

Wonen in energiezuinige woningen

Hoe gezond en tevreden zijn de bewoners?

Monique Hakkennes

**Afstudeeronderzoek wo- master
Opleiding Milieu- natuurwetenschappen
Faculteit Natuurwetenschappen
Augustus 2011**



Open Universiteit Nederland

Colofon

Naam: Monique Hakkennes

Adres: Cesar Franckrode 36

Woonplaats: Zoetermeer

Emailadres: mhakkennes@gmail.com

Studentennummer: 838668151

Afstudeeronderzoek wo- master

Opleiding Milieu- natuurwetenschappen

Afstudeeropdracht N 94310

Open Universiteit Nederland

Faculteit Natuurwetenschappen

Valkenburgerweg 177

6419 AT Heerlen

Titel: Wonen in energiezuinige woningen.

Hoe gezond en tevreden zijn de bewoners?

©Open Universiteit Nederland 2011. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced without the written permission of the copyright holder or the author.

Wonen in energiezuinige woningen
Hoe gezond en tevreden zijn de bewoners?

Living in low energy houses
How healthy and content are the residents?

Voorwoord

Wie had dat gedacht toen ik in 2004 naar de bieb ging om informatie voor mijn dochter te zoeken en ik per toeval bij de opleiding Natuur- en Milieuwetenschappen terecht kwam. Mijn nieuwsgierigheid was gewekt en dit rapport is het resultaat.

Het rapport dat voor u ligt is het onderzoeksverslag van mijn afstudeerproject. Het onderzoek liep van september 2008 tot augustus 2011. Het onderwerp is wonen in energiezuinige woningen. Het idee voor het onderzoek is ontstaan door ontwikkelingen met betrekking tot energiezuinig bouwen. Je hoorde indertijd veel over feiten en weinig over ervaringen. De link met mijn werk (energiebesparing in de bestaande bouw) maakte er voor mij een interessant afstudeer onderwerp van. Zowel de studie als het onderzoek waren interessant en ik heb veel geleerd. Natuurlijk een heleboel kennis over energie en milieu, maar ook een heleboel andere dingen.

Zo leerde ik dat studeren een prettige bezigheid is en je horizon verbreedt. Ik leerde dat je overal kunt studeren: zelfs bij een berghut in Noorwegen of in het vliegtuig naar Rome. Ook leerde ik dat studeren niet alleen het opdoen van kennis is, maar dat je door je studie leuke mensen leert kennen, dat studeren therapeutisch werkt als je een hele tijd niet kan lopen en dat studeren een mooie afleiding is als je man een half jaar in het buitenland zit.

De inhoud van het rapport bestaat uit zes hoofdstukken. Hoofdstuk één is de inleiding, hoofdstuk twee en drie gaan over energiebesparing en energiezuinig bouwen. Hoofdstuk vier gaat over gezondheid en energiezuinige woningen. In hoofdstuk vijf worden de energiezuinige gebouwde woningen in de wijk de Groene Kreek in Zoetermeer beschreven en hoofdstuk zes geeft de voornaamste uitkomsten van een enquête weer.

De afstudeercommissie bestaat uit de volgende personen:

Drs. J. de Blécourt- Maas	examinator, Open Universiteit Nederland
Dr. Ir. E.W.H.M. Fredrix	plaatsvervangend examinator, Open Universiteit Nederland
Drs. J.V. Lako	extern referent, Gemeente Zoetermeer
Drs. P.C.W. Geluk	secretaris, Open Universiteit Nederland

Ik wil Cobi en Lily hartelijk bedanken voor hun adviezen, suggesties, tips en het enthousiaste meedenken. Johan wil ik bedanken voor alle suggesties die hij mij gaf.

Ook wil ik alle mensen bedanken die de enquête ingevuld hebben en alle collega's die de tijd genomen hebben om mijn vragen te beantwoorden.

En tenslotte natuurlijk Frits, Frank, Marijke, Pete en mijn ouders voor hun belangstelling en meelevens.

Ik wens u veel leesplezier.

Monique Hakkennes,

Zoetermeer

18 augustus 2011

Inhoudsopgave

Colofon

Voorwoord

Samenvatting	11
1 Inleiding	17
1.2 Probleemstelling	20
1.3 Doelstelling en vraagstelling	21
1.4 Onderzoekmethode	22
1.4.1 Afbakening van het onderzoek	24
1.4.2 Onderzoekmodel:	24
2 Energiegebruik in woningen	25
2.1. Energiegebruik in een woning	25
2.2. Factoren voor het energiegebruik	25
2.2.1 Het type woning	25
2.2.2. Het bouwjaar van een woning	26
2.3. Verwarmen en warmteverlies	26
2.3.1 Factoren in de woning die invloed hebben op verwarming	27
2.4. Warm tapwater productie	30
Een zonneboiler is een energiezuinige toepassing voor warmwater bereiding. Een zonnecollector vangt zonnestraling op en zet die om in warmte. Deze warmte wordt opgeslagen in een voorraadvat met water. Als de zon niet voldoende schijnt zorgt een naverwarmer ervoor dat er toch warm water geleverd kan worden (Vanhees, 2007).....	31
2.5. Apparatuur	31
2.6. Bewonersgedrag	33
2.6.1 Gedrag dat invloed heeft op het energiegebruik	33
2.6.2. Stimuleren bewonersgedrag	34
2.7. De niet- energiezuinige woning	34
2.8. Conclusie: antwoord op deelvraag 1	35
3 Energiezuinige woningen	39
3.1. Regelgeving duurzaam bouwen	39
3.1.1. Bouwbesluit	39
3.1.2 Nationaal Convenant Duurzaam Bouwen	39
3.1.3. Lokaal	40
3.2. Energie Prestatie Norm en Energie Prestatie Coëfficiënt	41
3.2.1. Energie Prestatie Norm (EPN) en Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC)	41
3.2.2 Handhaving EPC en EPN	42
3.3. Conclusie: antwoord op deelvraag 2a	42
3.4 Trias Energetica	43
3.4.1. Bouwkundige aspecten	43
3.4.2. Duurzame aspecten	44
3.4.3. Fossiele aspecten	44
3.4.4. Conclusie: antwoord op deelvraag 2b	46
3.5. Bewonersgedrag	47
3.5.1 Conclusie: antwoord op deelvraag 2c	49
3.6 Wat maakt een woning niet- energiezuinig	49

4	Gezondheid in relatie tot de woning	51
4.1.	Gezondheid en welbevinden	51
4.1.1.	Temperatuur	52
4.1.2.	Ventilatie	53
4.1.3.	Binnenmilieu	54
4.1.4.	Vocht	54
4.1.5.	Stof uit bouwmaterialen	55
4.1.6.	Geluid	55
4.1.7.	Licht	55
4.2.	Woning gerelateerde ziekten	56
4.4.	Antwoord op de deelvragen	57
4.4.1	Conclusie: antwoord op deelvraag 3a	57
4.4.2.	Conclusie: antwoord op deelvraag 3b	59
4.5	Onderzoeken naar de gezondheidssituatie in woningen	61
5	De Groene Kreek.....	63
6	Uitslag enquête	65
6.1	Belangrijkste resultaten enquête.....	67
6.1.1.	Gezondheid.....	70
6.1.2.	Energiegebruik van de woningen	72
6.1.3.	Resultaten vergelijking energiezuinig gebouwde woningen met- en zonder warmtepomp.....	73
6.1.4.	Resultaten vergelijking woningen met mechanische- en natuurlijke aanvoer van de buitenlucht.	76
6.2	Resultaten van de enquête samengevat	79
7	Discussie, conclusie en aanbevelingen.....	83
7.1	Discussie.....	83
7.1.1	A De enquête: opzet en uitvoering	83
7.1.2	B De enquête: de resultaten.....	83
7.2	Conclusie	84
1	Energiebesparing in woningen	85
2	Energiezuinige woningen	85
3	Relatie gezondheid en energiezuinige woningen	86
4	Casus de Groene Kreek.	86
5	Wonen in energiezuinige woningen	87
7.3	Aanbevelingen.....	89
	Geef voorlichting aan bewoners.....	89
	Manieren van voorlichting	89
7.4	Aanbevelingen voor verder onderzoek	89
8	Begrippenlijst en afkortingen	91
	Literatuurlijst.....	93
	Vanhees. (2007). <i>Stimulering van energiezuinig bouwen bij particulieren in Vlaanderen.</i> P 5-8. Hasselt: Universiteit Hasselt.	99
	Bijlagen	103
	Bijlage 1 Bouwkundige aspecten	105
	B1.1 Isolatie, kierdichting en het tegengaan van koudebruggen.....	105
	B1.2. Oriëntatie en glaspercentage.....	109
	B1.3 Afwerkmaterialen aan de binnenzijde van de schil	109
	Bijlage 2 Ventilatie.....	111
	B2.1 Soorten ventilatiesystemen	112
	B2.2 Ventilatie-apparatuur en energiegebruik	113

Bijlage 3 Zonnestroom en zonneboiler	115
B3.1 Zonnestroom	115
B3.2 Zonneboiler	116
Bijlage 4 Verwarmingsapparatuur	119
Bijlage 5 Factoren die van invloed zijn op het welzijn van de bewoners	123
B5.1 Thermisch comfort	123
B5.2 Vocht	124
B5.3 Stof uit bouwmaterialen	126
B5.4 Geluid	127
B5.5 Licht	129
Bijlage 6 Woning gerelateerde ziekten	131
Sick building syndroom (sbs)	133
Bijlage 7 Onderzoeken naar de gezondheidssituatie in woningen	135
Bijlage 8 De groene Kreek	139
Het convenant	139
De woningen	139
De kopersvereniging	140
De oorspronkelijke plannen	140
Wat is er van al deze plannen terecht gekomen?	140
Bijlage 9 Enquêtevragen	145
Bijlage 10 Resultaten enquête	159
Deel B: de woning	166
Deel C: Installaties in de woning	167
2 Grafieken Groene Kreek	177
3 Vergelijking van woningen met natuurlijke aanvoer buitenlucht en mechanische aanvoer	187

Samenvatting

Ieder huishouden gebruikt energie. Huishoudens gebruiken 22% van de totale hoeveelheid elektriciteit en 35% van de totale hoeveelheid aardgas die in Nederland gebruikt wordt. Wordt gekeken naar het energiegebruik van de gebouwde omgeving in Nederland, dan gebruiken huishoudens 42% van de elektriciteit en 60% van het aardgas. De meeste energie in een woning wordt gebruikt voor verwarmen (ongeveer 50%), bereiding van warm water (ongeveer 20%) en het gebruik van apparatuur. De energiebehoefte wordt voornamelijk door fossiele brandstoffen voldaan, maar fossiele brandstoffen veroorzaken milieuproblemen zoals de uitstoot van broeikasgassen. Bovendien is de voorraad fossiele brandstoffen eindig. Daarom wordt er steeds energiezuiniger gebouwd. Hoe gezond en tevreden bewoners van energiezuinig gebouwde woningen zijn is de onderzoeksvraag van deze studie.

Warmte in de woning gaat met name verloren door de schil van het gebouw (68%) en door ventilatie (20%). De energie die nodig is voor verwarmen en ventilatie kan gereduceerd worden door de schil van het gebouw te isoleren, de keuze van ventilatie- en verwarmingsapparatuur (gebouwgebonden apparatuur), terugwinnen van warmte bij ventilatie, optimaal gebruik maken van zonnewarmte en het gebruiken van duurzame energiebronnen. Bouwkundige maatregelen spelen een belangrijke rol omdat zij de hele levensduur van de woning meegaan en nauwelijks te veranderen zijn. Dit in tegenstelling tot de installatie.

Regelgeving beïnvloedt het energiegebruik van de gebouwgebonden apparatuur sterk. Een belangrijk voorbeeld van regelgeving is de Energie Prestatie Norm (EPN) met daaraan gekoppeld de Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC), die het maximaal toelaatbare gebouwgebonden primaire energiegebruik van nieuwbouwwoningen aangeeft.

Bewoners van de woning spelen een grote rol in het energiegebruik. Een woning kan nog zo energiezuinig gebouwd worden, als de bewoner niet op zijn gedrag let, hebben de energiezuinige maatregelen weinig effect. De twee belangrijkste voorbeelden van gedrag wat bewoners van energiezuinig gebouwde woningen moeten veranderen zijn geen ramen openzetten bij gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning en de thermostaat 's-nachts niet lager zetten bij lage temperatuur verwarming.

Verder moet er in goed geïsoleerde woningen rekening gehouden worden met de interne warmtelast: bij gebruik van elektrische apparatuur ontstaat warmte, die in een goed geïsoleerde woning minder goed weg kan. Ook moet de gebouwgebonden apparatuur goed onderhouden worden: niet goed onderhouden apparatuur gebruikt meer energie en werkt minder goed.

Het is moeilijk om gedrag van mensen te veranderen en men wil geen comfort inleveren om energie te besparen. Ontwerpers moeten zich daarom realiseren dat het riskant is om van bewoners te vragen om gewoontegedrag te wijzigen.

Verkeerd gebruik van de apparatuur in combinatie met een goed geïsoleerde woning kan een negatieve invloed hebben op het binnenklimaat. Dit kan gevolgen voor de gezondheid van de bewoners hebben. Met name ventilatie is belangrijk omdat dit nodig is voor het handhaven van een gezond binnenmilieu. Hoe meer er geventileerd wordt, hoe beter het binnenmilieu. Maar ventilatie heeft ook invloed op het energiegebruik en het thermisch comfort. Ook kunnen ventilatiesystemen (net zoals verwarmingssystemen) geluidsoverlast geven en stof in beweging zetten. Naast het binnenklimaat hebben het thermische binnenklimaat en daglichttoetreding invloed op het welbevinden en de gezondheid.

Met behulp van een enquête is onderzocht wat de verschillen zijn tussen energiezuinige en niet energiezuinig gebouwde woningen, wat betreft tevredenheid met de woning, gebruik apparatuur, gedrag en gezondheid van de bewoners.

Uit de enquête kwam naar voren dat oudere, niet energiezuinig gebouwde woningen het beste worden gewaardeerd, onder andere omdat men in deze woningen meer invloed kan uitoefenen op het instellen van de temperatuur in de woning en de ventilatie. Vooral het open kunnen zetten van een raam is een belangrijke factor, wat in energiezuinig gebouwde woningen vaak niet mogelijk is. Bewoners van nieuwere, niet energiezuinig gebouwde woningen zijn niet tevreden met de temperatuur in de woning in de zomer. Energiezuinig gebouwde woningen hebben vaak een warmtepomp die ook kan koelen, zodat het in deze woningen niet te warm wordt. In goed geïsoleerde woningen met energiezuinige apparatuur voor ventilatie en verwarmen weten de bewoners minder goed hoe de apparatuur werkt en de bewoners hebben vaker een (onterecht) vermoeden dat eventuele gezondheidsklachten door de woning komen. Wat energie gerelateerd bewonersgedrag betreft is er bij alle typen woningen verbetering mogelijk, met name bij de tijd die men onder de douche staat, het lager zetten van de verwarming als men de woning verlaat (met name bij oudere woningen) en het ventilatiegedrag. Bewoners van energiezuinig gebouwde woningen geven aan met het binnenmilieu in de woning bezig te zijn, maar vaak gebeurt dit niet op de goede manier, waardoor onnodig energie verloren gaat, zoals het dagelijks openzetten van ramen. Wat de gezondheid betreft hebben bewoners van nieuwe, niet energiezuinig gebouwde woningen de meeste klachten. Kinderen die in oude, niet energiezuinig gebouwde woningen wonen hebben de minste klachten.

Apparatuur om de woning energiezuiniger te maken lijkt in dit onderzoek geen negatief effect te hebben op het aantal gezondheidsklachten: in woningen met mechanische aanvoer van de buitenlucht hebben de bewoners ongeveer evenveel klachten als in identieke woningen met natuurlijke aanvoer. Volwassen bewoners van woningen met een warmtepomp hebben iets minder klachten als bewoners van identieke woningen met een HR- ketel.

De energiezuinig gebouwde woningen gebruiken ongeveer de helft van de energie die de oudere woningen gebruiken. Als er naar het primaire energiegebruik gekeken wordt, dan zijn de energiezuinig gebouwde woningen nog steeds het meest energiezuinig, maar het verschil is minder groot: niet energiezuinig gebouwde woningen met een relatief laag energiegebruik, gebruiken nu evenveel energie als energiezuinig gebouwde woningen met een relatief hoog energiegebruik.

De uit deze studie naar voren gekomen onbekendheid met energiebesparende gebouwgebonden apparatuur en bewonersgedrag maakt duidelijk dat bewoners van zowel oude als nieuwe woningen voorgelicht moeten worden over correct gebruik van gebouwgebonden apparatuur, de gezondheidseffecten van bepaald gedrag en wat men zelf kan doen om deze effecten te minimaliseren. Bij voorlichting moet er een onderscheid gemaakt worden tussen oude en nieuwe woningen. Voor bewoners van oudere woningen moet de voorlichting vooral gericht zijn op het isoleren van de woning, gasgebruik voor verwarming en manier van ventileren. Voor bewoners van nieuwe woningen moet de voorlichting vooral gericht zijn op juist ventileren, gebruik van apparatuur en warmwatergebruik. Een gebruiksaanwijzing bij een woning kan de bewoners ondersteunen bij het vertonen van het juiste gedrag.

SUMMARY

Every household uses energy. Residential developments in the Netherlands will consume 22% of the total amount of electricity produced and 35% of the total amount of gas extracted. With respect to urban energy consumption in the Netherlands, this will take up 42% of electricity and 60% of natural gases available. Most of the energy resources residential properties and tenements employ are for heating (approximately 50%), boiling water (about 20%), and running electrical household goods. Energy requirements are currently still largely being met by fossil fuels – yet fossil fuels will also bring on environmental issues (e.g. CO₂ emission). Besides, fossil fuel deposits are finite: the very reason that construction is carried out with increasing awareness of energy economics involved. Hence, this study is about the state of health and wellbeing of residents living in energy-friendly housing.

Loss of interior heat occurs mainly via the structure's "peel" (68%) and also because of ventilation (20%). Energy requirements for heating and ventilation may be reduced by insulating the "peel", choice (i.e. structure-related) ventilation and heating units, regaining heat loss as caused by ventilation, optimal usage of solar conduits and employing durable energy resources. Preliminary architectural precautions should be a major feature too, since those will actually be there as long as the structure's will be in existence and can hardly be altered; this in contrast with matters relating to installation.

A strong influence on structure-related energy commodities is regulation. An illustrious example of this is EPN (Energie Prestatie Norm – the meaning of which is Energy Achievement Standard), in association with EPC (standing for Energie Prestatie Coëfficiënt – Energy Achievement Coefficient, in English); both are serving as indicators for the maximum ceiling permissible – as far as new residential development is concerned – with regard to structure-related primary energy consumption.

Another major factor in energy deployment is people inhabiting the property: a residential development may have been designed and constructed with the greatest possible attention to energy economics – but this will amount to very little if the occupants are not aware of their own behaviour. Two of the most important occurrences as to conduct inhabitants of an energy-friendly development should be altering, with a view of regaining heat, are leaving windows open whilst using balanced ventilation and refraining from turning the thermostat down if the radiator's temperature is already low.

Pressures on interior heat should also be taken into account: from active electrical gadgets surplus heat will derive – which, in a well-insulated structure, is less likely to escape. Structure-related energy-saving equipment should also be conscientiously maintained: if general maintenance leaves anything to desire, energy consumption is likely to mount and may even cause malfunctions.

Changing human behaviour remains problematic, generally speaking, since people are not really prepared, broadly, to relinquish luxury in order to save on energy. Therefore, designers should be well aware of the risks connected with ordering inhabitants to abandon their behavioural comfort zones.

Incorrect usage of equipment, if combined with a property well-insulated, may negatively affect interior climate regulation – which might lead to health consequences for the occupants involved. Hence, ventilation – more in particular – is of importance, since this is necessary in

order to maintain a sound interior environment: the more ventilation there is, so much the better the quality of the interior environment will be. Ventilation, however, will also be of influence on overall energy levels and, furthermore, thermal comfort. Additionally, ventilation systems may cause noise pollution (just like heating systems) and move dust particles around. After interior climate regulation, thermal conditions and daylight entry will also have an effect on health and wellbeing.

Aiding to understanding the differences between energy-specific and none-energy-specific residences – with respect to inhabitant satisfaction regarding their house, use of equipment, behavioural patterns and general health – was a survey.

From this transpired that older buildings not designed with energy economics in mind are best appreciated, since in this type of residential housing more influence can be asserted as to – amongst others – regulating temperature and ventilation. Being able to open a window, especially, seems of the essence – something all too often impossible in an energy-friendly design.

On the other hand, inhabitants of newer developments in which, originally, energy economics were not of primary concern seem not content with interior temperatures as evolving during the summer season. In residential projects designed and built with energy savings in mind, heat pumps doubling as cooling units are often included, with the purpose of preventing overheating. Occupants of well-insulated properties provided with custom-made ventilation and heating facilities, however, seem less well informed, on average, about the ways and manners in which those mod cons are actually functioning; hence the regular (yet incorrect) suspicion as to the building itself being a possible cause of health issues arising.

As to inhabitant behaviour in association with energy economics, in every type of residential housing imaginable, plenty of room for improvement still remains: in time spent under the shower, for one; in turning the radiator down (notably in older houses) before leaving the premises; and in ways and manners to go about with regard to ventilation. Those living in energy-economic accommodation profess to attend to the interior environment (as in opening windows daily), but often this isn't seen to correctly – and cause of avoidable energy loss.

Complaining most of all, in terms of health, are those from recently developed accommodations not designed and built to incorporate energy-saving measures. Contrastingly, children from old accommodations not designed and built to incorporate energy-saving measures are least.

Gadgetry in aid of pushing everyday energy economics towards slightly higher levels doesn't seem to have undue effect on the number of health complaints emerging: complaints from residences where fresh air is produced by some mechanical device are practically equaling with those from identical dwellings where air from outdoors enters naturally. Adult occupants of residences in which a heat pump has been installed seem to be slightly less bothered than those from identical buildings with a HR unit.

Residences built to energy-economic specifications will use about half the amount of the energy their older, non-economy counterparts consume. In view of primary energy consumption as a whole, designs executed with energy economics in mind are still at the top, with regard to energy savings – yet discrepancies seem to be decreasing: at present, a residence not built to energy-economic specifications, yet its energy consumption rate

relatively low, will now use as much energy as an energy-economic one with a relatively high energy consumption rate.

General unfamiliarity with energy-saving, structure-related equipment, as transpiring from this study, evidently suggests that inhabitants of both old and new developments need to be educated in handling structure-related equipment correctly, in health effects certain behaviour may lead to and in measures to take in order to minimalise those effects. Further education should be differentiating between old structures and recent ones. Instruction as such – with respect to the former – has to focus on correct ventilation, how to handle structure-related equipment responsibly and hot water management. A manual for the property itself may be supportive in assisting inhabitants in achieving the kind of behaviour desired.

1 Inleiding

Welvaart gaat gepaard met energiegebruik. Energie is de motor die de economie aandrijft, waarbij een continue aanvoer van energie tegen een stabiele, lage prijs een voorwaarde is voor economische stabiliteit. Onze huidige economie is volledig afhankelijk van energie. Stijgende welvaart betekent een toenemende vraag naar energie. Naast stijging van de welvaart neemt ook de bevolking toe, wat de energiebehoefte nog meer doet stijgen (Ruiter, 2000).

De voornaamste energiedragers zijn in volgorde van belangrijkheid de fossiele brandstoffen olie, kolen en aardgas (Blok, 2006). Fossiele brandstoffen zijn vormen van primaire energie: energie dragers in de originele en natuurlijke vorm zoals zij uit de aardkorst gewonnen worden (Blok, 2006). Samen voorzien zij in 90% van de totale mondiale energiebehoefte. Het International Energy Agency geeft aan dat dit percentage in 2030 80 % zal zijn (www. IEA, n.d.). De energiebehoefte zal in de toekomst dus ook voornamelijk door fossiele brandstoffen worden voldaan. Door gebruik van fossiele brandstoffen treden echter milieuproblemen op. Het belangrijkste mondiale probleem is dat het verbruik van fossiele brandstoffen broeikasgassen in de atmosfeer brengt, met als belangrijkste broeikasgas CO₂.

Groei energiegebruik en toename CO₂ uitstoot

De sterke groei van ons energiegebruik loopt parallel met de stijging van de concentratie CO₂ in de atmosfeer. Zo was de CO₂ concentratie in de atmosfeer voor de industrialisatie 280 ppm (parts per million). Deze waarde is berekend door luchtbelletjes in ijskernen te analyseren. In 2005 bedroeg de waarde 381 ppm. Deze waarde is gemeten op het Mauna Loa observatorium op Hawaï (Gore, 2006). Er blijkt een significant verband te bestaan tussen de gemiddelde temperatuur op aarde en de CO₂ - concentratie in de atmosfeer. Een hogere CO₂ - concentratie betekent hogere gemiddelde temperaturen, waarbij klimaatveranderingen zichtbaar worden. Door stijgende temperaturen stijgt de zeespiegel, wordt het weer ruiger en zullen de grote ijskappen smelten (Gore, 2006).

Tengevolge van de groei van het energiegebruik wordt fossiele energie steeds schaarser. Als de trend van de laatste jaren doorgaat wordt (fossiele) energie ook steeds duurder. Het wordt immers steeds lastiger om de laatste restjes fossiele brandstoffen te kunnen winnen.

Energiegebruik in woningen

Het beperken van de CO₂ uitstoot en het opraken van de voorraden van fossiele brandstoffen zijn belangrijke redenen om de energievraag naar fossiele brandstoffen te beperken. Hiervoor is bij veel sectoren actie nodig. Welke sectoren dit zijn en wat het energiegebruik van deze sectoren is, is te zien op de energiebalans van Nederland. Een energiebalans is een matrix met in iedere kolom een sector en in iedere rij een energiedrager en geeft informatie over het energiegebruik van een land (Blok, 2006). Tabel 1.1 geeft de energiebalans van Nederland in 2006 weer.

Finaal gebruik in PJ (1 PJ = 10 ¹⁵ J)	Industrie	Landbouw	Transport	Utiliteitsbouw	Huishoudens	Totaal	Primair energiegebruik per eenheid finaal gebruik
Elektriciteit	174	23	6	124	91	418	2,09
Biomassa, afval, warmte	169	33	-	32	20	254	
Kolen en kolenproducten	79	-	-	1	-	80	1,06
Aardgas	299	66	-	201	302	870	1
Aardolie en aardolieproducten	571	2	531	25	4	1133	1,05
Totaal	1292	124	537	383	417	2754	

Tabel 1.1: Uitsplitsing binnenlands energiegebruik in 2006 (www.CBS, n.d.).

De sectoren die in de energiebalans genoemd worden zijn de industrie, landbouw, transport en gebouwen. Gebouwen kunnen weer onderverdeeld worden in utiliteitsbouw en huishoudens. Utiliteitsbouw bestaat uit gebouwen anders dan woningen, zoals bijvoorbeeld scholen, ziekenhuizen, overheidsgebouwen en kantoren (Blok, 2006).

Huishoudens gebruiken 42 % van de elektriciteit en 60 % van het gas die voor de gebouwde omgeving nodig zijn. Huishoudens hebben dus een belangrijk aandeel in het energiegebruik.

Huishoudens gebruiken energie voor verwarming, warm waterbereiding en elektriciteit. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt in direct huishoudelijk energiegebruik (dit is het gebruik van gas en elektriciteit) en indirect energiegebruik (de energie die nodig is geweest voor het produceren van aangekochte goederen en te leveren diensten) (Van der Waals, e.a., 2000a).

Het gasgebruik in een gemiddelde woning in Nederland bedraagt 1.386 m³ per jaar, het elektriciteitsgebruik 3.266 KWh (Ministerie van VROM en CBS, 2009). Hierbij is de meeste energie nodig voor het verwarmen van de woning: bijna de helft van de primaire energie in woningen in Nederland is nodig voor verwarming, op de tweede plaats komt de productie van heet water (Blok, 2006). In de regel begint men met het verwarmen van de woning bij een temperatuurverschil tussen binnen en buiten van 5 °C (Koene, 2002).

Gebouwgebonden energiegebruik en energiebesparing

Bij maatregelen om energie in woningen te sparen wordt meestal gekeken naar het gebouwgebonden energiegebruik. Dit is het primaire energiegebruik voor ruimteverwarming, Tapwater verwarming, ventilatie, koeling, pompen, ventilatoren en verlichting. Dit gebouwgebonden energiegebruik wordt berekend aan de hand van de bouwkundige en installatietechnische eigenschappen van de woning, waarbij uitgegaan wordt van een gemiddelde binnentemperatuur van 18°C gedurende het stookseizoen (overdag is de temperatuur hoger dan 's nachts) (Hoiting e.a., 2004).

Er is een groot aantal opties beschikbaar voor woningen om energie te besparen en daardoor CO₂ - emissies te reduceren. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan maatregelen om woningen te isoleren en het gebruiken van duurzame energiebronnen zoals zonne-energie. Zo bespaart iedere vierkante meter vloerisolatie 3,4 m³ gas per jaar vergeleken met een vloer

zonder bodemisolatie en gevelisolatie bespaart 9,7 m³ gas per vierkante meter per jaar. Een zonneboiler bespaart 50 tot 65 m³ gas per vierkante meter collectoroppervlak (www.VROM3, n.d.).

Voor een energiezuinige woning wordt de energieprestatie van de woning, de EPC gehanteerd (Energie Prestatie Coëfficiënt). De minimale energieprestatie van woningen is in de bouwregelgeving (het bouwbesluit) vastgelegd met deze EPC. Deze is gebaseerd op gebouweigenschappen, gebouwgebonden installaties en een gestandaardiseerd bewonersgedrag. Hoe lager de EPC, hoe zuiniger het gebouw (www.senternovem, n.d.).

Binnenmilieu woningen en gezondheid

Naast energiebesparing zijn andere factoren belangrijk bij het bouwen van woningen, zoals het creëren van een gezond binnenmilieu. Een gezond binnenmilieu legt een verband tussen de gezondheid van bewoners en het verblijf in woningen. De kwaliteit van het gebouw heeft invloed op het binnenmilieu, dus op de gezondheid (Novem II, 2002). Mensen brengen een belangrijk deel van hun leven door in een woning, dus een gezond binnenmilieu is van groot belang. Goede ventilatie en klimaatbeheersing (koelen en verwarmen van de woning) zijn hierbij belangrijke aspecten. Ventilatie is nodig omdat door ventilatie vervuilde binnenlucht wordt afgevoerd. Bij het toepassen van mechanische ventilatie (ventilatie waarvoor apparatuur nodig is) wordt energie gebruikt. Ook voor het verwarmen van de woning wordt energie gebruikt.

Naast goede ventilatie en klimaatbeheersing is geluid een binnenmilieuaspect dat van belang is voor de gezondheid van de bewoners. De relatie tussen geluid, ventilatie en klimaatbeheersing is, dat apparatuur die veel geluid maakt schadelijk kan zijn voor de gezondheid, omdat er stressklachten kunnen ontstaan (Weterings, 2005 a).

Duurzaam bouwen en duurzame ontwikkeling

Duurzaam bouwen (dubo) verenigt verantwoord en gezond bouwen. Als definitie voor duurzaam bouwen hanteert SenterNovem de volgende definitie: *“Duurzaam bouwen staat voor het ontwikkelen en beheren van de gebouwde omgeving met respect voor mens en milieu en is daarmee een onderdeel van de kwaliteit van deze gebouwde omgeving”* (www.senternovem, n.d.).

Het begrip duurzame ontwikkeling is nauw verwant aan duurzaam bouwen (dubo). Duurzame ontwikkeling is een begrip dat brede maatschappelijke belangstelling kreeg in 1987 na de publicatie van het rapport “Our Common Future” van de World Commission on Environment and Development (WCED) (De Blecourt- Maas, 2008). De WCED hanteert de volgende definitie: *“een proces van verandering waarin het gebruik van hulpbronnen, de richting van investeringen, de oriëntatie van technologische ontwikkelingen en institutionele veranderingen alle met elkaar in harmonie zijn en (alle) zowel de huidige als de toekomstige mogelijkheid vergroten om aan menselijke behoeften en wensen tegemoet te komen”*. De meest cruciale elementen van duurzame ontwikkeling zijn het voldoen aan menselijke basisbehoefte (het economische deel: Profit), het erkennen van ecologische grenzen (het ecologische deel: Planet) en het naleven van principes van intergenerationele en intragenerationele gelijkheid (het sociale deel: People).

People, Planet en Profit zijn bij duurzaam bouwen ook terug te vinden omdat er gebouwd wordt met respect voor mens en milieu. Ook de profit kant speelt bij duurzaam bouwen een rol, want het moet allemaal betaalbaar blijven. Bovendien zorgt duurzaam bouwen voor meer wooncomfort, ondermeer door kierdichting, lage temperatuurverwarming en andere energiebesparende maatregelen (Van Hal, 2003). Van lage temperatuur verwarming wordt

gesproken als de aanvoer watertemperatuur niet hoger is dan 55 °C en de retourwatertemperatuur maximaal 45 °C is (www.Bouwtrefpunt, n.d.).

Duurzaam bouwen steunt op drie pijlers: integraal ketenbeheer, energie-extensivering en kwaliteitsbevordering. Deze 3 pijlers worden genoemd in het nationaal Milieu Beleidsplan (VROM, 2001).

Integraal ketenbeheer wil zeggen dat men streeft naar het gebruik van vernieuwbare en milieuverantwoorde grondstoffen. Energie-extensivering betekent energiebesparing en kwaliteitsbevordering betekent het onderling afstemmen van het gebouw, de installatie en de bouwmaterialen (Oosterheert& Ruijg, 2000). Kwaliteitsverbetering levert een beter binnenmilieu, en daardoor gezondheidswinst op, zoals het voorkomen of verminderen van allergische aandoeningen, longaandoeningen, hoofdpijn, of duizeligheid.

Duurzaam bouwen wordt door de rijksoverheid als een belangrijk beleidsterrein beschouwd. Met het plan van aanpak Duurzaam Bouwen gaf het ministerie van VROM in 1995 de aftrap tot een programma om dubo vanzelfsprekend te maken in de bouw.

Duboconvenant

Een convenant is een afspraak tussen partijen om zich in te zetten voor een bepaald doel. De afspraken in een duboconvenant worden gemaakt op basis van vrijwilligheid en gedeelde verantwoordelijkheid van de partijen die deelnemen. De partijen die deelnemen zijn bijvoorbeeld gemeenten, projectontwikkelaars, architecten en aannemers. Met een duboconvenant wordt een basis gelegd voor een goede samenwerking om door gezamenlijke inspanning meer duurzaamheid te bereiken. Een convenant is niet meer dan een intentieverklaring waaraan geen rechten en plichten kunnen worden ontleend (www.SenterNovem2, nd).

Zoetermeer en energieneutrale woningen

In de gemeente Zoetermeer zijn ook afspraken gemaakt middels een convenant over duurzaam bouwen, met name in de wijk Oosterheem. Een voorbeeld hiervan is “de Groene kreek”, een buurtje in de wijk. Hier zijn 45 woningen gebouwd die door een combinatie van energiezuinig ontwerpen en het gebruik van duurzame energiebronnen energiezuinig tot energieneutraal zijn. SenterNovem beschrijft het begrip energieneutraal als “*een situatie waarbij over een jaar gemeten het energiegebruik van een gebouw object ten minste nul is: er wordt niet méér energie uit het gas- en elektriciteitsnet betrokken dan er vanuit duurzame bronnen aan wordt toegeleverd.*” Hierbij worden onder duurzame bronnen niet uitputbare energiebronnen verstaan: zonne- energie, windenergie, waterkracht, aardwarmte, getijdenstromen, biomassa en golfenergie (www.SenterNovem1, nd).

De bouw startte in maart 2005, de oplevering vond in augustus 2006 plaats. Inmiddels zijn de woningen 4 jaar bewoond. Hoofdstuk 5 geeft een beschrijving van dit project.

1.2 Probleemstelling

De laatste tijd zijn goed geïsoleerde woningen regelmatig in het nieuws, met name over het feit dat goed geïsoleerde woningen in combinatie met gebalanceerde ventilatie gezondheidsklachten op zouden leveren. Gebalanceerde ventilatie, ook wel warmte terugwin installatie genoemd (WTW) is een vorm van mechanische ventilatie waarbij de af- en toevoer van lucht in de woning mechanisch plaatsvindt. Vaak heeft het balansventilatiesysteem ook een warmte terugwinning: de lucht die van buiten komt wordt eerst opgewarmd door de lucht die naar buiten gaat. Zo gaat er minder warmte verloren en wordt minder energie gebruikt (Hessels, 2008).

De wijk Vathorst in Amersfoort is een voorbeeld van een wijk met goed geïsoleerde woningen met een gebalanceerd ventilatiesysteem. In 2006 hebben 36 bewoners van deze

wijk zich bij de GGD Eemsland gemeld met gezondheidsklachten, zoals vermoeide of tranende ogen, neusklachten, hooikoorts, keelpijn, luchtwegklachten, astma, doorslaapproblemen, concentratieproblemen en extreme vermoeidheid (Duijm et al., 2007). De klachten zouden ontstaan zijn door de aanwezigheid van een gebalanceerd ventilatiesysteem in de woning, waardoor het binnenmilieu verslechterde. Naar aanleiding van deze klachten is een onderzoek gestart naar gezondheidsklachten in relatie tot goed geïsoleerde woningen en de soort ventilatie. Uit het onderzoek in Amersfoort bleken de klachten significant samen te hangen met de aanwezigheid van gebalanceerde ventilatie (Duijm et al., 2007). TNO (Organisatie voor Toegepast- Natuurwetenschappelijk Onderzoek) heeft in 2006 literatuuronderzoek gedaan naar de relatie tussen gezondheid en energiezuinig bouwen (Cox, 2006). Uit dit onderzoek komt naar voren dat er weinig bekend is over de relatie tussen energiezuinige gebouwen en de gezondheid van de bewoners (Cox, 2006). Voor de wijk Vathorst blijkt inmiddels dat de gezondheidsproblemen niet zijn veroorzaakt door het ventilatiesysteem, maar door de installatie ervan (NRC Handelsblad, 2008). Hoewel de installaties aangelegd moeten worden door een gecertificeerd installateur, volgens specifieke normen en bovendien moeten voldoen aan het bouwbesluit, blijkt dat veel installaties niet goed zijn aangelegd, niet zijn ingeregeld en niet voldoen aan de minimale ventilatie eisen, met alle gevolgen voor de gezondheid (Van de Winkel, 2008).

Naast de relatie tussen energiezuinige woningen en gezondheid, is er over de relatie tussen energiezuinige woningen, bewonersgedrag en tevredenheid met de woning ook weinig bekend. Gezondheid is weliswaar een belangrijk aspect, maar bij tevredenheid over het wonen in een energiezuinige woning zijn andere aspecten van belang. Zo kan er bijvoorbeeld gedacht worden aan de tevredenheid met- en het gebruik van de gebouwgebonden installaties.

1.3 Doelstelling en vraagstelling

De doelstelling van het onderzoek is

- inzicht te krijgen in de ervaringen van bewoners van energiezuinige woningen met betrekking tot specifieke aspecten van deze woningen: gebouwweigenschappen en gebouwgebonden installaties;
- inzicht te krijgen in bewonersgedrag in energiezuinige woningen;
- inzicht te krijgen in het belang van deze aspecten in relatie tot de gezondheid en de tevredenheid met het wonen in een energiezuinige woning.

Deze inzichten kunnen gebruikt worden bij nieuw te ontwikkelen energiezuinige woningen.

De centrale vraagstelling van dit onderzoek is:

Zijn in energiezuinige woningen ten opzichte van vergelijkbare normale woningen verschillen te destilleren betreffende gezondheid, bewonersgedrag en tevredenheid over de woning?

Om het antwoord op de centrale vraagstelling te kunnen geven, is deze verdeeld in een aantal deelvragen. De deelvragen worden deels door literatuuronderzoek beantwoord (1, 2, 3) en deels door praktijkonderzoek (4,5,6). Het praktijkonderzoek bestaat uit het bestuderen van documenten over het bouwproces van de woningen en het schriftelijk enquêteren van bewoners.

1 Energiebesparing in woningen

1a Waarvoor is energie nodig in een woning?

1b Hoe kan energie worden bespaard?

2 Energiezuinige woningen

- a Hoe luidt de regelgeving voor energiezuinige woningen?
- b Welke aspecten in een energiezuinige woning, wat betreft gebouw en installaties, maken de woning energiezuinig?
- c Welk gedrag wordt geadviseerd bij het wonen in een energiezuinige woning?
- d Welke aspecten wat betreft energiegebruik van gebouw en installaties maken een woning minder energiezuinig?

3 Relatie gezondheid en energiezuinige woningen

- 3a Wat is de relatie tussen wonen en gezondheid?
- 3b Wat is bekend over de relatie tussen energiezuinige woning en gezondheid?

4 Casus de Groene Kreek.

- 4a Welke aspecten van energiezuinige woningen zijn gerealiseerd in de casus?

5 Wonen in energiezuinige woningen

- 5a Is er in 5 jaar aan de woningen in de Groene Kreek iets veranderd? Zo ja wat en waarom?
- 5b In hoeverre verschillen de ervaringen in wonen en gezondheid tussen bewoners van oude niet energiezuinig gebouwde woningen, nieuwe niet energiezuinig gebouwde woningen en nieuwe energiezuinig gebouwde woningen?
- 5c Hoe is de gezondheid van bewoners in een energiezuinige woning in vergelijking met niet-energiezuinige woningen?
- 5d Ervaren bewoners van
 - oude, niet energiezuinig gebouwde woningen;
 - nieuwe, niet energiezuinig gebouwde woningen;
 - nieuwe, energiezuinig gebouwde woningenverschillen in wonen en gezondheid?

1.4 Onderzoekmethode

De beste manier om te weten te komen hoe het is om in een energiezuinige woning te wonen, is dit aan de bewoners te vragen middels een enquête, zij zijn immers ervaringsdeskundigen. De buurt “de Groene kreek” in Zoetermeer is gekozen als onderzoekswijk omdat dit een van de eerste buurten in Nederland is met woningen die met een (voor die tijd) lage EPC gebouwd zijn. De bewoners hebben dus ervaring met het wonen in een energiezuinige woning.

Dit onderzoek is te zien als een inventariserend en vergelijkend onderzoek. Omdat er gebruik gemaakt wordt van een (schriftelijke) enquête kan ook gesproken worden van een survey onderzoek (Baarda, 2001).

Inventariserend: bij dit onderzoek wordt geïnventariseerd wat de mogelijkheden zijn voor duurzame woningen en welke van die mogelijkheden in de Groene Kreek daadwerkelijk gerealiseerd zijn.

Vergelijkend: de woningen van de groene Kreek worden vergeleken met vergelijkbare, niet energiezuinige woningen.

Survey: informatie van bewoners wordt door middel van een schriftelijke enquête verkregen.

Het verzamelen van gegevens gebeurt door:

- 1 literatuuronderzoek;
- 2 bronnenonderzoek;
- 3 opstellen en uitvoeren enquête.

Ad 1 en 2.

Over energiebesparing in woningen is een aanzienlijke hoeveelheid wetenschappelijke- en vakliteratuur gevonden op internet en in bibliotheken. Zoekmachines zijn gebruikt om informatie over bepaalde onderwerpen te vinden. Gebruikte zoekwoorden hierbij waren onder andere energiebesparing, duurzaam bouwen, energie nul woning, energy use, sustainable development, low energy building, building related sickness. Ook gaven literatuurlijsten een beeld van beschikbare bronnen. Via de gemeente Zoetermeer is toegang verkregen tot documenten met betrekking tot de buurt “de Groene Kreek”, zoals brieven, plattegronden, bouwtekeningen en beleidsstukken, zoals de startnotitie en het convenant.

Ad 3

Op basis van literatuur is een checklist ontwikkeld voor energiezuinig bouwen en wonen. Daarbij ging het onder andere over energiebesparende maatregelen, gezondheid en bewonersgedrag. Deze checklist diende als basis voor het opstellen van een schriftelijke enquête. De enquête was gericht aan de inwoners van de buurt de Groene Kreek. Zij zijn immers ervaringsdeskundigen. De enquête diende dan ook om inzicht te krijgen hoe bewoners omgaan met de gebouwgebonden apparatuur en hoe de ervaringen van bewoners met de energiezuinige woningen in de Groene Kreek waren.

De vragen gingen over de onderwerpen gezondheid, woongedrag en tevredenheid met de aspecten die gerelateerd zijn aan de EPC: gebouwaspecten, gebouwgebonden installaties en bewonersgedrag.

De enquête bestond deels uit gesloten vragen, waarbij de antwoordmogelijkheden gegeven werden bij de vraag, zoals aanwezig of afwezig. Een ander deel van de enquête bestond uit stellingen. Er werd bijvoorbeeld gevraagd naar de meningen van de bewoners over diverse onderwerpen, zoals apparatuur, tevredenheid over installaties, gebruiksgemak en onderhoud van installaties. De mogelijke antwoorden gaven de keuzemogelijkheid op basis van een 4 puntenschaal. De keuzes waren: geheel eens, gedeeltelijk mee eens, gedeeltelijk niet mee eens en niet mee eens. Deze antwoorden werden in het verslag verwerkt in staafdiagrammen. Bij iedere vraag werd de mogelijkheid gegeven een opmerking te plaatsen over de motivatie van het antwoord. Aan het einde van de enquête werden nog open vragen gesteld, waarin knelpunten en verbeterpunten aan bod kwamen.

Voordat de enquête aangeboden werd aan de onderzoeksgroep is de enquête voorgelegd aan een vijftal proefpersonen. Ook heeft iemand die gespecialiseerd is in het opstellen van enquêtes de enquête beoordeeld op stijl en duidelijkheid van de vragen.

De (schriftelijke) enquête werd met aanbiedingsbrief aangeboden aan de bewoners van de woningen in de Groene Kreek. Alle bewoners van de Moldoustream en de Nijlstream kregen circa een week vooraf een schriftelijk verzoek om aan de enquête mee te doen. Men kon dan aangeven niet aan de enquête mee te willen/ kunnen doen. Een week na het verzenden van het verzoek om mee te doen werden de enquêtes verzonden. Na 14 dagen werden de ingevulde enquêtes persoonlijk opgehaald. Gestreefd werd naar 20-25 ingevulde enquêtes (minimaal 70% respons van de verstuurdde enquêtes).

Als controlegroep werd een vergelijkbare procedure gevolgd. Gekeken werd naar een wijk uit ongeveer hetzelfde bouwjaar waar bij de bouw geen speciale energiebesparende maatregelen waren genomen en een wijk met qua grootte vergelijkbare woningen die ongeveer 10 jaar eerder gebouwd waren.

1.4.1 Afbakening van het onderzoek

Het onderzoek richtte zich op het wonen in energiezuinig gebouwde huizen. Het onderzoek werd afgebakend naar gebied, tijd, ervaring en aantal.

Gebied: alle onderzochte woningen stonden in Zoetermeer. In totaal zijn drie soorten woningen onderzocht:

- 1 energiezuinige woningen in de buurt “de Groene Kreek” in de wijk Oosterheem;
- 2 een straat in Oosterheem die niet specifiek energiezuinig gebouwd is in dezelfde periode;
- 3 een straat met woningen die ca 10 jaar eerder gebouwd waren.

Tijd: het onderzoek werd uitgevoerd in 2 jaar tijd.

Ervaring: de ervaringen van het wonen in energiezuinige woningen werden onderzocht in vergelijking met niet-energiezuinige woningen. Wat niet in het onderzoek werd meegenomen was het participatietraject dat aan de bouw van de energiezuinige woningen vooraf ging. Dit participatietraject hield in dat de toekomstige bewoners konden meepraten en meebeslissen over het ontwerp van de woning en de woonomgeving.

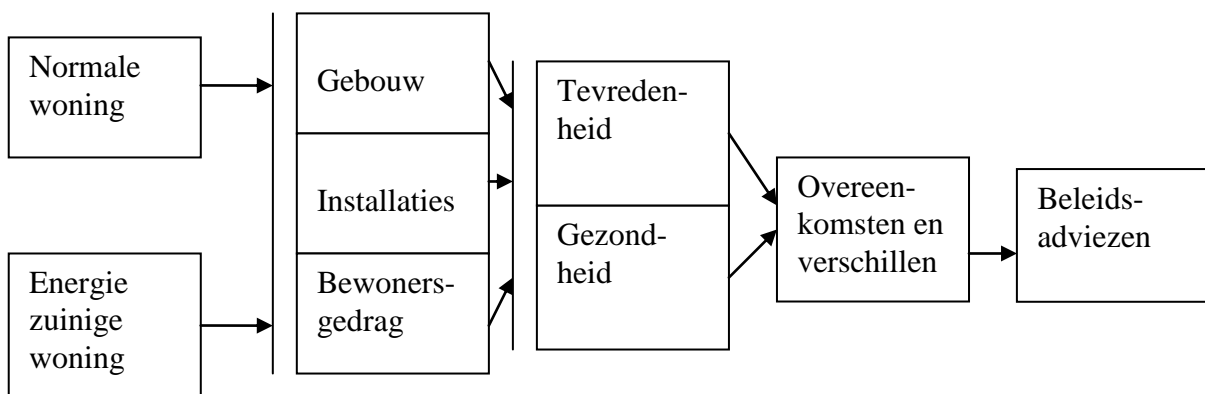
Aantal: gestreefd werd naar volledig ingevulde enquêtes bij 20-25 huishoudens die wonen in de Groene Kreek en twee keer 10 ingevulde enquêtes in de controlewijken.

1.4.2 Onderzoekmodel:

Het onderzoek kan schematisch weergegeven worden volgens figuur 1.1.

Figuur 1.1 Onderzoekmodel

Onderzoeksobject Onderzoeksaspecten Conclusies Aanbevelingen



2 Energiegebruik in woningen

2.1. Energiegebruik in een woning

In dit hoofdstuk wordt deelvraag 1 over energiebesparing in woningen verder uitgewerkt.

Deze vraag bestaat uit twee deelvragen:

1a Waarvoor is energie nodig in een woning?

1b Hoe kan energie worden bespaard?

Om deze deelvraag te kunnen beantwoorden worden de woning en de bewoners van de woning in relatie tot het energiegebruik nader bekeken. Hierbij wordt uitgegaan van een conventionele woning, dat wil zeggen een woning die voor het jaar 2000 en niet energiezuinig gebouwd is. In paragraaf 2.2 worden de factoren voor het energiegebruik besproken, gevolgd door manieren om energie te besparen. Paragraaf 2.3 behandelt de wijzen waarop energie bij verwarmen bespaard kan worden. Paragraaf 2.4. behandelt het warmwatergebruik, paragraaf 2.5 apparatuur. De laatste factor, het bewonersgedrag, wordt besproken in paragraaf 2.6. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een beschrijving van een niet energiezuinige woning.

