voldoende is om de woning te verwarmen. De CV ketel zal in verband met de hogere temperaturen die hiervoor noodzakelijk zijn, voornamelijk worden gebruikt voor het bereiden van warm water. Indien noodzakelijk kan de ketel tevens de verwarming van de woning ondersteunen. De CV ketel zal door de warmtepomp worden ingeschakeld op het moment dat de aanvoertemperatuur naar de verwarming van de woning niet meer op peil gehouden kan worden. Dit kan komen doordat het vermogen onvoldoende is als gevolg van een erg koude periode, maar het kan ook gebeuren dat de bron over onvoldoende vermogen beschikt om de warmtepomp te voeden. Het tekort aan energie moet dan door de CV ketel worden toegevoerd.

Zoals gezegd vormt de warmtepomp het hart van de installatie. Een warmtepomp is gemakkelijk te omschrijven als een grote koelkast. Als er warmtelast is in de koelkast gaat deze werken, en wordt de achterzijde warm. Bij een warmtepomp wordt het koude gas in de verdamper ($< 0^{\circ}\text{C}$) opgewarmd door de bron (12-6 °C). Deze warmte wordt vervolgens in de condensor afgestaan aan de binneninstallatie. Ook hieruit blijkt duidelijk dat de werking van de warmtepomp sterk afhangt van de continuïteit van de bron. Als deze uitgeput raakt, daalt de temperatuur. Hierdoor is er minder warmteoverdracht tussen het koude gas en de kouder wordende bron. De compressor zal niet minder energie verbruiken, maar de afgifte zal wel minder worden. Het rendement van de warmtepomp daalt daardoor.

De werking van een warmtepomp is in bijlage 2 schematisch weergegeven.

Met rendementen van warmtepompen wordt in de praktijk gespeeld. **Opgegeven** COP waarden van fabrikanten gelden vaak alleen voor de warmtepomp zelf. Hierin is het rendement van de elektriciteitsopwekking niet meegenomen. Ook het elektriciteitsverbruik van de **bronnepomp** en de transportpomp zijn in dit rendement niet meegerekend. Ook het vermogen van de regeling kan meegenomen worden bij het berekenen van installatierendement. In bijlage 2 is een prinscipeschema bijgevoegd waarin de werking van de warmtepomp visueel wordt weergegeven.

In de installatie worden de CV ketel en de warmtepomp beide gezien als energieleverancier aan de woning. De beide toestellen worden daartoe aangesloten op een open verdeler. Vanuit ~~deze~~ open verdeler wordt de warmte middels transportpompen naar de vloerverwarming in de woning getransporteerd. Het toepassen van een open verdeler is echter alleen mogelijk als de **vloerverwarming** centraal gestuurd wordt met een thermostaat. Indien veldsturing wordt toegepast (regeling per vertrek) moet in plaats van een open verdeler een buffervat worden geïnstalleerd. Op die manier kan de warmte tijdelijk worden opgeslagen waardoor de warmtepomp niet de neiging zal krijgen om te pendelen.

Optioneel kan koeling worden toegepast. Dit is relatief eenvoudig te realiseren door het toevoegen van enkele driewegkleppen en een platenwisselaar. Het koude water uit de bron wordt in dat geval door de platenwisselaar geleid. De pompen die in d e winter zorg dragen voor de verwarming kunnen nu het koele water naar de **vloerverwarming** transporteren. Bij het selecteren van de pompen moet wel rekening gehouden worden met een ander temperatuurtraject voor koeling. De capaciteit **zal** veelal groter gekozen moeten worden als bij verwarming. Een buffervat is bij deze manier van koelen niet noodzakelijk omdat de warmtepomp niet bijdraagt aan d e koeling.

In **bijlage 3** is een prinscipeschema van de hydraulische installatie weergegeven- Dit is de installatie zoals ik die in de woningen toe ga passen.

2.4 De regeling

Bij het regelen van de warmtepompinstallatie ben ik uitgegaan van de regelingen die de fabrikanten van de afzonderlijke toestellen aanleveren.

De regeling is opgebouwd uit:

- regeling CV toestel
- regeling warmtepomp
- regeling vloerverwarmingssysteem

De regeling van de CV installatie is geïntegreerd in de CV ketel. Ik heb deze aangevuld met een weersafhankelijke module. Hierdoor zal de aanvoertemperatuur worden aangepast aan de gemeten buitentemperatuur.

Ook de warmtepomp is voorzien van een eigen regeling. Deze beschikt over een contact waarmee de CV ketel en de bronpomp ingeschakeld worden. Zodra de warmtepomp in werking treedt zal de bronpomp aangestuurd worden. Als de warmtepomp het gevraagde vermogen niet kan leveren, schakelt de regelaar de externe warmtelevering (CV ketel) in. Het in- en uitschalen van de warmtepomp gebeurt op basis van de gemeten aanvoer- en retourtemperatuur. Indien deze twee waarden te dicht bij elkaar dreigen te komen zal de warmtepomp uitschakelen. Als het temperatuurverschil tussen aanvoer en retour groter wordt zal de warmtepomp weer inschakelen. De regelaar van de warmtepomp is in de installatie leidend. Externe opnemers met betrekking tot gevraagde temperaturen in de woning worden dan ook op de warmtepompregelaar aangesloten.

Een open bron is niet voorzien van een eigen regeling. Wel is de open bron voorzien van diverse beveiligingen. Deze beveiligingen dienen ter bescherming van de bron, en worden door de leverancier van de bron geleverd, geïnstalleerd en onderhouden.

Ook een gesloten bodemcollector zoals wij die gebruiken heeft geen eigen regeling. Deze bron is ook niet voorzien van beveiligingen. De bronpomp wordt vanuit de warmtepomp aangestuurd.

En slotte zijn ook de vloerverwarmingverdelers voorzien van een regeling. De verdeler wordt vooraf ingeregeld op basis van de transmissieverliezen die berekend zijn. Elke groep is voorzien van een inregelafsluiter. Tevens wordt op de verdeler een gewenste aanvoertemperatuur ingesteld. Een thermostaatventiel zorgt voor deze constante temperatuur. Optioneel kunnen de groepen worden voorzien van veldsturing door het toepassen van servomotoren op de groepenafsluiters. Door het plaatsen van thermostaten kan de temperatuur per vertrek worden geregeld.

Om doorstroming in de installatie te garanderen zal op de verdeler die achterin de installatie gelegen is een drukverschilregelaar geplaatst moeten worden.

Eigenlijk wordt bij de installatie zoals ik die voor ogen heb een minimum aan regeltechniek toegepast. Dat is een bewuste keuze. De regelingen die de fabrikanten in hun apparaten hebben ingebouwd zijn het resultaat van jarenlange ervaring **met** hun eigen product. Het toepassen van externe regeltechniek is daardoor **overbodig**. De installatie moet immers financieel haalbaar zijn.

Voor het toepassen van koeling moet de regeling iets aangepast worden. Denk hierbij aan thermostaten en vloewerwarmingverdelers die geschikt moeten zijn voor **koelen** en verwarmen. Een eenvoudige regelaar volstaat **vervolgens**. Deze regeling dient bij koelvraag de bron- en transportpompen in te schakelen, en de temperaturen dusdanig te beheersen dat condensvorming uitblijft.

3.0 WERKVOLGORDE

Om dit verslag leesbaar te maken moet ik vooraf enkele duidelijke keuzes maken voor wat betreft de volgorde waarin ik de zaken zal onderzoeken.

3.1 Transmissie

Om te beginnen zal ik onderzoeken of de ligging (windrichting) van de woning van invloed is op de transmissie. Indien dit wel het geval is zal ik bij mijn verdere onderzoek uitgaan van de ongunstigste ligging.

3.2 EPN berekeningen

Per woning zal ik 3 EPN (Energie Prestatie Norm) berekeningen maken. Voor de eerste berekening zal ik mij houden aan de EPC (Energie Prestatie Coëfficiënt) norm die gold voor 1 januari 2006. Voorafgaand aan deze berekening zal ik een duidelijke lijst met uitgangspunten maken.

Bij de tweede berekening zal ik de EPC terug gaan brengen naar de eis van na januari 2006: 0,80. Ik zal hierbij zowel bouwkundig als installatietechnisch onderdelen aanpassen, zonder een warmtepomp toe te voegen. Na de berekening zal ik duidelijk aangeven welke aanpassingen noodzakelijk waren.

Als laatste zal ik de warmtepomp in de berekening brengen. Mijn verwachting is dat de EPC daardoor verder daalt. Met deze daling kan ik enkele aanpassingen die ik in de tweede berekening heb toegepast ongedaan maken. Ik zal deze "vervallen aanpassingen" omschrijven.

3.3 Financieel

Per woning zal een begroting opgesteld worden. Hierin zal ik de meerkosten voor de warmtepompinstallatie becijferen, evenals de minderkosten voor de "vervallen maatregelen" uit de derde EPC berekening. Het totaal van deze begrotingen wordt de totale meerinvestering.

3.4 Energetisch

Met de gegevens die ik in de voorgaande berekeningen heb verzameld zal ik de energiekosten per jaar calculeren van de oude installatie met alleen een CV toestel, en voor de nieuwe installatie met een warmtepomp en een CV toestel.

Met de energiebesparing die hieruit voortkomt kan de terugverdientijd van de installatie worden bepaald.

3.5 Conclusie

Na het doorrekenen van elke woning zal ik een tussenconclusie maken. In het laatste hoofdstuk zullen de rekenresultaten van de woningen naast elkaar gezet worden, en kan de slotconclusie opgemaakt worden.

4.0 UITGANGSPUNTEN

In dit hoofdstuk zal ik de door mij gebruikte uitgangspunten definiëren. Deze uitgangspunten zijn gebruikt voor de berekeningen die ik gemaakt heb. Als ik bij de EPN berekeningen uitgangspunten aanpas om de norm van 0,80 te behalen zal ik dat duidelijk bij de berekening weergeven. Voor de transmissieberekeningen zal ik de waarden gebruiken die na afloop van de EPN berekeningen gelden.

4.1 Isolatiewaarden

Rc waarden:

Buitengevel	$R_c = 3,0 \text{ m}^2\text{K/W}$
Begane grondvloer (kruipruimte)	$R_c = 3,0 \text{ m}^2\text{K/W}$
Plat dak	$R_c = 3,0 \text{ m}^2\text{K/W}$
Tussenvloer	$R_c = 0,5 \text{ m}^2\text{K/W}$
Tussenwand	$R_c = 0,5 \text{ m}^2\text{K/W}$
Beglazing inclusief kozijn ($U_{\text{glas}} = 1,2$)	$U = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
Buitendeuren	$R_c = 0,70 \text{ m}^2\text{K/W}$

De isolatiewaarden zijn een gemiddelde waarde. Deze waarden zijn in 2005 veel gebruikt voor nieuwbouwwoningen. In combinatie met een CV ketel en HR balansventilatie kon de EPC norm van 1,0 gehaald worden.

De Rc waarde is de warmteweerstand van een constructie, uitgedrukt in $\text{m}^2\text{K/W}$
De U waarde is de Warmtedoorgangscoefficiënt, uitgedrukt in $\text{W/m}^2\text{K}$

4.2 Temperaturen

Buitentemperaturen:

Buitentemperatuur winter	-10 °C
--------------------------	--------

De buitentemperatuur is conform ISSO 51 (§ 2.1.2)

Binnentemperaturen in de winter:

Woonkamer	20 °C
Keuken	20 °C
slaapkamer	20 °C
Verkeersruimten (entree/overloop)	18 °C
Badkamer	22 °C
toilet	15 °C
technische ruimten	15 °C

De binnentemperaturen zijn conform ISSO 51 (§ 2.1.1), het bouwbesluit en de GIW eisen. De hoogste waarde voor de binnentemperatuur is gebruikt voor de berekeningen.

4.3 Ventilatiewaarden

Infiltratie

$q_{v,10}$ waarde bij ventilatiesysteem C	150 dm ³ /s
$q_{v,10}$, , waarde bij ventilatiesysteem D	100 dm ³ /s

De $q_{v,10}$ geeft de luchtdoorlatendheid van de gebouwschil aan. De $q_{v,10}$ waarden zijn gekozen waarden uit tabel 3.4 van ISSO 51. In de software die ik gebruik voor de berekeningen wordt de $q_{v,10}$ waarde soms omgeslagen per m²

Ventilatie systeem C (natuurlijke luchttoevoer / mechanische luchtafvoer)

Keuken	21 dm ³ /s
Badruimte	14 dm ³ /s
Toiletruimte	7 dm ³ /s
opstelplaats wasmachine	7 dm ³ /s

De ventilatie eis conform bouwbesluit

Ventilatie systeem D (mechanische lucht toe- en afvoer)

Verblijfsgebied	0,9 dm ³ /s/m ² vloeroppervlak
Verblijfsruimte	0,7 dm ³ /s/m ² vloeroppervlak

De ventilatie conform bouwbesluit

4.4 Warmtewinst

Er wordt geen warmtewinst ten gevolge van de interne warmtelast meegerekend. Dat wil zeggen dat de warmte als gevolg van in de woning opgestelde apparaten en verlichting niet wordt meegerekend, evenals de warmte door zontoetreding.

4.5 Overige waarden / aannamen

Opwarmtoeslag	10 W/m ²
Bouwbesluit	na januari 2006

Voor de opwarmtoeslag is gekozen voor een opwarming van 3K in 1 uur. Uit tabel 3.6 van ISSO 51 volgt de opwarmtoeslag. De opwarmtoeslag is de hoeveelheid warmte die nodig is voor het opwarmen van het accumulerend oppervlak (warmte opnemend oppervlak) van de woning na een nachtverlaging.

4.6 Normen

Transmissieberekeningen	ISSO 51
EPC berekeningen	NEN 5128 / NPR 5129

4.7 Woningen

Woning 1	zie bijlage 4
Woning 2	zie bijlage 13
Woning 3	zie bijlage 19

5.0 BEREKENINGEN

5.1 Ongunstigste situatie

Gezien het tegenwoordige energieverlies door transmissie erg klein is, wil ik bij mijn onderzoek uitgaan van de zwaarste belasting. Om die reden heb ik woning 1 berekend met de software van VABI, met als doel de ongunstigste ligging voor de woning te bepalen. Met die ligging (windrichting) zal ik mijn verdere berekeningen maken.

VABI is een van de grootste leveranciers van berekeningssoftware voor onder andere koel- en warmtelast. Met die reden heb ik gekozen voor hun software om de transmissieberekeningen uit te voeren. Ik heb gebruik gemaakt van de laatste versie, namelijk VA101-6.52.

De resultaten van de berekening zijn als volgt:

Ligging van de woning	Warmteverlies Berekening:
De voordeur naar het noorden	10206 Watt
De voordeur naar het oosten	10206 Watt
De voordeur naar het zuiden	10206 Watt
De voordeur naar het westen	10206 Watt

De eindbladen van de transmissieberekeningen zijn gelijk aan elkaar. Het eindblad is bijgevoegd in bijlage 5.

5.1.1 Conclusie

De windrichting maakt volgens de berekeningen niet uit. Ook uit de ISO51 blijkt dat de ligging niet uitmaakt voor de uitkomsten van de transmissieberekening. Dit komt doordat de infiltratie niet wordt bepaald door de ligging van de woning maar middels de $q_{v,10}$ waarde wordt verrekend over de gehele woning.

Voor de berekening van de transmissie kan de ligging van de woning vrij gekozen worden.

5.2 WONING 1

5.2.1 EPN berekeningen woning 1

Bij de werkwijze heb ik de volgorde van het maken van de berekeningen reeds omschreven. Bij deze eerste woning zal blijken of ik aan de genoemde berekeningen - en uitkomsten die ik daaruit verkrijg - voldoende kan afleiden om iets over de haalbaarheid te kunnen zeggen.

Alle EPN berekeningen zijn gemaakt conform **NEN5128**. Bij de **NEN5129** hoort de **NPR5129** welke het rekenprogramma bevat waarmee de EPC berekend kan worden. Door deze keuze weet ik zeker dat de berekeningen aan de laatste eisen voldoet. Ik heb gebruik gemaakt van de laatste versie, namelijk **NPR5129 Versie 2.0**.

5.2.1.1 EPC berekening met norm voor 1 januari 2006

De EPC eis van voor 1 januari 2006 was **1.0**

Om deze EPC berekening te kunnen maken heb ik gebruik gemaakt van de gegevens zoals genoemd bij de uitgangspunten in **hoofdstuk 4**.

Voor de technische installaties moesten nog wel enkele keuzes gemaakt worden, namelijk:

Verwarmingsinstallatie en warm tapwater:

Wijze van verwarming Individueel centraal verwarmingssysteem

CV toestel Combiketel HR-107

Aanvoertemperatuur lager als 55 °C

Afgiftesysteem vloerverwarming

Tapwater middels CV toestel

CW klasse 3

De CW klasse is een maat voor de hoeveelheid warmwater die de Cv ketel kan leveren.

Ventilatie:

Ventilatie systeem D
systeem C mechanische luchttoe- en afvoer

Warmteterugwinning kruisstroom warmtewisselaar

Regelbaar door bewoners nee

Type ventilator Gelijkstroomventilator

Er zijn geen zaken als zonne-energie, koeling of bevochtiging in de woning aanwezig. De elektrische installatie wordt door het programma automatisch bepaald en berekend.

Om de EPC te laten uitkomen op 1,0 moet dus vloerverwarming en balansventilatie worden toegepast. De Rc waarden van de schil van de woning is 3,0 m²K/W

De berekening is bijgesloten in bijlage 6a

5.2.1.2 EPC berekening met norm na 1 januari 2006 zonder het toepassen van een warmtepomp

EPC eis = 0,80

De norm van 0,80 wordt omschreven als een scherpe waarde. Het is duidelijk dat er een daadwerkelijk energiebesparende maatregel noodzakelijk is om de EPC op 0,80 te berekenen. In mijn berekening heb ik gekozen voor het aanpassen van:

- R_g waarden van de gevels, begane grondvloer en plat dak verhoogd van 3,0 naar 4,5 m²K/W
- Het toepassen van 10m² fotovoltaische zonnepanelen
 - Monokristallijn 15% cel, dichtheid 0,8, opname 125W/m²

De uitgerekende EPC komt dan op 0,80. De berekening is bijgesloten in bijlage 6b.

5.2.1.3 EPC berekening met norm na 1 januari 2006 met het toepassen van een warmtepomp

In de derde berekening is de installatie gewijzigd. De CV ketel wordt nu aangevuld met een warmtepomp van 4,8 kW. In het geval ik verder geen onderdelen wijzig, wordt de EPC op 0,70 berekend.

Door het toepassen van de warmtepomp kunnen echter eerder gedane wijzigingen ongedaan worden gemaakt, ~~terwijl~~ de EPC van 0,80 niet overschreden wordt.

Hierin zijn meerdere keuzes te maken, zoals:

- isolatiewaarde van de schil verlagen
- laten vervallen fotovoltaische zonnepanelen

Ik zal in hoofdstuk 7 voor beide opties de prijs berekenen. De optie die het meeste kost zal ik meenemen in mijn berekeningen. Indien men de warmtepomp aanschaft zal die optie in de praktijk namelijk ook komen te vervallen.

De EPC berekening is bijgesloten in bijlage 6c.

5.2.1.4 Conclusie rekenresultaten woning 1

- De eerste berekening was de standaardberekening voor 1 januari 2006. De EPC is hier behaald met de gegevens uit hoofdstuk 4.
- In de tweede berekening heb ik de nodige installatietechnische en bouwkundige zaken aangepast om de EPC te verlagen naar 0,78.
- In de derde berekening is de warmtepomp toegevoegd.

Door het toepassen van de warmtepomp:

- Kunnen de zonnepanelen of de verbeterde isolatie vervallen

5.2.1.4.1 Doel van de conclusie

Door het toepassen van een warmtepomp kan een andere investering vervallen. In het geval van woning is dat een verbeterde isolatie van de gevels, of 10m² zonnepanelen. De meerkosten van de warmtepompinstallatie zal ik corrigeren met deze vervallen investering. De terugverdientijd wordt dus berekend op basis van de meerinvestering voor de warmtepomp.

5.2.2 Financiële berekeningen woning 1

In dit hoofdstuk zal ik voorgaande informatie proberen te vatten in getallen. Ik ga als eerste de minderprijs uitrekenen die het toepassen van de warmtepomp met zich mee heeft gebracht. Daarnaast zal een begroting worden opgezet voor de meerkosten van de warmtepompinstallatie. Uit deze twee begrotingen zal de totale meerprijs van de warmtepompinstallatie volgen.

Als tweede zal ik de energetische besparing voor deze woning berekenen waardoor de financiële haalbaarheid al dan niet zal blijken.

Om het vergelijk waarde te geven moeten er duidelijk uitgangspunten voor wat betreft de calculaties, energietarieven en draaiuren.

5.2.2.1 Uitgangspunten

Bouwkundige kosten

Voor het berekenen van de besparingen met betrekking tot het verlagen van isolatiewaarden voor constructie zijn de bedragen afkomstig van Senternovem. Het betreffen raambedragen die zij als marktconform aanduiden. Deze bedragen worden verhoogd met 19% BTW.

Installatiekosten

Het prijsniveau van de installatietechniek is vastgesteld aan de hand van bruto prijzen uit de catalogi 2006 van diverse leveranciers. Voor alle gebruikte materialen wordt een korting berekend van:

- 20% over apparaten
- 35% over buismateriaal, aansluitmateriaal en appendages.

Het uurloon is vastgesteld op € 46,00.

Over de totale installatiekosten wordt 10% marge berekend

Over het totaalbedrag wordt 19% BTW berekend.

de installatieprijs bestaat dus uit de som van:

- bruto materiaalprijs minus korting	€.	----,--	
- uurloon E. 46,00	+	e. ---- --	
- Marge 10%	+	e. ---- --	
- BTW 19%	=	€.	----,--

energieprijzen:

Voor de energieprijzen zijn de tarieven van januari 2006 van energiebedrijf NUON genomen.

Het is niet mogelijk een vast tarief aan te houden omdat het tarief uit meerdere vaste en variabele delen bestaat. Om die reden heb ik op de website van NUON de tarieven uitgerekend voor verschillende jaawerbruiken. Op die manier ontstaat een eerlijke telling bij de berekening van de energiebesparingen.

Voor het vaststellen van de tarieven voor de berekening van de energiebesparing pas ik een toeslag van 500m3 gas t.b.v. een kooktoestel toe, en 3000kWh voor overig verbruik elektra. Uit tabel 5.1 kies ik dan de beste waarde voor de tarieven.

Tabel 5.1

Gas		Elektra	
Verbruik	Prijs/m3	Verbruik	Prijs/kWh
500 m3	€ 0,9062	1000 kWh	€ 0,1042
1000 m3	€ 0,7397	2000 kWh	€ 0,1522
1500 m3	€ 0,6842	3000 kWh	€ 0,1683
2000 m3	€ 0,6565	4000 kWh	€ 0,1763
2500 m3	€ 0,6398	5000 kWh	€ 0,1811
3000 m3	€ 0,6288	6000 kWh	€ 0,1843
3500 m3	€ 0,6209	7000 kWh	€ 0,1866
4000 m3	€ 0,6149	8000 kWh	€ 0,1883
4500 m3	€ 0,6103	9000 kWh	€ 0,1896
5000 m3	€ 0,6066	9999 kWh	€ 0,1907

De tarieven zijn inclusief BTW per 01-03-2006.

Bij de terugverdiëntijdberekeningen reken ik ook een jaarlijkse prijsverhoging mee. Voor de energietarieven heb ik 3,5% per jaar aangenomen. Dit is een lage waarde als gekeken wordt naar de stijging van de energietarieven de afgelopen jaren. Het is echter nooit zeker dat de tarieven met dit tempo blijven stijgen.

Draaiuren

Om een goede berekening te maken van de besparingen moet duidelijk zijn hoeveel draaiuren de CV ketel en de warmtepomp maken. De draaiuren worden omgezet naar equivalent draaiuren op **vollast**. Voor de draaiuren van de CV ketel ben ik uitgegaan van de informatie die ik ontving van fabrikant **Remeha**, voor de warmtepomp ben ik uitgegaan van de informatie van fabrikant Waterkotte.

Bij de draaiuren van de CV ketel moet worden uitgegaan van de transmissie. Als uitgangspunt wordt genomen dat als de transmissie gelijk is aan het ketelvermogen, er **1200 vollast draaiuren** per jaar worden gemaakt. In mijn geval bedraagt de transmissie **10.206 Watt** en is het ketelvermogen **19.800 Watt**. Mijn uitgangspunt wordt dus **$10.206 / 19.800 * 1200 = 618$ vollast draaiuren**.

Bij het bepalen van de draaiuren van de warmtepomp wordt als uitgangspunt het type installatie genomen. Bij een bivalent **systeem** waarbij **30%** van het vermogen door de warmtepomp wordt gedragen zijn **2250 draaiuren** voor de verwarming te verwachten. Indien de koelmogelijkheid van de installatie wordt gebruikt zullen hier 750 uren bijkomen. Een warmtepomp kent alleen **vollast uren** omdat de compressor niet toerengeregeld is. De CV installatie zal in een bivalent systeem in **10%** van de tijd bijspringen om in de warmtebehoefte te voorzien.

Onderhoudskosten

Bij de terugverdiëntijdberekeningen reken ik ook de meerkosten **voor** het jaarlijst onderhoud mee. Voor zowel een warmtepomp als voor een koelmachine heb ik een tarief van **€ 120,00** per jaar aangenomen. Deze prijs is op basis van **1 grote onderhoudsbeurt** per jaar, **uitgaande** van het tarief dat door ons bedrijf wordt aangehouden.

Voor de prijsstijging van het onderhoud heb ik 2,75% per jaar aangehouden. Dit is een inflatiecorrectie.

5.2.2.2 Minderprijzen

5.2.2.2.1 Verlagen isolatiewaarde van de gevels

De isolatiewaarde van de gevels wordt verlaagd van **4,5** naar **3,0 m²K/W**

Senternovern geeft hiervoor een prijs op van **€ 7,40 /m²** exclusief BTW

De totale minderprijs voor 228 m² gevel bedraagt **€ 2.008,00**

5.2.2.2.2 Vervallen zonnepanelen

Er zal 10m² zonnepaneel vervallen van fabrikant **Solterra SA**.

type SOL 150 monokristallijn, 8 stuks a 1,27 m², inclusief omvormers. De totaalprijs bedraagt **€ 6.600,00 inclusief BTW**.

5.2.2.2.3 Conclusie

Ik zal voor mijn berekeningen de zonnepanelen laten vervallen.

5.2.2.3 Meerprijs warmtepompinstallatie

Ik heb een calculatie opgesteld om de meerprijs voor de levering en montage van een warmtepompsysteem te bepalen.

De totale meerprijs voor de warmtepompinstallatie (exclusief de componenten die vrije koeling mogelijk maken) bedraagt € 13.464,00.

De calculatie is bijgevoegd in bijlage 7

5.2.2.4 Energetische besparingen

Het berekenen van de energetische besparing is de vergelijking tussen het verbruik van een installatie met alleen een CV toestel, en een installatie met een warmtepomp, ondersteund door een CV toestel. Het zal duidelijk zijn dat de energieprijzen hierin een enorm **belangrijke** rol spelen. Zeker in deze tijd stijgen de energieprijzen in hoog tempo, hetgeen aangeeft dat deze vergelijking na iedere stijging opnieuw gemaakt kan worden. De financiële haalbaarheid van de **warmtepompinstallatie** zal voor een belangrijk deel van deze energieprijzen afhangen.

Uiteraard zal het totale energieverbruik afhangen van het gebruik van de woning en de eisen die de bewoners stellen aan comfort en behaaglijkheid. Een gezin met twee werkende mensen zal de verwarming veel minder gebruiken als een ouder echtpaar dat het grootste deel van de dag thuis is. Ook zal het oudere echtpaar gemiddeld een hogere temperatuur in **de** woning wensen als **jongere** mensen, uitzonderingen daar gelaten. Ook wensen als een **warmer** slaapkamer of het al dan niet gebruiken van de zolder zal een rol spelen in de totale warmtebehoefte in een woning, en dus in het aantal draaiuren van de warmteopwekking.

De totale energiebesparing is berekend op € 758,36 per jaar. De berekening is bijgesloten in bijlage 8.

In deze vergelijking is het stroomverbruik van de installaties in rust niet meegenomen, evenals **de** meerkosten voor onderhoud.

5.2.2.5 Terugverdientijd

Het berekenen van de terugverdientijd kan op vele manieren uitgevoerd worden.

Ik heb voor twee verschillende benaderingen gekozen, namelijk:

- a) Berekening van de terugverdientijd zonder rekening te houden met:
- o prijsverhogingen
 - o onderhoudskosten
 - o waardevermeerdering van geld
 - o de jaarlijkse besparing die de zonnepanelen zouden opleveren

Dit is de eenvoudigste manier van het berekenen van de terugverdientijd zoals voorgesteld in het ISSO handboek installatietechniek. Deze terugverdientijd wordt ETVT genoemd.

De jaarlijkse besparing van de zonnepanelen neem ik bewust niet mee. In mijn onderzoek komt de warmtepomp in de plaats van zonnepanelen, maar het is ook denkbaar dat voor dit investeringsbedrag een andere keuze gemaakt zou zijn.

Bij de uitgebreidere methode zal ik hier wel aandacht aan besteden.

- b) Berekening van de terugverdientijd zoals bij a beschreven, echter rekening houdend met:
- Prijsverhogingen energietarieven
 - Onderhoudskosten inclusief indexatie
 - Energiebesparing van de zonnepanelen (opgave fabrikant)

Deze methode heb ik zelf bepaald.

Voor de prijsverhogingen moet ik wel waarden kiezen:

- Voor de prijsstijging van de energietarieven zal ik 3,5% aanhouden. Dit is een veilige extrapolatie gezien de stijgingen van de afgelopen jaren.
- Voor de prijsstijging van de onderhoudskosten hou ik 2,75% aan. Dit is een deel inflatiecorrectie en een deel prijsstijging van loon en materiaal.

Voor de onderhoudskosten van een koelmachine of een warmtepomp gebruik ik het reeds eerder vermelde tarief van €120,00 per jaar.

Terugverdientijd volgens methode A:

De netto investering is de meerprijs voor de warmtepomp minus de prijs die betaald zou moeten worden voor de zonnepanelen.

Totaal dus € 13.464 - € 6.600 = 6.864,00

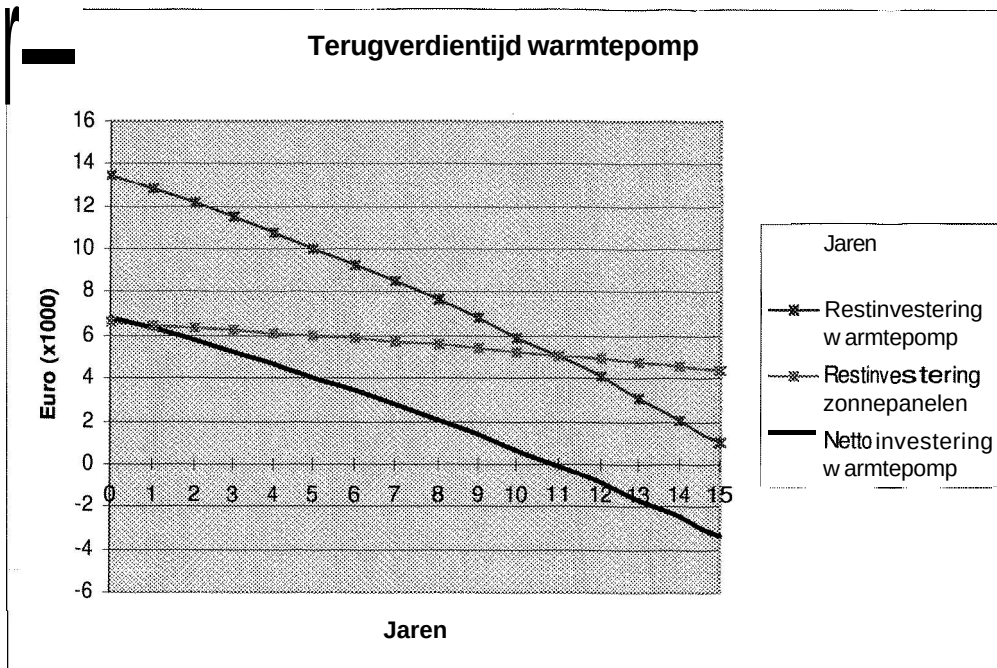
$$\text{terugverdientijd} = \frac{\text{netto_investering}}{\text{energiebesparing_per_jaar}} = \frac{6.864}{758,36} = 9,1 \text{ jaar}$$

Terugverdientijd volgens methode B:

Nu wordt de energiebesparing wordt jaarlijks aangepast met de verwachte prijsstijging van de energietarieven. Ook worden de kosten voor onderhoud meegerekend. Ten slotte houd ik ook rekening met het feit dat de zonnepanelen stroom zouden leveren hetgeen een besparing met zich mee zou brengen.

