

TNO-rapport
TNO-MEP – R 99/528

TNO Milieu, Energie
en Procesinnovatie

TNO-MEP
Business Park E.T.V.
Laan van Westenenk 501
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn

Telefoon: 055 549 34 93
Fax: 055 541 98 37
Internet: www.mep.tno.nl

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar
gemaakt door middel van druk, foto-
kopie, microfilm of op welke andere
wijze dan ook zonder voorafgaande
toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
Algemene Voorwaarden voor onder-
zoeksopdrachten aan TNO, dan wel
de betreffende terzake tussen de
partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het
TNO-rapport aan direct belang-
hebbenden is toegestaan.

© 1999 TNO

Het kwaliteitssysteem van TNO Milieu, Energie en
Procesinnovatie voldoet aan ISO 9001.

TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie is een nationaal en
internationaal erkend kennis- en contractresearch instituut voor
bedrijfsleven en overheid op het gebied van duurzame ontwikke-
ling en milieu- en energiegerichte procesinnovatie.

De concurrentiekracht van warmtepompen in Nederland

*Voor wie gekozen heeft, zijn geen argumenten nodig
Voor wie niet wil is geen argument goed genoeg*

Datum
december 1999

Auteurs
P.A. Oostendorp (TNO-MEP)
P.C.W. Juffermans (KEMA)
A.J. van Oostwaard (BMT)

Projectnummer
30569

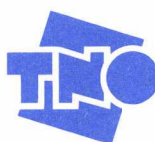
Novemprojectnummer
345101.9909

Trefwoorden
– warmtepompen
– gebouwde omgeving
– woningen
– convenant warmtepompen
– product-marktcombinaties

Bestemd voor
Novem (Ir. L. Wijshoff)
PDE (Ir. A.W.M. van Wunnik)

KEMA 

BMT



Nederlandse Organisatie voor toegepast-
natuurwetenschappelijk onderzoek TNO

Op opdrachten aan TNO zijn van toepassing de Algemene
Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, zoals
gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank en de
Kamer van Koophandel te 's-Gravenhage.

Samenvatting

Het doel van deze studie is om (potentiële) deelnemers aan het *Convenant Warmtepompsystemen in de Woningbouw* op een objectieve manier zo goed mogelijk inzicht te geven in het marktpotentieel van verschillende warmtepompsystemen op de Nederlandse markt.

De uitvoerders hebben, in overleg met de opdrachtgevers, gekozen voor een benadering waar de *vraagzijde van de markt* centraal staat. Men zou namelijk kunnen zeggen dat de warmtepompimplementatie in Nederland stagneert omdat het aanbod onvoldoende aansluit op de marktvraag.

In het onderzoek kwamen de volgende vraaggerelateerde trends in de woningbouwmarkt naar voren:

1. Er is een toenemende hang naar *hoog* comfort
2. De vraag naar een gezond binnenklimaat neemt toe
3. Een toenemend aantal bewoners stelt duurzaamheid in de woning op prijs, wanneer de prijs niet extreem is en deze duurzaamheid, bij voorkeur, zichtbaar of tastbaar is
4. Er is een toenemende hang naar zichtbare luxe in woningen
5. Toenemende neiging bij de EDB's en bij de installatiebranche om energiediensten aan te bieden
6. Aantal energiedragers dat in wijkinfrastructuren worden aangeboden neemt af
7. Stimulering van de kant van de overheid van DE-technieken in gebouwde omgeving
8. Woningen worden steeds duurder, koopwoningen winnen terrein ten opzichte van huurwoningen.

In een workshop op 28 september 1999 is in een eerste ronde geïnventariseerd welke product-marktcombinaties (PMC's) op het gebied van warmtepompen in Nederland het meest in aanmerking komen. Vervolgens hebben de auteurs deze PMC's geanalyseerd, gehergroepeerd en nog enigszins uitgebreid. Het resultaat was de volgende verzameling:

A. **NIEUWBOUW:**

1. **Vrijstaande nieuwbouwwoning in duurdere segment**
Functie: Ruimteverwarming + Tapwater + Topkoeling
Type WP: Elektrische combi-warmtepomp
2. **Luxe appartementen**
Functie: Ruimteverwarming + Tapwater + Topkoeling + Ventilatie
Type wp: Collectieve elektrische WP voor RV en individuele elektrische WP-boiler
- 3a. **"Gewone" rijtjes-nieuwbouwwoningen (VINEX)**
Functie: Ruimteverwarming + Tapwater + Topkoeling
Type wp: Elektrische combi-warmtepomp (*water/water of brine/water*)

3b. **“Gewone” rijtjes-nieuwbouwwoningen (VINEX)**

Functie: Ruimteverwarming + Tapwater + Topkoeling via luchtverwarming

Type wp: Elektrische combi-warmtepomp (*lucht/lucht + tapwater*)

4. **“Klein Collectief” Rijtjes van circa 8 nieuwbouwwoningen (VINEX)**

Functie: Ruimteverwarming + Tapwater + Topkoeling

Type wp: Collectieve elektrische WP met gas-hulpstook voor RV, plus individuele elektrische wp-boilers

B. BESTAANDE BOUW / RENOVATIE

5. **Renovatie bestaande rijtjeswoningen**

Functie: Ruimteverwarming + Tapwater

Type wp: Gasgestookte warmtepomp met geïntegreerde hulpstook, op bestaande radiatoren

6. **Ingrijpende verbouwing koopwoningen**

Functie: Ruimteverwarming + Tapwater + topkoeling

Type wp: Elektrische combi-warmtepomp

C. VERVANGING

7. **Vervangingsmarkt gas (CV-ketels)**

Functie: Ruimteverwarming + Tapwater

Type wp: Gasgestookte warmtepomp met geïntegreerde hulpstook, op bestaande radiatoren

8a. **Warmtepompboiler als vervanging van elektrische boiler in woningen met mechanische ventilatie**

Functie: Tapwater + ventilatie

Type wp: Elektrische wp-boiler

8b. **Klein-collectieve warmtepompboiler als vervanging van individuele elektrische boiler dan wel geiser in gestapelde appartementen met collectieve ventilatie**

Functie: Tapwater + ventilatie

Type wp: Klein-collectieve wp-boiler

9. **Warmtepompboiler als vervanging van open keuken-/badgeiser in woningen met mechanische ventilatie**

Functie: Tapwater + ventilatie

Type wp: Elektrische wp-boiler

10a. **Vervanging van collectieve systemen door {Gasmotor wp of Awp} en Ewp-boilers**

Functie: RV + Tapwater + ventilatie

Type wp: Centrale GWP of AWP voor RV; Elektrische wp-boilers voor tapwater

10b. **Vervanging van collectieve tapwatersystemen door individuele Ewp-boilers**

Functie: Tapwater + ventilatie

Type wp: Elektrische wp-boiler

D. GASLOZE GEBIEDEN

11. Woningen in gasloze gebieden

Functie: Ruimteverwarming en Tapwater, bij nieuwbouw topkoeling

Type wp: Elektrische combi-wp

			Beslissers			Categorie			Functies			Indiv./Coll.			Warmtebron			Soort warmtepomp			Referentie																					
PMC	Fase	Omschrijving	Projectontwikkelaar	Woningbouwvereniging	Energiebedrijfsbedrijf	Bewoner/eigenaar	Nieuwbouw	Renovatie	Twoe-onder-een-vrijstaand	Rijswoning	Appartementen	Koop	Luxe huur	Huur	Ruimteverwarming	Warm tapwater	Topkoeling	Ventilatie	RV individueel	RV collectief	Tapwater individueel	Tapwater collectief	Bodem	Grondwater/aquifer	Grondwater-collectief	Buitenlucht	Ventilatielucht	Dakcollector	Individuele El. combi w/w wp	Individuele El. combi f/w wp	Collectieve EWP (RV)	Individuele el. WP-boiler	Collectieve el. WP-boiler	Individuele (D)AWP (gas)	Centrale GWP opf AWP (RV)	Individuele HR-combi	Collectieve HR-combi	Elektrische boiler	Propan/Huisbrandolie			
1	1	Nieuw/koop/duur 2-o-1/mtk	x				x		x						x	x	x	x	x	x	x	x	x						x													
2	1	nieuw/luxe appartementen	x				x					x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																		
3a	1	Rijthe/nieuw/koop/water-w.	x				x				x	x			x	x	x	x	x	x	x								x													
3b	1	Rijthe/nieuw/koop/lucht-l.	x				x				x	x			x	x	x	x	x	x	x																					
4	1	Rijthe/nieuw/huur/kl. coll.	x				x								x	x	x	x		x	x																					
5	1	Renovatie/rij/huur/wbc		x				x		x					x	x	x		x	x																						
6	1	Ingrijpende verbouw/koop				x		x		x	x	x			x	x	x		x	x																						
7	1	Vervangingsmarkt CV-ketel					x			x	x	x	x		x	x			x	x																						
8a	3	Verv. el. boiler/individueel		x	x					x	x	x			x	x	x		x	x																						
8b	1	Verv. el. boiler/collectief		x						x		x			x	x	x																									
9	3	Verv. keuken/badgeiser		x	x					x	x	x	x		x	x	x		x	x																						
10a	1	Verv. coll. systeem Combi		x						x		x			x	x	x		x	x																						
10b	3	Verv. coll. systeem Ewp										x			x	x	x		x	x																						
11	3	Gasl. gebieden/best./ztk				x				x	x		x		x	x	x		x	x																						

Figuur S1. Overzicht PMC's.

In de figuur S1. zijn deze PMC's in één overzicht samengebracht. In de tweede kolom staat per PMC aangegeven in welke Fase deze zich bevindt. Hierbij is aangehaakt bij de drie taakgroepen in het convenant:

1. Te ontwikkelen PMC's.
2. Te demonstreren PMC's.
3. Te implementeren PMC's.

In een tweede ronde zijn de PMC's nader geanalyseerd. De resultaten zijn weergegeven in Figuur S2. Per PMC is in figuur 3 aangegeven:

1. Aantallen woningen per jaar in betreffende marktsegment.
2. Penetratiegraad Duurzame Energie in dat marktsegment.
3. Aandeel warmtepompen in "duurzame" segment.
4. Concurrentiekracht gemiddeld.
5. Resulterende penetratiegraad warmtepompen.
6. WP/markt per jaar.
7. Categorie.
8. Assymptotisch jaar: jaar waarin maximale implementatie per jaar wordt bereikt.
9. Cumulatief aantal woningen met warmtepomp in segment tot 2020.
10. Aardgasbesparing per woning door inzet warmtepomp.
11. Bereikte inzet aan duurzame energie in PJ 2020 (te vergelijken met EZ-doelstelling).

Overzicht PMC's (08/12/99)

PMC	Omschrijving	Aantal won/jr	Penetratiegraad DE	waaraan WP	P-score gemiddeld	Penetratiegraad WP	WP-markt/jr	Categorie	Assymptotisch jaar	Cumulatief t/m 2020	Aardgasbesparing [m3/(woning.jr)]	PJ 2020
1	Nieuw/koop/duur 2-o-1/mtk	25.000	0,50	0,50	3,7	0,250	6.250	1	2010	78.125	600	1,64
2	nieuw/luxe appartementen	9.000	0,50	0,60	3,7	0,300	2.700	1	2010	33.750	400	0,47
3	Rijtje/nieuwbouw/koop	25.000	0,50	0,40	3,6	0,200	5.000	1	2010	62.500	400	0,88
3a	Rijtje/nieuw/koop/water-w.											
3b	Rijtje/nieuw/koop/lucht-l.											
4	Rijtje/nieuw/huur/kl. coll.	10.000	0,25	0,50	3,6	0,125	1.250	1	2010	15.625	400	0,22
5	Renovatie/rij/huur/wbc	25.000	0,15	0,50	3,3	0,075	1.875	1	2010	23.438	500	0,41
6	Ingrijpende verbouw/koop	50.000	0,30	0,50	3,7	0,150	7.500	1	2010	93.750	500	1,64
7	Vervangingsmarkt CV-ketel	180.000	0,15	0,50	3,3	0,075	13.500	1	2010	168.750	300	1,78
8	Verv.markt el.boiler (met mech.vent)											
8a	individueel	12.000	0,25	0,80	3,5	0,200	2.400	3	2005	42.000	200	0,29
8b	collectief	8.000	0,25	0,80	3,8	0,200	1.600	1	2010	20.000	200	0,14
9	Verv.markt geiser (met mech.vent)	25.000	0,10	0,50	3,6	0,050	1.250	3	2005	21.875	200	0,15
10	Verv. markt Coll. syst. (met m. vent)											
10a	AWP of GWP + Ewp-boilers	3.000	0,10	0,80	3,3	0,080	240	1	2010	3.000	400	0,04
10b	Ewp-boilers	3.000	0,20	0,80	3,6	0,160	480	3	2005	8.400	200	0,06
11	Gasl. gebieden/best./ztk	6.000	0,50	0,80	3,8	0,400	2.400	3	2005	42.000	400	0,59
108ttg.xls		381.000					46.445			613.213		8,33

- | | | |
|---|---|--|
| 1 | Te ontwikkelen | Cumulatief t/m 2020 berekend door vanaf assymptotisch jaar |
| 2 | Demonstreerbaar | "WP-markt/jr" te implementeren en de vijf jaar daaraan voorafgaand |
| 3 | Geschikt voor grootschalige implementatie | lineair te groeien vanaf nul tot dat niveau. |

Figuur S2. Overzicht verwachte aantallen woningen met warmtepompen per jaar en resulterende hoeveelheden duurzame energie per PMC.

De Conclusies en Aanbevelingen van dit rapport zijn niet verantwoord samen te vatten in minder tekst dan gebruikt in hoofdstuk 7. Wij verwijzen daarom hier naar dat hoofdstuk.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
1. Inleiding	7
1.1 Achtergrond	7
1.2 Probleemstelling	7
1.3 Doel van de studie	7
1.4 Aanpak en werkwijze	8
2. Trends op de woningmarkt	9
3. Eerste inventarisatie interessante PMC's.....	11
4. Gedetailleerde beschouwing PMC's.....	20
4.1 Kanttekeningen en verantwoording.....	23
4.2 Belangrijkste sterke en zwakke kanten per PMC	25
5. Economische aspecten	27
5.1 Systeemkosten	27
5.2 Prijsdaling als functie van afzetvergroting.....	28
5.3 Dekking van de kosten	28
6. Conclusies en aanbevelingen	30
6.1 Conclusies.....	30
6.2 Aanbevelingen	32
7. Referenties	34
8. Verantwoording	35
Bijlagen	
1 Ontwikkelingen op Nederlandse woningmarkt	
2 Beoordelingscriteria voor de concurrentiekracht	

1. Inleiding

1.1 Achtergrond

Sinds eind mei 1999 zijn een aantal marktpartijen bezig om vanuit de “Intentieverklaring Warmtepompen in de Woningbouw” te komen tot een “Convenant Warmtepompen in de Woningbouw”. De Stuurgroep die dit proces begeleidt heeft behoefte aan een zo objectief mogelijke, onafhankelijke indicatie van de concurrentiekracht van warmtepompen om daarmee voor potentiële ondertekenaars van het Convenant bij te dragen aan een zo goed mogelijke onderbouwing van hun deelname aan en inbreng in het Convenant Warmtepompen.