2.2. Factoren voor het energiegebruik

Een huishouden gebruikte in 2009 gemiddeld 1.628 m³ aardgas en 3.036 kWh elektriciteit per jaar. Omgerekend in MJ is dit respectievelijk 56.980 en 10.929 MJ.

(Ministerie van VROM& CBS, 2009). Aardgas en elektriciteit zijn nodig voor het verwarmen van de woning, productie van warm water en het gebruik van (elektrische) apparatuur.

De hoogte van het energiegebruik per huishouden hangt af van een aantal factoren, waaronder (Uijterlinde, 2000):

- De samenstelling van het huishouden;
- Het type woning;
- Het bouwjaar van de woning.

Ieder huishouden gebruikt gas voor verwarming en elektriciteit voor apparatuur en verlichting. Het elektriciteitsgebruik in een woning hangt af van het aantal apparaten en de verlichting die men in huis heeft. Bepalend voor het aantal apparaten en verlichting is ten eerste het aantal personen in het huishouden. Bij eenpersoonshuishoudens bedroeg het gemiddelde elektriciteitsverbruik in 2009 1.980 kWh, bij tweepersoonshuishoudens 3.160 kWh en bij de huishoudens met kinderen 4.270 kWh (Ministerie van VROM& CBS, 2009). De tweede factor die de hoogte van het elektriciteitsgebruik bepaalt is het inkomen van het huishouden. In huishoudens met een inkomen hoger dan twee keer modaal was in het jaar 2000 het elektriciteitsgebruik twee keer zo hoog: 4.100 kWh per jaar bij een inkomen meer dan twee maal modaal tegenover 2.300 kWh per jaar bij een modaal inkomen (VROM, 2003).

2.2.1 Het type woning

De verdeling van het type woningen in Nederland is als volg (VROM, 2003):

- Rijtjeshuizen 40 % (van deze rijtjeswoningen is ruim 40 % een hoekwoning);
- Vrijstaand of twee onder 1 kap 30 %;
- Meergezinswoningen 30 %.

40 % rijtjeswoningen betekent dat er in Nederland ongeveer 2,8 miljoen rijtjeswoningen zijn.

Het type woning heeft invloed op het gemiddelde gasgebruik omdat gas gebruikt wordt voor het verwarmen van de woning. Een vrijstaande woning gebruikt het meeste gas, een flatwoning het minste. Het gemiddelde gasverbruik per jaar van een rijtjeswoning bedroeg in 2004 1.560 m³ (SenterNovem, 2007). Voor het elektriciteitsverbruik is het type woning minder bepalend, vooral de samenstelling van het huishouden is bepalend voor het elektriciteitsgebruik (zie vorige alinea).

2.2.2. Het bouwjaar van een woning

Jongere woningen zijn doorgaans beter geïsoleerd, zodat minder energie nodig is om de woning te verwarmen. Eind zeventiger jaren bedroeg het aardgasgebruik voor het verwarmen van een woning en warm water productie gemiddeld 3.100 m³ per jaar. In 2009 bedroeg dit circa 1.628m³ aardgas per jaar (Ministerie van VROM& CBS, 2009).

Tussen 1995 en 2000 zijn in 1 miljoen woningen conventionele cv- ketels (met een normaal rendement) vervangen door VR en HR- ketels (Verbeterd rendement en Hoog Rendement)(VROM, 2003).

Nieuwere woningen zijn vaak luxer dan oudere woningen door verbeteringen aan het sanitair, ventilatievoorzieningen en verwarmingsinstallaties. Zo had in 1995 39% van alle woningen een bad en een douche, in 2000 was dit 44%. Dit is een toename van een half miljoen woningen. Dit betekent dus dat bij oudere woningen het gasgebruik hoger is en het warmwatergebruik lager.

2.3. Verwarmen en warmteverlies

Verwarmen van de woning is nodig om de woning op een aangename temperatuur te brengen en het verlies aan warmte in de woning te compenseren. Bij de Nederlandse huishoudens vraagt ruimteverwarming het meeste energie: verwarming neemt ongeveer de helft van de vraag naar primaire energie voor zijn rekening (Blok, 2007). Zo werd in 2007 voor verwarming gemiddeld 1.085 m³ aardgas gebruikt per huishouden, voor warm water 380 m³ en voor koken 65 m³ aardgas (www. Energiened.nl). Tot de jaren 60 van de vorige eeuw werd voor het verwarmen van de woning gebruik gemaakt van kolen- en oliekachels, de laatste 50 jaar hebben de meeste woningen centrale verwarmingssystemen. Een woning wordt verwarmd als de temperatuur in de woning te laag is. De warmte in de woning kan echter verloren gaan.

Voor verlies aan warmte in een woning zijn drie processen verantwoordelijk: transmissie, ventilatie en conversie (www SenterNovem, n.d.).

Transmissie

Transmissie is verantwoordelijk voor het verlies aan warmte door het dak, muren, ramen en vloer. Dit wordt ook wel de schil van een gebouw genoemd. Transmissie ontstaat door warmteoverdracht aan de buitenlucht en is afhankelijk van het temperatuurverschil binnen en buiten de woning. Het warmteverlies door transmissie bedraagt bij een gemiddelde rijtjeswoning 68 % van het totale warmteverlies (De boer et al, 2003a). Verreweg de meeste warmte in huis gaat verloren via de ramen (Schievink, 2003). Het warmteverlies via ramen bedraagt 6,3 kW/m² in een matig geïsoleerde woning, 3,5 kW/M² in een goed geïsoleerde woning. Via de zijmuur bedraagt het warmteverlies 2,2 kW/M². Zijn de muren goed geïsoleerd dan is het warmteverlies via de muren afgenomen naar 0,9 kW/M². Tabel 2.1 geeft het warmteverlies aan in een matig- en een goed geïsoleerde woning.

	Matig geïsoleerde woning		Goed geïsoleerde woning	
	kW/ m ²	%	kW/ m ²	%
Glas	6,3	36 %	3,5	37%
Ventilatie	3,5	20 %	2,3	24 %
Vloer	3,4	18 %	1,5	16 %
Dak	2,2	13 %	1,3	14 %
Zijmuur	2,2	13 %	0,9	9 %
Totaal	17,6	100%	9,5	100%

Tabel 2.1 Warmteverlies, opgesplitst in verschillende componenten bij een woning die matig dan wel goed geïsoleerd is (Schievink, 2003).

Het totale warmteverlies van de woning is afhankelijk van de isolatie van de woning. Tabel 2.2 geeft het warmteverlies weer van een vrijstaande woning, gemeten van oktober tot mei. Hieruit blijkt dat het warmteverlies door transmissie door goed isoleren van de woning met meer dan de helft verminderd kan worden.

Warmteverliezen door transmissie	Totaal warmteverlies van oktober tot mei
Slecht geïsoleerde woning	10.033 W
Matig geïsoleerde woning	5.741 W
Goed geïsoleerde woning	4.600 W

Tabel 2.2: warmteverliezen door transmissie (ODEV, 2002)

Ventilatie

Ventileren is het verversen van (verontreinigde) binnenlucht door buitenlucht. Omdat de verse buitenlucht doorgaans een lagere temperatuur heeft dan de afgevoerde binnenlucht, treedt warmteverlies op. Warmteverlies door ventilatie bedraagt ca 20% van het totale warmteverlies. Zie tabel 2.2. (Schievink, 2003).

Conversie

Men spreekt van conversie als de ene energievorm in de andere wordt omgezet (Blok, 2006). Bij conversie treedt altijd energieverlies op. Zo geeft bijvoorbeeld het gebruik van technische apparatuur energieverlies bij het omzetten van energie in warmte, het energetisch rendement is nooit 100 %. Het totale verlies door conversie in een woning bedraagt ca 10%.

2.3.1 Factoren in de woning die invloed hebben op verwarming

De volgende factoren hebben invloed op de hoeveelheid energie die nodig is om de woning te verwarmen:

- Isolatie van de woning. Als de woning goed geïsoleerd is gaat er minder warmte verloren door transmissie (paragraaf 2.3.1.1);
- Keuze van verwarmingsapparatuur (paragraaf 2.3.1.2);
- Ontwerp van het gebouw (paragraaf 2.3.1.3.);
- Gedrag van de bewoners (paragraaf 2.6).

2.3.1.1. Isolatie

Ieder materiaal heeft een bepaald warmtegeleidend vermogen. Het ene materiaal geleidt warmte beter dan het andere materiaal. Hoe hoger het geleidend vermogen, hoe slechter het materiaal isoleert. Het warmtegeleidend vermogen wordt uitgedrukt in de

warmtegeleidingcoëfficiënt λ , die aangeeft hoeveel warmte er stroomt door een laag materiaal met een dikte van 1 meter en een oppervlak van 1 m² bij een temperatuurverschil van 1 K. λ Wordt uitgedrukt in W/m.K. Hoe groter λ , hoe gemakkelijker het materiaal de warmte geleidt (Van der Linden, 1998a). Dit betekent dat materialen met een lage λ waarde het best isoleren.

Isolatiematerialen die gebruikt worden voor de isolatie van muren, dak en vloer verminderen de energievraag en het energiegebruik van een woning omdat de transmissie van warmte vermindert (zie paragraaf 2.3). Isolatiewaarden worden uitgedrukt in Rc- waarden. De letter R staat voor warmteweerstand en de letter C voor constructie. De R- waarde hangt af van het soort materiaal met een bepaalde λ) en de dikte daarvan (Blok, 2006). De Rc-waarde heeft dus betrekking op de warmteweerstand van een constructie.

Aangezien een muur bestaat uit verschillende materialen met diverse diktes, wordt voor elk materiaal apart bepaald in welke mate de warmte tegengehouden wordt. Op basis van alle waarden samen wordt de totale Rc-waarde berekend. Een hogere warmteweerstand wijst hierbij op een betere isolatiewaarde (Mollen, 2007). De Rc- waarde wordt uitgedrukt in M²K/W. Hierbij is M² het aantal vierkante meters, K is het aantal graden (Kelvin) temperatuurverschil en W is de warmtestroom in Watt. Een vertaling van de Rc- waarde naar de mate van isolatie wordt weergegeven in tabel 2.3. Hieruit blijkt dat een goede isolatie een Rc- waarde heeft van twee of hoger.

Mate van isolatie	Bijbehorende Rc- waarde
Niet	<0,5
Matig	0,9
Redelijk	1,3
Goed	2-2,5
Zeer goed	>3,5

Tabel 2.3: Mate van isolatie met de daarbij behorende Rc- waarde (Menkveld, 2005)

Hoe de woning geïsoleerd kan worden wordt beschreven in bijlage 1.

2.3.1.2. Keuze verwarmingsapparatuur

Warmte kan opgewekt worden door verwarmingsketels. Hierbij zijn er 3 varianten te onderscheiden met een verschillend rendement. (Rendement is de verhouding tussen de uitgaande nuttige energie en de energie die erin gaat) (Van der Laag & Ruijg, 2002):

- CR ketel (conventionele ketel): heeft een rendement van 80 %;
- VR ketel (verbeterd rendement ketel): heeft een rendement van 90 %;
- HR ketel (hoog rendement ketel): heeft een rendement van 90-107 %.

Bij een HR ketel worden de rookgassen niet gelijk naar buiten afgevoerd. De warmte van de rookgassen wordt gebruikt om het water dat door de ketel stroomt te verwarmen. Dit gebeurt door condensatie: het retourwater in de ketel is koud, de rookgassen zijn warm en condenseren. Hierbij komt warmte vrij die het retourwater opwarmt. Daarom kan het rendement hoger zijn dan 100%.

De hoogte van het rendement hangt niet alleen af van de warmtebenutting uit de rookgassen en de temperatuur van het warmtesysteem, maar ook van de temperatuur van het systeem. Het rendement van een systeem met lage temperatuurverwarming is hoger dan een systeem met hogere temperaturen, omdat er minder energie nodig is voor het verwarmen (Koene, Jong & Kaan, 2001).

De keuze van verwarmingsapparatuur heeft invloed op het energiegebruik in de woning: hoe hoger het rendement van de apparatuur, hoe minder primaire energie nodig is.

Bij de keuze van een verwarmingsstelsel is niet alleen het rendement, maar ook het vermogen van een verwarmingsketel belangrijk: de verwarmingsketel moet aangepast zijn aan de grootte van het woonhuis. De ideale ketel moet op volle kracht kunnen werken bij zeer koud weer en op lagere kracht gedurende de rest van het stookseizoen (Vanderkerckhove, 2007). Voor een schatting welk vermogen er nodig is kan de volgende formule gebruikt worden:

Benodigd vermogen = inhoud woning in m³ x 0,065 kW (www.vergelijkcvketels, n.d.).

Deze formule is globaal omdat er een aantal factoren is waar rekening mee gehouden moet worden, zoals de isolatie, aantal radiatoren, vloerverwarming etc.

2.3.1.3. Ontwerp van het gebouw

Ontwerpfactoren die van invloed zijn op het energiegebruik van de woning zijn:

- de compactheid van een woning;
- de zonering;
- de oriëntatie.

Compactheid

De compactheid van een woning is de verhouding tussen het volume van de woning en het warmteverliesoppervlak (alle oppervlakten die het volume van het gebouw scheiden van de buitenomgeving) (Mollen, 2007). Energieverlies ontstaat immers onder andere door transmissieverlies aan het oppervlak (zie paragraaf 2.3.). Een energiezuinig gebouw heeft een zo groot mogelijk volume bij een zo klein mogelijke gebouwschil. Dit is als het gebouw een kubus benadert. Bij een rechthoekig gebouw hangt de verhouding tussen het volume en het warmteverliesoppervlak af van de hoogte, de lengte en de breedte (Phistol, 1998a).

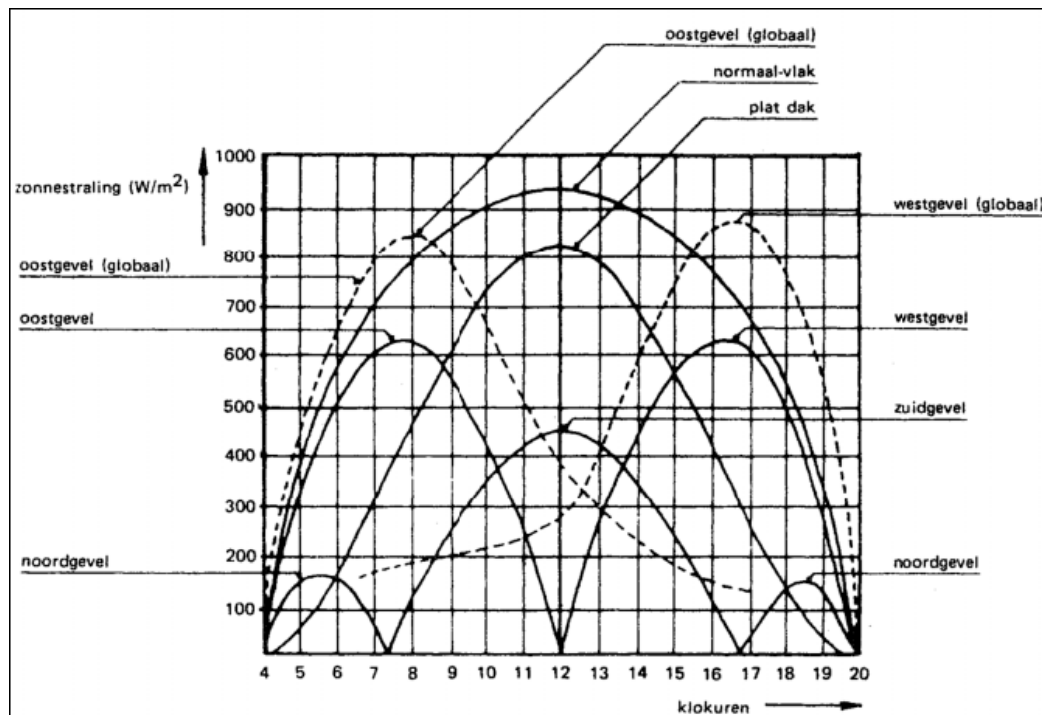
Zonering

Ruimtes die weinig gebruikt worden, zoals o.a. garage, toilet en bergruimte, kunnen het best op het noorden gericht worden. Zo vormen deze ruimtes een buffer tussen de koude buitenlucht in het noorden en de te verwarmen leefruimtes (Mollen, 2007).

Oriëntatie

Gaat zonering over het plaatsen van ruimtes ten opzichte van elkaar, oriëntatie heeft te maken met de ligging van de woning ten opzichte van de zon. Goede oriëntatie van de woning zorgt ervoor dat de energie die de zon levert maximaal wordt benut. Figuur 2.1 laat zien wat de zonbelasting is op vlakken in de woning met een bepaalde zon oriëntatie.

Figuur 2.1 Zonbelasting gedurende een etmaal in juli op 50°N.B. op vlakken met verschillende oriëntatie (Schievink, 2003).



Een zongerichte woning heeft verblijfsruimten (woonkamer, slaapkamers) die uit energetische overwegingen bij voorkeur aan de zonzijde van de woning liggen (Mollen, 2007 36). De zonnewarmte wordt optimaal benut als de ruimtes als volgt georiënteerd zijn (Phistol, 1998a):

Woonkamer: Zuid (Zuidoost, zuidwest)
 Keuken: Oost of west
 Toilet: Noordwest of Noordoost
 Slaapkamer: Oost of Zuidoost
 Ingang: Noord
 Badkamer: Naar believen

2.4. Warm tapwater productie

Naast verwarmen is de productie van warm tapwater een belangrijke energiegebruiker. Zo gebruikte een gemiddeld huishouden in 2007 1.085 m^3 aardgas voor verwarmen en 380 m^3 aardgas voor de bereiding van warm water (www. Energiened.nl, nd). Douche en wasmachine zijn de grootste warmwater gebruikers. Samen gebruiken zij 80 % van de energie die nodig is in een huishouden voor de bereiding van warm water (Van Deelen, 2008). Het aantal personen dat in de woning woont is een belangrijke factor bij het gebruik van warm water. Het warme water wordt geproduceerd door elektrische of gasegestookte installaties. Tegenwoordig wordt water ook steeds meer verwarmd door zonne-energie. Eind 2004 waren er in Nederland 83.529 zonneboilers geïnstalleerd, eind 2008 waren dat er 104.387 (www. stattline.CBS, n.d.). Op 7 miljoen huishoudens betekent dit een percentage van 1,5 % in 2008 en 1,2% in 2004.

De rendementen voor de bereiding van warm tapwater zijn lager dan die voor ruimteverwarming: het rendement van apparatuur voor warmwaterbereiding ligt tussen de 40 en de 50 %. (Het rendement van een verwarmingsketel is hoger dan 80%, zie paragraaf

2.3.1.2). Dit komt omdat het tappunt meestal verwijderd is van het verwarmingstoestel. In het algemeen kan gezegd worden dat het rendement van een warmwatertoestel door deze leidingverliezen tweederde bedraagt van het rendement van een vergelijkbaar verwarmingstoestel (www.bouwbesluit, n.d.).

Warm water wordt opgewekt via een afzonderlijk systeem of in combinatie met de CV-ketel (combi-ketel). Bij de afzonderlijke tapwatervoorzieningen gaat het om keukengeisers, badgeisers en elektrische of gasgestookte boilers (VROM, 2003).

Niet alle soorten warmwater apparatuur hebben hetzelfde rendement (zie tabel 2.5), keuze van het toestel heeft dus invloed op het energiegebruik. Een geiser heeft het hoogste rendement (45-50 %), gevolgd door een combiketel (45%).

Niet alleen het soort toestel dat men kiest, maar ook de zogenaamde comfortklasse heeft invloed op het energiegebruik. Een hoge comfortklasse betekent een hogere capaciteit. Een toestel met een hoge capaciteit kan echter bij bepaalde gebruikspatronen ongunstig uitpakken. Is de capaciteit van het toestel hoger dan het werkelijke gebruik, dan wordt er weinig water met een te hoog vermogen verwarmd, zodat een lager rendement gerealiseerd wordt. Het energiegebruik ligt hier dus hoger dan bij een toestel met een lagere comfort klasse (www.bouwbesluit, n.d.; www.senternovem4, n.d.).

Type	Gemiddeld Rendement	Marktaandeel
Gasboiler	40%	3%
Combiketel voorraad	40%	13%
Combiketel doorstroom	45%	45%
Keukengeiser	45%	22%
Badgeiser	50%	17%

Tabel 2.4: Apparatuur voor warmwaterbereiding: rendementen marktaandeel (Van der Laag & Ruijg, 2002).

Een zonneboiler is een energiezuinige toepassing voor warmwater bereiding. Een zonnecollector vangt zonnestraling op en zet die om in warmte. Deze warmte wordt opgeslagen in een voorraadvat met water. Als de zon niet voldoende schijnt zorgt een naverwarmer ervoor dat er toch warm water geleverd kan worden (Vanhees, 2007).

Zonneboilers worden beschreven in bijlage 3.

2.5. Apparatuur

In iedere woning zijn verschillende soorten apparatuur aanwezig, zoals apparatuur benodigd voor de productie van warmte, warm water, ventilatie, verlichting, wassen en drogen en geluidsapparatuur. Apparatuur benodigd voor de productie van warmte, warm water en ventilatie valt onder de gebouwgebonden apparatuur. De overige apparatuur valt onder de niet- gebouwgebonden apparatuur. De tendens van de laatste jaren is dat er in huishoudens steeds meer huishoudelijke apparatuur aanwezig is. In totaal is het elektriciteitsgebruik ten opzichte van 1990 in huishoudens met 20 % toegenomen. Dit komt onder andere door de aanschaf van tijdbesparende apparatuur zoals vaatwassers en wasdrogers in huishoudens waarin beide partners werken. Ook zijn twee of meer televisies of computers per huishouden heel gewoon (Boonstra et al, 2006). De verdeling van de elektriciteitsvraag voor alle apparatuur is als volgt (zie tabel 2.5):

Elektriciteitsvraag	percentage
Reiniging	22 %
Koeling	17 %
Verlichting	16 %
Verwarming	15 %
Audio/video	14 %
Koken	5 %
Overig	11 %

Tabel 2.5: Elektriciteitsvraag met bijbehorend percentage (Boonstra et al, 2007 pag 86)

Verouderde apparaten gebruiken doorgaans meer energie. Een goed voorbeeld hiervan is het verschil in rendement van een CR- en een HR- verwarmingsketel (zie paragraaf 2.3.1.2). Ook het wel of niet aanschaffen van apparatuur speelt een belangrijke rol in het energiegebruik. Apparaten zoals een zonnepaneel of een sauna zijn grote energiegebruikers: zij hebben een vermogen van respectievelijk 1.600 en 2.000 kWh. Andere apparaten die veel stroom gebruiken zijn waterkokers (1.725 kWh), espressomachines (1.200kWh), keramische kookplaten (1.360 kWh), inductiekookplaten (1.400 kWh) combimagnetron (1.100 kWh) en elektrische ovens (1.580 kWh) (SenterNovem, 2007).

Bij het gebruik van elektrische kook- apparatuur kan er wel een kanttekening geplaatst worden, want voor het bereiden van voedsel en het koken van water is altijd energie nodig. Zo is het stroomverbruik van een waterkoker hoog, zeker als er naar het primaire energiegebruik gekeken wordt (het rendement van het opwekken van elektriciteit bedraagt 40%). Maar een waterkoker slaat direct af als het water kookt. Water dat gekookt wordt op een gaspitt moet zelf uitgezet worden. Als er niet meer water gekookt wordt dan benodigd, dan gebruikt de waterkoker ongeveer evenveel energie als het gasfornuis.

Voor het koken op een fornuis geldt dat een gasfornuis de meest energiezuinige kookwijze is. Elektrische kookplaten gebruiken het meeste energie: ongeveer tweeënhalve keer zoveel energie als koken op gas. Kookplaten met inductie zijn echter wel zuinig: zij gebruiken ongeveer evenveel energie als koken op aardgas omdat deze platen een korte opwarmtijd hebben en de warmte in de pan blijft (www.milieucentraal, n.d.).

Sinds 1996 is het energielabel verplicht voor veel elektrische apparaten. Het energielabel is een etiket met gebruiksinformatie over het energiegebruik. Het is dus geen keurmerk (Boonstra et al, 2006). Bij de aanschaf van apparaten geeft het energielabel belangrijke informatie als men een keuze moet maken. De energielabels bij apparaten zijn te verdelen in 4 onderdelen (www wikipedia, n.d.):

- Het model en de gebruikte productiematerialen;
- De energieklassen die loopt van A tot G, waarbij A het meest energiezuinig is.
- Efficiëntie en capaciteit;
- Het geluid dat het apparaat tijdens het gebruik produceert.

Zo geeft een energielabel van bijvoorbeeld een koelkast de energiezuinigheid, het energiegebruik per jaar, de opslagcapaciteit en het geluidsniveau aan.

Het meest zuinige A label wordt nog eens onderverdeeld in een A+ en A++. Een A+ koelkast is minstens 13 % zuiniger dan een koelkast met een A label. Een A++ koelkast zelfs 25 % (Knoops, 2006).

2.6. Bewonersgedrag

Niet alleen de soort apparatuur en de gebouwaspecten van de woning zijn belangrijk bij het energiegebruik. Het gedrag van de bewoners is eveneens van belang. Een woning kan nog zo energiezuinig gebouwd worden, als de bewoner niet op zijn gedrag let (met name bij ventileren, verwarmen, warmwatergebruik), gaat veel effect van de toegepaste maatregelen verloren. Ook het onderhoud van apparatuur heeft invloed op het energiegebruik. Wat deze invloeden zijn, wordt beschreven in de volgende paragraaf.

2.6.1 Gedrag dat invloed heeft op het energiegebruik

Verwarmen

Het stookgedrag is de belangrijkste factor met betrekking tot het energiegebruik waar de bewoners zelf invloed op uit kunnen oefenen. De verwarming hoger zetten vraagt immers meer energie. Een 1 °C lagere kamertemperatuur betekent ruwweg 7% minder warmtegebruik per jaar (Schievink, 2003). Het niet verwarmen van ongebruikte kamers kan een energiebesparing geven van 1-2 % (SenterNovem, 2007).

Onderhoud van de gebouwgebonden apparatuur heeft eveneens invloed op het energiegebruik. Een verwarmingsketel die ieder jaar onderhouden wordt gebruikt 2-4 % minder energie dan een niet onderhouden ketel (SenterNovem 2007).

Een derde manier om energie te besparen bij het verwarmen van de woning is verlaging van de temperatuur 's nachts. Als de verwarmingthermostaat 's nachts lager is ingesteld dan overdag (de aanbevolen temperatuur is 15 °C), daalt de temperatuur 's nachts in de woning. Omdat het warmteverlies van de woning evenredig is met het temperatuurverschil tussen binnen en buiten, zal het warmteverlies bij een woning die 's nachts afkoelt geringer zijn dan wanneer de woning 's nachts niet afkoelt. De verwarming 's nachts op 15 °C zetten bespaart circa 4% van het energiegebruik voor verwarming (Koene et al, 2001).

Warm watergebruik

Ook het watergebruik voor het douchen heeft invloed op het energiegebruik. Kortere douchen kosten minder energie. In Nederland staat men gemiddeld 7,8 minuten onder de douche. Als alle leden van een huishouden twee minuten korter douchen, dan wordt per jaar 12.000 liter water bespaard en 90 m³ gas (www.milieucentraal,n.d.). Bij gebruik van een spaardouchekop wordt 40 % minder water en energie gebruikt dan bij een gewone douchekop, bij hetzelfde comfort (Vandekerckhove, 2007).

Comfortdouches zijn douches met een extra grote douchekop en/ of zijspoeiers. 1 % Van de huishoudens in Nederland heeft zo'n douche. Dit type douche gebruikt 14,4 liter water per minuut, dit is ruim twee keer zoveel water als bij een spaardouche. Bij comfortdouches is echter ook een waterbesparende variant verkrijgbaar. Deze variant (stroomklasse S) gebruikt ongeveer evenveel water als een standaard douchekop (www.milieucentraal, n.d.).

Gebruik van elektrische apparatuur

Bij het juiste gebruik van apparatuur kan men denken aan het uitzetten van apparaten die men niet gebruikt. Er zijn steeds meer apparaten op de markt die gedurende de hele dag stroom gebruiken, ook als zij de functie waarvoor het apparaat bedoeld is niet vervuld wordt. Dit heet het stand- by gebruik. Het stand- by gebruik in een gemiddeld huishouden bedraagt jaarlijks 400 tot 550 kWh. Voorbeelden van stand- by gebruik zijn lader elektrische tandenborstel/ kruimeldief (11-13 kWh), halogeenlamp (5 kWh), espresso apparaat (26 kWh), versterker (42 kWh), televisie (64 kWh), en computer (94 kWh) (Boonstra et al, 2006).

Gedragaanpassingen om in een woning energie te besparen zijn verder:

- Uitzetten van lampen als men de kamer verlaat;
- Vervangen van gloeilampen door spaar/letlampen;
- Verminderen van de gebruiksfrequentie van een aantal grote elektrische apparaten, zoals de vaatwasser en de wasdroger;
- Thermostaat lager zetten als men voor langer dan een uur de woning verlaat.

2.6.2. Stimuleren bewonersgedrag

Architecten kunnen invloed uitoefenen op het bewonersgedrag door mogelijkheden te bieden voor de plaatsing van speciale huishoudelijke apparatuur. Een voorbeeld is het aanbrengen van de mogelijkheid voor het aansluiten van gasgestookt witgoed, zoals een wasdroger op gas. Andere voorbeelden zijn het creëren van een wasdroog gelegenheid zodat een wasdroger overbodig wordt, of het aanleggen van een hotfill aansluiting voor de (af) wasmachine (dit zijn speciale machines die direct op de warmwaterkraan kunnen worden aangesloten) (Boonstra et al., 2007).

De overheid kan op diverse manieren een belangrijke rol spelen om energiezuinig gedrag te stimuleren. Een voorbeeld is het gebruiken van voorlichtingcampagnes om zaken duidelijk te maken. Hierbij worden websites en kranten door burgers als het meest geschikte communicatiemiddel gezien. Burgers vinden dat de overheid breed moet communiceren over situaties die levensbedreigend kunnen zijn. Voor de overige onderwerpen moet de informatie dusdanig ter beschikking staan zodat burgers zelf op zoek kunnen gaan (Korbee & Hovelynck, 2005).

Andere manieren waarop de overheid bewoners kan beïnvloeden is het geven van subsidie op energiebesparende maatregelen, zoals zonnepanelen en dubbel glas.

2.7. De niet- energiezuinige woning

Met behulp van gegevens uit dit hoofdstuk kan een beeld geschetst worden van een woning die voor 2000 gebouwd is. Daar waar gegevens ontbreken zijn gegevens van de Novem-referentiewoning gebruikt.

De referentiewoning

De eerste referentiewoning is in 1998 door Novem ontwikkeld. Een referentiewoning gaat uit van hoofduitgangspunten voor het bepalen van de EPC, zoals de gebruikte isolatie, type woning en verwarmingsapparatuur. Als er nieuwe woningen ontworpen worden moet een EPC berekend worden (zie paragraaf 3.2.1). Door het nieuwe woningontwerp te vergelijken met de referentiewoning, wordt het effect van de energiebesparende maatregelen zichtbaar. Sinds 1998 is de EPC- eis aangescherpt, zodat de referentiewoningen uit 1998 voor 2009 niet meer actueel zijn. Daarom is er in 2008 een nieuwe referentiewoning ontworpen (SenterNovem, 2006). Voor dit deel van het onderzoek worden gegevens van de referentiewoning uit 1998 gebruikt om het beeld van de niet- energiezuinige woning compleet te krijgen. Er is uitgegaan van een rijtjeshuis.

Woning	Soort woning	Rijtjeshuis
	Bouwjaar	1998 *
	Oppervlakte	151 m ² *
	Volume	352 m ³ *
	Oriëntatie	Divers
	Aantal slaapkamers	3
Installaties	Type verwarmingsinstallatie	HR- 100 ketel met radiatoren
	Ventilatiesysteem	Mechanische toe- en afvoer
	Type ventilator	Wisselstroom
	Ventilatioeroosters	Handbediend met schuifjes
	Type warm tapwatersysteem	Combiketel
Energieprestatie	EPC	1,2 *
	Jaarlijks energiegebruik	Elektriciteit 1.354 kWh *
		Gas 1.183 m ³ *
Isolatie, aangegeven in Rc-waarde	Muur	3,0 m ² W/K *
	Vloer	3,0 m ² W/K *
	Dak	3,5 m ² W/K *
	Glas	1,7 m ² W/K *
Gedrag	(Energiezuinig) verwarmen	Temp. 18- 20 graden
		Slaapkamers niet verwarmen
		Thermostaat lager bij afwezigheid
		Jaarlijks onderhoud verwarmingsapparatuur
	Ventileren	Dagelijks ramen openzetten
		Ventilatiestand inschakelen naar omstandigheden
		Jaarlijks onderhoud apparatuur
	(Energiezuinig) warm water gebruik	Leidingen isoleren
		Maximaal 5 minuten douchen
		Spaardouchekop

Tabel 2.6. Kenmerken van een niet- energiezuinige woning. De gegevens van deze tabel zijn afkomstig uit het voorgaande hoofdstuk. De met * aangegeven gegevens zijn afkomstig uit Novem referentiewoning (Novem, 1999).

2.8. Conclusie: antwoord op deelvraag 1

Ia Waarvoor is energie nodig in een woning?

De meeste energie in een woning wordt gebruikt voor verwarmen, warm water en het gebruik van apparatuur. Verwarming neemt ongeveer de helft van de vraag naar primaire energie voor zijn rekening. De meeste invloed op het gasgebruik (verwarmen) heeft het type woning. Zo gebruikt een vrijstaande woning het meeste gas per m² (2.624m²) en een galerijwoning het minste (1.173 m² in 2004). Het aantal personen dat in de woning woont en het inkomen hebben de meeste invloed op het elektriciteitsgebruik.

Bij woningen gaat echter warmte verloren door transmissie, ventilatie en conversie.

Transmissie ontstaat door warmteoverdracht aan de buitenlucht via dak, muren, ramen en vloer. Het warmteverlies door transmissie bedraagt bij een gemiddelde rijtjeswoning 68 % van het totale warmteverlies. Verschillende delen van de woning hebben een verschillende transmissiewaarde. Die van glas is het hoogst met 36-37 % van het totale warmteverlies door transmissie. Transmissie via de vloer bedraagt 18-13 %, via het dak 13-14% en via de muren 13-9 %. Hierbij is de eerste waarde voor een matig geïsoleerde woning, de tweede waarde bij een goed geïsoleerde woning.

Het warmteverlies door ventilatie bedraagt ca 20% van het totale warmteverlies. Het warmteverlies door conversie bedraagt ca 10% van het totale warmteverlies.

1b Hoe kan energie worden bespaard?

Besparen op verwarming

Besparen op verwarming van de woning kan door:

- De schil van de woning te isoleren. Bij isolatie is de λ - waarde van het isolatiemateriaal belangrijk;
- De keuze van verwarmingsapparatuur. Hierbij is het rendement van belang, het soort apparatuur, de energiebron en de temperatuur van het systeem (HTV of LTV verwarming).
- Het ontwerp van het gebouw heeft invloed op het energiegebruik voor verwarming: hoe meer gebruik van de warmte van de zon gemaakt kan worden, hoe minder energie er nodig is voor verwarming;
- De indeling van het gebouw: veel gebruikte ruimten aan de zonkant.

Besparen op warm water

- Het rendement van de bereiding van warm water is significant lager dan die voor ruimteverwarming: 45% tegenover meer dan 80 % voor ruimteverwarming. Dit komt onder andere door warmteverlies in de leidingen. Korte waterleidingen zorgen voor een hoger rendement;
- Douche en wasmachine zijn de grootste warmwater gebruikers (80 % van de energie voor de bereiding van warm water). Instellen van de watertemperatuur en het energielabel van de apparatuur heeft invloed op het energiegebruik;
- Men kan energie bij de bereiding van warm water sparen door de keuze van het verwarmingstoestel (rendement) en de comfortklasse (capaciteit);
- Bewonersgedrag zoals korter douchen kan het warmwatergebruik beperken.
- Een zonneboiler is een energiezuinige keuze voor warmwater bereiding.

Besparen op apparatuur

- Energie kan bespaard worden door het aanschaffen van energiezuinige apparatuur. Bij de aanschaf van apparaten geeft het energielabel belangrijke informatie bij de keuze. Een energielabel geeft onder andere de energieklassen van het apparaat aan, die loopt van A tot G, waarbij A het meest energiezuinig is.
- Apparatuur bewust gebruiken: alleen als het nodig is en zo efficiënt mogelijk;
- Apparatuur goed onderhouden, want niet onderhouden apparatuur gebruikt meer energie.

Energiebesparend bewonersgedrag

Tenslotte is het gedrag van de bewoners van belang. Een woning kan nog zo energiezuinig gebouwd worden, als de bewoner niet op zijn gedrag let hebben de energiezuinige maatregelen geen effect. Bij bewonersgedrag is met name ventileren, verwarmen, warmwatergebruik en het gebruiken van de gebouwgebonden apparatuur belangrijk.

Er zijn dus verschillende manieren waarop in woningen energie kan worden bespaard. Maar er zijn evenzoveel variabelen, zoals de woning zelf (grootte, isolatie, ligging), de apparatuur

(hoeveelheid en soort apparaten) en het gebruik door mensen (verwarmen, warm water gebruik, gebruik van apparatuur). Er zijn geen uitgebreide technische maatregelen nodig om een energiezuinige woning te krijgen. Zo kan een hoge isolatiegraad een warmteverlies van 17,6 kW terugbrengen tot 9,5 kW per m² (tabel 2.2).

In hoofdstuk 3 wordt onderzocht aan welke voorwaarden een woning moet voldoen om energiezuinig te kunnen worden genoemd en tevens welk gedrag bewoners van die woning moeten vertonen om daar goed mee om te gaan.

3 Energiezuinige woningen

De eerste en de tweede oliecrisis maakte eind jaren zeventig, begin jaren tachtig de wereld voor het eerst bewust van de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen en de kwetsbaarheid van onze levensstijl. Om de crisis te lijf te gaan werd zwaar ingezet op energiebesparing. Zo kon er veel energie bespaard worden door het dichtens van kieren in woningen (Borstboom & Opstelten, 2008).

Een aantal jaren later, in 1987 zette de World Commission on Environment and Development (WECD), ook wel bekend als de commissie Brundtland, het begrip duurzaamheid wereldwijd op de agenda. Ook de bouwwereld reageerde, waarbij men duurzaamheid vooral als een technische uitdaging zag. Zowel technische ontwikkelingen als regelgeving van de overheid zorgden ervoor dat woningen steeds energiezuiniger werden (Bouwmeester, 2002). In dit hoofdstuk staat de tweede onderzoeksvraag “energiezuinige woningen” centraal. Deze vraag bestaat uit 4 deelvragen:

a Hoe luidt de regelgeving voor energiezuinige woningen? (paragraaf 3.1 en 3.2);

b Welke aspecten in een energiezuinige woning, wat betreft gebouw en installaties, maken de woning energiezuinig? (paragraaf 3.4 en 3.5);

c Welk gedrag wordt geadviseerd bij het wonen in een energiezuinige woning? (paragraaf 3.5);

d Welke aspecten wat betreft energiegebruik van gebouw en installaties maken een woning minder energiezuinig? (paragraaf 3.6).

3.1. Regelgeving duurzaam bouwen

3.1.1. Bouwbesluit

In 1992 werd het eerste bouwbesluit van kracht. Dit bouwbesluit bevatte bouwtechnische voorschriften waaraan alle bouw- en verbouwprojecten in Nederland minimaal moesten voldoen. De eisen hadden betrekking op veiligheid (hoofdstuk 2), gezondheid (hoofdstuk 3), bruikbaarheid (hoofdstuk 4), energiezuinigheid (hoofdstuk 5) en milieu (hoofdstuk 6). Dankzij het bouwbesluit waren vanaf toen alle (minimum) technische bouwschriften gelijk. Voor 1992 konden namelijk alle gemeenten zelf hun voorschriften hanteren (Zeiger, 2007). In 2003 is het Bouwbesluit gewijzigd. De structuur werd aangepast zodat het bouwbesluit gebruiksvriendelijker en toegankelijker werd. In 2006 is het Bouwbesluit voor het laatst gewijzigd. Een belangrijke wijziging was het verlagen van de EPC van 1,0 naar 0,8 (VROM, 2005).

3.1.2 Nationaal Convenant Duurzaam Bouwen

Eind 1997 werd het Nationaal Convenant Duurzaam Bouwen gesloten tussen de Ministeries van VROM en EZ (Economische Zaken), EnergieNed, Novem, VEWIN (Vereniging van Waterleidingbedrijven in Nederland), de Nederlandse Woonbond en de koepels van woningcorporaties (NWR (Nationale Woning Raad) en NCIV (Koepel voor woningcorporaties)). In dit convenant was afgesproken om in de sociale huursector in de periode 1996 tot en met 2001 een besparing van 20 PJ te realiseren (15% ten opzichte van het gemiddelde huishoudelijke aardgasverbruik in 1995 (Van der Waals e.a., 2000)). Er is slechts een energiebesparing van 5 % gerealiseerd. Een oorzaak hiervan was het ontbreken van voldoende draagvlak binnen de afzonderlijke verenigingen voor de uitvoering van het convenant. Het convenant was immers ondertekend door de koepels en niet door de afzonderlijke verenigingen (Blok et al., 2004).

3.1.3. Lokaal

In het verlengde van de landelijke regelgeving kunnen gemeenten meer specifieke planvormen en verordeningen maken, zoals het bestemmingsplan en de bouwverordening. In deze gemeentelijke wetten kan meer geregeld worden dan volgens de landelijke wetgeving gebeurt. Zo kunnen gemeenten voor alle bouwactiviteiten op hun grondgebied iedereen houden aan bepaalde gezondheidsbevorderende maatregelen, zoals beperking van geurhinder door open haarden. De gemeente kan dus als opdrachtgever allerlei specifieke wensen en eisen meegeven. (Weterings, 2005).

Een overzicht van de inbreng van gemeenten in alle fases van een bouwproces is te zien in de onderstaande tabel. Hieruit blijkt dat gemeenten van het eerste ontwerp (het Streekplan) tot en met de realisatie van het project invloed uit kunnen oefenen op de energievraag van de gebouwen.

Fase	Doel	Inbreng gemeenten
Streekplan	Vastleggen wenselijke ontwikkeling van een streek.	Gemeente heeft inspraak op de besluiten van de provincie
Structuurplan	De gemeentelijke dienst Ruimtelijke ordening beschrijft in grote lijnen de gewenste ruimtelijke ontwikkeling.	Weergeven van de gemeentelijke visie op de toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen, zoals de locatiekeuze, de functies van het gebied (wonen, werken, recreatie), het aantal woningen, en de verdeling van het soort woningen (zoals vrijstaand, een- of meergezins woningen).
Bestemmingsplan	De contouren van een nieuwbouwgebied worden vastgelegd.	De gemeente stelt het bestemmingsplan op. Er wordt o.a. een keuze gemaakt van de energie ambities van de gemeente.
Stedenbouwkundig plan	Verdere uitwerking.	Zaken als geveloriëntatie en infrastructuur van het distributienet komen hier aan de orde. Selectie van de te kiezen duurzame bouwmaatregelen.
Realisatie	Ontwikkeling bouwplannen, op basis van het definitief ontwerp wordt de bouwvergunning bij de gemeente aangevraagd.	De gemeente maakt op detailniveau afspraken met de betrokken partijen, afgifte bouwvergunningen, handhaving.

Tabel 3.1: fasen van een bouwproces met de daarbij mogelijke inbreng van gemeenten (Menkveld et al, 2002b)

Lokale overheden formuleren voor een stad of een woonwijk vaak energieambities boven het minimale niveau van het bouwbesluit. Hierbij kunnen afspraken gemaakt worden in BANS (Bestuursakkoord Nieuwe Stijl), dat zijn klimaatakkoorden tussen het rijk en gemeenten. De BANS-regeling is bedoeld om gemeenten samen met marktpartijen zoals corporaties en projectontwikkelaars aan te zetten een stap extra te doen in het realiseren van een energetische kwaliteit in de woningbouw die verder gaat dan het bouwbesluit (Hameetman, 2006a) zoals een EPC-eis die lager is dan het bouwbesluit. Gemeenten maken hierbij gebruik van de know-how van de verschillende projectontwikkelaars over hoe de gewenste EPC-reductie zo efficiënt mogelijk gerealiseerd kan worden (Hameetman, 2006a). Hierbij kan gedacht worden

aan bouwers, architecten installatiebedrijven en verhuurders. Gemeenten kunnen bij de aanbesteding ontwikkelaars, bouwmaatschappijen en architecten selecteren op basis van hun kwaliteiten en ervaringen met duurzaam bouwen (Menkveld et al, 2001).

Het ministerie van VROM ondersteunt een netwerk van lokale en regionale adviseurs op het gebied van klimaatbeleid en duurzaamheid. De taak van deze adviseurs bestaat uit het ondersteunen van gemeenten bij de ontwikkeling van duurzaam bouwen beleid en de uitvoering daarvan (www.VROM2, n.d.)

3.2. Energie Prestatie Norm en Energie Prestatie Coëfficiënt

3.2.1. Energie Prestatie Norm (EPN) en Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC)

Sinds december 1995 is de Energie Prestatie Norm (EPN) in werking. Met de EPN wil de overheid een verlaging van het energiegebruik in woningen en utiliteitsgebouwen bereiken. De prestatienorm geldt alleen voor nieuwbouw en grote renovatieprojecten.

De EPN hanteert een rekenmethodiek waarmee de energieprestatie van gebouwen wordt uitgedrukt in een dimensieloze coëfficiënt, de Energieprestatiecoëfficiënt (EPC). Met deze berekening wordt het gebouwgebonden primaire energiegebruik van nieuwbouwwoningen berekend (Hoiting et al, 2004). De EPN is dus de norm, de EPC het getal.

Bij de bepaling van de EPC wordt gekeken naar de gebouweigenschappen, de gebouwgebonden installaties en een gestandaardiseerd bewonersgedrag (Benders et al, 2004).

De basis voor de bepaling van de energieprestatie is een gestandaardiseerde warmteverliesberekening. Berekening van de EPC gaat als volgt (Benders et al, 2004):

$$EPC = \frac{\text{Totale energiegebruik}}{\text{Het toelaatbare energiegebruik}}$$

Het toelaatbare energiegebruik

Het totale energiegebruik is het berekende energiegebruik. Het toelaatbare energiegebruik is het totale verliesoppervlak van de woning + het totale gebruiksoppervlak.

De berekening is zo opgezet dat de EPC voor verschillende woningen (rij, vrijstaand) met dezelfde technische voorzieningen en oriëntatie gelijk is (Benders et al, 2004).

Een EPC- waarde van 1,4 komt overeen met 1350 m³ aardgas per jaar voor een gemiddelde Nederlandse eensgezins nieuwbouwwoning, een EPC van 0,6 komt overeen met 520 m³ gasgebruik per jaar (Oosterheert & Ruijg, 2000, Vreeman & Ten Bolscher, 2009). Andere EPC- waarden en het daarbij behorend aardgasgebruik staan in tabel 3.2).

EPC en bouwbesluit

Het bouwbesluit eist dat de EPC beneden een bepaalde waarde blijft. In 1996 was deze waarde 1,4, in 2006 0,8 (zie tabel 3.2). Door het verzwaren van de norm van de EPC wordt een snelle introductie van rendabele energetische maatregelen bewerkstelligd.

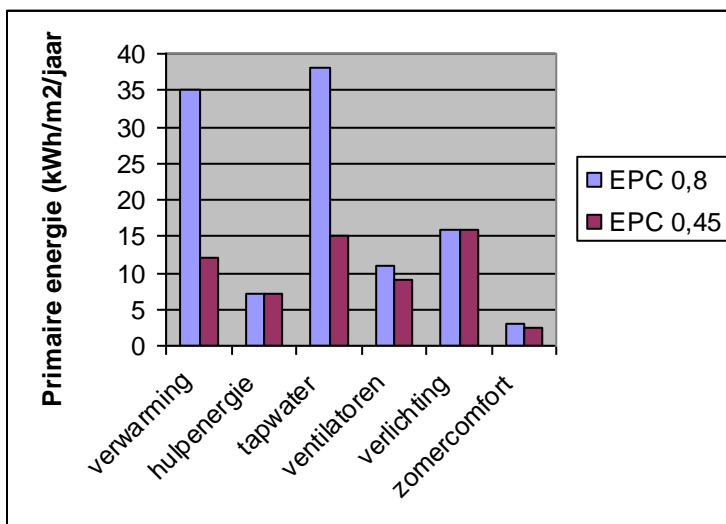
Jaar	EPC	Gasgebruik
1996	1,4	1350 m ³
1997	1,2	
2000	1,0	850 m ³
2006	0,8	781 m ³
2011	0,6	520 m ³
2015	0,4	311 m ³

Tabel 3.2 Ontwikkeling EPC- eisen in de woningbouw (www.SenterNovem5, n.d.)

Om aan de EPC- norm te kunnen voldoen wordt niet voorgeschreven met hoeveel of met welke maatregelen de doelstelling moet worden bereikt. Hierdoor krijgen ook nieuwe energiebesparende technieken een kans (SenterNovem, 2004).

De EPN heeft aantoonbaar effect gehad op de daling van het energiegebruik in woningen. Het primair energiegebruik in woningen is stapsgewijs afgenomen van 3.100 m³ aardgas per jaar voor ruimteverwarming en warm water eind jaren '70 tot ca. 1.000 m³ aardgas voor huidige nieuwbouwwoningen (Blok & Visser, 2005). (Het elektriciteitsgebruik is afhankelijk van het aantal bewoners en het inkomen, zie paragraaf 2.2.). Figuur 3.1 maakt de afname van het primaire energiegebruik bij een lagere EPC duidelijk.

Figuur 3.1 Primair energieverbruik van een woning met een EPC van 0,8 en een woning met een EPC van 0,45 (Boonstra et al, 2006a).



3.2.2 Handhaving EPC en EPN

De gemeente controleert of de bij de bouw betrokken partijen zich aan de bouwkundige eisen houden. Voor deze controles, zoals de EPN en het toetsen van de EPC bij de bouwvergunningverlening, is een aantal hulpmiddelen ontwikkeld in opdracht van het ministerie van VROM. Deze hulpmiddelen bestaan uit het handboek Handhaving EPN, het computerprogramma EPCheck, checklisten en voorbeeldrapportages (www. VROM2, n.d.). Het is gemeenten niet toegestaan partijen te verplichten een betere energieprestatie te realiseren dan de norm die door VROM wordt gesteld. Wel is het mogelijk afspraken te maken met partijen op vrijwillige basis zoals bouwers, architecten installatiebedrijven en verhuurders (Menkveld, 2002b).