De berekening is uitgevoerd in Excel en bijgevoegd in bijlage 9. De uitkomst van de berekening is weergegeven in grafiek 5.1.

Grafiek 5.1



Uit grafiek 5.1 is een terugverdientijd van ongeveer 11 jaar af te lezen.

5.2.2.6 Conclusie

Het toepassen van een warmtepomp in woning 1 is financieel niet haalbaar uitgaande van een financiële terugverdientijd van maximaal 5 jaren.

Indien wordt gekeken naar de technische levensduur van de installatie mag verondersteld worden dat deze minimaal 10 jaren functioneert. Mijn persoonlijke mening is in dat geval dat de technische levensduur en de terugverdientijd te dicht bij elkaar liggen om het installeren van een warmtepomp als rendabel te bestempelen.

De conclusie moet dus zijn dat het toepassen van een warmtepomp welke alleen functioneert voor de verwarming van woning 1 niet rendabel is.

5.3 Koeling

Gezien het resultaat van de eerste woning komt direct de vraag op wat er gebeurt met de terugverdientijd indien rekening gehouden wordt met de vrije koelmogelijkheid die de bron biedt. In de zomer is het namelijk mogelijk de bron te gebruiken voor de koeling van de woning. De warmtepomp is in dat geval uitgeschakeld.

In de praktijk is er een toenemende vraag naar koeling. Zeker bij luxe woningen zoals de woningen die ik in mijn onderzoek betrek. Om die reden zal ik de koeling introduceren in mijn onderzoek.

5.3.1 Berekeningssoftware

Om de berekening van de energiebesparing eenvoudiger te kunnen uitvoeren heb ik een stukje software ontwikkeld. Deze software functioneert alleen op internet. Met deze software kan de terugverdientijd worden berekend voor de warmtepompinstallatie. Aan het begin van de berekening moet gekozen worden of de warmtepomp alleen voor verwarming functioneert, of dat er tevens gebruik wordt gemaakt van koeling.

Om de berekening makkelijk uit te voeren zijn diverse gegevens noodzakelijk. Het is handig deze gegevens vooraf te verzamelen. En overzicht van de gegevens die noodzakelijk zijn heb ik bijgevoegd in bijlage 10.

De berekeningssoftware is te vinden op www.afstuderen.pascalkaandorp.nl.

Met **de** gegevens die ingevuld worden zal de terugverdientijd berekend worden. De werking van het programma (in stappen) is als volgt:

- berekenen gasverbruik en elektraverbruik in de uitgangssituatie
- berekenen gasverbruik en elektraverbruik in de nieuwe situatie
 - $\text{gasverbruik} = \text{equivalent vollast draaiuren} * \text{gasverbruik per uur}$
 - $\text{elektraverbruik} = \text{equivalent vollast draaiuren} * \text{elektraverbruik per uur}$
- berekenen geldelijk in euro tussen situatie 1 en 2
 - $\text{Prijs} = \text{verbruikte eenheden} * \text{prijs per eenheid}$
- berekenen meerinvestering
 - $\text{Meerinvestering} = \text{meerinvestering warmtepomp} - \text{minderprijzen} - \text{subsidies}$
- berekenen eenvoudige terugverdientijd
 - $\text{terugverdientijd} = \text{meerinvestering} / \text{jaarlijkse besparing}$
- berekenen 15 jaren prognose
 - restinvestering na elk jaar, rekening houdende met onderhoud **en** prijsstijgingen van energiekosten.

De software is geprogrammeerd in PHP. Dat is een programmeertaal die alleen werkt op internet servers. De gegevens voor de berekeningen die door PHP worden uitgevoerd zijn afkomstig uit de ingevulde velden in de formulieren. Met deze gegevens worden de berekeningen uitgevoerd. De uitkomsten van de berekeningen worden verzameld en omgezet in een document dat is gebaseerd op HTML (zogenaamd parsen). Het document dat ontstaat kan weergegeven worden als internetpagina. PHP wordt dus altijd dusdanig geprogrammeerd dat de uitkomst een HTML document wordt.

Indien bepaalde velden niet worden ingevuld is het programma dusdanig ontworpen dat bij een vereist of niet goed ingevulde waarde een foutmelding weergegeven wordt, waarna het veld alsnog ingevuld kan worden. Sommige velden zijn echter voorzien van defaultwaarden. Indien de gebruiker deze velden niet invult wordt de defaultwaarde aangenomen. Dit wordt vervolgens bij de opmerkingen op het eindblad van de berekening vermeld.

Het meerekenen van een energiebesparing per jaar anders als de besparing van de warmtepomp (zoals ik in dit verslag doe bij de uitgebreide terugverdientijdberekening met de opbrengst die zonnepanelen gehad zouden hebben) is in het programma niet mogelijk.

5.3.2 Uitgangspunten

Om de koeling te introduceren zijn weer enkele **uitgangspunten**, namelijk:

- Het koelvermogen van de woningen zal worden geraamd op 15 **Watt/m³**. Dit koelvermogen is gebaseerd op een afgifte van de vloerkoeling van ca. 40 **Watt/m²**.
- De koudwatermachine die noodzakelijk zou zijn voor de koeling indien geen warmtepomp wordt gebruikt, heeft een COP van **2,5**.
- Er zal geen extra meerprijs worden berekend voor de installatie als deze geschikt wordt gemaakt voor koeling. De reden hiervoor is dat de vergelijking moet worden gemaakt tussen twee gelijke installaties.

Bij het vergelijken van de installaties is het belangrijk gelijke installaties te vergelijken. Bij alleen verwarmen vergelijk ik **een Cv ketel met een warmtepomp en een Cv ketel**.

Als de koeling wordt meegenomen is het uitgangspunt een **conventionele** installatie bestaande uit een Cv toestel en een koudwatermachine. Deze installatie wordt vervolgens vervangen door een CV ketel en een warmtepomp. Het leidingwerk, de appendages en de regelingen veranderen niet. De koudwatermachine wordt alleen **vervangen** door de bron van de warmtepomp. De capaciteit van de bron zal bij koelen echter groter moeten worden. Uitgangspunthierin is dat de minderprijs voor de koelmachine wordt geïnvesteerd in een grotere bron en het verzwaren van het leidingnet en de pompen.

5.4 Berekening koeling woning 1

Met de nieuwe software heb ik de energiebesparing voor woning 1 berekend, rekening houdend met het gebruik van de koeling.

Het **eindblad** van de berekening is weergegeven in bijlage II.

Op dit **eindblad** zijn de volgende zaken weergegeven:

- Overzicht van de ingevulde gegevens
- Berekening energiebesparing
- Terugverdientijd, berekend op de eenvoudige manier (**investering/jaarlijkse energiebesparing**)
- 15 jaren prognose
 - o In deze prognose wordt rekening gehouden met de jaarlijkse prijsverhoging van de energietarieven en met het jaarlijks onderhoud. In heb hiervoor aangenomen:
 - Prijsverhoging energietarief 3,5% /jaar
 - Onderhoud warmtepomp € 120,00 / jaar
 - Vervallen onderhoud koudwatermachine € 120,00 / jaar
 - Prijsverhoging onderhoudstarief 2,75% / jaar

Uit de berekening volgt:
 - een energiebesparing van € 1.314,87 per jaar.

De meerinvestering blijft **E. 6.864,00**

5.4.1 Terugverdientijd

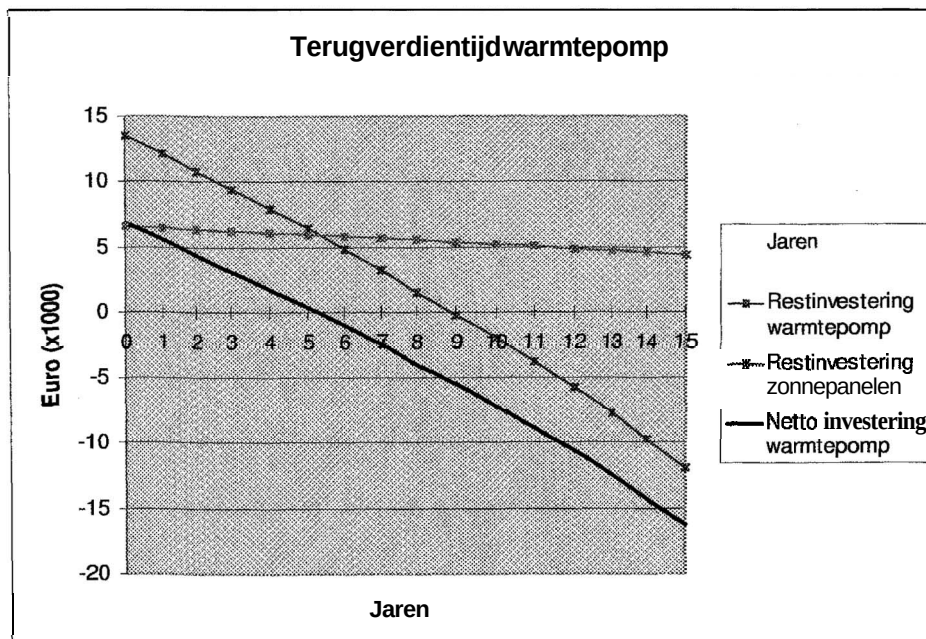
Ook voor deze situatie zal ik de terugverdientijd op twee manieren berekenen.

Met de eenvoudige, en de uitgebreide methode. De eenvoudige methode geeft de volgende uitkomst:

$$\text{terugverdientijd} = \frac{\text{netto_investering}}{\text{energiebesparing_per_jaar}} = \frac{6.864}{1.314,87} = 5,2 \text{ jaar}$$

De uitgebreide berekening is bijgevoegd in bijlage 12. De uitkomst van de berekeningen is weergegeven in grafiek 5.2.

Grafiek 5.2



Uit grafiek 5.2 kan afgelezen worden dat de terugverdientijd ook nu iets meer als 5 jaren bedraagt.

5.4.2 Conclusie woning 1

Strikt genomen is het financieel niet rendabel een warmtepomp toe te passen indien een economische terugverdientijd van 5 jaren wordt aangehouden.

Toch is het toepassen van een warmtepomp in mijn ogen wel rendabel als uitgegaan wordt van een technische levensduur van de installatie van 10 jaren.

Als wordt gekeken naar de terugverdientijd van alleen de warmtepomp (zonder rekening te houden met de zonnepanelen) valt de terugverdientijd **eveneens** binnen deze 10 jaren.

Mijn conclusie is daarom dat het toepassen van een warmtepomp indien de installatie wordt gebruikt voor verwarmen én koelen **wel rendabel** is.

5.5 Berekeningen woning 2

De financiële haalbaarheid bij de relatief kleine vrijstaande woning is niet echt overtuigend. Voor de tweede woning zal ik de inhoud een stuk groter kiezen om te bezien of dit van invloed is op de resultaten.

De **tweede** woning is weergegeven bij bijlage 13.

5.5.1 Rekenresultaten woning 2

5.5.1.1 Transmissie

De totale transmissie bedraagt: **16.556 Watt**

De berekening is bijgevoegd in bijlage 14.

5.5.1.2 EPC berekeningen

- De EPC van 1.0:
 - o Is berekend met de uitgangspunten uit hoofdstuk 4
 - o Met dezelfde installatietechnische keuzes als bij woning 1Uitkomst van de berekening is een EPC van 0,93.
- De EPC is verlaagd naar 0.8:
 - o zonder toepassing van een warmtepomp
 - o Rc van de gevels, begane grondvloer en dak van 3,0 naar 4,5 m²K/W
 - o Het toepassen van 17 m² (elektrische) zonnepanelen, monokristallijn.
- De warmtepomp is toegevoegd, de EPC is 0.8 nadat:
 - o De (elektrische) zonnepanelen zijn vervallen
 - o De isolatiewaarde van de beglazing is verbeterd van 1,8 naar 1,4 W/m²K.

De berekeningen zijn bijgevoegd in bijlage 15a t/m c

5.5.2 Minderkosten

De minderkosten voor het niet plaatsen van 17m² zonnepanelen bedraagt € 10.995,00 inclusief BTW.

5.5.3 Meerkosten

De meerkosten voor de warmtepompinstallatie bedragen € 16.225,00
De calculatie is bijgevoegd in bijlage 16.

De meerkosten voor de verbeterde isolatie bedragen € 18,00/m² * 87m² =
€ 1.566,00 inclusief BTW.

5.5.4 Energiebesparing en terugverdientijd

De energiebesparing per jaar bedraagt € 1.293,54 per jaar indien alleen wordt uitgegaan van verwarming, en € 2.189,26 als wordt uitgegaan van verwarming en koeling.

De terugverdientijd berekeningen zijn bijgevoegd in bijlage f 7a en 17b.

5.5.4.1 Terugverdientijd bij alleen verwarmen

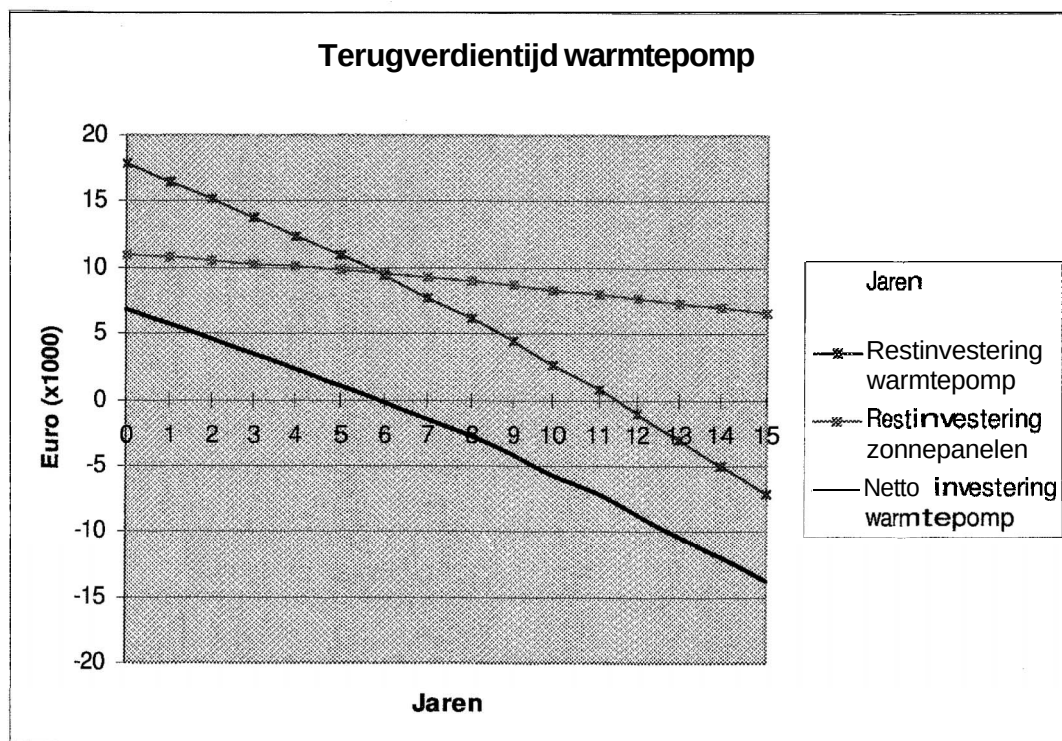
Berekend met een eenvoudige methode:

De meerinvestering bedraagt €. $16.255 - 10995 + 1566 = \text{€} 6.826,00$

$$\text{terugverdientijd} = \frac{\text{netto_investering}}{\text{energiebesparing_per_jaar}} = \frac{6.826}{1293,54} = 5,3 \text{ jaar}$$

De berekening met de uitgebreide methode is bijgevoegd in bijlage 18a. De uitkomst is weergegeven in grafiek 5.3.

Grafiek 5.3



Uit de grafiek volgt een terugverdientijd van ongeveer 6 jaar.

5.5.4.2 Terugverdientijd bij verwarmen en koelen

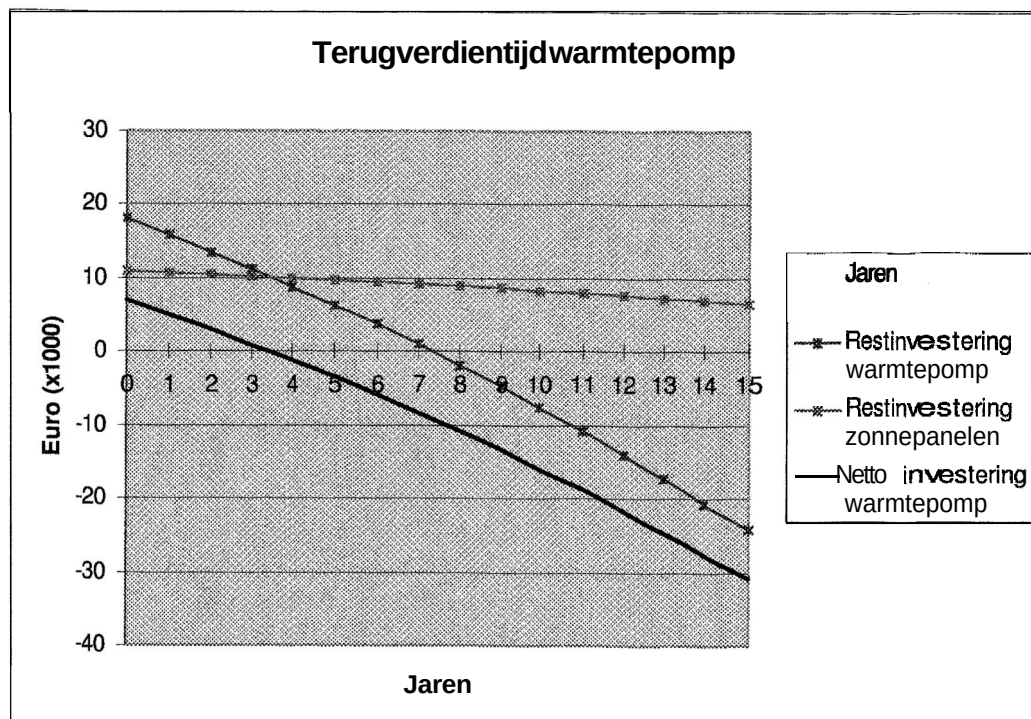
Berekend met de eenvoudige methode:

De investering bedraagt € 16.255 – **10995** + 1566 = € 6.826,00

$$\text{terugverdientijd} = \frac{\text{netto_investering}}{\text{energiebesparing_per_jaar}} = \frac{6.826}{2189,26} = 3,1 \text{ jaar}$$

De berekening met de uitgebreide methode is bijgevoegd in bijlage 18b. De uitkomst is weergegeven in grafiek 5.4.

Grafiek 5.4



Uit grafiek 5.4 volgt een terugverdientijd van ongeveer **3.5 jaar**.

5.5.5 Conclusie woning 2

Voor alleen verwarmen blijkt de terugverdientijd al tussen de **5 en 6 jaar** te liggen. Voor koelen en **verwarmen** is de terugverdientijd met iets meer als **3 jaar** zelfs heel acceptabel.

Uitgaande van een economische terugverdientijd van 5 jaren is de conclusie dat de warmtepomp alleen rendabel is als er ook mee gekoeld wordt.

Neem ik de technische levensduur als uitgangspunt, dan is de warmtepomp in beide gevallen rendabel.

5.6 Woning 3

Binnen ons bedrijf is een opdracht binnengekomen voor het realiseren van de technische installaties in een woning te Wassenaar. De woning is reeds ontworpen door Plan Architecten uit Haarlem.

De derde woning is weergegeven bij bijlage 19.

Voor deze woning is reeds een EPC berekening gemaakt t.b.v. de bouwaanvraag. Ik zal onderzoeken wat de terugverdientijd is van de warmtepomp, waarbij ik een fictieve post van € 12.000,00 zal meerekenen voor het laten vervallen van investeringen als gevolg van het toepassen van een warmtepomp. Deze post is een veilig gekozen bedrag aan de hand van de bedragen die meegerekend zijn bij woning 1 en 2.

5.6.1 Rekenresultaten woning 3

5.6.1.1 Transmissie

Bij de transmissie ga ik uit van de gegevens zoals genoemd in hoofdstuk 4, echter met een Rc waarde voor de schil van $4,5 \text{ m}^2\text{K/W}$. De transmissie bedraagt 26.769 Watt

De transmissieberekening is bijgevoegd in bijlage 20.

5.6.2 Meerprijs warmtepomp

De meerprijs voor de warmtepomp bedraagt E. 19.153,00

De calculatie is bijgevoegd in bijlage 21.

5.6.3 Energiebesparing en terugverdientijd

De energiebesparing bedraagt € 1.533,85 per jaar voor alleen verwarming, en € 3140,89 voor verwarming en koeling.

De berekeningen zijn bijgevoegd in bijlage 22a en 22b.

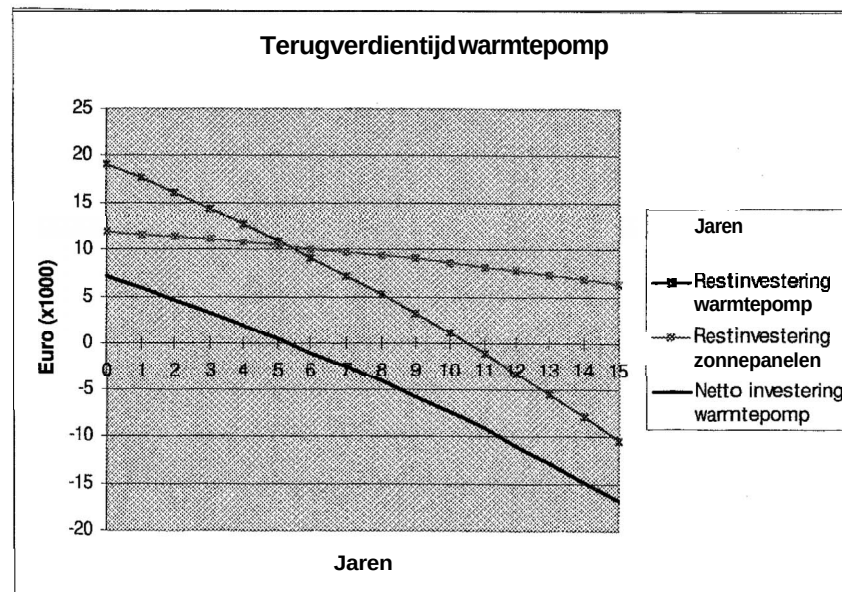
5.6.3.1 Terugverdientijd bij alleen verwarming

Berekend met de eenvoudige methode:

$$\text{terugverdientijd} = \frac{\text{netto _ investering}}{\text{energiebesparing _ per _ jaar}} = \frac{19.153 - 12.000}{1.533,85} = 4,7 \text{ jaar}$$

De berekening met de uitgebreide methode is bijgevoegd in bijlage 23a. De uitkomst is weergegeven in grafiek 5.5.

Grafiek 5.5



Hieruit is een terugverdientijd van ongeveer **5,2 jaar** af te lezen.

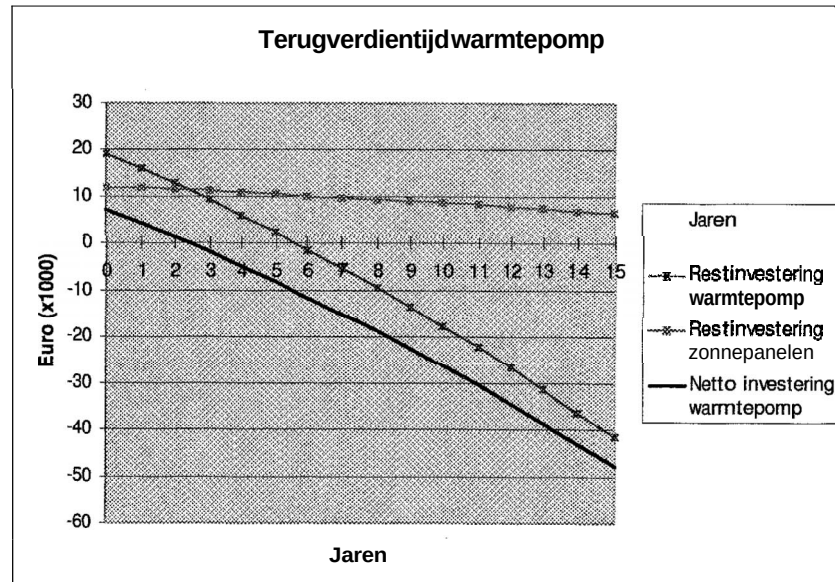
5.6.3.2 Terugverdientijd bij verwarmen en koelen

Eenvoudige methode:

$$\text{terugverdientijd} = \frac{\text{netto_investering}}{\text{energiebesparing_per_jaar}} = \frac{19.153 - 12.000}{3.140,89} = 2,3 \text{ jaar}$$

De berekening met de uitgebreide methode is bijgevoegd in bijlage 23b. De uitkomst is weergegeven in grafiek 5.6.

Grafiek 5.6



Hieruit is een terugverdientijd van ongeveer **2,5 jaar** af te lezen.

5.6.4 Conclusie woning 3

Voor woning 3 geldt hetzelfde als voor woning 2. Kijken naar een economische terugverdientijd van 5 jaren is de warmtepomp alleen rendabel indien met de installatie ook gekoeld wordt.

Kijkend naar de technische levensduur kan geconcludeerd worden dat de **warmtepomp** rendabel is.

5.7 Evaluatie van de woningen

5.7.1 Vergelijking van woning 1,2 en 3

Om de 3 onderzochte woningen goed te kunnen vergelijken heb ik de rekenresultaten van de woningen naast elkaar gezet in tabel 5.2.

Tabel 5.2

Onderdeel	Woning 1	Woning 2	Woning 3
Oppervlak	148 m ²	388 m ²	709 m ²
Inhoud	443 m ³	1.085 m ³	1.924 m ³
Transmissie	10.206 Watt	16.556 Watt	26.769 Watt
Koellast	6.638 Watt	16.281 Watt	28.857 Watt
Investering warmtepomp	f 13.464,00	€ 16.225,00	€ 19.153,00
Meerprijs diverse investeringen	E -	€ 1.566,00	E
Minderprijs vervallen investeringen	E 6.600,00	E 10.995,00	E 12.000,00
Totale investering	€ 6.864,00	€ 6.796,00	€ 7.153,00
Energiebesparing bij alleen verwarmen	E 758,36	€ 1.293,54	E 1.533,85
Energiebesparing bij alleen verwarmen en koelen	E 1.314,87	E 2.189,26	E 3.140,89
Terugverdientijd (verwarmen, eenvoudige methode)	9,1 jaar	5,3 jaar	4,7 jaar
Terugverdientijd (verwarmen, uitgebreide methode)	11,0 jaar	6,0 jaar	5,2 jaar
Terugverdientijd (verwarmen en koelen, eenvoudige methode)	5,2 jaar	3,1 jaar	2,3 jaar
Terugverdientijd (verwarmen en koelen, uitgebreide methode)	5,2 jaar	3,5 jaar	2,5 jaar

5.7.2 Logische verbanden

Op het eerste gezicht lijkt de terugverdientijd lager te worden als de woning groter wordt. Dat is ook logisch. De grootste woning verbruikt de grootste hoeveelheid energie. Aangezien de energietarieven een grote rol spelen in de uitkomsten van de berekeningen, is op dit punt de grootste besparing te behalen.

In tabel 5.3 zijn enkele waarden uit tabel 5.2 per m³ inhoud van de woning weergegeven. Dit om eventuele verbanden aan te kunnen tonen:

Tabel 5.3

Onderdeel	Woning 1	Woning 2	Woning 3
A Transmissie per m ³	€ 23,06 W/m ³	€ 15,25 W/m ³	€ 13,91 W/m ³
B Investering warmtepomp per m ³	€ 30,43 /m ³	€ 15,15 /m ³	€ 9,96 /m ³
C Totale investering per m ³	€ 15,51 /m ³	€ 6,46 /m ³	€ 3,72 /m ³
D Energiebesparing per m ³ bij alleen verwarmen	€ 1,71 /m ³	€ 1,19 /m ³	€ 0,80 /m ³
E Energiebesparing per m ³ bij verwarmen en koelen	€ 2,97 /m ³	€ 2,02 /m ³	€ 1,63 /m ³

Alle waarden nemen af naarmate de woning groter wordt.

5.7.2.1 Conclusie

Het enige duidelijke verband is het feit dat alle getallen, omgeslagen per m3 inhoud van de woning kleiner worden naarmate de woning groter wordt. Het investeren in een warmtepomp wordt dus relatief goedkoper. De energiebesparing wordt echter ook relatief lager.

Kijkende naar de berekende terugverdientijden is wel duidelijk dat de terugverdientijd lager wordt naarmate de woning groter wordt.

Er is echter geen lineair verband dat gebruikt kan worden om de terugverdientijd mee te bepalen. Wel is het verband te maken middels wiskundige benaderingen, echter over het waarheidsgehalte daarvan valt niet veel te zeggen. Er zijn 3 woningen doorgerekend waarvoor telkens vele keuzes en afwegingen zijn gemaakt. Al deze keuzes zijn direct van invloed zijn op de transmissie, investeringen, besparingen en dus op de terugverdientijd.

De keuzes die gemaakt moeten worden zullen in de praktijk veelal afhangen van individuele wensen en eisen die aan de woning zijn gekoppeld. Daardoor lijkt het mij niet verstandig woningen met elkaar te vergelijken door middel van een vaste waarde.

Voor elke afzonderlijke woning zal het rekenaarsproces moeten worden doorlopen, om een goede schatting van de terugverdientijd te kunnen geven. Het opgeven van de gebruikte uitgangspunten en aannamen is wat mij betreft onlosmakelijk met de berekening verboden.

6.0 EINDCONCLUSIE

Voor het onderzoeken naar de haalbaarheid van een warmtepompinstallatie is het belangrijk duidelijke uitgangspunten te kiezen. Het formuleren van een antwoord kan niet afgedaan worden met een simpel ja of nee, maar dient goed onderbouwd te worden. Zo moet duidelijk zijn welke keuzes gemaakt zijn, en waarmee een vergelijk wordt opgezet.

Om de EPC **norm** van 0.8 te halen in een vrijstaande nieuwbouwwoning moet iets extra's gedaan worden. Het verbeteren van de isolatie en de luchtdichtheid van de woning in combinatie met een HR Cv toestel en hoogrendement balansventilatie is niet meer afdoende om de EPC te behalen. Er moet een daadwerkelijke besparing worden bereikt door het toepassen van geavanceerde techniek waardoor het berekende energieverbruik per jaar afneemt

De haalbaarheid is door mij gewogen door het berekenen van de terugverdientijd. Hierbij is de meerinvestering gedeeld door energetische jaarbesparing. Als maatstaf heb ik gesteld dat de financiële haalbaarheid blijkt uit een terugverdientijd van maximaal 5 jaar. Bij een vergelijk met de technische levensduur van de installatie ga ik er vanuit dat een installatie minstens 10 jaren goed zal functioneren.