1.2 Probleemstelling

De implementatie van warmtepompen in de Nederlandse woningbouw stagneert. Om de doelstelling van de Overheid (16 PJ besparing in 2020 met warmtepompen in woningen) te halen dienen in 2020 globaal gesproken 1 miljoen woningen via warmtepompen van warmte voor ruimteverwarming en warm tapwater te worden voorzien. Dat wordt met ongewijzigd beleid waarschijnlijk niet gehaald. Doel van het Convenant is om het implementatie-tempo van warmtepompen tot het gewenste niveau te versnellen. Het belangrijkste kenmerk van een convenant is dat het bestaat uit een set onderling gerelateerde en in evenwicht zijnde toezeggingen van marktpartijen die als doel hebben vicieuze cirkels te doorbreken.

Voorbeeld: een lage afzetmarkt zorgt ervoor dat fabrikanten niet gaan investeren in massaproductietechnologie (→ prijzen blijven hoog) en hoge prijzen zorgen ervoor dat de afzet klein blijft. Deze vicieuze cirkel zou in een convenant kunnen worden doorbroken. Vragende partijen zouden kunnen toezeggen dat zij bij een bepaalde prijsontwikkeling een bepaalde afzet per jaar kunnen waarmaken en producenten kunnen aangeven dat zij bij een bepaalde afzet ontwikkeling een bepaalde prijsdaling kunnen realiseren.

1.3 Doel van de studie

Het doel van de studie is om (potentiële) convenant-partijen op een objectieve manier zo goed mogelijk inzicht te geven in de mogelijkheden van verschillende warmtepompsystemen op de Nederlandse markt. Dit hebben zij des te harder nodig naarmate van hen meer concrete afspraken in het convenant gevraagd worden.

1.4 Aanpak en werkwijze

Het project is uitgevoerd door TNO als hoofdaannemer, waarbij significante stukken van het werk zijn uitgevoerd door KEMA en BMT.

De uitvoerders hebben, in overleg met de opdrachtgevers, gekozen voor een benadering waar de *vraagzijde van de markt* centraal staat. Men zou kunnen zeggen dat de warmtepompimplementatie in Nederland stagneert omdat het aanbod onvoldoende aansluit op de marktvraag. Als in deze situatie verbetering moet worden gebracht middels een Convenant Warmtepompen, ligt het voor de hand eerst de vraagzijde uitvoerig aan bod te laten komen. Om die reden is aan het begin van de studie, op 28 september 1999, een workshop met (potentiële) deelnemers in het Convenant gehouden, waarin om te beginnen vraaggerelateerde trends in de markt zijn geïdentificeerd. Vervolgens is gebrainstormd over de vraag met welke Product-Mark Combinaties (PMC's) die vraag het beste zou kunnen worden ingevuld. De auteurs zijn de deelnemers aan de workshop zeer erkentelijk voor hun creatieve inbreng. Naast de drie auteurs waren daarbij aanwezig:

Bouwfonds Woningen	B.J. Mathijssen
Crone Technisch Adviesbureau	H. Crone
GTI	R.W. Smit
Itho B.V.	B. van Veldhoven
Nefit Fasto B.V.	P.J. Vloon
Novem BV-Sittard	L.J.H. Wijshoff
Novem BV-Utrecht	M. Dieleman
Nuon Huis en Bedrijf	P. van der Ploeg
Projectbureau DE	A.W.M. van Wunnik
Redenko BV	K.P.J. Veen
Techneco	P.R. van Alphen
Vanderbeyl Energietechniek	E. Boermans

Vervolgens zijn de op bovengenoemde manier geselecteerde PMC's nader onderzocht. Het uiteindelijke resultaat is een overzicht van kansrijke PMC's voor warmtepompen met het bijbehorende verwachte aandeel in PJ duurzame energie in het jaar 2020.

2. Trends op de woningmarkt

Tijdens de workshop op 28 september 1999 kwamen de volgende trends in de woningbouwmarkt als belangrijk voor de toekomst van warmtepompen in Nederland naar voren.

Vraaggerelateerde trends:

1. Er is een toenemende hang naar *hoog* comfort. Dit uit zich in:
 - Stijgend gebruik van warm tapwater
 - Stijgende eisen aan regelbaarheid van thermisch comfort (dynamiek temperatuurhuishouding)
 - Stijgende behoefte aan (top)koeling in de zomer, deels voortkomend uit een toenemende isolatie en kierdichtheid
 - Stijgende behoefte aan temperatuurzonering in woning
2. De vraag naar een *gezond* binnenklimaat neemt toe; er wordt meer aandacht besteed aan aspecten als:
 - Allergie-vrij
 - Schimmel-vrij
 - Vrij van luchtjes en schadelijke stoffen
 - Legionella-veilig
3. Een toenemend aantal bewoners stelt duurzaamheid in de woning op prijs, wanneer de prijs niet extreem is en deze duurzaamheid, bij voorkeur, zichtbaar is. Dit uit zich nu onder meer in:
 - Aanschaf zonneboiler
 - PV-panelen op dak
 - Overgaan op groene stroom
4. Er is een toenemende hang naar zichtbare luxe in woningen
 - Vloerverwarming en topkoeling als nieuw element in het rijtje luxe keukens, luxe badkamer, etc.
 - Toenemende bereidheid veel voor wonen te betalen
 - Stijgende vraag naar design-radiatoren

Overige trends:

1. Toenemende neiging bij de EDB's en in de installatiebranche om energiediensten aan te bieden, zoals:
 - Verhuren van installaties
 - Verkopen van comfort in plaats van energiedragersDaarbij wordt in de eerste plaats gestreefd naar winst en klantenbinding en niet zozeer naar E-besparing en duurzame energie.
2. Aantal energiedragers dat in wijkinfrastructuren wordt aangeboden neemt af. Voorbeelden zijn:
 - alleen elektriciteit
 - warmte en elektriciteit

3. Stimulering van de kant van de overheid van DE-technieken in gebouwde omgeving door:
 - Dalende EPC-waarden
 - Stijgende Eco-tax
 - Subsidieering (zonneboiler, Zon-PV)
4. Woningen worden steeds duurder, koopwoningen winnen terrein ten opzichte van huurwoningen.

Randvoorwaarden

1. Bouwwereld (aannemers en projectontwikkelaars) is risicomijdend en relatief conservatief. Zullen de wp-kar alleen trekken indien er vanuit hun markt vraag naar is. Dit betekent dus dat ook hier de wp met name door vraagstimulering bevorderd zal moeten worden.
2. Liberalisering en internationalisering van de energiemarkt.
3. Hoge volumes nieuwbouw in Nederland
4. Groot-collectief in warmtenetten is niet *groeierend*. Door liberalisering van de E-markt is de investeerder in het warmtenet onzeker over de toekomstige warmtevoorziening van de woning en daarmee over de terugverdientijd van zijn systeem.

?
Dit is toch klantenbinding

3. Eerste inventarisatie interessante PMC's

Om in een eerste ronde vast te stellen welke product-marktcombinaties (PMC's) op het gebied van warmtepomptoepassingen in Nederland het meest kansrijk zijn is daarover tijdens de workshop van 28 september 1999 een inventarisatie gehouden. Op ons verzoek hebben de deelnemers zich vooral laten leiden door hun verwachtingen op middellange termijn (einde convenant-periode, 2004). Aan de deelnemers werd gevraagd om zich met name door de eerder door hen aangegeven vraagzijdige trends (zie vorige hoofdstuk) te laten bepalen. De PMC's die in de workshop naar voren kwamen zijn hieronder aangegeven onder de nummers 1, 2, 3a, 3b, 5, 7 en 8a. Nadere overwegingen van de kant van de auteurs hebben geleid tot een aantal extra PMC's. Al deze PMC's zijn hieronder aangegeven met de volgende kenmerken:

- Beslisser:* Wie zal de beslisser zijn met betrekking tot de warmtepomp? Ofwel: *wie trekt en initieert de PMC?* Dit kunnen meerdere partijen zijn. Dit is voor het Convenant van belang, omdat via deze partijen de vraagzijdige stimulering van warmtepompen plaats zal vinden. Het zijn daarmee ook partijen die essentieel zijn voor het Convenant.
- Cat:* Wat is de categorie van de woning, in termen van:
nieuwbouw (renovatie)/bestaand
rijtjeswoning/vrijstaand/appartement/twee-onder-een-kap
huur/koop
- Fie:* Welke functies vervult het warmtepompsysteem?
- I/C:* Is het systeem individueel of collectief?
- Bron:* Wat is de warmtebron?
- WP:* Welk type wp wordt geplaatst?
- Ref:* Wat is het referentiesysteem bij de beoordeling?

A. NIEUWBOUW:

1. Vrijstaande nieuwbouwwoning in duurdere segment

- Beslisser:* Projectontwikkelaar
- N/B:* Nieuwbouw, twee-onder-een-kap, koop
- Fie:* Ruimteverwarming + Tapwater + Topkoeling
- I/C:* Individueel systeem
- Bron:* Bodem (verticale bodemwarmtewisselaar)
- WP:* Elektrische combi-warmtepomp
- Ref:* Gasketel HR-Combi

2. Luxe appartementen

- Beslisser:* Projectontwikkelaar
- N/B:* Nieuwbouw, ~20 luxe appartementen per gebouw, koop/luxe huur
- Fie:* Ruimteverwarming + Tapwater + Topkoeling + Ventilatie
- I/C:* Ruimteverwarming collectief, Tapwater individueel met wp-boiler
- Bron:* Aquifer met koudeopslag

- WP: Collectieve elektrische WP voor RV en individuele elektrische WP-boiler
Ref: Collectieve Gasketel HR-Combi voor RV en Tapwater
- 3a. **“Gewone” rijtjes-nieuwbouwwoningen (VINEX)**
Beslisser Projectontwikkelaar
N/B: Nieuwbouw, rijtjeswoning, koop
Fie: Ruimteverwarming + Tapwater + Topkoeling
I/C: Individueel
Bron: Grondwater collectief
WP: Elektrische combi-warmtepomp (*water/water of brine/water*)
Ref: HR-combi
- 3b. **“Gewone” rijtjes-nieuwbouwwoningen (VINEX)**
Beslisser Projectontwikkelaar
N/B: Nieuwbouw, rijtjeswoning, koop
Fie: Ruimteverwarming + Tapwater + Topkoeling via luchtverwarming
I/C: Individueel
Bron: lucht
WP: Elektrische combi-warmtepomp (*lucht/lucht+tapwater*)
Ref: HR-combi
4. **“Klein Collectief” Rijtjes van circa 8 nieuwbouwwoningen (VINEX)**
Beslisser Projectontwikkelaar
N/B: Nieuwbouw, rijtjeswoning, huur
Fie: Ruimteverwarming + Tapwater + Topkoeling
E: Elektriciteit en gas
I/C: RV Collectief, Tapwater individueel
Bron: Grondwater of aquifer
WP: Collectieve elektrische WP met gas-hulpstook voor RV, plus individuele elektrische wp-boilers
Ref: HR-combi
- B. BESTAANDE BOUW / RENOVATIE**
5. **Renovatie bestaande rijtjeswoningen**
Beslisser Woningbouwcorporatie (anders geen collectieve renovatie!)
N/B: Renovatie, rijtjeswoning, huur
Fie: Ruimteverwarming + Tapwater
I/C: Individueel systeem
Bron: Dak-collector (slechts kleine bron nodig)
WP: Gasgestookte warmtepomp met geïntegreerde hulpstook, op bestaande radiatoren
Ref: HR-combi
6. **Ingrijpende verbouwing koopwoningen**
Beslisser Bewoner/eigenaar
N/B: Renovatie, alle typen, koop
Fie: Ruimteverwarming + Tapwater + topkoeling
I/C: Individueel

Bron: Bodem
WP: Elektrische combi-warmtepomp
Ref: HR-combi

C. **VERVANGING**

7. **Vervangingsmarkt gas (CV-ketels)**

Beslisser Bewoner
N/B: Bestaand, alles, alles
Fie: Ruimteverwarming + Tapwater
I/C: Individueel
Bron: Dak-collector, lucht
WP: Gasgestookte warmtepomp met geïntegreerde hulpstook, op bestaande radiatoren
Ref: HR-combi

8a. **Warmtepompboiler als vervanging van elektrische boiler in woningen met mechanische ventilatie**

Beslisser Woningbouwcorporatie, EDB, huurder
N/B: bestaand, in principe alle soorten huurwoningen
Fie: Tapwater + ventilatie
I/C: Individueel
Bron: Ventilatielucht
WP: Elektrische wp-boiler
Ref: Elektrische boiler met mechanische ventilatie

Toelichting:

Zoals onder 3.2 reeds gesteld, zijn wij van mening, dat collectieve tapwatervoorziening met warmtepompen nog niet verantwoord is. Aan de andere kant is er een groot marktsegment (renovatie appartementenbouw) waar een collectieve warmtepompboiler zeer op zijn plaats zou zijn. Het betreft appartementengebouwen waar boven elkaar gelegen appartementen zijn voorzien van een collectief ventilatiesysteem, en waar de ruimte ontbreekt voor de retrofit van individuele warmtepompboilers.

8b. **Klein-collectieve warmtepompboiler als vervanging van individuele elektrische boiler dan wel geiser in gestapelde appartementen met collectieve ventilatie**

Beslisser Woningbouwcorporatie
N/B: Bestaand, gestapeld, huurappartementen
Fie: Tapwater + ventilatie
I/C: Collectief
Bron: Ventilatielucht
WP: Klein-collectieve wp-boiler
Ref: Elektrische boiler met mechanische ventilatie

Opmerking: Vooral in kleine appartementen, waar geen ruimte is voor individuele wp-boiler.

9. **Warmtepompboiler als vervanging van open keuken-/badgeiser in woningen met mechanische ventilatie**

Beslisser Woningbouwcorporatie of verhuurder geiser (EBD)

N/B: bestaand, in principe alle soorten huurwoningen

Fie: Tapwater + ventilatie

I/C: Individueel

Bron: Ventilatielucht

WP: Elektrische wp-boiler

Ref: Gesloten geiser

10a. **Vervanging van *collectieve systemen* door {Gasmotor wp of Awp} en Ewp-boilers**

Beslisser Woningbouwcorporatie of energiebeheerder van collectieve installatie

N/B: Bestaande gestapelde bouw met ketelhuis

Fie: RV + Tapwater + ventilatie

I/C: RV collectief, Tapwater individueel

Bron: Grondwater/aquifer, oppervlaktewater voor RV; ventilatielucht voor Tapwater

WP: Centrale GWP of AWP voor RV; Elektrische wp-boilers voor tapwater

Ref: Collectief gasgestookt systeem (ketelhuis) voor alle functies

10b. **Vervanging van *collectieve tapwatersystemen* door *individuele* Ewp-boilers**

Beslisser Woningbouwcorporatie of energiebeheerder van collectieve installatie

N/B: Bestaande bouw

Fie: Tapwater + ventilatie

I/C: Individueel

Bron: Ventilatielucht

WP: Elektrische wp-boiler

Ref: Collectieve elektrische boiler met mechanische ventilatie

(NB: RV uit ketelhuis, maar alleen tapwater wordt aangepakt)

D. GASLOZE GEBIEDEN

11. **Woningen in gasloze gebieden**

Beslisser Koper

N/B: Vooral nieuwbouw (ook bestaande bouw), vrijstaande koopwoningen

Fie: Ruimteverwarming en Tapwater, bij nieuwbouw topkoeling

I/C: Individueel

Bron: Grondwater, bodem of oppervlaktewater (?)