3.3. Conclusie: antwoord op deelvraag 2a

2a Hoe luidt de regelgeving voor energiezuinige woningen?

Vanaf 1992 moeten alle woningen die gebouwd worden voldoen aan de eisen van het bouwbesluit. Deze eisen hebben betrekking op veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid, energiezuinigheid en milieu. Het Plan van aanpak Duurzaam bouwen (1995) verzekerde een vaste positie in de besluitvorming over de inrichting en het gebruik van de gebouwde omgeving. Hierdoor werd duurzaam bouwen vanzelfsprekend in de bouw, maar duurzaam bouwen was niet verplicht. Het waren voornamelijk gemeenten die energieambities boven de minima uit het bouwbesluit hadden en hierover afspraken maakten met betrokken partijen.

Relevante beleidsinstrumenten op het gebied van energiebesparing zijn:
EPN (Energie Prestatie Norm): een rekenmethodiek waarmee de energieprestatie van gebouwen wordt uitgedrukt in een dimensieloze coëfficiënt: de EPC (Energie Prestatie Coëfficiënt). De EPC geeft het gebouwgebonden primaire energiegebruik van nieuwbouwwoningen aan. In 1996 bedroeg de EPC 1,4, vanaf 2006 bedraagt de EPC 0,8. Dit heeft tot gevolg dat er bijvoorbeeld ruim 500 m³ aardgas minder per jaar voor een gemiddelde Nederlandse eengezins nieuwbouwwoning nodig is.

3.4 Trias Energetica

Bij het zoeken naar manieren waarop het beste energie bespaard kan worden is de Trias Energetica een belangrijk hulpmiddel. De Trias Energetica is een uitwerking van de ‘ecopolis Strategie’, ontwikkeld door dr. Sybrand Tjallingii (1995). Hij ontwikkelde het principe van de ecologisch verantwoorde stedelijke ontwikkeling. Hij deed dat rondom de vier stromen die iedere stad kent: waterstromen, energiestromen, afvalstromen en verkeersstromen. De Trias Energetica is een uitwerking specifiek voor de energiestromen en geeft een algemeen geldende voorkeurvorgorde voor de inrichting van de energievoorziening (Oosterheert & Ruijg, 2000). Deze volgorde kan bij alle vormen van energievoorziening toegepast worden, dus ook bij woningen. De Trias Energetica bestaat uit 3 stappen (Benders et al, 2004):

- Stap 1: beperk de energievraag: de energievraag kan beperkt worden met het voorkomen van onnodig energiegebruik en het minimaliseren van de energiebehoefte. Met name maatregelen die niet of nauwelijks te veranderen zijn tijdens de levensduur van de woning zijn hierbij belangrijk;
- Stap 2: gebruik duurzame energiebronnen: het gebruik van duurzame energiebronnen beperkt het gebruik van fossiele brandstoffen;
- Stap 3: gebruik eindige bronnen efficiënt: eindige bronnen kunnen efficiënt gebruikt worden door de keuze en het gebruik van apparatuur.

De Trias Energetica suggereert een opeenvolging van drie stappen bij het ontwerpen van de energievoorziening van een woning, maar het draait eigenlijk vooral om het maken van een integraal ontwerp. Hierbij wordt een combinatie geoptimaliseerd van (Hameetman, 2006c):
1 bouwkundige aspecten: stap 1 van de Trias Energetica (paragraaf 3.4.1);
2 duurzame aspecten: stap 2 van de trias Energetica (paragraaf 3.4.2);
3 fossiele aspecten: stap 3 van de Trias Energetica (paragraaf 3.4.3).

3.4.1. Bouwkundige aspecten

Bouwkundige aspecten spelen bij het optimaliseren van de energetische kwaliteit van de woning een belangrijke rol, omdat zij de hele levensduur van de woning meegaan en nauwelijks te veranderen zijn, dit in tegenstelling tot de installatie (Hameetman, 2006a).

Bouwkundige aspecten die van belang zijn voor de energetische kwaliteit van de woning:

- isolatie en het tegengaan van koudebruggen;
- ventilatie;
- oriëntatie en glaspercentage;
- soort beglazing;
- de rol van afwerkmaterialen aan de binnenzijde van de schil, en daarmee samenhangende gevoeligheid voor groei van biologische organismen.

Bijlage 1 geeft een verdere uitwerking van de hierboven genoemde bouwkundige aspecten.
Bijlage 2 geeft een verdere uitwerking van ventilatie.

3.4.2. Duurzame aspecten

Fossiele energie is afkomstig van olie, gas en kolen. Deze zijn bij verbranding schadelijk voor het milieu en raken bovendien ooit uitgeput (SenterNovem, 2008 p 3).

Duurzame energie betekent altijd aanwezige energie in de vorm van zonnewarmte, omgevingsenergie, windenergie en bio-energie (SenterNovem, 2008 p 3).

Zonne-energie en omgevingsenergie zijn duurzame energiebronnen die geschikt zijn voor het gebruik in woningen. Zij zijn immers in de directe omgeving van iedere woning beschikbaar. Op zonne-energie wordt in de volgende paragraaf ingegaan, omgevingsenergie komt in bijlage 4 ter sprake.

3.4.2.1. Zonne-energie

De zon is van de meeste energievormen de oerbron. Fossiele energie (steenkolen, aardolie, aardgas) is van oorsprong een product van fotosynthese van plantaardig materiaal, dat met behulp van de zon tot stand komt. Zonne-energie kan op twee manieren direct worden ingezet: als actieve en als passieve zonne-energie.

Passieve zonne-energie is een verzamelnaam van bouwtechnische maatregelen die helpen zonne-energie zo goed mogelijk te benutten, zoals een zongerichte ligging van de woning, een slimme woningindeling en een effectief raamoppervlak (SenterNovem, 2008).

Actieve zonne-energie houdt in dat directe zon- thermische energie omgezet wordt in:

- Zonnestroom: direct zonlicht, dat met behulp van zonnepanelen omgezet wordt in elektriciteit. Tussen 2004 en 2009 hebben 41.977 eigenaren, en 1.325 huurders zonnepanelen aangeschaft (Meijer et al, 2009);
- (Warm) tapwater dat wordt opgeslagen in (zonne) boilers. Tussen 2004 en 2009 hebben 20.710 eigenaren, en 813 huurders een zonneboiler aangeschaft (Meijer et al, 2009).

Meer over zonnestroom en zonneboilers is te vinden in bijlage 3.

3.4.3. Fossiele aspecten

Fossiele aspecten zijn gerelateerd aan stap 3 van de Trias Energetica: als er fossiele brandstoffen nodig zijn, gebruik ze dan zo weinig mogelijk. Installatietechnische maatregelen kunnen op het gebruik van fossiele brandstoffen besparen, omdat installaties in de woning vaak fossiele energie gebruiken. Belangrijke gebouwgebonden installaties zijn de installaties voor ruimteverwarming en ventilatie.

3.4.3.1. Ruimteverwarming

Er bestaan diverse mogelijkheden om de woning te verwarmen. De meeste gebruikte technieken zijn een verwarmingsketel in combinatie met radiatoren, muur- of vloerverwarming, micro warmtekracht installatie(micro- WKK) en een warmtepomp.

Een warmtepomp waardeert energie van een laag temperatuurniveau (bijvoorbeeld 12 °C) op naar een bruikbaar temperatuurniveau (bijvoorbeeld 35 °C), waarbij de warmte wordt onttrokken van een duurzame energiebron zoals aardwarmte (SenterNovem, 2008). Een warmtepomp gebruikt minder energie dan een HR- ketel (zie tabel 3.1).

Een micro- WKK is een mogelijke vervanging voor HR- ketels in de toekomst. Micro WKK's produceren naast warmte ook elektriciteit. Het systeem werkt met radiatoren en bespaart 28 m³ aardgasequivalenten ten opzichte van een HR- ketel.

Meer gegevens over verwarmingsapparatuur is te vinden in bijlage 4.

In woningen met warmtepompen zijn zogeheten laagtemperatuur-verwarmingssystemen (LTV) zoals vloer- en wandverwarming aanwezig, die aan een wateraanvoertemperatuur van 25 - 35°C al voldoende hebben om een kamer op 20°C te brengen (Van de Graaf, 2004).

Wordt het energiegebruik van een HR- ketel met radiatoren vergeleken met een warmtepomp met vloerverwarming, dan blijkt dat het energiegebruik van een warmtepomp met vloerverwarming ongeveer vier keer zo laag is, zie tabel 3.3.

	HR- ketel met radiatoren	Warmtepomp met vloerverwarming
Netto warmtevraag woning	15.459 kWh	15.459 kWh
Energiegebruik	23.022 kWh	5.400 kWh
Primair energiegebruik	23.280 kWh	14.580 kWh
Rendement	η 95 %	SPF 4,2

Tabel 3.3 vergelijking energiegebruik HR- ketel en warmtepomp (ODEV, 2002 p 40 + Koene et al., 2001)

In de zomerperiode kan het systeem koeling leveren omdat de bodemtemperatuur dan lager is dan de buitentemperatuur. Het leidingennetwerk dat is aangebracht voor vloerverwarming kan in de zomer dienen voor koeling (Van de Graaf, 2004).

De voor- en nadelen van een warmtepomp zijn (Kleefkens, 2009):

Voordelen

- Past goed bij de toenemende vraag naar koeling en ventilatie;
- Geeft een hoge gevoelswaarde van comfort en kwaliteit.

Nadelen

- De trend is dat de verhouding tussen de warmte- en de krachtvraag verschuift; bij goed geïsoleerde woningen neemt de warmtevraag immers af, de vraag naar warm tapwater blijft. Een warmtepomp kan minder goed in een korte tijd veel warm water leveren. De combinatie van een warmtepomp met zonne energie is daarom een optimale keuze.
- Warmtepompsystemen stellen eisen aan de kwaliteit van de bouw omdat deze systemen een geringe capaciteit en een trage opwarmingsnelheid hebben. Piekvragen moeten daarom vermeden worden. Dit kan door bijvoorbeeld goede kierdichting en zorgvuldig aangebrachte ventilatie.

Jaarlijks worden in Nederland ongeveer 70.000 nieuwe woningen gebouwd. Ongeveer 5.000 woningen hiervan worden voorzien van een warmtepomp. Het marktaandeel in de nieuwe woningen bedroeg in 2009 7% (Kleefkens, 2009).

3.4.3.2. Ventilatie-installatie

Naast de installatie voor verwarming hoort de installatie voor ventilatie ook tot de gebouwgebonden installatie. Het beperken van het energiegebruik door het ventilatiesysteem richt zich op (Van der Aa et al., 2007):

- het beperken van volumestromen. Dit kan door de hoeveelheid ventilatie zo goed mogelijk af te stemmen op de behoefte;
- het terugwinnen van de warmte door middel van een warmtewisselaar;
- voorverwarming van de inkomende lucht;
- beperken van het energiegebruik van ventilatieapparatuur.

3.4.4. Conclusie: antwoord op deelvraag 2b

Welke aspecten in een energiezuinige woning, wat betreft gebouw en installaties, maken de woning energiezuinig?

Bouwkundige maatregelen

Bouwkundige aspecten spelen bij het optimaliseren van de energetische kwaliteit van de woning een belangrijke rol, omdat zij de hele levensduur van de woning meegaan en nauwelijks te veranderen zijn, dit in tegenstelling tot de installatie. Voorbeelden van bouwkundige maatregelen zijn:

- Het isoleren van de schil van het gebouw. Gevelisolatie geeft een besparing van 9,7 m³ gas per m², vloerisolatie 3,4 m³ gas per m² en dakisolatie 10,2 m³ gas per m² per jaar (www.vrom3, n.d.). HR++ glas isoleert 5 keer beter dan gewoon glas;
- Het tegengaan van koudebruggen. Een koudebrug is een verbinding in een constructie waarbij koude van buiten naar binnen wordt geleid, zodat hier warmte verloren gaat. Een voorbeeld van een koudebrug is de plaats waar een geïsoleerde muur overgaat in een ongeïsoleerde vloer.
- Goede oriëntatie van het gebouw, dat wil zeggen de woonkamer gericht op het Zuiden, maakt optimaal gebruik van de inkomende zonnestraling.

Ventilatie

Met ventileren van de woning gaat warmte verloren, daarom is het belangrijk het ventilatiesysteem te optimaliseren. Dit kan door:

- De hoeveelheid ventilatie zo goed mogelijk af te stemmen op de behoefte door het gebruik van vraaggestuurde ventilatieroosters;
- Het terugwinnen van de warmte door middel van een warmtewisselaar;
- Voorverwarming van de inkomende lucht;
- Beperken van het energiegebruik van ventilatieapparatuur door het gebruik van gelijkstroomventilatoren. Gelijkstroomventilatoren zijn 50 % energiezuiniger dan wisselstroomventilatoren.

Verwarming

Bij de keuze van verwarmingapparatuur is het rendement van de apparatuur belangrijk: hoe hoger het rendement, hoe lager het energiegebruik. Een verwarmingstoestel met een hoog rendement is een HR- 107 ketel. Hierbij geldt wel dat de capaciteit van de ketel niet te groot moet zijn en de ketel regelmatig onderhouden moet worden. Een energiezuinige variant van een HR- 107 ketel is een systeem met lage temperatuur verwarming. Dit systeem gebruikt 20 % minder energie.

Een warmtepomp is een andere mogelijkheid om de woning te verwarmen. Een warmtepomp waardeert energie van een laag temperatuurniveau (bijvoorbeeld 12 °C) op naar een bruikbaar temperatuurniveau (bijvoorbeeld 35 °C). De warmtebron waaruit een warmtepomp energie onttrekt is een duurzame energiebron, zoals bodemwarmte. Een warmtepomp werkt in combinatie met lage temperatuurverwarming, zoals muur- of vloerverwarming. Een warmtepomp hoeft niet altijd een energiezuiniger oplossing te zijn. Pas als de COP hoger is dan 3, gebruikt het toestel minder energie als een HR- 107 ketel. Bij een warmtepomp is het vermogen en het onderhoud van het toestel zeer belangrijk.

Een micro- WKK is een mogelijke vervanging voor HR- ketels in de toekomst. Micro WKK's produceren naast warmte ook elektriciteit. Het systeem werkt met radiatoren en bespaart 28 m³ aardgasequivalenten ten opzichte van een HR- ketel.

Warm water apparatuur

Elektrisch verwarmen van warm water kost relatief veel primaire energie, omdat het rendement van het opwekken van elektriciteit laag is (tussen de 40 en 50 %). Een goede oplossing is daarom een combiketel op aardgas. Een duurzame productie van warm water gebeurt door een zonneboiler.

Tabel 3.4 geeft de maatregelen bij een energiezuinige woning schematisch weer.

	Energiezuinige woning
Isolatie	Vloer- dak en muurisolatie met een hoge isolatiewaarde, kierdichting
Beglazing	HR ++ glas
Deur	Geïsoleerde buitendeur
Ventilatie	Gebalanceerde ventilatie Warmteterugwinning Vraaggestuurde roosters
Warmteterugwinning	Uit ventilatielucht Uit douchewater
Verwarming	HR 107 ketel, LTV met vloer- of wandverwarming of warmtepomp met COP >3
Warm tapwater	HR combiketel met zonneboiler
PV- panelen	Aanwezig

Tabel 3.4 Overzicht van een energiezuinige woning

Nb:

In de bouwregelgeving staan basiseisen voor de thermische isolatie en de luchtdichtheid. Er worden echter geen concrete maatregelen voorgeschreven. Ontwerpers kunnen dus zelf bepalen op welke manier aan de basiseisen voldaan kan worden. Door de marktwerking is een voorkeur ontstaan voor bepaalde maatregelen, zoals een Rc- waarde van 3 voor het isoleren van de schil van de woning, kierdichting, HR ++ glas, een HR- 107 ketel en gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning (Hameetman, 2006d).

3.5. Bewonersgedrag

Energiebesparing is niet alleen afhankelijk van de gebouwgebonden installaties, maar ook van het gedrag van de bewoners van het huis (Leidsche Rijn, 2003). Energiebesparing moet echter concurreren met verschillende andere doelstellingen zoals een streven naar een hoger comfort of het terugbrengen van de kosten (Kets et al, 2003). Bovendien blijken er twee verbanden te bestaan tussen bewoners en het besparen van energie (Kets et al, 2003):

- Leeftijd: mensen jonger dan 34 jaar houden zich minder vaak bezig met energie besparen als oudere mensen;
- Inkomen: huishoudens met een zeer laag inkomen zeggen relatief meer energie te besparen dan andere huishoudens.

Consumenten kiezen voor een lage energierekening, een hoog comfort en een gezond binnenmilieu. Een lage energierekening is de belangrijkste motivatie om energie te besparen (Leidsche Rijn, 2003). Alle mogelijkheden om energie te besparen mogen echter niet leiden

tot comfortverlies (Hameetman, 2006b). Bij het streven naar energiebesparing wordt door consumenten op de eerste plaats het besparen van energiegebruik van apparaten genoemd. Besparen op het gebruik van warm tapwater en verwarming verdient niet de voorkeur door verlies van comfort. Maatregelen waarvoor gedragsaanpassingen nodig zijn, zoals het lager zetten van de verwarming bij tijdelijke afwezigheid, worden ook als minder nuttig beoordeeld (Kets et al, 2003).

Toch zijn gedragsaanpassingen nodig in een energiezuinige woning, want gewoonte- gedrag kan leiden tot ‘verkeerd’ gebruik, waardoor er ondanks energiezuinige aanpassingen teveel energie verloren gaat.

Enkele noodzakelijke gedragsaanpassingen in een energiezuinige woning zijn:

- A Het veranderen van ventilatiegedrag bij gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning;
- B Het veranderen van stookgedrag bij lage temperatuur verwarming;
- C Het doordacht uitvoeren van gewenste veranderingen aan de woning.

A Het veranderen van ventilatiegedrag bij gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning

Als er in de woning gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning aanwezig is, mogen er geen ramen open gezet worden om te ventileren (Benders et al, 2004). Het openen van ramen laat koudere lucht binnen die niet door het systeem voorverwarmd is. Dit geeft dus energieverlies. Ook is het belangrijk dat filters in het ventilatiesysteem regelmatig gecontroleerd worden en minimaal een keer per jaar ververs (zie paragraaf 4.1.2).

B Het veranderen van stookgedrag bij lage temperatuur verwarming

In een conventionele woning wordt geadviseerd om de verwarming 's nachts op 15 °C te zetten (zie paragraaf 2.6.1). Temperatuurverlaging 's nachts bij lage temperatuur verwarming is af te raden. Bij vloerverwarming koelt de woning namelijk door de bufferwerking van de verwarmde vloer 's nachts minder af. Het systeem reageert ook minder snel op wisselende temperaturen door bijvoorbeeld verandering van zonnestraling. Omdat een vloerverwarmingsysteem relatief traag is duurt het bij afkoeling langer voordat de woning weer opgewarmd is. Een traag systeem is daarom minder geschikt om temperatuurverlaging 's nachts toe te passen (Koene et al, 2001).

C Gewenste veranderingen aan de woning doordacht uitvoeren

Zelf veranderingen aanbrengen aan de woning zoals een verbouwing, kan een negatief effect hebben op het energiegebruik. Een voorbeeld hiervan is het bij de woonkamer betrekken van een serre. Wordt een serre betrokken bij de woonkamer dan wordt in feite een slecht isolerend dak- en geveldeel aan de woning toegevoegd (De Boer et al, 2003b). Een ander voorbeeld is het (zelf) aanbrengen van een dakkapel. Een dakkapel betekent een grotere warmtevraag, omdat zowel het buitenoppervlakte als het binnenoppervlakte van de woning vergroot wordt (Jeeninga et al, 2001). Een slecht geïsoleerde dakkapel zorgt bovendien voor meer warmteverlies.

Onderhoud van apparatuur

De bewoners van de woning zijn verantwoordelijk voor het onderhoud van de installaties. Slecht onderhoud kan de werking van de installaties negatief beïnvloeden. Zo hebben verwarmingsketels en ventilatiesystemen jaarlijks een onderhoudsbeurt nodig. Goed onderhoud en regelmatig ontluchten verlengt de levensduur van een cv- ketel en zorgt ervoor dat de ketel zijn hoge rendement behoudt (Stadsgewest Haaglanden, 2003). Een verwarmingsketel die ieder jaar onderhouden wordt gebruikt 2-4 % minder energie als een niet onderhouden ketel (SenterNovem, 2007).

Ook warmtepompen hebben ieder jaar een onderhoudsbeurt nodig. Het inregelen van de warmtepomp vraagt om deskundigheid.

Ventilatiesystemen moeten eveneens jaarlijks onderhouden worden. Als het systeem slecht (of helemaal niet) onderhouden wordt, kan de afzuigcapaciteit na 5 jaar al met 15 tot 25% afgenomen zijn. Bij balansventilatiesystemen kan na 7 jaar een capaciteitsvermindering van 50 % optreden door vervuiling (Pernot et al, 2003).

Zonneboilers hebben vrijwel geen onderhoud nodig. Het is aan te raden om minstens 1 keer per jaar te controleren of het water in het voorraadvat warm wordt (SenterNovem, 2008).

Zonnepanelen zijn onderhoudsvrij, het regenwater spoelt het vuil weg.

3.5.1 Conclusie: antwoord op deelvraag 2c

2c Welk gedrag wordt geadviseerd bij het wonen in een energiezuinige woning?

Gewoontegedrag kan ervoor zorgen dat er in een energiezuinige woning energie verloren gaat. Het is moeilijk om gedrag van mensen te veranderen. Ook wil men geen comfort inleveren om energie te besparen. Ontwerpers moeten zich daarom realiseren dat het riskant is om van bewoners te vragen om gewoontegedrag te wijzigen.

Toch is er in een energiezuinige woning een aantal gedragsaanpassingen noodzakelijk:

- Bij gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning mogen er geen ramen meer opengezet worden om te ventileren;
- Bij lage temperatuur verwarming hoeft de thermostaat 's nachts niet lager gezet te worden;
- Gewenste veranderingen aan de woning moeten doordacht uitgevoerd worden.

De gebouwgebonden apparatuur in een energiezuinige woning heeft regelmatig onderhoud nodig. Verzuimt men de apparaten ieder jaar na te laten kijken, dan wordt meer energie gebruikt dan noodzakelijk.

Veel manieren om energie te besparen in een niet- energiezuinige woning kunnen ook toegepast worden in een energiezuinige woning zoals de temperatuur van de verwarming een graad lager te zetten, korter douchen en het gebruiken van spaarlampen en een spaardouchekop

3.6 Wat maakt een woning niet- energiezuinig

In deze paragraaf wordt antwoord op deelvraag 2d gegeven: *Welke aspecten wat betreft energiegebruik van gebouw en installaties maken een woning minder energiezuinig?*

De grootste verschillen tussen een energiezuinige en een niet- energiezuinige woning liggen bij de isolatie van de woning en de gebouwgebonden installaties:

- Een niet- energiezuinige woning is niet of slecht geïsoleerd.
- Het grote verschil met de verwarmingsapparatuur is dat een energiezuinige woning een lage temperatuur verwarmingsysteem heeft. De niet- energiezuinige woning verwarmt het water voor verwarming tot 60- 90 °C;
- Het grote verschil met ventilatie is, dat een niet- energiezuinige woning koude buitenlucht de woning binnen laat komen. Deze lucht moet verwarmd worden tot kamertemperatuur, wat energie kost;

- De productie van warm water gebeurt in een niet- energiezuinige woning met behulp van een boiler, geiser of combiketel.

In hoofdstuk 2 en 3 is gekeken naar de energetische aspecten van een woning. Maar de energetische aspecten zijn niet alleen belangrijk om comfortabel te kunnen wonen. Het binnenklimaat is minstens zo belangrijk. Het binnenklimaat van de woning heeft niet alleen invloed op het energiegebruik, maar ook op de gezondheid van de bewoners. In hoofdstuk 4 staat het binnenklimaat centraal.

4 Gezondheid in relatie tot de woning

In dit hoofdstuk wordt het binnenklimaat van de woning nader bekeken. Eerst worden de begrippen gezondheid en welzijn beschreven (paragraaf 4.1), gevolgd door de belangrijkste binnenmilieuaspecten (paragraaf 4.1.1- 4.1.7). Daarna wordt gekeken naar woning gerelateerde ziekten (paragraaf 4.2). Tenslotte wordt onderzocht wat er over het binnenklimaat al bekend is uit voorgaande onderzoeken (paragraaf 4.5).

Het bouwen van energiezuinige woningen heeft tot gevolg dat woningen steeds beter geïsoleerd worden en gaten en kieren in de schil verleden tijd zijn. Tegenwoordig is het besef gegroeid dat niet alleen milieukwaliteiten van de woning zelf belangrijk zijn (de gebruikte materialen), maar dat er ook aandacht moet zijn voor een gezond binnenmilieu en een gezonde omgeving.

De GGD (GGD-NL) beschrijft een gezonde woning als volgt (Weterings, 2005a):

- *De woonomgeving en de bouwkundige en installatietechnische kwaliteit van de woning scheppen goede voorwaarden voor een gezond binnenmilieu, dat ten opzichte van de gangbare situatie minder bedreiging voor de gezondheid van de bewoners vormt.*
- *De bouw- en installatietechnieken nodigen uit tot woongedrag dat de kwaliteit van het binnenmilieu bevordert.*

Dat betekent dus technieken die makkelijk te gebruiken en te onderhouden zijn.

In dit hoofdstuk wordt de relatie is tussen wonen en gezondheid onderzocht. Dit gebeurt middels deelvraag 3a en 3b:

3a Wat is de relatie tussen wonen en gezondheid?

3b Wat is bekend over de relatie tussen energiezuinige woning en gezondheid?

In paragraaf 4.1 wordt eerst gekeken naar de factoren die invloed hebben op het welzijn van de bewoners. Paragraaf 4.2 behandelt woning gerelateerde ziektes.

4.1. Gezondheid en welbevinden

Wat is gezondheid? Is men gezond als men niet ziek is, er geen lichamelijke afwijkingen zijn te vinden, of als men geen psychische problemen heeft? De meest geciteerde definitie van gezondheid is die van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) uit 1948:

“Gezondheid is de toestand van volledig lichamelijk, geestelijk en maatschappelijk welzijn, en niet alleen maar de afwezigheid van ziekte en handicaps”.

In deze definitie wordt het begrip welzijn genoemd. Welzijn is een abstract begrip en kan zowel economisch als sociaal gehanteerd worden. Economisch kan welzijn worden gezien als een uitbreiding van het begrip welvaart met “vrije goederen” zoals schone lucht en ruimte. De sociale betekenis van welzijn is “instemmen met het eigen bestaan” en “het ervaren van voldoening in de eigen levenssituatie”. Welzijn hangt dus af van persoonlijke visies en behoeften van de betrokkenen zelf (Rost, 1993).

Er is een aantal factoren dat invloed heeft op het welzijn van bewoners van een woning (Kuindersma & de Ruijter, 2007b):

- Het kunnen regelen van de temperatuur (paragraaf 4.1.1.);
- De aanwezigheid van voldoende mogelijkheden om te kunnen ventileren (paragraaf 4.1.2.);
- De kwaliteit van het binnenmilieu (paragraaf 4.1.3.);
- De vochthuishouding van de woning (paragraaf 4.1.4.);

- Het vrijkomen van stof uit bouwmaterialen (paragraaf 4.1.7);
- Het tegengaan van geluidsoverlast (paragraaf 4.1.6.);
- De aanwezigheid van voldoende daglicht (paragraaf 4.1.7.)

De bovengenoemde factoren die van invloed zijn op het welzijn van de bewoners worden in dit hoofdstuk kort beschreven. Bijlage 5 bevat een uitgebreide versie van de beschrijving van deze factoren. In deze bijlage worden de factoren genoemd, de klachten die deze factoren kunnen veroorzaken en de eisen in het Bouwbesluit.

Temperatuur en binnenmilieu worden als het meest belangrijk ervaren door bewoners, gevolgd door tocht, lawaai, vochtigheid en tenslotte licht (Humphreys, 2005).

In paragraaf 3.5 werd al genoemd dat de bewoner een belangrijke rol heeft bij het beïnvloeden van het binnenmilieu van de woning, waarbij verschillende doelstellingen met elkaar concurreren. Zo moet gezondheid vaak concurreren met comfort. Bij het maken van een keuze tussen comfort en gezondheid komt een bewoner vaak voor een dilemma te staan, zoals (Hasselaar, 2006b):

- Sluit ik de roosters (comfort) of accepteer ik dat er schone, maar koude lucht naar binnen komt (gezondheid);
- Accepteer ik geluid van de ventilator (gezondheid), of zet ik hem uit (comfort);
- Droog ik de was binnen (comfort) of buiten (gezondheid);
- Verwijder ik schimmelplekken (gezondheid) of doe ik hier niets aan (comfort);
- Zachte vloerbedekking (comfort) of een gladde en schone vloer (gezondheid).

Een aantal van deze dilemma's is op te lossen door het gebruiksvriendelijk maken van de installaties en het ontwerp van de woning.

Het bouwbesluit bevat voorschriften waaraan alle bouw- en verbouwprojecten in Nederland minimaal moeten voldoen. Hoofdstuk 3 van het bouwbesluit bevat voorschriften die betrekking hebben op gezondheid, zoals geluid (Afdeling 3.1- 3.5), vocht (afdeling 3.6- 3.8), ventilatie (afdeling 3.9- 3.14), materiaalgebruik (afdeling 3.15- 16), ongedierte (afdeling 3.17), drinkwater (afdeling 3.18- 3.19) en daglicht (afdeling 3.20). In de volgende paragraaf worden de factoren beschreven die van invloed zijn op het welzijn van de bewoners. Hierbij wordt eerst het belang van de factor aangegeven, vervolgens worden de klachten genoemd die kunnen ontstaan door deze factor. Hierna wordt kort aangegeven wat het bouwbesluit aangeeft en tenslotte wordt een aantal maatregelen genoemd met betrekking tot deze factor.

4.1.1. Temperatuur

De temperatuur in de woning moet niet te warm of te koud zijn. Te warme of te koude temperatuur vermindert het comfortgevoel. De constructie van het gebouw speelt een belangrijke rol, met name de hoeveelheid glas op het zuiden. Bij goed geïsoleerde woningen kan oververhitting optreden bij intensieve zonnestraling op het oosten, zuiden of westen. Vooral ouderen, zieken en kinderen zijn gevoelig voor oververhitting. Hoge temperatuur kan slaapverstoring tot gevolg hebben. Goede zonwering is daarom bij goed geïsoleerde woningen essentieel.

Te lage temperatuur kan stijve spieren tot gevolg hebben. Een bijkomende factor is dat in een te koude woning ventilatieroosters gesloten worden, zodat dit ook effect heeft op de kwaliteit van de binnenlucht.

Maatregelen voor een goede temperatuur in de woning zijn isoleren van de woning, tegengaan van tocht en goede zonwering.

4.1.2. Ventilatie

Door middel van ventilatie wordt vervuilde binnenlucht verversd door (schone) buitenlucht. Tegenwoordig brengen mensen meer tijd in de woning door dan buiten (zie paragraaf 4.1.5) zodat het aandeel van de totale blootstelling van de binnenlucht belangrijker is dan het aandeel van de buitenlucht (Brunekreef, 1997). Ieder mens heeft ongeveer 100 liter zuurstof per uur nodig (van der Linden, 1998c). Een kubieke meter lucht bevat meer dan 200 liter zuurstof.

Binnenlucht kan door verschillende oorzaken binnen de woning vervuild raken (Brunekreef, 1997):

- Langdurige aanwezigheid van mensen: hoe meer mensen in de woning, hoe groter de CO₂ productie door uitademen en transpiratie;
- De aanwezigheid van bronnen binnenshuis, zoals open haard en gaskooktoestel. De uitstoot van deze bronnen is o.a. koolstofmonoxide (CO), stikstofdioxide (NO₂) en roet;
- Door onvoldoende verwijdering van verontreinigingen door ventilatie;

Buitenlucht kan via roosters de woning binnenkomen of aangezogen worden (zie bijlage 2 ventilatie).

De onderstaande tabel (tabel 4.1) geeft een overzicht van de voor- en de nadelen van natuurlijke- en mechanische ventilatie. De tabel maakt duidelijk dat er aan mechanische ventilatie een aantal aspecten zit die nadelig kunnen zijn: geluid, vervuiling en energiegebruik. Aangezien bij energiezuinige woningen met lage temperatuur verwarming natuurlijke ventilatie teveel discomfort geeft door tocht, is de kwaliteit en het juist gebruik van een mechanisch systeem belangrijk. Zie hiervoor bijlage 2.

Systeem	Voordelen	Nadelen
Natuurlijke ventilatie	Minder risico van vervuiling omdat de lucht rechtstreeks van buiten komt.	Er kunnen tochtklachten optreden door koude lucht, Op windstille dagen minder aanvoer van verse lucht.
Mechanische ventilatie	Minder tochtklachten als de ingeblazen lucht minimaal 15 graden is; Gegarandeerde hoeveelheid verse lucht, onafhankelijk van winddruk en thermische trek als de lucht mechanisch aangezogen wordt; Afgevoerde warmte kan op een eenvoudige manier worden teruggewonnen.	De verse lucht passeert apparaten en kanalen, waardoor vervuiling op kan treden; Ventilatorgeluid en luchtgeluid kunnen hinderlijk zijn; Voor het terugwinnen van warmte is apparatuur nodig die energie gebruikt; De nadelen treden ook op als de voordelen niet nodig zijn, zoals in de zomer.

Tabel 4.1. Voor- en nadelen ventilatiesystemen (Gitz en Ubbels, 2008).

Onvoldoende ventilatie geeft een verhoogde kans op gezondheidsklachten, zoals slijmvliesirritaties, verhoogde kans op overdracht van infectieziekten en verhoogde kans op longkanker.

Om goed te kunnen ventileren zijn er voldoende aan- en afvoerroosters nodig, de ventilator moet voldoende capaciteit hebben, de lucht moet in de woning kunnen circuleren en de ventilator moet jaarlijks onderhouden worden.

4.1.3. Binnenmilieu

De kwaliteit van het binnenmilieu is belangrijk omdat in Nederland mensen gemiddeld 90% van de tijd binnenshuis doorbrengen, waarvan 70% in hun eigen woning (Weterings, 2005a). Iedere woning heeft zijn eigen binnenmilieu. Het binnenmilieu kan omschreven worden als:

“De fysieke omgeving in besloten ruimten, waarvan de chemische, fysische en biologische kwaliteit voor het lichamelijk en geestelijk functioneren van de mens van belang is.”
(Tilborghs et al, 2005).

De belangrijkste binnenmilieuaspecten die van invloed zijn op de gezondheid zijn geluid, vocht, ventilatie, stof uit bouwmaterialen en daglichttoetreding (Novem I, 2002 a). De belangrijkste bronnen van vervuiling van het binnenmilieu zijn bouwmaterialen, stoffering en meubilair, koken, zuurstofverbruik en kooldioxideproductie door de bewoners (Gezondheidsraad, 2003). Geluid, ventilatie en daglichttoetreding zijn al besproken in dit hoofdstuk. Op vocht en stof uit bouwmaterialen wordt in de volgende paragraaf verder ingegaan.

Gezondheidsproblemen die met het binnenmilieu samenhangen zijn (Weterings, 2005):

- acute gezondheidsklachten (zoals hoofdpijn, irritatie ogen, luchtwegklachten en verergering astma). Deze klachten ontstaan door blootstelling aan verhoogde concentraties schadelijke stoffen;
- verhoogd ziekterisico op lange termijn door blootstelling aan o.a. carcinogene stoffen (asbest, radon, e.d.);
- hinder en tijdelijke of permanente gezondheidsschade (zoals concentratieproblemen, slaapproblemen, stress, hart- en vaatziekten) door geluid;
- oververhitting door te hoge temperatuur.

Ondanks het belang van een goed binnenmilieu heeft onderzoek aangetoond dat het onderwerp binnenmilieu niet of te weinig leeft bij bewoners (Korbee & Hovelinck, 2005). Er is wel een aantal aspecten dat belangrijk gevonden wordt, zoals vocht, schimmel, geluidsoverlast en temperatuur. Dit zijn allemaal zaken waarvan de effecten direct merkbaar zijn. Binnenmilieuaspecten waarvan de effecten niet direct merkbaar zijn, zoals straling, worden niet als belangrijk genoemd, zelfs niet wanneer verteld wordt wat de effecten van deze aspecten zijn (Korbee & Hovelinck, 2005).

4.1.4. Vocht

De vochtuishouding van een woning bestaat uit de toevoer en de afvoer van geproduceerd vocht (Novem I, 2002b). Bouwkenmerken van de woning, menselijke activiteiten, de mate van ventilatie en de staat van onderhoud zijn bepalend voor vocht in de woning (Van Veen, 2001 p10). Bronnen van vocht kunnen onderverdeeld worden in woonvocht (ademen, douchen), bouwvocht (uit materialen), en vocht van buiten de woning (regen, grondwater).

De luchtvochtigheid speelt een belangrijke rol bij het gevoel van behaaglijkheid in de woning. De relatieve luchtvochtigheid (zie bijlage 5) moet tussen de 35 en 65% liggen voor een behaaglijk gevoel. Een te vochtige lucht kan luchtwegklachten tot gevolg hebben, een te droge lucht irritaties van keel, neus en ogen en jeuk geven.

In een woning moeten voldoende ventilatiemogelijkheden aanwezig zijn om vochtige lucht af te voeren, zie bijlage 2 over ventilatie.

4.1.5. Stof uit bouwmaterialen

In bouw- en isolatiematerialen komen stoffen of deeltjes voor die in het binnenmilieu van de woning terecht kunnen komen. Bij de keuze van de bouw- en isolatiematerialen moet daarom rekening gehouden worden met gezondheidsaspecten. Bijlage 5 bevat voorbeelden van stoffen die vrij kunnen komen uit bouwmaterialen die schadelijk zijn voor de gezondheid (tabel B5.1).

Klachten die door stof veroorzaakt kunnen worden zijn irritaties van huid, ogen en luchtwegen, hoofdpijn, allergieën en kanker.

4.1.6. Geluid

Voor de gebouwde omgeving zijn er verschillende geluidsbronnen die hinder kunnen opleveren, zoals geluid van buiten, burens en installaties. De mate van hinder hangt af van de luisteraar en de omstandigheden. Zo is in een stil huis bijvoorbeeld eerder een geluid te horen dan wanneer de radio aanstaat. Ook het tijdstip is van invloed op de beleving (Novem I, 2002).

Teveel geluid kan hinder veroorzaken, waarbij het emotionele en psychische effect belangrijker is dan het risico op gehoorschade (Tilborghs, 2005). Geluidshinder kan stress, concentratiestoornis, slaapstoornis, hoge bloeddruk en hartklachten veroorzaken. Ook kan het ventilatiegedrag door geluid veranderd worden: bij geluid van buiten kunnen roosters gesloten worden, bij geluid van de installatie kan de installatie uitgeschakeld worden. Dit heeft gevolgen voor het binnenmilieu (zie bijlage 5).

4.1.7. Licht

Licht in de woning is onder te verdelen in twee soorten: daglicht en kunstlicht. Kunstlicht maakt daglicht niet meer noodzakelijk om allerlei activiteiten uit te kunnen voeren. Ook kunnen er met behulp van kunstlicht ruimtes verlicht worden voor de veiligheid of voor het creëren van sfeer (Novem I, 2002). Daglicht is belangrijk omdat het biologische ritme erdoor wordt beïnvloed, is onmisbaar voor het uitvoeren van vele activiteiten en belangrijk voor de veiligheid.

Licht kan echter ook storend zijn, zoals ongewenst licht dat 's nachts de slaapkamer binnendringt, zoals bijvoorbeeld lichtreclame of verlichting van sportstadions (Tilborghs et al, 2005).

Klachten die kunnen ontstaan door een teveel aan licht zijn vermoeidheid, hoofdpijn en geïrriteerde ogen (Novem I, 2002). Een tekort aan licht kan ontevredenheid tot gevolg hebben.

Er zijn dus verschillende factoren die invloed kunnen hebben op de gezondheid. Nu is het echter niet zo dat één bepaalde factor per definitie klachten geeft. Een voorbeeld hiervan is het ervaren van de temperatuur in huis. Iemand in een koude kamer die een warme trui draagt, kan zich net zo behaaglijk voelen als iemand in een hemdje in een warme kamer. Harde muziek tijdens een feestje wordt ook anders ervaren dan een tikkende wekker in een

slaapkamer. Uit onderzoek blijkt dat als één aspect minder aangenaam wordt ervaren, dit vaak niet tot gevolg heeft dat men zich oncomfortabel gaat voelen, omdat alle aspecten (zoals vochtigheid, geluid, licht) meegenomen worden bij het welbevinden. Temperatuur en binnenmilieu hebben wel de meeste invloed (Humphreys, 2005).

Mensen voelen zich goed of slecht door alle factoren tezamen. Ook het idee dat men invloed uit kan oefenen op deze factoren heeft invloed op het welbevinden (bijvoorbeeld het open kunnen zetten van een raam).

4.2. Woning gerelateerde ziekten

Factoren zoals de kwaliteit van de lucht, temperatuur, vochtigheidsgraad, tapwater en geluid spelen een rol bij het ontstaan van woning gerelateerde ziekten (Pernot et al, 2003). De belangrijkste woning gerelateerde ziekten zijn astma (37% van alle woning gerelateerde ziekten), COPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease) (bronchitis + longemfyseem (21%) en coronaire hartziekten (25%) (Pernot et al, 2003). Tabel 4.2 geeft een overzicht van woning gerelateerde ziekten. Bijlage 6 bevat een meer uitgebreide beschrijving.

De percentages genoemd bij de onderstaande ziektebeelden zijn de percentages ten opzichte van alle gevallen van deze ziekte in Nederland. De percentages zijn gebaseerd op schattingen op basis van literatuurgegevens, onderzocht door TNO Bouw in opdracht van het ministerie van VROM (Pernot et al, 2003).

Naam ziekte	Ziekteverschijnselen	% woning-gerealteerd	Aantal per jaar	Omgevings Factoren
Astma	Chronische aandoening die gepaard gaat met een overgevoeligheid van de luchtwegen	70	>500.000	Allergenen, schimmels, Vocht, tabaksrook, chemische stoffen
COPD	Aandoening van de luchtwegen	10	>300.000	Wordt veroorzaakt door irritantia. Vooral veroorzaakt door roken.
Coronaire hartziekten	De meest voorkomende hart- en vaatziekten	5	>600.000	Geluidshinder, radon, roken
Long ontsteking	Ontsteking van de longen	5	135.000	Legionella bacterie
Longkanker	Aandoening van de longen	4	9.000	Roken, aanwezigheid van radon
Allergische alveolitis	Chronische ontsteking van de longblaasjes, gepaard met koorts en benauwdheid	20	Komt weinig voor	Schimmels en bacteriën in slecht onderhouden ventilatiesystemen
Verstikking	Dood door verstikking	36	10	Gas
Mycosen	Schimmelaandoening	10	Enkele tientallen	Ventilatiesysteem, kruipruimte

Tabel 4.2 Overzicht woning gerelateerde ziekten.

4.4. Antwoord op de deelvragen

4.4.1 Conclusie: antwoord op deelvraag 3a

Wat is de relatie tussen wonen en gezondheid?

Naar aanleiding van het voorgaande kan de relatie tussen wonen en gezondheid aangegeven worden. Deze relatie is weergegeven in tabel 4.4. Uit de tabel blijkt dat zowel het gebouw, de installaties, de inrichting en het gebruik invloed hebben op de gezondheid. De gezondheid kan negatief beïnvloed worden door de kwaliteit van de binnenlucht, het geluidsniveau, het thermische binnenklimaat, de daglichttoetreding en de waterkwaliteit.

	Factor	Heeft invloed op de	Klachten
Gebouw	Afgeven van stoffen door de gebruikte bouwmaterialen	Luchtkwaliteit	Irritaties ogen, luchtwegen, huid; Astmatische klachten; Hoofdpijn; Kanker.
	Aantal ramen en mogelijkheid om ramen te openen	Luchtkwaliteit binnen (verse lucht toevoer)	Slijmvliesirritaties; Hoofdpijn; Vermoeidheid; Grotere kans op infectieziekten; Longkanker.
		Geluidsniveau binnen (verkeerslawaaï)	Stress; Concentratieproblemen; Slaapstoornissen; Hoge bloeddruk; Hartklachten.
		Thermisch binnenklimaat (koude en tocht)	Stijve spieren; Oververhitting.
	Mate van isolatie	Luchtkwaliteit (schimmel)	Luchtwegklachten.
		Thermisch binnenklimaat.	Oververhitting.
	Aantal en type ventilatieroosters	Luchtkwaliteit (toevoer)	Irritaties ogen, luchtwegen, huid; Astmatische klachten; Hoofdpijn.
		Thermisch binnenklimaat (tocht)	Stijve spieren.
		Geluidsniveau binnen	Stress; Concentratieproblemen; Slaapstoornissen; Hoge bloeddruk; Hartklachten.
	Glas in de gevel	Geluidsniveau binnen, Daglichttoetreding, Thermisch	Stress; Concentratieproblemen; Slaapstoornissen; Hoge bloeddruk;

		binnenklimaat (oververhitting).	Hartklachten.
Installaties	Mechanisch ventilatiesysteem	Luchtkwaliteit	Slijmvliesirritaties; Hoofdpijn; Vermoeidheid; Grotere kans op infectieziekten; Longkanker.
		Geluidsniveau binnen (installatiegeluid)	Stress; Concentratieproblemen; Slaapstoornissen; Hoge bloeddruk; Hartklachten.
		Thermisch binnenklimaat (tocht, temperatuurbeheersing).	Stijve spieren; Oververhitting.
	Verwarming-systeem	Thermisch binnenklimaat	Stijve spieren; Oververhitting.
	Warm-tapwatersysteem	Waterkwaliteit	Legionella besmetting
Inrichting	Type vloerbedekking	Luchtkwaliteit	Allergie; Luchtwegklachten.
		Geluidsniveau binnen (akoestiek, contactgeluiden)	Stress; Concentratieproblemen; Slaapstoornissen; Hoge bloeddruk; Hartklachten.
	Materialen	Luchtkwaliteit (emissies)	Irritatie van huid, ogen en luchtwegen; Vermoeidheid; Allergie; Schade zenuwstelsel Beschadiging lever en nieren.
Gebruik	Beheer en onderhoud installatiesysteem	Thermisch binnenklimaat	Stijve spieren; Oververhitting.
		Luchtkwaliteit	Luchtwegklachten; Allergische reacties.
		Geluidsniveau	Stress; Concentratieproblemen; Slaapstoornissen; Hoge bloeddruk; Hartklachten.
	Bezettingsgraad woning	Luchtkwaliteit	Slijmvliesirritaties; Hoofdpijn; Vermoeidheid; Grotere kans op infectieziekten.
		Geluidshinder	Stress;

			Concentratieproblemen; Slaapstoornissen; Hoge bloeddruk; Hartklachten.
	Gebruik ventilatiesystemen	Luchtkwaliteit	Luchtwegklachten; Slijmvliesirritaties; Hoofdpijn; Vermoeidheid; Grotere kans op infectieziekten; Longkanker.
		Thermisch binnenklimaat	Stijve spieren; Oververhitting.
	Gedrag	Luchtkwaliteit	Luchtwegklachten; Slijmvliesirritaties; Hoofdpijn; Vermoeidheid; Grotere kans op infectieziekten; Longkanker.
		Geluidshinder	Stress; Concentratieproblemen; Slaapstoornissen; Hoge bloeddruk; Hartklachten.

Tabel 4.3. Relatie tussen wonen en gezondheid.

Temperatuur en luchtkwaliteit worden als de belangrijkste factoren voor het welbevinden gezien. Goede ventilatie is nodig voor het handhaven van een gezond binnenmilieu. Hoe meer er geventileerd wordt, hoe beter het binnenmilieu. Maar goede ventilatie heeft invloed op het energiegebruik en het thermisch comfort. Ook kunnen ventilatiesystemen geluidsoverlast geven en stof in beweging zetten.

4.4.2. Conclusie: antwoord op deelvraag 3b

Wat is bekend over de relatie tussen energiezuinige woning en gezondheid?

De relatie tussen energiezuinige woningen en gezondheid is weergegeven in tabel 4.4. In deze tabel worden energiezuinige (dus nieuwe) woningen vergeleken met oudere woningen. Hierbij wordt gekeken naar woningaspecten en aspecten die invloed hebben op de gezondheid. Er is een aantal aspecten dat geldt voor zowel oudere en energiezuinige woningen, zoals geluidshinder door installaties of de capaciteit van de ventilator die voldoende moet zijn. Oudere woningen zijn vooral gevoelig voor tocht en vochtproblemen. Hier zijn energiezuinig gebouwde woningen dus in het voordeel. Bij energiezuinige woningen is er meer kans op oververhitting, moeten de roosters van het ventilatiesysteem goed onderhouden worden en moet men oppassen dat de watertemperatuur niet lager is dan 60°C in verband met de kans op legionella besmetting.

	Woning Aspecten	Alle woningen (ouder en energiezuinig)	Oudere woning	Energiezuinige woning zoals beschreven in hoofdstuk 3
Woning		Gebruik van verantwoorde bouwmaterialen	Meer kans op tocht door kieren. Meer kans op vochtproblemen.	Meer kans op oververhitting door de op het zuiden gerichte oriëntatie in combinatie met sterke isolatie (thermische kwaliteit).
Installatie	Verwarming	Mogelijk geluidshinder van de installatie		Lage temperatuur verwarming geeft meer warmtecomfort, maar meer kans op tocht bij natuurlijke luchttoevoer.
	Ventilatie Systeem	Voldoende aanvoerroosters (luchtkwaliteit) Spleten onder de deuren. Geen hinderlijk geluid.		Bij een gebalanceerd ventilatiesysteem wordt 's winters voldoende geventileerd (luchtkwaliteit).
	Type ventilator	Ventilator moet voldoende capaciteit hebben en regelbaar zijn (luchtkwaliteit).		
	Warm tapwatersysteem			Keteltemperaturen moeten hoger zijn dan 60°C (kans op legionella besmetting).
Gedrag	Verwarmen		Bij langere afwezigheid en 's nachts de verwarming lager zetten.	Bij LTV temperatuur in de woning constant houden (thermisch comfort).
			Ventilatie openingen niet sluiten	Bij balansventilatie geen ramen open laten staan.
				Verbouwingen aan de woning kunnen invloed hebben op het energiegebruik (thermisch comfort).
	Ventileren	Bij aanwezigheid van meerdere personen de ventilator hoger		Bij een gebalanceerd ventilatiesysteem moeten de roosters schoongehouden worden

		zetten; Roosters nooit helemaal sluiten; Roosters reinigen (luchtkwaliteit).		en de filters jaarlijks vervangen (luchtkwaliteit).
	Warm water			Boilertemperatuur niet te laag instellen (legionella).