Het bepalen van de meerinvestering behoeft enige toelichting. De meerprijs die ik in mijn onderzoek bereken is de werkelijke meerprijs ten opzichte van een conventionele verwarmingsinstallatie. Indien een installatie alleen gebruikt gaat worden voor verwarming moet de warmtepomp aan de Cv ketel worden toegevoegd. De warmtepomp met de bron (gesloten bodemcollector), het extra leidingwerk en de extra regeltechniek zal als meerinvestering worden opgevoerd. Indien de installatie ook gebruikt wordt om te koelen, zal de warmtepompinstallatie worden vergeleken met een installatie bestaande uit een CV ketel en een koelmachine. In dat geval zal de meerinvestering bestaan uit de warmtepomp met een bron, verminderd met de kosten voor een koudwatermachine. Het leidingwerk en de regeling zijn in dit geval reeds afgestemd op verwarmen en koelen, waardoor hiervoor geen extra investering hoeft te worden gedaan.

In tabel 6.1 heb ik overzichtelijk weergegeven welke kosten ^{Zijn ge} is meereken om de meerinvestering te bepalen.

Onderdeel	Alleen verwarmen	Verwarmen en koelen
Kostprijs warmtepomp en bron	Ja	Ja
Kostprijs extra leidingwerk	Ja	Nee
Kostprijs extra regeltechniek	Ja	Nee
Minderprijs vervallen apparaten	Nee	Ja (koelmachine)

Tabel 6.1 bepaling meerinvestering warmtepompinstallatie

Bij het maken **van** een keuze voor een warmtepomp met als doel de EPC te halen is het belangrijk ook andere mogelijke opties mee **te** laten wegen. Zo kan ook gekozen worden voor bijvoorbeeld zonnepanelen of een zonneboiler. Uiteraard hebben ook deze maatregelen een prijs. Voor het bepalen van de haalbaarheid ga ik er dan ook vanuit dat door het kiezen van een warmtepomp, een andere investering niet hoeft te worden gedaan. Deze vervallen investering breng ik dan ook in mindering op het investeringsbedrag zoals bepaald door tabel 6.1.

Hieruit blijkt ook duidelijk dat ik bij de terugverdientijd niet spreek over het terugverdienen van de **totale** investering die in de warmtepompinstallatie wordt gedaan, maar over een meerinvestering. Dit wordt verduidelijkt in voorbeeld 6.1

Voorbeeld 6.1

Een **warmtepompinstallatie** is opgebouwd uit:

Warmtepomp met bron	€ 10.000,00
Extra leidingwerk	€ 2.500,00
Extra regeltechniek	€ 500,00

Deze warmtepomp wordt geïnstalleerd in een installatie waarin respectievelijk alleen verwarmd en gekoeld en verwarmd wordt. De **basisinstallatie** waarmee alleen verwarmd wordt bestaat uit alleen een CV ketel, de installatie waarmee ook gekoeld wordt bestaat uit een CV ketel en een koudwatermachine.

Door het toepassen van de warmtepomp kunnen eerder opgenomen zonnepanelen vervallen. Deze kosten **€ 6.000,00**
Een koudwatermachine t.b.v. de koeling die kan komen te vervallen door het toepassen van een warmtepomp kost **€ 2.000,00**

Als de **installatie** alleen wordt **gebruikt** voor verwarmen:

Investering warmtepomp = warmtepomp met bron + extra leidingwerk + extra regeltechniek
= **€ 10.000,00 + 2.500 + 500 = € 13.000,00**

Als de **installatie** wordt gebruikt voor verwarmen en koelen:

Investering **warmtepomp** = warmtepomp met bron - koelmachine
= **€ 10.000,00 - 2.000 = € 8.000,00**

De **zonnepanelen** kunnen vervallen.

De werkelijk **meerinvestering** die gedaan moet worden is daardoor:

voor de **installatie** waarmee **alleen** verwarmd wordt **€ 13.000 - € 6.000,00 = € 7.000,00**
en voor een **installatie** waarmee wordt verwarmd en gekoeld **€ 8.000,00 - 6.000,00 = € 2.000,00**

Het is ook belangrijk te vermelden dat het meerekenen van de koeling een grote invloed heeft op de hoeveelheid energie die bespaard kan worden, en daarmee op de terugverdientijd. Een koudwatermachine verbruikt namelijk veel meer energie als de pompen die het water van de bron door de vloerverwarming pompen. Bij het toepassen van koeling **zal** de energienota dus wel hoger uitvallen als ^{dan} dat er alleen verwarmd zou worden, echter veel lager als het geval zou zijn bij het toepassen van een koudwatermachine.

Om de terugverdientijd te berekenen moeten opnieuw aannamen worden gedaan. Zeker bij het **bepalen van** het aantal draaiuren van de installatie blijkt dat dit sterk afhangt van het gebruik van de woning en de eisen die de consument aan het binnenklimaat stellen. Juist het aantal draaiuren bepaald de hoogte van de energiebesparing. Door het besparen op de energierekening kan de installatie immers terugverdiend worden.

Bij het geven van een antwoord op de vraag of de installatie financieel haalbaar is moeten dus minimaal de volgende gegevens worden bijgevoegd om het antwoord enige waarde te geven:

- Bouwtechnische uitgangspunten (isolatie, luchtdichtheid e.d.)
- Warmteverlies en of koellast, at dan niet berekend
- Meerprijs warmtepompinstallatie t.o.v. een conventionele installatie
- Meegerekend bedrag als gevolg van het vervallen van een andere optie die gekozen had kunnen worden
- Berekening energiebesparing met
 - Berekend aantal draaiuren
 - Gegevens conventionele installatie
 - Gegevens nieuwe installatie

De **bouwtechnische** uitgangspunten zullen veelal bekend zijn omdat deze worden vastgesteld door de architect van de woning. De installatietechnische **uitgangspunten** moeten door de adviseur / installateur worden aangedragen. Bij dit verslag heb ik **een** stukje on-line rekensoftware ontwikkeld dat op het internet staat. Hierbij moeten alle gegevens die van toepassing zijn op de berekening van de energiebesparing worden opgegeven. Het resultaat dat wordt weergegeven bevat een volledig overzicht van alle ingegeven waarden, de berekening van de energiebesparing en een berekening van de eerste 15 jaren waarbij onderhoudskosten en diverse prijsverhogingen kunnen **worden** ingevuld. Tevens staat op dit **eindblad** vermeld of alle gegevens zijn ingevuld, en indien dit niet het geval **is**, welke standaard waarden zijn gebruikt voor de berekening. Op deze manier ontstaat een berekening van de energiebesparing met vermelding van alle van toepassing **zijnde** gegevens.

Nadat ik bepaald heb welke uitgangspunten ik wilde gebruiken, en welk vergelijk ik wenste te maken heb ik een drietal woningen doorgerekend. Ik heb voor **alle** woningen dezelfde **volgorde** aangehouden, namelijk:

- a) **bepaling** warmtelast door middel van een transmissie**berekening**
- b) **maken** van drie EPN berekeningen.
 - 1. EPC berekening conform de oude EPC norm van 1.0
 - 2. EPC berekening met de nieuwe EPC norm van 0.8 zonder het gebruik van e e n warmtepomp waardoor ik kan bepalen met welke maatregelen de EPC behaald kan worden.
 - 3. **Als** laatste voeg ik de warmtepomp in de berekening, waardoor de EPC nog **verder** daalt. De maatregelen uit de tweede berekening zal ik dan laten vervallen.
- c) **Bepalen** van de meerprijs voor de warmtepomp door
 - 1. **Meerprijs** warmtepomp t.o.v. conventionele installatie
 - 2. **Minderprijs** vervallen maatregel uit EPC berekening 2
- d) Berekening energiebesparing
- e) **Berekening** terugverdiensijd

Door bovenstaande stappen te doorlopen ontstaat een goed beeld van het energieverbruik in de woning en de prijzen van de verschillende onderdelen. Na deze berekeningen kan **een** goed advies over de haalbaarheid gegeven worden.

Voor de drie woningen waarvoor ik de haalbaarheid onderzocht heb zal ik de resultaten opgegeven op de hiervoor genoemde wijze.

Resultaten bepaling van de financiële haalbaarheid:

Uitgangspunten bouwkundig:

Isolatiewaarde van de gebouwschil	$R_c = 4,5 \text{ m}^2\text{K/W}$
Isolatiewaarde beglazing	$U = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
Infiltratie	$q_{v,10} = 100 \text{ dm}^3/\text{s}$
Opwarmtoeslag	conform ISSO 51
Ventilatie [systeem]	Systeem D (mechanische luchttoe- en afvoer)
Ventilatie [hoeveelheid]	conform bouwbesluit
Temperaturen	conform ISSO 51

Aannamen:

Koellast	15 W/m^3
T.b.v. energiebesparing	zie berekening energiebesparing

Onderdeel	Woning 1	Woning 2	Woning 3
Oppervlak	148 m ²	388 m ²	709 m ²
Inhoud	443 m ³	1.085 m ³	1.924 m ³
Transmissie	10.206 Watt	16.556 Watt	26.769 Watt
Koellast	6.638 Watt	16.281 Watt	28.857 Watt
Investering warmtepomp	€ 13.464,00	€ 16.225,00	€ 19.153,00
Meerprijs diverse investeringen	€ -	€ 1.566,00	€ -
Minderprijs vervallen investeringen	€ 6.600,00	€ 10.995,00	€ 12.000,00
Totale investering	€ 6.864,00	€ 6.796,00	€ 7.153,00
Energiebesparing bij alleen verwarmen	€ 758,36	€ 1.293,54	€ 1.533,85
Energiebesparing bij alleen verwarmen en koelen	€ 1.314,87	€ 2.189,26	€ 3.140,89
Terugverdientijd (verwarmen, eenvoudige methode)	9,1 jaar	5,3 jaar	4,7 jaar
Terugverdientijd (verwarmen, uitgebreide methode)	11,0 jaar	6,0 jaar	5,2 jaar
Terugverdientijd (verwarmen en koelen, eenvoudige methode)	5,2 jaar	3,1 jaar	2,3 jaar
Terugverdientijd (verwarmen en koelen, uitgebreide methode)	5,2 jaar	3,5 jaar	2,5 jaar

Als bijlagen bij dit advies horen:

- transmissie en/of koellastberekening (indien berekend)
- berekening van de meerinvestering
- berekening energiebesparing met een overzicht van de gebruikte gegevens en uitgangspunten
- berekening terugverdientijd

De uitkomsten van mijn onderzoek zijn helder. Indien ^{men w} ~~de warmtepompinstallatie~~ wordt gebruikt voor verwarming ~~en koeling~~ is het zeker aan te raden een warmtepomp te installeren. De energiebesparing is dusdanig hoog dat de meerinvestering binnen 5 jaren wordt terugverdiend.

Als gekeken wordt naar een installatie waarmee alleen verwarmd gaat worden, blijkt dat dit alleen bij de grootste woning financieel haalbaar is. Nemen we echter de technische levensduur van de warmtepompinstallatie mee in de overweging, dan blijkt dat het toepassen van een warmtepomp wordt terugverdiend binnen de levensduur van de installatie. Bij de kleinste woning valt daar nog tegenin te brengen dat het onderhoud dat in de loop der jaren toe kan nemen een risicofactor is, die de balans nog negatief uit kan doen vallen.

Voor het bereken⁴ van de terugverdientijd zijn de energietarieven van dit moment meegerekend. Naar de toekomst heb ik ~~deze~~ prijzen met 3,5% per jaar verhoogd. De verwachting is echter dat de energieprijzen veel sneller zullen stijgen als deze 3,5%. In dat geval neemt de besparing die behaald wordt toe.

Indien men overweeg^t een warmtepomp te installeren kan men deze beslissing nemen op basis van de energiebesparing die behaald wordt. Er zijn echter nog vele argumenten te bedenken die de keuze voor een warmtepomp positief beïnvloeden. Als gekeken wordt naar het milieu zal duidelijk zijn dat de ~~warmtepompinstallatie~~ minder fossiele brandstof verbruikt, hetgeen een positief effect heeft op het milieu. Ook is de bivalente warmtepompinstallatie bedrijfszekerder. Door het ~~toepassen~~ van een warmtepomp en een CV toestel is bij het uitvallen van een van beide ~~apparaten~~ de verwarming voor een belangrijk deel gewaarborgd.

Al met al blijkt dat de nieuwe EPC norm van 0.8 per 1 januari 2006 positief uitpakt voor de ~~warmtepomp~~. Ik maak dan ook graag van de gelegenheid gebruik mijn hoop uit te spreken voor de toekomst van de warmtepomp. Kijkend naar de techniek die nu in de warmtepomp ~~verwerkt~~ is valt nog veel winst te behalen. Ik denk hierbij aan de toerengeregelde warmtepomp in plaats van de aan-uit warmtepomp die nu hoofdzakelijk op de markt gebracht wordt. Ook valt te verwachten ~~dal~~ de prijs van de warmtepomp zal dalen als de afname toeneemt. Doordat de ~~warmtepomp~~ nog niet massaal wordt toegepast is de prijs voor dit relatief eenvoudige apparaat nog hoog. Tel hierbij op dat de energieprijzen onverminderd snel doorstijgen, en het moge duidelijk zijn dat er een hoopvolle toekomst is weggelegd voor de warmtepomp.

Dit gehele ~~verslag~~ is terug te vinden op www.afstuderen.pascalkaandorp.nl. Hier is ook het online rekenprogramma te vinden.

7.0 BIJLAGEN

De volgende bijlagen zijn bijgesloten:

Bijlage 1	Schematische weergave open bronsysteem
Bijlage 2	Schematische weergave warmtepomp
Bijlage 3	Schematische weergave bivalent warmtepompsysteem
Bijlage 4	Bouwkundige plattegronden woning 1
Bijlage 5	Transmissieberekening woning 1
Bijlage 6	EPC berekeningen woning 1
Bijlage 7	Calculatie meerprijs warmtepomp woning 1
Bijlage 8	Berekening energiebesparing woning 1
Bijlage 9	Berekening terugverdiendtijd woning 1 (alleen verwarmen)
Bijlage 10	Overzicht in te voeren gegevens terugverdiendtijdberekening
Bijlage 11	Berekening energiebesparing en terugverdiendtijd woning 1 (verwarmen en koelen) met het rekenprogramma
Bijlage 12	Berekening terugverdiendtijd woning 1 (verwarmen en koelen) met de uitgebreide methode
Bijlage 13	Plattegronden woning 2
Bijlage 14	Transmissieberekening woning 2
Bijlage 15	EPC berekeningen woning 2
Bijlage 16	Calculatie meerprijs warmtepompinstallatie woning 2
Bijlage 17	Berekeningen energiebesparing en terugverdiendtijd woning 2 met het rekenprogramma
Bijlage 18	Terugverdiendtijd berekeningen woning 2 met de uitgebreide methode
Bijlage 19	Plattegronden woning 3
Bijlage 20	Transmissieberekening Woning 3
Bijlage 21	Calculatie meerprijs warmtepompinstallatie woning 3
Bijlage 22	Berekeningen energiebesparing en terugverdiendtijd woning 3 met het rekenprogramma
Bijlage 23	Terugverdiendtijd berekeningen woning 3 met de uitgebreide methode

8.0 BRONVERMELDING

Voor het maken van dit verslag zijn de volgende bronnen gebruikt:

Normbladen:

NEN 5128	Energieprestatie van woonfuncties en woongebouwen – Bepalingsmethode. Uitgaven ICS 91.f 20.10, december 2001
NPR 5129	Uitgegevens door NNI, Postbus 5059, 2600 GB Delft Energieprestatie van woonfuncties en woongebouwen – Rekenprogramma (EPW) met handboek, uitgave ICS 91.120.10, mei 2002 met rekenprogramma versie 2.0
ISSO 51	Uitgegevens door NNI, Postbus 5059, 2600 GB Delft Warmteverliesberekeningen voor woningen en woongebouwen – Bepaling benodigd vermogen per vertrek en totaal, uitgave september 2000 Uitgegeven door stichting ISSO, Postbus 1819, 3000 BV, Rotterdam

Software

VABI UO

NPR 5129

Berekeningssoftware voor o.a. warmte- en koellast, versie 6.52
Vabi Software BV, Kleveringweg 12, 2616 LZ, Delft, 015-2574420
Rekenprogramma (EPW) bij NPR 5129, Versie 2.0
Uitgegevens door NNI, Postbus 5059, 2600 GB Delft

Gegevens

Draaiuren CV ketel

Draaiuren warmtepomp

Energietarieven

Vermagensverdeling

Formule terugverdientijd

Informatie over bronnen

Kosten bouwkundig

Prijzen

installatiemateriaal

Informatie en prijzen

fotovoltaïsche panelen

Afbeeldingen

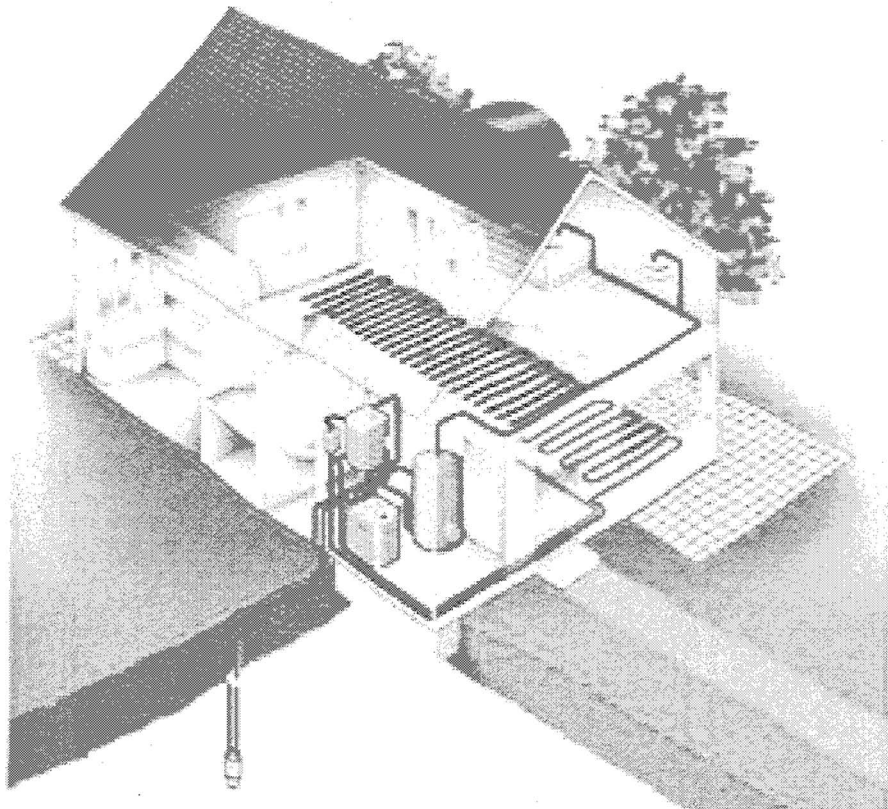
Afbeelding voorblad

Remeha, Antwoordnummer 179, 7300 VB Apeldoorn, 055-5496900
Atag verwarming, Galileistraat 27, 7131 PE, Lichtenvoorde
Nathan import/export BV, Impact 73, 6921 RZ, Duiven, 026-4459845
NUON Customer Care Center, Postbus 40021, 6803 HA, Arnhem (www.nuon.nl)
Het gegeven 30% van het vermogen is in 90% van de tijd dekkend voor de warmtebehoefte is afkomstig uit ISSO 38, paragraaf 4.7, figuur 4.7 en 4.8, uitgegeven door stichting ISSO, Postbus 1819, 3000 BV, Rotterdam.
ISSO Handboek Installatietechniek, deel 2
Duratherm BV, J.P. Broekhovenstraat 12, 8081 HC, Elburg, 0525-688838
Senternovem, Catharijnesingel 59, 3511 GG, Utrecht, 030-2393493
Rensa BV, Beekseweg 3, 6942 JC, Didam, 0316-292929
Solaracces, Stationsweg 18a, 7429 AD, Deventer, (www.solaracces.nl)
Duratherm BV, J.P. Broekhovenstraat 12, 8081 HC, Elburg, 0525-688838

HAALBAARHEIDSONDERZOEK

*De financiële haalbaarheid van een
warmtepompinstallatie in nieuwbouwwoningen met de
nieuwste EPC eis van 0.8*

BIJLAGEN



Student	: P. Kaandorp
Afstudeerbegeleider namens HU	: O. Dijkstra
Afstudeerbegeleider namens M&O Techniek	: V. Oostendorp
Opleiding	: HIT
Datum	: 17 mei 2006
Afstudeerbedrijf	: M&O Techniek

HU HOGESCHOOL
UTRECHT

Oudenoord 700
3513 EX Utrecht

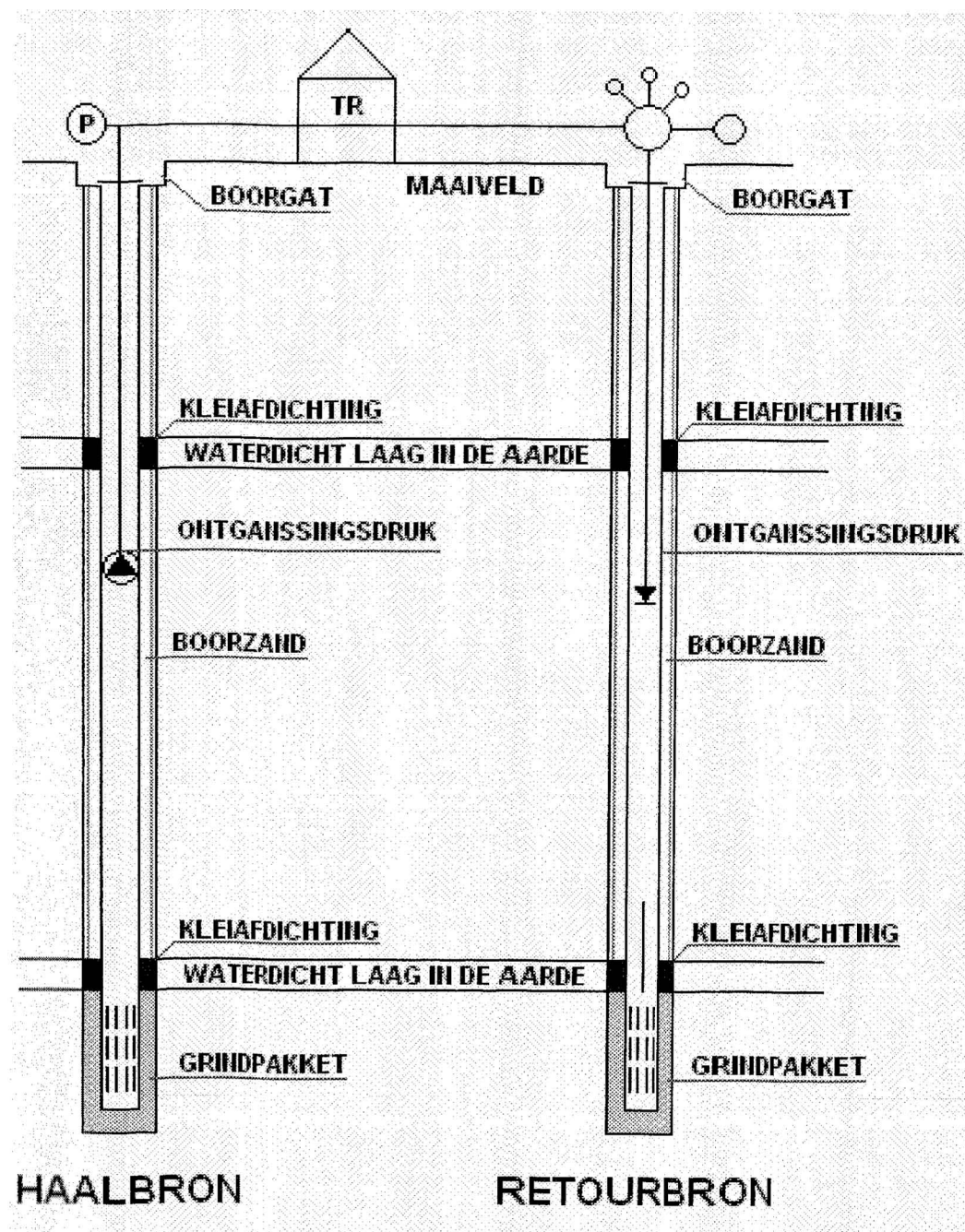

M&O
TECHNIEK

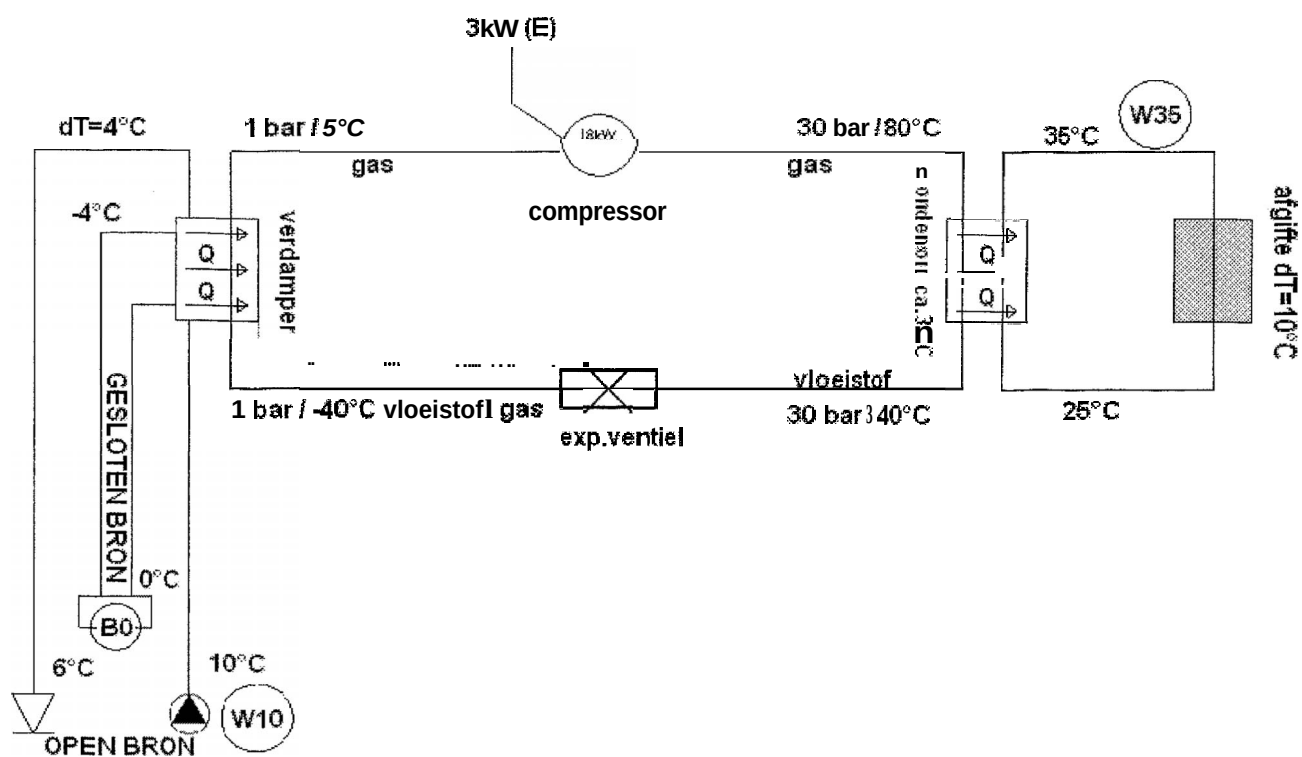
Eenhoornweg 7
1531 ME Wormer

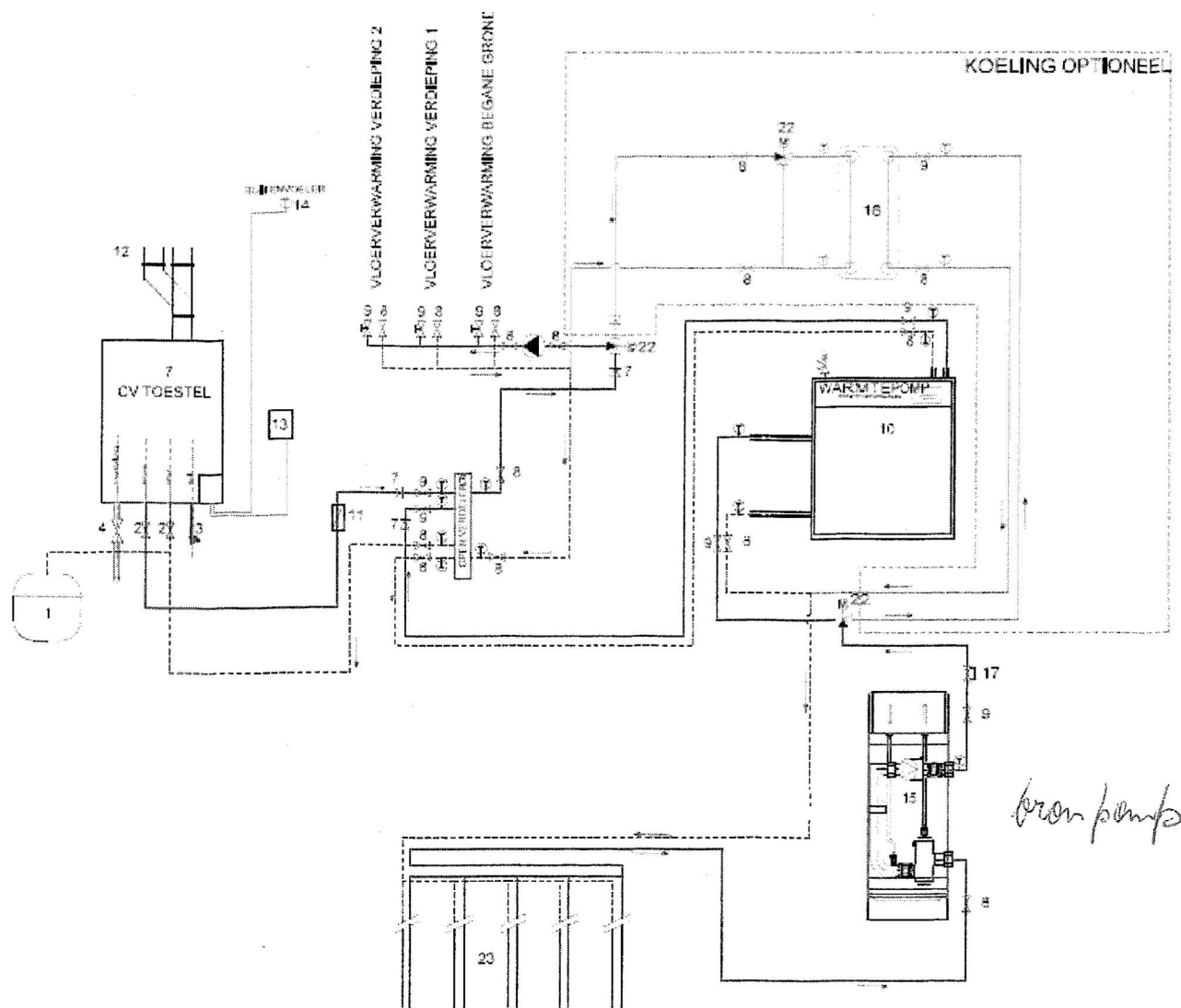
BIJLAGEN

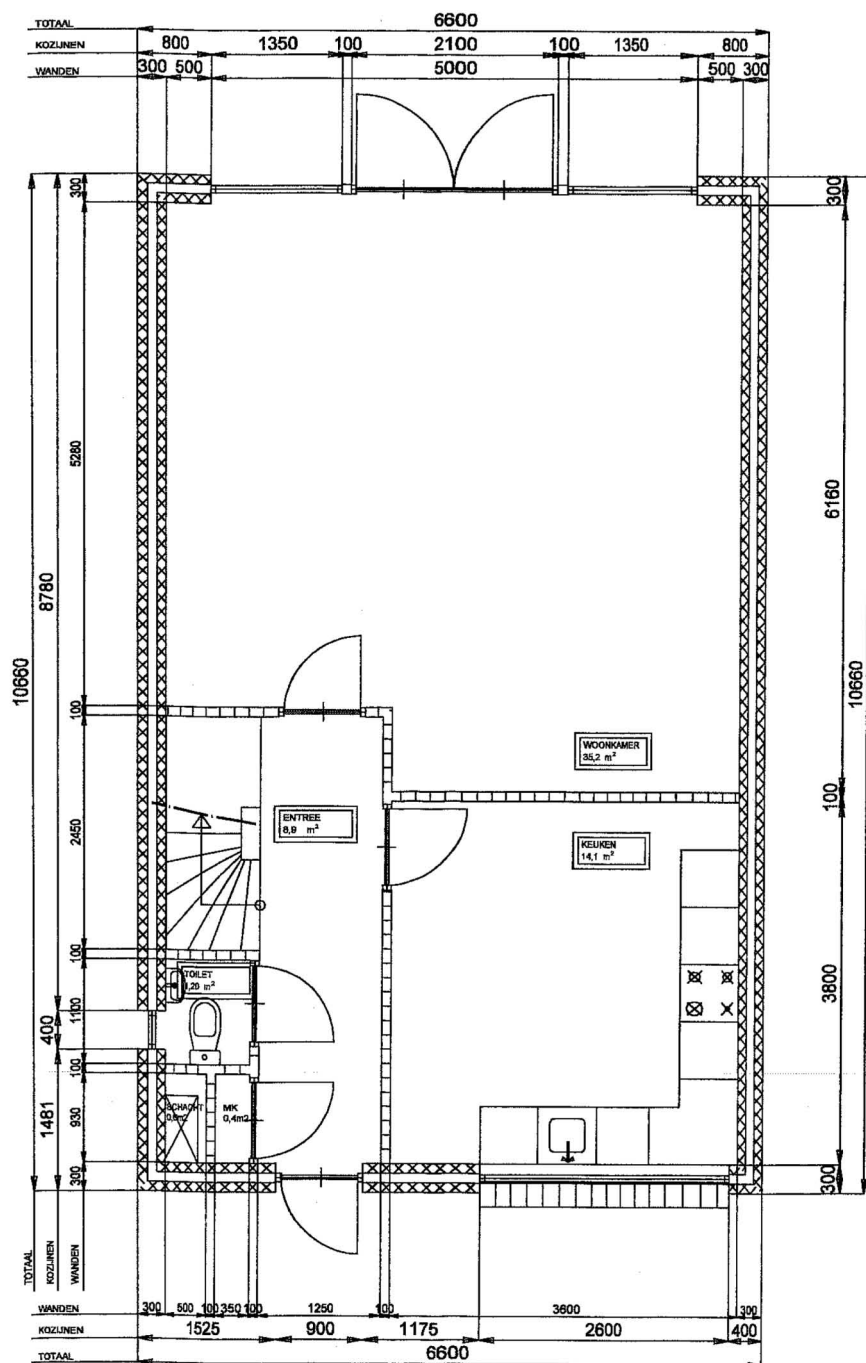
De volgende bijlagen zijn bijgesloten:

Bijlage 1	Schematische weergave open bronsysteem	1
Bijlage 2	Principeschema warmtepomp	2
Bijlage 3	Principeschema bivatente warmtepompinstallatie	3
Bijlage 4	Plattegrond woning 1	4
Bijlage 5	Transmissieberekeningwoning 1, voordeur naar het noorden	7
Bijlage 6a	EPC berekening woning 1, EPC eis 1,00	8
Bijlage 6b	EPC berekening woning 1, EPC eis 0,80 zonder warmtepomp	11
Bijlage 6c	EPC berekening woning 1, EPC eis 0,80 met warmtepomp	14
Bijlage 7	Calculatie meerprijs warmtepomp	17
Bijlage 8	Berekening energiebesparing woning 1	18
Bijlage 9	Berekening terugverdiëntijd woning 1 (alleen verwarmen) met de uitgebreide methode	19
Bijlage 10	Overzicht in te voeren gegevens terugverdiëntijdberekening	21
Bijlage 11	Berekening terugverdiëntijd woning 1 (verwarmen en koelen)	22
Bijlage 12	Berekening terugverdiëntijd woning 1 (verwarmen en koelen) met de uitgebreide methode	24
Bijlage 13	Plattegronden woning 2	26
Bijlage 14	Transmissieberekening woning 2	28
Bijlage 15a	EPC berekening woning 2, EPC eis 1,00	29
Bijlage 15b	EPC berekening woning 2, EPC eis 0,80 zonder warmtepomp	32
Bijlage 15c	EPC berekening woning 2, EPC eis 0,80 met warmtepomp	35
Bijlage 16	Calculatie meerprijs warmtepompinstallatie woning 2	38
Bijlage 17a	Energiebesparingwoning 2 bij alleen verwarming	39
Bijlage 17b	Energiebesparingwoning 2 bij verwarming en koeling	41
Bijlage 18a	Berekening terugverdiëntijd woning 2 (alleen verwarmen) met de uitgebreide methode	43
Bijlage 18b	Berekening terugverdiëntijd woning 2 (verwarmen en koelen) met de uitgebreide methode	45
Bijlage 19	Plattegronden woning 3	47
Bijlage 20	Transmissieberekening Woning 3	51
Bijlage 21	Calculatie meerprijs warmtepompinstallatie woning 3	52
Bijlage 22a	Energiebesparingwoning 3 bij alleen verwarming	53
Bijlage 22b	Energiebesparingwoning 3 bij verwarming en koeling	55
Bijlage 23a	Berekening terugverdiëntijd woning 3 (alleen verwarmen) met de uitgebreide methode	57
Bijlage 23b	Berekening terugverdiëntijd woning 3 (verwarmen en koelen) met de uitgebreide methode	59

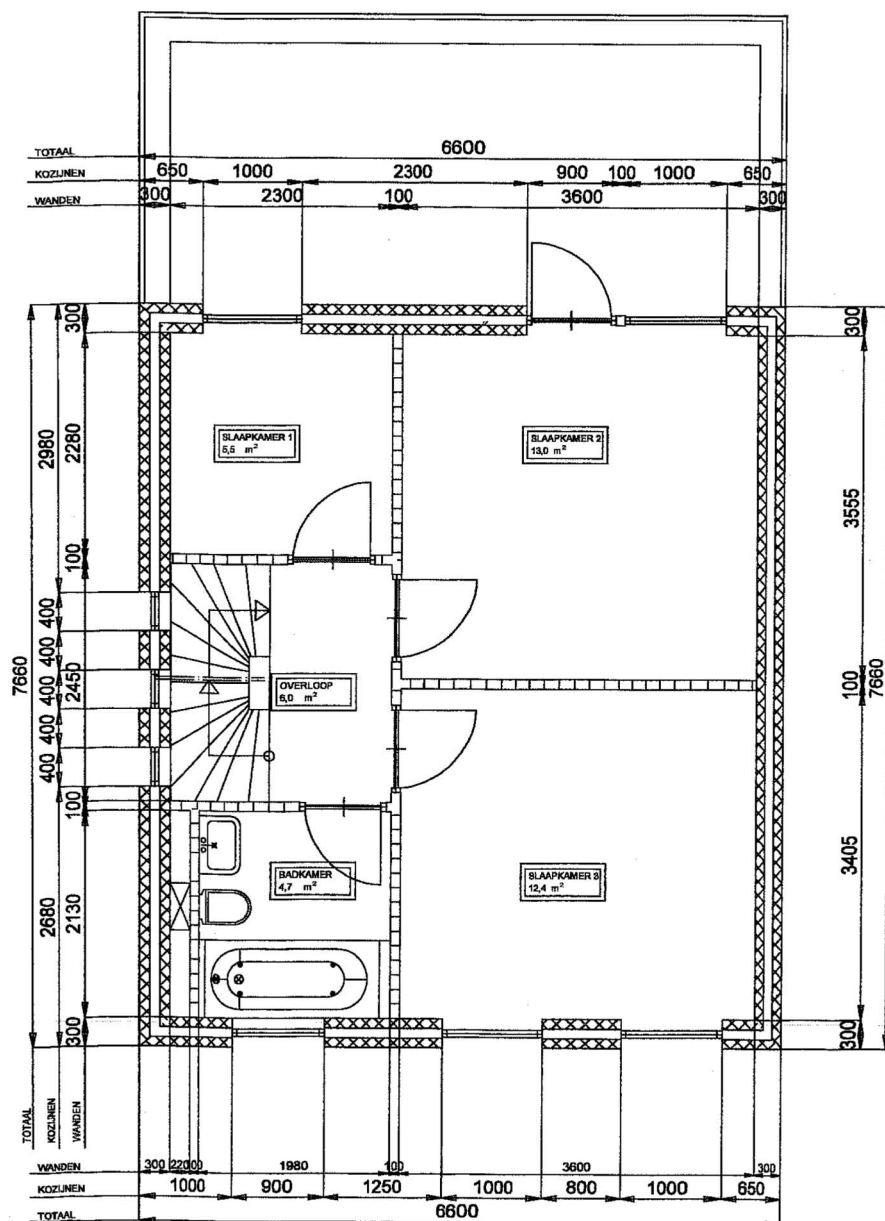




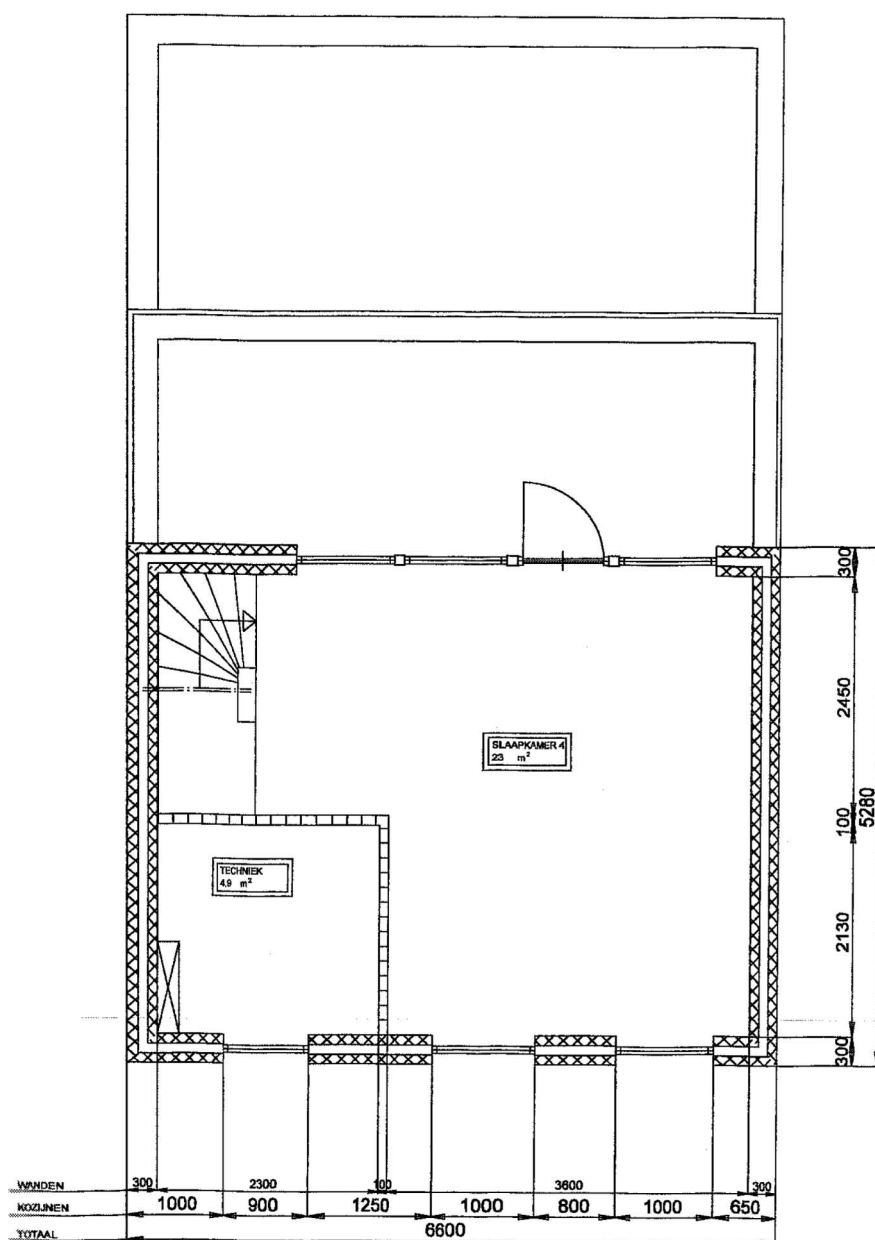




BEGANE GROND [60,4 m²]
HOOGTE 2800mm



EERSTE VERDIEPING [42m²]
HOOGTE 2800mm



TWEEDE VERDIEPING [28,1m²]
HOOGTE 2800mm

Bijlage 5**Transmissieberekening woning 1, voordeur naar het noorden**

Programma : **VABI** - WARMTEVERLIESBEREKENING VA101 - Versie 6.52
 Projectnummer : 06-1001
 Projectnaam : WONING 1.PRJ Gebouw 1
 Technicus : P. Kaandorp
 Omschrijving : Afstudeeropdracht Pascal Kaandorp

 Warmteverliesberekening volgens ISSO 51 (woningen/woongebouwen)

TOTAALOVERZICHT

Nr	Omschrijving	Temp [°C]	Trans [Watt]	Vent [Watt]	Opwrm [watt]	Totaal [Watt]	Kengetal W/m2 W/m3	
2	SCHACHT	15,0	57	30	0			
3	TOILET	15,0	9	16	18	43	32	12
4	METERKAST	15,0	-2	5	0			
5	ENTREE	18,0	108	73	127	307	33	12
6	KEUKEN	20,0	393	166	392	951	61	22
7	WOONKAMER	20,0	1153	479	997	2629	67	24
8	BADKAMER	22,0	300	153	318	771	127	46
9	OVERLOOP	18,0	42	41	58	141	23	8
10	SLAAPKAMER 3	18,0	294	125	293	712	51	18
11	SLAAPKAMER 2	18,0	403	181	409	933	68	25
12	SLAAPKAMER 1	18,0	276	120	277	673	304	38
13	SLAAPKAMER 4	18,0	1289	467	1230	2985	110	40
14	TECHNISCHE RUIMTE	15,0	165	-449	0			
Totalen [Watt]			4266	1821	4119	10206	73	26

Bruto vloeroppervlakte gebouw t 55.7 m2 (verwarmd 147.5 m2)
 Bruto inhoud gebouw 467.2 m3 (verwarmd 442.5 m3)

Opmerking:

De ligging van het gebouw maakt niet uit. De eindbladen van de vier verschillende berekeningen zijn gelijk aan elkaar.

ALGEMENE GEGEVENS

Projectomschrijving : Woonhuis 1
 Bestandsnaam : Woning 1
 Omschrijving bouwwerk : Afstudeeropdracht P. Kaandorp
 Adres : Takelstraat 4
 1825KM Alkmaar
 Soort bouwwerk : Woonfunctie
 EPC-eis : 1,00

[EPN 1.0, EIS VOOR 1 JANUARI 2006]

INDELING GEBOUW

Type	Omschrijving zone	Ag [m2]
Verwarmd	Verwarmde zone	155,70

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - TRANSMISSIE

Definitie scheidsconstructies zone : Verwarmde zone

constructie	begrenzing	constructiedeel	A [m ²]	Hkr [m]	Rc [m ² K/W]	U [W/m ² K]	ZTA [-]	helling [°]	zon- wering	beschaduw- ing
Noordgevel BG	buiten, N	gevel	9,3		3,00	0,32				
		dubbele tuindeur	4,8		0,70	1,15				
		Dubbele vensters	5,7			1,80	0,60	90	nee	minimale belemmering
Oostgevel BG	buiten, O	gevel	32,0		3,00	0,32				
Zuidgevel BG	buiten, Z	voordeur	1,9		0,70	1,15				
		gevel	17,9		3,00	0,32				
Westgevel BG	buiten, W	gevel	31,8		3,00	0,32				
		dubbel venster toil	0,2			1,80	0,60	90	nee	minimale belemmering
Noordgevel le	buiten, N	balkondeur slaapkam	1,9		0,70	1,15				
		gevel	15,5		3,00	0,32				
		dubbel venster sl.k	1,2			1,80	0,60	90	nee	minimale belemmering
		dubbel venster sl.k	1,2			1,80	0,60	90	nee	minimale belemmering
Oostgevel le	buiten, O	gevel	23,0		3,00	0,32				
Zuidgevel le v	buiten, Z	gevel	16,6		3,00	0,32				
		dubbel venster badk	0,8			1,80	0,60	90	nee	minimale belemmering
		dubbel venster sl.k	2,4			1,80	0,60	90	nee	minimale belemmering
Westgevel le	buiten, W	gevel	22,5		3,00	0,32				
		dubbel venster over	0,5			1,80	0,60	90	nee	minimale belemmering
Noordgevel 2°	buiten, N	gevel	11,4		3,00	0,32				
		balkondeur	1,9		0,70	1,15				
		dubbel venster sl.k	6,5			1,80	0,60	90	nee	minimale belemmering
Oostgevel 2e	buiten, O	gevel	15,8		3,00	0,32				
Zuidgevel 2ev	buiten, Z	gevel	16,2		3,00	0,32				
		dubbel venster sl.k	2,4			1,80	0,60	90	nee	minimale belemmering
		dubbel venster TR	1,2			1,80	0,60	90	nee	minimale belemmering
Westgevel 2e	buiten, W	gevel	15,8		3,00	0,32				
Begane grond kruip	kruip	begane grondvloer	70,4	0,60	3,50	0,12				
Platte daken	buiten, boven	plat dak	70,4		3,50	0,27				
Totaal			401,1 ⁺							

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - LINEAIRE KOUDEBRUGGEN

E is gerekend volgens de forfaitaire methode m.b.t. de koudebruggen.
 Bij de forfaitaire methode wordt een correctie op de U-waarde toegepast.
 Definitie lineaire koudebruggen zone : Verwarmde zone

constructie	begrenzing	koudebrug	P [m]
Begane grondvloer kruip	omtrek vloer		34,52

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - INFILTRATIE

qvl 0,1 kar/m² van de woonfunctie : 0,642 [dm³/sm²]

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - THERMISCHE CAPACITEIT

bouwtype van de woonfunctie : traditioneel, gemengd zwaar

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE

Verwarmingssysteem 1 - Verwarmingssysteem 1

verwarmingstoestel	type toestel	: individueel/centraal verwarmingstoestel
	type luchtverwarmer/ketel	: HR-107 Ketel
installatiekenmerken	aanvoertemperatuur	: laag temperatuursysteem(LT)
	individuele bemetering	: ja
	installatie voorzien van buffervat	: nee
	type verwarmingslichaam	: vloer- en/of wandverwarming
	opwekkingsrendement (Nopw;verw)	: 0,975 [-]
	systeemrendement (Nsys;verw)	: 1,000 [-]
hulpenergie	aantal ketels-cv / luchtverwarmers met waakvlam	: 0
	gasketels-cv	: voorzien van ventilator
		: voorzien van elektronica
	warmtepomp	: circulatiepomp voorzien van pompregeling
	individuele warmtepomp	: geen circulatiepomp aanwezig
	gebouwgebonden warmte-kracht	: geen parallel buffervat aanwezig
aangewezen zones :	Verwarmde zone	: lengte circulatieleiding 0,00 km

INSTALLATIE W - WARMTAPWATER

nr.	opwekkingstoestel	klasse	Nopw;tap [-]	qv;wp [dm ³ /s]	aantal badr	aantal aanr	Lbadr [m]	Laanr [m]	Lcirc [m]	d,inw [mm]
1	gasgestookt combi-toestel HR/CW	3	0,600	-	1	1	6-8	8-10	0,0	< 10

INSTALLATIE W - VENTILATIE

Ventilatie verwarmde zone: Verwarmde zone

ventilatievoorziening	: mechanische luchttoe- en afvoer
type warmteterugwinning	: kruisstroom-warmtewisselaar
Nwtw	: 0,65
regelbaar door bewoners	: nee
toevoer in zomer	: toevoer niet uitschakelbaar
bypass aanwezig	: geen bypass
type voorverwarming	: voorverwarming door warmteterugwinning

INSTALLATIE W - VENTILATOREN

omschrijving zone	type ventilator
Verwarmde zone	gebalanceerde ventilatie, gelijkstroom

INSTALLATIE W - KOELING

koelsysteem:	type toestel	: geen koelmachine aanwezig
	vrije koeling	: nee
	opwekkingsrendement voor koeling (Nopw;koel)	: 0,000 [-]
	systeemrendement voor koeling (Nsys;koel)	: 0,000 [-]

INSTALLATIE E - VERLICHTING

omschrijving zone	Ag [m ²]	Qprim;vl [MJ]
Verwarmde zone	155,7	8783

RESULTATEN - ENERGIEPRESTATIEGEGEVENS

verwarming	Qprim;verw	41519 MJ
hulpenergie	Qprim;hulp;verw	3646 MJ
warm tapwater	Qprim;tap	23767 MJ
ventilatoren	Qprim;vent	6036 MJ
verlichting	Qprim;vl	8783 MJ
zomercomfort	Qzom;comf	181 MJ
koeling	Qprim;koel	0 MJ
bevochtiging	Qprim;bev	0 MJ
comp. PV-cellen	Qprim;pv	0 MJ
comp. WK	Qprim;comp;WK	0 MJ +
totaal	Qpres;tot	83932 MJ
	Qpres;toel	85212 MJ

Qpres;totaal	/	((330 *	Ag;verw	+	65 *	Averlies) *	Cepc) =	EPC
83932			155,7			380.0	1,12	0,99 Epc voldoet

RESULTATEN - INFORMATIEF

C02-emissie 4937 kg

Risico te hoge temperaturen [TOjuli]

Omschrijving zone TOjuli
Verwarmde zone 0,10 (laag - matig risico)

RESULTATEN - AANDACHTSPUNTEN

Er zijn geen waarschuwingen

Bijlage 6b

EPC berekening woning 1, EPC eis 0,80 zonder warmtepomp

ALGEMENE GEGEVENS

Projectomschrijving : Woonhuis 1
Bestandsnaam : Woning 1
Omschrijving bouwwerk : Afstudeeropdracht P. Kaandorp
Adres : Takelstraat 4
1825KM Alkmaar
Soort bouwwerk : Woonfunctie
EPC-eis : 0,80

[EPN 08, EIS NA 1 JANUARI 2006]

INDELING GEBOUW

Type : Verwarmd
Omschrijving zone : Verwarmde zone
Ag [m2] : 155,70

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - TRANSMISSIE

Definitie scheidingsconstructies zone : Verwarmde zone

constructie	begrenzing	constructiedeel	A [m ²]	Hkr [m]	Rc [m ² K/W]	U [W/m ² K]	ZTA [-]	helling [°]	zon- wering	beschaduw- ing
Noordgevel BG	buiten, N	gevel	9,3		4,50	0,21				
		dubbele tuindeur	4,8		0,70	1,15				
		Dubbele vensters	5,7			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
Oostgevel BG	buiten, O	gevel	32,0		4,50	0,21				
Zuidgevel BG	buiten, Z	voordeur	1,9		0,70	1,15				
		gevel	17,9		4,50	0,21				
Westgevel BG	buiten, W	gevel	31,8		3,00	0,21				
		dubbel venster toil	0,2			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
Noordgevel 1e	buiten, N	balkondeur slaapkam	1,9		0,70	1,15				
		gevel	15,5		4,50	0,21				
		dubbel venster sl.k	1,2			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
		dubbel venster sl.k	1,2			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
Oostgevel 1e	buiten, O	gevel	23,0		4,50	0,21				
Zuidgevel 1e v	buiten, Z	gevel	16,6		4,50	0,21				
		dubbel venster badk	0,8			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
		dubbel venster sl.k	2,4			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
Westgevel 1e	buiten, W	gevel	22,5		4,50	0,21				
		dubbel venster over	0,5			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
Noordgevel 2°	buiten, N	gevel	11,4		4,50	0,21				
		balkondeur	1,9		0,70	1,15				
		dubbel venster sl.k	6,5			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
Oostgevel 2e	buiten, O	gevel	15,8		4,50	0,21				
Zuidgevel 2e v	buiten, Z	gevel	16,2		4,50	0,21				
		dubbel venster sl.k	2,4			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
		dubbel venster TR	1,2			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
Westgevel 2e	buiten, W	gevel	15,8		4,50	0,21				
Begane grond kruip	buiten, kruip	begane grondvloer	70,4	0,60	4,50	0,10				
Platte daken	buiten, boven	plat dak	70,4		4,50	0,22				
Totaal			401,1 ⁺							

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - LINEAIRE KOUDEBRUGGEN

Er is gerekend volgens de forfaitaire methode m.b.t. de koudebruggen.
Bij de forfaitaire methode wordt een correctie op de U-waarde toegepast.
Definitie lineaire koudebruggen zone : Verwarmde zone

constructie	begrenzing	koudebrug	P [m]
Begane grondvloer kruip	omtrek	vloer	34,52

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - INFILTRATIE

qv10;kar/m² van de woonfunctie : 0,642 [dm3/sm²]

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - THERMISCHE CAPACITEIT

bouwtype van de woonfunctie : traditioneel, gemengd zwaar

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE

Verwarmingssysteem 1 - Verwarmingssysteem 1

verwarmingstoestel	type toestel	: individueel centraal verwarmingstoestel
	type luchtverwarmer/ketel	: HR-I07 Ketel
	aanvoertemperatuur	: laag temperatuursysteem (LT)
installatiekenmerken	individuele bemetering	: ja
	installatie voorzien van buffervat	: nee
	type verwarmingslichaam	: vloer- en/of wandverwarming
	opwekkingsrendement (N _{opw;verw})	: 0,975 [-]
	systeemrendement (N _{sys;verw})	: 1,000 [-]
hulpenergie	aantal ketels-cv / luchtverwarmers met waakvlam	: 0
	gasketels-cv	: voorzien van ventilator
		: voorzien van elektronica
	warmtepomp	: circulatiepomp voorzien van pompregeling
	individuele warmtepomp	: geen circulatiepomp aanwezig
	gebouwegebonden warmtekracht	: geen parallel buffervat aanwezig
aangewezen zones :	Verwarmde zone	: lengte circulatieleiding 0,00 km

INSTALLATIE W - WARMTAPWATER

nr.	opwekkingstoestel	klasse	N _{opw;fap}	q _{v;wp}	aantal	aantal	L _{badr}	Laanr	L _{circ}	d _{inw}
			[-]	[dm ³ /s]	badr	aanr	[m]	[m]	[m]	[mm]
1	gasgestooktcombitoestel HWCW	3	0,600	-	1	1	6-8	8-10	0,0	< 10

INSTALLATIE W - VENTILATIE

Ventilatie verwarmde zone: Verwarmde zone

ventilatievoorziening	: mechanische luchttoe- en afvoer
type warmteterugwinning	: kruisstroom-warmtewisselaar
N _{rtw}	: 0.65
regelbaar door bewoners	: nee
toevoer in zomer	: toevoer niet uitschakelbaar
bypass aanwezig	: geen bypass
type voorverwarming	: voorverwarming door warmteterugwinning

INSTALLATIE W - VENTILATOREN

omschrijving zone	type ventilator
Verwarmde zone	gebalanceerde ventilatie, gelijkstroom

INSTALLATIE W - FOTOVOLTAISCHE SYSTEMEN

type systeem	R _{Fpv}	oriëntatie	helling	Ap _v	Sp _v	beschaduwing
		[-]	[°]	[m ²]	[Wp/m ²]	
centraal,dak	0,670	HOR	0	10.00	125.00	minimale belemmering

INSTALLATIE W - KOELING

koelsysteem:	type toestel	: geen koelmachine aanwezig
	vrije koeling	: nee
	opwekkingsrendement voor koeling (N _{opw;koel})	: 0,000 [-]
	systeemrendement voor koeling (N _{sys;koel})	: 0,000 [-]

INSTALLATIE E - VERLICHTING

omschrijving zone	Ag [m ²]	Q _{prim;vi} [MJ]
Verwarmde zone	155,7	8783

RESULTATEN - ENERGIEPRESTATIEGEGEVENS

verwarming	Qprim;verw	32442 MJ
hulpenergie	Qprim;hulp;verw	3646 MJ
warm tapwater	Qprim;tap	23767 MJ
ventilatoren	Qprim;vent	6036 MJ
verlichting	Qprim;vl	8783 MJ
zomercomfort	Qzom;comf	181 MJ
koeling	Qprim;koel	0 MJ
bevochtiging	Qprim;bev	0 MJ
comp. PV-cellen	Qprim;pv	-7633 MJ
comp. WK	Qprim;comp;WK	0 MJ +
totaal	Qpres;tot	67413 MJ
	Qpres;toel	68169 MJ

Qpres;totaal / ((330 * Ag;verw + 65 * Averlies) * Ceph) = EPC
67413 / ((330 * 155,7 + 65 * 380,0) * 1,12) = 0,80 Epc voldoet

RESULTATEN - INFORMATIEF

C02-emissie 3906 kg

Risico te hoge temperaturen [TOjuli]
Omschrijving zone TOjuli
Verwarmde zone 0,16 (laag - matig risico)

RESULTATEN - AANDACHTSPUNTEN

Er zijn geen waarschuwingen

ALGEMENE GEGEVENS

Projectomschrijving : Woonhuis 1
 Bestandsnaam : Woning 1
 Omschrijving bouwwerk : Afstudeeropdracht P. Kaandorp
 Adres : Takelstraat 4
 1825KM Alkmaar
 Soort bouwwerk : Woonfunctie
 fPC-eis : 0,80

[EPN 18, EIS NA 1 JANUARI 2006]

INDELING GEBOUW

Type Omschrijvingzone Ag [m2]
 Verwarmd Verwarmde zone 155,70

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - TRANSMISSIE

Definitie scheidingsconstructies zone : Verwarmde zone

constructie	begrenzing	constructiedeel	A [m²]	Hkr [m]	Rc [m²K/W]	U [W/m²K]	ZTA [-]	helling [°]	zon- wering	beschaduw- ing
Noordgevel BG	buiten, N	gevel	9,3		4,50	0,21				
		dubbele tuindeur	4,8		0,70	1,15				
		Dubbele vensters	5,7			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
Oostgevel BG	buiten, O	gevel	32,0		4,50	0,21				
Zuidgevel BG	buiten, Z	voordeur	1,9		0,70	1,15				
		gevel	17,9		4,50	0,21				
Westgevel BG	buiten, W	gevel	31,8		3,00	0,21				
		dubbel venster toil	0,2			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
Noordgevel 1e	buiten, N	balkondeur slaapkam	1,9		0,70	1,15				
		gevel	15,5		4,50	0,21				
		dubbel venster sl.k	1,2			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
		dubbel venster sl.k	1,2			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
Oostgevel 1e	buiten, O	gevel	23,0		4,50	0,21				
Zuidgevel 1e	buiten, Z	gevel	16,6		4,50	0,21				
		dubbel venster badk	0,8			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
		dubbel venster sl.k	2,4			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
Westgevel 1e	buiten, W	gevel	22,5		4,50	0,21				
		dubbel venster over	0,5			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
Noordgevel 2e	buiten, N	gevel	11,4		4,50	0,21				
		balkondeur	1,9		0,70	1,15				
		dubbel venster sl.k	6,5			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
Oostgevel 2e	buiten, O	gevel	15,8		4,50	0,21				
Zuidgevel 2e	buiten, Z	gevel	16,2		4,50	0,21				
		dubbel venster sl.k	2,4			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
		dubbel venster TR	1,2			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
Westgevel 2e	buiten, W	gevel	15,8		4,50	0,21				
Begane grond	kruip	begane grondvloer	70,4	0,60	4,50	0,10				
Platte daken	buiten, boven	plat dak	70,4		4,50	0,22				
Totaal			401,1							