WP: Elektrische combi-wp

Ref: CV-ketel op propaan/LPG/huisbrandolie

Opmerking:

Het gaat hier om “gedwongen” gasloze gebieden, dus om locaties, waar het aanleggen van een gasnet economisch niet haalbaar is, bijvoorbeeld door een zeer lage bebouwingsdichtheid of door bodemkundige omstandigheden (veel doorsnijdingen met sloten, onstabiele bodem).

In figuur 1 zijn deze PMC's in één overzicht samengebracht.

In de tweede kolom staat per PMC aangegeven in welke fase deze zich bevindt. Hierbij is aangehaakt bij de fasen die corresponderen met de drie taakgroepen in het convenant:

1. *Te ontwikkelen PMC's:* PMC's die door hun potentieel een uitdaging vormen en die (zeer) aantrekkelijk kunnen worden nadat er een gepaste inspanning aan component- en/of systeemontwikkeling heeft plaatsgevonden. Deze fase omvat de veldtest aan het eind van het ontwikkelingstraject. De veldtest bewijst vooral de *technische betrouwbaarheid en de energiebesparing* van een warmtepompsysteem. Omdat er technisch risico bestaat worden veldtesten in het algemeen niet met uitbundige publiciteit omgeven.
2. *Te demonstreren PMC's:* PMC's die nu nog niet rijp zijn voor implementatie, maar waarvan de veldtesten achter de rug zijn en waarvan die veldtesten hebben uitgewezen dat zij aantrekkelijk zijn. Demonstratieprojecten dienen om nieuwe technische systemen voor de markt in het voetlicht te plaatsen. Mislukken is absoluut taboe. Een demonstratieproject bewijst in bredere zin de aantrekkelijkheid van systemen, namelijk technisch, energetisch en economisch, waarbij er nog sprake mag zijn van een gesubsidieerde onrendabele top.
3. *Te implementeren PMC's:* PMC's die reeds nu aantrekkelijk zijn. Dat zijn PMC's die reeds nu gedemonstreerd zijn, waarvan de implementatie voortgezet kan worden.

In Bijlage I zijn per PMC de belangrijkste eigenschappen van de betreffende markten beschreven.

[illegible]

Figuur 1 Overzicht PMC's (107.xls).

De belangrijkste motiveringen en kanttekeningen bij deze voorlopige selectie zijn:

1. De selectie die uiteindelijk uit deze studie voort zal komen, kan natuurlijk nooit volledig de toekomst van de warmtepomp in Nederland bepalen. Die hangt in hoge mate af van toekomstige ontwikkelingen op het gebied van marketing, techniek en overheidsbeleid met betrekking tot energie en milieu. De warmtepomp kent vele uitvoeringsvormen, kan verschillende functies vervullen en is complexer dan een verbrandingsketel. Om in die overdaad aan opties enige orde te scheppen en het convenant-traject effectief te kunnen beginnen, kunnen we er niet aan ontkomen om een beperkt aantal PMC's te selecteren waarop de aandacht in het begin wordt geconcentreerd. Na de eerste grove selectie zullen de geselecteerde PMC's worden getoetst aan de volgende criteria:

- Concurrentiekracht hebben ten opzichte van niet-wp-opties en ten opzichte van niet duurzame alternatieven.
- Het stadium van *proven technology* bereikt hebben of daar heel dicht bij zijn, zodat binnen afzienbare tijd demonstratieprojecten (i.e. binnen de convenantsperiode) begonnen kunnen worden.
- Een substantiële bijdrage kunnen leveren aan de EZ-doelstelling,
- Met weinig verandering overgedragen kunnen worden naar andere markten,
- Samen een groot deel van de totale markt kunnen afdekken,
- Spreiding in toegepaste deeltechnologieën vertonen.

Op deze criteria zullen de PMC's bij de nadere analyse verder worden onderzocht. Bovendien zal dan getoetst worden in welke mate zij aan de vraagzijdige trends (zie hoofdstuk 2) tegemoet komen.

2. De koopsector is de beste sector om met wp-implementatie te beginnen. Doordat er meer koopkracht is en de woningprijzen hoger liggen, werkt de prijsbarrière van de warmtepomp daar relatief minder sterk remmend. De argumenten hiervoor in [1] zijn nog steeds valide.

3. Collectieve systemen zijn in het algemeen niet beschouwd. Belangrijkste argument daarvoor is gelegen in de hoge distributieverliezen, met name indien ook tapwater moet worden bereid. Door de EPN neemt de warmtevraagdichtheid in woongebieden af. Daardoor worden de distributieverliezen relatief nog groter. Daarnaast is de noodzaak van een warmtekostenverdeelsysteem een nadeel. Vooralsnog achten wij collectieve tapwatersystemen onwenselijk omdat daarmee nog geen absoluut Legionella-vrije systemen te realiseren zijn. De volgende collectieve systemen zijn wel meegenomen:

- Zogenaamde *klein-collectieve* systemen voor ruimteverwarming. Hier betreft het een appartementengebouw of een rijtje woningen. De distributieleidingen liggen in het bouwwerk, waardoor de verliezen voor een groot deel bijdragen aan de warmtevraag (PMC 2 en 4).
- Collectieve tapwaterbereiding. Dit is een nog te ontwikkelen PMC, waarvan behoefte is in bestaande gebouwen met *kleine* appartementen waar in de bestaande situatie warm water wordt bereid met een keuken- of badgeiser en waar dus geen ruimte is voor een wp-boiler met bijbehorend voor-

- raadvat. Gedacht wordt aan een collectief systeem voor *boven elkaar liggende* appartementen. Daardoor kan gebruik worden gemaakt van de gezamenlijke ventilatielucht en kan worden volstaan met korte vrijwel uitsluitend verticale warmwaterleidingen
- Collectieve bronsystemen, met name bij grondwater. De kosten van een aanvoer- en retourput worden per woning sterk gereduceerd indien zij voor grotere capaciteiten kunnen worden aangelegd. Omdat de bronwarmte bij lage temperatuur wordt gedistribueerd is het warmteverlies gering (kan zelf negatief zijn!), zodat ongeïsoleerde buizen gebruikt kunnen worden. De kosten kunnen mede daardoor ook zonder bezwaar hoofdelijk worden omgeslagen: bemetering is niet nodig.
4. Voor *individuele* tapwatervoorziening zien wij *op korte termijn* slechts twee warmtepomp-opties:
- een warmtepomp die zowel de ruimteverwarming als de tapwaterverwarming levert (combi-warmtepomp) en waarbij dan de warmte uit de ventilatielucht vaak zal worden teruggewonnen via gebalanceerde ventilatie met WTW
 - indien er geen wp-combi wordt toegepast wordt *individuele* warmtapwatervoorziening altijd gerealiseerd met een warmtepompboiler die ventilatielucht als warmtebron gebruikt.
5. We beschouwen alleen *topkoeling*. Dat is koeling die zonder noemenswaardig *extra* energiegebruik verkregen wordt door *direct* gebruik te maken van de in de winter afgekoelde warmtebron (bodem of aquifer). In deze zin wordt topkoeling ook vaak aangeduid met *vrije koeling*. Verdergaande koeling, ofwel complete airconditioning, vraagt ook om ontvochtiging van de lucht, en die kan uitsluitend gerealiseerd worden wanneer de warmtepompcompressor ook in de zomer zou mogen draaien. We gaan ervan uit dat in het kleine marktsegment van woningen met volledige airconditioning de strenger wordende EPN-eisen min of meer vanzelf leiden tot het omkeerbaar maken van de airconditioning (conform de ontwikkelingen in Japan en USA).
- Samenvattend:
- *topkoeling* biedt je aan als *nevenfunctie* van een wp die (vrijwel) geen extra energie kost (voordeel: wp-systeem mag meer kosten),
 - in het (kleine) marktsegment waar de consument volledige AC *eist* moeten we ervoor zorgen dat die AC dan meteen voor warmte zorgt (winst: in ieder geval E-besparing bij verwarming en geen kosten-barrière voor WP voor verwarming, want hij staat er immers reeds)
6. De warmtebronnen zijn gegeven als serieuze suggestie. Een aantal PMC's zou even goed met een andere bron uitgevoerd kunnen worden. De relatieve positie van de PMC's wordt er ons inziens niet wezenlijk anders door. De verschillende soorten bronnen zijn nog volop in ontwikkeling en bevinden zich in verschillende ontwikkelingsfasen. Daardoor zijn ze nog moeilijk onderling vergelijkbaar. Dit blijkt ook uit de belangrijkste eigenschappen die we hier voor een aantal bronnen op een rijtje zetten:

= Buitenlucht:

- + overal aanwezig
- + geen milieu effect
- + goedkoop
- + techniek redelijk uitontwikkeld
- geen opslag-effect (dus geen “gratis” koeling in de zomer)
- in winter relatief lage temperatuur

= Bodem

- + topkoeling in zomer mogelijk via koudeopslag
- + nieuwe trend: vermijd mediumtemperaturen $< 0^{\circ}\text{C}$ en gebruik schoon water
- bij huidige ontwerppraktijk lage brontemperaturen, leidt via benodigd antivries tot milieu-aandachtspunt en tot lage brontemperaturen (niet wezenlijk beter dan bij lucht)
- relatief hoge investeringen

= Grondwater

- +/- moet teruggevoerd worden, daarmee ook opslag-effect
- + zeer aantrekkelijk als *collectieve* bron voor *individuele* warmtepompen
- directe interactie met grond (= drink)water; maatregelen tegen verontreiniging urgent

Wij gaan er vanuit dat de bronkeuze valt onder de *project-afhankelijke systeemoptimalisatie binnen de gegeven PMC*. Te allen tijde geldt dat men alert moet zijn ten aanzien van de aanwezigheid van bijzondere warmtebronnen, zoals bijvoorbeeld de beschikbaarheid van industriële restwarmte.

7. Ook ten aanzien van afgiftesystemen hebben wij geen expliciete keuzen gemaakt. Wij gaan bij alle ruimteverwarmingsopties in de nieuwbouw uit van de aanwezigheid van een lagetemperatuurverwarmingssysteem. Bij de korte termijn PMC's zal dat veelal vloerverwarming zijn.
8. Men ziet vaak dat de consumenten aan innovatieve systemen (in dit geval warmtepompen) onbewust hogere eisen stellen dan aan de conventionele technologie. Hiermee moet bij de afwegingen in deze studie, maar ook bij warmtepomppromotie, terdege rekening worden gehouden. Wanneer een warmtepompsysteem inderdaad hoogwaardiger is dan een conventioneel systeem, kan dat breed worden uitgemeten. Voorbeelden:
 - Topkoeling door regeneratie van bodem levert een extra functie met een nauwelijks of gering extra energiegebruik en tegen nauwelijks extra kosten.
 - In nieuwbouw is vloerverwarming, mits in een vroeg stadium geprojecteerd, nauwelijks duurder dan een conventioneel distributiesysteem, maar het heeft verkoopbare voordelen in termen van comfort, ruimtebeslag en onderhoud.

Nadeelen!!

4. Gedetailleerde beschouwing PMC's

Na deze eerste ronde zijn de PMC's nader aan de tand gevoeld met behulp van een concurrentiekracht analyse volgens Porter. In Bijlage II wordt deze in detail uitgelegd. Het komt erop neer dat de concurrentiekracht van de verschillende product-marktcombinaties op een viertal criteria wordt ingeschat:

1. Relatieve prijs
2. Relatieve waarde
3. Koopmotief
4. Overstapkosten

De score verloopt van 1 tot 5 volgens de volgende waardering:

Voordeel/nadeel	Concurrentievoordeel			Concurrentienadeel	
Omschrijving	Groot	Aanwijsbaar	Gering	Niet Onoverkomelijk	Niet Acceptabel
Score	5	4	3	2	1

De interpretatie van de totale/gemiddelde scores is dan als volgt:

Concurrentiefactor schaalindeling	
< 3	niet concurrerend; geen marktperspectief
3-3,5	matig concurrerend; beperkte niche-markt
3,5-4	redelijk concurrerend en perspectiefrijk
> 4	uitstekende marktkansen

In figuur 2 zijn de resultaten weergegeven.

Onder U staan de scores die als Uitgangssituatie worden beschouwd, de P-scores geven het ingeschatte Potentieel aan. In principe is de P-score altijd hoger dan de U-score; het verschil tussen de twee is een maat voor de inspanning die nodig is om de P-score te bereiken.

Opgemerkt dient te worden, dat de scores de relatieve positie aangeven ten opzichte van het referentiesysteem dat in hoofdstuk 3.1 per PMC werd gedefinieerd (onderste regel).

TNO en Kema hebben op basis van vooral technische overwegingen scores toegekend per PMC, zowel voor de Uitgangssituatie als voor het Potentieel. TNO kende alleen U-scores toe aan PMC's die nu grootschalig te implementeren zijn. BMT volgde de "verticale methode". Daarbij werd voor PMC 1 uitgegaan van de score die de deelnemers van de workshop van 28 september 1999 toegekend hebben. Vervolgens werden de totale P-scores voor de overige PMC's daaruit afgeleid door telkens twee-aan-twee te beargumenteren of het verschil in perspectief positief, dan wel negatief was. Uiteindelijk zijn de gemiddelde scores van TNO, Kema en BMT bepaald. Zij zijn weergegeven in figuur 2.