Tabel 4.4. *Vergelijking energiezuinige en niet- energiezuinige woning op woningaspecten die invloed hebben op de gezondheid.*

4.5 Onderzoeken naar de gezondheidssituatie in woningen

Het binnenmilieu komt steeds meer in de belangstelling te staan en hiernaar is onderzoek gedaan. In bijlage 7 staat in chronologische volgorde en aantal onderzoeken beschreven. Uit deze onderzoeken blijkt dat de Nederlandse situatie als volgt omschreven kan worden:

- Energiebesparing en comfortverbetering hebben een dichte gebouwschil tot gevolg. De bijbehorende mechanische ventilatiesystemen maken vaak veel geluid en worden daardoor niet optimaal gebruikt, bovendien zijn bewoners niet gewend om actief te ventileren. Slechte ventilatie leidt tot hogere concentraties stoffen en vocht in het binnenmilieu;
- Vervuild binnenmilieu draagt bij aan het ontstaan van aandoeningen als astma, hart- en vaatziekten en sensorische irritatie;
- Van sommige stoffen in het Nederlandse binnenmilieu is meer bekend over hun vóórkomen dan van andere. Zo is er wel vaak informatie beschikbaar over formaldehyde of de VOS-concentratie, maar niet over brandvertragers, weekmakers en terpenen;
- Al langer bestaande en beter bekende problemen zijn die van verbrandingsproducten in het binnenmilieu, het thermisch binnenklimaat, onvoldoende of slecht werkende ventilatie en radon;
- Woning gerelateerde ziekten kunnen veroorzaakt worden door verbrandingstoestellen en watersystemen, vochtigheid en schimmels. De grootste ziektelast wordt waarschijnlijk veroorzaakt door verbrandingsproducten en biologische agentia;
- De blootstelling aan vochtgerelateerde problemen is de laatste jaren in Nederland verbeterd door verbeteringen in de bouw.

De ontwikkelingen voor de toekomst wat betreft gezondheidsrisico's zijn:

- Er zijn aanwijzingen voor een verhoogd risico op het ontwikkelen astma en allergieën bij aanwezigheid van weekmakers uit PVC-oppervlakken;
- De inname van huisstof kan in combinatie met sommige stoffen leiden tot een gezondheidsrisico voor kinderen;
- Hart- en vaatziekten, astma en "sick building syndroom" leveren de grootste bijdrage aan binnenmilieu gerelateerde ziektelast in Europa en Nederland. Problemen door allergenen, vocht en schimmels zorgen voor ongeveer éénderde van de ziektelast gerelateerd aan een vervuild binnenmilieu.

5 De Groene Kreek

De buurt de Groene Kreek ligt in Zoetermeer. Het is een driehoekig gebied van ca 2 hectare, gelegen in de nabijheid van een station van RandstadRail en op ca 100 meter afstand van het centrumgebied van de VINEX- wijk Oosterheem. Oosterheem ligt aan de uiterste Oostzijde van Zoetermeer, naast het HSL tracé.

In 1998 werd door de gemeenteraad van Zoetermeer de nota 'Duurzaam Bouwen' vastgesteld. In deze nota ging Zoetermeer in op diverse aspecten van duurzaam bouwen. Er werden afspraken gemaakt met projectontwikkelaars over een pakket toe te passen dubio maatregelen. Ook voor de VINEX-wijk Oosterheem werden afspraken gemaakt over duurzaam bouwen. Bij het project de Groene Kreek waren afspraken gemaakt die veel verder gingen dan de andere woningbouwprojecten in Zoetermeer. Bij dit project zouden 116 maatregelen uit het nationaal Pakket Duurzaam Bouwen worden toegepast (gemeente Zoetermeer en Bouwfonds Woningbouw, 2001). Het meest bijzondere aan deze wijk was dat door een combinatie van energiezuinig ontwerpen en het gebruik van duurzame energiebronnen er energienulwoningen zouden ontstaan. Dat wil zeggen dat de woningen net zoveel energie opwekken als verbruiken. Op deze schaal was dit in Nederland nog niet eerder gepresteerd (Reijenga, 2006).

Medio 2006 zijn er 45 woningen opgeleverd. In het kort zijn de bijzonderheden aan de woningen (gemeente Zoetermeer en Bouwfonds Woningbouw, 2001):

- een EPC van 0,6 door met name de hoge isolatie van de schil om de primaire energievraag zo laag mogelijk te houden: Rc- waarden tussen 5,0 en 6,0 voor het dak, de wanden en de vloeren;
- een geoptimaliseerd woningontwerp op daglichttoetreding en passief gebruik zonne energie;
- het toepassen van duurzame energie in de vorm van de warmtepomp op basis van bodemenergie als bron in combinatie met lage temperatuur verwarming bij 20 woningen, bij 25 woningen een HR- 107 ketel met hoge temperatuur verwarming;
- beperkt vermogen van pompen en ventilatoren;
- WTW balans ventilatie, niet regelbaar door de bewoners;
- het treffen van voorzieningen voor toekomstige PV-cellen en zonnecollectoren, zodat bij installatie in de toekomst de werkzaamheden beperkt blijven;
- geïntegreerde zonwering in het ontwerp om oververhitting te voorkomen;
- een entree portaal (Rc=2,5) buiten de thermische schil;
- toepassing milieuvriendelijke materialen FSC- hout (www. SenterNovem6, n.d.);
- volledig geïsoleerde warmwaterleidingen, CV- en distributieleidingen.

Twee woningen zijn energienulwoningen door het plaatsen van zonnepanelen.

De kosten van de energievoorzieningen van de woning bedroegen uiteindelijk € 15.125,- per woning en de kosten van de extra isolatie € 3.053 en € 3.908 per woning, afhankelijk van het type (gemeente Zoetermeer briefnummer RU/PBO/06-26813).

Een volledige beschrijving van het bouwproces van de woningen is te vinden in bijlage 8.

6 Uitslag enquête

Naar aanleiding van informatie uit het literatuuronderzoek dat beschreven is in de vorige hoofdstukken is een enquête samengesteld. De enquête bevat een aantal delen: tevredenheid met de woning, kenmerken van de woning, installaties in de woning, gebruik van verwarming en warm water, ventilatie, elektrische apparatuur, gezondheid en energiegebruik. De volledige enquête is te vinden in bijlage 9. Deze enquête is bestemd om inzicht te krijgen in ervaringen met energiezuinige woningen van de groene Kreek.

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste resultaten van de enquête beschreven. De volledige uitslag van de enquête is te vinden in bijlage 10.

Tabel 6.1 geeft een overzicht van de onderzochte woningen. Er zijn vijf straten met woningen van gelijke grootte en dezelfde prijsklasse onderzocht. In de Moldoustream bleken zowel energie zuinig gebouwde- als niet energiezuinig gebouwde woningen te staan. Daarom is de Moldoustream onderverdeeld in energiezuinig gebouwde- en niet energiezuinig gebouwde woningen. Uit de tabel blijkt dat de respons van de enquête hoog is: deze ligt tussen de 50% en de 90%.

Straat	Bouwjaar	Energie Zuinig	Verstuurde enquêtes	Respons	n	Gebruikte afkorting
Schonbergrode	1986	nee	20	90%	18	ON (oud, niet energiezuinig)
Persumstraat	2003	nee	37	81%	30	NN1 (nieuw, niet energiezuinig type 1)
Moldoustream	2006	nee	16	60%	9	NN2 (nieuw, niet energiezuinig type 2)
Moldoustream Energiezuinig	2006	ja	18	50%	9	NE1 (nieuw, energiezuinig, type 1)
Nijlstream	2006	ja	21	81%	17	NE2 (nieuw, energiezuinig, type 2)

Tabel 6.1: overzicht van de onderzochte woningen

Representiviteit van het onderzoek

Bij dit onderzoek is gekeken naar twee soorten woningen: energiezuinig gebouwd en niet-energiezuinig gebouwd, dat wil zeggen volgens de geldende normen van die tijd. De energiezuinig gebouwde woningen vormen de experimentele groep, de niet-energiezuinig gebouwde woningen de referentiegroep. De referentiegroep bestaat uit twee soorten woningen: woningen die gebouwd zijn in 1986 en woningen die gebouwd zijn in 2003 en 2006. Het onderzoek geeft een indicatie van de verschillen met de woonervaringen tussen energiezuinige- en niet energiezuinige woningen die als basis voor verder onderzoek kunnen dienen.

Algemene gegevens van de woningen

Alle woningen zijn rijtjeswoningen met een woonoppervlak tussen de 150 en 200 m². Het oorspronkelijk aantal slaapkamers van de woningen is 3 of 4. Tabel 6.2 bevat de belangrijkste kenmerken van de woningen. Deze tabel is samengesteld uit antwoorden van de enquête (vragen uit deel B en C van de enquête).

	Schonbergrode	Persum straat	Moldou stroom	Moldou stroom	Nijlstrom
Aanduiding in tabellen	ON oud, niet energiezuinig	NN1 nieuw, niet energiezuinig type 1	NN2 nieuw, niet energiezuini g, type 2	NE1 nieuw, energiezuini g, type 1	NE2 nieuw, niet energiezuini g, type 2
Bouwjaar	1986	2003	2006	2006	2006
n	18	30	9	9	17
EPC	onbekend	0,8	0,8	0,6	0,6
Ligging woonkamer	56% W 44% O	W	Z	Z	Z
Gemiddeld aantal personen dat in de woning woont	3,17	3,33	4,00	3,6	3,06
Gezinnen met kinderen	67%	60%	89%	56%	62%
Verwarming-systeem					
HR- of VR ketel	100%				
HR- ketel			100%	11%	56%
Stadsverwar ming		100%			
Warmtepomp				89%	44%
Warmte verspreid door					
Radiatoren	78%	80%	89%	11%	59%
Vloerverwar ming	44%	33%		89%	47%
Convactor		13%	33%		6%
Muur- verwarming					6%
Straling		7%			
Ventilatie-systeem					
Natuurlijke aanvoer	23%	60%			
Natuurlijke aanvoer, mechanische afvoer	67%				
Mechanische aan- en afvoer		13%	22%		22%
Mechanische aan- en afvoer met WTW		23%	78%	100%	78%
Onbekend	10%	4%			

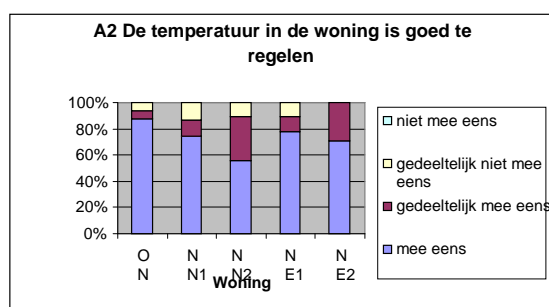
Tabel 6.2 De belangrijkste woningkenmerken van de onderzochte woningtypen.

Uit tabel 6.2 blijkt dat alleen de energiezuinig gebouwde woningen een warmtepomp hebben. Het minst energiezuinige verwarmingssysteem, de VR- ketel, komt alleen bij de oudere woningen voor. Radiatoren komen het vaakst bij de niet energiezuinig gebouwde woningen voor. Toch geeft 44% van de oudere woningen aan ook vloerverwarming te hebben. Bij de energiezuinig gebouwde woningen komt vloerverwarming het vaakst voor. Een enkele woning uit de Nijlstream heeft muurverwarming.

Ook bij het ventilatiesysteem zijn er verschillen tussen de oudere en de nieuwe woningen. Bij de oudere woningen wordt de lucht op een natuurlijke manier aangevoerd, dat wil zeggen door roosters of ramen. De woningen die in 2006 gebouwd zijn voeren de buitenlucht mechanisch aan. Het grootste deel van deze woningen maakt gebruik van warmteterugwinning van de ventilatielucht, ook de niet energiezuinig gebouwde woningen uit 2006.

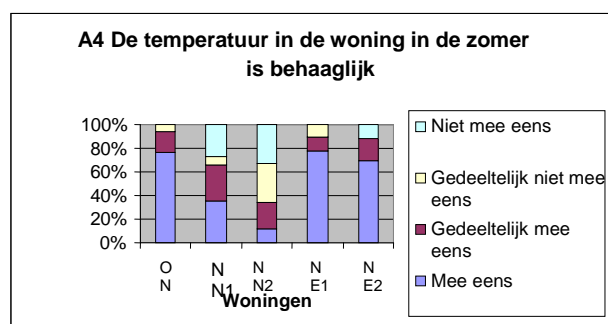
6.1 Belangrijkste resultaten enquête

De belangrijkste resultaten van de enquête zijn hieronder weergegeven. De resultaten van het volledige onderzoek staan in bijlage 10



Resultaat: Bij de O- woningen geeft 88% van de bewoners aan dat de temperatuur goed te regelen is, bij de N- woningen is dit 56 tot 78%. De NN2 woningen hebben hierbij de laagste score.

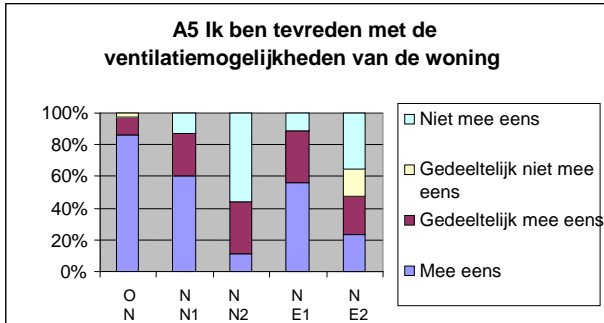
Deelconclusie: bij het goed kunnen regelen van de temperatuur in de woning is er een verschil tussen de oudere en de nieuwere woningen. De bewoners van de oude woningen zijn het meest tevreden, de bewoners van de niet energiezuinig gebouwde nieuwe woningen het minst.



Resultaat: bij een behaaglijke temperatuur in de zomer scoren de O- woningen het hoogst: 77% van de bewoners vindt de temperatuur in de woning in de zomer behaaglijk, 18% gedeeltelijk. Ook bij de bewoners van NE- woningen is de tevredenheid groot: 78% (type 1) en 70% (type 2). Minder bewoners van de NN- woningen geven aan de temperatuur in de zomer in de woning behaaglijk te vinden: 34 en 42%. De klachten die hierbij genoemd

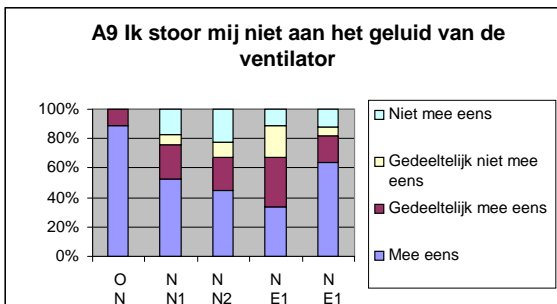
worden zijn dat de warmte te lang blijft hangen, de temperatuur op zolder te hoog is en dat de woning erg snel warm is.

Deelconclusie: de temperatuur in de zomer is het beste te regelen bij oude woningen, gevolgd door energiezuinig gebouwde woningen. De temperatuur in niet energiezuinig gebouwde nieuwe woningen is in de zomer het minst behaaglijk.



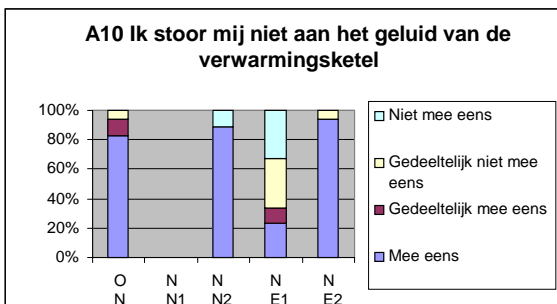
Resultaat: bewoners van de O- woningen zijn het meest tevreden met de ventilatiemogelijkheden van de woning: 83% is tevreden. Het minst tevreden zijn de bewoners van de NN2- woningen (slechts 1 van de 9 bewoners is tevreden). De verschillen tussen de typen 1 en 2 van de nieuwe woningen zijn groot.

Deelconclusie: alle bewoners van de oude woningen zijn tevreden of deels tevreden over de ventilatiemogelijkheden van de woning. De bewoners van de nieuwe woningen zijn minder tevreden.



Resultaat: bij het antwoord op de vraag of men zich stoort aan het geluid van de ventilator zitten grote verschillen. Het minst storen de bewoners van de O- woningen zich aan de ventilator: 100% van de bewoners zijn het (gedeeltelijk) met de stelling eens. Bij de nieuwe woningen is 67% tot 82% van de bewoners het (gedeeltelijk) met de stelling eens.

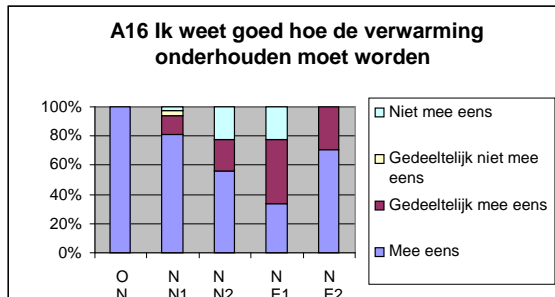
Deelconclusie: de oudere woningen hebben minder geluidsoverlast van het ventilatiesysteem.



Resultaat: bij de vraag of men zich niet stoort aan het geluid van de verwarmingsketel scoren de NE1- woningen het laagst: 33% geeft aan het hier (gedeeltelijk) mee eens te zijn. De

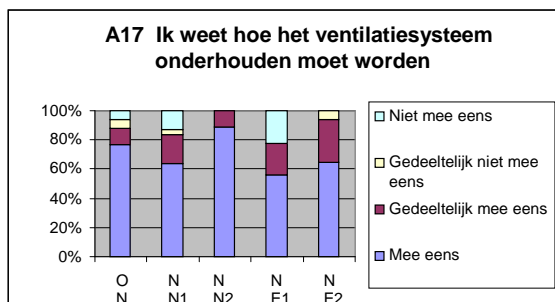
andere typen woningen scoren beduidend hoger: beide woningtypen 94%. Deze vraag was niet van toepassing op de NN1- woningen, omdat deze stadsverwarming hebben.

Deelconclusie: in 3 typen woningen stoort het merendeel van de bewoners zich niet aan het geluid van de verwarmingsketel, bij één type woning (dit is een energiezuinige woning) stoort een minderheid van de bewoners zich niet aan het geluid van de verwarmingsketel.



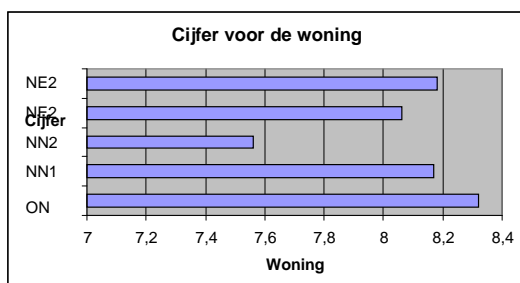
Resultaat: alle bewoners van de O- woningen geven aan te weten hoe de verwarming onderhouden moet worden. Het minst goed weten de bewoners van de NE1- woningen hoe de verwarming onderhouden moet worden (34 %) De overige scores liggen tussen de 56 en 81%.

Deelconclusie: bij het onderhouden van de verwarming is er verschil te zien tussen de oudere en de nieuwere woningen. Bewoners van de oudere woningen weten beter hoe de verwarming onderhouden moet worden.



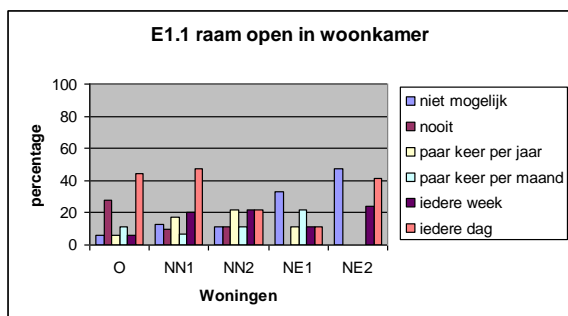
Resultaat: bij de vraag of men weet hoe het ventilatiesysteem onderhouden moet worden zijn de scores van de energiezuinige woningen gemiddeld iets lager dan van de overige woningen: 56 en 65 %. Ook de NN1 woningen hebben een score van 65%. Het best scoren de NN2- woningen met 89 %, gevolgd door de oude woningen.

Deelconclusie: bewoners van de energiezuinig gebouwde woningen (die een ventilatiesysteem met warmteterugwinning hebben) weten minder goed hoe het ventilatiesysteem onderhouden moet worden.



Resultaat: de oudere woningen hebben de hoogste waardering in de vorm van een rapportcijfer gekregen: de bewoners van de ON- woning geven gemiddeld het cijfer 8,3 aan hun woning. De NN2- woningen de laagste score: 7,6. De scores van de overige woningen liggen tussen de 8,1 en 8,2.

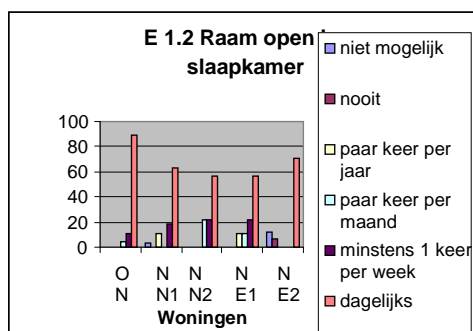
Deelconclusie: oude, niet energiezuinige woningen worden het beste gewaardeerd.



Resultaat: in sommige woningen is het niet mogelijk om een raam in de woonkamer open te zetten, vooral in de energiezuinig gebouwde woningen. In de oudere woningen staat het vaakst dagelijks een raam open (44%). Bij de energiezuinig gebouwde woningen is dit 11% en 41%. De scores van bewoners die nooit een raam open te zetten liggen tussen de 0 en 28%, waarbij de 0 % bij de energiezuinig gebouwde woningen is aangegeven.

Deelconclusie: de resultaten per woningtype zijn erg divers. Van alle woningen wordt bij één of meerdere bewoners aangegeven dat er

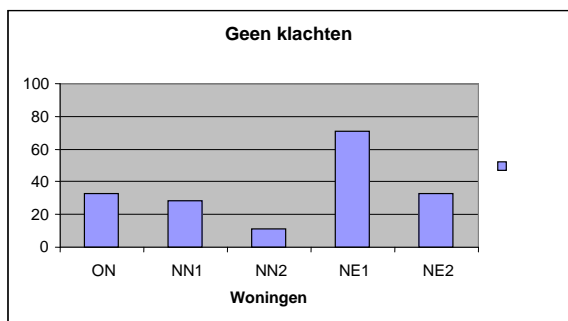
- geen ramen open gezet kunnen worden of nooit opengezet wordt
- iedere dag een raam open staat (dus ook in de energiezuinig gebouwde woningen).



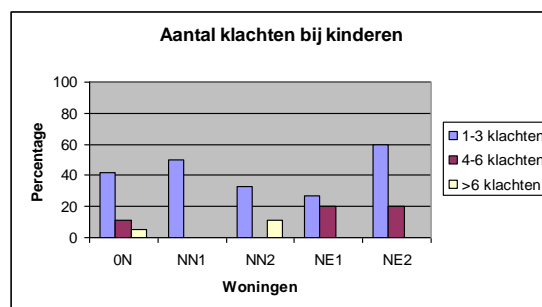
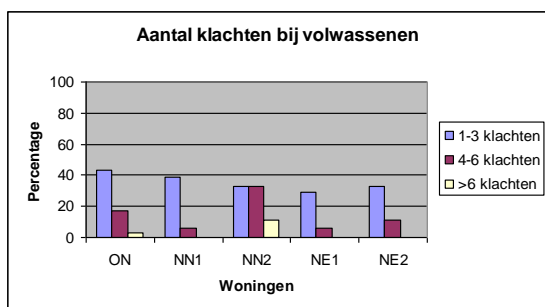
Resultaat: in de slaapkamer staat vaker dagelijks een raam open dan in de woonkamer, de scores liggen tussen de 56 en 89 %. Hierbij scoren de O- woningen het hoogst, met 89 %. Bij de NE1- en de NE2- woningen zetten respectievelijk 56 en 71 % van de bewoners dagelijks een raam open in de slaapkamer.

Deelconclusie: in slaapkamers staat vaker een raam open dan in woonkamers, ook in de energiezuinige woningen.

6.1.1. Gezondheid

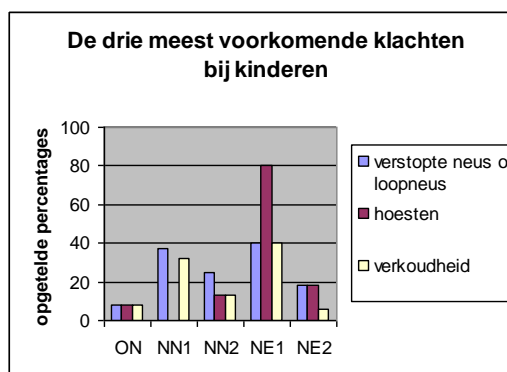
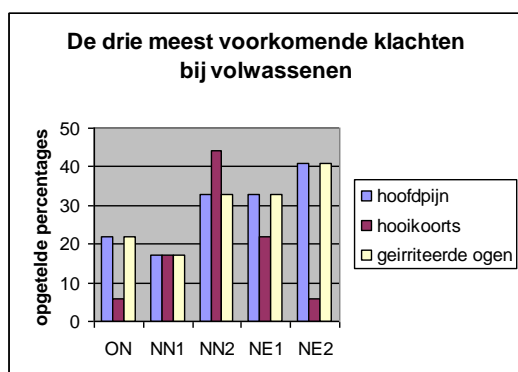


Resultaat: bij de energiezuinig gebouwde woningen hebben de meeste gezinnen geen gezondheidsklachten: 71 en 33%, gevolgd door de oudere woningen met 33%.



Resultaat: volwassen bewoners van de NN2- woningen hebben het grootste aantal gezondheidsklachten, gevolgd door de oudere woningen.

Bij de kinderen valt het op dat bij de NE-2 woningen 60% van de kinderen één tot drie klachten heeft.



Resultaat: de klachten die het vaakst bij volwassenen voorkomen zijn hoofdpijn, hooikoorts en geïrriteerde ogen. Bij volwassen bewoners van de NN2- woningen komen deze klachten het vaakst voor, gevolgd door volwassen bewoners van de NE2- woningen.

Volwassenen die in de oude woningen wonen hebben de minste klachten.

Bij de kinderen zijn de klachten die het vaakst voorkomen verstopte neus of loopneus, hoesten en verkoudheid. Kinderen die in de NE1- woningen wonen hebben vaker last van deze klachten dan kinderen die in de andere typen woningen wonen. Kinderen die in de oude woningen wonen hebben het minst last van de bovengenoemde klachten.

Resultaat samengevat van de gezondheid van de bewoners

O- woningen: als er naar de meest voorkomende klachten gekeken wordt, dan hebben zowel de volwassenen als de kinderen de laagste score. Bij het aantal klachten per huishouden en het vrij zijn van klachten scoren deze woningen niet als hoogste of laagste.

NN1- woningen: deze worden niet genoemd bij de resultaten bij de grafieken. Deze woningen scoren dus op alle fronten gemiddeld ten opzichte van de andere woningtypen.

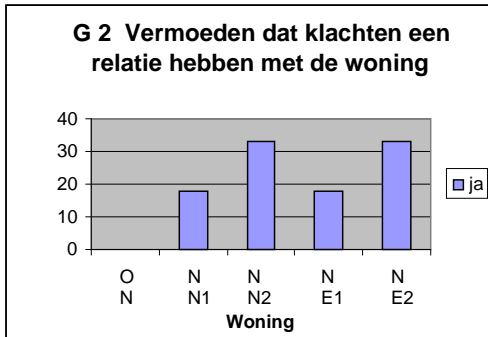
NN2- woningen: volwassen bewoners hebben het hoogste aantal klachten, ook bij de meest voorkomende klachten scoren deze bewoners het hoogst.

NE1- woningen: bewoners zijn het vaakst klachtenvrij. Kinderen hebben wel het vaakst last van de meest voorkomende klachten ten opzichte van de andere typen woningen.

NE2- woningen: bewoners hebben een gemiddelde score wat betreft het klachtenvrij zijn, maar daar staat tegenover dat kinderen wel veel verschillende klachten hebben, en volwassenen het meest last van de drie meest voorkomende klachten.

Deelconclusie gezondheid

Bewoners van oudere, niet energiezuinig gebouwde woningen en nieuwe, energiezuinig gebouwde woningen hebben de beste gezondheid. Bewoners van nieuwe, niet energiezuinig gebouwde woningen hebben de meeste gezondheidsklachten.

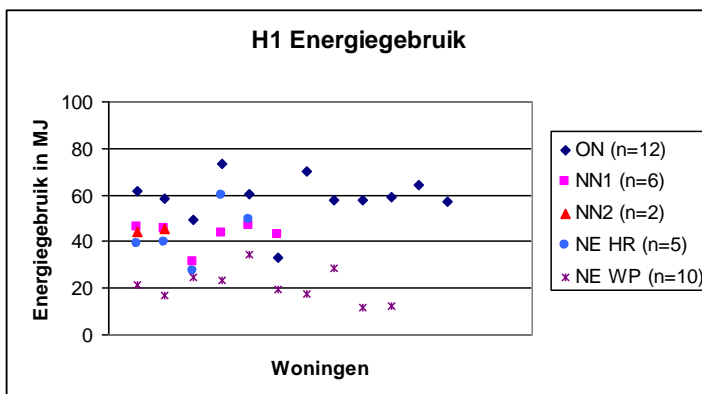


Resultaat: bij alle nieuwere woningen hebben bewoners het vermoeden dat de klachten een relatie hebben met de woning. Gemiddeld is dit 26%. Van de O- woningen geeft niemand aan dat er een vermoeden is tussen klachten en de woning.

Deelconclusie: bewoners van moderne woningen hebben vaak een vermoeden dat gezondheidsklachten een relatie hebben met de woning.

6.1.2. Energiegebruik van de woningen

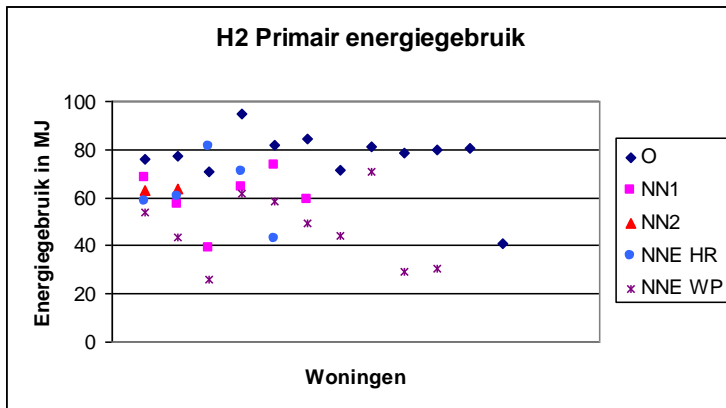
Als energiezuinig gebouwde woningen vergeleken worden met niet energiezuinig gebouwde woningen, dan moet er uiteraard ook naar het energiegebruik gekeken worden. De onderstaande figuur geeft het energiegebruik van de verschillende typen woningen aan. Hierbij is het in de enquête ingevulde energiegebruik per woning aangegeven. (Lang niet alle bewoners hebben het energiegebruik op de enquête vermeld. Het aantal bewoners dat deze vraag heeft ingevuld staat in de figuur vermeld). Aangezien de verschillende typen woningen verschillende soorten systemen hebben, zijn de gebruikcijfers omgerekend naar Joules. Bij de energiezuinig gebouwde woningen uit de Groene Kreek is een onderscheid gemaakt tussen woningen met een HR- ketel (NE HR) en een warmtepomp (NE WP).



Resultaat: het energiegebruik van de bewoners ligt tussen de 12 en 74 MJ. In de grafiek is duidelijk te zien dat het energiegebruik van de oude woningen het hoogst is: het gebruik ligt tussen de 49 en 74 MJ.

Het energiegebruik is het laagst bij energiezuinig gebouwde woningen met een warmtepomp: dit gebruik ligt tussen de 12 en 35 MJ.

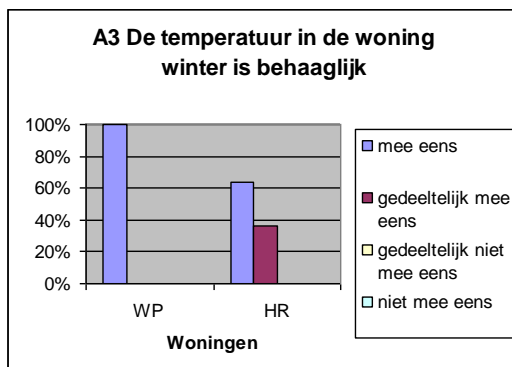
Het verschil in het energiegebruik van de energiezuinig gebouwde woningen met een HR-ketel en de twee typen nieuwe woningen is minder duidelijk. Iedere woning gebruikt elektriciteit. Bij het ontbreken van een gasaansluiting (zoals bij een aantal energiezuinig gebouwde woningen), zal daarom het elektriciteitsgebruik hoger zijn door bijvoorbeeld het gebruik van de warmtepomp, koken en de warmwater bereiding. Het rendement van het opwekken van elektriciteit is 40% (zie paragraaf 2.5). Dit betekent dat het primaire energiegebruik bij het gebruik van elektriciteit hoger is dan bij het gebruik van gas. In de onderstaande grafiek, die de antwoorden op vraag H2 weergeeft, is het opgegeven energiegebruik van de huishoudens omgerekend naar het primaire energiegebruik (dat wil zeggen dat het energieverlies wat optreedt bij het opwekken van elektriciteit meegerekend is).



Resultaat: het primaire energiegebruik van de energiezuinig gebouwde woningen met een warmtepomp is nog steeds het laagst, maar de verschillen met de andere woningen zijn nu minder groot. Het primaire energiegebruik van de oudere woningen is nog steeds het hoogst, maar ook hier zijn de verschillen minder groot. Het primaire energiegebruik van de overige woningen (NN1, NN2 en NE1) ligt tussen de 39 en 82 MJ.

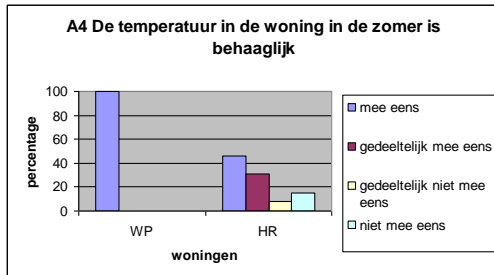
Deelconclusie: als er naar het primaire energiegebruik gekeken wordt dan zijn energiezuinige woningen met een warmtepomp het meest energiezuinig. Woningen die energiezuinig gebouwd zijn en een HR-ketel hebben een primair energiegebruik dat te vergelijken is met andere woningen die niet energiezuinig en in dezelfde periode gebouwd zijn. Het primaire energiegebruik van de oudere woningen is nog steeds het hoogst, maar komt in een aantal gevallen overeen met het energiegebruik van moderne woningen.

6.1.3. Resultaten vergelijking energiezuinig gebouwde woningen met- en zonder warmtepomp



Resultaat: 100 % van de bewoners van de WP- woningen vindt de temperatuur in de winter behaaglijk. Bij de HR- woningen vindt 64% van de bewoners de temperatuur in de winter behaaglijk, 36 % is het gedeeltelijk behaaglijk.

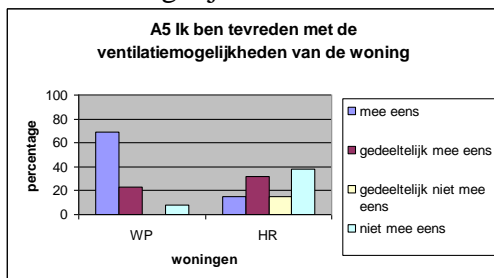
Deelconclusie: de temperatuur in de winter is het meest behaaglijk in de woningen met en warmtepomp.



Resultaat: alle bewoners van de WP- woningen vinden de temperatuur in de zomer behaaglijk. Bij de HR- woningen is dit 77% (geheel of gedeeltelijk).

Deelconclusie: de temperatuur in de zomer is in de woningen met een warmtepomp meer behaaglijk dan in woningen met een HR- ketel.

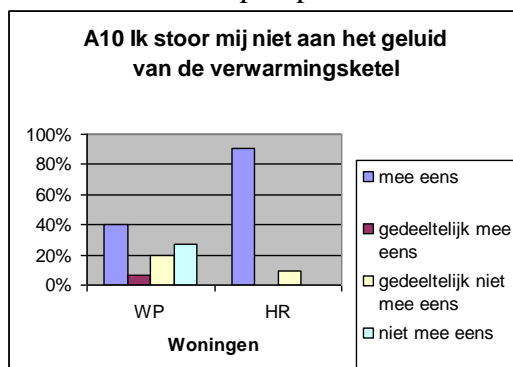
Bij de volgende vraag werd gekeken of er een verschil was tussen de tevredenheid over de ventilatiemogelijkheden van de verschillende woningen.



Resultaat: van de bewoners van WP woningen is 82% (deels) tevreden met de ventilatiemogelijkheden van de woning, van de woningen met een HR- ketel is dit 47 %.

Deelconclusie: de bewoners van de WP- woningen zijn meer tevreden met de ventilatiemogelijkheden van de woning dan bewoners van de HR- woningen.

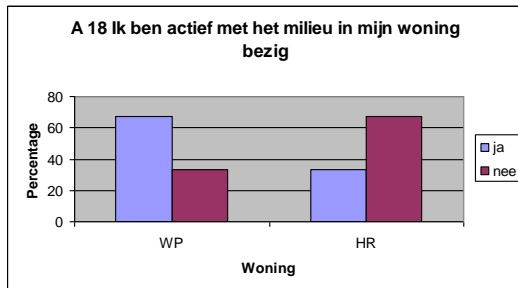
Zowel een warmtepomp als een HR- ketel maken geluid. Stoort men zich aan dit geluid?



Resultaat: van bewoners van de HR- woningen stoort 100 % zich(deels) niet aan het geluid van de verwarmingsketel. Van de WP- woningen geeft 47 % van de bewoners aan het (deels) niet eens met de stelling te zijn.

Deelconclusie: tussen hinder van het geluid van de verwarmingsketel zit een groot verschil tussen de woningen met een warmtepomp en een HR- ketel. Bewoners van woningen met een WP storen zich beduidend meer aan het geluid.

De vraag of men actief met het milieu in de woning bezig is, is geselecteerd om te kijken of bewoners met een warmtepomp actiever bezig zijn met het binnenmilieu dan bewoners met een HR- ketel.

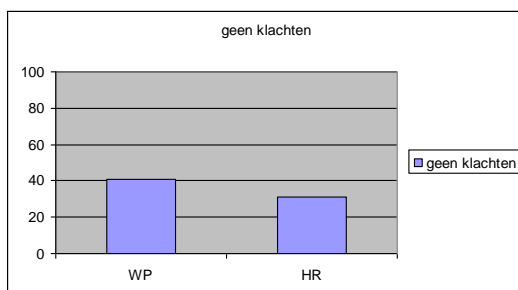


Resultaat: 67 % van de bewoners van een WP- woning geven aan actief met het milieu in de woning bezig te zijn. Bij de HR- woningen is dit 33 %.

Deelconclusie: bewoners met een warmtepomp zijn actiever met het milieu in de woning bezig dan bewoners met een HR- ketel.

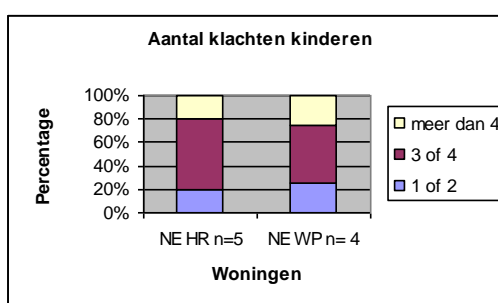
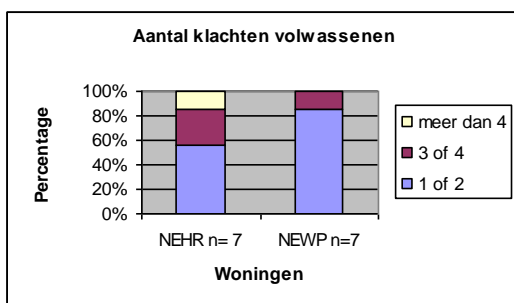
6.1.3.1. Gezondheid

Net zoals bij het vergelijken van de gezondheid van de bewoners van alle woningen, kan onderzocht worden of er ook verschil is tussen de gezondheid van bewoners met een warmtepomp of een HR- ketel. Niet iedereen heeft de gezondheidsvragen ingevuld, de aantallen zijn bij deze vragen: n WP = 13, n HR= 11.



Resultaat: er zijn iets meer gezinnen in WP- woningen zonder klachten dan gezinnen in HR- woningen (41 % tegenover 31 %).

Er zijn zeven WP- woningen waarin volwassen bewoners één of meer klachten hebben, evenzelfde aantal als voor HR- woningen. Voor kinderen zijn dit 4 woningen met een warmtepomp en 5 woningen met een HR- ketel.

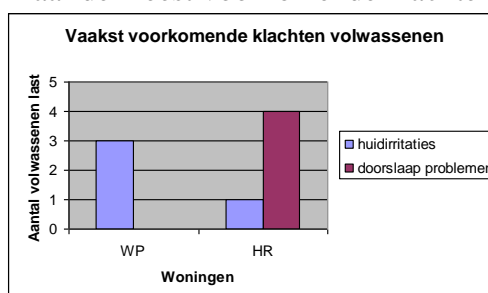
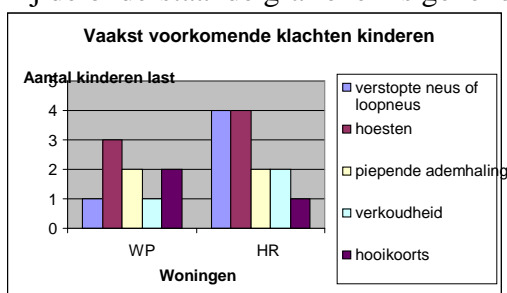


Resultaat: 86% van de huishoudens met een warmtepomp geeft aan 1 of 2 gezondheidsklachten bij volwassenen te hebben, bij huishoudens met een HR- ketel is dit 57%. 0% van de volwassenen in een woning met een warmtepomp heeft meer dan 4 klachten, dit is bij de woningen met een HR- ketel 15%.

Bij de kinderen heeft 20% 1 of 2 gezondheidsklachten bij de HR- woningen, bij de WP woningen is dit 24%. 3 of 4 klachten heeft 60% van de kinderen in de HR- woningen en 48 % in de WP= woningen.

Deelconclusie: volwassen bewoners van WP-woningen hebben minder gezondheidsklachten dan bewoners van HR-woningen. Bij kinderen is er weinig verschil.

Bij de onderstaande grafieken is gekeken naar de meest voorkomende klachten.



Resultaat: de meest voorkomende klachten bij kinderen zijn hoesten (7 kinderen) en een verstopte neus of loopneus (5 kinderen). Kinderen die in een HR- woning wonen hebben meer last van een verstopte neus of loopneus dan kinderen die in een WP- woning wonen. Vier kinderen hadden last van piepende ademhaling, verkoudheid of hooikoorts.

Bij volwassenen zijn huidirritaties (vier keer genoemd) en doorslaapproblemen (vier keer genoemd) de meest genoemde klachten. Alle andere klachten werden niet vaker dan twee keer genoemd. De bewoners van woningen met een warmtepomp hebben meer last van huidirritaties dan bewoners van een HR- woning, de bewoners van een HR- woning hebben meer last van doorslaapproblemen.

Deelconclusie: bij de HR- woningen hebben kinderen iets meer last van de vaakst voorkomende klachten, volwassenen hebben het vaakst last van doorslaapproblemen.

Volwassen bewoners van woningen met een warmtepomp hebben meer last van huidirritaties.

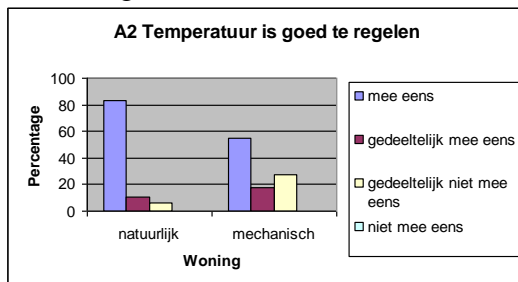
Deelconclusie gezondheid: uit de antwoorden van de vorige vragen kan gesteld worden dat volwassen bewoners van woningen met een warmtepomp iets gezonder lijken te zijn dan volwassen bewoners van woningen met een HR- ketel.

6.1.4. Resultaten vergelijking woningen met mechanische- en natuurlijke aanvoer van de buitenlucht.

Naar aanleiding van de onderzoeken in de wijk Vathorst in Amersfoort naar vermoedens over gezondheidsklachten door ventilatiesystemen (zie bijlage 7), is een onderscheid gemaakt

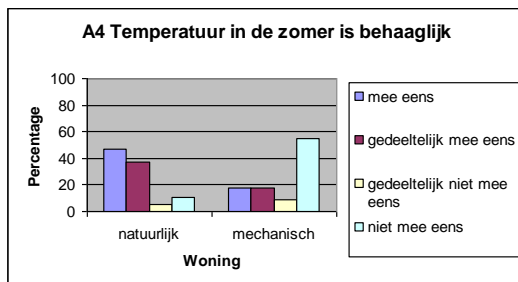
tussen woningen met natuurlijke aanvoer van de ventilatielucht en woningen met mechanische aanvoer. Hierbij is gekeken naar de niet energiezuinig gebouwde woningen van het type NN1, omdat er bij dit type woningen zowel woningen waren met natuurlijk- als met mechanische aanvoer van de buitenlucht. Bovendien waren hier voldoende woningen beschikbaar: n natuurlijk = 19, n mechanisch = 11. Ook hier is gekeken naar de temperatuur in de woning, de ventilatiemogelijkheden en de gezondheid van de bewoners.

De eerste twee geselecteerde vragen gaan over de temperatuur in de zomer en in de winter in de woning.



Resultaat: van de bewoners van woningen met mechanische aanvoer vindt 55% dat de temperatuur in de woning goed te regelen is, tegenover 84% van de woningen met een mechanische aanvoer.

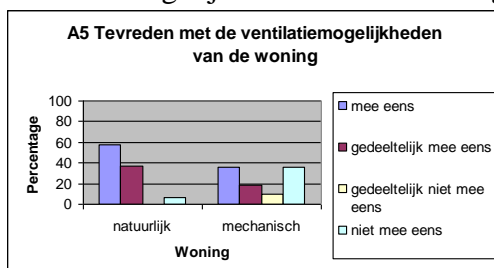
Deelconclusie: meer bewoners van woningen met een natuurlijke aanvoer vinden dat de temperatuur in de woning goed te regelen is vergeleken met bewoners van woningen met mechanische aanvoer.



Resultaat: 74 % van de bewoners van woningen met natuurlijke aanvoer vindt de temperatuur in de zomer (deels) behaaglijk, tegenover 36 % van de woningen met mechanische aanvoer.

Deelconclusie: bij woningen met natuurlijke ventilatie vinden meer bewoners de temperatuur in de zomer behaaglijk dan bij woningen met mechanische ventilatie.

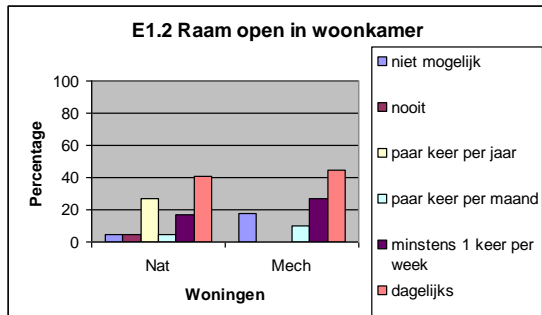
De volgende vraag is geselecteerd om te kijken of er verschil is tussen de tevredenheid met de ventilatiemogelijkheden van de woning.



Resultaat: 84 % van de bewoners van woningen met natuurlijke aanvoer zijn (deels) tevreden met de ventilatiemogelijkheden van de woning tegenover 45 % van bewoners van woningen met mechanische aanvoer.

Deelconclusie: bewoners van woningen met natuurlijke aanvoer zijn meer tevreden met de ventilatiemogelijkheden van de woning dan bewoners met mechanische aanvoer.

Uit paragraaf 3.5 blijkt dat er bij een ventilatiesysteem met mechanische aanvoer van de buitenlucht geen raam open gezet mag worden. Bij de onderstaande vraag geven bewoners aan of zij dit wel of niet doen.

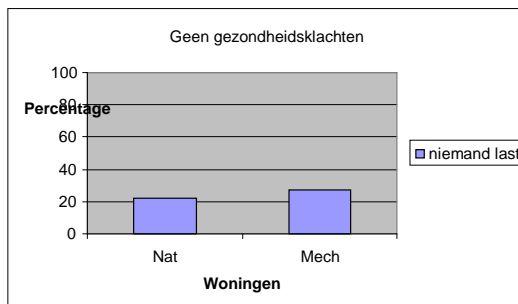


Resultaat: in beide typen woningen staat vaak dagelijks een raam open in de woonkamer: in 42 en 45%. Ook geven bewoners aan de woonkamer wekelijks een raam open te zetten: 17% in de woningen met natuurlijke aanvoer en 27% in woningen met mechanische aanvoer.

Deelconclusie: tussen het open zetten van een raam in de woonkamer is weinig verschil tussen de beide typen woningen. In de woningen met mechanische aanvoer staat er net wat vaker een raam open. In beide typen woningen staat bij meer dan de helft van de huishoudens minstens één keer per week een raam open.

6.1.4.1. Gezondheid

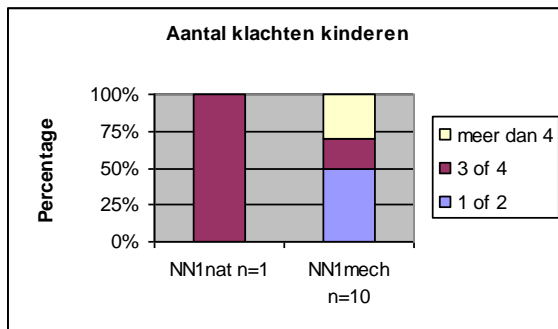
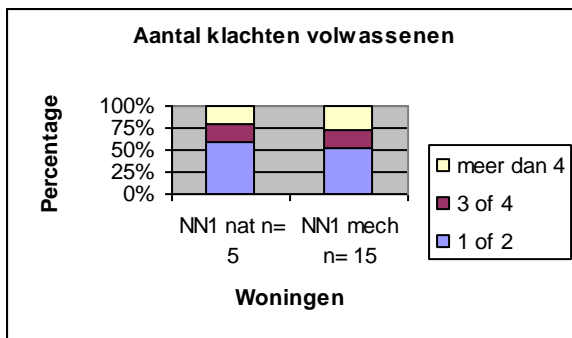
Ook in dit deel wordt nader gekeken naar de gezondheid van de bewoners. Hierbij wordt gekeken naar het percentage woningen waarbij niemand last heeft van gezondheidsklachten, de meest voorkomende klachten en het aantal klachten.