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - LINEAIRE KOUDEBRUGGEN

Er is gerekend volgens de forfaitaire methode m.b.t. de koudebruggen.
 Bij de forfaitaire methode wordt een correctie op de U-waarde toegepast.
 Definitie lineaire koudebruggen zone : Verwarmde zone

constructie	begrenzing	koudebrug	P [m]
Begane grondvloer kruip	omtrek vloer		34,52

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - INFILTRATIE

qv10;kar/m² van de woonfunctie : 0,642 [dm³/sm²]

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - THERMISCHE CAPACITEIT

bouwtype van de woonfunctie : traditioneel, gemengd zwaar

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE

Verwarmingssysteem 1 - Verwarmingssysteem 1

preferent toestel	type toestel	: individuele elektrische warmtepomp
verwarmingstoestel	bron warmtepomp	: bodem
	aanvoertemperatuur	: T ≤ 35 °C
	Vermogen [kW]	: 4,8
Niet- preferent toestel	type toestel	: individueel centraal verwarmingstoestel
verwarmingstoestel	type luchtverwarmer/ketel	: HR-107 Ketel
	aanvoertemperatuur	: laag temperatuursysteem (LT)
installatiekenmerken	individuele bemetering	: ja
	installatie voorzien van buffervat	: nee
	type verwarmingslichaam	: vloer- en/of wandverwarming
	opwekkingsrendement (N _{opw;verw})	: 1,389 [-]
	systeemrendement (N _{sys;verw})	: 1,000 [-]
hulpenergie	aantal ketels-cv / luchtverwarmers met waakvlam	: 0
	gasketels-cv	: voorzien van ventilator
		: voorzien van elektronica
	warmtepomp	: circulatiepomp voorzien van pompregeling
	individuele warmtepomp	: circulatiepomp voorzien van pompregeling
	gebouwgebonden warmte-kracht	: geen parallel buffervat aanwezig
aangewezen zones :	Verwarmde zone	: lengte circulatieleiding 0,00 km

INSTALLATIE W - WARMTAPWATER

nr.	opwekkingstoestel	klasse	N _{opw;tap}	qv;wp	aantal	aantal	L _{badr}	Laanr	L _{circ}	d _{inw}
t	gasgestookt combitoestel	HRICW	[-]	[dm ³ /s]	badr	aanr	[m]	[m]	[m]	[mm]
		3	0,600	-	1	1	6-8	8-10	0,0	c 10

INSTALLATIE W - VENTILATIE

Ventilatie verwarmde zone: Verwarmde zone

ventilatievoorziening	: mechanische luchttoe- en afvoer
type warmteterugwinning	: kruisstroom-warmtewisselaar
N _{wtw}	: 0,65
regelbaar door bewoners	: nee
toevoer in zomer	: toevoer niet uitschakelbaar
bypass aanwezig	: geen bypass
type voorverwarming	: voorverwarming door warmteterugwinning

INSTALLATIE W - VENTILATOREN

omschrijving zone	type ventilator
Verwarmde zone	gebalanceerde ventilatie, gelijkstroom

INSTALLATIE W - KOELING

koelsysteem:	type bestel	: geen koelmachine aanwezig
	vrije koeling	: nee
	opwekkingsrendement voor koeling (N _{opw;koel})	: 0,000 [-]
	systeemrendement voor koeling (N _{sys;koel})	: 0,000 [-]

INSTALLATIE E - VERLICHTING

omschrijving zone	Ag [m ²]	Q _{prim;vl} [MJ]
Verwarmde zone	155,7	8783

RESULTATEN - ENERGIEPRESTATIEGEGEVENS

verwarming	Qprim;verw	22975 MJ
hulpenergie	Qprim;hulp;verw	5234 MJ
warm tapwater	Qprim;tap	23767 MJ
ventilatoren	Qprim;vent	6036 MJ
verlichting	Qprim;vl	8783 MJ
zomercomfort	Qzom;comf	181 MJ
koeling	Qprim;koel	0 MJ
bevochtiging	Qprim;bev	0 MJ
comp. PV-cellen	Qprim;pv	0 MJ
comp. WK	Qprim;comp;WK	0 MJ +
totaal	Qpres;tot	66968 MJ
	Qpres;toel	68169 MJ

Qpres;totaal	/ ((330 * Ag;verw + 65 * Averlies) * Ceph) =	EPC
66968	155.7 380.0 1,12	0.79 Epc voldoet

RESULTATEN - INFORMATIEF

C02-emissie 4280 kg

Risico te hoge temperaturen [TOjuli]

Omschrijving zone TOjuli
Verwarmde zone 0,09 (laag - matig risico)

RESULTATEN - AANDACHTSPUNTEN

Er zijn geen waarschuwingen

Bijlage 7

Calculatie meerprijs warmtepomp

Calculatiestaat	Datum:	3-3-2006	Blad:	1		
Rubriek	001	Omschrijving	Warmtepomp			
Correctiefactor	1,00	Arbeidsloon	€	46,00		
aantal	omschrijving	minuten	netto prijs per stuk	totaal minuten	netto prijs	
1	warmtepomp Nibe Fighter 4,8kW	-	E 3.440,00	-	6	3.440,00
80	gesloten bodemcollector	-	€ 27,00	-	6	2.160,00
8	afsluiters DN 20	-	E 19,99	-	€	159,95
2	afsluiters DN 25	-	€ 24,67	E		49,35
8	inregelafsluiters DM 20	-	E 26,70	-	€	213,62
2	keerklep DN20	-	€ 6,28	-	E	12,56
1	filter DN 20	-	6 9,83	-	€	9,83
10	thermometers 1/2	-	€ 3,28	-	E	32,83
2	Grundfoss UPS32/40	-	€ 128,05	-	€	256,10
2	set pompkoppelingen	-	f 3,44	-	€	6,88
1	Watts fflowguard flowmeter	-	€ 84,77	-	E	84,77
1	post leidingen en hulpstukken	-	E 750,00		E	750,00
1	post isolatie leidingen	-	E 200,00		E	200,00
1	post elektramateriaal	-	f 150,00	-	€	150,00
12	extra montage warmtepomp	60,00		720,00		
32	extra montage leidingwerk	60,00		1.920,00		
8	montage aanvullende regeltechniek	60,00		480,00		
8	inregelen / in bedrijf stellen	60,00		480,00		
	Subtotaal			3.600,00	€	7.525,88
1,00	correctiefactor arbeidsloon					
	Totaal arbeidsloon			3.600,00	€	2.760,00
	Netto totaal				€	10.285,88
10%	Algemene kosten + Winst en risico				€	1.028,59
	totaal				f f	1.314,46
	BTW 19%				€	2.149,75
	Totale meerinvestering warmtepomp				€	13.464,21

Uitgangspunt: alleen verwarming

Situatie 1:	8	
Toegepast CV toestel	AGPO Econcompact 3 [19,8 kW vollast]	
Gasverbruik	56,6 liter/minuut in vollast	
Elektrisch verbruik	0,150 kW	

Situatie 2:		
Toegepast CV toestel	AGPO Econcompact 3	
Gasverbruik	56,6 liter/minuut in vollast	
Toegepaste warmtepomp	Nibe Fighter 4,8kW	
Elektrisch verbruik warmtepomp	1,000 kW	
Elektrisch verbruik bronpomp	0,045 kW	UP32/40
Elektrisch verbruik circulatiepomp	0,045 kW	UP32140
Totaal elektrisch verbruik	1,090 kW	

Draaiuren:

CV ketel vermogen	19800 Watt
Transmissie	10206 Watt
factor P _{cv} /P _{transmissie}	0,52 -
Norm draaiuren vollast per jaar	1200 uur
Equivalent draaiuren t.b.v. woning 1	618,55 uur

Opmerkingen

- Elektrisch verbruik van toestellen in rust is in de vergelijking niet meegenomen.
- energieprijzend.d. 01-03-2006, berekend met website van NUON (prijs inclusief 3000 kWh overig verbruik in de woning. De prijzen zijn inclusief BTW)

Situatie 1:

Draaiuren CV toestel per jaar	619 uren
Gasverbruik per uur	3,4 m ³ /uur
Totaal gasverbruik	2.100,6 m³/jaar
Elektrisch verbruik CV toestel in vollast	150,0 Watt
Totaal elektrisch verbruik CV toestel	92,8 kWh

Kosten Gas	2.100,6 m ³ a € 0,6398	E	1.343,95
Kosten elektra	92,8 kWh a € 0,1683	f	15,62
Energetische kosten CV ketel		€	1.359,57

Situatie 2:

Draaiuren CV toestel per Jaar	62 uren
Gasverbruik per uur	3,4 m ³ /uur
Totaal gasverbruik	210,1 m³/jaar
Elektrisch verbruik CV toestel in vollast	150,0 Watt
Totaal elektrisch verbruik CV toestel	9,3 kWh

Draaiuren warmtepomp per jaar	2.250 uren
Elektrisch verbruik warmtepomp + pomper	1.090,0 Watt
Totaal elektrisch verbruik Warmtepomp	2.452,5 kWh

Kosten Gas CV toestel	210,1 m ³ a € 0,7397	E	155,38
Kosten elektra CV toestel	9,3 kWh a € 0,1811	€	1,68
Kosten elektra Warmtepomp	2.452,5 kWh a € 0,1811	€	444,15
Energetische kosten CV ketel en warmtepomp incl. BTW		€	601,21

Totale energiebesparing per jaar inclusief BTW	€	758,36
---	----------	---------------

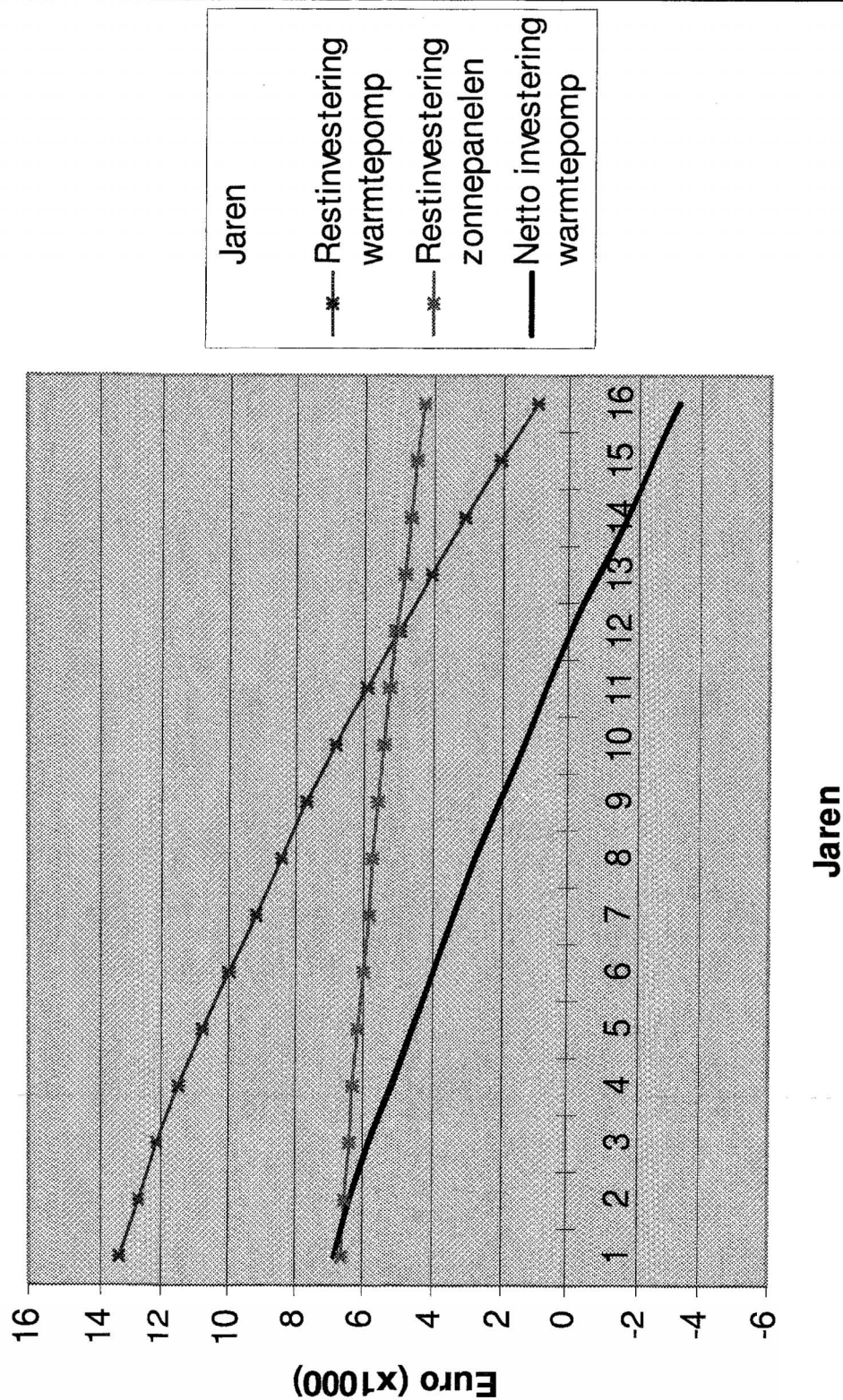
Bijlage 9

Berekening terugverdientijd woning 1 (alleen verwarmen) met de uitgebreide methode

onderhoud warmtepomp per jaar	120,00
onderhoud zonnepanelen per jaar	E 50,00
prijsstijging onderhoud per jaar	2,75%

jaar	WARMTEPOMP			ZONNEPANELEN			TOTAAL
	energie besparing	onderhoud	rest investering	energie besparing	onderhoud	rest investering	
0	€ -	€ -	€ 13.464,00	€ -	€ -	€ 6.600,00	€ 6.864,00
1	€ 758,36	€ 120,00	€ 12.825,64	€ 162,99	€ 50,00	E 6.487,01	€ 6.338,63
2	€ 784,90	€ 123,30	€ 12.164,04	€ 168,69	€ 51,38	E 6.369,69	€ 5.794,35
3	€ 812,37	€ 126,69	€ 11.478,35	E 174,60	€ 52,79	€ 6.247,88	E 5.230,47
4	€ 840,81	€ 130,17	E 10.767,72	€ 180,71	E 54,24	€ 6.121,41	€ 4.646,31
5	€ 870,24	€ 133,75	€ 10.031,24	E 187,03	€ 55,73	E 5.990,11	€ 4.041,14
6	€ 900,69	€ 137,43	E 9.267,98	€ 193,58	€ 57,26	€ 5.853,79	E 3.414,19
7	€ 932,22	€ 141,21	€ 8.476,97	€ 200,36	€ 58,84	€ 5.712,27	€ 2.764,70
8	€ 964,85	€ 145,10	€ 7.657,22	€ 207,37	€ 60,46	€ 5.565,36	E 2.091,87
9	€ 998,62	€ 149,09	€ 6.807,69	€ 214,63	€ 62,12	E 5.412,85	€ 1.394,84
10	€ 1.033,57	€ 153,19	€ 5.927,31	€ 222,14	€ 63,83	€ 5.254,54	E 672,77
11	€ 1.069,74	€ 157,40	€ 5.014,97	€ 229,91	€ 65,58	f 5.090,21	€ 75,24-
12	€ 1.107,18	E 161,73	f 4.069,51	€ 237,96	€ 67,39	€ 4.919,63	€ 850,12-
13	€ 1.145,93	€ 166,17	€ 3.089,75	E 246,29	€ 69,24	€ 4.742,58	E 1.652,83-
14	€ 1.186,04	€ 170,74	E 2.074,45	€ 254,91	€ 71,14	€ 4.558,82	€ 2.484,36-
15	€ 1.227,55	€ 175,44	E 1.022,34	€ 263,83	€ 73,10	€ 4.368,09	€ 3.345,74-

Terugverdientijd warmtepomp



Berekening energiebesparing en terugverdiëntijd

Alleen verwarmen		↓ notities ↓	Koelen en verwarmen	
Bouwkundige gegevens geconditioneerd oppervlak van de woning m² transmissie (indien bekend) Watt Verwarmde inhoud van de woning m³ Raamgetal transmissie (als transmissie niet bekend) W/m³			Bouwkundige gegevens geconditioneerd oppervlak van de woning m² transmissie (indien bekend) Watt Koellast (indien bekend) Watt Geconditioneerde inhoud van de woning m³ Raamgetal transmissie (als transmissie niet bekend) W/m³ Raamgetal koellast (als koellast niet bekend) W/m³	
Gegevens installatie 1 CV toestel Merk / type CV ketel [-] Vermogen voor verwarming CV toestel [Watt] Norm draaiuren (defaultwaarde 1200) [uur/jr] Gasverbruik CV toestel op vollast [W/m³] Elektrisch vermogen op vollast [Watt]			Gegevens installatie 1 CV toestel & koelmachine Merk / type CV ketel [-] Vermogen voor verwarming CV toestel [Watt] Norm draaiuren (defaultwaarde 1200) [uur/jaar] Gasverbruik CV toestel op vollast [W/m³] Elektrisch vermogen op vollast [Watt] Merk / type koelmachine [-] Vermogen koelmachine [Watt] Norm draaiuren (default 750) [uur/jaar] Elektrisch vermogen (default 20% v/h vermogen) [Watt]	
Gegevens installatie 2 CV toestel & warmtepomp Merk / type CV ketel [-] Vermogen voor verwarming CV toestel [Watt] Gasverbruik CV toestel op vollast [W/m³] Elektrisch vermogen op vollast [Watt] Merk / type Warmtepomp [-] Norm draaiuren (default 2250 voor verwarmen) [uur/jr] Thermisch vermogen warmtepomp [Watt] Elektrische vermogen warmtepomp (default 25% van het thermisch vermogen) [Watt] Elektrisch vermogen bronpomp [Watt] Elektrisch vermogen transportpomp [Watt]			Gegevens installatie 1 CV toestel & koelmachine Merk / type CV ketel [-] Vermogen voor verwarming CV toestel [Watt] Gasverbruik CV toestel op vollast [W/m³] Elektrisch vermogen op vollast [Watt] Merk / type Warmtepomp [-] Norm draaiuren (default 2250 voor verwarmen) [uur/jr] Thermisch vermogen warmtepomp [Watt] Elektrische vermogen warmtepomp (default 25% van het thermisch vermogen) [Watt] Elektrisch vermogen bronpomp [Watt] Elektrisch vermogen transportpomp [Watt]	
Energietarieven, investering, onderhoudskosten & prijsstijgingen Tarief gas bij verbruik installatie 1 [€/m³] Tarief gas bij verbruik installatie 2 [€/m³] Tarief elektra bij verbruik installatie 1 [€/kWh] Tarief elektra bij verbruik installatie 2 [€/kWh] Meerkosten warmtepompinstallatie [€] Diverse minderkosten (bijv. bouwkundige besparing) [€] Diverse minderkosten [€] Diverse minderkosten (bijv. subsidie) [€] Verwachte prijsstijging gasprijs per jaar [%] Verwachte prijsstijging elektra per jaar [%] Geschatte onderhoudskosten warmtepomp per jaar [€] Verwachte prijsstijging onderhoudskosten per jaar [€]			Gegevens installatie 1 CV toestel & koelmachine Tarief gas bij verbruik installatie 1 [€/m³] Tarief gas bij verbruik installatie 2 [€/m³] Tarief elektra bij verbruik installatie 1 [€/kWh] Tarief elektra bij verbruik installatie 2 [€/kWh] Meerkosten warmtepompinstallatie [€] Diverse minderkosten (bijv. bouwkundige besparing) [€] Diverse minderkosten [€] Diverse minderkosten (bijv. subsidie) [€] Verwachte prijsstijging gasprijs per jaar [%] Verwachte prijsstijging elektra per jaar [%] Geschatte onderhoudskosten warmtepomp per jaar [€] Geschatte onderhoudskosten koelmachine per jaar [€] Verwachte prijsstijging onderhoudskosten per jaar [€]	

Resultaat:

- Overzicht van de ingevulde gegevens en de door het programma gedane aannamen
- Berekening energiebesparing per jaar
- Berekening terugverdiëntijd
- 15 jaren prognose waarbij de prijsstijgingen van de energietarieven en het onderhoud zijn meegenomen
- Opmerkingen waarin o.a. de aannamen die door het programma zijn gedaan worden aangeduid

- De vetgedrukte waarden moeten voor de berekening worden ingevuld, echter hoe meer gegevens worden ingevuld hoe nauwkeuriger de berekeningen.
- Voor een goede 15-jaren prognose moeten de gegevens over onderhoud en de verwachte prijsstijgingen voor de energie- en onderhoudstarieven zijn ingevuld.
- P Het invullen van de juiste waarden voor de energietarieven is van groot belang voor de uitkomst van de berekeningen. Op de websites van de energieleveranciers kan het jaartarief bij een bepaald verbruik vaak worden berekend. Op die manier heb je de beste waarde voor de tarieven. Tijdens de berekening zal het programma het verwachte totaalverbruik berekenen en vragen om voor deze waarden het tarief in te vullen. Bij deze schatting van het totaalverbruik is rekening gehouden met 500m³ gas per jaar voor een kooktoestel, en 3000kWh voor elektrisch verbruik anders als de technische installatie. Indien een ander verbruik wordt verwacht kunt u uiteraard het tarief bij dit verbruik opgeven.

Disclaimer:

Deze berekening geeft slechts een indicatie. Aan de berekening kunnen geen rechten worden ontleend. De maker van deze software kan op geen enkele wijze aansprakelijk worden gesteld voor de uitkomst van de berekeningen. Het is niet toegestaan de berekeningssoftware op enige wijze te kopiëren dan wel na te maken zonder uitdrukkelijk toestemming van de maker. © 2006 P. Kaandorp

Berekening terugverdientijd warmtepomp - verwarmen en koelen

Project: Woning 1

verzamelde gegevens bouwkundig:

oppervlak van de woning	147.5	m ²
inhoud van de woning	442.5	m ³
Berekende transmissie	10206	Watt
Geraamde koellast	11062.5	Watt

verzamelde gegevens van de installatie in situatie 1:

CV toestel	Agpo Econpact 3	
Vermogen CV toestel op vollast	f 9.8	kW
Draaiuren	t 200	uren
Gasverbruik op vollast	3.396	m ³ /uur
Elektriciteitsverbruik op vollast	0.15	kW

Koelmachine	Onbekend	
Koelvermogen	10	kW
Norm draaiuren koelmachine	750	uren
Elektrisch vermogen	4	kW
C.O.P. bepaald door raamgetal voor elektrisch vermogen	2.5	

verzamelde gegevens van de installatie in situatie 2:

CV toestel	Agpo Econpact 3	
Vermogen CV toestel op vollast	19.8	kW
Norm draaiuren CV toestel	120	uren
Gasverbruik op vollast	3.396	m ³ /uur
Elektriciteitsverbruik op vollast	0.15	kW

Warmtepomp	Nibe Fighter	
Norm draaiuren verwarming	2250	uren
Thermisch vermogen warmtepomp	4.8	kW
Totaal elektrisch vermogen warmtepompinstallatie	f. 0.09	kW
C.O.P.	4.4	
Norm draaiuren koeling	750	uren
Totaal elektrisch vermogen voor koeling (alleen pompen)	0.09	kW

verzamelde gegevens energietarieven:

Gasprijs bij een verbruik van ca. 2601m ³ /jaar	E. 0.64	per m ³
Gasprijs bij een verbruik van ca. 710m ³ /jaar	€ 0.91	per m ³
elektraprijs bij een verbruik van ca. 6412kWh/jaar	E. 0.18	per kWh
elektraprijs bij een verbruik van ca. 5536kWh/jaar	E. 0.18	per kWh
Prijsstijging gas per jaar	3.5 %	
Prijsstijging elektra per jaar	3.5 %	

verzamelde gegevens onderhoud:

Onderhoudskosten warmtepomp per jaar	€ 120.00
Onderhoudskosten koelmachine per jaar	E. 120.00
Verschil in de onderhoudskosten (koeling -/- warmtepomp)	f. 0.00
Prijsstijging onderhoudskosten warmtepomp per jaar	2.75 %

Berekening energiebesparing:

Situatie 1: Conventionele CV ketel en koelmachine voor verwarming

Gasverbruik CV	21.01 m ³ /jaar	a E. 0.6398	E.	1343.95
Elektraverbruik CV	93 kWh/jaar	a E. 0.1843	E.	17.10
Elektraverbruik koeling	3319 kWh/jaar	a f. 0.1843	E.	611.65
Totaal energieverbruik per jaar			€.	1972.70

Situatie 2: Bivalent warmtepompsysteem (warmtepomp en CV ketel)

Gasverbruik CV	21.0 m ³ /jaar	a E. 0.9062	€.	190.35
Elektraverbruik CV	9 kWh/jaar	a E. 0.1843	E.	1.71
Elektraverbruik WP	2453 kWh/jaar	a E. 0.1843	E.	452.00
Elektraverbruik koeling	75 kWh/jaar	a E. 0.1843	E.	13.76
Totaal energieverbruik per jaar			€.	657.82

Totaal energiebesparing per jaar € **1314.87**

Berekening terugverdientijd:

Totale investering	€.	6864.00
Totaal energiebesparing per jaar	€.	1314.87
Terugverdientijd in jaren		5.22

15 jaren prognose:

prijsstijgingen: gas 3.5 % per jaar / elektra 3.5 % per jaar / onderhoud 2.75 % per jaar

Jaar	Gas	Elektra	Onderhoud	Totaal	Restinvestering
1	E. 1153.60	E. 161.28	E. 0.00	€ 1314.87	E. 5549.13
2	E. 1193.97	E. 166.92	E. 0.00	E. 1360.89	E. 4188.23
3	E. 1235.78	E. 172.76	E. 0.00	E. 1408.53	E. 2779.70
4	E. 1279.01	E. 178.81	E. 0.00	E. f 1457.82	E. 1321.88
5	E. 1323.78	€ 185.07	E. 0.00	E. t 1508.85	E. -186.97
6	€ 1370.11	E. 191.55	E. 0.00	E. 1561.66	€ -1748.63
7	E. 1418.06	E. 198.25	E. 0.00	E. 1616.32	f. -3364.94
8	€ 1467.70	E. 205.19	E. 0.00	E. 1672.89	€ -5037.83
9	€ 1519.07	f. 212.37	E. 0.00	E. 1731.44	€ -6769.27
10	E. 1572.23	E. 219.80	E. 0.00	E. 1792.04	E. -8561.31
11	E. 1627.26	E. 227.50	E. 0.00	E. 1854.76	E. -10416.07
12	€ 1684.22	E. 235.46	€ 0.00	E. 1919.68	E. -12335.74
13	€ 1743.16	E. 243.70	E. 0.00	E. 1986.87	E. -14322.61
14	€ 1804.17	E. 252.23	E. 0.00	6. 2056.41	E. -16379.01
15	€ 1867.32	€ 261.06	€ 0.00	E. 2128.38	€ -18507.39

opmerkingen:

- Er zijn voldoende gegevens over de transmissie opgegeven om de berekeningen uit te voeren
- Er zijn voldoende gegevens over de koellast opgegeven om de berekeningen uit te voeren
- er is gerekend met een raamgetal voor de koellast
- het elektrisch vermogen van de koelmachine is niet ingevuld. Er wordt gerekend met 40% van het koelvermogen

Investering warmtepomp	€ 13.464,00
Investering zonnepanelen	€ 6.600,00

energiebesparing	Gas [€/jaar]	Elektra [€/jaar]
energiebesparing warmtepomp	€ 1.153,60	€ 161,28
energiebesparing zonnepanelen *		€ 162,99

(900 kWh per jaar aE 0,1811)