(108ttf.xls) Scores U's en P's

Nr		Prijs U	P	Waarde U	P	Koopm. U	P	Overst. U	P	Gem. U	P	Pgem
A. Nieuwbouw												
1	BMT	2	3	3	4,1	2,7	4,2	2	3,1	2,4	3,6	3,7
	TNO		2,75		4,5		4,7		3,3		3,8	
	KEMA	2,25	3	4,2	4,7	4	4,3	2	3	3,1	3,8	
2	BMT										3,8	3,7
	TNO		2,75		4,25		4,3		3		3,6	
	KEMA	2,75	3	4,5	4,7	4,33	4,3	2,33	2,7	3,5	3,7	
3a	BMT										3,6	3,6
	TNO		3		4,5		3,7		3		3,6	
	KEMA	2,25	3,2	4,25	4,7	4	4	2	2,3	3,1	3,6	
3b	BMT										3,3	3,3
	TNO		2,75		4,25		3,3		2,7		3,3	
	KEMA	2	3,25	3,6	4,2	3,66	4	2	2,3	2,8	3,4	
4	BMT										3,4	3,6
	TNO		2,75		4,5		4		3,3		3,6	
	KEMA	2,25	3	4,5	4,75	4	4,3	2,33	3,3	3,3	3,8	
B. Bestaande Bouw/renovatie												
5	BMT										3,2	3,3
	TNO	2,25	2,75	3	3,25	3,66	4,3	2,66	3,3	2,9	3,4	
	KEMA	2	2,2	3	3,2	4	4	1,33	3,3	2,6	3,2	
6	BMT										3,5	3,7
	TNO		2,75		4,5		4,7		2,7		3,7	
	KEMA	2,25	3,25	4,2	4,75	4	4,3	2,33	3	3,2	3,8	
C. Bestaande Bouw/vervanging												
7	BMT										3,3	3,3
	TNO		2,75		3,25		4,3		3,3		3,4	
	KEMA	1,75	2,2	3	3,2	4	4	1,25	3	2,5	3,1	
8a	BMT										3,6	3,5
	TNO	2,25	3	3	3,75	3,33	4,3	2,66	3,3	2,8	3,6	
	KEMA	2,75	3,2	3,8	3,7	4,33	4,33	2,4	2,4	3,3	3,4	
8b	BMT										3,7	3,8
	TNO		3,25		4		4,3		3,3		3,7	
	KEMA	3,25	4	4,5	4,5	4,5	4,5	3	3	3,8	4,0	
9	BMT										3,2	3,6
	TNO	2	2,75	3	3,75	3,66	4,3	2,33	4	2,7	3,7	
	KEMA	3,5	3,5	4	4,25	4	4	3,33	3,3	3,7	3,8	
10a	BMT										3,4	3,3
	TNO	2,25	2,5	3	3,5	3	4,25	1,33	2,33	2,4	3,1	
	KEMA	2,75	3	3,5	4	4	4,3	2	2,7	3,1	3,5	
10b	BMT										3,4	3,6
	TNO		3		3,75		4,3		3,3		3,6	
	KEMA	2,5	3,25	4,5	4,5	4,25	4,3	2,5	3	3,4	3,8	
D. "Gasloze" gebieden												
11	BMT										3,8	3,8
	TNO	2,5	3,5	3	3,5	3	4	2,33	4	2,7	3,8	
	KEMA	3,25	3,5	4,8	4,8	4,33	4,3	3	3,3	3,8	4,0	

Figuur 2 Overzicht U en P-scores.

Vervolgens zijn de P-scores vertaald naar afzetaantallen, hetgeen is geïllustreerd in figuur 3. Per PMC is in figuur 3 aangegeven:

1. Aantallen woningen per jaar

Deze zijn ontleend aan de marktbeschrijving in Bijlage I (peiljaar 1998).

2. Penetratiegraad Duurzame Energie

Dit is het aandeel dat de auteurs per PMC inschatten voor alle duurzame conversie opties in woningen tezamen (warmtepompen, zonneboilers). Zon-PV is dus in dit kader niet meegenomen (het valt onder elektriciteitsopwekking en dekt geen warmte- of koudevraag).

3. Waarvan Warmtepompen

Dit is het door de auteurs ingeschatte aandeel van warmtepompen binnen segment Duurzame Energie in woningen.

4. P-score gemiddeld

Dit is de P-score zoals aangegeven in figuur 2.

5. Penetratiegraad warmtepompen

Het product van 2. en 3.

6. WP/markt per jaar

Het product van 1. en 5.

7. Categorie

Zoals gedefinieerd aan het eind van 3.1. geeft de fase aan waarin de PMC zich volgens ons bevindt (1 = te ontwikkelen; 2 = te demonstreren; 3 = grootschalig te implementeren).

Overzicht PMC's (08/12/99)

PMC	Omschrijving	Aantal won/jr	Penetratiegraad DE	Waarvan WP	P-score gemiddeld	Penetratiegraad WP	WP-markt/jr	Categorie	Assymptotisch jaar	Cumulatief t/m 2020	Aardgasbesparing [m3/(woning.jr)]	PJ 2020
1	Nieuw/koop/duur 2-o-1/mtk	25.000	0,50	0,50	3,7	0,250	6.250	1	2010	78.125	600	1,64
2	nieuw/luxe appartementen	9.000	0,50	0,60	3,7	0,300	2.700	1	2010	33.750	400	0,47
3	Rijtje/nieuwbouw/koop	25.000	0,50	0,40	3,6	0,200	5.000	1	2010	62.500	400	0,88
3a	Rijtje/nieuw/koop/water-w.											
3b	Rijtje/nieuw/koop/lucht-l.											
4	Rijtje/nieuw/huur/kl. coll.	10.000	0,25	0,50	3,6	0,125	1.250	1	2010	15.625	400	0,22
5	Renovatie/rij/huur/wbc	25.000	0,15	0,50	3,3	0,075	1.875	1	2010	23.438	500	0,41
6	Ingrijpende verbouw/koop	50.000	0,30	0,50	3,7	0,150	7.500	1	2010	93.750	500	1,64
7	Vervangingsmarkt CV-ketel	180.000	0,15	0,50	3,3	0,075	13.500	1	2010	168.750	300	1,78
8	Verv.markt el.boiler (met mech.vent)											
8a	individueel	12.000	0,25	0,80	3,5	0,200	2.400	3	2005	42.000	200	0,29
8b	collectief	8.000	0,25	0,80	3,8	0,200	1.600	1	2010	20.000	200	0,14
9	Verv.markt geiser (met mech.vent)	25.000	0,10	0,50	3,6	0,050	1.250	3	2005	21.875	200	0,15
10	Verv. markt Coll. syst. (met m. vent)											
10a	AWP of GWP + Ewp-boilers	3.000	0,10	0,80	3,3	0,080	240	1	2010	3.000	400	0,04
10b	Ewp-boilers	3.000	0,20	0,80	3,6	0,160	480	3	2005	8.400	200	0,06
11	Gasl. gebieden/best./ztk	6.000	0,50	0,80	3,8	0,400	2.400	3	2005	42.000	400	0,59
108ttg.xls		381.000					46.445			613.213		8,33

1 Te ontwikkelen

2 Demonstreerbaar

3 Geschikt voor grootschalige implementatie

Cumulatief t/m 2020 berekend door vanaf assymptotisch jaar

"WP-markt/jr" te implementeren en de vijf jaar daaraan voorafgaand lineair te groeien vanaf nul tot dat niveau.

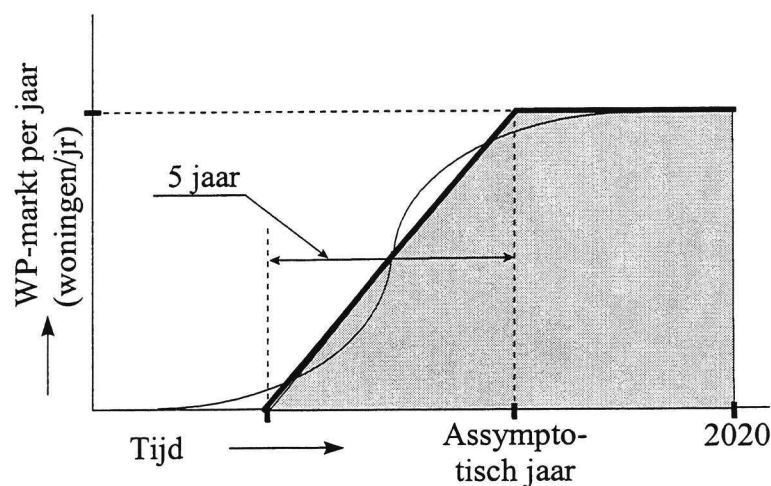
Figuur 3 Eindscores.

8. Assymptotisch jaar

Jaar waarin de aangegeven penetratiegraden worden bereikt en waarvoor de P-score geldt. Is generaliserend voor categorieën 1, 2 en 3 gesteld op respectievelijk 2010, 2007 en 2005.

9. Cumulatief t/m 2020

Aantal woningen dat met betreffende warmtepomp zal worden uitgerust. Wordt berekend volgens de in figuur 4 aangegeven methode: Hierbij wordt de gebruikelijke S-curve benaderd door een rechte die in een periode van 5 jaar loopt van 0 tot de opgegeven WP-markt per jaar. Vanaf het assymptotisch jaar tot 2020 is de afzet per jaar constant.



Figuur 4 Relatie tussen cumulatief aantal warmtepompen in 2020 en assymptotisch jaar.

10. Aardgasbesparing

Geschatte energiebesparing per woning in m³ aardgasequivalenten.

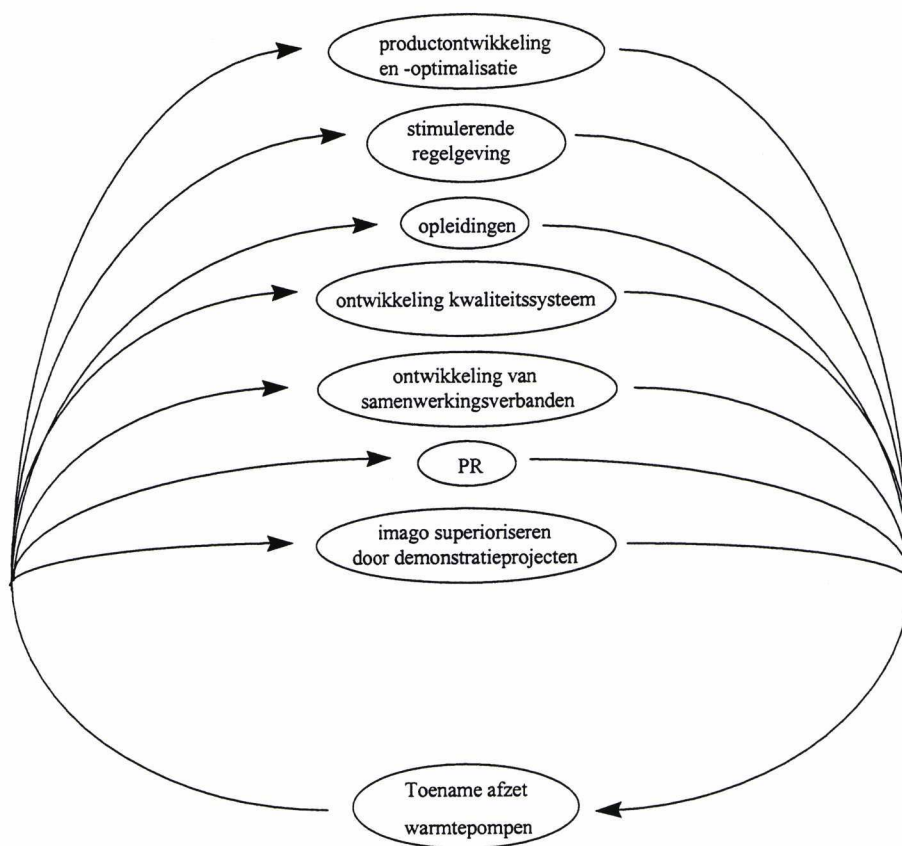
11. PJ 2020

Geschatte energiebesparing in PJ over alle woningen. Kan worden gerelateerd aan de EZ doelstelling met betrekking tot Duurzame Energie, immers de energiebesparing die met warmtepompen wordt bereikt is gelijk aan de hoeveelheid omgevingswarmte die met warmtepompen wordt ontsloten.

4.1 Kanttekeningen en verantwoording

- Deze analyse is gebaseerd op een groot aantal aannamen, met betrekking tot zowel de gebruikte methode als de invoergegevens. Deze zijn zoveel mogelijk verantwoord. Uiteraard zullen andere aannamen leiden tot andere uitkomsten. Door de open structuur van dit rapport kunnen lezers daar eventueel zelf mee experimenteren.

2. Als alles volgens deze raming verloopt zal *met de in dit onderzoek beschouwde PMC's* ongeveer de helft van de overheidsdoelstelling in PJ 2020 worden gerealiseerd.
3. Bij het opstellen van de P-scores is er een methodisch probleem. Welk toekomstige gebeurtenissen (beleid, technische ontwikkelingen, etc.) moeten wel of niet worden meegenomen in het oordeel. Bij de P-score voor *Relatieve prijs* is bijvoorbeeld *nooit* een oordeel lager dan “niet onoverkomelijk” ingevuld. Wij zijn er inderdaad uitgegaan van een toekomstig minimum-pakket aan stimuleringsmaatregelen dat, samen met andere effecten (bijvoorbeeld een prijsdaling door grotere afzet of een hogere geaccepteerde prijs door extra functies), ertoe leidt dat de relatieve prijs beter wordt. Dit kringloop-karakter van het implementatieproces van warmtepompen is in figuur 5 weergegeven.



Figuur 5 Kip-en-ei-probleem.

Bij de perspectiefbepaling van de PMC's is er vanuit gegaan dat op géén van de in de figuur aangegeven aspecten wezenlijke leemtes zullen blijven bestaan. Dat impliceert dus, dat de in dit rapport geschetste perspectieven alleen gelden, indien gedurende de komende jaren de volgende onderwerpen voldoende aandacht krijgen:

1. Productontwikkeling & -optimalisatie.
2. Stimulerende regelgeving.

3. Opleidingen.
4. Ontwikkelingen van een kwaliteitssysteem.
5. Ontwikkeling van samenwerkingsverbanden, ondermeer om te bewerken dat voor een complex warmtepompsysteem, aan de totstandkoming waarvan meerdere partijen hebben bijgedragen, toch slechts één aanspreekpunt is voor zaken als prijs, kwaliteit en garantie.
6. Creëren van een superieur imago voor warmtepompsystemen en PR.

4.2 Belangrijkste sterke (+) en zwakke kanten (-) per PMC

1. *Vrijstaande nieuwbouwwoning in duurdere segment*
 - + Goede koopkracht
 - + Bereidheid om voor comfort te betalen
 - + Maximale vrijheidsgraden (nieuwbouw)
2. *Luxe appartementen*
 - + Goede koopkracht
 - + Bereidheid om voor comfort te betalen
 - + Maximale vrijheidsgraden (nieuwbouw)
3. *“Gewone” rijtjes-nieuwbouwwoningen (VINEX)*
 - + Goede koopkracht
 - + Bereidheid om voor comfort te betalen
 - + Maximale vrijheidsgraden (nieuwbouw)
 - + Collectieve warmtebron (grondwater)
4. *“Klein Collectief” Rijtjes van circa 8 nieuwbouwhuurwoningen (VINEX)*
 - + In huursector goed aanknopingspunt omdat één partij (WBC) de beslissing neemt
 - + Maximale vrijheidsgraden (nieuwbouw)
 - + Kostenvoordeel door grotere capaciteit
 - Kostennadeel door warmtemeting
 - Rendementsnadeel door hogere aanvoertemperaturen
5. *Renovatie bestaande rijtjeswoningen*
 - + Groot aantal vrijheidsgraden door renovatie
 - + Warmtevraagverlaging mogelijk (->LTS)
 - + Met (D)AWP kan kleine dakcollector volstaan
 - Beperkte mogelijkheden WBC
6. *Ingrijpende verbouwing koopwoningen*

Vrijwel zelfde argumenten als onder 1.