Resultaat: 22% van de bewoners van woningen met natuurlijke aanvoer geeft aan geen gezondheidsklachten te hebben, bij de woningen met mechanische aanvoer is dit 27%.

Deelconclusie: bij natuurlijke- en mechanische aanvoer van de buitenlucht is nagenoeg hetzelfde percentage woningen vrij van gezondheidsklachten.

Het aantal woningen waarin volwassenen wonen met gezondheidsklachten is bij de woningen met natuurlijke aanvoer 5, bij mechanische aanvoer 15. Het aantal woningen waarin kinderen wonen met gezondheidsklachten is bij de woningen met natuurlijke aanvoer 1, bij mechanische aanvoer 10. Bij de onderstaande grafieken is gekeken naar het aantal klachten bij volwassenen en kinderen.

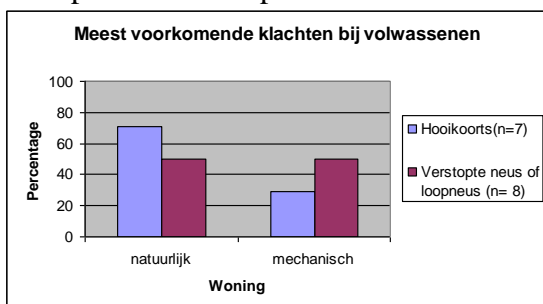


Resultaat: bij de volwassenen heeft 60% (natuurlijk) en 53% (mechanisch) één of twee klachten. Bij huishoudens met mechanische ventilatie heeft 27% last van meer dan vier klachten, bij huishoudens met natuurlijke ventilatie is dit 20%.

Bij huishoudens met kinderen is de score bij natuurlijke ventilatie 100% bij 3 of 4 klachten (n= 1 bij deze woningen). Bij woningen met mechanische ventilatie heeft 50% van de kinderen 1 of twee klachten en 30% meer dan vier klachten.

Deelconclusie: het aantal klachten van volwassenen die in een woning met natuurlijke- of mechanische aangevoerde buitenlucht wonen is nagenoeg gelijk. Bij de kinderen kan er geen uitspraak gedaan worden omdat er maar 1 woning met natuurlijke aanvoer was.

Bij de onderstaande grafiek is gekeken naar de meest voorkomende klachten bij volwassenen. Aangezien er bij de woningen met natuurlijke ventilatie maar 1 gezin met kinderen was, is van de kinderen geen grafiek gemaakt. De meest voorkomende klachten bij kinderen waren verstopte neus of loopneus en verkoudheid.



Resultaat: Van alle NN1- woningen hebben 7 kinderen last van een verstopte neus of een loopneus, dit is 35% van alle woningen waar kinderen wonen. Bij de klacht verkoudheid is dit 30% van alle huishoudens met kinderen. Van alle huishoudens heeft 23% van de volwassenen last van hooikoorts en 27% last van een verstopte neus of een loopneus.

Volwassenen die in een woning wonen met natuurlijke aanvoer hebben iets meer last van hooikoorts (71% tegenover 29% van alle volwassenen met hooikoorts).

Deelconclusie: bij woningen met natuurlijke aanvoer hebben meer volwassenen last van de meest voorkomende klachten .

Deelconclusie gezondheid: Tussen woningen met natuurlijke- en mechanische aanvoer van de buitenlucht zit weinig verschil wat de gezondheid van de bewoners betreft.

6.2 Resultaten van de enquête samengevat

Verwarming: een warmtepomp geeft in een energiezuinig gebouwde woning meer warmtecomfort dan en HR- ketel. Met name het kunnen koelen van de warmtepomp in de zomer is een groot voordeel.

Bewoners van oude, niet energiezuinig gebouwde woningen zijn het meest tevreden over het kunnen regelen van de temperatuur in de woning, met name in de zomer, bewoners van nieuwe, niet energiezuinig gebouwde woningen het minst. Dit heeft te maken met het kunnen openzetten van ramen, zodat men het idee heeft zelf invloed op de temperatuur in de woning uit te kunnen oefenen.

Ventilatie: natuurlijke aanvoer van de buitenlucht (die het vaakst voorkomt bij niet energiezuinig gebouwde woningen) krijgt de hoogste waardering. Als er geen ramen opengezet kunnen worden wordt dat aangegeven als een nadeel.

De bewoners van de energiezuinige woningen zijn het meest actief met het klimaat in de woning bezig volgens de enquête, maar dan wel op een verkeerde manier. Er wordt hier namelijk vaak een raam open gezet, terwijl dit in woningen met ventilatiesystemen met warmteterugwinning niet gewenst is.

Tevredenheid: de bewoners van de oude, niet energiezuinig gebouwde woningen geven het hoogste rapportcijfer aan de woning. Zij zijn meer tevreden dan bewoners van de andere woningen over de ventilatiemogelijkheden, het geluid van het ventilatie- en verwarmingssysteem, het regelen van de temperatuur en het licht dat de woning binnenkomt. Het minst tevreden zijn bewoners van nieuwe, niet energiezuinig gebouwde woningen. Zij vinden de woning in de zomer te warm, hebben last van geluid van apparatuur, zijn niet tevreden met de ventilatiemogelijkheden en vinden het niet prettig dat er geen ramen opengezet kunnen worden.

Gedrag

Tussen de verschillende woningen zijn de verschillen in energiezuinig gedrag niet groot. Er kan dus niet gezegd worden dat bewoners van energiezuinige woningen meer of minder energiezuinig zijn dan anderen.

De meeste bewoners van woningen met een warmtepomp zetten de thermostaat niet lager bij het verlaten van de woning. Dit betekent dat men goed op de hoogte is van de trage werking van het verwarmingssysteem. Van de woningen met een HR- ketel zet ruim de helft de thermostaat niet lager bij het verlaten van de woning. Hier gaat dus onnodig energie verloren omdat de woning dan onnodig verwarmd wordt.

Bij de niet energiezuinig gebouwde woningen kan het ventilatiegedrag sterk verbeterd worden, omdat veel bewoners niet dagelijks een raam open zetten en roosters geheel of gedeeltelijk sluiten. Vaak doen zij dit omdat het tocht. Ook bij de nieuwe (zowel energiezuinig als niet energiezuinig) woningen is het ventilatiegedrag niet optimaal. Veel bewoners zetten een raam of een deur open zodat er onnodig energie verloren gaat. Wat bij het onderhoud van het ventilatiesysteem opvalt is dat bij alle typen woningen de meeste bewoners aangeven het ventilatiesysteem zelf schoon te maken. De vraag die hierbij gesteld moet worden is of dit dan wel ieder jaar gebeurt. Bij de ventilatiesystemen met warmteterugwinning worden de meeste filters jaarlijks vervangen.

De oudere, niet energiezuinig gebouwde woningen zijn allemaal verbouwd, met name zijn er op zolder slaapkamers gebouwd en is de woonkamer vergroot. Of de ventilatie op deze zolderkamers voldoet is niet bekend. De ventilatiecapaciteit kan tekort schieten bij het vergroten van de woning.

Energiegebruik

Het energiegebruik van de energiezuinig gebouwde woningen met een warmtepomp is het laagst (gemiddeld 46,7 MJ), die van de oudere woningen het hoogst (gemiddeld 76,5 MJ). Deze woningen gebruiken ongeveer twee keer zoveel energie. Het energiegebruik van de woningen uit 2003 en de energiezuinig gebouwde woningen met een HR- ketel ligt hier tussenin.

Wordt er naar het primaire energiegebruik gekeken (gebruik van energie dragers in de originele en natuurlijke vorm zoals zij uit de aardkorst worden gewonnen), dan ligt het energiegebruik dicht bij elkaar. Het energiegebruik van de oudere woningen is nog steeds het hoogst, maar huishoudens van de oudere woningen die weinig energie gebruiken, gebruiken evenveel energie als de nieuwe woningen en de energiezuinige woningen met een HR –ketel met een meer dan gemiddeld energiegebruik. Het energiegebruik van de energiezuinig gebouwde woningen met een HR- ketel is vergelijkbaar met het energiegebruik van de andere nieuwe woningen als er naar het primaire energiegebruik gekeken wordt.

Gezondheid

Bewoners van de oude, niet energiezuinig gebouwde woningen en de nieuwe, energiezuinig gebouwde woningen zijn het gezondst. Bewoners van nieuwe, niet energiezuinig gebouwde woningen hebben een lagere score wat de gezondheid betreft.

De gezondheid van volwassen bewoners van woningen met een warmtepomp lijkt iets beter te zijn dan de gezondheid van bewoners met een HR- ketel. Tussen woningen met natuurlijke- en mechanische aanvoer van de buitenlucht zit weinig verschil wat de gezondheid van de bewoners betreft.

7 Discussie, conclusie en aanbevelingen

7.1 Discussie

7.1.1 A De enquête: opzet en uitvoering

In totaal zijn er 83 enquêtes ingevuld. Van ieder type woning zijn minstens 9 enquêtes ingevuld. Het bij de mensen afgeven en weer ophalen van de enquête blijkt een goede manier te zijn om een goede respons te krijgen (tot 90%). Het nadeel van deze methode is echter dat de bewoners vaak niet thuis zijn, ook al wordt er aangebeld op verschillende dagen en tijden ('s middags of 's avonds). Het niet thuis zijn van de bewoners veroorzaakte het grootste deel van de non- respons. Een gefrankeerde antwoordenvolp met het verzoek de enquête op te sturen had wellicht een nog hogere respons gegeven. Het was wel vaak zo dat als er voor de derde keer aangebeld werd bij mensen, zij de ingevulde enquête overhandigden. Herhaaldelijk contact werkt dus goed. Het kost alleen veel tijd.

De respons was goed, maar de totale aantalen zijn natuurlijk laag. Bij een respons van 9 tot 20 enquêtes (dit was gemiddeld 71,6%) kunnen geen conclusies getrokken worden die algemeen geldend zijn. Om een reëel beeld te krijgen moet het onderzoek veel meer respondenten hebben. De resultaten van dit onderzoek moeten daarom gezien worden als indicaties.

Ook is maar een klein aantal typen woningen onderzocht. Hierdoor is per type woning maar één projectontwikkelaar/ bouwonderneming. Dat is een voordeel omdat het geen bias oplevert. Anderzijds is het een gegeven dat het ene bedrijf soms beter werk levert dan het andere bedrijf. Door maar vijf typen woningen te onderzoeken kan het zijn dat gevolgen die ontstaan door fouten in de bouw meegenomen worden in de conclusie als zijnde voor of nadelen van het type woning.

De enquête is voorgelegd aan een vijftal proefpersonen voordat de enquête verzonden werd. Ook heeft iemand die gespecialiseerd is in het opstellen van enquêtes de enquête beoordeeld. Ondanks dit vooronderzoek blijkt er toch een aantal vragen niet helemaal duidelijk overgekomen te zijn, zoals de vraag hoe de temperatuur van de verwarmingsketel afgesteld is. Veel mensen hebben hier de kamertemperatuur ingevuld, terwijl de temperatuur van het water in de ketel bedoeld werd.

Er waren ook een paar vragen die wellicht anders gesteld hadden moeten worden. De vragen over het energiegebruik en het watergebruik bijvoorbeeld, zijn door heel veel bewoners niet ingevuld. Hiervoor moesten namelijk gegevens opgezocht worden, wat dus in veel gevallen niet gedaan is. Wellicht was de vraag “welk bedrag bent u kwijt per maand aan het energiebedrijf en welk bedrag aan het waterbedrijf” beter beantwoord, omdat dit antwoord veel makkelijker te vinden is. Met deze antwoorden is het ook mogelijk een vergelijking te maken tussen de verschillende typen woningen wat het energiegebruik en het watergebruik betreft.

Tenslotte bleek bij het uitwerken van de enquête dat het eigenlijk nodig is iedere woning even gezien te hebben. Met name bij de vragen over ventilatie kwam dit naar voren, want soms was het onduidelijk of een type woning nou wel of geen ramen had die opengezet konden worden, of dat er roosters waren en waar deze roosters zaten.

7.1.2 B De enquête: de resultaten

Zoals uit de resultaten van het onderzoek blijkt, zijn er verschillende mogelijkheden en combinaties van mogelijkheden om een woning energiezuinig te maken. Verschillende

energiebesparende maatregelen brengen aanpassingen van gedrag met zich mee en kunnen elkaar beïnvloeden. Een aantal voorbeelden:

1: Isolatie houdt de warmte langer vast, zodat er goed geventileerd moet worden. Veel nieuwe woningen hebben geen ramen die open gezet kunnen worden, zodat correct gebruik van het ventilatiesysteem belangrijk is.

2: Energiezuinige woningen hebben een ventilatiesysteem met warmteterugwinning. Als in deze woningen een raam of een deur opengezet wordt, gaat onnodig energie verloren. De lucht in huis moet dus door de mechanische ventilatie ververs worden. Het hoger zetten van de ventilator produceert echter meer geluid waar men last van kan hebben.

3: Lage temperatuurverwarming met vloerverwarming heeft veel tijd nodig om op te warmen. De thermostaat 's nachts lager zetten heeft hier geen zin omdat het veel te lang duurt eer de kamer weer opgewarmd is.

4: Zon georiënteerd bouwen bespaart energie in de winter, maar de woning in de zomer kan erg warm worden. Goede zonwering in combinatie met ventilatie is essentieel, aanschaf van een airco gebruikt veel energie, waardoor er in een energiezuinig gebouwde woning alsnog veel energie gebruikt wordt.

5: bij het gebruik van elektrische apparatuur ontstaat altijd warmte. Hierdoor wordt de interne warmtelast in een woning vergroot. Deze warmte kan in een energiezuinig gebouwde woning moeilijk weg. Nog een reden dus om goed te ventileren.

Oudere woningen hebben een andere manier van ventileren want in deze woningen kunnen (moeten) ramen of roosters opengezet worden. Moderne woningen zijn afhankelijk van ventilatieapparatuur, waarop de bewoners zelf weinig invloed hebben. Dit kan de oorzaak zijn waarom bewoners van oudere woningen nooit het vermoeden hebben dat gezondheidsklachten een relatie tot de woning hebben. Ook publiciteit over resultaten van onderzoeken bij woningen in de Amersfoortse wijk Vathorst kan hiermee te maken hebben (zie bijlage 7). In nieuwe woningen wordt het niet kunnen openzetten van een raam vaak gemist en men zet dan een deur open. Bewoners van woningen met een warmtepomp missen minder vaak een raam dat opengezet kan worden. Dit kan komen door de mogelijkheid te koelen van de warmtepomp.

Bewoners hebben grote invloed op het energiegebruik, alleen het bouwen van een energiezuinige woning is niet voldoende. Het is belangrijk dat de bewoners weten welk gedrag nodig is in een energiezuinige woning. Dit gedrag betreft niet alleen verwarmen en ventileren, maar bijvoorbeeld ook wat de gevolgen voor het binnenklimaat zijn van een verbouwing van de woning. Een installatie voor mechanische ventilatie wordt bijvoorbeeld meestal zo ontworpen dat de capaciteit in de hoogste stand voldoet aan de wettelijke eis. Als in de woning kamers bijgebouwd worden kan deze capaciteit tekort schieten. Ook bij vervuiling door slecht onderhoud of slijtage kan de capaciteit tekort schieten.

7.2 Conclusie

In deze studie werd via literatuuronderzoek energie gerelateerde aspecten van woningen onderzocht wat betreft isolatie, gebouwgebonden apparatuur en bewonersgedrag. Verder werd gekeken naar gezondheidseffecten die ontstaan in de woning door bewonersgedrag en het nemen van energiebesparende maatregelen. Dit literatuuronderzoek werd gevolgd door een enquête bij 83 woningeigenaren die woonden in een oudere woning (bouwjaar 1986), een nieuwere woning (gebouwd in 2003 en 2006) en een in 2006 gebouwde energiezuinige woning. De onderstaande conclusies zijn een antwoord op de onderzoeksvragen.

1 Energiebesparing in woningen

1a Waarvoor is energie nodig in een woning?

De meeste energie in een woning wordt gebruikt voor verwarmen, warm water en het gebruik van apparatuur. Verwarming neemt ongeveer de helft van de vraag naar primaire energie voor zijn rekening. De meeste invloed op het energiegebruik voor verwarmen heeft het type woning. Het aantal personen dat in de woning woont en het inkomen hebben de meeste invloed op het elektriciteitsgebruik (hoofdstuk 2).

1b Hoe kan energie worden bespaard?

Energie kan worden bespaard op

- verwarming: de schil van de woning isoleren, het ontwerp en de indeling van het gebouw en de soort verwarmingsapparatuur;
- bereiding van warm water: energiebron van het toestel, rendement en capaciteit, korte waterleidingen;
- apparatuur: apparatuur met een laag energielabel aanschaffen, apparatuur efficiënt gebruiken en goed onderhouden;
- bewonersgedrag: efficiënt ventileren, verwarmen, kort douchen en juist gebruiken van gebouwgebonden apparatuur (hoofdstuk 2).

2 Energiezuinige woningen

2a Hoe luidt de regelgeving voor energiezuinige woningen?

Vanaf 1992 moeten alle woningen die gebouwd worden voldoen aan de eisen van het bouwbesluit. Deze eisen hebben betrekking op veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid, energiezuinigheid en milieu. De energiezuinigheid van een woning komt tot uitdrukking in de EPN (Energie Prestatie Norm). Dit is een rekenmethodiek waarmee de energieprestatie van gebouwen wordt uitgedrukt in een dimensieloze coëfficiënt: de EPC. De EPC geeft het gebouwgebonden primaire energiegebruik van nieuwbouwwoningen aan. In 1996 bedroeg de EPC 1,4, vanaf 2006 0,8 (paragraaf 3.1 en 3.2).

2b Welke aspecten in een energiezuinige woning, wat betreft gebouw en installaties, maken de woning energiezuinig?

Er zijn verschillende mogelijkheden om een woning energiezuinig te maken.

Energiebesparende maatregelen kunnen onderverdeeld worden in:

- bouwkundige maatregelen (isolatie, tegengaan van koudebruggen en goede oriëntatie);
- installatietechnische maatregelen (verwarming en ventilatie);
- gebruik van duurzame energiebronnen (zonne energie, aardwarmte);
- gedrag van de bewoners.

Waar bij het nemen van energiebesparende maatregelen rekening mee gehouden moet worden is dat bouwkundige maatregelen erg lang meegaan, veel langer dan installaties (paragraaf 3.4).

2c Welk gedrag wordt geadviseerd bij het wonen in een energiezuinige woning?

In een energiezuinige woning is een aantal gedragsaanpassingen noodzakelijk:

- Bij gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning mogen er geen ramen meer opengezet worden om te ventileren;
- Bij lage temperatuur verwarming hoeft de thermostaat 's nachts niet lager gezet te worden;
- Gewenste veranderingen aan de woning kunnen effect hebben op de energiehuishouding van de woning. Hiermee moet rekening gehouden worden (paragraaf 3.5).

2d Welke aspecten wat betreft energiegebruik van gebouw en installaties maken een woning minder energiezuinig?

De grootste verschillen tussen een energiezuinige en een niet- energiezuinige woning liggen bij de isolatie van de woning en de gebouwgebonden installaties:

- Een niet- energiezuinige woning is niet of slecht geïsoleerd;
- Het verschil met de verwarmingsapparatuur is dat bij een niet- energiezuinige woning het water voor verwarming tot 60- 90 °C verwarmd wordt. Een energiezuinige woning heeft een lage temperatuur verwarmingsstelsel (30- 50°C);
- Het verschil met ventilatie is, dat een niet- energiezuinige woning koude buitenlucht de woning binnen laat komen. Deze lucht moet verwarmd worden tot kamertemperatuur, wat energie kost. Bij een energiezuinige woning wordt de koude buitenlucht voorverwarmd en uit de afgevoerde lucht wordt warmte onttrokken;
- De productie van warm water gebeurt in een niet- energiezuinige woning met behulp van een boiler, geiser of combiketel, die gas of elektriciteit als energiebron hebben. Een energiezuinige woning heeft vaak een warmtepomp met aardwarmte als (duurzame) energiebron (paragraaf 3.4.3.1 + bijlage 4).

3 Relatie gezondheid en energiezuinige woningen

3a Wat is de relatie tussen wonen en gezondheid?

Zowel het gebouw, de installaties, de inrichting en het gebruik hebben invloed op de gezondheid van de bewoners. De gezondheid kan negatief beïnvloed worden door de kwaliteit van de binnenlucht, het geluidsniveau, het thermische binnenklimaat, de daglichttoetreding en de waterkwaliteit, waarbij temperatuur en luchtkwaliteit als de belangrijkste factoren voor het welbevinden worden gezien. Goede ventilatie is nodig voor het handhaven van een gezond binnenmilieu (paragraaf 4.1.2).

3b Wat is bekend over de relatie tussen een energiezuinige woning en gezondheid?

Uit onderzoeken blijkt dat de Nederlandse situatie als volgt omschreven kan worden:

- Energiebesparing en comfortverbetering hebben een dichte gebouwschil tot gevolg, waardoor frisse lucht door middel van mechanische ventilatie aangevoerd moet worden. De bijbehorende mechanische ventilatiesystemen maken vaak veel geluid en worden daardoor niet optimaal gebruikt. Bovendien zijn bewoners niet gewend om actief te ventileren. Slechte ventilatie leidt tot hogere concentraties stoffen en vocht in het binnenmilieu;
- Vervuild binnenmilieu draagt bij aan het ontstaan van aandoeningen als astma, hart- en vaatziekten en sensorische irritatie;
- De meest bekende problemen zijn die van verbrandingsproducten in het binnenmilieu, het thermisch binnenklimaat, onvoldoende of slecht werkende ventilatie en radon;
- De blootstelling aan vochtgerelateerde problemen is de laatste jaren in Nederland verbeterd door verbeteringen in de bouw;
- Over niet alle stoffen in het Nederlandse binnenmilieu is informatie beschikbaar over hun vóórkomen (paragraaf 4.5).

4 Casus de Groene Kreek.

4a Welke aspecten van energiezuinige woningen zijn gerealiseerd in de casus?

De energiezuinig gebouwde woningen in De Groene Kreek zijn gebouwd in 2006. Het zijn rijtjeshuizen en koopwoningen.

De energiezuinige woningen zijn georiënteerd op het zuiden en maken gebruik van passieve zonne energie. De woningen hebben deels een warmtepomp met lage temperatuur verwarming en deels een hoogrendement ketel.

Als ventilatiesysteem wordt balansventilatie gebruikt.

De woningen zijn zeer goed geïsoleerd: er is muur-, vloer- en dakisolatie met een isolatiewaarde van 5-6 m²W/K. Het glas heeft een isolatiewaarde van 1,7 m²W/K.

De EPC van de woningen bedraagt 0,6 (hoofdstuk 5).

5 Wonen in energiezuinige woningen

Er zijn in totaal 5 typen woningen onderzocht: één type oudere woning (gebouwd in 1986), twee typen nieuwe, niet energiezuinig gebouwde woningen (2003 en 2006) en twee typen energiezuinig gebouwde woningen (2006). Het zijn allemaal koopwoningen.

De twee typen van de energiezuinig gebouwde woningen zijn gebouwd met een EPC van 0,6. De andere twee typen woningen die in 2003 en 2006 gebouwd zijn, zijn gebouwd met een voor die tijd wettelijke EPC van 0,8.

5a Is er in 5 jaar aan de woningen in de Groene Kreek iets veranderd? Zo ja wat en waarom?

Van het totaal van 25 onderzochte woningen van de Groene Kreek zijn 2 woningen veranderd: 1 woning heeft een grotere slaapkamer gekregen en het ventilatiesysteem is gewijzigd omdat dit niet voldeed, bij de andere woning is de badkamer uitgebreid.

5b In hoeverre verschillen de ervaringen in wonen en gezondheid tussen bewoners van oude niet energiezuinig gebouwde woningen, nieuwe niet energiezuinig gebouwde woningen en nieuwe energiezuinig gebouwde woningen?

Bewoners van nieuwe, niet energiezuinig gebouwde woningen zijn het minst tevreden over het kunnen regelen van de temperatuur in de woning, met name de temperatuur in de zomer. Zij kunnen niet zoals in de oudere woningen een raam openzetten en hebben geen mogelijkheid tot koelen. Als er in de woning geen ramen opengezet kunnen worden vinden de bewoners dat een groot nadeel. Als de woning gekoeld kan worden (warmtepomp), dan wordt het ontbreken van ramen die opengezet kunnen worden minder bezwaarlijk gevonden.

Bewoners zetten graag een raam open, ook in woningen waarbij de ventilatielucht mechanisch aangevoerd wordt, waardoor onnodig energie verloren gaat. Bij niet energiezuinig gebouwde woningen daarentegen moeten vaker ramen en roosters opengezet worden.

Bewoners van de oude, niet energiezuinig gebouwde woningen geven het hoogste rapportcijfer aan de woning. Zij zijn meer tevreden dan bewoners van de nieuwere woningen over de ventilatiemogelijkheden, het geluid van het ventilatie- en verwarmingsysteem, het regelen van de temperatuur in de woning en het licht dat de woning binnenkomt. Op de tweede plaats komen de energiezuinig gebouwde woningen met een warmtepomp. Bij deze woningen wordt als minpunt aangegeven dat de warmtepomp geluid maakt. Het energiegebruik van deze woningen is het laagst, het energiegebruik van de oudere woningen het hoogst, zij gebruiken gemiddeld ongeveer twee keer zoveel energie als de woningen met een warmtepomp. Als er naar het primaire energiegebruik gekeken wordt, dan ligt het energiegebruik van de verschillende woningen dicht bij elkaar: huishoudens van de oudere woningen die weinig energie gebruiken, gebruiken dan ongeveer evenveel energie als de nieuwe woningen met een HR- ketel (zowel energiezuinig als niet energiezuinig gebouwd) met een hoger dan gemiddeld energiegebruik.

5c Hoe is de gezondheid van bewoners in een energiezuinige woning in vergelijking met niet-energiezuinige woningen?

Uit de resultaten van de enquête blijkt dat bewoners van de oude, niet energiezuinig gebouwde woningen en de nieuwe, energiezuinig gebouwde woningen het gezondst zijn. Bewoners van nieuwe, niet energiezuinig gebouwde woningen hebben een lagere score wat de gezondheid betreft.

Uit de enquête kwam verder naar voren dat er bewoners zijn die last hebben van het geluid van het verwarming- of ventilatiesysteem in de woning. Dit heeft onder andere slaapproblemen tot gevolg. Gebouwgebonden apparatuur die weinig geluid maakt bij gebruik is dus belangrijk.

De gezondheid van volwassen bewoners van woningen met een warmtepomp lijkt iets beter te zijn dan de gezondheid van bewoners met een HR- ketel. Tussen woningen met natuurlijke- en mechanische aanvoer van de buitenlucht zit weinig verschil wat de gezondheid van de bewoners betreft.

Apparatuur om de woning energiezuiniger te maken heeft in dit onderzoek dus geen significant negatief effect op het aantal klachten. Dit in tegenstelling tot de resultaten van het onderzoek van Duijm et al. (2007) in de Amersfoortse wijk Vathorst (zie bijlage 7). Wel storen meer bewoners van woningen met een warmtepomp dan bewoners met een HR- ketel zich aan het geluid van de verwarmingsapparatuur.

5d Ervaren bewoners van

- oude, niet energiezuinig gebouwde woningen;***
 - nieuwe, niet energiezuinig gebouwde woningen;***
 - nieuwe, energiezuinig gebouwde woningen***
- verschillen in wonen en gezondheid?***

Bewoners die in oudere, niet energiezuinige woningen wonen vermoeden niet dat gezondheidsklachten een relatie hebben met de woning waarin men woont. Bewoners van nieuwe woningen vermoeden dat wel, met name bewoners van woningen met een warmtepomp of een ventilatiesysteem met warmteterugwinning.

7.3 Aanbevelingen

Geef voorlichting aan bewoners

Regelmatig voorlichting geven over correct gebruik van de gebouwgebonden apparatuur maakt de bewoners bekend met het juiste gebruik. Ook een onderwerp voor voorlichting zijn de gezondheidseffecten van bepaald gedrag en wat men zelf kan doen om deze effecten te minimaliseren.

Bij het geven van voorlichting aan de bewoners moet een onderscheid gemaakt worden tussen nieuwe en oudere woningen. Voor bewoners van oudere woningen moet de voorlichting vooral gericht zijn op het isoleren van de woning, gasgebruik voor verwarming en manier van ventileren. Voor bewoners van nieuwe woningen moet de voorlichting vooral gericht zijn op juist ventileren, gebruik van apparatuur en warmwatergebruik. Het warmwatergebruik is bij nieuwe woningen belangrijk omdat er in energiezuinige woningen verhoudingsgewijs minder energie voor verwarming nodig is, waardoor het aandeel in energiegebruik voor de bereiding van warm tapwater relatief belangrijk wordt. Warmwatergebruik is voornamelijk afhankelijk van het douchegebruik. Uit de enquête blijkt dat men vaak en relatief lang onder de douche staat. Bewustwording creëren van de relatie tussen het gebruik van de douche en het (primaire) energiegebruik is bij energiezuinige woningen dus belangrijk, zeker als er geen zonneboiler aanwezig is.

Wat verder in de voorlichting meegenomen moet worden is het feit dat het gebruik van verlichting en elektrische apparatuur bijdraagt aan de warmtelast in een (goed geïsoleerde) woning. Warmte die in de woning geproduceerd wordt, kan door de goede isolatie moeilijk weg. Bewoners moeten hier bewust van zijn.

Manieren van voorlichting

Plaatselijke media en websites zijn een goed medium om te gebruiken bij het voorlichten van bewoners over energiegebruik en gezondheid in de woning. Bewoners geven ook zelf aan deze media hiervoor het meest te waarderen. Er kan bij het gebruiken van deze media ingespeeld worden op de plaatselijke situatie en specifieke doelgroepen.

Voorlichting kan ook per woning toegepast worden: als in iedere woning een gebruiksaanwijzing van de gebouwgebonden apparatuur aanwezig is, wordt de kans groter dat bewoners weten hoe zij met de woning om moeten gaan. Het gaat hierbij om zaken zoals verwarmen, de stand waarin men het ventilatiesysteem moet zetten, het openzetten van ramen en voor het reinigen en vervangen van filters. Vaak gaat er bij overdracht van de woning informatie verloren. Een gebruiksaanwijzing op een vaste plaats in de woning kan een oplossing zijn. Er kan hierbij gedacht worden aan een boekje of kaart in de buurt van de verwarmingsketel, al of niet vastgemaakt, of een niet te verwijderen kaart aan de binnenkant van de meterkast. Een combinatie van deze mogelijkheden kan natuurlijk ook, waarbij in de meterkast de belangrijkste zaken staan vermeldt. Men ziet dit dan (onbewust) regelmatig.

7.4 Aanbevelingen voor verder onderzoek

1 Uit de enquête kwam naar voren dat mensen die in een oudere woning wonen meer tevreden zijn met de woning en ook minder gezondheidsklachten hebben. Dat is opmerkelijk omdat moderne woningen vaak meer comfort hebben. Dit gegeven zou verder onderzocht kunnen worden. In de eerste plaats door meer typen woningen te onderzoeken. Er is immers maar 1 type oudere woning onderzocht, twee typen nieuwere niet energiezuinig gebouwde woningen

en twee typen energiezuinig gebouwde woningen. Wellicht zitten er nog verschillen in de periode wanneer de woningen gebouwd zijn. Ook kan er een groter aantal woningen onderzocht worden.

Bij het verdere onderzoek kan er naast het gebruik van een enquête ook gebruik gemaakt worden van bezoeken aan de woningen om de situatie beter te kunnen beoordelen. De onderzoeksvragen hierbij kunnen gaan over de tevredenheid met de woning, de gezondheid van de bewoners en het vermoeden dat de eventuele klachten een relatie hebben met de woning. Dit verdere onderzoek kan uitwijzen of het een algemeen feit is dat oudere woningen het beste gewaardeerd worden en of de aspecten die ervoor zorgen dat oudere woningen beter gewaardeerd worden ook toegepast kunnen worden bij energiezuinige woningen.

2 Uit de enquête kwam naar voren dat, als er naar het primaire energiegebruik van de woning gekeken wordt, het primaire energiegebruik van bewoners in een energiezuinige woning net zo hoog kan zijn als het primaire energiegebruik van een niet- energiezuinige woning. Nader onderzoek kan uitwijzen of het geringere verschil in het primaire energiegebruik een gevolg is van gedragsfactoren of het gevolg van bepaalde aspecten van de woning. Hierbij kunnen gedragsfactoren onderzocht worden met betrekking tot verwarmen, ventileren en gebruik van apparatuur.

8 Begrippenlijst en afkortingen

Bouwbesluit: bouwtechnische voorschriften waaraan alle bouw- en verbouwprojecten in Nederland minimaal moesten voldoen. Deze voorschriften hebben betrekking op veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid, energiezuinigheid en milieu.

Duurzaam bouwen: staat voor het ontwikkelen en beheren van de gebouwde omgeving met respect voor mens en milieu en is daarmee een onderdeel van de kwaliteit van deze gebouwde omgeving.

Finaal gebruik: het verbruiksaldo min de verliezen die optreden door het omzetten van energie (zoals aardgas in elektriciteit).

Gebalanceerde ventilatie: mechanisch ventilatiesysteem waarbij de lucht met behulp van een ventilator aan- en afgevoerd wordt, waarbij de warmte uit de afgevoerde lucht teruggewonnen wordt.

Gebouwgebonden apparatuur: apparatuur benodigd voor de productie van warmte, warm water en ventilatie.

Gebouwgebonden energiegebruik: het primaire energiegebruik voor ruimteverwarming, Tapwater verwarming, ventilatie, koeling, pompen, ventilatoren en verlichting.

Primaire energie: energie dragers in de originele en natuurlijke vorm zoals zij uit de aardkorst gewonnen.

Rc- waarde: isolatiewaarden worden uitgedrukt in Rc- waarden. De letter R staat voor warmteweerstand en de letter C voor constructie. De R- waarde hangt af van het soort materiaal en de dikte daarvan. De Rc- waarde wordt uitgedrukt in M^2K/W . Hierbij is M^2 het aantal vierkante meters, K is het aantal graden (Kelvin) temperatuurverschil en W is de warmtestroom in Watt.

Referentiewoning: een referentiewoning gaat uit van hoofduitgangspunten voor het bepalen van de EPC, zoals de gebruikte isolatie, type woning en verwarmingsapparatuur.

Relatieve luchtvochtigheid: vochtigheidspercentage van de lucht gerelateerd aan de maximaal te bereiken absolute vochtigheid van de lucht bij de gegeven temperatuur en luchtdruk.

U- waarde: drukt de isolatiewaarde van glas wordt uit. De U-waarde geeft aan hoeveel warmte er per tijdseenheid en per vierkante meter verloren gaat als er tussen “binnen” en “buiten” een temperatuurverschil is van $1^\circ C$. De U- waarde wordt uitgedrukt in W/m^2K [W=watt, m=meter, K= graden Kelvin]. Hoe kleiner de U- waarde, hoe beter de isolatie.

Λ : warmtegeleidingcoëfficiënt. Geeft hoeveel warmte er stroomt door een laag materiaal met een dikte van 1 meter en een oppervlak van $1 m^2$ bij een temperatuurverschil van 1 K. λ Wordt uitgedrukt in $W/m.K$. Hoe groter λ , hoe gemakkelijker het materiaal de warmte geleidt.

BANS: Bestuursakkoord Nieuwe Stijl

COP: Coëfficiënt of Performance. Geeft aan hoe efficiënt een warmtepomp omgaat met de aandrijfenergie.

COPD: Chronic Obstructive Pulmonary Disease

Dubo: duurzaam bouwen

dB (A): gewogen geluidsdrukniveau: het geluidsdrukniveau dat via een genormaliseerde correctie het niveau aangeeft alsof deze door het menselijk oor is waargenomen.

EPC: Energie Prestatie Coëfficiënt. Wordt gehanteerd voor het uitdrukken van de energieprestatie van de woning. Is gebaseerd op gebouweigenschappen, gebouwgebonden installaties en een gestandaardiseerd bewonersgedrag. Hoe lager de EPC, hoe zuiniger het gebouw.

EPN: Energie Prestatie Norm. Rekenmethodiek waarmee de energieprestatie van gebouwen wordt uitgedrukt in een dimensieloze coëfficiënt (de EPC).

HR- ketel: Hoog Rendement verwarmingsketel.

LTV: Lage Temperatuur Verwarming: verwarmingsysteem waarbij de aanvoer watertemperatuur niet hoger is dan 55 °C en de retourwatertemperatuur maximaal 45 °C is.

micro-WKK: micro-warmtekracht-installatie

PPM: parts per million

PV: Photo Voltaïsche zonnecellen

SBS: sick building syndroom

TNO :Organisatie voor Toegepast- Natuurwetenschappelijk Onderzoek

VR- ketel: verbeterd rendement verwarmingsketel

VROM: ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

Wp: Wattpiek, het maximale elektrische vermogen dat een zonnepaneel kan leveren. Dit maximum wordt bereikt met volle zon.

WTW: Warmte Terug Winning: gebalanceerde ventilatie.

Literatuurlijst

- Baarda, D.B. & de Goede, M.P.M. (2001). *Basisboek methoden en technieken*. p 131. Groningen: Wolters- Noordhoff bv.
- Benders, R.M.J., de Jong, P., Moll, H.C., Meijer, A., Eenkhoorn, R.& Noorman K.J. (2004). *Perspectief op een optimale en duurzame energie-infrastructuur op een decentraal niveau*. Onderzoeksrapport nr 112. pp 8-78. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen 55, 64-78, 58,38, 60
- Blok, C. (2006). *Introduction to energy analysis*. ISBN 978-8594-016-6. pp32-69. Amsterdam: Techne Press.
- Blok,K.& De Visser, E. (2005). *Energiebesparing, de onbegrensde mogelijkheden*. Rapportnummer ECS05066. p2. Utrecht: Ecofys BV.
- Blok, K., Harmelink, M., Joossen, S. (2004). *Evaluatie van het klimaatbeleid in de gebouwde omgeving 1995-2002*. Rapportnummer EEP03007. pXIII. Utrecht: Ecofys BV.
- Boonstra,C., Clocquet,R., & Joosten, L. (2007). *Passiefhuizen in Nederland*. pp 86-88. Boxtel: Aeneas.
- Boonstra, C., Ragna,C., Joosten, L. (2006) *Passiefhuizen in Nederland* .ISBN-10: 90-75365-81-0. a: p18, b: p38-70, c: p86-94. Boxtel: Aeneas.
- Borstboom, W., Opstelten, I. (2008). *Van kierenjacht naar integrale gebouwconcepten*. P 12-15. Gezond bouwen en wonen 2- 2008.
- Bosselaar , L., & Blezer, I. (2009) Statusrapportage zonneboilers, 2008. p 9. Utrecht: SenterNovem.
- Bouwmeester, H. (2002). *Duurzaam bouwen, duurzaam wonen*. ISBN 90-75365-51-9 p 13-16Boxtel: Aeneas uitgeverij.,
- Brunekreef, B., van Strien, R.T. (1997). Verontreiniging van de binnenlucht. In de Kok, T.M.C.M. (cursusteamleider), Milieugezondheidskunde. Cursus. Deel 3 pp 89-95. Heerlen: Open Universiteit Nederland,
- Cox, C.W.J., Bluysen, P.M., de Geus, A.C.& van Staalduinen, P.C. (2006). Spiegelonderzoek fase 1- Inventarisatie: beoordeling van gezondheid in woningen in relatie tot (maatregelen ter verlaging van het) energiegebruik. Rapport 2006-D-R0448. p 3. Delft: TNO.
- De Blécourt- Maas, J. (projectleider). (2008). *Duurzaam ondernemen*. p7. Cursus. Heerlen: Open Universiteit. Deel 2.

Debats, P. (1997). Geluidshinder. In de Kok, T.M.C.M. (cursusteamleider), Milieugezondheidskunde. Cursus. Deel 3 p128-135, Heerlen: Open Universiteit Nederland

De Boer, B.J., Kaan, H.F., Jong, M.J.M., Koene, F.G.H., & Strootman, K.J. (2003). *De optimale PZE- woning. a: p14, b: p42-46*. Petten: ECN.

De Keizer, C. Alsema, E. & Groeneveld, P. (2007). *Zonne- energie voor consumenten*. Rapportnummer ISBN 978- 90-52091-62-4. A: p9- 38, B:42-76. Utrecht: Universiteit Utrecht.

Duijm, F., Hady, M., Van Ginkel, J., Ten Bolscher, G.H., (2007). *Gezondheid en ventilatie in woningen in Vathorst; onderzoek naar de relatie tussen gezondheidsklachten, binnenmilieukwaliteit en woningkenmerken*. P 5+ 88. Amersfoort: GGD Eemland.

Ecofys. (2002). *Energiezuinig bouwen met zonneboilers*. Pp14-15. Publicatienummer 2DEN-02.23. p4- 29. Utrecht: Novem.

Engvall, K., Wickman, P., Norbäck, D. (2005). Sick building syndrome and perceived indoor environment in relation to energy saving by reduced ventilation flow during heating season: a 1 year intervention study in dwellings. *Indoor air*. 2005-15 p 120-126.

Franssen E.A.M., van Dongen, J.E.F., Ruysbroek, J.M.H., Vos, H. & Stellato, R.K. (2004). *Hinder door milieufactoren en de beoordeling van de leefomgeving in Nederland Inventarisatie verstoringen 2003*. RIVM rapport 815120001 / 2004, TNO rapport 2004-34. P 19-29. Bilthoven: RIVM..

Gemeente Zoetermeer en Bouwfonds Woningbouw B.V. (2001). *Convenant ontwikkeling duurzame buurt Oosterheem*. Bijlage 1. Zoetermeer: gemeente Zoetermeer.

Gemeente Zoetermeer. (2002). *Startnotitie De groene Kreek*. Zoetermeer: Gemeente Zoetermeer.

Gezondheidsraad. (2000). Radon: toetsing rapport 'BEIR VI'. Den Haag: Gezondheidsraad, 2000; publicatie nr 2000/05. P24.

Gezondheidsraad. (2003). *Gezondheid en milieu: Kennis voor beleid*. Den Haag: Gezondheidsraad, publicatie nr 2003/20. P63

Gezondheidsraad. (2007). *Astma, allergie en omgevingsfactoren*. Den Haag: Gezondheidsraad, publicatienr. 2007/15. A:p11, B: p90-91.

Gitz, C. & Ubbels, A. (2008). Discussiëren over ventileren. *Gezond bouwen en wonen*. 2-2008. P 42-43. Of is het Gutz??

Gore, A. (2006). *Een ongemakkelijke waarheid. Het gevaar van het broeikaseffect en wat we eraan kunnen doen*. P 37 + 63-72. Amsterdam: Meulenhoff bv.

Hameetman, P. (Red.). (2006). *Toolkit duurzaam bouwen*. ISBN 13:978-90-75365-78-8. A: p 6-17, B: p105-106, C: p144-146, D: p179-190. Boxtel: Aeneas.

- Hasselaar, E. (2001). *Hoe gezond is de Nederlandse woning?* ISBN 90-407-2257-9. A: p1-32, B: p54-57. Delft: Delft University Press.
- Hasselaar, E. (2006). Health performance of housing. Indicators and tools. ISBN 1-58603-689-0.A: p 31-72, B: p 146-180. Amsterdam: IOS Press BV.
- Heimlich, J.E (2007). Sick Building Syndrome. Factsheet CDFS- 194-08. P 1-2. Ohio: the Ohio State University.
- Hessels, F. (2008). 10 Vragen over balansventilatie. *Eigen huis Magazine april 2006*. P 34-35.
- Hoiting, H., Donze, G.J.& Nuiten, P.W.G. (2004) *Energieprestatie methoden: samen sterk?* In Bouwfysika, Vol 17 nr 1. p 24.
- Humphreys, Michael A.(2005). Quantifying occupant comfort: are combined indices of the indoor environment practicable?. *Building Research & Information*,33:4 p 317 -325.
- Jeeninga, H., Uytterlinde M.& Uitzinger, J. (2001) *Energieverbruik van energiezuinige woningen. Effecten van gedrag en besparingsmaatregelen op de spreiding in en e hoogte van het reële energieverbruik*. Rapportnummer ECN-C- 01- 072. P 69. Petten: ECN.
- Kets A., van Arkel, W., Jeeninga, H. (2003). *Energiebesparing in huishoudens. Een onderzoek naar energiebesparing, typen huishoudens, geprefereerde doelstellingen en motivatie*. P 13- 45 Petten: ECN.
- Kleefkens, O. (2009) *Statusrapportage warmtepompen in Nederland 2008 p4-15*
[wwwhttp://www.senternovem.nl/mmfiles/Statusrapportage%20warmtepompen%20in%20Nederland%20in%202008_tcm24-292088.pdf](http://www.senternovem.nl/mmfiles/Statusrapportage%20warmtepompen%20in%20Nederland%20in%202008_tcm24-292088.pdf)
- Knol, A. B. en B. A. M. Staatsen (2005). *Trends in the environmental burden of disease in the Netherlands 1980 – 2020*. rapport: 500029001/2005: 1-97. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM).
- Knoops, M. (2006). *Milieu- en economische effecten van passiefhuizen en energiezuinige woningen*. P 28. Hasselt: Universiteit Hasselt.
- Koene, F.G.H., Jong, M.J.M.& Kaan, H.F. (2001) *Verwarmingsconceptie PZE- woning, Weinig Joules met weinig installatie*. Projectnummer 7.4845. P 6-32. Petten: ECN.
- Koene, F.G.H. (2002). Monitoring Kodi. Energiepalen als fundament onder een energiezuinig gebouw. Rapport nr ECN-C--02-035. P 15-16. Petten: ECN.
- König, H. (1997). Wege zum gesunden bauen: Wohnphysiologie, Baustoffe, Baukonstruktionen, Normen und Preisen. ISBN 3-922964-16-8. P 232. Staufen: Okobuch Verlag.
- Korbee & Hovelynck, (2005). *Burgers en Binnenmilieu*. Rapport nummer 321.P 7-26. Den Haag: Ministerie van VROM.

Kort, H.S.M., Koren, L.G.H., Bruijnzeel- Koomen, C.A.F.M., Nillesen, I.P.M. & van Bronswijk, J.E.M.H. (1997). *Van binnenmilieu- klachten tot gezondheids Classificatie van nieuwe en gerenoveerde woningen*. Rapport BMGT 96.508. Eindhoven: TNO-TUE.

Kuindersma, P. & Ruiter, C.W.J. (2007a). *Onderzoek naar de woonkwaliteit van het binnenmilieu van nieuwe woningen*. Rapportnummer IKC 14624. P8. Arnhem: VROM-Inspectie Regio Oost.

Kuindersma, P. & de Ruijter, C.W.J. (2007b) Eindrapportage woonkwaliteit binnenmilieu in nieuwbouwwoningen. Rapportnummer Wu060315aaA4.pk. P11. Utrecht: Adviesbureau Nieman.

Leidelmeijer, K. (2009). *Mechanische ventilatie in nieuwbouwwoningen. Ervaringen en oordelen van bewoners over de kwaliteit van ventilatie en de eigen gezondheid*. Rapportnummer P10700. P 15. Amsterdam: Rigo Research en Advies BV.

Meijer, F, Visscher, H, Kloosterman, W, Santin, O.G. (2009) *Perspectieven voor energiebesparing in de particuliere woningvoorraad*. P 29. Delft: Onderzoeksinstituut OTB/TU Delft.

Menkveld, M., Burger, H., Coenen, F. (2001). *Het speelveld van lokaal klimaatbeleid*. ECN Rapportnummer ECN C-01- 045 P 46,47. Petten: ECN.

Menkveld, M., Scheepers, M.J.J. & Jeeninga, H. (2002). *Flexibele energie infrastructuur in woningen*. ECN . Projectnummer 7.7383 A: p 12-18, B: p 31-32. Petten: ECN.

Menkveld, M., Boerakker, Y., Mourik, R. (2005). *Energietransitie in de gebouwde omgeving. Bijdrage ECN aan Scoop 2030*. Rapport nr. c-05-31 ECN. P 15-17. Petten: ECN.

Meeusen, J. (2006). *Na-isolatie van spouwmuren*. p 25-34. Gent: Universiteit Gent, faculteit Ingenieurwetenschappen.

Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM). (2005). 528 Besluit van 15 oktober 2005, houdende wijziging van het Bouwbesluit 2003 (wijziging met betrekking tot de aanscherping van de energieprestatiecoëfficiënt voor de woonfunctie en enkele andere wijzigingen) *Staatsblad van het koninkrijk der Nederlanden*. Staatsblad 2005/528 pag 7 .Den Haag, Ministerie van VROM

Ministerie van VROM. (2001). *Een wereld en een wil. Werken aan duurzaamheid. Nationaal Milieubeleidsplan 4*. Den Haag: Ministerie van VROM.

Ministerie van VROM. (2003). *De kwaliteit van de Nederlandse woning en woonomgeving rond de millenniumwisseling*. Publicatienr 030143/04-03 1351/171. P 12-47. Den Haag: Ministerie van VROM.

Ministerie van VROM & Centraal Bureau voor de Statistiek. (2009). *Het wonen overwogen. De resultaten van het WoonOnderzoek Nederland 2009*. P 52-53. Delft: AFB research.