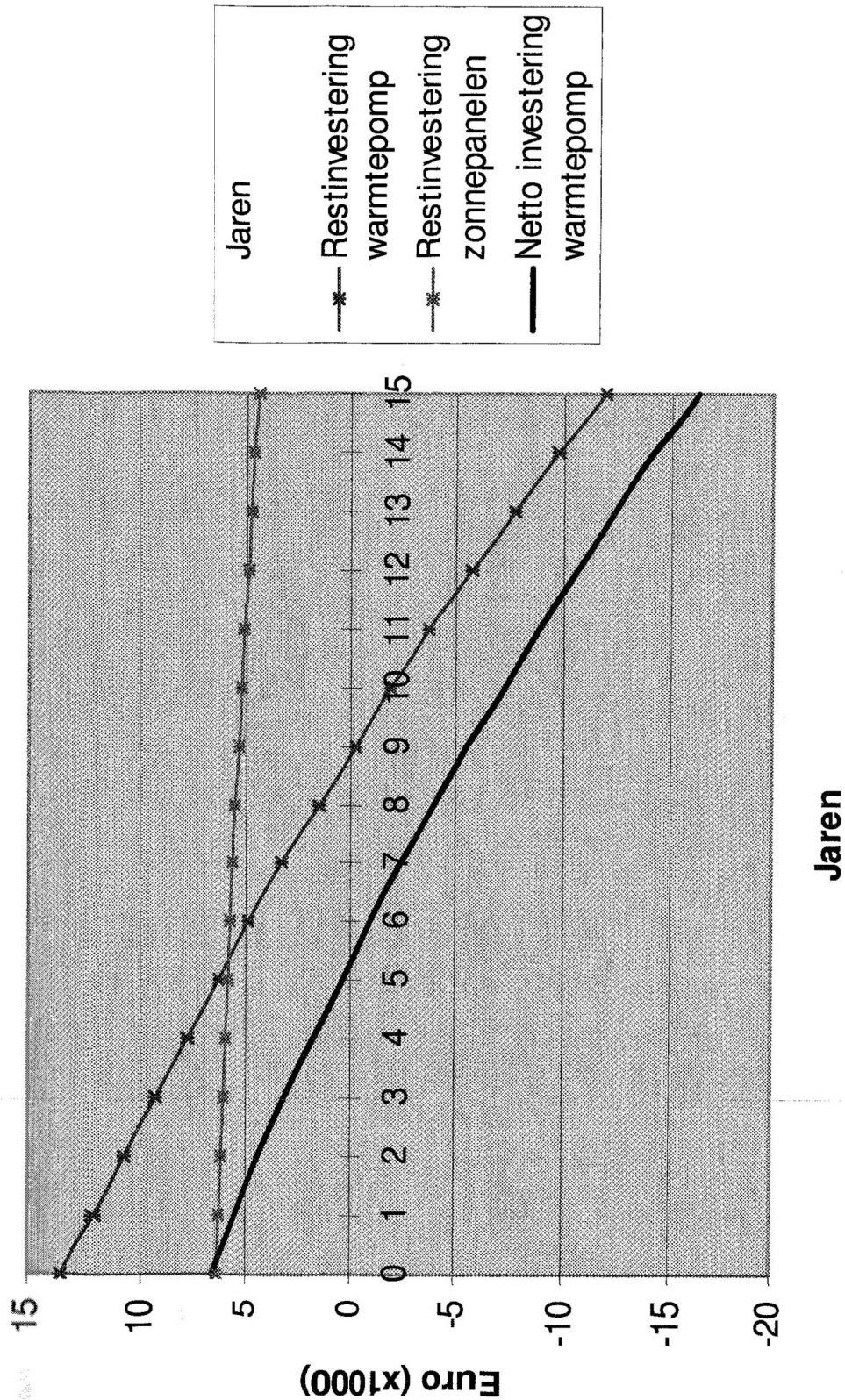
* bron [www. Solaraccs.nl](http://www.Solaraccs.nl)

prijsstijging gas per jaar	3,50%
prijsstijging elektra per jaar	3,50%

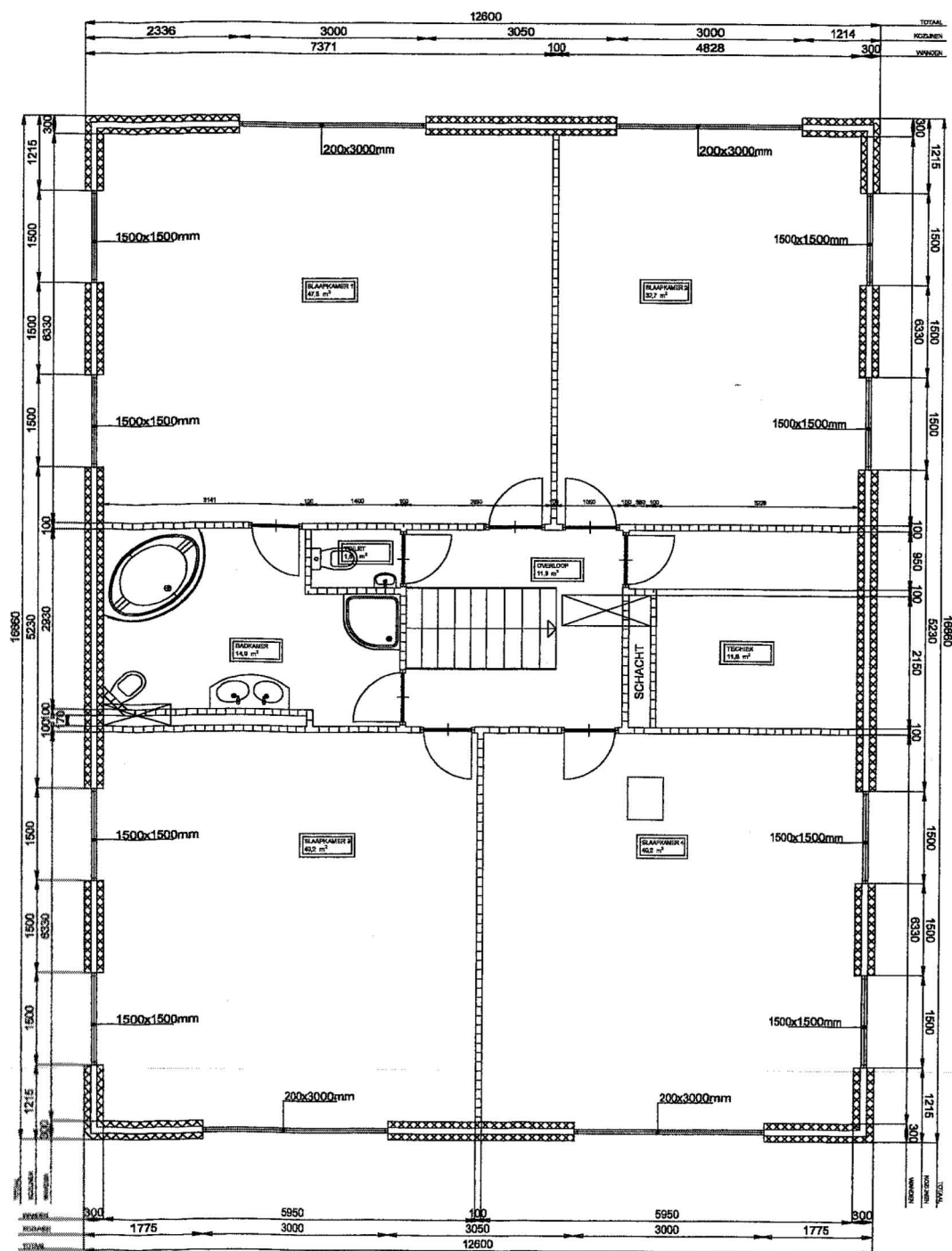
onderhoud warmtepomp per jaar	€ 120,00
onderhoud koudwatermachine per jaar	€ 120,00-
verschil kosten onderhoud	€ -
onderhoud zonnepanelen per jaar	€ 50,00
prijsstijging onderhoud per jaar	2,75%

jaar	WARMTEPOMP			ZONNEPANELEN			TOTAAL
	energie besparing	onderhoud	rest investering	energie besparing	onderhoud	rest investering	
0	€ -	€ -	€ 13.464,00	€ -	€ -	€ 6.600,00	E 6.864,00
1	€ 1.314,88	€ -	f 12.149,12	€ 162,99	€ 50,00	E 6.487,01	€ 5.662,11
2	€ 1.360,90	€ -	€ 10.788,22	E 168,69	€ 51,38	€ 6.369,69	E 4.418,53
3	€ 1.408,53	€ -	€ 9.379,69	E 174,60	€ 52,79	E 6.247,88	E 3.131,81
4	€ 1.457,83	€ -	€ 7.921,86	E 180,71	€ 54,24	€ 6.121,41	€ 1.800,45
5	€ 1.508,86	€ -	€ 6.413,00	€ 187,03	€ 55,73	E 5.990,11	E 422,90
6	€ 1.561,66	€ -	€ 4.851,34	€ 193,58	€ 57,26	E 5.853,79	€ 1.002,45
7	€ 1.616,32	€ -	€ 3.235,01	E 200,36	€ 58,84	E 5.712,27	€ 2.477,26
8	€ 1.672,89	€ -	€ 1.562,12	E 207,37	€ 60,46	E 5.565,36	E 4.003,24
9	€ 1.731,45	€ -	E 169,33-	E 214,63	€ 62,12	E 5.412,85	E 5.582,18-
10	€ 1.792,05	€ -	E 1.961,37-	E 222,14	€ 63,83	€ 5.254,54	€ 7.215,91-
11	€ 1.854,77	€ -	E 3.816,14-	E 229,91	€ 65,58	€ 5.090,21	E 8.906,35-
12	€ 1.919,68	€ -	E 5.735,83-	E 237,96	€ 67,39	€ 4.919,63	€ 10.655,46-
13	€ 1.986,87	€ -	E 7.722,70-	E 246,29	€ 69,24	E 4.742,58	E 12.465,28-
14	€ 2.056,41	€ -	E 9.779,12-	E 254,91	€ 71,14	€ 4.558,82	E 14.337,93-
15	€ 2.128,39	€ -	6 11.907,50-	€ 263,83	€ 73,10	E 4.368,09	E 16.275,59-

Terugverdientijd warmtepomp







EERSTE VERDIEPING [201,2 m²]
HOOGTE 2800mm

Programma : VABI - WARMTEVERLIESBEREKENING VA101 - Versie 6.52
 Projectnummer : 06-1002
 Projectnaam : WONING 2.PRJ Gebouw 1
 Technicus : P. Kaandorp
 Omschrijving : Afstudeeropdracht Pascal Kaandorp

Warmteverliesberekening volgens ISSO 51 (woningen/woongebouwen)

TOTAALOVERZICHT

Nr	Omschrijving	Temp [°C]	Trans [Watt]	Vent [Watt]	Opwrm [Watt]	Totaal [Watt]	Kengetal W/m2 W/m3	
2	WOONKAMER	20.0	1920	386	1308	3614	46	18
3	INLOOPKAST	20.0	166	74	138	378	36	14
4	TECHNIEK	15.0	-2	5	0			
5	KEUKEN	20.0	1477	458	1168	3103	40	16
6	TECHNIEK	15.0	-4	5	0			
7	GARDEROBE	18.0	-1	3	172	174	80	31
8	ENTREE	18.0	148	63	116	327	15	6
9	TOILET	15.0	-14	0	0	0	0	0
10	SCHACHT	15.0	-8	0	0			
11	SLAAPKAMER	18.0	861	488	830	2179	47	19
12	SLAAPKAMER	18.0	709	366	661	1737	55	21
13	SLAAPKAMER	18.0	797	427	753	1976	51	20
14	SLAAPKAMER	18.0	762	427	732	1921	49	19
15	BADKAMER	22.0	365	188	322	875	64	25
16	OVERLOOP	18.0	101	67	103	272	24	10
17	TECHNIEK	15.0	82	115	0			
18	TOILET	15.0	-16	7	0	0	0	0
Totalen [Watt]			7305	2948	6303	16556	44	17

Bruto vloeroppervlakte gebouw 402.4 m2 (verwarmd 387.6 m2)
 Bruto inhoud gebouw 1126.8 m3 (verwarmd 1085.4 m3)

ALGEMENE GEGEVENS

Projectomschrijving : Woonhuis 2
 Bestandsnaam : Woning 2
 Omschrijving bouwwerk : Afstudeeropdracht P. Kaandorp
 Adres : Takelstraat 4
 1825KM Alkmaar
 Soort bouwwerk : Woonfunctie
 EPC-eis : 1,00

[EPN 1.0, EIS VOOR 1 JANUARI 2006]

INDELING GEBOUW

Type	Omschrijving zone	Ag [m2]
Verwarmd	Verwarmde zone	387,6

BOUWKUNDIGE GEGEVENS – TRANSMISSIE

Constructie	begrenzing	constructiedeel	A [m ²]	Hkr [m]	Rc [m ² K/W]	U [W/m ² K]	ZTA [-]	helling [°]	zon- wering	beschaduw- ing
GEVEL NOORD	buiten, N	dubbele deur	4,4		0,70	1,15				
		gevel	42,6		4,50	0,21				
		glazen pui	21,9			1,80	0,60	90	nee	minimale belemmering
GEVEL OOST	buiten, O	gevel	64,5		4,50	0,21				
		kozijnen	27,1			1,80	0,60	90	nee	minimale belemmering
GEVEL ZUID	buiten, Z	gevel	53,6		4,50	0,21				
		dubbele deur	4,4		0,70	1,15				
		kozijnen	10,9			1,80	0,60	90	nee	minimale belemmering
GEVEL WEST	buiten, W	dubbele deur	4,4		0,70	1,15				
		gevel	69,2		4,50	0,21				
		kozijnen	18,0			1,80	0,60	90	nee	minimale belemmering
BEGANE GROND	krul	begane grondvloer	201,2	0,50	4,50	0,10				
PLAT DAK	buiten, boven	plat dak	201,2		4,50	0,22				
Totaal			723,5							

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - LINEAIRE KOUDEBRUGGEN

Er is gerekend volgens de forfaitaire methode m.b.t. de koudebruggen.
 Bij de forfaitaire methode wordt een correctie op de U-waarde toegepast
 Definitie lineaire koudebruggen zone : Verwarmde zone

constructie	begrenzing	koudebrug	P
Begane grondvloer	krul	omtrek vloer	57,32

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - INFILTRATIE

qv10; kar/m² van de woonfunctie : 0.258 [dm3/sm²]

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - THERMISCHE CAPACITEIT

bouwtype van de woonfunctie : traditioneel, gemengd zwaar

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE

Verwarmingssysteem 1 - Verwarmingssysteem 1

verwarmingstoestel	type toestel	: individueel centraal verwarmingstoestel
	type luchtverwarmer/ketel	: HR-I07 Ketel
	aanvoertemperatuur	: laag temperatuursysteem(LT)
instatlatiekenmerken	individuele bemetering	: ja
	installatie voorzien van buffervat	: nee
	type verwarmingslichaam	: vloer- en/of wandverwarming
	opwekkingsrendement (Nopw;verw)	: 0,975 [-]
	systeemrendement (Nsys;verw)	: 1,000 [-]
hulpenergie	aantal ketels-cv / luchtverwarmers met waakvlam	: 0
	gasketels-cv	: voorzien van ventilator
		: voorzien van elektronica
	warmtepomp	: circulatiepomp voorzien van pompregeling
	individuele warmtepomp	: geen circulatiepomp aanwezig
	gebouwgebonden warmte-kracht	: geen parallel buffervat aanwezig
aangewezen zones :	verwarmde zone	: lengte circulatieleiding 0,00 km

INSTALLATIE W - WARMTAPWATER

nr.	opwekkingstoestel	klasse	Nopw;fap [-]	qv;wp [dm ³ /s]	aantal badr	aantal aanr	Lbadr [m]	Laanr [m]	Lcirc [m]	d,inw [mm]
1	gasgestookt combitoestel HR/CW	4	0,600	.	1	1	6-8	8-10	0,0	< 10

INSTALLATIE W - VENTILATIE

Ventilatie **verwarmde** zone: Verwarmde zone

ventilatievoorziening	: mechanische luchtoe- en afvoer
type warmteterugwinning	: kruisstroom-warmtewisselaar
Nwtw	: 0,65
regelbaar door bewoners	: nee
toevoer in zomer	: toevoer niet uitschakelbaar
bypassaanwezig	: geen bypass
type voorverwarming	: voorverwarming door warmteterugwinning

INSTALLATIE W - VENTILATOREN

omschrijving zone	type ventilator
Verwarmde zone	gebalanceerde ventilatie, gelijkstroom

INSTALLATIE W - KOELING

koelsysteem:	type toestel	: geen koelmachine aanwezig
	vrije koeling	: nee
	apwekkingsrendement voor koeling (Nopw;koel)	: 0,000 [-]
	systeemrendement voor koeling (Nsys;koel)	: 0,000 [-]

INSTALLATIE E - VERLICHTING

omschrijving zone	Ag [m ²]	Qprim;vl [MJ]
Verwarmde zone	387,6	21865

RESULTATEN - ENERGIEPRESTATIEGEGEVENS

verwarming	Q _{prim;verw}	64322 MJ
hulpenergie	Q _{prim;hulp;verw}	9092 MJ
warm tapwater	Q _{prim;tap}	59167 MJ
ventilatoren	Q _{prim;vent}	15027 MJ
verlichting	Q _{prim;vl}	21865 MJ
zomercomfort	Q _{zom;comf}	5200 MJ
koeling	Q _{prim;koel}	0 MJ
bevochtiging	Q _{prim;bev}	0 MJ
comp. PV-cellen	Q _{prim;pv}	0 MJ
comp. WK	Q _{prim;comp;WK}	0 MJ +
totaal	Q _{pres;tot}	174673 MJ
	Q _{pres;toel}	191530 MJ

Q _{pres;totaal} / ((330 * Ag;verw + 65 * Averlies) * C _{epc}) = EPC
174673 / (330 * 387,6 + 65 * 663,1) * 1,12 = 0,92 Epc voldoet

RESULTATEN - INFORMATIEF

C02-emissie 10107 kg

Risico te hoge temperaturen [TOjuli]

Omschrijving zone TOjuli
Verwarmde zone 0,98 (laag - matig risico)

RESULTATEN - AANDACHTSPUNTEN

Er zijn geen waarschuwingen

ALGEMENE GEGEVENS

Projectomschrijving : Woonhuis 2
 Bestandsnaam : Woning 2
 Omschrijving bouwwerk : Afstudeeropdracht P. Kaandorp
 Adres : Takelstraat 4
 1825KM Alkmaar
 Soort bouwwerk : Woonfunctie
 EPC-eis : 0,80

[EPN 0,8, EIS NA 1 JANUARI 2006]

INDELING GEBOUW

Type	Omschrijving zone	Ag [m2]
Verwarmd	Verwarmde zone	387,6

BOUWKUNDIGE GEGEVENS – TRANSMISSIE

constructie	begrenzing	constructiedeel	A [m ²]	Hkr [m]	Rc [m ² k/W]	U [W/m ² k]	ZTA [-]	helling [°]	zon- wering	beschaduw- ing
GEVEL NOORD	buiten, N	dubbele deur	4,4		0,70	1,15				
		gevel	42,6		4,50	0,21				
		glazen pui	21,9			1,80	0,60	90	nee	minimale belemmering
GEVEL OOST	buiten, O	gevel	64,5		4,50	0,21				
		kozijnen	27,1			1,80	0,60	90	nee	minimale belemmering
GEVEL ZUID	buiten, Z	gevel	53,6		4,50	0,21				
		dubbele deur	4,4		0,70	1,15				
		kozijnen	10,9			1,80	0,60	90	nee	minimale belemmering
GEVEL WEST	buiten, W	dubbele deur	4,4		0,70	1,15				
		gevel	69,2		4,50	0,21				
		kozijnen	18,0			1,80	0,60	90	nee	minimale belemmering
BEGANE GROND	kruip	begane grondvloer	201,2	0,50	4,50	0,10				
PLAT DAK	buiten, boven	plat dak	201,2		4,50	0,22				
Totaal			723,5 ⁺							

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - LINEAIRE KOUDEBRUGGEN

Er is gerekend volgens de forfaitaire methode m.b.t. de koudebruggen.
 Bij de forfaitaire methode wordt een correctie op de U-waarde toegepast.
 Definitie lineaire koudebruggen zone : Verwarmde zone

constructie	begrenzing	koudebrug	P [m]
Begane grondvloer kruip	omtrek vloer		57,32

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - INFILTRATIE

qv10[kar/m² van de woonfunctie : 0,258[dm3/sm²]

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - THERMISCHE CAPACITEIT

bouwtype van de woonfunctie : traditioneel, gemengd zwaar

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE

Verwarmingssysteem 1 : Verwarmingssysteem 1

verwarmingstoestel	type toestel	: individueel centraal verwarmingstoestel
	type luchtverwarmer/ketel	: HR-107 Ketel
installatiekenmerken	aanvoertemperatuur	: laag temperatuursysteem (LT)
	individuele bemetering	: ja
	installatie voorzien van buffervat	: nee
	type verwarmingslichaam	: vloer- en/of wandverwarming
	opwekkingsrendement (N _{opw;verw})	: 0,975 [-]
	systeemrendement (N _{sys;verw})	: 1,000 [-]
hulpenergie	aantal ketels-cv / luchtverwarmers met waakvlam	: 0
	gasketels-cv	: voorzien van ventilator
		: voorzien van elektronica
	warmtepomp	: circulatiepomp voorzien van pompregeling
	individuele warmtepomp	: geen circulatiepomp aanwezig
	gebouwgebonden warmte-kracht	: geen parallel buffervat aanwezig
aangewezen zones :	Verwarmde zone 1	: lengte circulatieleiding 0,00 km

INSTALLATIE W - WARMTAPWATER

nr.	opwekkingstoestel	klasse	N _{opw;tap}	q _{v;wp}	aantal	aantal	L _{badr}	Laanr	L _{circ}	d _{inw}
			[-]	[dm ³ /s]	badr	aanr	[m]	[m]	[m]	[mm]
1	gasgestookt combitoestel HR/CW	4	0,600	-	1	1	6-8	8-10	0,0	< 10

INSTALLATIE W - VENTILATIE

Ventilatie verwarmde zone: Verwarmde zone

ventilatievoorziening	: mechanische luchttoe- en afvoer
type warmteterugwinning	: kruisstroom-warmtewisselaar
N _{wtw}	: 0,65
regelbaar door bewoners	: nee
toevoer in zomer	: toevoer niet uitschakelbaar
bypass aanwezig	: geen bypass
type voorverwarming	: voorverwarming door warmteterugwinning

INSTALLATIE W - VENTILATOREN

omschrijving zone	type ventilator
Verwarmde zone	gebalanceerde ventilatie, gelijkstroom

INSTALLATIE W - FOTOVOLTAISCHE SYSTEMEN

type systeem	R _{Fpv}	oriëntatie	helling	A _{pv}	S _{pv}	beschaduw
		[-]	[°]	[m ²]	[Wp/m ²]	
centraal, dak	0,670	HQR	0	17,00	125,00	minimale belemmering

INSTALLATIE W - KOELING

koelsysteem:	type toestel	: geen koelmachine aanwezig
	vrije koeling	: nee
	opwekkingsrendement voor koeling (N _{opw;koel})	: 0,000 [-]
	systeemrendement voor koeling (N _{sys;koel})	: 0,000 [-]

INSTALLATIE E - VERLICHTING

omschrijving zone	A _g [m ²]	Q _{prim;vl} [MJ]
Verwarmde zone	387,6	21865

RESULTATEN - ENERGIEPRESTATIEGEGEVENS

verwarming	Qprim;verw	54120 MJ
hulpenergie	Qprim;hulp;verw	9092 MJ
warm tapwater	Qprim;tap	59167 MJ
venflatoren	Qprim;vent	15027 MJ
verlichting	Qprim;vl	21865 MJ
zomercomfort	Qzom;comf	6306 MJ
koeling	Qprim;koel	0 MJ
bevochtiging	Qprim;bev	0 MJ
comp. PV-cellen	Qprim;pv	-/- 12806 MJ
comp. WK	Qprim;comp;WK	0 MJ +
totaal	Qpres;tot	152771 MJ
	Qpres;toei	153224 MJ

Qpres;totaal / ((330 * Ag;verw + 65' Averlies) * Cεpc) = EPC	
152771 / ((330 * 387.6 + 65' 663,1) * 1,12) = 0,80 Epc voldoet	

RESULTATEN - INFORMATIEF

C02-emissie 8647 kg

Risico te hoge temperaturen [TOjuli]

Omschrijving zone TOjuli
Verwarmde zone 1,22 (laag - matig risico)

RESULTATEN - AANDACHTSPUNTEN

Er zijn geen waarschuwingen

ALGEMENE GEGEVENS

Projectomschrijving : Woonhuis 2
 Bestandsnaam : Woning 2
 Omschrijving bouwwerk : Afstudeeropdracht P. Kaandorp
 Adres : Takelstraat 4
 1825KM Alkmaar
 Soort bouwwerk : Woonfunctie
 EPC-eis : 0,80

[EPN 0.8, EIS NA 1 JANUARI 2006]

INDELING GEBOUW

Type	Omschrijving zone	Ag [m2]
Verwarmd	Verwarmde zone	387,6

BOUWKUNDIGE GEGEVENS – TRANSMISSIE

constructie	begrenzing	constructiedeel	A [m ²]	Hkr [m]	Rc [m ² K/W]	U [W/m ² K]	ZTA [-]	helling [°]	Zon- wering	beschaduw- ing
GEVEL NOORD	buiten, N	dubbele deur	4,4		0,70	1,15				
		gevel	42,6		4,50	0,21				
		glazen pui	21,9			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
GEVEL OOST	buiten, O	gevel	64,5		4,50	0,21				
		kozijnen	27,1			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
GEVEL ZUID	buiten, Z	gevel	53,6		4,50	0,21				
		dubbele deur	4,4		0,70	1,15				
		kozijnen	10,9			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
GEVEL WEST	buiten, W	dubbele deur	4,4		0,70	1,15				
		gevel	69,2		4,50	0,21				
		kozijnen	18,0			1,40	0,60	90	nee	minimale belemmering
BEGANE GROND	kruip	begane grondvloer	201,2	0,50	4,50	0,10				
PLAT DAK	buiten, boven	plat dak	201,2		4,50	0,22				
Totaal			723,5 ⁺							

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - LINEAIRE KOUDEBRUGGEN

Er is gerekend volgens de forfaitaire methode m.b.t. de koudebruggen.
 Bij de forfaitaire methode wordt een correctie op de U-waarde toegepast.
 Definitie lineaire koudebruggen zone : Verwarmde zone

constructie	begrenzing	koudebrug	P [m]
Begane grondvloer kruip	omtrek vloer		57,32

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - INFILTRATIE

$q_{v10,kar/m^2}$ van de woonfunctie : 0,258 [dm³/sm²]

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - THERMISCHE CAPACITEIT

bouwtype van de woonfunctie : traditioneel gemengd zwaar

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE

Verwarmingssysteem 1 : Verwarmingssysteem 1

preferent toestel	type toestel	: individuele elektrische warmtepomp
verwarmingstoestel	bron warmtepomp	: bodem
	aanvoertemperatuur	: T ≤ 35 °C
	Vermogen [kW]	: 8,4
Niet- preferent toestel	type toestel	: individueel centraal verwarmingstoestel
verwarmingstoestel	type luchtverwarmer/ketel	: HR-107 Ketel
	aanvoertemperatuur	: laag temperatuursysteem(LT)
installatiekenmerken	individuele bemetering	: ja
	installatie voorzien van buffervat	: nee
	type verwarmingslichaam	: vloer- en/of wandverwarming
	opwekkingsrendement (Nopw;verw)	: 1,389 [-]
	systeemrendement (Nsys;verw)	: 1,000 [-]
hulpenergie	aantal ketels-cv II luchtverwarmersmet waakvlam	: 0
	gasketels-cv	: voorzien van ventilator
		: voorzien van elektronica
		: circulatiepompvoorzien van pompregeling
		: circulatiepompvoorzien van pompregeling
		: geen parallel buffervat aanwezig
		: lengte circulatieleiding 0,00 km
aangewezen zones :	Verwarmde zone	

INSTALLATIE W - WARMTAPWATER

nr.	opwekkingstoestel	klasse	Nopw;lap	qv;wp	aantal	aantal	Lbadr	Laanr	Lcirc	d,inw
			[-]	[dm ³ /s]	badr	aanr	[m]	[m]	[m]	[mm]
1	gasgestookt combitoestel HR/CW	4	0,600	-	1	1	6-8	8-10	0,0	< 10

INSTALLATIE W - VENTILATIE

Ventilatie **verwarmde zone**: Verwarmdezone

ventilatievoorziening	: mechanische luchttoe- en afvoer
type warmteterugwinning	: kruisstroom-warmtewisselaar
Nwtw	: 0,65
regelbaar door bewoners	: nee
toevoer in zomer	: toevoer niet uitschakelbaar
bypass aanwezig	: wel bypass, luchtstroom niet afgesloten
type voorverwarming	: voorverwarming door warmteterugwinning

INSTALLATIE W - VENTILATOREN

omschrijving zone	type ventilator
Verwarmde zone	gebalanceerde ventilatie, gelijkstroom

INSTALLATIE W - KOELING

koelsysteem:	type toestel	: geen koelmachine aanwezig
	vrije koeling	: nee
	opwekkingsrendement voor koeling (Nopw;koel)	: 0,000 [-]
	systeemrendement voor koeling (Nsys;koel)	: 0,000 [-]

INSTALLATIE E - VERLICHTING

omschrijving zone	Ag [m ²]	Qprim;vl [MJ]
Verwarmde zone	387,6	21865

RESULTATEN - ENERGIEPRESTATIEGEGEVENS

verwarming	Qprim;verw	381,47 MJ
hulpenergie	Qprim;hulp;verw	13025 MJ
warm tapwater	Qprim;tap	591,67 MJ
ventilatoren	Qprim;vent	15027 MJ
vertichting	Qprim;vl	21,865 MJ
zomercomfort	Qzom;comf	51,98 MJ
koeling	Qprim;koel	0 MJ
bevochtiging	Qprim;bev	0 MJ
comp. PV-cellen	Qprim;pv	0 MJ
comp. WK	Qprim;comp;WK	0 MJ c
totaal	Qpres;tot	753028 MJ
	Qpres;toel	153224 MJ

Qpres;totaal / ((330 * Ag;verw + 65 * Averties) * Ccpc) =	EPC
153028 / (330 * 387,6 + 65 * 663,1) * 1,12	0,80 Epc voldoet

RESULTATEN - INFORMATIEF

C02-emissie 9215 kg

Risico te hoge temperaturen [TOjuli]

Omschrijving zone

TOjuli

Verwarmde zone

f,11 (laag - matig risico)

RESULTATEN - AANDACHTSPUNTEN

Controleer of het temperatuurniveaun de aanvoertemperatuur van de verwarmingstoestellen op elkaar afgestemd zijn.

Bijlage 16**Calculatie meerprijs warmtepompinstallatie woning 2**

Calculatiestaat	Datum:	3-3-2006	Blad:	1	
Rubriek	002	Omschrijving	Warmtepomp		
Correctiefactor	1,00	Arbeidsloon	E	46,00	
aantal	omschrijving	minuten	netto prijs per stuk	totaal minuten	netto prijs
1	Waterkotte DS 5006.3	-	E 3.800,00	-	E 3.800,00
1	bronmodule top s 3017	-	E 552,00	-	€ 552,00
110	gesloten bodemcollector	-	E 27,00	-	€ 2.970,00
8	afsluiters DN 25	-	E 24,67	-	f 197,39
2	afsluiters DN 32	-	E 37,09	-	€ 74,18
6	inregelafsluiters DN 25	-	E 30,39	-	€ 182,36
2	inregelafsluiters DN 32	-	E 41,16	-	E 82,32
2	keerklep DN25 cimberio	-	€ 8,92	-	E 17,84
1	filter DN 32 cimberio	-	€ 20,88	-	E 20,88
10	thermometers 112	-	E 3,28	-	€ 32,83
1	Grundfoss UPS25140	-	€ 121,55	-	E 121,55
1	set pompkoppelingen	-	E 4,13	-	€ 4,13
1	Watts flowguard flowmeter DN32	-	f 84,77	-	E 84,77
1	post leidingen en hulpstukken	-	E 1.000,00	-	E 1.000,00
1	post elektramateriaal	-	E 150,00	-	f 150,00
12	extra montage warmtepomp	60,00		720,00	
40	extra montage leidingwerk	60,00		2.400,00	
8	montage aanvullende regeltechniek	60,00		480,00	
8	inregelen / in bedrijf stellen	60,00		480,00	
Subtotaal				4.080,00	f 9.290,24
1,00	correctiefactor arbeidsloon			4.080,00	€ 3.128,00
Totaal arbeidsloon					€ 12.418,24
Netto totaal					€ 12.418,24
10%	Algemene kosten + Winst en risico				€ 1.241,82
totaal					€ 13.660,06
BTW 19%					€ 2.595,41
Totaal inclusief BTW					€ 16.255,48

Berekening terugverdientijd warmtepomp - alleen verwarmen

Project: Woning 2

verzamelde gegevens bouwkundig:

oppervlak van de woning	387.6	m2
inhoud van de woning	1085.4	m3
Berekende transmissie	16556	Watt

verzamelde gegevens van de installatie in situatie 1:

CV toestel	Agpo Econcompact 3	
Vermogen CV toestel op vollast	19800	Watt
Draaiuren	1200	uren
Gasverbruik op vollast	3.396	m3/uur
Elektriciteitsverbruik op vollast	0.15	kW

verzamelde gegevens van de installatie in situatie 2:

CV toestel	Agpo Econcompact 3	
Vermogen CV toestel op vollast	19800	Watt
Norm draaiuren CV toestel	120	uren
Gasverbruik op vollast	3.396	m3/uur
Elektriciteitsverbruik op vollast	0.15	kW

Warmtepomp	Waterkotte DS5006.3	
Norm draaiuren	2250	uren
Thermisch vermogen warmtepomp	7.1	Watt
Totaal elektrisch vermogen warmtepompinstallatie	1.38	kW
C.O.P.	5.14	

verzamelde gegevens energietarieven:

Gasprijs bij een verbruik van ca. 3908 m3/jaar	E. 0.61	per m3
Gasprijs bij een verbruik van ca. 841 m3/jaar	€ 0.74	per m3
elektraprijs bij een verbruik van ca. 3151 kWh/jaar	€ 0.17	per kWh
elektraprijs bij een verbruik van ca. 6120.05 kWh/jaar	E. 0.18	per kWh
Prijsstijging gas per jaar	3.5 %	
Prijsstijging elektra per Jaar	3.5 %	

verzamelde gegevens onderhoud:

Onderhoudskosten warmtepomp per jaar	€ 120.00	
Prijsstijging onderhoudskosten warmtepomp per jaar	2.75 %	

Berekening energiebesparing:

Situatie 1: Conventionele CV ketel voor verwarming

Gasverbruik CV	3408m3/jaar	a E. 0.6149	E.	2095.29
Elektraverbruik CV	151 kWh/jaar	a €. 0.1683	E.	25.33
Totaal energieverbruik per jaar			E.	2120.62

Situatie 2: Bivalent warmtepompsysteem (warmtepompen CV ketel)

Gasverbruik CV	341 m3/jaar	a E. 0.7397	E.	252.05
Elektraverbruik CV	15 kWh/jaar	af. 0.1843	E.	2.77
Elektraverbruik WP	3105 kWh/jaar	a E. 0.1843	E.	572.25
Totaal energieverbruik per jaar			€.	827.08

totaal energiebesparing per jaar **f.** **1293.54**

Berekening terugverdientijd:

Totale investering	€.	8110.00
Totaal energiebesparing per jaar	€.	1293.54
Terugverdientijd in jaren		6.27

15 jaren prognose:

prijsstijgingen: gas 3.5 % per jaar / elektra 3.5 % per jaar / onderhoud 2.75 % per jaar