7. *Vervangingsmarkt gas (CV-ketels)*

Vrijwel zelfde argumenten als onder 5.

8a. *Warmtepompboiler als vervanging van elektrische boiler in woningen met mechanische ventilatie*

- + Grote E-besparing t.o.v. elektrische boiler
- + Houdt ventilatie op peil (onderhoudsvoordeel voor WBC)
- + Bewezen techniek
- COP gevoelig voor tappatroon

8b. *Klein-collectieve warmtepompboiler als vervanging van individuele elektrische boiler dan wel geiser in gestapelde appartementen met collectieve ventilatie*

- + Grote E-besparing t.o.v. elektrische boiler
- + Houdt ventilatie op peil (onderhoudsvoordeel voor WBC)
- + Bewezen techniek
- + Ruimtebesparing bij kleine appartementen
- COP gevoelig voor tappatroon

9. *Warmtepompboiler als vervanging van open keuken-/badgeiser in woningen met mechanische ventilatie*

Vrijwel zelfde argumenten als onder 8.

10a. *Vervanging van collectieve systemen door {Gasmotor wp of Awp} en Ewp-boilers*

- + Hogetemperatuursystemen
- + Kostenvoordeel door collectiviteit

10b. *Vervanging van collectieve tapwatersystemen door individuele Ewp-boilers*

- + vermijden distributieverliezen
- + Goede E-besparing t.o.v. elektrische boiler
- Ruimtebeslag
- E-gebruik gevoelig voor tappatroon

11. *Woningen in gasloze gebieden*

- + Alle alternatieven zijn duur

gelet op
voor
referentie

naar
dan

?

voor de
landst.
Bewerken
omgeving met
inhalatie

5. Economische aspecten

De ontwikkelingen in de verschillende soorten kosten *en de dekking ervan* zijn van grote invloed op de omvang van de uiteindelijke implementatie van warmtepompen in Nederland. Dat wordt in dit hoofdstuk onderzocht.

5.1 Systeemkosten

Er is geprobeerd een beeld te krijgen van totale systeemkosten voor warmtepompen in woningen. Voor het begrip “systeem” is de definitie van de warmtepompcompetitie gehanteerd, namelijk de totale installatie voor verwarming, warm tapwater, ventilatie en eventueel (top)koeling, uitgaande van een “kale” woning. In de huidige markt worden systeemprijzen aangetroffen die variëren van f16.000,- tot f 30.000,-. Dit betreft meestal projecten met enige tientallen woningen. Deze spreiding is enorm. Het prijspeil dat in 1997 bij de wp-competitie werd gesignaleerd is eerder gestegen dan gedaald. De volgende verklaringen en kanttekeningen zijn erbij te maken:

1. Er zit een spreiding in de grootte van de woningen: van rijtjeswoningen tot twee-onder-een-kap.
2. Naarmate de calculaties beter gespecificeerd zijn, vallen zij ook hoger uit. De genoemde ondergrens schuift dan naar boven tot f 24.000,-. Wellicht dus dat de lagere ramingen niet echt *all-in* zijn. Het kan ook zijn dat in de opgegeven prijzen risico's zijn verdisconteerd die samenhangen met de nog relatieve onbekendheid van de techniek.
3. Ons inziens zou de dure degelijkheid van sommige systemen ter discussie gesteld kunnen worden. Vaak voldoen die systemen aan hogere eisen dan het referentie HR-combi-systeem (bijvoorbeeld stooklijnregeling met naregeling per vertrek), of bevatten zij elementen waarvan het nut niet zonder meer duidelijk is (bijvoorbeeld een buffervat bij een vloerverwarmingssysteem).
4. Anderzijds is de relatie tussen systeemkwaliteit (betrouwbaarheid) en systeemprijs nog niet helder. Hoewel er reeds heel wat warmtepompen in woningen zijn geïnstalleerd (per einde 1998 3700 warmtepompboilers en 800 “echte” warmtepompen), is er nog maar weinig openbare kennis beschikbaar met betrekking tot kosten en prestaties van die systemen.

5.2 Prijsdaling als functie van afzetvergroting

Warmtepompen

Leverancier	a	b	c	d	e	f
WP	%	%	%	%	%	%
1	100	100	100	100	100	100
10			84		100	
25			82		100	
50			80		100	
100			79		100	
200			78		95	
250						
500			77			95
1000	50					
2500	50			100	80	
5000	50			91		
10000	50			84		
15000	50			79		92
25000	50	70		73		92

114.xls

Warmtepompboilers

Leverancier	a	b	c	d	e	f
Wpboiler	%	%	%	%	%	%
1		100	100	100		100
10			98			100
25			96			100
50			94			100
100			93			100
200			92			100
250						100
500			91			100
1000				100		100
2500				95		
5000				93		
10000				82		92
15000				77		
25000		70		68		90

Figuur 6 Kosten warmtepompen afhankelijk van aantallen.

Aan een aantal leveranciers is gevraagd in welke mate de prijzen van warmtepompen (dus alleen het apparaat) zouden dalen bij afzetvergroting. Het is duidelijk dat er twee interpretaties een rol hebben gespeeld: Kwantumkorting bij projecten met grotere aantallen (tot 500 stuks *per project*) en lagere fabricage kosten bij grotere aantallen per jaar (1000-25.000 stuks *per jaar*). Ons inziens moeten de kosten van de warmtepomp-sec wanneer deze echt doorbreekt op de woningmarkt nog veel lager kunnen zijn. Zo berekende TNO een kostprijs af fabriek van f 2950,- (excl. BTW) voor een elektrische w/w warmtepomp van 5 kW bij een productielijn van 10.000 per jaar. [2]

5.3 Dekking van de kosten

In Figuur 7 is aangegeven hoe de dekking zou kunnen zijn van de totale systeemkosten. *Het gaat hier meer om de methode dan om het resultaat*, omdat dat laatste in hoge mate afhankelijk is van, onder andere in het kader van het Convenant Warmtepompen in Woningen, te ontwikkelen maatregelen.

Voor alle kosten is een range tussen “hoog” en “laag” aangehouden, waarbij de berekeningen alleen aan de hoge en lage kant zijn uitgevoerd (dus “hoog”-variant kosten zijn niet gecombineerd met “laag”-variant dekkingen en omgekeerd).

Allereerst zijn er kostenreducties mogelijk. Wij noemen hier het vermijden van een gasnet bij de *all-electric* optie en de besparing die sinds kort mogelijk is doordat de *component* warmtepomp als roerend goed mag worden beschouwd. Daarmee valt hij voor bedrijven in de EIA en VAMIL-regeling. Dat kan tot aanzienlijke kostenvoordelen voor de warmtepomp opleveren (info PDE).

Overzicht kosten wp-systemen

116.xls

Overall systeemkosten	Bruto:	LAAG	HOOG
		16.000	28.000
Kostenreducties:	LAAG	HOOG	
Vermijden gasnet	1.500	1.500	
Leasen wp	1.500	3.000	
Totaal	3.000	4.500	
		-3.000	-4.500
	Netto:	13.000	23.500
Kosten referentiesysteem (Rv+Tapw.+Vert)	6.000	9.000	
	Meerkosten:	7.000	14.500
Extra waarden systeem			
Kosten alternatieve maatregelen ikv EPN	2.000	4.000	
Topkoeling	5.000	8.000	
	7.000	12.000	
		-7.000	-12.000
Financieel tekort:		0	2.500

Figuur 7 Kosten, mogelijke dekking ervan en resulterend tekort.

Vervolgens volgen de meerinvesteringen van het systeem door de gevonden netto investeringskosten te verminderen met de kosten van een referentiesysteem. Tenslotte kunnen waarden worden toegekend aan de extra functies van het WP-systeem. Wij noemen hier als voorbeeld de (top)koelfunctie en de kosten die anders gemaakt zouden moeten worden om aan een bepaalde EPC-waarde te voldoen. Wij gaan ervan uit, dat de topkoelfunctie een waarde vertegenwoordigt van f 5.000 - tot f 8.000,-. In het gegeven voorbeeld ontstaat dan een tekort van f 0,- tot f 2.500,-. Dit tekort moet gecompenseerd worden door het energiekostenvoordeel en door bijvoorbeeld subsidies. Opgemerkt moet worden dat het energiekostenvoordeel tot op heden beperkt is en zelfs negatief kan zijn wanneer het installeren van een warmtepomp gepaard gaat met de overgang van relatief goedkoop aardgas naar relatief dure elektriciteit. Het is duidelijk dat hier maatregelen nodig zijn die gewenst gedrag van consumenten bevorderen, bijvoorbeeld het goedkoper maken van energie die op verantwoorde wijze (i.e. in warmtepompen) wordt gebruikt (vrijstelling van ecotax).

In het kader van het Convenant kan de systematiek van figuur 7 worden gebruikt om extra stimuleringsmaatregelen te definiëren.

6. Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

1. In deze studie is de concurrentiekracht van een aantal Product-Markt-Combinaties (PMC's) voor warmtepompsystemen *in algemene zin* onderzocht. Dit betekent dat de conclusies een algemeen karakter hebben en niet geldig behoeven te zijn onder meer specifieke omstandigheden. Met name bij warmtepompen geldt dat hun inpassing vraagt om een *systeembenadering*: Het potentieel van de warmtepomp wordt pas ten volle benut indien de afstemming met de andere componenten van het systeem en met de omgeving van het warmtepompsysteem optimaal is. Dat betekent dat men te allen tijde alert moet zijn op bijzondere omstandigheden. Indien bijvoorbeeld een permanente bronbemaling ter regulering van de grondwaterstand zich in de nabijheid van het project bevindt, zou men niet moeten vergeten te onderzoeken of daar een geschikte bron voor de warmtepomp in schuilt. Niche-markten van waaruit de warmtepomptechnologie zich kan uitbreiden naar andere markten ontstaan vaak vanuit dat soort bijzondere omstandigheden.
2. Met de in deze studie geselecteerde PMC's kan ongeveer de helft van de overheidsdoelstelling in termen van PJ duurzame energie in 2020 worden gerealiseerd. Het is dan wel nodig dat de nodige inspanningen worden geleverd op de volgende gebieden:
 - Productontwikkeling & -optimalisatie
 - Ontwikkeling en implementatie van een kwaliteitssysteem
 - Creëren van een superieur imago voor warmtepompsystemen door middel van demonstratieprojecten
 - Stimulerende regelgeving
 - Opleidingen
 - Ontwikkeling van samenwerkingsverbanden van leveranciers tot en met installateurs, ondermeer om te bewerken dat voor een complex warmtepompsysteem, aan de totstandkoming waarvan meerdere partijen hebben bijgedragen, toch slechts één aanspreekpunt is voor zaken als prijs, kwaliteit en garantie.
 - Marketingprogramma (incl. PR).
3. Voor warmtepompen worden *grootschalige* collectieve systemen (bedoeld wordt hier op de schaal van stadsverwarming) niet aangeraden. Belangrijkste argument daarvoor is gelegen in de hoge distributieverliezen, met name indien ook tapwater moet worden bereid. Door de EPN neemt de warmtevraagdichtheid in woongebieden af. Daardoor worden de relatieve distributie-verliezen nòg groter. Daarnaast is de noodzaak van een warmtekostenverdeelsysteem een nadeel. Ten gevolge van de distributieverliezen en de spreiding in temperatuur en hoeveelheid van de individuele warmtevragen liggen de centrale aanvoertemperaturen beduidend hoger dan bij individuele systemen: dat werkt

nadelig uit op de te bereiken COP-waarden.

De volgende, meer bijzondere, collectieve systemen zijn wel meegenomen:

- Zogenaamde *klein-collectieve* systemen voor ruimteverwarming. Hier betreft het een appartementengebouw of een rij woningen. Het belangrijkste kenmerk is dat de distributieleidingen *in* het bouwwerk liggen en dus grotendeels bijdragen aan de warmtevraag (PMC 2 en 4).
 - Collectieve tapwaterbereiding. Deze is niet meegenomen omdat hij bestaat, maar omdat hij nodig is. Aan deze nog te ontwikkelen PMC is behoefte in bestaande gebouwen met *kleine* appartementen waar geen ruimte is voor een wp-boiler met bijbehorend voorraadvat (PMC 8b). Gedacht wordt aan een collectief systeem voor enkele *boven elkaar liggende* appartementen. Daardoor kan eenvoudig gebruik worden gemaakt van de verzamelde ventilatielucht en kan worden volstaan met korte vrijwel uitsluitend verticale warmwaterleidingen
 - Collectieve *warmtebronsystemen*, bijvoorbeeld bij grondwater. De kosten van een aanvoer- en retourput worden per woning sterk gereduceerd indien zij voor grotere capaciteiten kunnen worden aangelegd. Omdat de bronwarmte bij lage temperatuur wordt gedistribueerd is het warmteverlies gering (het kan zelf warmtewinst zijn), zodat ongeïsoleerde buizen gebruikt kunnen worden. De kosten kunnen mede daardoor ook zonder bezwaar hoofdelijk worden omgeslagen; bemetering is derhalve niet nodig. In principe kunnen alle PMC's voor individuele ruimteverwarming gecombineerd worden met een collectieve warmtebron. Een ander voordeel van collectieve bronnen is dat eventuele interacties met het milieu beter beheersbaar zijn.
4. De warmtepomp heeft in Nederland bijna nergens *economisch* gezien kans van slagen indien hij alleen wordt geëvalueerd op de functie van *ruimteverwarming* (dit geldt overigens ook voor andere duurzame opties zoals zonneboilers). Op die functie is de HR-ketel in het algemeen niet te verslaan (de enige uitzondering lijken daarbij de gasloze gebieden te zijn, PMC 11). De warmtepomp mag echter beduidend duurder zijn als hij ook koeling levert (gezichtspunt van de gebruiker), maar dan mag dat niet leiden tot extra E-gebruik (gezichtspunt van de overheid). Vandaar de uitvinding van het concept "topkoeling", waarbij regeneratie van een in de winter afgekoelde bodem, koeling in de zomer oplevert (buiten de warmtepomp om). De verwachting is dat het elektriciteitsgebruik van de circulatiepomp in de zomer meer dan gecompenseerd wordt door de stijgende COP in de winter. Deze toepassing vergt in principe geen functionele aanpassing aan de thans op de markt verkrijgbare warmtepompen.
 5. Als front runners gelden de warmtepompboilers (PMC's 8, 9 en 10), die nu al grootschalig geïmplementeerd kunnen worden, met name in de bestaande bouw ter vervanging van elektrische boilers en keuken- en badgeisers.
 6. De verdere introductie van warmtepompen zal, juist als bij andere innovatieve producten plaatsvinden via een beperkt aantal partijen die om allerlei redenen bereid zijn de in het begintraject hogere prijs te betalen. Voor warmtepompen

vinden we die vooral in de PMC's 1, 2 en 6. Alleen indien warmtepomptoe-passingen in die sectoren succesvol zijn, en indien tegelijkertijd drastische verbeteringen in de prijs/prestatie verhouding van complete systemen worden gerealiseerd, zal introductie van warmtepompen in Nederland kans van slagen hebben.