- Netwerk gezonde gemeenten. (2003). *Naar een beter binnenmilieu. Hoe verbeteren we de kwaliteit van het leefmilieu op scholen en crèches?* P 17. Den Haag: VNG Uitgeverij.
- Mollen, M. (2007). *De economische haalbaarheid van duurzaam bouwen. Macro-economisch, technische juridisch kader m.i.v. kosten-batenanalyse gevalstudie.* P 36-46 Hasselt: Universiteit Hasselt.
- NBS. (2006). *Means of ventilation.* ISBN 10 1 85946 205 7. P6.London: RIBA Bookshops.
- Novem. (1999). *Referentiewoningen 1998.* Publicatienummer DV1.217199.02. P 8-38. Utrecht: Novem.
- Novem. (2000). *Ventilatiesystemen. Stand van de techniek en veelbelovende ontwikkelingen.* Publicatienummer DV1.3.202. A: p17, B: bijlage p 9. Utrecht: Novem.
- Novem. (2002 I). *Gezond wonen.* A: p 1-20, B: p 75-109. Utrecht: Novem.
- Novem. (2002 II) *Indicatoren binnenmilieu. Vervolgonderzoek naar relevante BiMi-indicatoren voor woningen en kantoren.* (publicatienrT1001-01-001, 2002/5). P 9. Utrecht: Novem, DHV huisvesting en vastgoed.
- ODEV (Organisatie voor Duurzame Energie Vlaanderen). (2002). *Warmtepompen voor woningverwarming.* D/2002/3241/165. p7-40. Brussel: Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie.
- Oosterheert R.J. & Ruijg, G.J. (2000). *Energiebesparing in de utiliteits- en woningbouw als onderdeel van duurzaam bouwen.* In W.P.M.F. Ivens (cursusteamleider), Energieoptimalisering en –management. Cursus deel 1 h17 pp164-180, Heerlen: Open Universiteit Nederland
- Peeters, E. (red.). (2007). *Handboek binnenmilieu.* A: p18-20, B: p 47-53, C: p 132-241. Rotterdam: GGD Rotterdam Rijnmond.
- Pernot, C.E.E., Koren, L.G.H., van Dongen, J.E.F & van Bronswijk, J.E.M.H. (2003). *Relatie EPC- niveau en gezondheidsrisico 's als onderdeel van het kwaliteitsniveau van gebouwen.* P 23-84. Delft: TNO.
- Phistol, W. (1998). *Handbuch der Gebäudetechnik: Planungsgrundlagen und Beispiele.* ISBN 3-8041-2978-1. A: p i 21- 24, B: H9, C: A30. Düsseldorf: Werner Verlag
- Ravelii, R., Kleefkens, O., Blezer, I. & Vrins, E. (2008). *Warmtepompsystemen in de woningbouw. Lessons learned.* P 5. Utrecht: SenterNovem.
- Reijenga, T.H. (2006). *CO2 neutrale woningen De Groene Kreek Zoetermeer.* P3-11. Projectnummer 2020-01-12-30-001 Gouda: BEAR Architecten.
- Rost, L.C.M. (1993). *Grote Winkeler Prins Encyclopedie.* ISBN 90-10-09024-8. ...: Elsevier

- Ruiter, J.P. (2000). *Energiewetenschappelijke achtergronden*. In W.P.M.F. Ivens (cursusteamleider), *Energieoptimalisering en –management*. Cursus Deel 1 h5 p16-18. Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- SBR. (2009) *Uitwerkingsinstructie Toolkitconcepten Passiefhuis*. ISBN: 978-90-5367-494-9. P 21-36. Rotterdam: SBR
- Scheepers, M.J.J.& de Raad, A. (2000) *Warmtepompen en zonneboilers in de stad van de zon*. Rapport C00-070. P 13. Petten: ECN.
- Schols,E., van Bruggen, M., Dusseldorp, A. & Houweling, D.A. (2004). *Handhaving door de VROM-Inspectie gericht op gezondheid in het kader van VROM beleid Informatie over aangrijpingspunten voor handhaving*. RIVM rapport 609021030/2004. p162. Bilthoven: RIVM.
- Schievink, J. (2003). *Bouwfysika 1*. ISBN 978-90-407-1150-3. P 3-21. Delft: VSSD.
- SenterNovem. (2004). *Voortgang klimaatbeleid gebouwde omgeving 2003*. P 12-18. Utrecht: SenterNovem.
- SenterNovem. (2006). *Referentiewoningen nieuwbouw*. Publicatienummer 2KPWB0620. P 5-24. Utrecht: SenterNovem.
- SenterNovem. (2007). *Kompas, energiebewust wonen en werken. Cijfers en tabellen 2007*. P 11- 39. Utrecht: SenterNovem.
- SenterNovem. (2008). *Duurzame energie in uw woning. Antwoord op al uw vragen*. Publicatienummer 2DEN0813. P 3-10. Utrecht: SenterNovem.
- Simmons, RB & Crow, SA. (1995). *Fungal colonization of air filters for use in heating, ventilation and air conditioning (HVAC) systems*. J.Ind. Microbiol. 14(1), p 41-45.
- Slot, B.J.M., Op ‘t Veld, P.J.M. (2005). *Onderzoek handhaving bouwregelgeving: gezondheid in nieuwbouwwoningen*. P 17. Den Haag: VROM- inspectie.
- Stadsgewest Haaglanden. (2003). *Duurzaam bouwen. Adviezen en tips voor bewoners*. P 8-15. Den Haag: Stadsgewest Haaglanden.
- Stichting Duurzaam Huis Leidsche Rijn. (2003). *Pionieren; een kwestie van lef! De Nul-energiewoningen en het Duurzaam Huis Leidsche Rijn*. P 17-18. Leidsche Rijn: Stichting Duurzaam Huis Leidsche Rijn.
- Ten Bolscher, H.J. (2006). *Ventilatie: ruggegraat van het installatieontwerp*. In Stedenbouw & architectuur. 12-2006 p 12-15
- Tilborghs, G., Willdemeersch, D., De Schrijver, K. (2005) *Wonen en gezondheid*. P 5-12+ 61-63. Kampenhout: Artoos.

Uijterlinde M.A. (2000). Energieverbruik in Nederland. In W.P.M.F. Ivens (cursusteamleider), Energieoptimalisering en –management. Cursus deel 1 h4 p141, Heerlen: Open Universiteit Nederland.

Van Deelen, P. (2008). *Verantwoord en comfortabel gebruik van water in huis*. P 4. Rotterdam: SBR.

Van de Graaf, A. (2004). *Warmtepomp voor comfort, energiebesparing als bonus*. Delft-integraal, 2004-3. P 1-5. Delft: TU Delft.

Van Dongen, J & Vos, S. (2007) *Gezondheidsaspecten van woningen in Nederland*. Rapportnummer 2007-D-R-188/A P 28-47. Delft: TNO.

Van Hal, A. (2003) *Het nieuwe duurzaam bouwen*. Cahier reeks Duurzame Stedelijke Vernieuwing. ISBN 9072369297. P 8. Leeuwarden: KEI en NIDO.

Van der Aa, A.& Meester, A. (2007). De toekomst van ventilatiesystemen. In *Bouw*. Dec 2007 p 42-43.

Vanderkerckhove, L. (2007). *Energiezuinig bouwen en verbouwen*. P 24-52. Kortrijk: Hoge School West Vlaanderen.

Van der Laag, P.C. & Ruijg, G.J. (2002) *Micro- warmtekrachtsystemen voor de energievoorziening van Nederlandse huishoudens*. P 29-61. Petten: ECN.

Van der Linden, A.C. (red). (1998). *Bouwfysica*. ISBN 90 212 9082 0. A: p16-22, B: p 72, C: p 94-108. Leiden: Spruyt, van Mantgem & de Goes

Van der Waals, J.F.M., Vermeulen, S.M.J. Vermeulen, W.J.V., Glasbergen, P& Hooimeijer, P. (2000). *Energiebesparing en stedelijke herstructurering een beleidswetenschappelijke analyse*. A: p 13-14, B: p 107-108. Utrecht: DGVH/Nethur.

Van de Winkel, H. (2008). Energiebesparing mag niet resulteren in ongezonde woning. In *Cobouw*. 9 april 2008.

Van Eck, T. (2008). Helpt aardgas gaat op aan matig warm water. In *Stromen*. April 2008. P 6.

Vanhees. (2007). *Stimulering van energiezuinig bouwen bij particulieren in Vlaanderen*. P 5-8. Hasselt: Universiteit Hasselt.

Van Leth, M.P.M. & Roijen, E.J.A. (2007). *Besparing door bodem- en vloerisolatie bij woningen*. Rapport 2006.3193-1. P17-19. Maastricht: Cauberg- Huygen.

Van Rooijen, P. (1999). *Invloed van woonomgeving op gezondheid. Selectie van woonomgevingsindicatoren voor de Gezondheidskaart*. P 30-33. Rotterdam: GGD Rotterdam.

Van Veen, M.P., Crommentuijn, L.E.M., Janssen M.P.M.& de Hollander, A.E.M. (2001). *Binnenmilieu- kwaliteit. Ventilatie en vochtigheid*. Een studie voor Milieuverkenning 5 RIVM rapport 630920 001. P 10-11. Bilthoven: RIVM.

Verkade, A.J.W., Duim, F., Merckx, A.M., Meijer, A., ten Bolscher, G.H. (2009). *Balansventilatie; onderzoek naar de effectiviteit van de genomen verbetermaatregelen en naar de tevredenheid van de bewoners van de wijk Vathorst*. P 21. Zeist: GGD Midden-Nederland.

Vreemann, L. & ten Bolscher, G.H. (2009). Aanscherping EPC van 0,8 naar energieneutraal. *In VV+*. mei 2009. P 294-298.

Weterings. (2005). *GGD richtlijn gezonde woningbouw* A: p 6-12, B: p 53+ 73. Rotterdam: Landelijk Centrum Medische Milieukunde p6-12 53, 73

Zeiger, E.A. (2007). *De Woningwet 2007, een stelsel dat hinkt op twee gedachten; De bijdrage van de Woningwet 2007 aan de rechtszekerheid van de burger*. Pp 8-9. Heerlen: Open Universiteit Nederland.

Geraadpleegde websites:

Bouwtrefpunt. *Kennisbank/ lage temperatuurverwarming*. Geraadpleegd op 30 maart 2009 op <http://www.bouwtrefpunt.nl>.

Centraal Bureau voor de Statistiek. *Het energiegebruik voor warmte afgeleid uit de energiebalans*. Geraadpleegd op 28 mei 2009 op <http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/79966662-327B-4720-80A0-B17E296E74BB/0/2009hetenergieverbruikvoorwarmteafgeleiduitdeenergiebalansart.pdf>

Energiened: www.energiened.nl

International Energy Agency. *2006 Energy balance for the Netherlands*. Geraadpleegd op 3 april 2009 op http://www.iea.org/Textbase/stats/balancetable.asp?COUNTRY_CODE=NL

Milieuadvieswinkel. *Bouwen en wonen. Duurzaam bouwen*. Geraadpleegd op 21 mei 2010 op <http://www.milieuadvieswinkel.be>

Milieu Centraal: www.milieucentraal.nl

SenterNovem 1. *Begrippen duurzame energie*. Geraadpleegd op 19 maart 2009 op [http://duurzaambouwen.senternovem.nl/begrippen/4-duurzame_energie_\(de\).html](http://duurzaambouwen.senternovem.nl/begrippen/4-duurzame_energie_(de).html)

SenterNovem 2. *Duurzaam bouwen*. Geraadpleegd op 15 maart 2009 op <http://duurzaambouwen.senternovem.nl/begrippen/5-dubo-convenant.html>

SenterNovem 3. *Duurzame energie technieken*. Geraadpleegd op 18 mei 2009 op www.senternovem.nl/duurzameenergie/de-technieken/index.asp

SenterNovem 4. *EPN en nieuwbouw*. Geraadpleegd op 1 juni 2009 op <http://www.senternovem.nl/epn/>

SenterNovem. 5 *Infoblad energiebesparing in woningen en utiliteitsgebouwen*. Geraadpleegd op 20 mei 2009 op http://duurzaambouwen.senternovem.nl/infobladen/20-energiebesparing_in_woningen_en_utiliteitsgebouwen/print.html

Senter Novem 5

[http://www.senternovem.nl/mmfiles/Oosterheem de Groene Kreek gemeente Zoetermeer tcm24-247185.pdf](http://www.senternovem.nl/mmfiles/Oosterheem_de_Groene_Kreek_gemeente_Zoetermeer_tcm24-247185.pdf)

Senter Novem 6 http://duurzaambouwen.senternovem.nl/projecten/133-groene_kreek_de_-_de_woningen.html

STATLINE.CBS. *Duurzame energie; binnenlandse productie, verbruik en capaciteit*.

Geraadpleegd op 20- 8- 2009 op:

<http://statline.statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=71457ned&D1=0,2,4-15,16,18&D2=11&D3=a,10-13&VW=T>

RIVM. Geraadpleegd op 20 augustus 2009 op

http://www.rivm.nl/vtv/object_document/o3107n21019.html

VROM.1 Bouwbesluit online.

<http://87.251.60.63/bouwbesluitonline/Default.aspx?AspxAutoDetectCookieSupport=1>

VROM.2 Dossier energiebewust bouwen en wonen. Bezocht op 20 mei 2009 op

<http://www.vrom.nl/pagina.html?id=9402>.

VROM3. Pagina energiebesparing. Bezocht op 8 augustus 2009 op

<http://www.vrom.nl/pagina.html?id=9290>

Wikipedia: www.wikipedia.nl

www.vergelijkcvketels.nl

Bijlagen

Bijlage 1 Bouwkundige aspecten

Bijlage 2 Ventilatie

Bijlage 3 Zonnestroom en zonneboiler

Bijlage 4 Verwarmingsapparatuur

Bijlage 5 Factoren die van invloed zijn op het welzijn van de bewoners

Bijlage 6 Woning gerelateerde ziekten

Bijlage 7 Onderzoeken naar de gezondheidssituatie in woningen

Bijlage 8 De groene Kreek

Bijlage 9 Enquêtevragen

Bijlage 10 Resultaten enquête

Bijlage 1 Bouwkundige aspecten

B1.1 Isolatie, kierdichting en het tegengaan van koudebruggen

Om energie te kunnen besparen is het noodzakelijk dat woningen goed geïsoleerd worden. Goede isolatie zorgt er immers voor dat de warmte niet door de schil van de woning verdwijnt. Een goed geïsoleerde schil van de woning is volgens de Trias Energetica dan ook de eerste stap die gezet moet worden om tot een goed ontwerp te komen (SenterNovem, 2006). Gevelisolatie geeft een besparing van 9,7 m³ gas per m², vloerisolatie 3,4 m³ gas per m² en dakisolatie 10,2 m³ gas per m² per jaar (www.vrom3, n.d.). Dit is respectievelijk een besparing van respectievelijk 25 %, 7% en 15 % (Oosterheert & Ruijg, 2000).

Gevelisolatie

Bij een woning die nieuw gebouwd wordt, worden de volgende methoden gebruikt om de gevel te isoleren:

- 1 een spouwmuur met isolatie;
- 2 isolatie van de buitenzijde.

1. Spouwmuurisolatie

Traditioneel bestaat een spouwmuur uit 5 lagen: de gevelsteen, de luchtspouw, de thermische isolatie, de binnenmuur en de bepleistering (Mollen, 2007).

Voor spouwmuurisolatie zijn de volgende materialen beschikbaar (Meeusen, 2006):

- schuimen: PUR-schuim: PUR zet sterk uit wat een voordeel kan zijn omdat alle gaatjes gevuld worden, maar ook een nadeel omdat bij gebruik van teveel vulling de spouwbladen van elkaar afgedrukt kunnen worden. PUR schuim levert in de praktijk de laagste λ - waarde op;
UF-schuim (Ureumformaldehydeschuim): krimpt na aanbrengen zodat er convectiestromen door de ontstane scheuren kan optreden wat de isolatiewaarde verlaagt, er komt formaldehyde vrij tijdens het droogproces;
- vlokken: rots- en glaswol. Deze materialen moeten met voldoende dichtheid aangebracht worden omdat het materiaal nog inklinkt na aanbrengen;
- korrels: PS-parels (Polystyreen) met bindmiddel. Het bindmiddel zorgt voor een betere hechting en voorkomt uitzakking van het materiaal;
Perliet: wordt gefabriceerd uit vulkanisch glasachtig gesteente en bestaat uit fijne korrels. Na verloop van tijd moet de spouw bijgevuld worden omdat het materiaal zakt.

Spouwmuurisolatie bespaart 9 tot 11 m³ aardgas per m² per jaar. De terugverdientijd van spouwmuurisolatie bedraagt 3 jaar (www.milieucentraal, n.d.). Tabel B1.1 geeft de verschillende soorten spouwmuurisolatiematerialen weer met de bijbehorende dikte om een isolatiewaarde van 1,3 m².K/W te krijgen. Volgens het Bouwbesluit moet de warmteweerstand van de gevel minimaal 2,5 m².K/W bedragen. Voor de meeste isolatiematerialen komt dit neer op een laag van minimaal 8 centimeter in een gangbare constructie. Alleen spouwmuurisolatie is dus onvoldoende, want een spouw van een oudere woning bedraagt 5-6 cm.

Kunststofschuimen	Materiaaldikte (voor warmteweerstand 1,3 m ² .K/W)
UF-schuim	8 cm
EPS	6 cm
Polyurethaanschuim	5 cm
Minerale materialen	
Steenwolvlakken	6 cm
Glaswolvlakken	6 cm
Gesiliconiseerde perlitekorrels	6 cm

Tabel B1.1 Verschillende soorten spouwmuurisolatie (www.milieu centraal, n.d.)

2. Isolatie van de buitenzijde

Het is vooral interessant de buitenzijde van een woning te isoleren bij een woning met gevelbekleding, zoals pleisterwerk. Gevelisolatie bestaat uit een enkelvoudige, massieve muur waartegen pleisterwerk aangebracht wordt. Het voordeel van gevelisolatie is minder kans op koudebruggen en op scheuren. De isolatiewaarde van isolerende stenen is echter 8 keer lager dan de isolatiewaarde van een degelijke spouwisolatie ([www.milieuadvieswinkel](http://www.milieuadvieswinkel.nl), n.d.). Isolatie van de buitenzijde bespaart 11 m³ gas per m² per jaar. De terugverdientijd is 17 jaar ([www.milieucentraal](http://www.milieucentraal.nl), n.d.).

Dakisolatie

Een slecht geïsoleerd dak kan verantwoordelijk zijn voor 30 % van de totale energieverliezen, zeker als de zolder als leefruimte gebruikt wordt en dus in de winter verwarmd wordt ([www.milieuadvieswinkel](http://www.milieuadvieswinkel.nl), n.d.). Als uitgegaan wordt van een woning met een gasgebruik voor verwarming van 1200m³ per jaar, dan kan met dakisolatie 714 m³ gas bespaard worden ([www.milieucentraal](http://www.milieucentraal.nl), n.d.).

Verschillende mogelijkheden om een dak te isoleren zijn het aanbrengen van isolatiemateriaal aan de binnenzijde of de buitenzijde van het dak, of het isoleren van de zoldervloer. Dit laatste is aan te bevelen als de zolder enkel voor opslag gebruikt wordt. Isoleren van de binnenzijde van het dak is het meest geschikt voor het na- isoleren van bestaande woningen ([www.milieuadvieswinkel](http://www.milieuadvieswinkel.nl), n.d.). Voor dakisolatie zijn verschillende materialen mogelijk. Om de R- waarde van 2,5 te halen (R is de warmteweerstand van de constructie, zie paragraaf 2.3.1.1.) is een bepaalde dikte van de gebruikte isolatiematerialen nodig. Voor glaswol is dit bijvoorbeeld 10 cm. De benodigde diktes voor de verschillende isolatiematerialen staan vermeld in tabel B1.2. Voor de kosten van deze materialen zie tabel B1.3.

De terugverdientijd voor dakisolatie is 3 tot 5 jaar als het isolatiemateriaal zelf aangebracht wordt. Wat de terugverdientijd bij uitbesteding is, is moeilijk te bepalen in verband met het combineren met groot onderhoud en de waardevermeerdering van de woning ([www.milieucentraal](http://www.milieucentraal.nl), n.d.).

Materiaal	Dikte
Glaswol (dekens of platen)	10 cm
Steenwol (dekens of platen)	10 cm
EPS (piepschuim platen)	10-12 cm
XPS platen	8-10 cm

Tabel B1.2 Soorten materiaal voor dakisolatie (www.milieucentraal, n.d.).

Vloerisolatie

Vloerisolatie levert niet alleen energiebesparing op (7%), maar ook een comfortabeler binnenklimaat omdat de binnentemperatuur gelijkmatiger wordt en er minder vocht in huis is (www.milieucentraal, n.d.). De energieverliezen van een vloer liggen lager dan die van verliezen via ramen, muren en dak, omdat de gemiddelde temperatuur van de bodem vrij constant is (Van Leth & Roijen, 2007).

Een vloer kan op twee manieren geïsoleerd worden:

- 1 Isolatiemateriaal tegen de onderkant van de vloer aanbrengen;
- 2 Het isoleren van de bodem van de kruipruimte.

Bouwfysische berekeningen tonen aan dat vloerisolatie het beste aan de onderzijde van de vloer aangebracht kan worden (Van Leth & Roijen, 2007). Als de onderkant van de vloer geïsoleerd wordt geeft dit ook meer comfort, omdat de vloer dan warmer aanvoelt. (www.milieu centraal, n.d.).

Materiaal			Kosten
Thermokussens	Laagje kunststof met een laagje aluminiumfolie	Onderkant	Meer dan gemiddeld
Glaswol en steenwol	Gerecycled glas/gesteende of gerecycled steenwol	Onderkant	Gemiddeld
EPS	Aardolieproduct	Onderkant, Bodem kruipruimte	Goedkoop
XPR en PUR	Aardolieproduct		Meer dan gemiddeld
Kurk	Natuurproduct		Meer dan gemiddeld
Schelpen	Natuurproduct	Bodem kruipruimte	Duur
Kleikorrels	Gebakken klei	Bodem kruipruimte	Geen gegevens
Schuimbeton	Zeer luchtig soort beton	Bodem kruipruimte	Geen gegevens

Tabel B1.3 Materialen voor bodemisolatie. Bron: milieu centraal

De terugverdientijd van bodemisolatie bedraagt gemiddeld 16 jaar (www.milieucentraal, n.d.).

Isolerende beglazing

Ramen hebben een grote invloed op de warmteverliezen van de woning: glas laat meer warmte door dan muren. Er zijn verschillende mogelijkheden voor de ramen: het gebruik van glas, dubbelglas of hoogrendementglas (HR- glas). Hoogrendementglas isoleert het beste: dit glas vermindert het warmteverlies met 80% in vergelijking met enkele beglazing. Dit glas isoleert 5 keer beter dan gewoon glas en 3 keer beter dan dubbelglas (Vanderkerckhove, 2007). Het verschil tussen dubbel glas en HR glas zit in de ruimte tussen het glas. Bij dubbel glas is dit gewone lucht, bij HR- glas is dit een edelgas (meestal Argon). Edelgassen isoleren beter dan gewone lucht. Bij HR- glas wordt ook een coating aangebracht op de binnenzijde, die de warmte weerkaatst, maar het zonlicht grotendeels doorlaat ([www.milieucentraal](http://www.milieucentraal.nl), n.d.). Per jaar kan 30 m³ aardgas bespaard worden als 1 m² enkel glas vervangen wordt door HR-glas (www.vrom3, nd).

De isolatiewaarde van glas wordt uitgedrukt met de U- waarde. De U-waarde geeft aan hoeveel warmte er per tijdseenheid en per vierkante meter verloren gaat als er tussen “binnen” en “buiten” een temperatuurverschil is van 1°C. De U- waarde wordt uitgedrukt in W/m²K [W=watt, m=meter, K= graden Kelvin]. Hoe kleiner de U- waarde, hoe beter de isolatie (Vanhees, 2007).

De terugverdientijd van HR glas is 7 tot 9 jaar, afhankelijk van het vertrek ([www.milieucentraal](http://www.milieucentraal.nl), n.d.)

Niet alleen het glas is bij de ramen belangrijk, de U- waarde van het totale raam hangt af van de U- waarde van het glas, van het kozijn, de afstandhouder in de glasrand, de inbouwdiepte van het glas in het kader en de bevestiging in de wand (Boonstra et al, 2006b).

Geïsoleerde buitendeuren

Een standaard gesloten deur behaalt een warmtedoorgangscoefficiënt (U-waarde) van 4,2 W/m²K. Door schuimvulling zijn U-waarden onder de 2,0 W/m²K mogelijk ([www.senternovem3](http://www.senternovem3.nl), n.d.).

Kierdichting

Gebouwen bestaan uit verschillende materialen die op elkaar aansluiten door middel van randen, overlappingsen en doorvoeren. Deze aansluitingen zijn niet altijd met zorg uitgevoerd, of kunnen in de loop van de tijd in kwaliteit achteruit gaan (Boonstra et al, 2006b). Niet correcte aansluitingen veroorzaken kieren in de schil van het gebouw waardoor warme lucht verdwijnt, wat niet gewenst is. Deze warmte kan niet teruggewonnen worden waardoor de warmtevraag toeneemt. Luchtlekken kunnen ook leiden tot vocht- en geluidsklachten. Dak-gevel- en vloerdoorvoeren zijn plaatsen die vaak niet luchtdicht zijn. Andere plaatsen waar luchtlekken voorkomen zijn de nok van het dak, aansluitingen tussen kozijnen en gevels, dorpel onder de voordeur, ramen en deuren en brievenbussen (SBR, 2009).

Koudebruggen

Een koudebrug (ook wel warmtelek genoemd) is een verbinding in een constructie waarbij koude van buiten naar binnen wordt geleid, zodat hier warmte verloren gaat. Een voorbeeld van een koudebrug is de plaats waar een geïsoleerde muur overgaat in een ongeïsoleerde vloer (Weterings, 2005b). Omdat het op zo'n plaats koeler is dan op de rest van het oppervlak, kan er oppervlaktecondensatie optreden. Andere effecten van koudebruggen zijn energieverlies en

het ontstaan van schimmelplekken door het neerslaan van vocht op de koudste plaats (Boonstra et al., 2006b).

B1.2. Oriëntatie en glaspercentage

De oriëntatie van een woning heeft veel invloed op natuurlijk licht, comfort, gratis zonnewarmte en het kunnen plaatsen van zonnepanelen voor het opwekken van zonne-energie (SenterNovem, 2008).

Door huizen te bouwen met ramen op het zuiden kan optimaal gebruik worden gemaakt van het invallende zonlicht om zo gebruik te kunnen maken van de inkomende warmte. Een woonkamer op het zuiden leidt tot een EPC- verlaging van 0,01 tot 0,04 (De Keizer et al., 2007a).

De vuistregel om zoveel mogelijk glas op het zuiden en zo min mogelijk glas op het noorden toe te passen gaat echter alleen op, als zeer goed isolerend glas wordt toegepast, in combinatie met zeer goed geïsoleerde muren. Bij slecht isolerend glas is het gunstiger om het oppervlak op het zuiden zo klein mogelijk te houden. Dit in verband met de kans op temperatuuroverschrijdingen (in uren) in de woning. Hoe hoger het glaspercentage op het zuiden, hoe hoger de kans op overschrijdingen (De Boer et al., 2003b).

Om temperatuuroverschrijding te voorkomen is het toepassen van zonwering belangrijk in een goed geïsoleerde woning. Bij een zuid- oriëntatie is zonwering gemakkelijk te realiseren door het aanbrengen van een overstek. Als de zon in de winter laag staat, dan dringen de zonnestrallen de woning binnen. In de zomer staat de zon hoog en de stralen worden dan tegengehouden door de overstek. Hierdoor loopt de temperatuur in de woning niet op. Bij oriëntatie op het oosten of het westen werkt een overkapping minder goed, omdat de zon hier minder hoog staat en zo gemakkelijker de woning binnendringt.

Zonwering aan de binnenkant van de woning werkt pas nadat het zonlicht de woning is binnengekomen.

Wordt geen zonwering toegepast, bedragen de overschrijdingen gemiddeld 2000 zonnuren. Bij toepassing van buitenzonwering worden deze uren gereduceerd tot 35 (de Boer et al., 2003b).

B1.3 Afwerkmaterialen aan de binnenzijde van de schil

Binnenwanden zijn vaak gemaakt van gipsplaten, gipsvezelplaten of gasbetonblokken. Een ander geschikt materiaal voor binnenwanden is kalkzandsteen. De λ - waarde van de verschillende materialen is (König, 1997):

Gips 0,27

Gasbeton 0,20

Kalkzandsteen 0,50.

Kalkzandsteen heeft van deze materialen dus de beste warmte-isolerende eigenschappen. Ook laat kalkzandsteen minder geluid door als gips en gasbeton ([www.milieucentraal](http://www.milieucentraal.nl), n.d.).

Over de binnenwand komt een afdekking van bijvoorbeeld behang. Hierbij is papierbehang het minst milieubelastend ten opzichte van andere soorten behang. Venylbehang sluit af, zodat het vocht in de muur niet weg kan (wat vooral bij nieuwbouwwoningen voorkomt). Bovendien is venylbehang statisch oplaadbaar, waardoor het stof aantrekt (Stadsgewest Haaglanden, 2003).

Bijlage 2 Ventilatie

Ventileren is het verversen van binnenlucht met buitenlucht. Een woning moet geventileerd worden om (NBS, 2006):

- zuurstof aan te voeren voor de ademhaling;
- de luchtvochtigheid te regelen (vocht in de woning kan vrijkomen uit materialen, door uitademen en door activiteiten zoals douchen en koken);
- lucht aan te voeren voor verbrandingstoestellen (verbrandingsprocessen gebruiken zuurstof);
- schadelijke stoffen en geuren uit de woning af te voeren.

Schadelijke stoffen zijn bijvoorbeeld CO₂ en verbrandingsgassen. CO₂ komt vooral in de lucht door uitademing van de bewoners. Als er weinig uitademingslucht (CO₂) wordt afgevoerd, worden er ook weinig andere stoffen afgevoerd die in de woning vrijkomen. Het CO₂ gehalte in de lucht kan daarom als maatstaf genomen worden voor de kwaliteit van de binnenlucht (Verkade et al, 2009b).

Voor de CO₂ -concentratie in woningen bestaat geen wettelijke of bestuurlijke norm. De capaciteitseisen in het Bouwbesluit zijn er op gericht de geurhinder te vermijden die bij 1200 ppm CO₂ kan optreden. Volgens de niet-wettelijke normen NEN 15251 en 13779 is de luchtkwaliteit matig te noemen vanaf een CO₂ -concentratie van 1000 ppm (Verkade et al, 2009b).

Er kan bewust geventileerd worden met speciaal daarvoor aangelegde openingen al dan niet in combinatie met apparatuur. Onbewust ventileren gaat via kieren en naden in de schil van de woning ([www.senternovem3](http://www.senternovem3.nl), n.d.).

Bij bewuste ventilatie onderscheidt men (Gids & Ubbels, 2008):

- Natuurlijke ventilatie: hierbij komt verse lucht rechtstreeks van buiten door openingen in de schil van het gebouw, zoals roosters of ramen. Er wordt hierbij geen gebruik gemaakt van apparaten en kanalen.
- Mechanische ventilatie: bij dit systeem wordt lucht aangezogen en/ of afgevoerd door apparaten. De lucht passeert apparaten en kanalen.

Bij mechanische ventilatie wordt energie gebruikt, bij natuurlijke ventilatie niet. De hoeveelheid gebruikte energie is afhankelijk van het systeem. Het elektriciteitsgebruik van wisselstroomventilatoren kan variëren van 400 kWh tot 1000 kWh per jaar. Het gebruik van gelijkstroomventilatoren is ongeveer de helft minder als wisselstroomventilatoren (Benders et al, 2004).

Het type ventilatiesysteem is vaak afhankelijk van het bouwjaar van de woning: van de woningen gebouwd voor 1995 heeft tweederde natuurlijke toevoer met mechanische afzuiging en een derde natuurlijke aan- en afvoer. Woningen gebouwd tussen 1995 en 2006 hebben vaak mechanische toe- en afvoer (balansventilatie) (Peeters, 2007a). Ongeveer 1 op de drie nieuwe woningen is uitgerust met balansventilatie (Leidelmeijer, 2009). Meer over ventileren en ventilatiesystemen is te vinden in paragraaf 4.1.2, waarin naar de gezondheidsaspecten met betrekking tot ventilatie wordt gekeken.

B2.1 Soorten ventilatiesystemen

Er zijn verschillende soorten mechanische ventilatie ([www.senternovem3](http://www.senternovem3.nl), n.d.):

1 Natuurlijke toevoer en mechanische afzuiging

Ventilatioeroosters zorgen voor natuurlijke toevoer van frisse lucht. De lucht wordt afgevoerd door een ventilator met behulp van een kanalenstelsel. De afvoerkanalen komen uit in de keuken, de badkamer en het toilet. Bij deze systemen zijn drie ventilatiestanden gebruikelijk: hoog, midden en laag. De laagste stand wordt ook wel de nachtstand genoemd.

2 Gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning (WTW)

Bij gebalanceerde ventilatie met WTW wordt de warmte uit de afvoerlucht gebruikt als voorverwarming van de koude verse ventilatielucht. De aangevoerde lucht stroomt door een warmtewisselaar en wordt opgewarmd tot 17 °C (Novem, 2000b). Met behulp van de warmtewisselaar wordt minimaal 90% van de warmte teruggewonnen zonder de twee luchtstromen te mengen (Boonstra et al., 2006b).

Het systeem bestaat uit een ventilatie-eenheid die voorzien is van twee ventilatoren, een warmte terugwinpunt en twee kanalenstelsels (en stelsel voor de toevoer en het andere stelsel voor de afvoer van de lucht). De toevoer van de buitenlucht geschiedt met een ventilator via een kanalenstelsel naar de slaapkamers en de woonkamer. De ventilator voor de luchtafvoer zorgt voor afzuiging via een kanalenstelsel vanuit ten minste de keuken, badkamer en toilet. Gebalanceerde ventilatie is toe te passen in combinatie met iedere vorm van ruimteverwarming. Een goede luchtdichtheid van de schil van de woning is wel een voorwaarde ([www.SenterNovem](http://www.SenterNovem.nl) 3, n.d.).

Er zijn toestellen die gekoppeld kunnen worden aan het cv- systeem. Zo ontstaat een integraal luchtverwarming- en ventilatiesysteem van ventilatie en lage temperatuurverwarming. ([www.SenterNovem](http://www.SenterNovem.nl) 3, n.d.).

Bij een gebalanceerd ventilatiesysteem met WTW is het belangrijk dat de mechanisch aangevoerde lucht in de gebruiksruiden door kan stromen naar de ruimten met luchtafvoer (badkamer, toilet en keuken). Om deze doorstroming mogelijk te maken zijn overstroomvoorzieningen tussen de verblijfsruimten, de gang en de natte ruimten noodzakelijk. Meestal zijn dit spleten onder de deur. De hoogte van deze spleten is meestal 3,5 cm. zodat er bij het leggen van vloerbedekking nog 2 cm overblijft. Als er hele dikke vloerbedekking gelegd wordt, dan moeten de deuren ingekort worden zodat er doorstroomvoorziening aanwezig blijft (SBR, 2009).

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de voor- en de nadelen van natuurlijke- en mechanische ventilatie. De tabel maakt duidelijk dat er aan mechanische ventilatie een aantal aspecten zit die nadelig kunnen zijn: geluid, vervuiling en energiegebruik. Aangezien bij energiezuinige woningen met lage temperatuur verwarming natuurlijke ventilatie teveel discomfort geeft door tocht, is de kwaliteit en het juist gebruik van een mechanisch systeem belangrijk. Aan het einde van dit hoofdstuk wordt hier verder op ingegaan.

Systeem	Voordelen	Nadelen
Natuurlijke ventilatie	Minder risico van vervuiling omdat de lucht rechtstreeks van buiten komt.	Er kunnen tochtklachten optreden door koude lucht, Op windstille dagen minder aanvoer van verse lucht.
Mechanische ventilatie	Minder tochtklachten als de ingeblazen lucht minimaal 15 graden is; Gegarandeerde hoeveelheid verse lucht, onafhankelijk van winddruk en thermische trek als de lucht mechanisch aangezogen wordt; Afgevoerde warmte kan op een eenvoudige manier worden teruggewonnen.	De verse lucht passeert apparaten en kanalen, waardoor vervuiling op kan treden; Ventilatorgeluid en luchtgeluid kunnen hinderlijk zijn; Voor het terugwinnen van warmte is apparatuur nodig die energie gebruikt; De nadelen treden ook op als de voordelen niet nodig zijn, zoals in de zomer.

Tabel B2.1 Voor- en nadelen ventilatiesystemen (Gitz en Ubbels, 2008).

B2.2 Ventilatie apparatuur en energiegebruik

Naast de apparatuur voor verwarming hoort de apparatuur voor ventilatie ook tot de gebouwgebonden apparatuur. Het beperken van het energiegebruik door het ventilatiesysteem richt zich op (Van der Aa et al., 2007):

- het beperken van volumestromen. Dit kan door de hoeveelheid ventilatie zo goed mogelijk af te stemmen op de behoefte;
- het terugwinnen van de warmte door middel van een warmtewisselaar;
- voorverwarming van de inkomende lucht;
- beperken van het energiegebruik van ventilatieapparatuur.

Zoals hierboven besproken is, zijn er verschillende soorten ventilatiesystemen.

1 Systemen met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer

Aangezien bij het energiegebruik van gelijkstroomventilatoren ongeveer de helft minder is als bij wisselstroomventilatoren, worden moderne ventilatoren in gelijkstroom uitgevoerd.

Voor de toevoerroosters voor de buitenlucht zijn er verschillende varianten

(www.SenterNovem 3, n.d.):

- winddrukgerregelde toevoerroosters die ervoor zorgen dat bij een hoge winddruk niet teveel koude toevoerlucht in de woning komt;
- vraaggestuurde roosters, waarbij de toevoer van buitenlucht door middel van een controle unit aangepast wordt aan de ventilatiebehoefte,
- eenvoudige, handbediende roosters die met behulp van schuifjes open of dicht gezet kunnen worden.

2 Gebalanceerd ventilatiesysteem met warmteterugwinning

De ventilatoren voor de aan- en afvoer gebruiken weliswaar energie, maar dit kan verwaarloosd worden ten opzichte van de energie die bespaard wordt door het terugwinnen van de warmte. Gebalanceerde ventilatie met WTW geeft 80-90% minder energieverlies als bij een natuurlijke toevoer van koude, niet verwarmde buitenlucht (Novem, 2000a, Menkveld et al, 2005). Bij ventilatie met WTW is het belangrijk dat luchtlekken in de woning

voorkomen worden zodat bij het ventileren optimaal gebruik gemaakt van warmteterugwinning (SBR, 2009). Ook is het belangrijk dat de warmteterugwinning uitgeschakeld moet kunnen worden tijdens de zomer, als de buitentemperatuur te hoog oploopt (Weterings et al, 2005a).

Plaatsing van roosters

Door ventilatie met natuurlijke aanvoer van buitenlucht met behulp van roosters stroomt er koude buitenlucht in de woning. Bij oudere woningen die voorzien zijn van matige isolatie, radiatoren, ventilatieroosters en mechanische ventilatie (paragraaf 2.3.1.1), leveren de radiatoren genoeg warmte om het warmteverlies door de binnenstromende koude lucht te compenseren. Warme lucht stijgt immers op en mengt met de koude binnenstromende lucht. Daarom is het van belang bij natuurlijke ventilatie (van der Linden, 1998c, Novem 2002b):

- ventilatieroosters alleen boven een verwarmingslichaam te plaatsen;
- ventilatieroosters zo hoog mogelijk te plaatsen;
- een horizontaal paneel onder het rooster te plaatsen, om de menging van de buitenlucht met de binnenlucht te bevorderen;
- de luchtsnelheid in de verblijfsruimte ten gevolge van het ventilatiesysteem niet hoger is dan 0,2 meter per seconde;
- boven of onder deuren spleten aangebracht worden, zogenaamde overstroomvoorzieningen, waardoor de lucht van ruimte naar ruimte kan stromen.

Verder moeten:

- ventilatieroosters goed te bedienen zijn;
- ventilatieroosters goed schoon te maken zijn.

Bij een goed geïsoleerde woning met lage temperatuur verwarming leveren de radiatoren minder warmte omdat de warmteverliezen door de gevel kleiner zijn. De binnenstromende lucht wordt dus minder gemengd met warme, opstijgende lucht. Hierdoor ervaren de bewoners tocht. Zij sluiten dan vaak de roosters (Ten Bolster, 2006). Bij goed geïsoleerde woningen met balansventilatie is de kans op het sluiten van roosters omdat het tocht veel kleiner omdat er in de winter altijd voldoende geventileerd wordt door de mechanische aan- en afvoer van lucht (Peeters, 2007a). In relatie tot comfort heeft het inblazen van verwarmde buitenlucht bij sterk geïsoleerde woningen met lage temperatuur verwarming daarom de voorkeur. Een systeem met WTW is echter een foutgevoelig systeem, waarbij het ontwerp, inregeling, onderhoud en reiniging cruciaal zijn voor een goede werking om problemen te voorkomen (Verkade et al, 2009c). Het is dus belangrijk om het systeem af te stemmen op de woningkarakteristieken. Er moet rekening gehouden worden met de interactie tussen het type ventilatiesysteem, het warmte afgiftesysteem (radiatoren of lage temperatuur verwarming) en de isolatiegraad van de woning (Ten Bolscher, 2006).

Bijlage 3 Zonnestroom en zonneboiler

B3.1 Zonnestroom

Zonnestroom wordt verkregen door fotovoltaïsche (pv) zonne-energie waarbij zonlicht omgezet wordt in elektriciteit. Een zonnepaneel bestaat uit halfgeleidermateriaal, zoals silicium. Silicium absorbeert een deel van het licht, waardoor negatief geladen elektronen vrijkomen die gaan bewegen. Hierdoor blijft een positief geladen “gat” over, wat ook gaat bewegen. Elektrische contacten aangebracht op de zonnecel zorgen ervoor dat er spanning geleverd kan worden (De Keizer et al, 2007a). Silicium wordt het meest gebruikt omdat het goedkoop is, de voorraad praktisch onbegrensd is (het wordt uit zand vervaardigd) en omdat de cellen lang werken en betrouwbaar zijn (de Keizer et al, 2007a).

Het systeem bestaat uit één of meer pv- panelen, een ondersteuningsconstructie, een omvormer en bekabeling. De omvormer zet de door het systeem geleverde gelijkspanning om in wisselspanning. Een productiemeter registreert de elektriciteitsproductie van het systeem (SenterNovem, 2008).

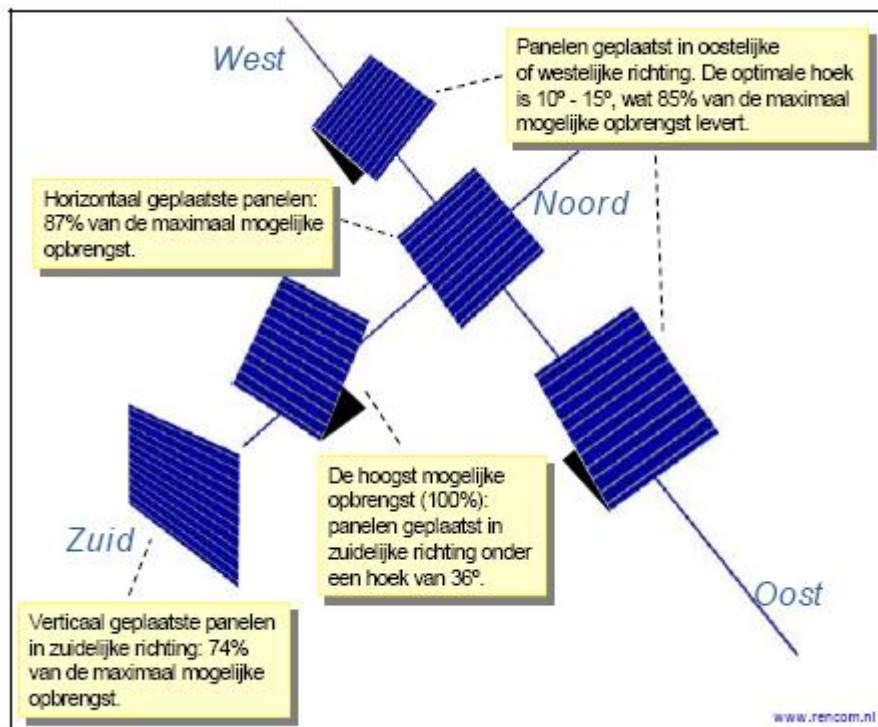
Het vermogen dat een zonnepaneel levert is afhankelijk van de hoeveelheid zonlicht. Om een uitspraak te kunnen doen over het vermogen van de panelen wordt gerekend met het piekvermogen: het maximale elektrische vermogen dat een zonnepaneel kan leveren. Dit maximum wordt bereikt met volle zon. Dit piekvermogen wordt uitgedrukt in Wattpiek (Wp). Een 1 kWp systeem levert ongeveer 750 kWh per jaar. PV- panelen zijn er in verschillende maten en uitvoeringen. De meest gangbare panelen hebben een maat van 130 x 70 cm. Het oppervlak is daardoor bijna 1 m² (Menkveld, 2002a). Om 3400 kWh elektriciteit op te kunnen wekken is ongeveer $3400 / 750 = 4,5$ kWp aan panelen nodig. Een zonnepaneel van 1 m² levert gemiddeld een vermogen 150 Wattpiek. Dit betekent dat er $4500 / 150 = 30$ m³ aan zonnepanelen nodig is voor een stroomopbrengst van 3400 kWh (De Keizer et al, 2007b). Wanneer de met zonlicht opgewekte elektriciteit niet wordt gebruikt in de woning kan deze elektriciteit worden teruggeleverd aan het openbare net als het systeem aan het net gekoppeld is.

Om maximaal gebruik te kunnen maken van de opbrengst van zonnepanelen moet de woning aan een aantal eisen voldoen (Menkveld et al, 2002a):

- De woning moet over een plat dak beschikken of een op het zuiden gericht (zuidzuidwest tot zuidzuidoost) schuin dak, (helling bij voorkeur ongeveer 15° tot 45°) waarvan het voor PVpanelen beschikbare oppervlak minimaal 10 m² bedraagt;
- Schaduw van bijvoorbeeld bomen, andere gebouwen, schoorstenen en dakkapellen moet worden vermeden;
- Onder het dak met de PV-panelen moet naar de meterkast een kunststofleiding worden aangebracht met een diameter van tenminste 50 mm waardoor de kabels van PV-panelen naar de omvormer lopen;
- In de meterkast moet voldoende plaats zijn voor het aanbrengen van een omvormer en een extra elektriciteitsmeter. Bovendien moet een extra elektriciteitsgroep voor de PV-panelen worden gereserveerd.

Voor het kunnen plaatsen van zonnepanelen is naast de oriëntatie op de zon ook de helling van het dak van belang. De meest gunstige oriëntatie van een gebouw is zuidwest tot zuidoost en een helling van het dak tussen de 10 en 60 graden, met een optimale hellinghoek van 36 graden (De Keizer et al, 2007a). (Zie afbeelding B 3.1).

Afbeelding B3.1 Invloed van oriëntatie en hellingshoek op opbrengst zonnecelsysteem (de Keizer et al, 2007b)



Er zijn twee hoofdtypen van zonnecellen: kristallijn silicium cellen en dunne laag cellen (De Keizer et al, 2007a).

Kristallijn silicium is onder te verdelen in twee soorten: monokristallijn en multikristallijn. Dit type zonnecel is verantwoordelijk voor ruim 90 % van de totale productie. Monokristallijn silicium heeft een rendement tussen de 13 en 19%, multikristallijn silicium tussen 12 en 14 %. Dunne laagcellen zijn gebaseerd op amorf silicium. Deze cellen worden bevestigd op een ondergrond van bijvoorbeeld glas of buigzaam materiaal. Deze cellen zijn goedkoper dan cellen van kristallijn silicium. Het rendement van dunne film silicium is 6-9 %.

Een systeem van 500 Wp kost ongeveer € 2500,- (zonder montagekosten) (De Keizer et al, 2007b). Dit systeem levert ongeveer 375KW per jaar. Dit is ruim 10 % van het gebruik van een gemiddeld gezin (www. Milieucentraal, nd). Voor een verbruik van 2000 kWh/jr (wat te halen is bij zuinig energiegebruik), zou men met 20 m² paneeloppervlak het volledige gebruik kunnen dekken (De Keizer et al, 2007b). Een netaansluiting blijft echter wel nodig omdat gebruik en productie op verschillende tijden hun piek hebben.

Zonder subsidie verdient men de investering in een zonnecelsysteem in Nederland niet binnen 25 jaar terug (De Keizer et al, 2007b). Subsidie op zonnepanelen kan de terugverdientijd verkorten. Hoeveel deze terugverdientijd bedraagt is afhankelijk van de hoogte van de subsidie.

B3.2 Zonneboiler

Een zonneboiler is een apparaat voor de bereiding van warm tapwater. Het systeem bestaat uit een zonnecollector op het dak, een voorraadvat onder het dak en een naverwarmer. Door de zonnecollector stroomt warm water dat door het zonlicht verwarmd wordt. Het water wordt

opgeslagen in het voorraadvat. De naverwarmer is nodig omdat de zon niet altijd voldoende warmte levert. De naverwarmer is vaak een combiketel (Ecofys, 2002). Een zonneboiler levert warm water voor de keuken en de badkamer. Een zoneboiler gecombineerd met een verwarmingsketel levert ook een bijdrage aan de verwarming van het huis. Deze bijdrage is, zeker in goed geïsoleerde woningen, gering (slechts enkele procenten) omdat deze woningen een kort stookseizoen hebben (Ecofys, 2002).

De cv-ketel of geiser moet echter wel geschikt zijn om als naverwarmer te kunnen functioneren. Stichting Gaskeur verleent hiervoor een keurmerk aan cv-ketels: Gaskeur-NZ (naverwarming zonneboilers) (Menkveld, 2002a).

Er bestaan verschillende soorten zonneboilersystemen (Ecofys, 2002):

- Standaardzonneboiler: heeft een collector van meestal 3 m² en een voorraadvat van 80 tot 120 liter. Als naverwarmer wordt de combiketel gebruikt.
- Compacte zonneboiler: het leidingwater wordt direct in een goed geïsoleerde collector verwarmd, zodat er geen voorraadvat nodig is. De collector weegt daarom meer dan bij een standaard zonneboiler. De watervoorraad bedraagt 70- 170 liter.
- CV- zonneboiler: heeft in het voorraadvat een extra warmtewisselaar die is aangesloten op de CV- ketel. De warmtewisselaar houdt het bovenste gedeelte van het voorraadvat op tenminste 60 graden. Het voorraadvat heeft een inhoud van 120- 140 liter. Dit systeem geeft veel comfort.
- Zonneboilercombi: hier zijn het voorraadvat en de cv- brander geïntegreerd: het warme water in het vat wordt zowel voor warm water als voor verwarming gebruikt. De extra energiebesparing voor ruimteverwarming is ongeveer 5 % van het jaarlijkse gasverbruik.

Voor een huishouden van 1 of 2 personen is een klein systeem het meest geschikt: een boiler van 60 liter en een collectoroppervlak van 1,5 m². Een huishouden van 3-5 personen kan kiezen uit (Ecofys, 2002):

- Zonneboilercombi, minimaal 4 m² collector en vat van ca 240 liter;
- Standaard- of compacte zonneboiler, 3 m² collector en vat van 100 liter;
- CV- zonneboiler als men extra comfort wil.