Jaar	Gas	Elektra	Onderhoud	Totaal	Restinvestering
1	E. 1843.23	E. -549.69	E. 120.00	E. 1173.54	E. 6936.46
2	E. 1907.75	E. -568.93	E. 123.30	E. 1215.51	E. 5720.95
3	E. 1974.52	E. -588.85	E. 126.69	E. 1258.98	E. 4461.97
4	E. 2043.63	E. -609.46	E. 130.17	E. 1303.99	E. 3157.98
5	E. 2115.15	E. -630.79	E. 133.75	E. 1350.61	E. 1807.36
6	E. 2189.18	E. -652.86	E. 137.43	E. 1398.89	E. 408.48
7	E. 2265.80	E. -675.71	E. 141.21	E. 1448.88	E. -1040.40
8	E. 2345.11	E. -699.36	E. 145.10	E. 1500.65	E. -2541.04
9	E. 2427.19	E. -723.84	E. 149.09	E. 1554.26	E. -4095.30
10	€. 2512.14	€. -749.18	E. 153.19	E. 1609.77	E. -5705.08
11	E. 2600.06	€. -775.40	E. 157.40	E. 1667.27	E. -7372.34
12	€. 2691.06	€. -802.54	E. 161.73	E. 1726.80	E. -9099.14
13	€. 2785.25	€. -830.63	E. 166.17	E. 1788.45	€. -10887.59
14	E. 2882.74	€. -859.70	E. 170.74	E. 1852.29	E. -12739.89
15	€. 2983.63	€. -889.79	€. 175.44	E. 1918.40	E. -14658.29

opmerkingen:

- Er zijn voldoende gegevens over de transmissie opgegeven om de berekeningen uit te voeren

Berekening terugverdientijd warmtepomp - verwarmen en koelen**Project: Woning 2****verzamelde gegevens bouwkundig:**

oppervlak van de woning	387.6	m2
inhoud van de woning	1085.4	m3
Berekende transmissie	16556	Watt
Geraamde koellast	16281	Watt

verzamelde gegevens van de installatie in situatie 1:

CV toestel	Agpo Econpact 3	
Vermogen CV toestel op vollast	19.8	kW
Draaiuren	1200	uren
Gasverbruik op vollast	3.396	m3/uur
Elektriciteitsverbruik op vollast	0.15	kW

Koelmachine	Onbekend	
Koelvermogen	15	kW
Norm draaiuren koelmachine	750	uren
Elektrisch vermogen	6	kW
C.O.P. bepaald door raamgetal voor elektrisch vermogen	2.5	

verzamelde gegevens van de installatie in situatie S:

CV toestel	Agpo Econpact 3	
Vermogen CV toestel op vollast	19.8	kW
Norm draaiuren CV toestel	120	uren
Gasverbruik op vollast	3.396	m3/uur
Elektriciteitsverbruik op vollast	0.15	kW

Warmtepomp	Waterkotte DS5006.3	
Norm draaiuren verwarming	2250	uren
Thermisch vermogen warmtepomp	7.1	kW
Totaal elektrisch vermogen warmtepompinstallatie	1.38	kW
C.O.P.	5.14	
Norm draaiuren koeling	750	uren
Totaal elektrisch vermogen voor koeling (alleen pompen)	0.18	kW

verzamelde gegevens energietarieven:

Gasprijs bij een verbruik van ca. 3908m3/jaar	6. 0.61	per m3
Gasprijs bij een verbruik van ca. 841m3/jaar	E. 0.74	per m3
stektraprijs bij een verbruik van ca. 8035kWh/jaar	6. 0.19	per kWh
elektraprijs bij een verbruik van ca. 6267kWh/jaar	E. 0.18	per kWh
Prijsstijging gas per Jaar	3.5 %	
Prijsstijging elektra per jaar	3.5 %	

verzamelde gegevens onderhoud:

Onderhoudskosten warmtepomp per jaar	€ 120.00
Onderhoudskosten koelmachine per jaar	E 120.00
Verschil in de onderhoudskosten (koeling +/- warmtepomp)	E 0.00
Prijsstijging onderhoudskosten warmtepomp per jaar	2.75 %

Berekening energiebesparing:

Situatie 1: Conventionele CV ketel en koelmachine voor verwarming

Gasverbruik CV	3408 m ³ /jaar	a f . 0.6149	E.	2095.29
Elektraverbruik CV	151 kWh/jaar	a E. 0.1883	E.	28.34
Elektraverbruik koeling	4884 kWh/jaar	a f . 0.1883	E.	919.71
Totaal energieverbruik per jaar			€.	3043.34

Situatie 2: Bivalent warmtepompsysteem (warmtepompen CV ketel)

Gasverbruik CV	341 m ³ /jaar	a E. 0.7397	E	252.05
Elektraverbruik CV	15 kWh/jaar	a E. 0.1843	E	2.77
Elektraverbruik WP	3105 kWh/jaar	a E. 0.1843	E	572.25
Elektraverbruik koeling	147 kWh/jaar	a E. 0.1843	E.	27.01
Totaal energieverbruik per jaar			C.	854.09

Totaal energiebesparing per jaar **€.** **2189.26**

Berekening terugverdientijd:

Totale investering	€.	7011.00
Totaal energiebesparing per jaar	€.	2189.26
Terugverdientijd in jaren		3.2

15 jaren prognose:

prijsstijgingen: ges 3.5 % per jaar / elektra 3.5 % per jaar / onderhoud 2.75 % per jaar

Jaar	Gas	Elektra	Onderhoud	Totaal	Restinvestering
1	E. 1843.23	E. 346.02	E. 0.00	E. 2189.26	f. 4821.74
2	E. 1907.75	E. 358.13	E. 0.00	E. 2265.88	€. 2555.86
3	E. 1974.52	E. 370.67	E. 0.00	E. 2345.19	E. 210.68
4	E. 2043.63	E. 383.64	E. 0.00	E. 2427.27	E. -2216.59
5	€. 2115.15	E. 397.07	E. 0.00	E. 2512.22	E. -4728.81
6	E. 2189.18	€. 410.97	€. 0.00	E. 2600.15	E. -7328.97
7	E. 2265.80	E. 425.35	E. 0.00	E. 2691.16	E. -10020.12
8	f. 2345.11	E. 440.24	E. 0.00	E. 2785.35	E. -12805.47
9	E. 2427.19	€. 455.65	E. 0.00	E. 2882.83	E. -15688.30
10	€. 2512.14	E. 471.60	E. 0.00	E. 2983.73	€. -18672.03
11	f. 2600.06	E. 488.10	€. 0.00	E. 3088.16	€. -21760.20
12	E. 2691.06	E. 505.18	E. 0.00	E. 3196.25	€. -24956.44
13	€. 2785.25	€. 522.87	€. 0.00	E. 3308.12	E. -28264.56
14	€. 2882.74	€. 541.17	€. 0.00	E. 3423.90	€. -31688.46
15	€. 2983.63	€. 560.11	E. 0.00	E. 3543.74	E. -35232.20

opmerkingen:

- Er zijn voldoende gegevens over de transmissie opgegeven om de berekeningen uit te voeren
- Er zijn voldoende gegevens over de koellast opgegeven om de berekeningen uit te voeren
- er is gerekend met een raamgetal voor de koellast
- het elektrisch vermogen van de koelmachine is niet ingevuld. Er wordt gerekend met 40% van het koelvermogen

Investering warmtepomp + isolatie beglazing	E 17.821,00
Investering zonnepanelen	€ 10.995,00

energiebesparing	Gas [€/jaar]	Elektra [€/jaar]
energiebesparing warmtepomp	E 1.843,24	E 549,69-
energiebesparing zonnepanelen *		€ 276,45

(1500 kWh per jaar a E. 0,1843)

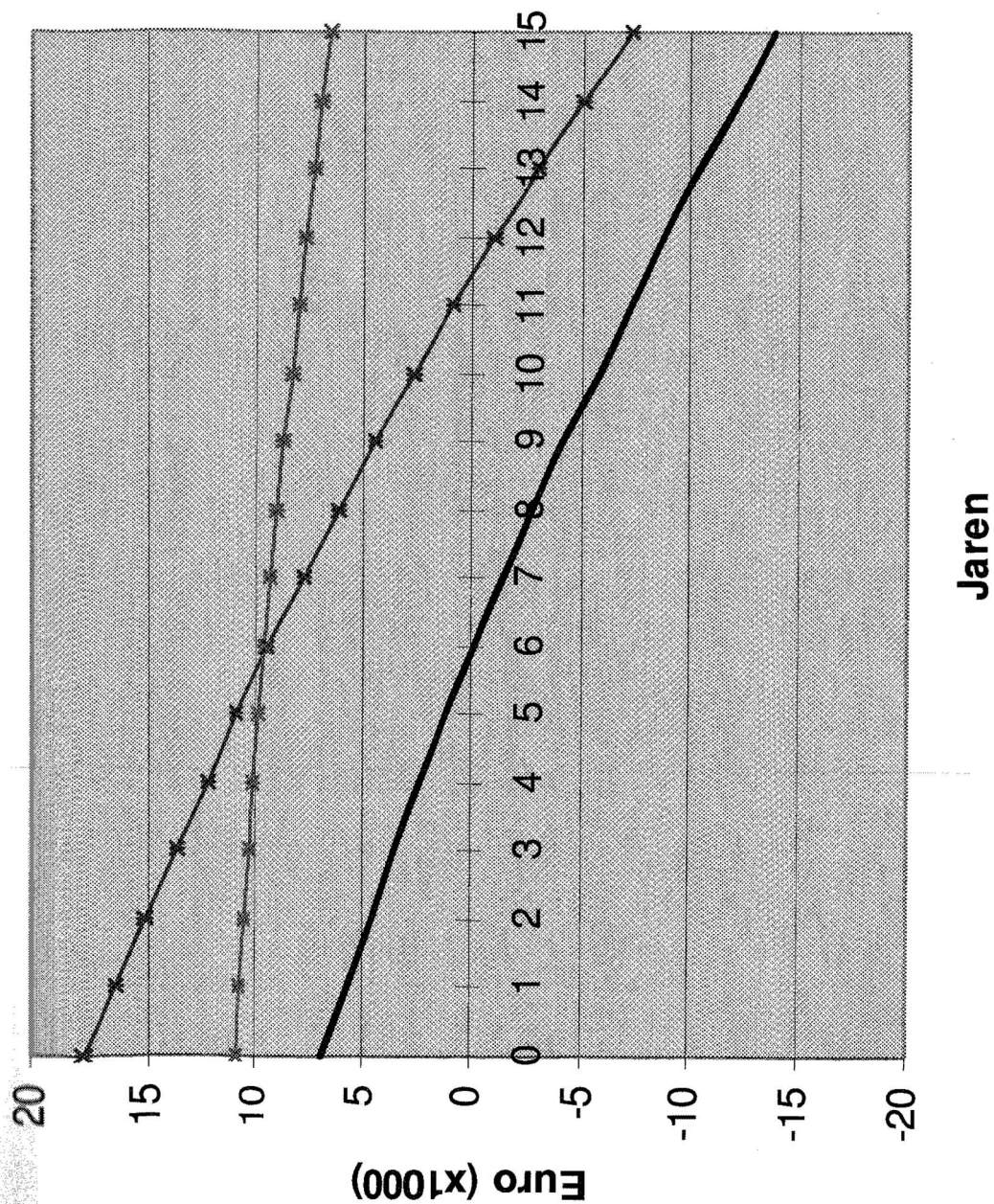
* bron www. Solaraccess.nl

prijsstijging gas per jaar	3,50%
prijsstijging elektra per jaar	3,50%

onderhoud warmtepomp per jaar	€ 120,00
onderhoud koudwatermachine per jaar	€ 120,00-
verschil kosten onderhoud per jaar	€ -
onderhoud zonnepanelen per jaar	€ 50,00
prijsstijging onderhoud per jaar	2,75%

WARMTEPOMP				ZONNEPANELEN				TOTAAL	
jaar	energie besparing	onderhoud	rest investering	energie besparing	onderhoud	rest investering			
0	6 -	€ -	E 17.821,00	E -	€ -	E 10.995,00	€ 6.826,00		
1	€ 1.293,55	f -	€ 16.527,45	E 276,45	f 50,00	E 10.768,55	€ 5.758,90		
2	E 1.338,82	E -	€ 15.188,63	E 286,13	E 51,38	E 10.533,80	€ 4.654,83		
3	€ 1.385,68	€ -	E 13.802,94	€ 296,14	f 52,79	€ 10.290,45	€ 3.512,50		
4	E 1.434,18	€ -	E 12.368,76	E 306,51	E 54,24	E 10.038,18	€ 2.330,58		
5	€ 1.484,38	€ -	€ 10.884,38	E 317,23	E 55,73	E 9.776,68	€ 1.107,70		
6	E 1.536,33	€ -	E 9.348,05	f 328,34	E 57,26	E 9.505,61	€ 157,56-		
7	€ 1.590,10	E -	€ 7.757,95	E 339,83	E 58,84	E 9.224,62	€ 1.466,67-		
8	E 1.645,76	E -	E 6.112,19	E 351,72	€ 60,46	€ 8.933,35	€ 2.821,16-		
9	€ 1.703,36	E -	€ 4.408,83	E 364,03	€ 62,12	€ 8.631,44	€ 4.222,61-		
10	€ 1.762,98	€ -	E 2.645,86	E 376,77	E 63,83	E 8.318,49	€ 5.672,64-		
11	€ 1.824,68	€ -	E 821,18	€ 389,96	€ 65,58	€ 7.994,12	€ 7.172,94-		
12	f 1.888,54	€ -	E 1.067,37-	E 403,61	E 67,39	E 7.657,89	€ 8.725,26-		
13	E 1.954,64	E -	E 3.022,01-	E 417,73	€ 69,24	€ 7.309,40	€ 10.331,41-		
14	e 2.023,06	€ -	E 5.045,07-	E 432,36	€ 71,14	€ 6.948,19	€ 11.993,25-		
15	E 2.093,86	E -	E 7.138,93-	f 447,49	E 73,10	E 6.573,80	€ 13.712,73-		

Terugverdientijd warmtepomp



Bijlage 18b

Berekening terugverdientijd woning 2 (verwarmen en koelen) met de uitgebreide methode

Investering warmtepomp + isolatie beglazing	E 17.821,00
Investering zonnepanelen	€ 10.995,00

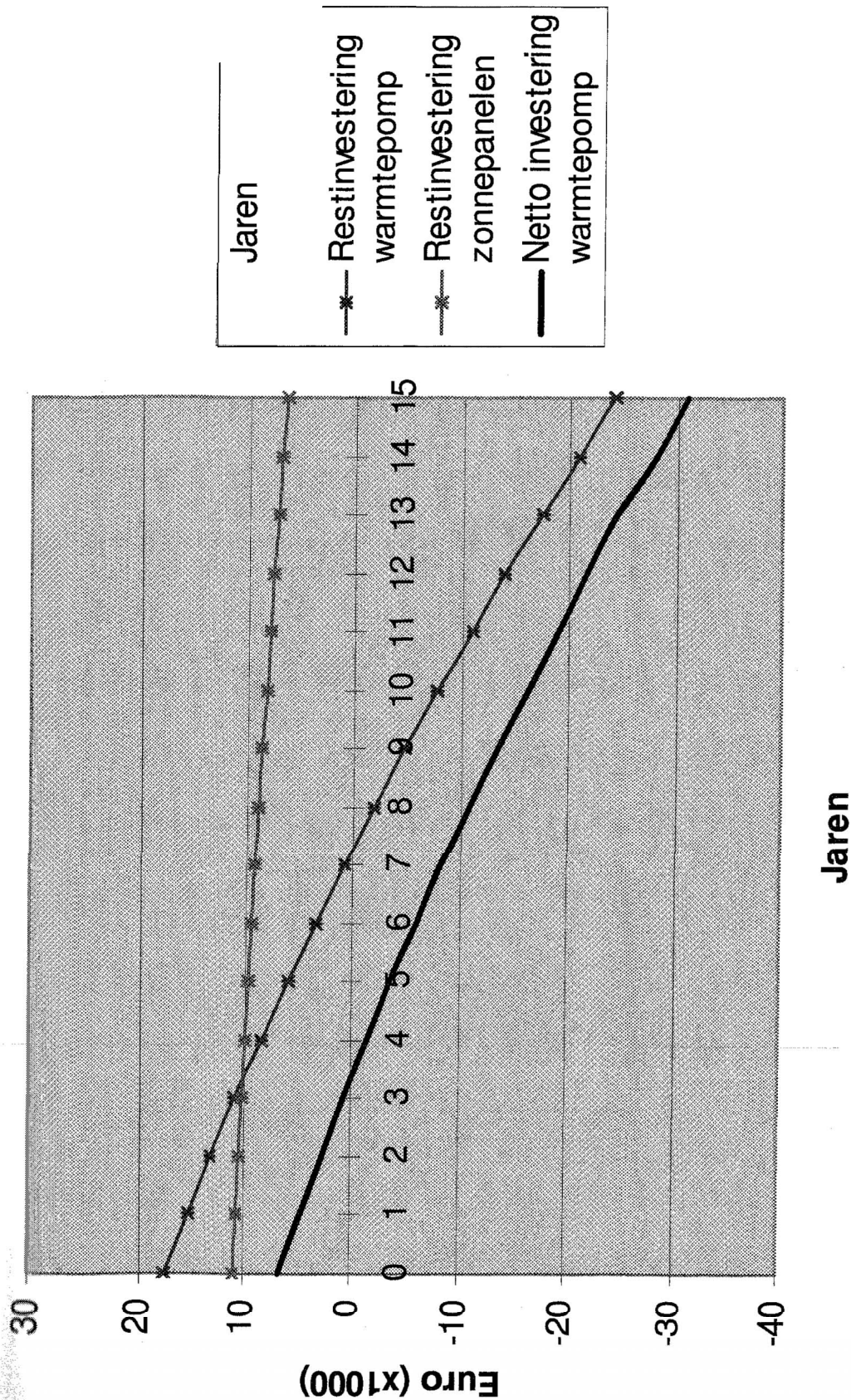
energiebesparing	Gas [€/jaar]	Elektra [€/jaar]
energiebesparing warmtepomp	€ 1.843,24	E 346,02
energiebesparing zonnepanelen *		E 276,45
prijsstijging gas per jaar	3,50%	
prijsstijging elektra per jaar	3,50%	

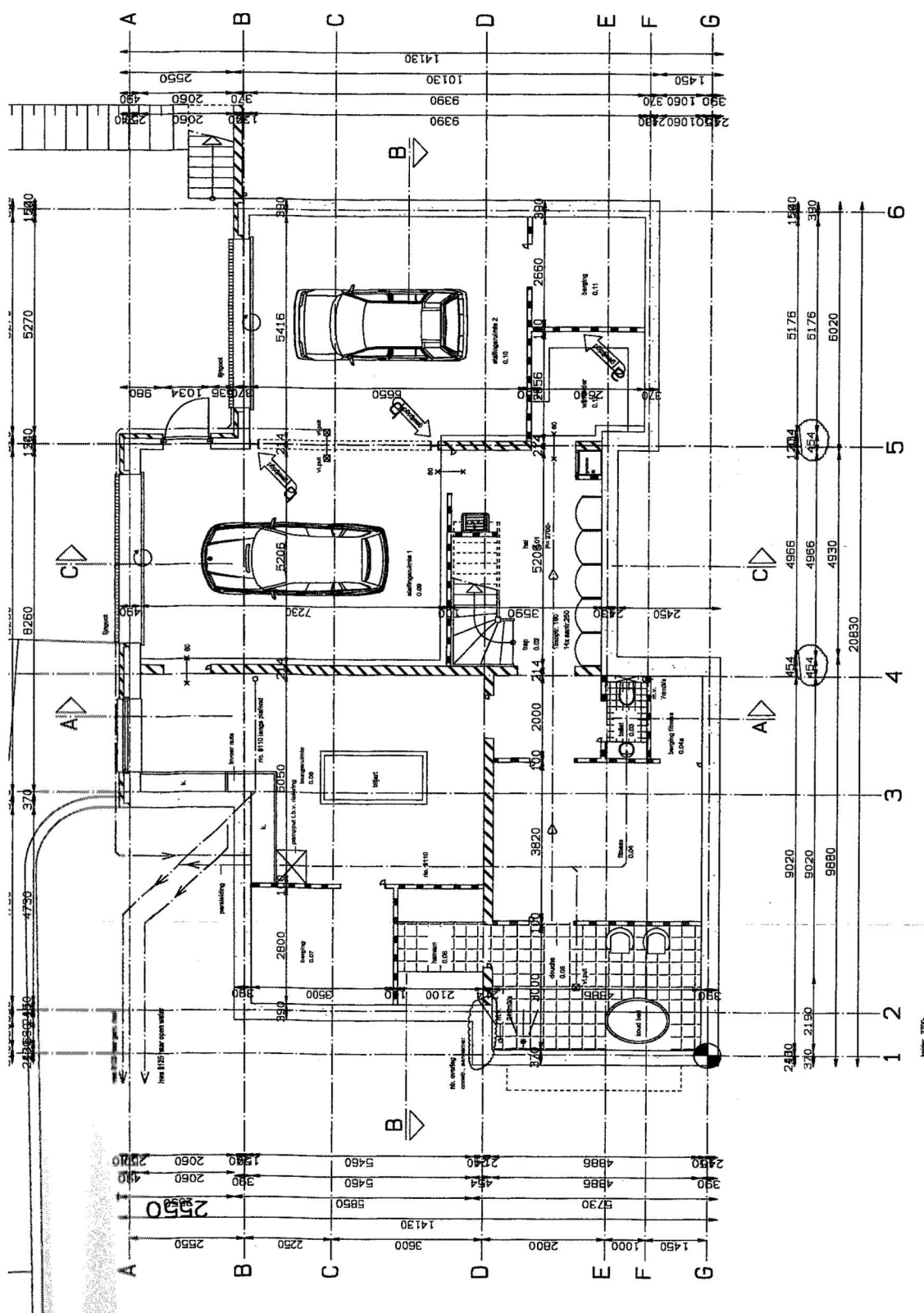
(1500 kWh per jaar a.E. 0,1843)
• bron www. Solaracces.nl

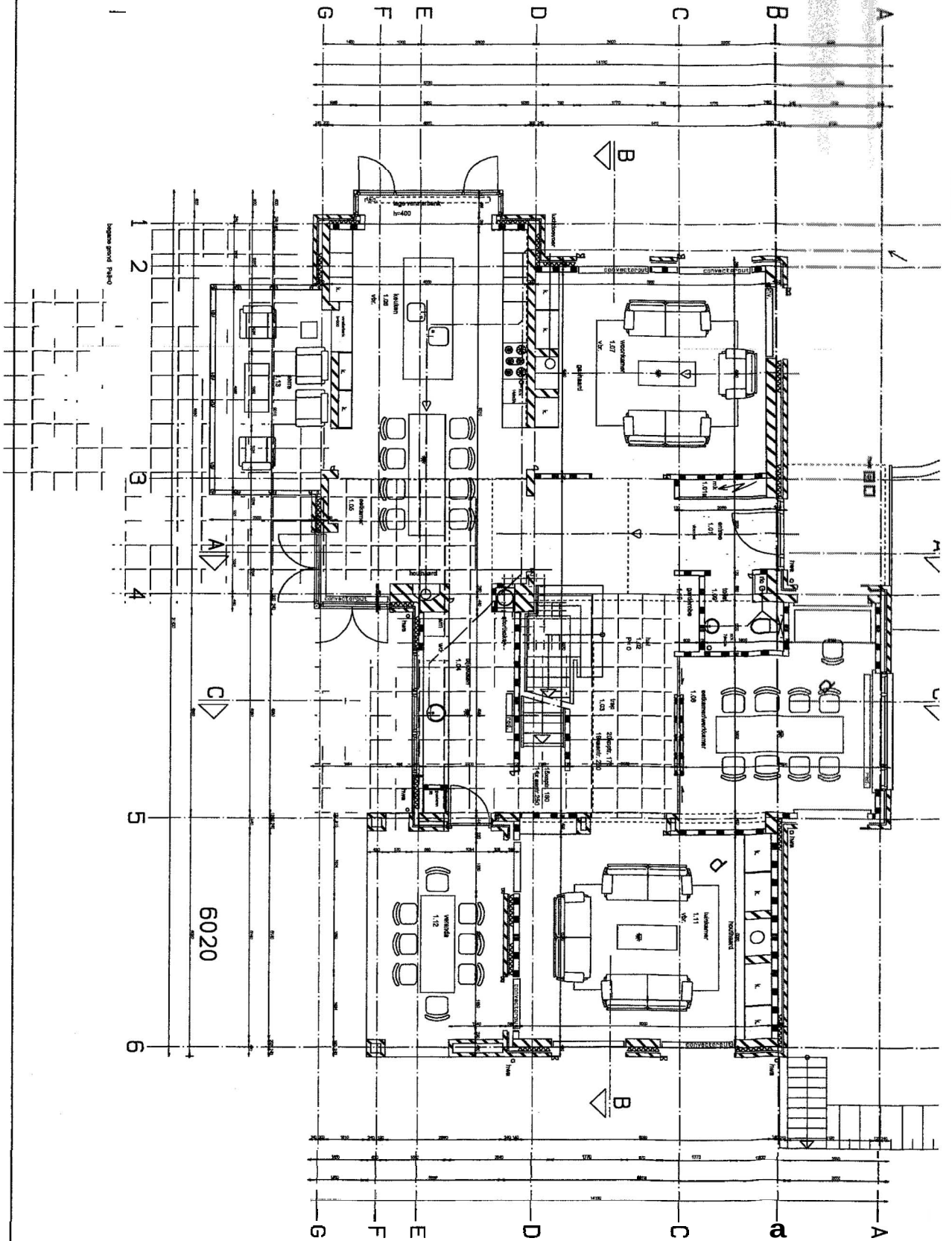
onderhoud warmtepomp per jaar	€ 120,00
onderhoud koudwatermachine per jaar	€ 120,00-
verschil kosten onderhoud per jaar	€ -
onderhoud zonnepanelen per jaar	€ 50,00
prijsstijging onderhoud per jaar	2,75%

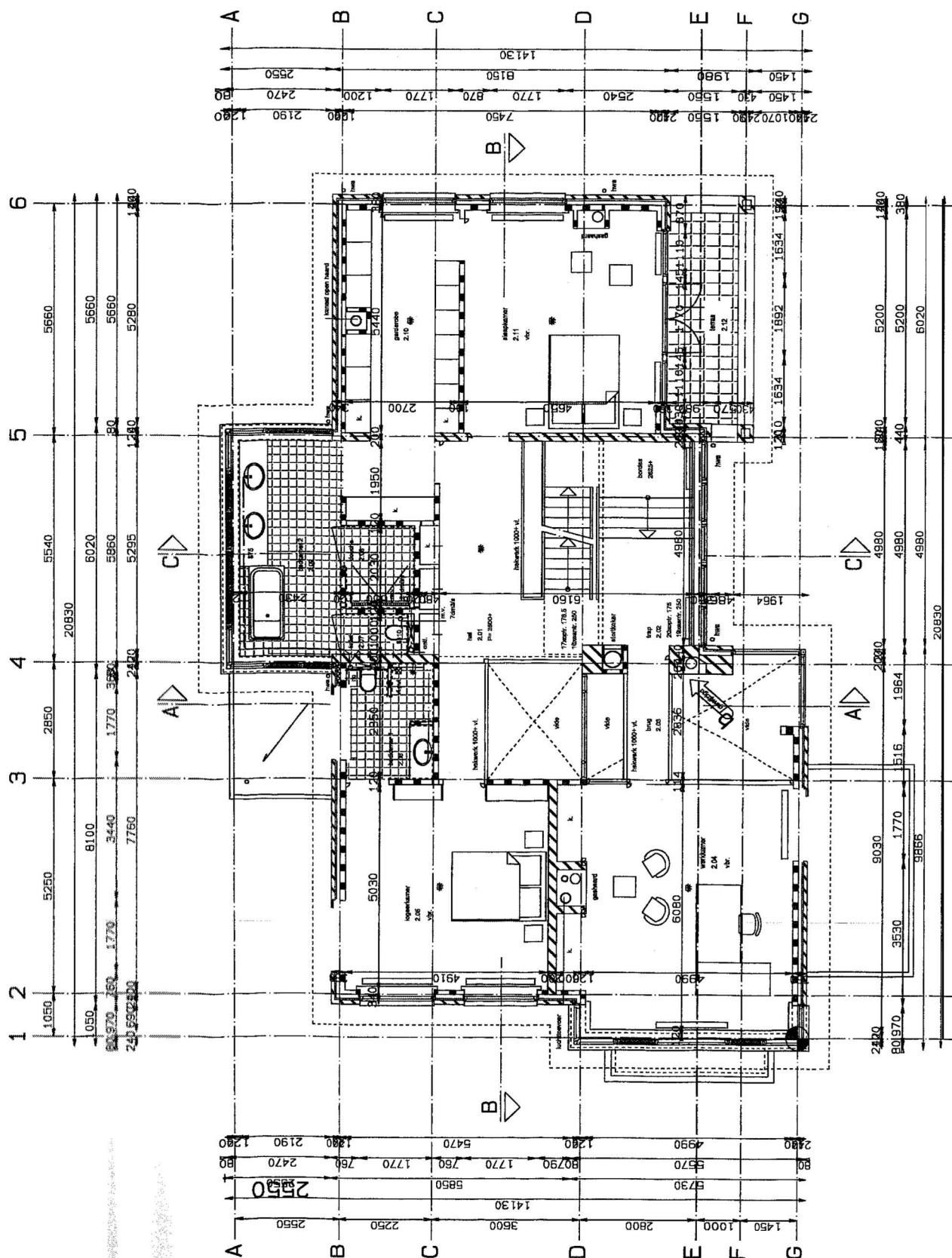
jaar	WARMTEPOMP			ZONNEPANELEN			TOTAAL
	energie besparing	andehoud	rest investering	energie besparing	onderhoud	rest investering	
0	E -	E -	E 17.821,00	E -	E -	€ 10.995,00	€ 6.826,00
1	E 2.189,26	E -	€ 15.631,74	€ 276,45	€ 50,00	E 10.768,55	€ 4.863,19
2	€ 2.265,88	E -	E 13.365,86	€ 286,13	E 51,38	€ 10.533,80	€ 2.832,06
3	E 2.345,19	E -	E 11.020,67	E 296,14	€ 52,79	E 10.290,45	€ 730,22
4	E 2.427,27	E -	E 8.593,39	€ 306,51	E 54,24	€ 10.038,18	€ 1.444,79-
5	€ 2.512,23	f -	6 6.081,17	E 317,23	E 55,73	E 9.776,68	€ 3.695,51-
6	€ 2.600,15	E -	E 3.481,01	E 328,34	E 57,26	E 9.505,61	€ 6.024,59-
7	E 2.691,16	€ -	E 789,85	€ 339,83	€ 58,84	E 9.224,62	€ 8.434,76-
8	E 2.785,35	E -	E 1.995,50-	E 351,72	E 60,46	E 8.933,35	€ 10.928,85-
9	E 2.882,84	€ -	E 4.878,33-	E 364,03	E 62,12	E 8.631,44	€ 13.509,77-
10	€ 2.983,74	E -	E 7.862,07-	€ 376,77	E 63,83	€ 8.318,49	€ 16.180,56-
11	E 3.088,17	€ -	E 10.950,24-	E 389,96	E 65,58	E 7.994,12	€ 18.944,35-
12	E 3.196,25	E -	E 14.146,49-	f 403,61	€ 67,39	€ 7.657,89	€ 21.804,39-
13	6 3.308,12	€ -	E 17.454,61-	E 417,73	€ 69,24	€ 7.309,40	€ 24.764,01-
14	€ 3.423,91	€ -	€ 20.878,52-	€ 432,36	E 71,14	€ 6.948,19	€ 27.826,71-
15	€ 3.543,74	€ -	E 24.422,26-	€ 447,49	€ 73,10	€ 6.573,80	€ 30.996,06-