Het perspectief voor fabrikanten die in dit soort ontwikkelingen durven te investeren is dat zich een wereldmarkt voor hen opent: Systemen die dermate uitgekiend zijn dat ze in Nederland met de HR-ketel technologie kunnen concurreren zijn meer dan concurrerend op de meeste buitenlandse markten.

7. In de studie zijn geen PMC's gedefinieerd die in stadium 2 zitten (demonstreerbaar). Dit houdt verband met de aanwezigheid van topkoe-ling/vrije koeling, voor de toepassing waarvan nog een stuk ontwikkeling nodig is. (zie ook aanbeveling 1).

Indien mocht blijken dat in bepaalde gevallen vrije koeling niet persé nodig is om warmtepompsystemen aantrekkelijk te maken, dan zijn een aantal PMC's op dit moment ver genoeg ontwikkeld om gedemonstreerd te worden. *Zonder vrije koeling* zijn demonstratieprojecten mogelijk met de volgende PMC's: 1, 2, 3a, 4 en 6.

8. Uit de studie kwam het reeds lang bekende feit naar voren dat warmtepompen in nieuwbouw meer kans hebben dan in bestaande bouw. Dat heeft met name te maken met de hoge ontwerpaanvoer- en retourtemperaturen voor de aanwezige afgiftesystemen.

6.2 Aanbevelingen

1. Omdat de in dit rapport genoemde PMC's qua perspectief nogal zwaar leunen op het principe van *vrije* koeling, dient zo spoedig mogelijk te worden uitgezocht in welke mate en gedurende hoeveel uren per jaar regeneratie van de bodem inderdaad kan bijdragen aan comfortverhoging in de zomer.
2. Voor de introductie van warmtepompen in Nederland lijken twee lijnen bruikbaar:
 - Via de marktpartijen die de vraag naar een hoog comfort koppelen aan bovengemiddelde koopkracht (zie hierboven conclusie 5).
 - Via een tussenstap van klein-collectieve systemen (PMC 4). Bij collectieve systemen treedt een investeringskosten voordeel op omdat de (grote) warmtepomp per kW goedkoper is en omdat grote systemen altijd bivalent uitgevoerd kunnen worden. Ook het centrale onderhoud aan de installatie kan goedkoper zijn. Dit voordeel blijft bestaan, ook indien men de extra kosten voor het verwarmingskostenverdeelstelsel en de distributieleidingen meeneemt. Afhankelijk van de prijsontwikkeling (prijsdaling ten gevolge van massaproductie van *kleine* warmtepompen die door *grote* warmtepompen nooit geëvenaard kan worden) van individuele systemen worden die op een gegeven moment aantrekkelijker. Ook de hang bij de gemiddelde consument om een systeem voor zichzelf te willen hebben

draagt daaraan bij. Aan het eind van de levensduur van een klein-collectief systeem kan dan overgang op een individueel systeem overwogen worden. Klein-collectief is dan een tussenstadium zoals we dat ook bij gasketels hebben kunnen zien.

3. Tussen de implementatie van warmtepompen bij partijen die vooroplopen en de grootschalige implementatie van voor Nederland ontwikkelde kosteneffectieve warmtepompsystemen bevindt zich onvermijdelijk een periode van implementatie van goede systemen met een onrendabele top. Daar ligt ons inziens een rol van de overheid. Alleen via marktwerking zullen warmtepompen, evenals andere duurzame opties zoals bijvoorbeeld zonneboilers, nooit grootschalig worden toegepast. Marktwerking leidt vooral tot maximalisatie van de comfort/prijs verhouding. Dat is ons inziens niet equivalent met het bereiken van de doelstellingen met betrekking tot duurzame energie.
4. Los van het voorgaande is het noodzakelijk dat een overheidsinstrumentarium in brede zin wordt ontwikkeld om, op zijn minst tijdelijk, het klimaat te verbeteren voor degenen die investeren in duurzame technieken of die duurzame technieken exploiteren. Niet in de laatste plaats zou gedacht kunnen worden om in nieuwbouw de toepassing van LTV-systemen te bevorderen. Men bereikt daarmee dat al die nieuwbouwwoningen waarin *nu* nog geen warmtepompen worden toegepast, na het verstrijken van de levensduur van de warmteopwekker een geschikte vervangingsmarkt opleveren.
5. De onzekerheid van marktpartijen bij het bepalen van hun houding ten aanzien van warmtepompen wordt voor een belangrijk deel bepaald door onduidelijkheid over kosten, prestaties van en ervaringen met de verschillende systemen. De (positieve) claims met betrekking tot deze onderwerpen worden zelden hardgemaakt. Het is uitermate belangrijk dat met adequate rapportage en berichtgeving over demonstratieprojecten in deze leemte wordt voorzien. Ons inziens zouden demonstratieprojecten minimaal aan de volgende voorwaarden moeten voldoen:
 - Een degelijk voorbereidingstraject en realisatie van het project met een strategie die gericht is op het vermijden van voorkoombare problemen. Zorg daartoe voor een bouwteam met de nodige continuïteit in de deskundigheid met betrekking tot warmtepompen.
 - Het bijhouden van een dagboek in het bouwteam om naderhand in de berichtgeving de link te kunnen leggen tussen gevolgde werkwijze en resultaten.
 - Een adequate onafhankelijke monitoring, bijvoorbeeld volgens de bij Novem beschikbare Standaard Opzet Monitoring Warmtepompen (SOM-WP), van demonstratieprojecten op samenwerking van de realiserende partijen, gerealiseerde energiebesparing, inzet duurzame energie en bewonersbeleving, waarvan de resultaten ook in brede kring bekend gemaakt worden. Het is in het huidige stadium essentieel dat iedereen van iedereen leert.

7. Referenties

- [1] Oostwaard, A.J. van, e.a.
Marktperspectief voor elektrische warmtepompen in
Nieuwbouwwoningen Studie voor Novem, Sep, EnergieNed, NUON,
REMU, ENECO en ENW
BMT, december 1997.

- [2] Stoel, J.P. van der
Heat Pumps at any cost
TNO-MEP Rapport R97-084, Apeldoorn, maart 1997.

8. Verantwoording

Naam en adres van de opdrachtgever:

Novem (Ir. L. Wijshoff)

PDE (Ir. A.W.M. van Wunnik)

Namen en functies van de projectmedewerkers:

P.A. Oostendorp (TNO-MEP)

P.C.W. Juffermans (KEMA)

A.J. van Oostwaard (BMT)

Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed:

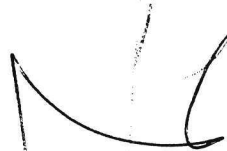
Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad:

Ondertekening:



P.A. Oostendorp
projectleider

Goedgekeurd door:



R.J.M. van Gerwen
afdelingshoofd

Bijlage 1 Ontwikkelingen op Nederlandse woningmarkt

Woningbestand

- woningvoorraad neemt toe (1.1 1998: 6,441 mln woningen; 90% van voor 1990)
- aandeel koop versus huur 1.1.1998: 50%:50% (37% sociaal; 13% particuliere huur)
- eengezinswoningen versus meergezinswoningen 1.1.1998: 71%:29%

Vraag / woonwensen

Kwalitatieve ontwikkelingen

- voorkeur koop: 75%, 11% huur, 14% acht beide opties mogelijk
- meer ruimte
- luxe
- meer variatie: differentiatie in woonwensen, fysieke en kwalitatieve ruimte
- informatietechnologie en woongemak
- individualisering: kleinere huishoudens, éénpersoonshuishoudens
- vergrijzing: grotere groep kapitaalkrachtige ouderen
- behoefte aan woon/werk/zorgconcepten
- meer welvaart: grotere bestedingsruimte

Koopwoningenmarkt

- grote vraag naar koopwoningen
- huizenkopers kijken niet op een duizendje
 - 7 op de 10 zoeken in prijsklasse v.a. 300.000
 - 2 op de 10 zoeken in prijsklasse v.a. 500.000
- op zoek naar luxere woningen (vrijstaand, 2-onder-1-kap, hoekwoningen), maar deze zijn schaars
- voorkeur grondgebonden met tuin 90%, gestapeld 10%
- traditionele architectuur prevaleert boven modern/experimenteel: respectievelijk 67%: 26%
- architectuur prevaleert boven energiezuinigheid (55%:45%): hoe duurder de woning, hoe belangrijker architectuur
- bereidheid te betalen voor energiezuinige woning
 - 78% bij “investering verdient zich terug”; gem. bedrag f 13.400,-
 - 35% bij “investering verdient zich niet terug”; gem. bedrag f 12.700,-
 - bereidheid groter naarmate hoger budget, naarmate sprake is van grondgebonden woningen)
- vraag van potentiële huizenkopers naar (bereidheid te verhuizen naar....)
 - bovenwoning: 3%
 - hoekwoning: 54%
 - appartement: 16%
 - drive-in woning: 13%
 - luxe-penthouse: 12%

- twee-onder-één kap: 63%
- rijtjeswoning: 54%
- vrijstaand: 43%
- vraag appartementen nog niet gestegen, vraag naar flats neemt af (dreigende leegstand)
- vraag rijtjeswoningen dreigt in toekomst af te nemen
- behoefte aan vrije kavels neemt toe

Huurwoningenmarkt

- marktverzadiging dreigt (aantal huurders dat wil kopen is drie keer zo groot als het aantal gevraagde huurwoningen)
- 35% geeft voorkeur aan bovenwoning, flat, of luxe appartement; 65% aan grondgebonden woning
- 44% van huurders wil huidige huurwoning kopen (als zelfde maandelijks lasten)
- 55-plussers vormen een groot en snel groeiend deel van potentiële huurders (bereid meer te betalen)
- huurders behoorlijk prijsbewust, vinden de huren snel te hoog
- bereidheid te betalen voor energiezuinige woning
 - 82% bij “investering verdient zich terug”; gem. bedrag f 112,- per maand
 - 18% bij “investering verdient zich niet terug”; gem. bedrag f 113,- per maand
 - bereid ongeveer even groot naarmate hoger budget, wel groter indien sprake is van grondgebonden woningen)
- “uiterlijk” prevaleert boven lage energierekening (59%:41%), energiezuinigheid belangrijker dan mooie architectuur (57%; 43%)

Aanbod

- aantal nieuwbouwwoningen 1998: ca. 90.000 woningen
- aandeel vrije sector woningen 1998 (> 300.000,-): 49% (20% boven f 400.000,-)
- aandeel koop: 78%; aandeel huur 22%
- prognose aantal nieuwbouwwoningen dalend 1999, 2000: ca. 80.000 woningen per jaar; 2000-2005: gem. ca. 60.000 woningen per jaar (85.000 - 70.000 - 55.000 - 40.000)
- aantal gerenoveerde woningen 1998: ca. 200.000 woningen (ca. 50% projectmatig; ca. 50% individueel)
- prognose renovatie: groeimarkt (herstructurering naoorlogse wijken)
- grote regionale verschillen in type-aanbod en prijsniveau.

Productie nieuwbouwwoningen 1998 naar prijsklasse:

- tot 252.000,-: 29%
- van 252.000 tot 300.000: 22%
- van 300.000 tot 400.000: 29%
- vanaf f 400.000: 20%

Productie nieuwbouwwoningen 1998 naar woningtype:

- flat/appartement: 23%
- rijtjeswoning: 44%
- 2-1 kap: 23%
- vrijstaand 10%

Verwarming/warmwatervoorziening***Woningvoorraad***

- aandeel individuele c.v. stijgt door (1998: 78%)
- aandeel geïntegreerde toestellen verwarming en warmwater groeit door (1998: 53%)
- prognose toestelvervanging: groeimarkt (nu ca. 300.000 combi-toestellen)
- penetratiegraad HR totale woningvoorraad: 28%
- gasverbruik in huishoudens neemt verder af (vooral a.g.v. verbetering toestellefficiency), maar minder snel (1998: warmwater 375 (was 375 in 1997), verwarming 1505 (was 1575))
- elektriciteitsverbruik in huishoudens neemt toe (vooral a.g.v. meer el. apparaten), vanaf 1989 gem. ca. 2,5% per jaar (in 1998: 3330 kWh: was 3280 in 1997)

Relevante indicatoren met betrekking tot behoeftepeiling elektrisch warmtepomp-concept (incl. koeling).

Belangstelling duurzame opties:

- aandeel HR in geplaatste toestellen:
 - % nieuwbouw voorzien van HR-ketel 1997: 91,6% (bron BNW 1997)
- aantal zonneboilers geplaatst t/m 1.1.1999: 34000 (afzet 1998: 7600)
- aantal warmtepompboilers geplaatst: ca. 3700

Ontwikkeling ventilatie/koelingsapparatuur (BEK)

	1998	1997	1996	1995	1994
Elektrische ventilatie					
Hele woning	33,4%	31,1%	29,5%	36,3%	
Douche en bad	27,5%	24,0%	22,4%		
Toilet	21,2%	18,3%	17,6%		
Raamventilatoren	8,6%	7,7%	7,1%	5,3%	5,6%
Plafondventilator	16,1%	15,2%	11,8%	12,5%	10,6%
Losstaande ventilator	43,4%	41,8%	36,4%	25,5%	20,4%
Airconditioning	1,3%	1,0%	0,9%	1,1%	1,1%

- Ventilatiesystemen >, koelbehoefte lijkt daarmee ook te groeien (vertaalt zich nog niet in significante stijging airconditioning). Voorzichtigheid omtrent deze constatering is gewenst.