Een zonneboiler kan 50% leveren van de warmte die voor de jaarlijkse warm- tapwater bereiding nodig is. Dit betekent een jaarlijkse besparing van 188m³ gas (Scheepers& de Raad, 2000).

In 2008 bedroeg de prijs voor een standaard zonneboilersysteem ca.€ 2.500 inclusief BTW voor particulieren. De terugverdientijd is ca. 16 jaar (Bosselaar & Blezer, 2009).

In september 2008 is de subsidieregeling “duurzame warmte” van start gegaan, die gemiddeld € 720,- per zonneboiler vergoedt (www.senternovem, n.d.). De terugverdientijd voor een zonneboiler wordt hierdoor teruggebracht naar ca 11 jaar.

Bijlage 4 Verwarmingsapparatuur

Verwarmingketel

Warmteopwekking in woningen gebeurt meestal door centrale verwarming in combinatie met radiatoren, vloer- of muurverwarming. Voor centrale verwarming is een cv- ketel nodig die water opwarmt. Door leidingen wordt warm water naar een warmtewisselaar gepompt, zoals een radiator. De radiator staat hierbij warmte af aan de langsstromende lucht. De omringende lucht wordt door convectie verwarmd (www.Wikipedia, n.d.). Er bestaan verschillende soorten verwarmingsketels, zie paragraaf 2.3.1.2. De standaard bij ruimteverwarming is op dit moment de individuele HR- gasketel (Van Eck, 2008). Een HR- ketel heeft voor een netto warmtevraag van 15.459 kWh 23.280 kWh primaire energie nodig (zie tabel 3.3). De netto warmtevraag is de door het systeem geleverde totale warmte als aanvulling op warmtebronnen in de woning zoals zoninstraling of interne warmteproductie (apparatuur, lampen). De totale warmte die nodig is een gebouw op temperatuur te houden is de bruto warmtevraag (Koene, 2002).

Vloer- en muurverwarming

Vloer en muurverwarming werken met warm water dat door leidingen in de vloer of de muur stroomt. Dit water geeft stralingswarmte af. Stralingswarmte wordt door de mens prettiger ervaren dan warmte aanvoer door convectie zoals bij een radiator (Van de Graaf, 2004). De aangename warmte voelt ook bij een lagere watertemperatuur behaaglijk aan. Een ander voordeel van dit soort verwarming is dat er minder stofbeweging in de woning is, wat gunstig is voor mensen met klachten aan de luchtwegen (Stadsgewest Haaglanden, 2003).

Micro Warmtekracht installatie

Met een micro-warmtekracht installatie (micro-WKK) kan in de woning zowel warmte als elektriciteit worden geproduceerd. De warmte kan worden gebruikt voor de verwarming van de woning en warm tapwater (Menkveld et al, 2002a). Bij een micro-WKK wordt een hoogrendementsketel uitgebreid met een gasmotor die een deel van de warmte uit de vlam omzet in elektriciteit. Deze geproduceerde elektriciteit kan zelf worden gebruikt of worden geleverd aan het openbare net. De brandstof is aardgas (Oosterheert & Ruijg, 2000). Op de markt zijn anno 2009 nog nauwelijks micro-WKK's commercieel verkrijgbaar. Verwacht wordt dat binnen enkele jaren de eerste micro-WKK's commercieel beschikbaar komen op de markt (www.milieucentraal, n.d.). De micro- WKK's die op dit moment ontwikkeld worden werken met radiatoren en kunnen CV combi ketels vervangen. Het elektrische vermogen zal ca 1 kW bedragen.(Menkveld, 2002a). De energiebesparing ten opzichte van een HR- ketel bedraagt bij een micro- WKK 28 m³ aardgasequivalent per jaar (Menkveld, 2002a).

Warmtepomp

Een warmtepomp zorgt ervoor dat energie van een laag temperatuurniveau (bijvoorbeeld 12 °C) wordt opgewaardeerd naar een bruikbaar temperatuurniveau (bijvoorbeeld 35 °C).

(SenterNovem, 2008). De warmtebron waaruit een warmtepomp energie onttrekt is een duurzame energiebron. Als bron zijn er verschillende mogelijkheden (Ravelii et al, 2008):

- De bodem: op 5 meter diepte heeft de bodem een constante temperatuur van 12 °C (ODEV, 2002);
- Het grondwater in de bodem: in de ondergrondse waterlagen zit grondwater met een constante temperatuur van 10 à 14°C. Dit grondwater is meestal overvloedig aanwezig en daalt niet in temperatuur bij onttrekking van warmte door een huishoudelijke warmtepomp. De diepte ligt gemiddeld tussen de 20 en 100 meter (ODEV, 2002);
- Oppervlaktewater: oppervlaktewater heeft in de winter echter lagere temperaturen;

- Buiten- of binnenlucht: heeft als warmtebron maar een beperkte capaciteit omdat de temperatuur van de buitenlucht laag is op het moment dat de grootste capaciteit wordt gevraagd. Bij het gebruik van buitenlucht of ventilatielucht als warmtebron zal daarom extra bijverwarming nodig zijn (Menkveld, 2002a).

Er kan hier van omgevingswarmte gesproken worden: de warmtebron is te vinden in de directe omgeving van de woning. De bodem is de meest geschikte warmtebron, omdat de bodemtemperatuur in de winter weinig daalt. In de nieuwbouw in Nederland wordt de warmtepomp met de bodem als bron het meest toegepast (Kleefkens, 2009).

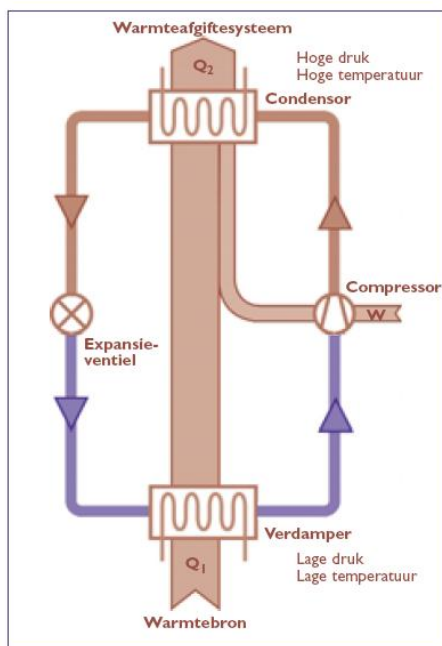
Werking van de warmtepomp

De werking van de warmtepomp is gebaseerd op 3 natuurkundige verschijnselen (ODEV, 2002):

- 1 Bij verdamping wordt warmte opgenomen, bij condensatie komt er warmte vrij;
- 2 Bij stijgende druk stijgt het kookpunt van een vloeistof;
- 3 Bij toenemende druk stijgt de temperatuur van een gas.

Als vloeistof wordt een vloeistof gekozen die bij een lage temperatuur verdampt en dus warmte opneemt. Dit gebeurt in de verdamper. De compressor zuigt de damp uit de verdamper en zet deze damp onder druk, zodat de temperatuur van de damp stijgt. In de condensor condenseert deze damp: het gas wordt weer een vloeistof. De vrijgekomen warmte wordt afgegeven aan het warmteafgiftesysteem. Nu wordt de druk weer verlaagd en begint het proces weer opnieuw (ODEV, 2002). Dit proces is afgebeeld in figuur B4.1

Figuur B4.1 Het circuit van een warmtepomp (ODEV 2002)



De afgegeven warmte (Q_2) is de opgenomen (Q_1) warmte uit de bron + de arbeid die door de compressor geleverd wordt (dit is de energie nodig voor de aandrijving, W): $Q_2 = Q_1 + W$. De compressor is een onderdeel van het systeem dat energie gebruikt. De verhouding tussen de geleverde energie (Q_2) en het geleverde vermogen voor de compressor (W) geeft aan hoe efficiënt een warmtepomp omgaat met de aandrijfenergie. Dit wordt uitgedrukt met de Coëfficiënt of Performance (COP) (Koene et al, 2001). Omdat $Q_2 = Q_1 + W$, kan een goede warmtepomp voor elke kWh elektriciteit die de compressor verbruikt tussen 2,5 en 6 kWh nuttige warmte opleveren. De winstfactor of COP bedraagt dan 2,5 à 6 (ODEV, 2002).

De COP hangt onder andere af van het temperatuurverschil tussen de oorspronkelijke temperatuur van de warmtebron en de uiteindelijke temperatuur in de condensor. (Koene et al, 2001). Het rendement van de warmtepomp neemt toe naarmate het te overbruggen temperatuurverschil tussen de warmtebron en de condensator kleiner is (Van de Graaf, 2004). Met andere woorden: hoe hoger de temperatuur van de warmtebron en hoe lager de temperatuur van het warmteafgiftesysteem, hoe hoger de winstfactor. Een zo hoog mogelijke brontemperatuur draagt dus bij aan een hogere COP (ODEV, 2002).

Een warmtepomp gebruikt buiten de warmtepomp echter ook energie voor randapparatuur, zoals circulatiepompen. Dit gebruik heeft geen invloed op de COP. De Seasonal Performance Factor (SPF) houdt wel rekening met het energiegebruik van de randapparatuur. Deze is dus altijd lager dan de COP. Zo kan bijvoorbeeld een warmtepomp met een COP van 4,5 een SPF hebben van 3,5 (ODEV, 2002).

De aandrijving van de 'pomp' kan elektrisch geschieden (compressie) of met gas (absorptie). Er wordt dan ook onderscheid gemaakt tussen een elektrische warmtepomp of een compressiepomp en een gasgestookte warmtepomp of een absorptiepomp (Menkveld, 2002a).

De kosten van een warmtepompsysteem met bodem als bron liggen tussen de € 14.000,- en de 20.000,-, afhankelijk van de capaciteit (Kleefkens, 2009). De terugverdientijd van een warmtepomp is moeilijk te bepalen, omdat deze afhankelijk is van de COP en de verhouding tussen de gas- en elektriciteitsprijs. Het gasgebruik wordt met een warmtepomp immers verlaagd en het elektriciteitsgebruik verhoogd. Bij de huidige energieprijzen leidt een warmtepomp met een COP lager dan 3 tot een hogere energierekening (Kleefkens, 2009). Dit komt door het lage rendement van de opwekking van elektriciteit ten opzichte van een HR-ketel op aardgas (Benders et al, 2004). Een verlaging van de energierekening is dus geen vast gegeven.

De opbrengst van warmtepompen blijkt vaak tegen te vallen ten opzichte van aannames in de ontwerpfases. Dit komt omdat er vaak een toestel met een te groot vermogen wordt geplaatst door berekende toeslagen in de ontwerpberekeningen, zoals de berekening van de verwarmingsbehoefte en de prestaties van het verwarmingsstelsel. De prestatie van warmtepompen is erg gevoelig voor overdimensionering. Een klein en optimaal toestel levert een betere prestatie dan een systeem met een te grote capaciteit (Kleefkens, 2009). Een goede werking van het systeem is ook belangrijk voor het energiegebruik, dus regelmatige controle van het systeem is noodzakelijk (Kleefkens, 2009).

Bijlage 5 Factoren die van invloed zijn op het welzijn van de bewoners

B5.1 Thermisch comfort

Thermisch comfort betekent dat men zich behaaglijk voelt in de woning. Het moet dus niet te warm of te koud zijn. De waardering voor de temperatuur (comfortabel warm, comfortabel of comfortabel koel) speelt een belangrijke rol bij thermisch comfort. Bij de temperatuur in de woning wordt uitgegaan van een uniforme lucht- en stralingstemperatuur. Er is echter een aantal factoren dat de totale comfort-ervaring beïnvloedt, zoals een te grote verticale temperatuurgradiënt (te groot temperatuurverschil tussen hoofd en voeten) of een asymmetrische stralingsbelasting (koud raam, hete kachel). Een vuistregel voor de verticale temperatuurgradiënt is, dat een verschil van 1,5 °C geen discomfort geeft. De asymmetrische straling mag hoogstens 10 °C bedragen. (van der Linden, 1996). Thermisch comfort is echter een subjectief begrip dat behalve door de temperatuur ook wordt bepaald door kleding, activiteit, leeftijd, lichamelijke gesteldheid en gezondheid van de bewoner.

Voor het bereiken van thermisch comfort zijn de constructie van het gebouw, de oppervlaktetemperatuur van de wanden en de relatieve luchtvochtigheid van belang. Zo geeft bijvoorbeeld veel glas op het zuiden meer kans op oververhitting (Tilborghs, 2005c).

Anderzijds geeft glas het comfort van licht.

Ook de oppervlaktetemperatuur van de wanden speelt een rol bij de temperatuurbeleving. Wanneer de binnenluchttemperatuur in een kamer bijvoorbeeld 19 °C is, maar de temperatuur van de wanden slechts 15 °C, ervaart men het vertrek toch als te koud. Voor de wanden geldt namelijk dat hoe hoger de gemiddelde temperatuur van de vloeren en wanden is, des te lager de luchttemperatuur kan zijn (Novem I, 2002b).

De factor vocht speelt ook een belangrijke rol bij het ervaren van thermisch comfort. Een luchtvochtigheid tussen de 35 en 65 % wordt als behaaglijk ervaren. Een te hoge relatieve luchtvochtigheid beschouwt men al gauw als benauwd. Een lage relatieve vochtigheid kan irritatie aan de slijmvliezen veroorzaken (Novem I, 2002b).

Tocht ervaart men bij luchtsnelheden boven de 15 cm per seconde.

Klachten

Een te lage temperatuur vermindert het comfortgevoel (van Dongen, 2007). Bovendien maken lage temperaturen het menselijke lichaam stram, waardoor allerlei activiteiten mindergoed kunnen worden uitgevoerd (Hasselaar, 2001a).

Door grote temperatuurverschillen in de woning (bijvoorbeeld een woonkamer met aan de ene kant een radiator en aan de andere kant een koele muur) en tocht kunnen stijve spieren ontstaan. Als reactie daarop kunnen ventilatieroosters gesloten worden, waardoor er weer andere klachten kunnen ontstaan (zie bij ventilatie) (Novem I, 2002b).

De aanwezigheid van een open keuken kan leiden tot verminderd warmtecomfort door een hoge ventilatie (van Dongen 2007).

Ook een te hoge temperatuur in de woning kan klachten veroorzaken. Oververhitting kan ontstaan bij intensieve zonnestraling bij goed geïsoleerde woningen met veel glas op het oosten, zuiden of westen. Ook bij woningen met een plat dak dat weinig warmte tegenhoudt kan oververhitting optreden. De combinatie van een hoge temperatuur 's nachts met weinig wind zorgt voor weinig afkoeling, zodat de dag al begint met een hoge temperatuur. Vooral ouderen, zieken en kleine kinderen zijn gevoelig voor oververhitting (Weterings, 2005).

Zomernachtventilatie (zeer goed ventileren 's nachts) speelt een belangrijke rol bij het voorkomen van temperatuuroverschrijdingen in de zomer. Door zomernachtventilatie koelt de gebouwconstructie af en is de binnentemperatuur 's ochtends lager. Kan deze ventilatie niet op een natuurlijke manier, dan moet het ventilatiesysteem de capaciteit hebben om 4 tot 5 keer per uur de lucht in de woning te kunnen verversen waarbij weinig geluid gemaakt wordt (Boonstra et al., 2006b).

Hoge temperatuur kan slaapverstoring geven. Als de temperaturen vaak te hoog zijn kan dit stress en vermoeidheid tot gevolg hebben (van Dongen, 2007). Als men langdurig blootstaat aan temperaturen van meer dan 25 °C kan dat leiden tot hoofdpijn, vermoeidheid, duizeligheid en hartproblemen (Peeters, 2007c).

Bouwbesluit

Voor woningen zijn geen eisen opgesteld met betrekking tot oververhitting. Zonwering valt onder verantwoordelijkheid van de bewoner in de gebruiksfase. Er bestaat wel een indicatieve berekeningswijze voor het beoordelen van de optredende temperatuuroverschrijdingen in een woning (een rekenprogramma van het Nederlands Normalisatie-instituut). Hierbij wordt het aantal overschrijdingsuren van 25 °C als criterium gebruikt bij de beoordeling van het thermisch binnenklimaat in de zomerperiode. Het maximaal aantal toelaatbare overschrijdingsuren bedraagt 250- 350 uur. Dit is 10-15% van de verblijfstijd van 16 uur per dag. Uitgangspunt hierbij is een verblijfstijd van 7 dagen per week gedurende de dag- en avondperiode tot 23.00 uur (Slot, 2005).

De luchtsnelheid in leefzones mag niet meer dan 0,2 m/sec bedragen (bouwbesluit, artikel 5.9). Verder worden in het bouwbesluit eisen gesteld aan het beperken van warmteverlies door middel van isolatie eisen (artikel 5.1 tot en met 5.6).

B5.2 Vocht

Woonvocht

Woonvocht ontstaat bijvoorbeeld door transpireren, ademen, koken, douchen en planten in de woning. Ieder mens geeft bijvoorbeeld per dag 1 tot 1,5 liter vocht (waterdamp) af door ademen en transpireren, koken geeft 2 liter waterdamp per keer en planten geven 1 a 2 liter vocht af per dag (van der Linden, 1998b). Drogen van was in de woning brengt veel vocht in de woning: 500-700 cm³ vocht per kilo (droog) wasgoed (Hasselaar, 2006b). Wordt de was op een kierdichte zolder gedroogd, dan kan dit schadelijk zijn voor de dakconstructie, omdat het vocht hier opgenomen wordt. Ook een condensdroger zorgt ervoor dat er vocht in de woning komt. Alleen een droger met afvoer naar buiten brengt geen vocht in de woning. Een belangrijke bron van vocht is douchen. Dagelijks douchen is een gewoonte geworden, vooral tieners douchen veel en lang (Hasselaar, 2001a). Een douchebeurt van 3 tot 6 minuten brengt tussen de 500 en de 1000 cm³ water in de badkamer: 100cm³ blijft in de handdoek achter, 200- 300 cm³ in de douchecabine en 100- 130 cm³ in de lucht als waterdamp, 50 tot 100 cm³ wordt geabsorbeerd door materialen (Hasselaar, 2006a). De ventilatie in de woning moet hier wel op berekend zijn. Als de deur van de badkamer openstaat nadat men gedoucht heeft stroomt er veel vocht de woning in, dat naar koude plaatsen trekt. Zijn er veel bronnen van woonvocht aanwezig, dan kan dit vochtproblemen geven als er weinig geventileerd en gestookt wordt (Hasselaar, 2001a).

Bouwvocht

Bouwvocht komt voor tijdens de eerste twee jaar nadat een woning gebouwd is, omdat vocht uit vochtbevattende materialen en uit materialen die nat geworden zijn door regen vrijkomt (Hasselaar, 2001a). Beton is hiervan een goed voorbeeld. Aan beton wordt water toegevoegd

om de specie verwerkbaar te kunnen maken. Als het beton hard geworden is, is nog maar 15 a 20 volumeprocent van het vocht aanwezig. Dit betekent dat uit een plaat beton met een dikte van 15 cm per vierkante meter ca 30 liter water vrijkomt tijdens het verhardingsproces (van der Linden, 1998b).

Vocht van buiten

Vocht kan van buiten het gebouw binnendringen en dan langzaam naar binnen verdampen. Voorbeelden zijn regen, sneeuw en grondwater. Verhoudingsgewijs komen de meeste vochtproblemen voor in oudere meergezinswoningen. Oudere woningen vertonen namelijk meer gebreken, wat lekkages tot gevolg kan hebben (Van Veen, 2001).

De vochtigheid van de lucht wordt uitgedrukt in relatieve luchtvochtigheid. Dit is de verzadiging van de lucht met vocht bij een bepaalde temperatuur. De luchtvochtigheid wordt uitgedrukt in procenten van de maximaal mogelijke verzadiging (Hasselaar, 2001a). Bij een hoge vochtigheid kunnen schimmels, de huismijt en veel ongedierte (zoals zilvervisjes en pissebedden) groeien. Bovendien breken verven, beitsen en pleisterwerk sneller af in een vochtig milieu, zodat er meer chemische stoffen vrijkomen die irritaties kunnen veroorzaken (Hasselaar, 2001a).

De luchtvochtigheid speelt een belangrijke rol bij het gevoel van behaaglijkheid in de woning. Bij verwarmen van de binnenlucht daalt de relatieve luchtvochtigheid. Is de lucht in de woning koeler, dan stijgt de luchtvochtigheid. De relatieve vochtigheid moet tussen de 35 en 65 % liggen voor een behaaglijk gevoel (Pisthol, 1998b).

Afvoer van geproduceerd vocht gebeurt door ventilatie (Novem I, 2002b). Afvoer van vocht heeft twee positieve effecten op de gezondheid (Pernot et al, 2003):

- 1 met het afvoeren van de vochtige lucht worden ook allergene stoffen die in de lucht hangen afgevoerd;
- 2 door het afvoeren van vocht wordt de groei van micro organismen geremd.

Klachten

Er bestaat een verband tussen vocht in de woning en het voorkomen van luchtwegsymptomen, zoals hoesten en piepen op de borst en in mindere mate astma (Weterings, 2005).

Een vochtige omgeving stimuleert de groei van een aantal organismen, zoals schimmels en huisstofmijten. Biologische allergenen die door de huisstofmijt en door schimmels worden geproduceerd zijn verantwoordelijk voor het ontstaan van luchtwegklachten. Het gaat hier meestal om aanhoudende symptomen zoals benauwdheid en hoesten bij mensen met een erfelijke aanleg voor astma (van Veen, 2001). Optimale omstandigheden voor huisstofmijten ontstaan bij een relatieve luchtvochtigheid van 80 % bij een temperatuur van 15 °C (Peeters, 2007b). Schimmels gedijen optimaal bij een relatieve luchtvochtigheid van 80- 90 % (Peters et al, 2007b) en een temperatuur van 20-35 °C (Pernot et al, 2003).

Ook een te droge lucht kan leiden tot gezondheidsklachten. Zo kan een relatieve luchtvochtigheid lager dan 40% leiden tot uitdroging van de slijmvliezen met irritaties van de neus, keel en ogen, een jeukende huid en neus- en keelinfecties (Novem I, 2002b).

Bouwbesluit

In het bouwbesluit zijn geen voorschriften opgenomen over minimale of maximale relatieve luchtvochtigheidswaarden (van Dongen, 2007).

Het bouwbesluit formuleert eisen voor het weren van vocht (afdeling 3.6 en 3.7):

- Bepaalde constructies moeten waterdicht zijn, zoals de constructies tussen verblijfsgebied, toiletruimte of badruimte en de buitenlucht;
- Er zijn eisen gesteld aan de luchtdoorlatendheid van de begane grondvloer boven een kruipruimte;
- Tenslotte wordt een eis gesteld aan het voorkomen van binnendringen van vocht en vochtophopingen aan de binnenzijde van de constructie als gevolg van gebruik van water in toilet en badruimte.

Maatregelen

Er zijn verschillende manieren waarop vocht de woning kan binnendringen. Voor iedere manier zijn er andere maatregelen mogelijk (Novem I, 2002b).

Maatregelen tegen het doordringen van vocht door zwaartekracht en winddruk: hiervoor moet de schil van het gebouw waterdicht gemaakt worden en lekkages verholpen.

Maatregelen tegen optrekkend vocht: aanbrengen van vochtbestendige isolatie aan de onderkant van de begane grond vloer, bodem kruipruimte afdekken met een dampdichte folie of het aanbrengen van een waterkerende laag in de constructie.

Condensatie treedt op als de lucht afkoelt bij een koud oppervlak. Dit is tegen te gaan door het isoleren van muren (spouwmuurisolatie).

Er moeten voldoende ventilatiemogelijkheden aanwezig zijn om vochtige lucht af te voeren.

B5.3 Stof uit bouwmaterialen

Stof	Materiaal	Gezondheidseffect
Formaldehyde	Triplex, spaanplaat, UF-schuim (isolatieschuim)	Geïrriteerde ogen en luchtwegen, huidirritatie, hoofdpijn, bij langdurige blootstelling kans op kanker aan het neusslijmvlies
Radon	Baksteen, gips, beton, kalkzandsteen	Longkanker
Asbestvezels	Asbestcement	Asbestose, kanker, longkanker
Weekmakers	Kunststof(folies)	Nog onbekend
Organische oplosmiddelen	Kunststof(folies), bouw- en constructielijmen	Irritatie van huid, ogen en luchtwegen, vermoeidheid, allergieën, schade aan het zenuwstelsel, beschadiging van lever en nieren
Isocyanaten	Polyurethaanschuim (PUR)	Irritatie van de luchtwegen, bijtende werking op ogen en huid, astmatische klachten
Glas- of steenwolvezels	Minerale wol	Irritatie en ontsteking van de slijmvliesen, irritatie van ogen, huidirritatie

Tabel B5.1 Schadelijke stoffen uit bouwmaterialen en het bijbehorende ziektebeeld (Novem I, 2002a)

De “stoffigheid” van de woning wordt voor een groot deel bepaald door huishoudelijk gedrag, zoals het al of niet roken, klussen in huis of de mate van ventilatie (Peeters, 2007C). Ook het materiaal op de vloeren heeft invloed op het binnenmilieu. Textiele vloerbedekking neemt bijvoorbeeld veel vuil en stof op, zodat dit een verzamelplaats is voor allergenen, huisstofmijt en stof. Vloerbedekking is slechts oppervlakkig te reinigen. Gladde vloeren zijn beter te reinigen (Netwerk gezonde gemeenten, 2003).

Klachten

Het ontstaan van hinder of ziekte is afhankelijk van een aantal factoren (Novem I, 2002a):

- De kans dat de stof vrijkomt en de hoeveelheid waarin deze stof vrijkomt. Dit is afhankelijk van het soort materiaal waarin de stof zich bevindt;
- De concentratie van de stof in de lucht: hoe hoger de concentratie in de lucht, hoe groter dat men de stoffen inademt;
- De kans op blootstelling aan de bewoners: de blootstelling van stoffen die vrijkomen in de slaapkamer is groter dan stoffen die vrijkomen in bijvoorbeeld de garage;
- De aard van de stof: de giftigheid en de gevoeligheid van de mens voor deze stof.

In de praktijk komt het er op neer dat de keuze van bouwmaterialen verantwoord moet zijn, dus met zo min mogelijk vrijkomen van bijvoorbeeld radon. Ook de ventilatie speelt een belangrijke rol bij de afvoer van de vrijgekomen stoffen.

Bouwbesluit

Het bouwbesluit bevat een regeling beperking van toepassing van schadelijke materialen (afdeling 3.15). Deze regeling bevat o.a. prestatie eisen ten aanzien van materialen waaruit giftige of hinderlijke stoffen vrij kunnen komen.

B5.4 Geluid

Geluid is alles wat met ons gehoor kan worden waargenomen. Bijna alle normen en waarden van geluid worden met de grootheid decibel dB(A) weergegeven. 0 dB(A) betekent absolute stilte, 30 dB(A) komt overeen met fluisteren, 60 dB(A) met luid praten en 90dB(A) met een cirkelzaag (Pisthol, 1998c).

Voor de gebouwde omgeving zijn er verschillende geluidsbronnen die hinder kunnen opleveren. De mate van hinder hangt af van de luisteraar en de omstandigheden. Zo hoort men in een stil huis bijvoorbeeld eerder een geluid dan wanneer de radio aanstaat. Ook het tijdstip is van invloed op de beleving (Novem I, 2002b). Enkele geluidsbronnen die hinder kunnen veroorzaken zijn (Novem I, 2002,b):

- Geluid afkomstig van buiten, zoals verkeerslawaai, mensen, industrie, installaties uit andere gebouwen;
- Geluid uit aangrenzende algemene ruimten, (galerijen, portieken, een centrale hal) zoals het dichtslaan van deuren, pratende mensen of het geluid van de lift;
- Burenlawaai, zoals muziek, geluid door het klussen of contactgeluid door wasmachines of lopen. Het tijdstip van de dag is hierbij een belangrijke factor: 's nachts lijkt het allemaal veel erger. Burenlawaai is een van de grootste veroorzakers van geluidshinder. In tenminste 61% van de woningen is geluid van de burens te horen. Dit geeft bij 22 % van de gevallen hinder, bij 10 % ernstige hinder (Franssen et al, 2004);
- Installatielawaai: dit wordt met name veroorzaakt door contactgeluid dat wordt afgegeven door het sanitair. Mechanische ventilatoren of verwarmingsapparatuur

kunnen ook geluid produceren. Vanaf een geluidsniveau van deze apparatuur tussen 30 en 35 dB(A) wordt hinder ondervonden in 25 % tot 50 % van de woningen, bij 35 tot 40 dB(A) in meer dan 50 % van de woningen (Kuindersma & Ruiters, 2007a).

- Geluid binnen de woning: mensen en apparatuur kunnen hinderlijk geluid binnen de woning veroorzaken. Een goed voorbeeld hiervan zijn wasmachines en droogtrommels;
- Laagfrequent geluid: dit wordt vaak geproduceerd door zware industriële installaties, transportmiddelen, transformatoren, pompen en ventilatoren die zowel binnen als buiten de woning zijn geplaatst. Dit geluid wordt niet door iedereen waargenomen. Het wordt ervaren als zoemen, brommen of dreunen.

De belangrijkste bronnen van geluidshinder zijn in tabel B5.2 samengevat. In deze tabel staan de geluiden genoemd en het ervaren van hinder ernstige hinder. Uit de tabel blijkt dat de geluiden waarvan men de meeste hinder ondervindt wegverkeer en burengeluid zijn. Bromfietsen blijken de meeste hinder te geven, gevolgd door motoren en vrachtauto's.

	Hinder (%)	Ernstige hinder (%)
Bromfietsen	37	19
Motoren	23	11
Vrachtauto's	22	10
Buurwoning	21	9
Buitenactiviteiten	20	8
Weg tot 50 km/uur	19	8
Radio, tv	17	8
Lift, galerij, trappenhuis	19	7
Contactgeluiden	17	7

Tabel B5.2 De belangrijkste bronnen van geluidshinder (Franssen, 2004).

Alle bronnen geven op twee manieren geluid af: aan de lucht of aan een constructie. Wordt het geluid afgegeven aan de lucht dan spreekt men van luchtgeluid. Voorbeelden hiervan zijn radio, stemmen en instrumenten. Geluid dat via mechanisch contact afgegeven wordt aan een constructie wordt contactgeluid genoemd. Voorbeelden hiervan zijn lopen, tikken, hameren (Novem I, 2002b).

Klachten

Teveel geluid kan (ernstige) hinder veroorzaken.

Of iemand geluidshinder ondervindt hangt van een aantal factoren af (Debats, 1997):

- de luidheid, frequentie, ritme en tijdsduur;
- omgevingsfactoren zoals de situatie en de akoestiek;
- de persoon: humeur, karakter, ervaringen in het verleden, de relatie tussen de produceerde van het geluid en de toehoorder;
- het tijdstip: dag of nacht.

Effecten van geluid in de woonomgeving hebben grotendeels invloed op het welbevinden: bij de geluidsniveaus die doorgaans in woonruimten voorkomen zijn het emotionele en psychische effect belangrijker dan het risico op gehoorschade (Tilborghs, 2005).

Aanhoudende geluidshinder kan stress veroorzaken, concentratiestoornissen, slaapproblemen, hoge bloeddruk en hartklachten (Tilborghs, 2005). Geluid kan al in een vrij lage dosis leiden tot slaapproblemen: het ontstaan van veranderingen in de slaapproblemen kan al optreden bij 35 dB(A), ontwaakreacties bij 60,7 dB(A) (Debats, 1997). Slaapproblemen kan zich op

verschillende manieren uiteten: toename van ontwaakreacties, verschuiving in de slaapstadia, negatieve beleving van de slaapkwaliteit. Hierdoor kunnen effecten optreden zoals slaperigheid, verminderd functioneren en humeurigheid (van Rooijen, 1999). Geluidsniveaus vanaf 70 dB(A) kunnen (een heel klein) gehoorverlies, een verhoogde bloeddruk of hartziekten veroorzaken (Schols e.a, 2004).

Geluid kan echter nog een ander effect hebben: het ventilatiegedrag kan door geluid van buiten veranderen: in ca 30 % van de woningen in Nederland worden regelmatig ramen dichtgehouden vanwege geluid van het weg- vlieg- of railverkeer of buurtgenoten. (Pernot et al, 2003). Bewoners kiezen dus liever voor een stille omgeving dan voor de toevoer van frisse lucht. Ook kan geluid in ventilatieroosters, zoals fluiten en rammelen ervoor zorgen dat de roosters gesloten worden om geluid tegen te gaan. In gebouwen met mechanische afvoer van de ventilatielucht blijkt dat in 13 % van de woningen altijd of vaak en in 38% soms hinder wordt ondervonden door het geluid van de ventilator (Pernot et al, 2003).

Bouwbesluit

Het bouwbesluit geeft richtlijnen voor de bescherming van geluid van buiten de woning. Het heersende geluidsniveau in de verblijfruimte ten gevolge van het buitenlawaai mag niet hoger zijn dan 35 dB(A) (artikel 3.1).

In het bouwbesluit worden geen eisen gesteld ten aanzien van geluid door de eigen installaties.

Maatregelen

Dichten van kieren en naden zodat er geen geluid meer binnendringt

Geluiddempende ventilatievoorzieningen aanbrengen

Apparatuur in een geluidsdichte kast plaatsen

Verend ophangen van leidingen

B5.5 Licht

Daglicht is belangrijk omdat het biologische ritme erdoor wordt beïnvloed. Het hormoon melatonine, wat het waak- en slaapritme regelt, wordt aangemaakt onder invloed van licht (Tilborghs et al, 2005). Ook in psychologisch opzicht is het belangrijk dat men naar buiten kan kijken, zodat men ziet wat voor weer het is en welk seizoen (Tilborghs et al, 2005). Licht is ook onmisbaar voor de uitvoering van vele activiteiten. Tenslotte is licht belangrijk voor de veiligheid: men kan obstakels zien en een goed verlichte trap is veiliger (Hasselaar, 2006). Licht kan echter ook storend zijn, zoals ongewenst licht dat 's nachts de slaapkamer binnendringt (bijvoorbeeld lichtreclame) (Tilborghs et al, 2005).

Klachten

Klachten die kunnen ontstaan door een teveel aan licht zijn vermoeidheid, hoofdpijn en geïrriteerde ogen (Novem I, 2002b). Met name grote contrastverschillen en grote verschillen in lichtsterkte kunnen leiden tot klachten. Grote contrastverschillen worden vooral veroorzaakt door kleurgebruik en de manier van aanlichten. Zo geeft een witte deur in een donkere muur sterke contrastverschillen, of 1 klein lichtpunt in een verder donker deel van de ruimte. Grote verschillen in lichtsterkte ontstaan vaak doordat oppervlakten ongelijkmatig worden aangelicht (Novem I, 2002b). Ook kan er een tekort aan daglicht of onvoldoende kunstlicht in de woning zijn, wat ontevredenheid tot gevolg heeft (Pernot et al, 2003).

Bouwbesluit

In het bouwbesluit zijn eisen opgenomen voor daglicht toetreding en uitzicht (Bouwbesluit artikel 3.134). Deze eisen zijn gebaseerd op de hoeveelheid binnenvallend licht in relatie tot het vloeroppervlak van het verblijfsgebied. In het bouwbesluit zijn geen eisen opgenomen voor kunstlicht, dit wordt overgelaten aan de bewoners zelf (Novem I, 2002b).

Maatregelen om gezondheidsklachten te voorkomen:

- 1 Voldoende verlichting aanwezig (kunstlicht);
- 2 Gelijkmatig aanlichten van vlakken (kunstlicht);
- 3 Afschermen van een teveel aan zonlicht door buitenzonwering;
- 4 Gordijnen, vitrage of andere vormen van lichtwering binnen de woning;
- 5 Voorkomen van grote helderwitte vlakken;
- 6 Voldoende ramen in de woning.

Bijlage 6 Woning gerelateerde ziekten

Astma

Astma is een chronische aandoening die gepaard gaat met een overgevoeligheid van de luchtwegen voor prikkels, een wisselende vernauwing van de luchtwegen en een chronische ontstekingsreactie van de luchtwegen (Gezondheidsraad, 2007a).

In 2003 hadden 519.800 mensen astma ([www. RIVM](http://www.rivm.nl), n.d.). Van alle astma gevallen in Nederland is 70% woning gerelateerd.

Verschillende omgevingsfactoren in het binnenmilieu hebben invloed op Astma: allergenen van huisdieren en huisstofmijten, schimmelcomponenten, bacteriële endotoxinen, vocht, tabaksrook en chemische stoffen (gezondheidsraad, 2007b).

Het huisstofmijtallergeen is een eiwit in de uitwerpselen van de huisstofmijt en van dode mijten. Dit allergeen breekt af tot kleine deeltjes die ingeademd worden en dan diep in de longen kunnen doordringen. Ook schimmelsporen kunnen diep in de longen doordringen. Zo veroorzaken zij astmatische reacties (Hasselaar, 2001a). Wonen in een vochtige woning hangt samen met het vaker voorkomen van astmaklachten (gezondheidsraad, 2007b). Passief roken, huisstofmijt en de aanwezigheid van huisdieren hebben de meeste invloed op het ontstaan van astma (gezondheidsraad, 2007b). Astma komt het meest voor op een leeftijd tussen de 0 en 14 jaar. Astma is dan ook de meest voorkomende chronische ziekte bij kinderen (Hasselaar, 2001a). Ruim 25 % van de kinderen heeft last van overgevoeligheid van de luchtwegen.

COPD (bronchitis + emfyseem)

COPD is de afkorting van Chronic Obstructive Pulmonary Disease. In 2003 hadden 316.400 mensen COPD. COPD komt voornamelijk voor bij mensen van 55 jaar en ouder ([www.rivm](http://www.rivm.nl), n.d.).

10 % van alle gevallen van COPD in Nederland is woning gerelateerd.

Deze ziekte wordt vooral door roken veroorzaakt. Irritaties van andere aard versterken de klachten. COPD ontstaat in de loop der jaren, meestal na het veertigste levensjaar. Het verschil met astma is dat COPD wordt veroorzaakt door irritantia, niet door allergenen (Hasselaar, 2001a).

De maximale te behalen vermindering van de huidige ziektelast door woning gerelateerd COPD bedraagt 20 % bij niet rokers en 5 % bij rokers (Pernot et al, 2003).

Coronaire hartziekten

Coronaire hartziekten zijn de meest voorkomende hart- en vaatziekten in Nederland: ruim 675.000 mensen in 2003 (www.rivm.nl, n.d.). Het woning gerelateerde aandeel is 5 % (Pernot et al, 2003). Deze aandoening kan door veel oorzaken ontstaan, zoals geluidshinder, radon en passief roken. Geluidsoverlast kan veroorzaakt worden binnen of buiten de woning. Buiten door bijvoorbeeld verkeer. Goede isolatie vermindert geluid dat van buiten komt, maar hierdoor komen geluiden afkomstig van binnen de woning meer naar voren: burens, installaties en apparaten zoals de CV- ketel, koelkast en ventilatie (Pernot et al, 2003). Geluid van burens, wegverkeer en installaties behoren tot de belangrijkste oorzaak van woning gerelateerde coronaire hartziekten (Pernot et al, 2003).

Longontsteking

Het aantal gevallen van longontsteking is geschat op 134.900 (2003) (www.rivm.nl, n.d.) Van alle gevallen in Nederland is 5 % woning gerelateerd.

Woning gerelateerde longontsteking wordt veroorzaakt door de legionella bacterie. De legionella bacterie kan voorkomen in water dat (Pernot et al, 2003):

- langer dan 1 dag in de woning verblijft;
- een temperatuur heeft tussen de 20 en de 60 graden;
- bewaard is in een opslagvat waarin de temperatuur niet constant boven de 60 °C is (Pernot et al, 2003).

Men wordt met legionella besmet door inademing van besmette vochtige lucht. Hierbij moet de concentratie met bacteriën groot genoeg zijn en men moet een verminderde weerstand hebben (Hasselaar, 2001b). Vooral mensen ouder dan 50 jaar met een verzwakte gezondheid of rokers lopen groter risico (Hasselaar, 2001a).

Zoals hierboven genoemd kan een legionella besmetting ontstaan bij boilers met een te lage temperatuurinstelling. Zonneboilersystemen met een tapwateropslag met een temperatuur van 30- 45 °C met een korte opwarming naar 60 °C zijn riskant, omdat de legionella bacterie bij dit systeem niet door langdurig verwarmen wordt gedood (Hasselaar, 2006 p146). Ook (close-in) boilers die op een temperatuur onder de 60 °C zijn ingesteld vormen een risico (Hasselaar, 2001b). Door een geringere bezettingsgraad van de woningen (zie paragraaf 2.2) en een toename van het sanitair in de woning neemt het aantal tappunten per bewoner toe. Dit heeft tot gevolg dat meer tappunten minder worden gebruikt waardoor de kans op besmetting toeneemt (Hasselaar, 2001b).

Longkanker

In 2003 is bij 6.126 mannen en 2.888 vrouwen longkanker vastgesteld (www.rivm.nl, n.d.)

Van alle gevallen in Nederland is 4 % woning gerelateerd.

De voornaamste oorzaak van longkanker is roken. Een andere oorzaak is de aanwezigheid van het radioactieve gas Radon. Dit gas komt voor in bouwmaterialen en in de bodem. Dit gas kan zich verzamelen in de kruipruimte en via de vloer de woning binnendringen (als de vloer niet geheel luchtdicht is). Onderdruk in de woning kan dit versterken (Pernot et al, 2003). Per jaar komen in Nederland gemiddeld 800 sterfgevallen voor door Radon (Gezondheidsraad, 2000). Vooral rokers lopen een risico omdat roken niet alleen het aantal schadelijke stofdeeltjes in de woning sterk verhoogt, maar ook omdat roken en blootstelling aan radon elkaar lijken te versterken bij het teweegbrengen van longkanker (Novem I, 2002a).

Allergische alveolitis

Van alle gevallen in Nederland is 20 % woning gerelateerd. Allergische alveolitis is een chronische ontsteking van de longblaasjes die gepaard gaat met koortsaanvallen en benauwdheid (Hasselaar 2001a). Allergische alveolitis wordt onder andere veroorzaakt door schimmels en bacteriën die kunnen voorkomen in slecht onderhouden ventilatiesystemen.

Deze aandoening komt weinig voor, maar kan oplopen als er meer mechanische ventilatiesystemen zijn die slecht onderhouden worden (Pernot et al, 2003).

Verstikking in huis

In 2000 vielen door verstikking 10 slachtoffers (www.cbs.nl, n.d.). Van alle gevallen in Nederland is 36 % woning gerelateerd. Gassen zijn een oorzaak van verstikking in woningen, zoals verbrandingsgassen die vrijkomen door bouwkundige of installatietechnische oorzaken uit cv- ketels en/ of geisers (Pernot et al, 2003).

Mycosen

Mycosen komen in Nederland weinig voor: ieder jaar enkele tientallen geregistreerde gevallen (Pernot et al, 2003). Van alle gevallen in Nederland is 10% woning gerelateerd.

Dit zijn schimmelaandoeningen die door de verspreiding van sporen en delen van pathogene bodemschimmels ontstaan. Vooral mensen met een verzwakt immuunsysteem zijn gevoelig

voor deze aandoening. Luchttoevoersystemen kunnen een bron zijn van deze schimmels. De mate waarin schimmels en bacteriën in een luchttoevoersysteem kunnen groeien, is afhankelijk van de luchtsnelheid, de vochtigheid (vocht geeft goede groei omstandigheden) en de vervuiling van het systeem (Simmons et al, 1995).

Schimmels kunnen ook afkomstig zijn uit de kruipruimte als de woning een mechanisch ventilatiesysteem heeft in combinatie met te weinig luchttoevoermogelijkheden of roosters die niet openstaan. Er ontstaat hierdoor onderdruk in de woning waardoor lucht uit de kruipruimte wordt aangezogen.

Sick building syndroom (sbs)

Het sick building syndroom is niet hetzelfde als gebouwgebonden ziektes.

Gebouwgerelateerde ziektes zijn terug te voeren op een factor in de woning. Het sick building syndroom is gerelateerd aan symptomen bij mensen die optreden in bepaalde gebouwen en die niet optreden in andere gebouwen. Deze symptomen zijn droge ogen, vermoeidheid, geïrriteerde huid, verstopte neus, droge keel, loopneus, geïrriteerde ogen, niezen en hoofdpijn. (Heimlich, 2007). Microbiële contaminatie, het verwarmingssysteem, chemische stoffen en zware metalen zijn de belangrijkste veroorzakers van sbs (Heimlich, 2007), met name in slecht geventileerde gebouwen. Bij de aanwezigheid van luchtvervuilingsbronnen in combinatie met slechte ventilatie komen vaker sbs- klachten voor. Sommige mensen zijn extra gevoelig voor luchtverontreinigingen, zodat zij eerder last krijgen van sbs- klachten.

Bijlage 7 Onderzoeken naar de gezondheidssituatie in woningen

Gezond wonen staat al geruime tijd in de belangstelling. De gezondheidssituatie in woningen is de laatste honderd jaar sterk verbeterd door het stellen van eisen aan luchtverversing, sanitaire voorzieningen, rioolaansluiting, wering van ongedierte, eisen aan emissies van materialen en aan warmte- en geluidsisolatie. Grote verworvenheden zijn veilig drinkwater, riolering en licht en lucht die geregeld zijn in de Woningwet en het Bouwbesluit. Tegenwoordig worden deze verworvenheden als normaal gezien en maakt men zich bezorgd over ziekten zoals allergie, astma, legionella en kanker. Ondanks de verbeterde gezondheidssituatie in woningen is het niet zo dat de woningen in Nederland geen gebreken meer hebben. Integendeel, vochtoverlast en ventilatie kunnen nog steeds problemen geven, en huisstofmijt en schimmels vervuilen nog steeds het binnenmilieu in veel woningen. Ook de geluidsoverlast neemt toe (Hasselaar, 2001a).

Het binnenmilieu komt steeds meer in de belangstelling te staan en hiernaar wordt (inter)nationaal onderzoek gedaan. Wat de situatie in Nederlandse woningen betreft, zijn onderzoeken uit het buitenland vaak niet goed bruikbaar. Het klimaat in Nederland is namelijk anders dan bijvoorbeeld Scandinavië en Duitsland: Nederland heeft een warm en vochtig klimaat, Scandinavië en Duitsland hebben een kouder en droger klimaat. Ook de manier van huizen bouwen verschilt tussen landen. In dit hoofdstuk worden daarom voornamelijk Nederlandse onderzoeken beschreven op het gebied van gezondheid en binnenmilieu. Deze onderzoeken zijn in chronologische volgorde beschreven.

Na de energiecrisis in de zeventiger jaren van de vorige eeuw komen er signalen dat het binnenmilieu in woningen verslechterd is (o.a. door een toename van CARA klachten). Het Centrum Bouwonderzoek van TNO- TU Eindhoven kreeg daarom de opdracht van het Ministerie van VROM onderzoek te doen naar gezondheidsrelevante binnenmilieu klachten in woningen. In dit onderzoek (Kort et al, 1997) is gekeken naar welke klachten een relatie met wonen konden hebben. Hierdoor kreeg men inzicht hoe nieuwe woningen gebouwd, ingericht en gebruikt moesten worden voor een goede gezondheid. De volgende volksgezondheidsproblemen waren aan woningen gerelateerd: privé- ongevallen, longkanker en allergische en hyperreactieve aandoeningen zoals CARA. Verder waren er nog een tiental andere, minder voorkomende ziekten ook aan het wonen gerelateerd. Dit waren vaak infectieziekten. Geluidsoverlast kwam als belangrijke hinderbron naar voren.

Uit literatuuronderzoek en interviews met medewerkers van diverse GGD-en (van Rooijen, 1999) kwam naar voren dat de relatie tussen de woonomgeving en de gezondheid ingewikkeld was. De kwaliteit van de woonomgeving bleek doorgaans bepalend te zijn voor de ervaren gezondheid en had voornamelijk effect op het psychisch en sociale welbevinden. Aan- of afwezigheid van bepaalde factoren kon ergernis of hinder geven. De mate waarin er ergernis of hinder optrad bleek afhankelijk te zijn van de mate waarin de factor aan- of afwezig was, persoonlijke kenmerken (zoals milieubesef), het soort gebied (stedelijk of niet) en de situatie van overige woonomgevingsfactoren (zoals sociale veiligheid en luchtkwaliteit). Dit onderzoek was voornamelijk gebaseerd op woonomgevingsfactoren. Maar hoe zat het nu met de Nederlandse woning?

De Technische Universiteit Delft deed hiernaar onderzoek (Hasselaar, 2001) door middel van literatuuronderzoek, inspectie van ongeveer 300 woningen en binnenmilieuonderzoek in 50 woningen. Het bleek dat bepaalde gezondheidsrisico's in zeer veel woningen voorkwamen,

zoals tapwater dat niet warm genoeg werd om legionella te doden, afzuigsystemen die slechts de helft van de normhoeveelheid afzogen, of trappen die glad en steil waren. Hierbij scoorden appartementen tot 1965 het minst goed. Woningkenmerken die ernstige gevlogen voor de gezondheid konden hebben waren o.a.:

- Woningen met een vuile kruipruimte met een niet kierdichte vloer;
- Woningen met zichtbare vocht- en schimmelplekken;
- Gering gebruik van gevelventilatie, afzuiging en afzuigkap;
- Aanwezigheid van een grote drinkwaterbuffer niet langdurig op 60°C.

Het bleek dat er nog weinig bekend was over de veroorzakers van allergie en luchtwegaandoeningen, maar het was wel duidelijk dat factoren binnen de woning, zoals vochtoverlast, verbrandingsprocessen, bewonersgedrag, bacteriën, allergenen van huisdieren en was- en schoonmaakmiddelen klachten konden veroorzaken.

Het RIVM deed ongeveer in dezelfde periode onderzoek naar het binnenmilieu in woningen in opdracht van het ministerie van VROM (Van Veen et al, 2001). Dit onderzoek richtte zich op ventilatie en vochtigheid, waarbij onderzocht werd wat de implicaties waren van het verdichten van de bouwschil (energiezuinig maken van woningen) op de binnenluchtkwaliteit. Met behulp van literatuuronderzoek, gebruik van datasets en berekeningen met modellen en scenario's kwam men tot de conclusie dat goede ventilatie noodzakelijk is om te hoge concentraties van chemische stoffen te voorkomen. Omdat het aantal huizen met een dichte schil toenam was de verwachting dat gezondheidsproblemen gerelateerd aan chemische stoffen in de toekomst toe zouden gaan nemen en klachten door vocht in de woning in de toekomst af zou nemen.