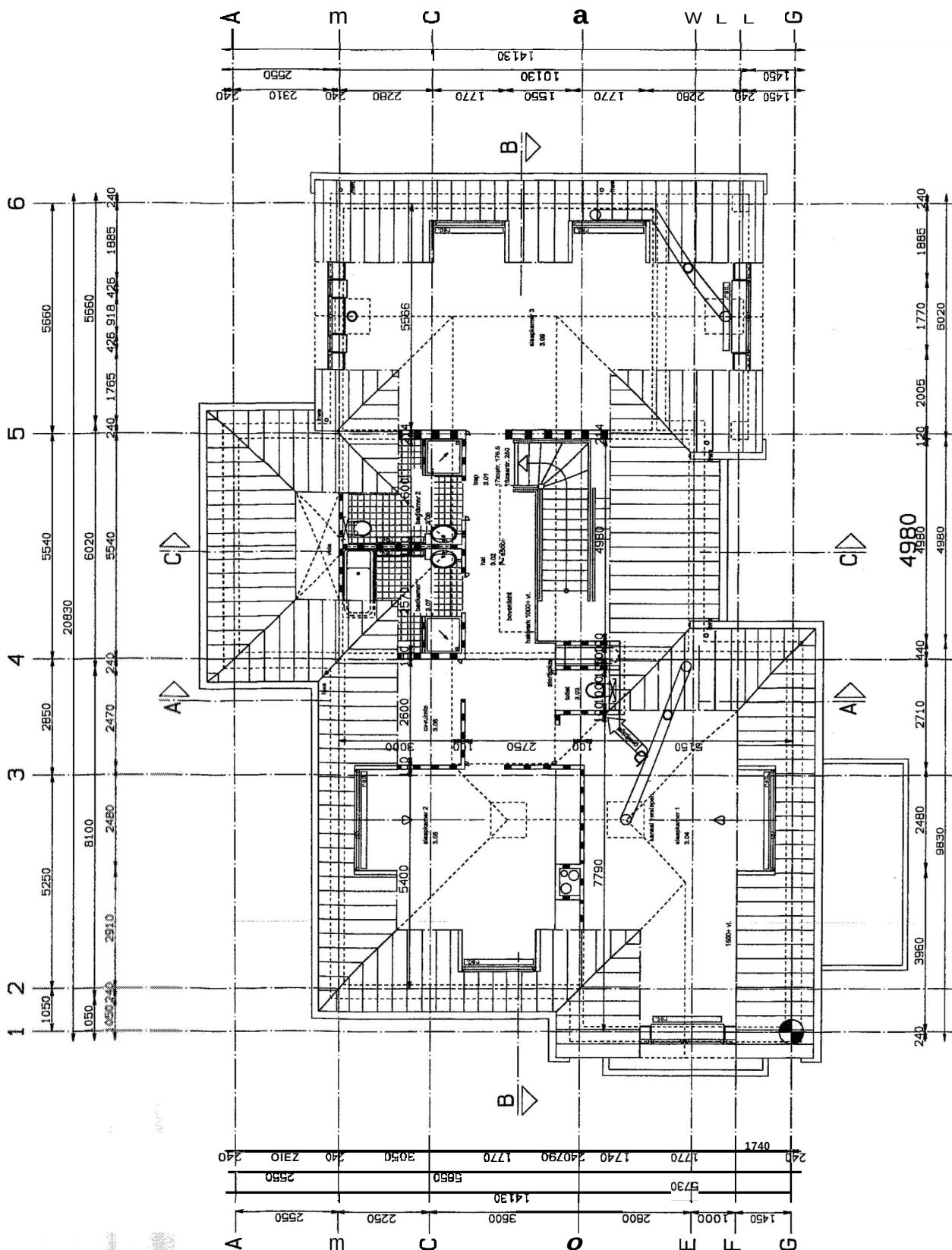
Terugverdientijd warmtepomp











Bijlage 20

Transmissieberekening Woning 3

Programma : VABI - WARMTEVERLIESBEREKENING VA101 - Versie 6.52
 Projectnummer : 06-1003
 Projectnaam : WONING 3.PRJ Gebouw 1
 Technicus : P. Kaandorp
 Omschrijving : Afstudeeropdracht Pascal Kaandorp

Warmteverliesberekening volgens ISSO 51 (woningen/woongebouwen)

TOTAALOVERZICHT

Nr	Omschrijving	Temp [°C]	Trans [Watt]	Vent [Watt]	Oawrm [Watt]	Totaal [watt]	Kengetal W/m2 W/m3	
2	GARAGE	10	32	247	0			
3	BERGING	15	202	114	0			
4	HAL	18	171	82	537	790	41	16
5	WIJNKELDER	14	131	90	470	692	86	34
6	LOUNGERUIMTE	20	365	193	1183	1741	46	18
7	TOILET	15	-9	12	7	■	5	2
8	FITNESS	20	196	137	706	1040	37	15
9	HAMMAN	22	89	113	430	632	101	40
10	BADKAMER GROOT	22	256	237	1046	1540	98	38
11	BERGING	15	91	79	0			
12	KEUKEN	20	416	302	1523	2241	45	15
13	HAL	18	-46	0	0	0	0	0
14	BIJKEUKEN	20	236	154	827	1218	97	33
16	TUINKAMER	20	499	350	1799	2647	77	26
17	WOONKAMER	20	317	227	947	1491	50	17
18	ENTREE	18	50	40	191	281	55	19
19	TOILET	15	-18	10	0	0	0	0
20	EETKAMER	20	297	204	1062	1563	72	24
21	SERRE	20	391	280	1421	2092	167	57
22	LOGEERKAMER	20	319	233	1171	1723	48	19
23	LOGEERKAMER	20	243	183	903	1329	51	20
24	VIDE	18	-8	0	0			
25	VIDE	18	93	85	0			
26	HAL	18	91	96	397	584	14	5
27	BADKAMER	22	126	127	536	789	120	47
28	TOILET	15	-46	0	0	0	0	0
24	BADKAMER	22	327	255	1233	1814	109	43
30	GARDEROBE	18	134	129	557	820	40	16
31	SLAAPKAMER	20	267	185	958	1410	54	21
32	LOGEERKAMER	20	409	285	1470	2164	69	52
33	SLAAPKAMER	20	769	546	2788	4104	90	48
34	WAL	18	356	264	1314	1933	52	27
35	CV KAST	15	38	49	0			
36	TOILET	15	-10	9	0	0	0	0
37	BADKAMER	22	160	167	692	1018	132	52
38	VIDE	18	130	120	0			
39	BADKAMER	22	156	170	291	1017	127	50
40	SLAAPKAMER	20	712	509	2589	3811	70	57
Totalen [Watt]			7474	5571	27448	40493	60	24

Bruto vloeroppervlakte gebouw **850.2m2** (verwarmd 709.0 m2)

Bruto inhoud gebouw **2283.7 m3** (verwarmd 1923.8 m3)

Bijlage 21

Calculatie meerprijs warmtepompinstallatie woning 3

Calculatiestaat	Datum:	3-3-2006	Blad:	I	
Rubriek	002	Omschrijving	Warmtepomp		
Correctiefactor	1,00	Arbeidsloon	€ 46,00		
aantal	omschrijving	minuten	netto prijs per stuk	totaal minuten	netto prijs
1	Waterkotte DS5008.4	-	€ 3.920,00	-	€ 3.920,00
1	bronmodule top s 30110	-	E 720,00	-	E 720,00
170	gesloten bodemcollector	-	E 27,00	-	€ 4.590,00
8	afsluiters DN 32	-	E 37,09	-	E 296,71
2	afsluiters DN 40	-	€ 41,96	-	E 83,93
6	inregelafsluiters DN 32	-	f 41,16	-	€ 246,95
2	inregelafsluiters DN 40	-	E 46,33	-	E 92,66
2	keerklep DN32 cimberio	-	E 11,52	-	€ 23,04
1	filter DN 32 cimberio	-	E 20,88	-	E 20,88
10	thermometers 1/2	-	f 3,28	-	E 32,83
1	Grundfoss UPS 32/80	-	E 228,15	-	€ 228,15
1	set pompkoppelingen	-	E 4,13	-	E 4,13
1	Watts flowguard flowmeter DN40	-	€ 94,17	-	E 94,17
1	post leidingen en hulpstukken	-	E 1.000,00	-	E 1.000,00
1	post elektramateriaal	-	€ 150,00	-	€ 150,00
12	extra montage warmtepomp	60,00		720,00	
40	extra montage leidingwerk	60,00		2.400,00	
8	montage aanvullende regeltechniek	60,00		480,00	
8	inregelen / in bedrijf stellen	60,00		480,00	
Subtotaal				4.080,00	E 11.503,44
1,00	correctiefactor arbeidsloon			4.080,00	€ 3.128,00
Totaal arbeidsloon					€ 14.631,44
Netto totaal					€ 14.631,44
10%	Algemene kosten + Winst en risico				€ 1.463,14
totaal					€ 16.094,58
BTW 49%					€ 3.057,97
Totaal inclusief BTW					€ 19.152,56

Berekening terugverdientijd warmtepomp - alleen verwarmen**Project: Woning 3****verzamelde gegevens bouwkundig:**

oppervlak van de woning	709	m ²
inhoud van de woning	1923.8	m ³
Berekende transmissie	26769	Watt

verzamelde gegevens van de installatie in situatie f:

CV toestel	Agpo Econcompact 4	
Vermogen CV toestel op vollast	27800	Watt
Draaiuren	1200	uren
Gasverbruik op vollast	3.612	m ³ /uur
Elektriciteitsverbruik op vollast	0.15	kW

verzamelde gegevens van de installatie in situatie 2:

CV toestel	Agpo Econcompact 4	
Vermogen CV toestel op vollast	27800	Watt
Norm draaiuren CV toestel	120	uren
Gasverbruik op vollast	3.612	m ³ /uur
Elektriciteitsverbruik op vollast	0.15	kW

Warmtepomp	Waterkotte DS6008.3	
Norm draaiuren	2250	uren
Thermisch vermogen warmtepomp	9.2	Watt
Totaal elektrisch vermogen warmtepompinstallatie	1.74	kW
C.O.P.	5.29	

verzamelde gegevens energietarieven:

Gasprijs bij een verbruik van ca. 4674m ³ /jaar	€ 0.61	per m ³
Gasprijs bij een verbruik van ca. 917m ³ /jaar	€ 0.74	per m ³
elektraprijs bij een verbruik van ca. 3173kWh/jaar	€ 0.17	per kWh
elektraprijs bij een verbruik van ca. 6932.33kWh/jaar	€ 0.19	per kWh
Prijsstijging gas per jaar	3.5 %	
Prijsstijging elektra per jaar	3.5 %	

verzamelde gegevens onderhoud:

Onderhoudskosten warmtepomp per jaar	€ 120.00	
Prijsstijging onderhoudskosten warmtepomp per jaar	2.75 %	

Berekening energiebesparing:

Situatie 1: Conventionele CV ketel voor verwarming

Gasverbruik CV	4174 m3/jaar	a E. 0.6103	E.	2547.18
Elektraverbruik CV	173 kWh/jaar	a E. 0.1683	€.	29.17
Totaal energieverbruik per jaar			f.	2576.35

Situatie 2: Bivalent warmtepompsysteem (warmtepomp en CV ketel)

Gasverbruik CV	417 m3/jaar	a E. 0.7397	E	308.73
Elektraverbruik CV	17 kWh/jaar	a E. 0.1866	E.	3.23
Elektraverbruik WP	3915 kWh/jaar	a E. 0.1866	€.	730.54
Totaal energieverbruik per jaar			f.	1042.50

Totaal energiebesparing per jaar			€.	1533.85
---	--	--	-----------	----------------

Berekening terugverdientijd:

Totale investering	€.	7153.00
Totaal energiebesparing per jaar	€.	1533.85
Terugverdientijd in Jaren		4.66

15 jaren prognose:

prijsstijgingen: gas 3.5 % per jaar | elektra 3.5 % per jaar / onderhoud 2.75 % per jaar

Jaar	Gas	Elektra	Onderhoud	Totaal	Restinvestering
1	E. 2238.46	E. -704.60	€ 120.00	E. 1413.85	E. 5739.15
2	E. 2316.86	E. -729.26	E. 123.30	E. 1464.24	E. 4274.91
3	E. 2397.89	E. -754.79	E. 126.69	E. 1516.41	€ 2758.50
4	E. 2481.82	E. -781.21	€ 130.17	E. 1570.44	E. 1188.06
5	E. 2568.68	E. -808.55	E. 133.75	E. 1626.38	f. -438.31
6	E. 2858.58	E. -836.85	€ 137.43	E. 1684.30	€ -2122.62
7	E. 2751.63	€ -866.14	E. 141.21	E. 1744.28	E. -3866.90
8	E. 2847.94	E. -896.45	E. 145.10	€ 1806.39	E. -5673.30
9	E. 2947.62	E. -927.83	E. 149.09	E. 1870.71	f. -7544.00
10	E. 3050.78	E. -960.30	E. 153.19	E. 1937.30	E. -9481.30
11	€ 3157.56	E. -993.91	E. 157.40	E. 2006.25	E. -11487.55
12	E. 3268.08	E. -1028.70	€ 161.73	€ 2077.65	€ -13565.21
13	€ 3382.46	E. -1064.70	E. 166.17	E. 2151.58	E. -15716.79
14	E. 3500.85	E. -1101.97	E. 170.74	E. 2228.13	E. -17944.92
15	€ 3623.38	€ -1140.54	€ 175.44	E. 2307.40	€ -20252.33

opmerkingen:

- Er zijn voldoende gegevens over de transmissie opgegeven om de berekeningen uit te voeren

Berekening terugverdientijd warmtepomp - verwarmen en koelen**Project: Woning 3****verzamelde gegevens bouwkundig:**

oppervlak van de woning	709	m ²
inhoud van de woning	1923.8	m ³
Berekende transmissie	26769	Watt
Geraamde koellast	28857	Watt

verzamelde gegevens van de installatie in situatie 1:

CV toestel	Agpo Econcompact 4	
Vermogen CV toestel op vollast	27.8	kW
Draaiuren	1200	uren
Gasverbruik op vollast	3.612	m ³ /uur
Elektriciteitsverbruik op vollast	0.15	kW

Koelmachine	Onbekend	
Koelvermogen	30	kW
Norm draaiuren koelmachine	750	uren
Elektrisch vermogen	12	kW
C.O.P.bepaald door raamgetal voor elektrisch vermogen	2.5	

verzamelde gegevens van de installatie in situatie 2:

CV toestel	Agpo Econcompact 4	
Vermogen CV toestel op vollast	27.8	kW
Norm draaiuren CV toestel	120	uren
Gasverbruik op vollast	3.612	m ³ /uur
Elektriciteitsverbruik op vollast	0.15	kW

Warmtepomp	Waterkotte DS6008.3	
Norm draaiuren verwarming	2250	uren
Thermisch vermogen warmtepomp	9.2	kW
Totaal elektrisch vermogen warmtepompinstallatie	1.74	kW
C.O.P.	5.29	
Norm draaiuren koeling	750	uren
Totaal elektrisch vermogen voor koeling (alleen pompen)	0.24	kW

verzamelde gegevens energietarieven:

Gasprijs bij een verbruik van ca. 4674m ³ /jaar	E. 0.61	per m ³
Gasprijs bij een verbruik van ca. 917m ³ /jaar	€ 0.74	per m ³
elektraprijs bij een verbruik van ca. 11830kWh/jaar	E. 0.19	per kWh
elektraprijs bij een verbruik van ca. 7105kWh/jaar	f. 0.19	per kWh
Prijsstijging gas per jaar	3.5 %	
Prijsstijging elektra per jaar	3.5 %	

verzamelde gegevens onderhoud:

Onderhoudskosten warmtepomp per jaar	E. 120.00	
Onderhoudskosten koelmachine per jaar	€ 120.00	
Verschil in de onderhoudskosten (koeling -/ warmtepomp)	E. 0.00	
Prijsstijging onderhoudskosten warmtepomp per jaar	2.75 %	

Berekening energiebesparing:

Situatie 1: Conventionele CV ketel en koelmachine voor verwarming

Gasverbruik CV	4174 m ³ /jaar	a E. 0.6066	E.	2531.74
Elektraverbruik CV	173 kWh/jaar	a E. 0.1907	E.	33.05
Elektraverbruik koeling	8657 kWh/jaar	a E. 0.1907	E.	1650.91
Totaal energieverbruik per jaar			€.	4215.70

Situatie 2: Bivalent warmtepompsysteem (warmtepomp en CV ketel)

Gasverbruik CV	417 m ³ /jaar	a f. 0.7397	E.	308.73
Elektraverbruik CV	17 kWh/jaar	a E. 0.1866	€.	3.23
Elektraverbruik WP	3915 kWh/jaar	a E. 0.1866	B	730.54
Elektraverbruik koeling	173 kWh/jaar	a E. 0.1866	E.	32.31
Totaal energieverbruik per jaar			C.	1074.81

Totaal energiebesparing per jaar	E.	3140.89
---	-----------	----------------

Berekening terugverdientijd:

Totale investering	€.	7153.00
Totaal energiebesparing per jaar	€.	3140.89
Terugverdientijd in jaren		2.28

15 jaren prognose:

prijsstijgingen: gas 3.5 % per jaar | elektra 3.5 % per jaar / onderhoud 2.75 % per jaar

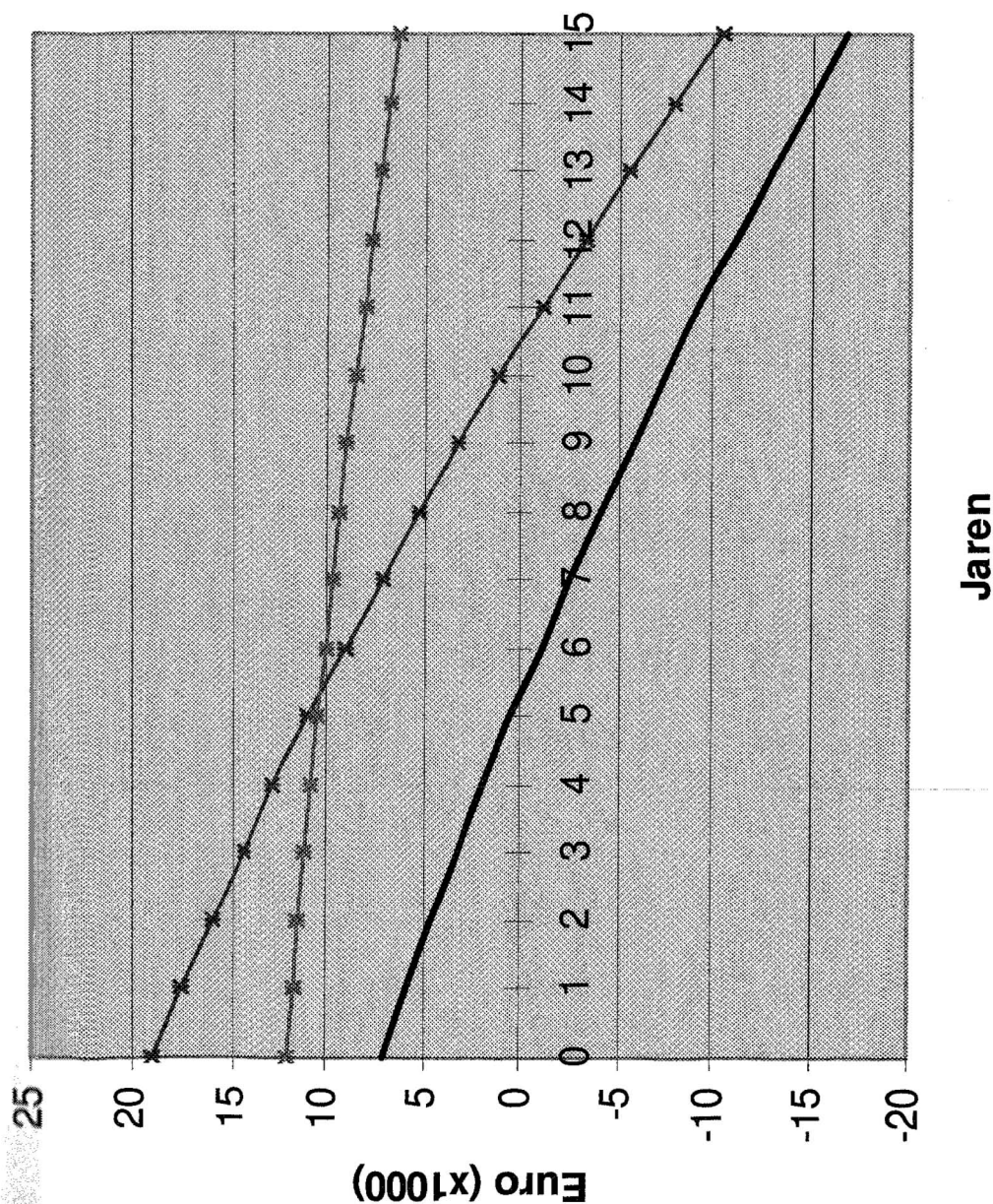
Jaar	Gas	Elektra	Onderhoud	Totaal	Restinvestering
1	E. 2223.01	E. 917.88	E. 0.00	E. 3140.89	E. 4012.11
2	E. 2300.62	E. 950.01	E. 0.00	E. 3250.82	E. 761.28
3	E. 2381.35	E. 983.26	E. 0.00	€. 3364.60	E. -2603.32
4	E. 2464.69	E. 1017.67	E. 0.00	€. 3482.36	E. -6085.69
5	E. 2550.96	E. 1053.29	E. 0.00	E. 3604.25	€.
6	E. 2640.24	E. 1090.15	E. 0.00	E. 3730.40	E. -13420.33
7	E. 2732.65	E. 1128.31	€.	E. 3860.96	E. -17281.29
8	E. 2828.29	E. 1167.80	E. 0.00	E. 3996.09	E. -21277.38
9	E. 2927.28	E. 1208.67	E. 0.00	E. 4135.96	E. -25413.34
10	€.	E. 1250.98	E. 0.00	€.	E. -29694.05
11	€.	E. 1294.76	€.	E. 4430.54	€.
12	€.	€.	E. 0.00	E. 4585.61	€.
13	€.	E. 1386.98	f.	€.	E.
14	€.	€.	€.	€.	€.
15	€.	E. 1485.77	€.	E. 5084.15	f.

opmerkingen:

- Er zijn voldoende gegevens over de transmissie opgegeven om de berekeningen uit te voeren
- Er zijn voldoende gegevens over de koellast opgegeven om de berekeningen uit te voeren
- er is gerekend met een raamgetal voor de koellast
- het elektrisch vermogen van de koelmachine is niet ingevuld. Er wordt gerekend met 40% van het koelvermogen

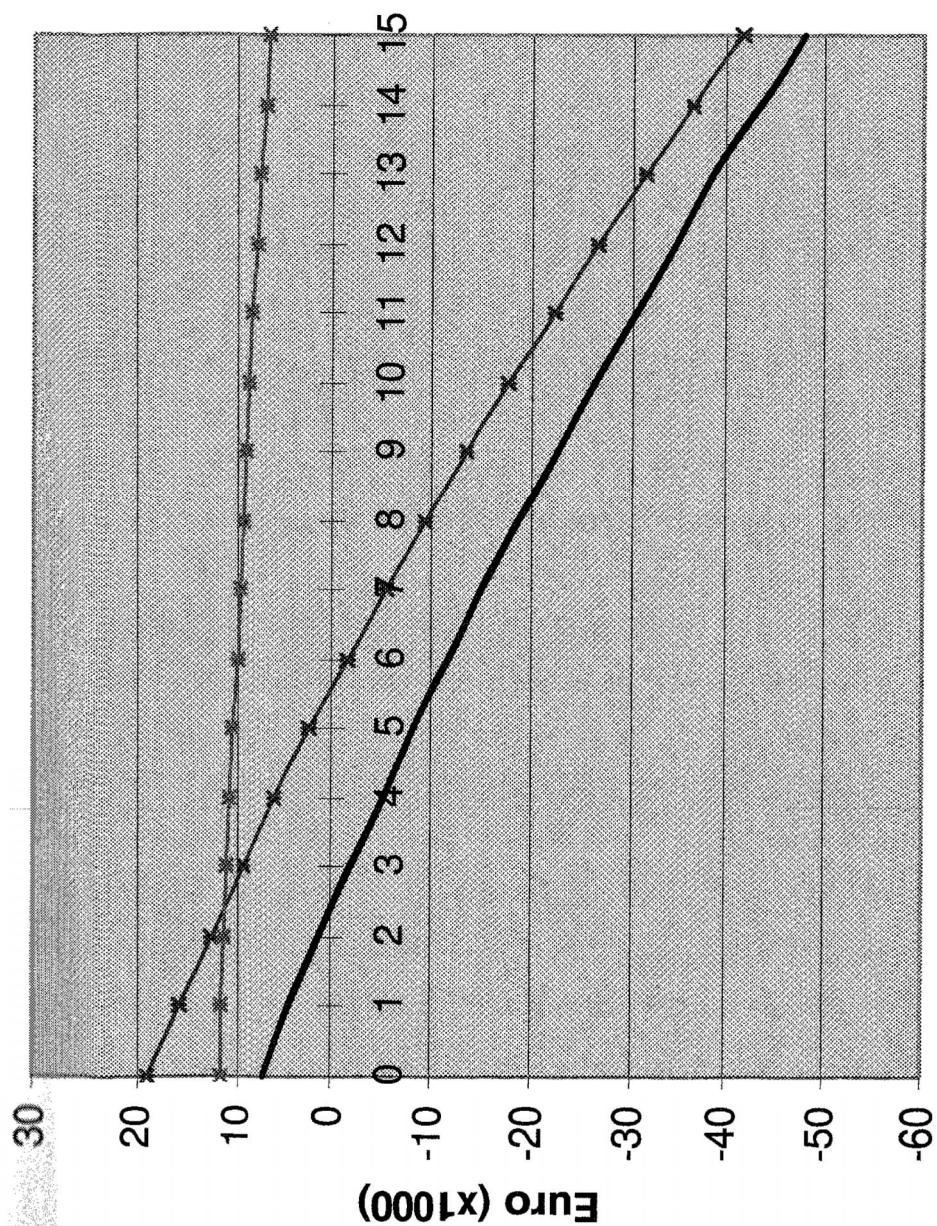
Investering warmtepomp + isolatie beglazing		€ 18.006,00					
Investering zonnepanelen		€ 10.995,00					
energiebesparing		Gas [€/jaar]	Elektra [€/jaar]				
energiebesparing warmtepomp		€ 1.843,24	€ 346,02				
energiebesparing zonnepanelen *			€ 276,45	(1500 kWh per jaar a € 0,1843)			
				* bron www. Solaraccs.nl			
prijsstijging gas per jaar		3,50%					
prijsstijging elektra per jaar		3,50%					
onderhoud warmtepomp per jaar		€ 120,00					
onderhoud koudwatermachine per jaar		€ 120,00-					
verschil kosten onderhoud per jaar		€ -					
onderhoud zonnepanelen per jaar		€ 50,00					
prijsstijging onderhoud per jaar		2,75%					
WARMTEPOMP				ZONNEPANELEN			TOTAAL
jaar	energie besparing	onderhoud	rest investering	energie besparing	onderhoud	rest investering	
0	€ -	€ -	€ 18.006,00	€ -	€ -	€ 10.995,00	€ 7.011,00
1	€ 2.189,26	€ -	€ 15.816,74	€ 276,45	€ 50,00	€ 10.768,55	€ 5.048,19
2	€ 2.265,88	€ -	€ 13.550,86	€ 286,13	€ 51,38	€ 10.533,80	€ 3.017,06
3	€ 2.345,19	€ -	€ 11.205,67	€ 296,14	€ 52,79	€ 10.290,45	€ 915,22
4	€ 2.427,27	€ -	€ 8.778,39	€ 306,51	€ 54,24	€ 10.038,18	€ 1.259,79-
5	€ 2.512,23	€ -	€ 6.266,17	€ 317,23	€ 55,73	€ 9.776,68	€ 3.510,51-
6	€ 2.600,15	€ -	€ 3.666,01	€ 328,34	€ 57,26	€ 9.505,61	€ 5.839,59-
7	€ 2.691,16	€ -	€ 974,85	€ 339,83	€ 58,84	€ 9.224,62	€ 8.249,76-
8	€ 2.785,35	€ -	€ 1.810,50-	€ 351,72	€ 60,46	€ 8.933,35	€ 10.743,85-
9	€ 2.882,84	€ -	€ 4.693,33-	€ 364,03	€ 62,12	€ 8.631,44	€ 13.324,77-
10	€ 2.983,74	€ -	€ 7.677,07-	€ 376,77	€ 63,83	€ 8.318,49	€ 15.995,56-
11	€ 3.088,17	€ -	€ 10.765,24-	€ 389,96	€ 65,58	€ 7.994,12	€ 18.759,35-
12	€ 3.196,25	€ -	€ 13.961,49-	€ 403,61	€ 67,39	€ 7.657,89	€ 21.619,39-
13	€ 3.308,12	€ -	€ 17.269,61-	€ 417,73	€ 69,24	€ 7.309,40	€ 24.579,01-
14	€ 3.423,91	€ -	€ 20.693,52-	€ 432,36	€ 71,14	€ 6.948,19	€ 27.641,71-
15	€ 3.543,74	€ -	€ 24.237,26-	€ 447,49	€ 73,10	€ 6.573,80	€ 30.811,06-

Terugverdientijd warmtepomp



Investering warmtepomp + isolatie beglazing		€ 18.006,00					
Investering zonnepanelen		€ 10.995,00					
energiebesparing		Gas [€/jaar]	Elektra [€/jaar]				
energiebesparing warmtepomp		€ 1.843,24	€ 346,02				
energiebesparing zonnepanelen *			€ 276,45	(1500 kWh per jaar a € 0,1843)			
				* bron www. Solaraccess.nl			
prijsstijging gas per jaar		3,50%					
prijsstijging elektra per jaar		3,50%					
onderhoud warmtepomp per jaar		E 120,00					
onderhoud koudwatermachine per jaar		E 120,00-					
verschil kosten onderhoud per jaar		E -					
onderhoud zonnepanelen per jaar		€ 50,00					
prijsstijging onderhoud per jaar		2,75%					
WARMTEPOMP				ZONNEPANELEN		TOTAAL	
jaar	energie besparing	onderhoud	rest investering	energie besparing	onderhoud	rest investering	
0	€ -	€ -	€ 18.006,00	€ -	€ -	€ 10.995,00	€ 7.011,00
1	€ 2.189,26	€ -	€ 15.816,74	€ 276,45	€ 50,00	€ 10.768,55	€ 5.048,19
2	€ 2.265,88	€ -	€ 13.550,86	€ 286,13	€ 51,38	€ 10.533,80	€ 3.017,06
3	€ 2.345,19	€ -	€ 11.205,67	€ 296,14	€ 52,79	€ 10.290,45	€ 915,22
4	€ 2.427,27	€ -	€ 8.778,39	€ 306,51	€ 54,24	€ 10.038,18	€ 1.259,79
5	€ 2.512,23	€ -	€ 6.266,17	€ 317,23	€ 55,73	€ 9.776,68	€ 3.510,51
6	€ 2.600,15	€ -	€ 3.666,01	€ 328,34	€ 57,26	€ 9.505,61	€ 5.839,59
7	€ 2.691,16	€ -	€ 974,85	€ 339,83	€ 58,84	€ 9.224,62	€ 8.249,76
8	€ 2.785,35	€ -	€ 1.810,50	€ 351,72	€ 60,46	€ 8.933,35	€ 10.743,85
9	€ 2.882,84	€ -	€ 4.693,33	€ 364,03	€ 62,12	€ 8.631,44	€ 13.324,77
10	€ 2.983,74	€ -	€ 7.677,07	€ 376,77	€ 63,83	€ 8.318,49	€ 15.995,56
11	€ 3.088,17	€ -	€ 10.765,24	€ 389,96	€ 65,58	€ 7.994,12	€ 18.759,35
12	€ 3.196,25	€ -	€ 13.961,49	€ 403,61	€ 67,39	€ 7.657,89	€ 21.619,39
13	€ 3.308,12	€ -	€ 17.269,61	€ 417,73	€ 69,24	€ 7.309,40	€ 24.579,01
14	€ 3.423,91	€ -	€ 20.693,52	€ 432,36	€ 71,14	€ 6.948,19	€ 27.641,71
15	€ 3.543,74	€ -	€ 24.237,26	€ 447,49	€ 73,10	€ 6.573,80	€ 30.811,06

Terugverdientijd warmtepomp



Jaren