Ontwikkeling elektrische verwarming/warmwater

	1998	1997	1996	1995	1994
Elektrische boiler	16%	17,9%	17,6%	18%	18,6%
Elektrische geiser	4,8%	3,5%	5,2%	5,9%	5,7%
Elektrische vloerverwarming	0,3%	0,3%	0,2%	0,1%	0,1%

bron: BEK

- Elektrische vloerverwarming neemt wat toe (vooral in badkamers)

pnc 1

Marktsegment 1	Nieuwbouwkoopwoning duurdere segment (vrijstaand, inclusief 2-onder-1-kap)
Warmtepompconcept:	– elektrisch – ruimteverwarming, tapwater, topkoeling – individueel – warmtebron: bodem
Referentie:	HR-combi
Aandeel in woningvoorraad	25% (1,6 mln woningen)
Volume: 1998	ca. 30% (ca. 25.000 woningen) vv ca. 13% i.o.v. particulieren (m.n. vrijstaand) vv ca. 17% i.o.v. projectontwikkelaars
Prognose volume 1999-2002	aandeel licht dalend ondanks grotere vraag ¹ 1999: ca. 25.000 woningen (totaal 90.000 won) 2000: ca. 25.000 woningen (totaal 90.000 won) 2001: ca. 24.000 woningen (totaal 90.000 won) 2002: ca. 23.500 woningen (totaal 84.000 won)
Trends	– Veel vraag naar vrijstaand, twee-onder-één-kap – Aanbod en type opdrachtgever varieert regionaal (meer kavelbouw buiten Randstad, in Randstad meer geschakelde woningen) – Behoeftte aan: comfort, ruimte, flexibele indeling, eigen identiteit (detailkeuze, bijv. serre)
Beslispatronen	Twee-onder-één kap worden veelal projectmatig ontwikkeld: opdrachtgever: projectontwikkelaar – (Energetische) beslissing bij nieuwbouw steeds meer ook beïnvloed vanuit gemeente, energiebedrijf – Bewoner via meerwerklijst invloed op typekeuze en/of additionele zonne-boiler, niet op totale installatieconcept – Beslissing voorts beïnvloed door architect/bouwer/installateur Vrijstaande woningen, opdrachtgever meestal direct particulier – Beslissing beïnvloed door architect/bouwer/installateur – Of catalogusbouw (turn-key bouwers)
Beslispatronen: trends	– Projectontwikkelaars/bouwers bieden meer mogelijkheden voor invulling eigen wensen (indeling, type verwarmings-/c.v.-ketel, afwerkingsniveau). – Keuken wordt steeds meer achterwege gelaten (na oplevering geïnstalleerd); sanitair in mindere mate – Mondiger particulieren (eigen bouw)
Kansen	– Grote comfortvraag – Grote bestedingsruimte
Bedreigingen	– Marktomvang – Terughoudendheid projectontwikkelaar – Marges bedrijfskolom: via meerwerk aanbieden: (te) hoge prijzen

¹ De perspectieven voor dit segment worden verschillend ingeschat. De staatssecretaris wil meer ruimte geven aan individuele bouw (in 2005: 35% kavels), volgens gemeenten verhoudt het aanbod van grond zich nauwelijks met deze doelstelling.

Marktsegment 2	Luxe nieuwbouw-appartementen prijsniveau > 400.000,-
Warmtepompconcept	– elektrisch – ruimteverwarming, warmwater, topkoeling, ventilatie – ruimteverwarming collectief, tapwater individueel met wp-boiler – warmtebron: aquifer met koudeopslag
Referentie	HR-collectief voor verwarming en warmwater
Aandeel in huidig woningbestand	aandeel flats/appartementen: 27% aandeel duurdere appartementen: ca. 5% (ca. 300.000 woningen)
Jaarlijks nieuwbouwvolume: 1998	aandeel flats: 23% geschat aandeel luxere appartementen: ca. 10%: 9000 woningen
Prognose volume 1999-2002	licht toenemend (10-13%) 1999: ca. 9.000 woningen (totaal 90.000 won) 2000: ca. 10.000 woningen (totaal 90.000 won) 2001: ca. 11.000 woningen (totaal 90.000 won) 2002: ca. 11.000 woningen (totaal 84.000 won)
Overige kenmerken:	– huidige concentratie in Randstad – toename nieuwbouw m.n. in Flevoland en Randstad (grote steden) – populaire optie bij inbreilocaties en bij stedelijke vernieuwing/herstructurering: vooral bij senioren – extra potentieel in ombouwen oudere flats tot luxere appartementen (vernieuwbouw)?
Trends	– op termijn groeit behoefte aan ruime appartementen met balkon, terras (groot aantal m²)
Beslispatronen	Luxe appartementen worden veelal projectmatig ontwikkeld: opdrachtgever: projectontwikkelaar – (Energetische) beslissing bij nieuwbouw steeds meer ook beïnvloed vanuit gemeente, energiebedrijf – Bewoner via meerwerklijst invloed op typekeuze, en/of additionele zonne-boiler, niet op totale installatieconcept
Beslispatronen: trends	als bij twee-onder-een kap: meer keuzevrijheid koper waar het gaat om woning-indeling, nog beperkt waar het gaat om de installatie
Kansen	– grote comfortbehoefte – senioren meer dan gemiddelde behoefte aan goed binnenklimaat – kapitaalkrachtige doelgroep
Belemmeringen	goedkopere alternatieven

Marktsegment 3	Rijties-nieuwbouwwoningen koop
Warmtepompconcept a:	– elektrisch – ruimteverwarming, warmwater, topkoeling – individuele combi-warmtepomp met collectieve bron (water)
Alternatief warmtepompconcept b:	– elektrisch – ruimteverwarming, warmwater, topkoeling via luchtverwarming – individuele combi-warmtepomp met lucht als warmte-afgiftesysteem
Referentie	Referentie HR-combi
Aandeel in huidig woningbestand	ca. 22,5% (ca. 1,45 mln woningen)
Jaarlijkse nieuwbouwvolume: 1998	ca. 28% (ca. 25.000 woningen)
Prognose volume 1999-2002	aandeel groeiend t.o.v. huur 1999: ca. 25.000 woningen (totaal 90.000 won) 2000: ca. 26.000 woningen (totaal 90.000 won) 2001: ca. 27.000 woningen (totaal 90.000 won) 2002: ca. 25.000 woningen (totaal 84.000 won)
Overige kenmerken:	Realisatie vooral op Vinex-locaties
Trends	Groei ontwikkeling duurdere rijtjeswoningen/hoekwoningen/geschakelde woningen Aandeel keuze voor radiatoren: 99% Aandeel keuze voor luchtverwarming: < 1% ¹
Beslispatronen	Rijtieswoningen worden veelal projectmatig ontwikkeld: opdrachtgever: project-ontwikkelaar en/of woningbouwverenigingen – (energetische) beslissing bij nieuwbouw steeds meer ook beïnvloed vanuit gemeente, energiebedrijf – meer aandacht voor kwaliteit – nog weinig invloed bewoner, bij duurdere woningen: wel
Trends beslispatronen	– (Energetische) beslissing bij nieuwbouw steeds meer ook beïnvloed vanuit gemeente, energiebedrijf – Woningbouwverenigingen treden op als projectontwikkelaar van koopwoningen.
Kansen	groot aandeel in nieuwbouw (vooral op Vinex-locaties)
Belemmeringen	– Goedkopere alternatieven – Luchtverwarming nog steeds niet populair

1 Krijg nog informatie van fabrikantenorganisatie VLA.

Marktsegment 4	Rijties-nieuwbouwwoningen (huur)
Warmtepompconcept	– elektrisch en gas – ruimteverwarming, warmwater, topkoeling – collectieve EWP met gas-hulpstook voor RV, plus individuele wp-boilers – warmtebron: grondwater of aquifer
Referentie	HR-combi
Aandeel in huidig woningbestand	ca. 22,5% (ca. 1,45 mln woningen)
Nieuwbouwvolume 1998	ca. 12% (ca. 10.000 woningen)
Prognose volume 1999-2002	dalend 1999: ca. 11.000 woningen (totaal 90.000 won) 2000: ca. 11.000 woningen (totaal 90.000 won) 2001: ca. 10.000 woningen (totaal 90.000 won) 2002: ca. 9.000 woningen (totaal 84.000 won)
Overige kenmerken:	-
Trends	Meer aandacht voor verhuurbaarheid/kwaliteit
Beslispatronen	Rijtieswoningen worden veelal projectmatig ontwikkeld: opdrachtgever woningbouwverenigingen Weinig/geen invloed toekomstige bewoner
Trends beslispatronen	(Energetische) beslissing bij nieuwbouw steeds meer ook beïnvloed vanuit gemeente, energiebedrijf
Kansen	– Goed bereikbare groep – Milieu-ambities vastgelegd (convenant)
Belemmeringen	– dalend volume – goedkoop alternatief installatieconcept – minder financiële mogelijkheden (onrendabele top/maximale stichtingskosten (niet-meer-dan-anders))

Marktsegment 5	Renovatie bestaande rijtjeswoningen (huur)
Warmtepompconcept	– gasgestookt met geïntegreerde hulpstook – ruimteverwarming + tapwater – individueel – warmtebron: dakcollector (slechts kleine bron nodig)
Referentie	HR-combi
Aandeel in huidige woningbestand	44% van totaal aantal huurwoningen (= ca. 1,4 mln woningen) ca. 900.000 sociale huurwoningen (wbv) ca. 500.000 particuliere huurwoningen
Jaarlijks renovatievolume: 1998	ca. 35.000 woningen w.v. ca. 25.000 sociale huurwoningen (wbv)
Prognose volume 1999-2002	– groeiend
Overige kenmerken:	– renovatieniveau kan behoorlijk variëren – vervanging installatie tot aan vernieuwbouw (sloop en/of afbraak tot aan casco)
Trends	– verkoop duurdere huurwoningen stijgt (ca. 25000 won. p.j.) – grote investeringen in revitalisatie/herstructurering na-oorlogse stadswijken – stimulering integratie energie-afweging in herstructureringsproces
Beslispatronen	– beslissing: door eigenaren woningen (wbv-corporaties en beleggers) – beïnvloeding door installateur, beheerder en huurders (mede afhankelijk van renovatiegraad)
Beslispatronen: trends	huurderorganisaties spelen belangrijker rol
Kansen	– substantiële markt (op korte termijn)
Belemmeringen	– stichtingskostenconstructie huur (i.v.m. huursubsidie) biedt weinig vrijheid tot inpassing duurdere opties (irt goedkope alternatieven) – veronderstelde exploitatierisico's

Marktsegment 6	Ingrijpende verbouwingen (koopwoningen)
Warmtepompconcept	– elektrische warmtepomp – ruimteverwarming, tapwater en topkoeling – individueel – warmtebron: bodem
Referentie	HR-combi
Jaarlijkse aantal 1998	totaal ca. 100.000 per jaar w.v. ca. 50.000 verbouwingen groter dan f 10.000,- (vervanging c-v-installatie icm inschakeling experts)
Prognose volume 1999-2002	50.000 per jaar en groeiend
Overige kenmerken:	grote variëteit in renovatieniveau / type maatregelen
Trends	luxer warmwatercomfort (sneller en meer warmwatercomfort)
Beslispatronen	Bewoner/eigenaar beslist. Installateur bepaalt in veel gevallen wat de keuze wordt (op basis van comfortwensen, portemonnee opdrachtgever)
Beslispatronen trends	Mondiger opdrachtgever (informeert zich bij meerdere partijen)
Kansen	– groeimarkt – grotere bestedingsruimte – behoefte aan comfort
Bedreigingen	– installatie relatief low-interest product irt andere inrichtingscomponenten (sanitair, keuken, afwerking) – markt moeilijker te bereiken – kennis/ervaring installateurs omtrent toepassing, inpassing in bestaande installatie (evt. bouwkundige aanpassingen) – relatief goedkoop alternatief installatie-concept

Marktsegment 7	Vervangingsmarkt c.v.-ketels
Warmtepompconcept	– gasgestookte warmtepomp met geïntegreerde hulpstook op bestaande radiatoren – ruimteverwarming en tapwater – individueel – warmtebron: dakcollector, lucht
Referentie:	HR-combi
Huidige penetratie individuele c.v.-ketels	ca. 4,9 mln toestellen waarvan combi 3,4 mln
Volume vervanging 1998	ca. 180.000 toestellen (waarvan ca. 85% combi, 15% c.v.)
Prognose volume 1999-2002	groeidend
Overige kenmerken:	grote variëteit in renovatieniveau / type maatregelen
Trends	luxer warmwatercomfort , sneller en meer warmwatercomfort, bij keuze door particulieren (voorraadvat, indirect gestookte boiler) basis warmwatercomfort bij keuze door wbv
Beslispatronen	Bewoner/eigenaar beslist. Installateur bepaalt in veel gevallen voor de particulier wat de keuze wordt (op basis van comfortwensen, portemonnee opdrachtgever), woningbouwverenigingen ook eigen visie
Beslispatronen trends	Mondiger opdrachtgever (informeert zich bij meerdere partijen)
Kansen	groeimarkt
Bedreigingen	– installatie relatief low-interest product irt andere inrichtingscomponenten – kennis/ervaring installateurs omtrent toepassing, inpassing in bestaande installatie (evt. bouwkundige aanpassingen) – relatief goedkoop alternatief installatie-concept

Marktsegment 8	Vervangingsmarkt elektrische boiler (als hoofdtoestel)
Warmtepompconcept a:	– elektrisch – tapwater + ventilatie – individueel – warmtebron: ventilatielucht
Warmtepompconcept b:	– elektrisch – tapwater + ventilatie – klein collectief – warmtebron: collectieve ventilatie
Referentie	elektrische boiler met mechanische ventilatie
Huidige penetratiegraad elektrische boiler (hoofdtoestel)	7%: (ca. 450.000 toestellen), komt relatief meest voor in vrijstaande woningen (12%)
Aanwezigheid mechanische ventilatie:	ca. 50% woningen: ca. 225.000 woningen
Jaarlijkse vervanging el. boiler: 1998 w.v. mét ventilatievoorz.	inschatting ca. 40.000 toestellen mét ventilatie (50%) = 20.000 toestellen
Prognose volume 1999-2002	vervanging zet door, maar in langzamer tempo
Overige kenmerken:	Hoog energiegebruik Relatief vaak huurtoestellen Deels overlap met pmc 5 (renovatie rijtje/huur)
Trends	Ca. 50% wordt vervangen door c.v.-(combi) Vervanging el. boilers door warmtepompboiler gebeurt reeds
Beslispatronen	projectmatige vervanging: woningbouwverenigingen i.o.m. huurders en energiebedrijf (i.v.m. huurcontract)
Beslispatronen trends	-
Kansen	Energiebesparing
Bedreigingen	Alleen warmwater Aanwezigheid ventilatiesysteem vereist

Marktsegment 9	Vervangingsmarkt open keuken-/badgeiser
Warmtepompconcept	– elektrisch – tapwater + ventilatie – individueel – warmtebron: ventilatielucht
Referentie	open keuken-/badgeiser
Huidig penetratiegraad	keukengeiser: ca. 20% (ca. 1,3 mln toestellen) badgeiser: ca. 16% (ca. 1 mln toestellen)
% woningen met mechanische ventilatie	50%
Jaarlijkse vervanging: 1998 waarvan mét ventilatievoorz.	ca. 50.000 toestellen waarvan mét ventilatie: 25.000 toestellen
Prognose volume 1999-2002	vervanging zet door, wel steeds moeilijker realiseerbaar
Overige kenmerken:	deels overlap met pmc 5 (renovatie rijtje/huur)
Trends	ca. 50% vervanging door c.v.-combi
Beslispatronen	opdrachtgever eigenaar van toestel, veelal woningbouwcorporatie of energiebedrijf. Deel toestellen eigendom van huurder
Beslispatronen trends	uit gezondheidsoverwegingen zoveel mogelijk vervanging open toestellen. Technisch niet overal mogelijk
Kansen	nog behoorlijke markt
Bedreigingen	keukengeiser betrekkelijk energiezuinig aanwezigheid ventilatiesysteem vereist

Marktsegment 10	Vervanging collectieve systemen door ewp-boilers en/of (gas-)wp
Warmtepompconcept a:	– ruimteverwarming, tapwater en ventilatie – gas voor ruimteverwarming; elektriciteit voor tapwater – ruimteverwarming collectief, tapwater individueel – warmtebron: grondwater/acquifer; oppervlaktewater voor RV; ventilatielucht voor tapwater
Warmtepompconcept b:	– tapwater en ventilatie – elektrisch – individueel – warmtebron: ventilatielucht
Referentie	– collectief gasgestookt systeem (ketelhuis) voor c.v. en warmwater
Huidig aandeel	collectieve systemen (blokverwarming/ruimteverwarming): 9% – ruimteverwarming + ind. warmwatersysteem: 5% (ca. 320.000 wooneenheden) – ruimteverwarming + coll. warmwatersystemen: ca. 4% (ca. 250.000 eenheden)
Jaarlijkse vervanging: 1998 w.v. met ventilatie	ca. 12500 wooneenheden (obv levensduur 20 jaar) w.v. met ventilatievoorzieningen: ca. 6250
Prognose volume 1999-2002	Op korte termijn veel vervangingen gepland in naoorlogse wijken
Overige kenmerken:	Vooral bestaande gestapelde bouw Aandachtspunt: vervanging collectieve warmwatertoestellen door individuele wp-boilers (moet ruimte voor zijn)
Trends	Individueel boven collectief
Beslispatronen	Woningbouwcorporatie of energiebeheerder van collectieve installatie beslist In één gebouw kan van meerdere toesteleigenaren sprake zijn
Beslispatronen trends	Mondiger huurders
Kansen	Goed te benaderen doelgroep
Bedreigingen	Aanwezigheid ventilatiesysteem vereist

Marktsegment 11	Woningen in gasloze gebieden (nieuw en bestaand)
Warmtepompconcept	– elektrisch – ruimteverwarming, tapwater (en (top)koeling: optie bij nieuwbouw) – individueel – warmtebron: grondwater, bodem of oppervlaktewater?
Referentie	olie/propaan/lpg
Huidig aandeel	bestaande bouw < 1% Nederlandse woningen (ca. 50.000 woningen) gelegen in overwegend ver van stedelijke bebouwing afgelegen woningen nieuwbouw: ?
Jaarlijkse vervanging: 1998	zeer klein
Prognose volume 1999-2002	?
Overige kenmerken:	deels overlap met pmc 1, 2, 3
Trends	Nieuwbouw: steeds minder rendabel meerdere netten aan te leggen. Keuze voor alleen elektrisch eerder dan alleen gas (wordt nog weinig gerealiseerd)
Beslispatronen	Nieuwbouw: – projectontwikkelaar beslist – (energetische) beslissing bij nieuwbouw door energiebedrijf, beïnvloed vanuit gemeente en energiebedrijf (zeer belangrijke partij!) – weinig invloed bewoners Bestaande bouw: bewoner beslist in overleg met installateur/adviseur/energiebedrijf
Beslispatronen trends	
Kansen	Nieuwbouw – Afnemende rendabiliteit meerdere netten, – warmtepomp technologisch beter/veiliger alternatief Bestaande bouw – Aanleg gasnet niet rendabel
Bedreigingen	Benadering bestaande bouw intensief

Bijlage 2 Beoordelingscriteria voor de concurrentiekracht

(Ontleend aan [1])

Inleiding

Om de concurrentiekracht van warmtepompen ten opzichte van bestaande en in ontwikkeling zijnde producten in de markt voor klimaatinstallaties te kunnen beoordelen, is allereerst meer zicht nodig op de criteria volgens welke de beoordeling kan plaatsvinden.

In deze studie is als hulpmiddel om de beoordelingscriteria vast te stellen gebruik gemaakt van de visie van Michael Porter¹ op 'substitutie', *het proces waarin een product of service een ander verdringt bij het vervullen van bepaalde functies voor een koper*. Het aantrekkelijke van de visie van Porter is dat hij niet pretendeert een draaiboek voor elke situatie te hebben en het belang van verschil in marktsituaties onderkent. De vertaalslag naar de markt voor klimaatinstallaties is wezenlijk omdat het werkelijke marktverloop van nieuwe installaties vaak anders uitpakt dan de inschatting vooraf. Belangrijkste oorzaak van deze foute inschatting is dat zelden wordt geredeneerd vanuit de positie van de feitelijke 'koper' van installaties.

Substitutiefactoren relevant voor klimaatinstallaties

Substitutiefactoren algemeen

Allereerste vraag die volgens de substitutie-analyse van Porter beantwoord dient te worden is welke functie het product warmtepompen kan vervullen in relatie tot concurrerende producten. Vervolgens is aan de orde een analyse van de veranderingen van de factoren die de substitutiegeneigdheid van het product ten opzichte van concurrerende producten beïnvloeden, met als belangrijkste:

- veranderingen in de relatieve prijs;
- veranderingen in de relatieve waarde;
- veranderingen in het koopmotief voor de koper;
- veranderingen in de overstapkosten;
- veranderingen in de natuurlijke geneigdheid om te substitueren.

De veranderingen vloeien voort uit (deels beïnvloedbare) trends in onder meer:

- technologische ontwikkelingen;
- infrastructuur;
- institutionele factoren.

Hierna volgt per onderdeel een korte toelichting.

¹ Michael Porter: Competitive Advantage, New York, 1985

De *functie-identificatie* is ogenschijnlijk eenvoudig, maar blijkt in de praktijk het punt waar veel analyses aan voorbij gaan en die leiden tot het vergelijken van ‘appels met peren’.

Zo wordt voor de beoordeling van de marktkansen van een nieuw product veelal direct geredeneerd vanuit de functies die het oude product vervult, terwijl nieuwe functies nu juist de meerwaarde van het nieuwe t.o.v. het oude product kunnen betekenen.

Onder de *relatieve prijs* wordt verstaan het prijsverschil tussen het bestaande product en de substitutievariant voor de ‘koper’ van het product. Volgens de analyse van beslisprocessen in de woningbouw is veelal maatgevend de prijs die de opdrachtgever kan bedingen bij de hoofdaannemer (woningbouwvereniging, project-ontwikkelaar) en die op zijn beurt bij de installateur.

De veranderingen in de relatieve prijs worden dan bepaald door de volgende hoofd-determinanten:

- de kostprijs voor het produceren van de systeemonderdelen;
- de installatiekosten;
- de marges die door de schakels in de bedrijfskolom worden gehanteerd voor afkoop van risico’s, terugverdienen van investeringen, etc.;
- het gebruik van financiële stimulering (fiscale aftrek, innovatiestimulering, etc).

Voor de marges die worden gehanteerd door verschillende schakels in de bedrijfskolom blijkt een factor die vaak wordt onderschat bij introductie van nieuwe producten. De geldt zeker voor de installatie van complete systemen, waarbij fouten in de aansluiting tussen de systeem-onderdelen voor de nodige problemen kunnen zorgen, en waarbij de aansprakelijkheidsrisico’s worden verdisconteerd in de prijs.

Belangrijk aandachtspunt bij de prijsvergelijking is dat niet alleen de prijzen van het nieuwe product zullen dalen, maar mede als gevolg van concurrentie ook die van het te substitueren product en eventuele nieuwe concurrerende producten.

De veranderingen in de *relatieve waarde* voor de koper gaat in essentie om de meer- of minderwaarde van het product ter vervulling van de functies waarvoor het product wordt aangeschaft. Het gaat hierbij om objectief vast te stellen prestaties als het energiegebruik, het comfort dat wordt geboden, de betrouwbaarheid van functioneren, etc.

Complicerende factor bij de bepaling van de relatieve prestatie van klimaatinstallaties is dat de opdrachtgever geheel andere criteria aan de prestaties stelt dan de eindgebruiker, bijvoorbeeld waar het gaat om het energiegebruik. Ook maakt het groot verschil of de opdrachtgever verantwoordelijk is voor het beheer (woning-

bouwverenigingen) of dat de prestaties alleen als mogelijk verkoopmotief worden gehanteerd (projectontwikkelaars). Indien door de projectontwikkelaar bij de verkoop bijvoorbeeld een garantie wordt gegeven op het verhelpen van eventuele klachten binnen een termijn van 5 jaar, zal duidelijk zijn dat hij hoge eisen stelt aan de betrouwbaarheid van het product.

De veranderingen in het *koopmotief* van de koper hebben betrekking op de prestaties zoals gezien door de bril van de koper. Vaak blijkt er bij de koper geen goed beeld te bestaan van de feitelijke prestaties van een nieuw product. Na verloop van tijd wordt het beeld bijgesteld richting reële prestaties. Indien de prestaties worden overgewaardeerd dan kan dit juist genoeg zijn om kopers bij de marktintroductie over de drempel te helpen. Bij onderwaardering kan dit een onoverkomelijke barrière blijken. Duidelijk is dat het beïnvloeden van de perceptie cruciaal is bij de promotie van een product. In veel gevallen wordt daarbij ingespeeld op het statusgevoel of de neiging zich progressief voor te doen.

De veranderingen in de *overstapkosten* relateert Porter vooral aan de kosten die in een productieproces moeten worden gemaakt om op een nieuwe productiemiddel over te stappen.

Vertaald naar de bedrijfskolom voor klimaatinstallaties gaat het hierbij om aanpassingen in de distributie- en servicestructuur, aantrekken of opleiden van specialisten in de installatiebranche, etc. Daar waar sprake is van een fundamenteel ander ontwerp-, bouw-, en installatieproces zullen de te maken investeringen al snel een nadelige factor blijken. Zo zullen projectontwikkelaars adviseurs moeten inschakelen om het product te beoordelen; zal de vertaalslag naar besteksinformatie nog vaak ontbreken, etc. Wel is het zo dat de bouw- en installatiebranche steeds beter anticipeert op het introduceren van nieuwe ontwikkelingen, dankzij opleidingen, werken aan flexibele kwaliteitszorgsystemen, etc.

Een factor die moeilijk meetbaar is maar wel duidelijk een rol speelt bij de beslissing tot substitutie noemt Porter de natuurlijke geneigdheid van de koper om over te stappen op een substituuut. Kopers blijken in verschillende omstandigheden en in verschillende bedrijfstakken niet dezelfde geneigdheid te vertonen om te substitueren. Zo zullen kopers die geneigd zijn risico's te nemen eerder substitueren dan kopers die afkerig zijn van risico's. Bij de selectie van kansrijke p/m combinaties speelt dit een belangrijke rol. De natuurlijke geneigdheid om over te stappen op een succesvol substituuut groeit vaak met de tijd. Een vroegtijdig succes met een substituuut vermindert de aversie van de koper om risico's te lopen. Ook kunnen concurrentie-overwegingen kopers ertoe brengen om over te stappen om maar niet in een nadelige positie te belanden ten opzichte van vroege overstappers. Bij het introduceren van nieuwe klimaatinstallaties is de geneigdheid om over te stappen gemiddeld laag vanwege de mogelijke gevolgen van het niet goed functioneren. Probleem hierbij is de tijd die nodig is om het bewijs te leveren. Een installatie moet vanuit het oogpunt van de opdrachtgever in ieder geval de garantietermijn overleven. Vandaar dat proefprojecten met nieuwe klimaatinstallaties zo'n belang-

rijke rol spelen bij het substitutieproces en dat het substitutieproces voor klimaatinstallaties vaak een kwestie van een hele lange adem is.

Van substitutiefactoren naar beoordelingscriteria voor de concurrentiekracht van klimaatinstallaties

Op basis van het voorgaande zijn als specifieke substitutiefactoren voor klimaatinstallaties te onderscheiden:

- Relatieve prijs (inkoopprijs opdrachtgever)
 - kostprijs productie systeemonderdelen
 - installatiekosten
 - marges van de actoren van de bedrijfskolom
 - compensatie vanuit financiële instrumenten
- Relatieve waarde voor de opdrachtgever
 - bijdrage aan benodigde/gewenste functies (klimaatregeling/warmwatervoorziening)
 - bijdrage aan de energieprestatie (als onderdeel van de EPN)
 - bijdrage aan comfortwensen
 - mate van betrouwbaarheid (minimaal gedurende garantieperiode)
- Perceptie van de relatieve waarde door de opdrachtgever
 - mate van afwijking werkelijk/waargenomen waarde
 - het belang van de energieprestatie als verkoopmotief
 - bijdrage aan het imago (bijvoorbeeld als ‘duurzaam bouwer’)
- De overstapkosten (voor de opdrachtgever)
 - inhuren expertise voor ontwerp en bouw
 - extra servicekosten beheer (voor opdrachtgever/beheerders)
 - niet ‘verhaalbare’ kosten bij niet functioneren
- De natuurlijke geneigdheid tot substitueren
Deze factor werkt mogelijk als concurrentievoordeel voor substituten die bijdragen aan het imago van vernieuwende ondernemers.

Voor het maken van de vertaalslag van substitutiefactoren naar beoordelingscriteria voor de concurrentiekracht van klimaatinstallaties dient de matrix op de volgende pagina.

	Concurrentievoordeel		Concurrentienadeel		
	Groot	Aanwijsbaar	Gering	Niet onoverkomelijk	Niet acceptabel
Getalwaarde score	5	4	3	2	1
Relatieve prijs – kostprijs systeemonderdelen – installatiekosten – marges bedrijfskolom – compensatie					
Relatieve waarde – bijdrage functies – bijdrage energieprestatie – bijdrage comfortwensen – betrouwbaarheid					
Perceptie waarde – afwijking van werkelijkheid – E-prestatie als verkoopmotief – bijdrage aan imago					
Overstapkosten – expertise ontwerp, bouw – risico garantieperiode – beheerskosten					
Geneigdheid tot substitutie					

Bij het bepalen van de concurrentievoor- en nadelen van de ene installatie ten opzichte van de andere is allereerst van belang het vaststellen van de positie van waaruit de beoordeling geschiedt, ofwel wie de feitelijke koper van de installatie is. Potentiële kopers bij de nieuwbouw van woningen zijn daarbij onder te verdelen naar:

- opdrachtgever bouw (koopwoningen);
- opdrachtgever / beheerder (woningcorporaties);
- opdrachtgever / gebruiker (particulier);
- leverancier van energiediensten.

Op dit moment is de belangrijkste koper de opdrachtgever voor de bouw van koopwoningen. Alle partijen die namens de opdrachtgever optreden, adviezen geven, installeren, etc. moeten uiteindelijk verantwoording afleggen aan de opdrachtgever. De opdrachtgever voor de bouw van woningen redeneert bij de beslissingen tot de koop van een installatie niet alleen vanuit de inkoopprijs, maar zeker ook vanuit de effecten op de marktwaarde, koopmotieven en de gevolgen voor het ontwerp- en bouwproces. De rol van de installateur bij de keuze van de installatie in de nieuwbouw is aanzienlijk beperkter dan bij de vervanging van installaties bij particulieren. Dit zeker als sprake is van geheel nieuwe installatieconcepten.