Woningen werden steeds energiezuiniger door steeds aangescherpte EPC- eisen. Daarom werd in opdracht van het ministerie van VROM onderzocht wat de relatie was tussen de EPC en de gezondheidsrisico's van gebouwen (Pernot et al, 2003) Dit onderzoek was een van de eerste onderzoeken waarbij gezondheidseffecten van bouwtechnische maatregelen in beeld werden gebracht. Het onderzoek baseerde zich op literatuurbronnen zoals wetenschappelijke en technische publicaties, rapporten en normbladen. Er werd hierbij een inventarisatie gemaakt van de bouwkundige en installatietechnische maatregelen waarmee het EPC- niveau kon worden beïnvloed. Deze maatregelen werden beoordeeld op de relatie met het gezondheidsniveau van de bevolking. Er werd vooral gekeken naar aandoeningen zoals astma, chronische bronchitis, longkanker, infecties en chronische stress.

Uit dit onderzoek kwam naar voren dat de belangrijkste woning gerelateerde gezondheidsrisico's gevormd werden door astma, COPD en coronaire hartziekten. De ziektelast bleek het gevolg te zijn van ontwerp, installatie, onderhoud en gebruik van de bouwkundige materialen en installaties. De luchtkwaliteit bleek cruciaal te zijn, het ventilatiesysteem en het gebruik ervan bleken van groot belang. Bij het verhogen van de EPC- eis zou de combinatie van een betere isolatie van de schil van de woning met mechanische afzuiging een lichte verbetering van de gezondheidspotentie van de woning geven. Kierdichting in combinatie met gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning zou een grotere kans geven op gezondheidsrisico's.

In de studie van Knol & Staatsen (2005) zijn de effecten op de volksgezondheid in Nederland van luchtvervuiling (fijn stof en ozon), geluid, straling (radon en UV straling) en vocht in woningen samengevat en uitgedrukt in DALYs. Voor dit onderzoek zijn experts geraadpleegd en is literatuuronderzoek gedaan. In het jaar 2000 werd naar schatting 2 tot 5 procent van de ziektelast in Nederland veroorzaakt door acute blootstelling aan fijnstof (PM10), ozon, blootstelling aan geluid, radon, (totaal) UV-straling en vocht in huizen. Fijn stof zag men

hierbij als een indicator voor luchtverontreiniging. Over effecten door fijnstof bestond nog veel onduidelijkheid, omdat deze effecten voornamelijk bepaald worden door langetermijneffecten. Blootstelling aan geluid zorgde voor een aanzienlijk aantal DALYs in Nederland, bovendien werd een toename verwacht.

De effecten van radon en UV waren iets minder omvangrijk, terwijl blootstelling aan ozon en vocht in huizen de geringste hoeveelheden DALYs opleverden in deze studie.

Maar niet alleen de woningen zijn bepalend voor het binnenmilieu. De bewoners hebben ook een grote invloed hierop. In onderzoek in opdracht van het ministerie van VROM (Korbee & Hovelynck, 2005), waarbij gekeken is naar reeds gestelde vragen aan burgers over het binnenmilieu en burgers geraadpleegd zijn door middel van een enquête en bijeenkomsten. Uit dit onderzoek kwam naar voren dat het onderwerp binnenmilieu (weinig of) niet leefde onder burgers. Aspecten die burgers belangrijk vonden voor een gezonde woning, waren de aspecten met direct merkbare effecten zoals vocht, schimmel, geluidsoverlast en temperatuur. Aspecten waar de effecten niet direct merkbaar van waren, zoals van straling, werden niet als belangrijk genoemd. Zelfs niet wanneer verteld was wat de effecten zijn. Verder gaf men aan kranten en websites als het meest geschikte communicatiemiddel te zien.

In weer een ander onderzoek (Cox et al., 2006) is gekeken of bij het streven naar steeds energiezuiniger bouwen er tegen grenzen aangelopen wordt in verband met de gezondheid van de bewoners. Uit dit onderzoek kwam naar voren dat er nog weinig bekend was over de relatie tussen de gezondheid van de bewoners tot het energiegebruik, cq energiebesparing van de woning.

Inmiddels woonden steeds meer mensen in energiezuinige woningen. Er kon dus gerichter onderzoek gedaan worden, waarbij bewoners ook direct betrokken werden door bijvoorbeeld enquêtes. Bij een interessant (maar kleinschalig) onderzoek in Scandinavië werd onderzocht of zogenaamde seizoensgebonden ventilatie invloed had op de binnenluchtkwaliteit en op het voorkomen van het Sick Building Syndrome (SBS) (Engvall, Wickman & Norback, 2005). Seizoensgebonden ventilatie betekende bij dit onderzoek dat tijdens koudere periodes de (mechanische) ventilatiestroom in 44 woning van een appartementencomplex verminderd werd met 25 tot 30 %. De bewoners wisten niet of zij bij de groep met normale of verminderde ventilatie hoorden. Na het stookseizoen vulden zij een enquête in. Uit dit onderzoek kwam naar voren dat bij een verlaagde ventilatie tijdens het stookseizoen de relatieve luchtvochtigheid in de woning verhoogde met 1 tot 5 %. De temperatuur steeg met 0,1- 0,3 graden, de CO₂ concentratie in de slaapkamer steeg van 920 tot 980 p.p.m. De luchtkwaliteit werd als minder aangenaam ervaren, onder andere door luchtjes. Er was geen sprake van een verhoging van de SBS- klachten. Het verlagen van de ventilatie reduceerde gedurende het stookseizoen het energiegebruik van het ventilatiesysteem met 17 %, het energieverlies door het ventileren met 13 %. Bij gereduceerde ventilatie werden er in het stookseizoen echter vaker roosters opgezet.

Vanaf 2007 zijn er ook diverse publicaties van onderzoeken verschenen die in Nederland gedaan zijn met behulp van ervaringen van bewoners. Een voorbeeld hiervan is het onderzoek naar de woonkwaliteit van het binnenmilieu van nieuwe woningen (Kuindersma en Ruiter, 2007a). Er werden voor dit onderzoek praktijkmetingen verricht in totaal 154 woningen in diverse gemeenten. De woningen werden na de oplevering onderzocht op publieke eisen (zoals daglicht, ventilatievoorzieningen en EPC- maatregelen), de veiligheid van Electra- en gasvoorzieningen en private eisen en richtlijnen (zoals gebruikersinstructie ventilatiesystemen, temperatuuroverschrijding en installatiegeluid binnen de woning).

Eisen zoals daglicht, ventilatievoorzieningen, overstroomvoorzieningen, EPC- maatregelen, lucht- en contactgeluidisolatie, geluidwering van de gevel, luchtdoorlatendheid begane grondvloer, drinkwaterkwaliteit en de isolatiekwaliteit in bleken in 20 tot 50% van de beoordeelde situaties niet te voldoen aan de minimum eisen.

Ook aspecten die niet direct in het bouwbesluit genoemd werden, zoals het installatiegeluid binnen de woning, gebruiksinstructie van de ventilatie en temperatuuroverschrijdingen voldeden vaak niet aan de in de markt gebruikelijk gehanteerde richtlijnen.

Bouwen gebeurde nog steeds niet volgens de norm en klachten bleven dan ook niet uit. Een voorbeeld is de melding van gezondheidsklachten van 36 bewoners van de wijk Vathorst in Amersfoort van een woning met gebalanceerde ventilatie. GGD Eemsland deed daarom een onderzoek in opdracht van de gemeente Amersfoort door het telefonisch enquêteren van bewoners, het inspecteren van de woningen en het verrichten van metingen in de woningen (Duijm et al, 2007).

Bij 70 % van de woningen met gebalanceerde ventilatie was de afzuiging ontoereikend. In de woningen zonder gebalanceerde ventilatie voldeed 72 % van de woningen niet aan de eisen van het bouwbesluit i.v.m. de capaciteit van de installatie.

De conclusie van het onderzoek was dat het belangrijk was dat de bewoner goed op de hoogte moet zijn van de werking van het ventilatiesysteem, het systeem goed onderhouden moet worden en het systeem voldoende capaciteit moet hebben en goed ingeregeld moet zijn.

Uit een vervolgonderzoek na het uitvoeren van maatregelen in Vathorst (Verkade et al, 2009a) bleek dat van de bewoners nu 25 % tevreden was en ongeveer 40% ontevreden over het balansventilatiesysteem. Geluidsoverlast was de belangrijkste reden voor ontevredenheid. Van de bewoners gaf 27 % aan dat hun ventilatiegedrag veranderd was.

Er bleken significant meer gezondheidsproblemen voor te komen in woningen met balansventilatie dan in woningen zonder. Een oorzakelijk verband was niet gevonden. De binnenmilieukwaliteit was ongunstiger in woningen met balansventilatie, dit is een goede reden om meer zorgvuldigheid te betrachten bij ontwerp, materiaalkeuze, aanleg en onderhoud van installaties voor balansventilatie.

Aanvullend werd de relatie onderzocht tussen balansventilatie in nieuwe woningen en door bewoners gerapporteerde klachten over het ventilatiesysteem zelf, het binnenmilieu en de ervaren gezondheid. Dit gebeurde met behulp van een internetenquête onder 2300 bewoners van een nieuwe woning verspreid over heel Nederland (Leidelmijer et al, 2009). De meeste mensen waren tevreden met het ventilatiesysteem in hun nieuwe woning (62%). Dat was minder het geval bij bewoners van woningen met balansventilatie (49%). Het geluid van het ventilatiesysteem was de meest genoemde klacht (44%). Deze klacht kwam meer voor bij balansventilatie (54% tegenover 39% bij gewone mechanische ventilatie). Verder speelden er bij balansventilatie specifieke problemen, zoals het niet aanwezig zijn van roosters of ramen die open kunnen (18%) en dat de lucht niet als fris of vers wordt ervaren (14%). Bovendien hadden bewoners van een woning met balansventilatie ruim tweeënhalve keer zo vaak klachten als bewoners van een woning zonder balansventilatie. Ook is vastgesteld dat de meerderheid (56%) van de mensen die geluidhinder ervaart van het ventilatiesysteem in de hoogste stand, het systeem bijna altijd op de laagste stand schakelt. Hierdoor kan de luchtkwaliteit in de woningen onvoldoende worden, wat weer gezondheidsklachten kan veroorzaken.

De conclusie van dit onderzoek was dat de problematiek die in Vathorst is gesignaleerd met de toepassing van balansventilatie, niet tot Vathorst beperkt blijft. De kans op een niet optimaal binnenmilieu is groter in woningen met balansventilatie dan in woningen met gewone mechanische ventilatie.

Bijlage 8 De groene Kreek

Bij het woningbouwproject de Groene Kreek waren afspraken gemaakt over de energiezuinigheid van de woningen die veel verder gingen dan de andere woningbouwprojecten in Zoetermeer. Voor het realiseren van CO₂ neutrale woningen was een scala aan technische middelen beschikbaar (zie hoofdstuk 2 en 3). Om uit alle mogelijke middelen een goede keuze te maken was gestart met een, mede door NOVEM gefinancierd, technisch haalbaarheidsonderzoek. In dit onderzoek werden zonne- energie, windenergie, warmtepompen en biomassa met elkaar vergeleken. Uit het onderzoek bleek dat een combinatie van wind- en zonne- energie, aangevuld met een warmtepomp de beste kansen had (gemeente Zoetermeer, 2002).

In het jaar 2000 kon daadwerkelijk met het project de Groene Kreek gestart worden omdat het Bouwfonds Wonen BV zich bereid verklaarde een deel van haar woningen in Oosterheem beschikbaar te stellen voor het project. De gemeente Zoetermeer werd eerst verantwoordelijke (www. SenterNovem 6, n.d.) en ging onderhandelen over een convenant. Dit convenant werd op 10 april 2001 ondertekend door het Bouwfonds en de gemeente Zoetermeer.

Het convenant

In het convenant werden de wederzijdse rechten en plichten vastgelegd, de hoge milieueisen van de woningen (zoals het gebruik van FSC hout en milieuvriendelijke verf), de woonomgeving (zoals een gemeenschappelijke ruimte) en de vergaande invloed van de kopersvereniging.

In het convenant en de appendix werden de volgende doelstellingen genoemd:

- A. de realisering van een voorbeeldproject ter stimulering van duurzame stedenbouw en duurzaam bouwen;
- B. de bouw van comfortabele en verkoopbare woningen die zowel in de bouwfase, de gebruiksfase als in de sloopfase een zeer lage milieubelasting hebben;
- C. het in een zo vroeg mogelijk stadium betrekken van (aspirant) kopers bij de ontwikkeling van hun woningen met beslissingsbevoegdheid in alle planfasen;
- D. het in een zo vroeg mogelijk stadium betrekken van (aspirant)n kopers bij de ontwikkeling van hun woonomgeving.

Het Bouwfonds Wonen B.V. ontwikkelde na het ondertekenen van het convenant in samenwerking met BEAR architecten 51 energie nulwoningen in de wijk de Groene Kreek. Hierbij zou de projectontwikkelaar maximaal rekening houden met de collectieve en individuele wensen van de toekomstige bewoners, terwijl tegelijkertijd de stedenbouwkundige en architectonische eenheid van de buurt gewaarborgd bleven. Het Bouwfonds, de gemeente Zoetermeer en de toekomstige bewoners (verenigd in een kopersvereniging) werkten samen bij dit voorbeeldproject.

De woningen

Consumentgericht ontwikkelen speelde voor het Bouwfonds wonen bij het ontwikkelen van de woningen van de Groene Kreek een belangrijke rol. Het principe was dat het Bouwfonds in hoofdlijnen de aanpak voorstelde. Alle wijzigingen aan de buitenzijde van de woning (uit- en opbouwen, dakkapellen, erkers, etc.), alsmede ingrijpende bouwkundige wijzigingen, zoals kelders, werden vooraf bedacht en uitgewerkt. Al deze vooraf bedachte opties werden voorzien van prijzen, opgenomen in de verkoop en KAO- stukken (Koop-/ aannemersovereenkomst). Er waren ook vooraf diverse plattegronden bedacht en uitgewerkt zodat het duidelijk voor de koper was dat er veel kon (Zoetermeer, 2002).

Voor de woningen was een lijst van 116 dubo maatregelen vastgesteld (gemeente Zoetermeer en Bouwfonds Woningbouw, 2001). De toegepaste maatregelen waren niet experimenteel, zodat de bewoners geen verhoogd risico liepen op een verstoord woongenot ten gevolge van disfunctioneren van producten en apparaten.

De kopersvereniging

Vanaf begin 2002 werd de kopersvereniging bij het proces betrokken. De kopersvereniging waarin alle toekomstige kopers waren verenigd kon al tijdens het ontwerpstadium meepraten en meebeslissen over het ontwerp van de woningen en de woonomgeving. Ook werd er gezamenlijk beslist over een uitgebreide lijst van meer- en minderwerk. De rol van de kopersvereniging was het vergroten van de zeggenschap over woning en woonomgeving. Daarnaast werd verwacht dat de vroegtijdige betrokkenheid van de bewoners het draagvlak zou vergroten voor het op een juiste manier omgaan met alle toe te passen dubo maatregelen, en dat er een sterke sociale cohesie tussen de bewoners zou ontstaan (gemeente Zoetermeer, 2002).

De oorspronkelijke plannen

De basis voor het energieconcept van de 51 woningen in de Groene Kreek was zonne-energie. Door een uitgekiend zongericht woningontwerp kon verregaand gebruik gemaakt worden van passieve zonne-energie. Alle woningen hadden een oriëntatie op het zuiden. Ook was er veel aandacht besteed aan de energievraag, onder andere door:

- reductie van de warmteverliezen, zoals een hoge isolatie van de schil;
- goede daglichttoetreding;
- het stimuleren van zuinig woongedrag door bewoners;
- het stimuleren van aanschaf van zuinige huishoudelijke apparatuur (gemeente Zoetermeer, 2002).

In de haalbaarheidsstudie van de Groene Kreek werd gerekend met een elektriciteitsgebruik van 2.861 KWh per woning per jaar voor de warmtepomp en 2.753 KWh per woning per jaar voor huishoudelijk gebruik. De opgewekte elektriciteit en het elektriciteitsgebruik zouden in evenwicht zijn (gemeente Zoetermeer, 2002). De extra investeringen in milieumaatregelen zouden bedragen:

Extra bouwkundige maatregelen	2.036
Zon collectoren + vat	9.000
Warmtepomp	7.550
Bronnensysteem warmtepomp	4.250
Windenergie	4.000
PV installatie (2.550 Wp)	15.810

Wat is er van al deze plannen terecht gekomen?

Op 28 oktober 2003 werden de windturbines (10 stuks gebouwgebonden windturbines) en de zonnecellen geschrapt vanwege de beëindiging van de Energie Premie Regeling.

Het bewoners participatietraject startte in maart 2002. De eerste fase, de voorontwerpfase, duurde tot september 2002. Naar aanleiding van dit voorontwerp werd een kostenbegroting gemaakt. In mei 2003 was het voorontwerp geoptimaliseerd tot het definitieve ontwerp. De stukken voor de verkoop werden gereed gemaakt en het project kon in de verkoop gaan (Rijenga, 2006). De verkoop van de woningen viel tegen. De prijs van de woningen was de oorzaak van de tegenvallende verkoop omdat deze woningen net iets duurder waren dan vergelijkbare woningen in Oosterheem (www. SenterNovem5, n.d.). Toen het aantal

verkochte woningen bleef steken werd besloten om maar 20 van de 51 woningen als energienulwoningen te ontwikkelen. Medio 2003 besloot de directie van Bouwfonds in overleg met de gemeente Zoetermeer om het project toch door te zetten maar wel verder te zoeken naar manieren om te bezuinigen. 1 Woningtype kwam te vervallen, zodat er nog 45 woningen overbleven van de oorspronkelijk 51 geplande woningen.

In 2003 werd besloten het ontwerp van de woningen te wijzigen door het optioneel maken van de zonnepanelen (voor elektriciteitsopwekking) en terug te gaan naar een warmtepomp, bodemopslag en zonnecollectoren voor warmwater. Deze keuze was ingegeven door

- de complexiteit van de installatie en
- de verwachting dat de kosten te hoog zouden worden door het wegvallen van de Energiepremie.

De toekomstige bewoners konden nu dus kiezen tussen wel of geen zonnepanelen.

Door het wegvallen van de zonnepanelen was het project niet langer nul-energie (Rijenga, 2006). In de woningen waren wel voorzieningen getroffen om in een later stadium nog grote aantallen zonnepanelen te kunnen realiseren.

Twee kopers maakten gebruik van het oorspronkelijke ontwerp met de zonnepanelen.

Maar nog steeds viel in 2004 de verkoop tegen, er waren verschillende potentiële kopers die er van af zagen. De verkopend makelaar heeft in 2004 de afhakers gevraagd waarom zij van de koop afzagen. De voornaamste redenen hiervoor waren:

- te duur, met name de prijs van het bijzondere energiepakket;
- onbekendheid met de energie- installatie;
- angst voor de toekomstige beheer- en onderhoudskosten;
- het ruimtebeslag van de installatie (Brief Bouwfonds, 24 dec. 2004).

Omdat verkoopregels (Garantie Instituut Woningbouw) bepaalden dat er binnen een bepaalde periode na verkoop gestart moest worden met de bouw, werd in december 2004 besloten alleen de 20 woningen die verkocht waren met het warmtepomp systeem uit te voeren en de overige 25 woningen aan te bieden met een standaard CV-installatie (HR- ketel) (Rijenga, 2006). Bij deze woningen bleef het woningontwerp volledig gehandhaafd. Dit betekende een prijsverlaging van € 17.500,- . De woningen waren nu wel in trek. De koper had daarbij de keuze om alsnog voor het uitgebreide warmtepompconcept te kiezen. Uiteindelijk werden 20 woningen voorzien van een warmtepomp en 25 woningen van een HR- ketel. Op 16 maart 2005 werd de eerste paal geslagen en startte de bouw van de woningen. De oplevering van de woningen gebeurde medio 2006 (Rijenga, 2006).

Zaken waar men tijdens het proces tegenaan liep en die daardoor veranderd zijn

Tussentijdse wijzigingen waren soms noodzakelijk, omdat de stapeling van duurzame maatregelen nog nergens anders was doorgevoerd en later bleek dat sommige maatregelen elkaar tegenwerkten. Enkele aanpassingen waren (Technisch adviesbureau Krone, bijlage mail 22-3-2004):

- Vier liter toilet werd niet toegepast omdat door het ontwerp van de woning de benodigde extra voorzieningen hiervoor (binnenriolering) niet mogelijk waren;
- De zonnepouw werd geschrapt omdat het niet zinvol was veel systemen voor de opvang van zonne energie te combineren;
- De waterleidingen zouden oorspronkelijk van kunststof zijn, maar de bouwer wilde een keuze mogelijk maken voor de bewoners omdat kortgeleden bekend geworden was dat bij kunststof koudwater leidingen vermeerdering van de Legionella bacterie aan de orde kon zijn.

De combinatie warmtepomp/ zonnecollector werd geschrapt vanwege de kans op oververhitting (gemeente Zoetermeer brief nr. RUI/ PBO/06- 1469 aan de provincie Zuid Holland). De schil van het gebouw was immers zeer goedgeïsoleerd. Het koelvermogen van het warmtepompsysteem was daardoor belangrijk. Door de noodzakelijke koeling (waarvan naar schatting van april tot september gebruik gemaakt ging worden), zou de bodem op een gegeven moment geen warmte- energie meer kunnen opnemen, waardoor de ruimtetemperatuur op zou gaan lopen. Als het water in de boiler niet door zonnewarmte verwarmd werd, moest de boiler op temperatuur gehouden worden met warmte energie die uit de bodem onttrokken werd. Hierdoor werd de koelperiode van de woningen verlengd (Bouwfonds 8 maart 2005 kenmerk 0133.ak). Het concept werd aangepast door koeling in combinatie met vloerverwarming toe te passen.

Ondanks alle aanpassingen en veranderingen is het project de Groene kreek is als milieuproject wel overeind gebleven, want ook de 25 HR- woningen hebben een voor die tijd extreem lage EPC van 0,6 (zie paragraaf 3.2.1). Bovendien zijn de woningen bouwkundig voorbereid om individueel het energiepakket inclusief zonnepanelen alsnog aan te brengen. Twee woningen zijn energienulwoningen door het plaatsen van zonnepanelen.

In het kort zijn de bijzonderheden aan de woningen:

- een EPC van 0,6 door met name de hoge isolatie van de schil om de primaire energievraag zo laag mogelijk te houden: Rc- waarden tussen 5,0 en 6,0 voor het dak, de wanden en de vloeren;
- het toepassen van duurzame energie in de vorm van de warmtepomp op basis van bodemenergie als bron in combinatie met lage temperatuur verwarming bij 20 woningen, bij 25 woningen een HR- 107 ketel met hoge temperatuur verwarming;
- WTW balans ventilatie, niet regelbaar door de bewoners;
- het treffen van voorzieningen voor toekomstige PV-cellen en zonnecollectoren, zodat bij installatie in de toekomst de werkzaamheden beperkt blijven;
- geïntegreerde zonwering in het ontwerp om oververhitting te voorkomen;
- een entree portaal (Rc=2,5) buiten de thermische schil;
- toepassing milieuvriendelijke materialen FSC- hout(www. SenterNovem6, n.d.).

Het geschatte risico op oververhitting was laag tot matig.

De kosten van de energievoorzieningen van de woning bedroegen uiteindelijk € 15.125,- per woning en de kosten van de extra isolatie € 3.053 en € 3.908 per woning, afhankelijk van het type (gemeente Zoetermeer briefnummer RU/PBO/06-26813).

Kort samengevat zien de woningen er als volgt uit:

Woning	Soort woning	Rijtjeshuis
	Bouwjaar	2006
	Oppervlakte	116 m ²
	Volume	375 m ³
	Oriëntatie	Zuid
	Aantal slaapkamers	3
Installaties	Type verwarmingsinstallatie	HR- 107 ketel met radiatoren Warmtepomp met LTV
	Ventilatiesysteem	Mechanisch
	Type ventilator	Balansventilatie
	Ventilatioeroosters	Handbediend met schuifjes
	Type warm tapwatersysteem	Elektrische boiler, combiketel
Energieprestatie	EPC	0,6
	Jaarlijks energiegebruik	Elektriciteit 5.614 kWh
		Gas -
Isolatie, aangegeven in Rc- waarde	Muur	5-6 m ² K/W
	Vloer	5-6 m ² K/W
	Dak	5-6 m ² K/W
	Glas	1,7 m ² K/W

Tabel B 9.1. Kenmerken van een de woningen van De Groene Kreek.

Bijlage 9 Enquêtevragen

A Tevredenheid met de woning

Deze vragen gaan over uw tevredenheid met bepaalde zaken van uw woning. In de linkerkolom staat een aantal uitspraken. In de kolommen rechts van deze uitspraken kunt u aangeven of u het hiermee eens bent of niet. In de meest rechter kolom kunt u aangeven waarom u het niet met de stelling eens bent.

		1 Mee eens	2 Gedeel- telijk mee eens	3 Gedeel- telijk niet mee eens	4 Niet mee eens	5 Waarom bent u het er niet mee eens?
1	Er komt voldoende licht van buiten in de woning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	De temperatuur in de woning is goed te regelen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	De temperatuur in de woning in de winter is behaaglijk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	De temperatuur in de woning in de zomer is behaaglijk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Ik ben tevreden met de ventilatie-mogelijkheden van de woning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	De mechanische ventilatie is gemakkelijk te bedienen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Ik weet hoe de mechanische ventilatie werkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	De roosters zijn goed schoon te houden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Ik stoer mij niet aan het geluid van de	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

	ventilator					
		1 Mee eens	2 Gedeel- telijk mee eens	3 Gedeel- telijk niet mee eens	4 Niet mee eens	5 Waarom bent u het er niet mee eens?
10	Ik stoer mij niet aan het geluid van de verwarmingsketel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	Ik stoer mij niet aan het geluid van de burens	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	De lucht in huis vind ik te vochtig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	De lucht in huis vind ik te droog	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	Het ruikt niet muf in huis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	Ik weet goed hoe de verwarming werkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	Ik weet goed hoe de verwarming onderhouden moet worden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	Ik weet hoe het ventilatiesysteem onderhouden moet worden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

18 Ik ben actief met het milieu bezig in mijn woning bezig 1. Ja
2. Nee

19 Ik ben lid van een natuurbeschermingsorganisatie, zoals WNF, Natuurmonumenten, Zuid-Hollands landschap, Greenpeace, Vogelbescherming etc. 1. Ja
2. Nee

Als ik een cijfer van 1 tot 10 moet geven voor het woongenot van mijn woning geef ik een

B Woning

Alle woningen in het onderzoek zijn rijtjeshuizen. De volgende vragen hebben met de woning en de woonsituatie te maken.

- B1 Het bouwjaar van uw woning is
- B2 De oppervlakte van uw woning is (de oppervlakte van alle verdiepingen)
2. Weet niet
- B3 Wat is de ligging van uw woonkamer?
1. woonkamer noord
2. woonkamer oost
3. woonkamer zuid
4. woonkamer west
- B4 Het aantal slaapkamers is
- B5 Het aantal personen (uzelf meegerekend) dat in uw woning woont
- B6 De leeftijd van deze personen is
- B7 Van uw woning is het volgende geïsoleerd
- Muren
1. Ja
2. Nee
3. Weet niet
- Vloeren
4. Ja
5. Nee
6. Weet niet
- Dak
7. Ja
8. Nee
9. Weet niet
- HR++ glas
10. Deels HR++ glas
11. Overall HR++glas
12. Nee
13. Weet niet
- Warmwaterleidingen
14. Ja
15. Nee
16. Weet niet

B 8 Sinds welk jaar woont u in de woning?

B 9 Is uw woning nog in de oorspronkelijke staat (dat wil zeggen dat er niets verbouwd- of aangepast is, zoals een dakkapel geplaatst, een slaapkamer gemaakt op zolder, een uitbouw geplaatst, tussenmuren weggehaald, ventilatiesysteem veranderd etc.)?

1. Ja
2. Nee

B10 Als u vraag 9 met nee beantwoord heeft, wat is er dan in uw woning veranderd?

C De installaties in uw woning

Iedere woning heeft zogenaamde woninggebonden installaties. Deze installaties dienen om de woning te verwarmen, te ventileren en warm water te leveren. De volgende vragen gaan over deze installaties. De eerste serie vragen gaat over de apparatuur, de tweede serie over het gebruik van verwarming en warm water.

- C1 Wat voor soort verwarmingsbron heeft uw woning?
1. Verbeterd rendement ketel
 2. Hoogrendement ketel
 3. Warmtepomp
 4. Micro warmtekrachtinstallatie
 5. Houtkachel
 6. Weet niet
 7. Anders, namelijk
- C2 Op welke temperatuur is de verwarmingsketel afgesteld?
1. Op.....graden
 2. Niet van toepassing
 3. Weet niet
- C3 De warmte wordt verspreid door:
1. Radiatoren
 2. Vloerverwarming
 3. Muurverwarming
 4. Convectoren
 5. Straling van kachel
- C4 Wat voor soort ventilatiesysteem heeft u?
1. Natuurlijke ventilatie: ramen en roosters, zonder mechanische afvoer
 2. Roosters/ ramen in combinatie met mechanische afvoer
 3. Mechanische aan- en afvoer
 4. Mechanische aan- en afvoer met warmteterugwinning
- C5 Wat voor warmwatersysteem heeft uw woning?
1. Elektrische boiler
 2. Gasgeiser
 3. Combiketel
 4. Zonneboiler

D Het gebruik van de verwarming en warm water

De volgende vragen gaan nog steeds over verwarming en warm water, maar nu over het gebruik hiervan.

- D1 Het gebruik van de douche per persoon is gemiddeld
1. Twee maal daags
2. Iedere dag
3. 5 of 6 keer per week
4. 3 of 4 keer per week
5. 1 of 2 keer per week
6. Nooit
- D2 De gemiddelde tijd die per douchebeurt gedoucht wordt is
1. 1 tot 3 minuten
2. 3 tot 5 minuten
3. 5 tot 7 minuten
4. 7 tot 10 minuten
5. Langer dan 10 minuten
6. Weet niet
- D3 Ik heb een spaardouchekop
1. Ja
2. Nee
3. Weet niet
- D4 Het gebruik van het bad per persoon per week is gemiddeld
1. (Bijna) iedere dag
2. 1 of meer keer per week
3. 1 of meer keer per maand
4. 1 of meer keer per jaar
5. Minder dan 1 keer per jaar
6. Heb geen bad
- D5 Het instellen van de temperatuur van het warm water gaat
1. Goed
2. Matig
3. Slecht
- D6 De thermostaat in de woonkamer staat overdag opgraden
- De thermostaat in de woonkamer staat 's nachts opgraden
- D7 De instelling van de kamertemperatuur met de thermostaat
1. Gaat automatisch
2. Gebeurt handmatig
3. Ik heb geen thermostaat

- D8 Ik zet de thermostaat lager als ik de woning voor langer dan 1 uur verlaat
1. Altijd
2. Vaak
3. Nooit
- D9 De onderhoudsbeurt van de verwarmingsketel vindt plaats
1. Ieder jaar
2. Iedere twee jaar
3. Minder dan eens in de twee jaar
- D10 De onderhoudsbeurt van de mechanische ventilatie vindt plaats
1. Ik heb geen mechanische ventilatie
2. Ieder jaar
3. Iedere twee jaar
4. Nooit
5. Ik maak de ventilator zelf schoon

E Ventilatie

De volgende vragen gaan over het ventileren van uw woning. Ventileren wil zeggen dat er buitenlucht in de woning komt en de binnenlucht naar buiten afgevoerd wordt. De vragen gaan over zaken die nodig zijn om te kunnen ventileren, zoals ramen en ventilatieroosters. Er wordt aan u gevraagd hoe vaak u bepaalde dingen doet. U kunt de vragen beantwoorden door een kruis te zetten in het vakje wat voor u van toepassing is. Als een vraag voor u niet van toepassing is, kunt u dit in de linker antwoordkolom aangeven.

E1 Ramen							
1		1 Is niet mogelijk	2 Nooit	3 Een paar keer per jaar	4 Een paar keer per maand	5 Iedere week minstens 1 keer	6 Dagelijks
2	Raam open in de woonkamer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Raam open in de slaapkamer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E2 Ventilatioosters Bij het beantwoorden van deze vraag kan een kruisje gezet worden bij 3 én 4 indien van toepassing							
4		1 Is niet mogelijk of niet van toepassing	2 Nooit	3 Van november tot april	4 Van mei tot oktober	5 Altijd	6 Dagelijks
5	Alle ventilatioosters staan helemaal open	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Ventilatioosters staan gedeeltelijk open	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Er is een ventilatiooster dichtgezet omdat het tocht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

E2 Ventilatie-roosters en filters

		1 Heb geen roosters of filters	2 Nooit	3 Gemiddeld 1 Keer per jaar	4 Gemiddeld 1 Keer per maand	5 Gemiddeld 1 Keer per week
8	Schoonmaken van de ventilatie-roosters gebeurt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Controleren van de filters gebeurt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Verwisselen van de filters gebeurt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

E3

- 1 Ik zet de stand van de ventilator naar behoefte hoger of lager
1. Ja
 2. Nee
 3. Niet van toepassing

F Elektrische apparatuur in de woning

Om een beter beeld te krijgen van uw stroomverbruik wordt hier gevraagd wat voor elektrische apparaten u in huis heeft.

F1 Hieronder staat een lijst van elektrische apparatuur. U kunt de hokjes aankruisen bij de apparaten die u in huis heeft. U kunt meerdere apparaten aankruisen.

- | | | | |
|-----------------------|-----|--------------------------|-------------|
| Aquarium | 1. | <input type="checkbox"/> | |
| Computer | 2. | <input type="checkbox"/> |stuks |
| Diepvrieskist of kast | 3. | <input type="checkbox"/> | |
| Droger: condensdroger | 4. | <input type="checkbox"/> | |
| Droger: afvoer droger | 5. | <input type="checkbox"/> | |
| Elektrische oven | 6. | <input type="checkbox"/> | |
| Espressomachine | 7. | <input type="checkbox"/> | |
| Gasfornuis | 8. | <input type="checkbox"/> | |
| Inductiekookplaat | 9. | <input type="checkbox"/> | |
| Keramische kookplaat | 10. | <input type="checkbox"/> | |
| Koelgast tafelmodel | 11. | <input type="checkbox"/> | |
| Koelkast groot model | 12. | <input type="checkbox"/> | |
| (combi) magnetron | 13. | <input type="checkbox"/> | |
| Sauna | 14. | <input type="checkbox"/> | |
| Tv | 15. | <input type="checkbox"/> | stuks |
| Vaatwasmachine | 16. | <input type="checkbox"/> | |
| Wasmachine | 17. | <input type="checkbox"/> | |
| Waterkoker | 18. | <input type="checkbox"/> | |
| Zonnebank | 19. | <input type="checkbox"/> | |

F2 Een energielabel geeft aan hoe energiezuinig een apparaat is. De meest zuinige apparaten hebben een A- label, de minst zuinige apparaten een G- label.

Let u op het energielabel als u elektrische apparatuur koopt?

- | | | |
|----|--------------------------|--------|
| 1. | <input type="checkbox"/> | Altijd |
| 2. | <input type="checkbox"/> | Vaak |
| 3. | <input type="checkbox"/> | Soms |
| 4. | <input type="checkbox"/> | Nooit |

F3 Lampen in huis

Hier kunt u globaal aangeven hoeveel lampen er branden als u 's avonds thuis bent. Als er armaturen zijn met meerdere lampen, dan telt iedere lamp mee.

- | | |
|---------------------------|--------------|
| Gloeilampen 60 Watt | 1.....stuks |
| Gloeilampen 40 Watt | 2.....stuks |
| Gloeilampen 15 of 25 Watt | 3.....stuks |
| Spaarlampen | 4..... stuks |
| Halogeonlampen | 5.....stuks |
| TL- buizen | 6.....stuks |
| Led lampen | 7.....stuks |

Ik heb zonnepanelen Ja Nee

G Gezondheid

Ook de gezondheid van de bewoners is belangrijk bij het onderzoek van de voor- en nadelen van bepaalde woningen en de tevredenheid met de woning.

Hieronder staat een aantal ziektebeelden opgenoemd.

U kunt aangeven of u of andere bewoners van de woning hier last van hebben.

		1 Niemand last	2 1 of meer kinderen last	3 1 of meer volwassenen last	4 Ruimte voor toelichting
1	Geïrriteerde ogen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Geïrriteerde keel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Huidirritaties	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Hoofdpijn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Overmatige vermoeidheid	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Verstopte neus of loopneus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Hoesten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Verkoudheid	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Doorslaap problemen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	Hoge bloeddruk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	Hartklachten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	Astma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	Piepende ademhaling	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	Benauwdheid	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	Hooikoorts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	Concentratieproblemen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Heeft u een vermoeden dat klachten een relatie hebben met de woning waarin u woont?

.....

H Tenslotte

Om een compleet beeld te krijgen van de tevredenheid met uw woning staan hieronder nog twee vragen over de algemene tevredenheid met uw woning. Tenslotte wordt gevraagd naar uw elektriciteit- gas- en watergebruik.

H1 Wat bevalt er in de woning heel goed?

H2 Zijn er zaken aan de woning die tegenvallen?

Het jaarlijkse elektriciteitsgebruik (is te vinden op uw energierekening) is.....KWh..

Het jaarlijkse gasgebruik(is te vinden op uw energierekening) is..... M³

Het jaarlijkse watergebruik is.....Liter

Ik denk erover na om de woning extra te isoleren Ja
 Nee

Ik denk erover na zonnepanelen aan te schaffen Ja
 Nee

Ik wil graag de samenvatting van het onderzoek thuisgestuurd krijgen Ja
 Nee

Alleen invullen als u de ingevulde enquête per post terugstuurt (naar M. Hakkennes, Cesar Franckrode 36, 2717 BE, Zoetermeer):

Postcode en huisnummer.....

Dank u wel voor het invullen van deze enquête. U heeft mij goed geholpen met mijn onderzoek.

Met vriendelijke groeten,

Monique Hakkennes

Bijlage 10 Resultaten enquête

Dit deel bevat alle uitslagen van de enquête. Deze resultaten zijn verwerkt in een grafieken met een tekstuele beschrijving, gevolgd door een deelconclusie.

De onderzochte woningen zijn onderverdeeld in vijf categorieën.

De indeling van de woningen is gebaseerd op ouderdom: oud (1986) en nieuw (2003-2006) en energiezuinigheid: niet energiezuinig gebouwd (dat wil zeggen naar de normen voor die tijd geldend) en energiezuinig gebouwd (met een lagere EPC dan gangbaar (zie paragraaf 3.2.1 en hoofdstuk 5).

Bij de grafieken zijn de volgende afkortingen gebruikt voor de verschillende typen woningen:

ON= Schonbergrode (1986) oud, niet energiezuinig, n=18

NN1= Persumstraat (2003) nieuw, niet energiezuinig, type 1, n= 30

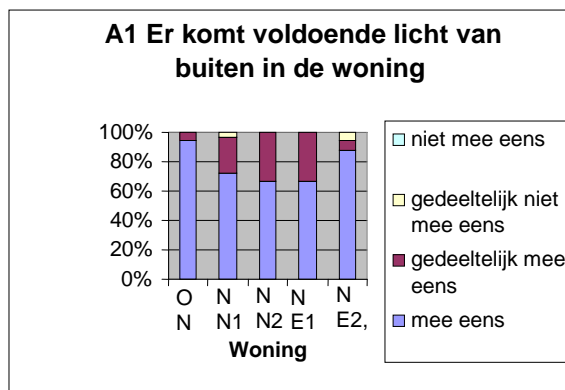
NN2= Moldoustream (2004) nieuw, niet energiezuinig, type 2, n= 9

NE1= Moldoustream, Groene Kreek woning (2006) nieuw, energiezuinig, type 1, n= 9

NE2= Nijlstream, Groene Kreek Woning (2006) nieuw, energiezuinig, type 2, n= 17

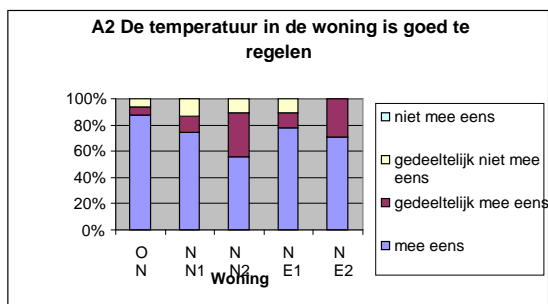
De uitwerking van de enquête bestaat uit drie delen. Het eerste deel bevat de uitslag van de enquêtevragen. In het tweede deel is nader gekeken naar de nieuwe, energiezuinig gebouwde woningen in de Groene Kreek (NE1 en NE2), waarbij een onderscheid gemaakt is tussen de woningen met een warmtepomp en een HR- ketel. Dit onderscheid is gemaakt om een beter beeld te krijgen van de voor- of nadelen van een warmtepomp. De woningen zijn immers gelijk, het verwarmingssysteem is anders.

Het derde deel bevat tabellen waarin woningen uit de Persumstraat (NN1) bekeken worden met een natuurlijke en een mechanische aanvoer van de buitenlucht. Dit onderscheid is gemaakt om te onderzoeken wat de verschillen zijn tussen mechanische- en natuurlijke aanvoer van de buitenlucht. Hierbij is gekeken naar aspecten wat betreft temperatuur in de woning, tevredenheid met het systeem, ventilatiegedrag en gezondheid.

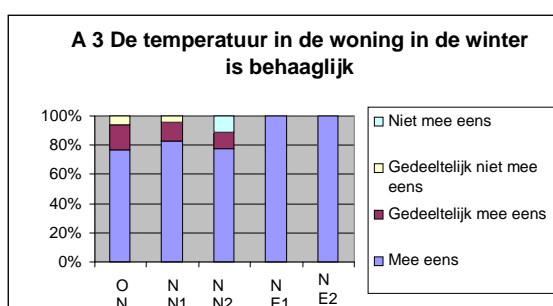


Resultaat: er is een verschil tussen de oudere en de nieuwere woningen: in de O- woning bedraagt de tevredenheid 94% wat de lichtinval betreft, bij de N- woningen vindt 63 tot 88% van de bewoners dat er voldoende licht de woning binnenkomt.

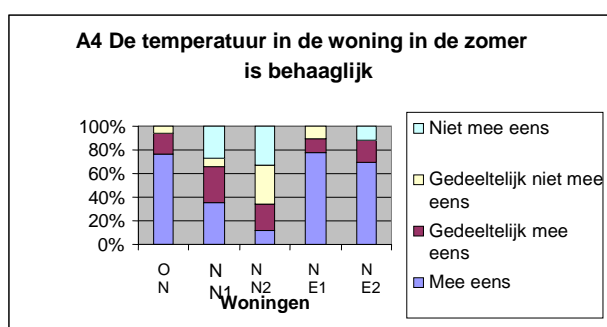
Deelconclusie: bewoners van oudere woningen zijn het meest tevreden met de hoeveelheid licht die in de woning komt.



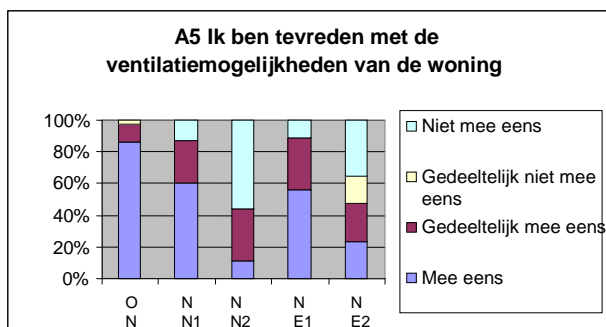
Resultaat: bij de O- woningen geeft 88% van de bewoners aan dat de temperatuur goed te regelen is, bij de N- woningen 56 tot 78%. De NN2 woningen hebben hierbij de laagste score.
Deelconclusie: bij het goed kunnen regelen van de temperatuur in de woning is er een verschil tussen de oudere en de nieuwere woningen. De bewoners van de oude woningen zijn het meest tevreden, de bewoners van de niet energiezuinig gebouwde nieuwe woningen het minst.



Resultaat: alle bewoners van de E- woningen geven aan dat de temperatuur in de winter behaaglijk is. De percentages van de overige woningen liggen tussen de 77 en 83%.
Deelconclusie: de energiezuinige woningen springen eruit met een behaaglijke temperatuur in de winter. Er is weinig verschil tussen de oude en de nieuwe niet energiezuinig gebouwde woningen.

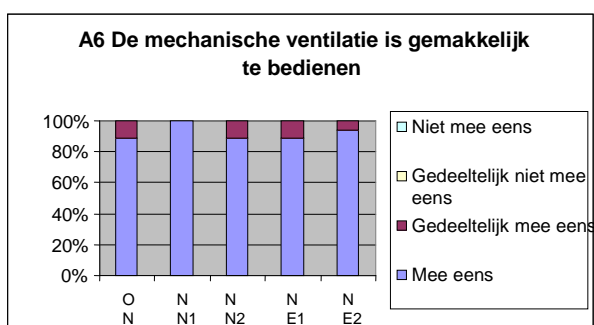


Resultaat: bij een behaaglijke temperatuur in de zomer scoren de O- woningen het hoogst: 77% van de bewoners is het eens, 18% gedeeltelijk. Ook bij de bewoners van NE- woningen is de tevredenheid groot: 78% (type 1) en 70% (type 2). Minder bewoners van de NN- woningen geven aan de temperatuur in de zomer in de woning behaaglijk te vinden: 34 en 42%. De klachten die hierbij genoemd worden zijn dat de warmte te lang blijft hangen, de temperatuur op zolder te hoog is en dat de woning erg snel warm is.
Deelconclusie: de temperatuur in de zomer is het beste te regelen bij oude woningen, gevolgd door energiezuinig gebouwde woningen. De temperatuur in niet energiezuinig gebouwde nieuwe woningen is in de zomer het minst behaaglijk.



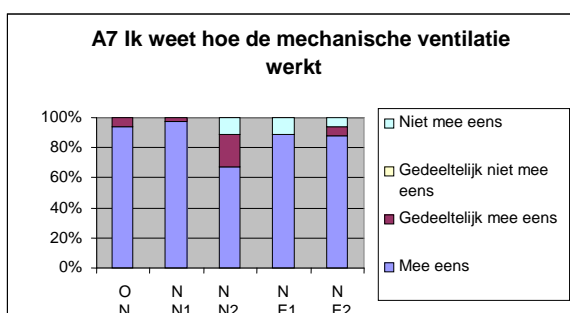
Resultaat: bewoners van de O- woningen zijn het meest tevreden met de ventilatiemogelijkheden van de woning: 83% is tevreden. Het minst tevreden zijn de mensen uit de NN2- woningen (slechts 1 van de 9 bewoners is tevreden). De verschillen tussen de typen 1 en 2 van de nieuwe woningen zijn groot.

Deelconclusie: bewoners van de oude woningen zijn het meest tevreden over de ventilatiemogelijkheden van de woning: alle bewoners zijn tevreden of deels tevreden. De bewoners van de nieuwe woningen zijn minder tevreden.



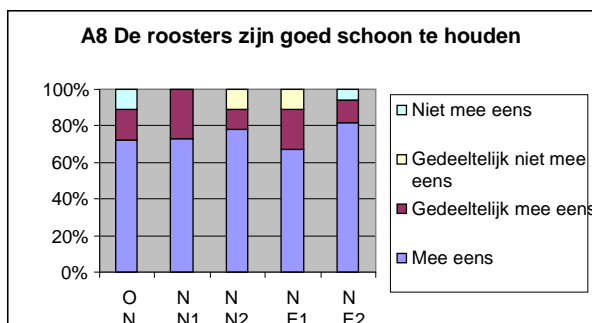
Resultaat: er is geen verschil tussen de woningen wat betreft het gemak van het bedienen van de mechanische ventilatie: 100% van de bewoners van alle typen woningen zijn tevreden of deels tevreden..

Deelconclusie: het bedieningsgemak van het ventilatieapparaat vormt geen belemmering bij alle typen woningen.



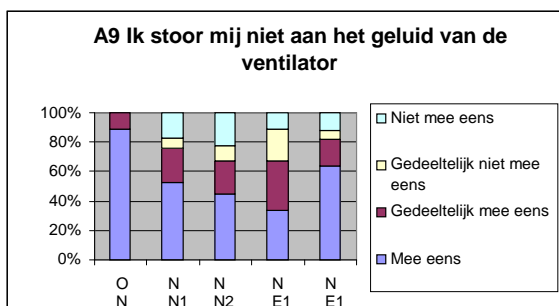
Resultaat: de meeste bewoners weten hoe het ventilatiesysteem werkt of weten gedeeltelijk hoe het werkt: 77 tot 100% van de bewoners geeft aan dit te weten.

Deelconclusie: de bewoners geven aan te weten hoe het ventilatiesysteem werkt.



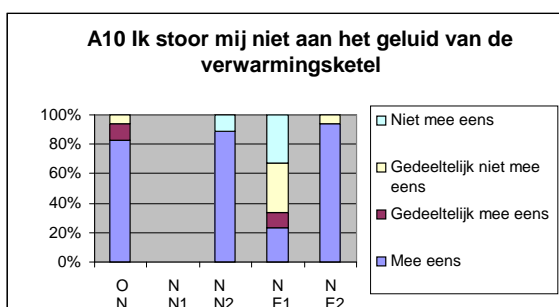
Resultaat: de scores van het goed schoon te houden ventilatiesysteem liggen dicht bij elkaar: tussen de 67 en de 82%. Hierbij hebben de NN2- woningen de laagste score. Meer dan 90% van de bewoners van alle typen woningen geeft aan dat de roosters goed- of gedeeltelijk goed zijn schoon te houden.

Deelconclusie: tussen oude en nieuwe woningen is weinig verschil tussen het gemak waarmee de roosters schoongemaakt kunnen worden. Of de roosters werkelijk schoon gemaakt worden wordt gevraagd bij vraag E2.8.



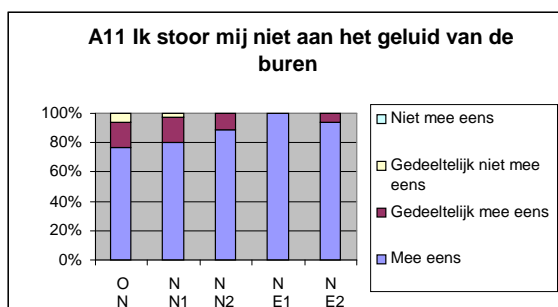
Resultaat: bij het antwoord op de vraag of men zich stoort aan het geluid van de ventilator zitten grote verschillen. Het minst storen de bewoners van de O- woningen zich aan de ventilator: 100% van de bewoners zijn het (gedeeltelijk) met de stelling eens. Bij de nieuwe woningen zijn 67% tot 82% van de bewoners het (gedeeltelijk) met de stelling eens.

Deelconclusie: de oudere woningen hebben minder geluidsoverlast van het ventilatiesysteem.



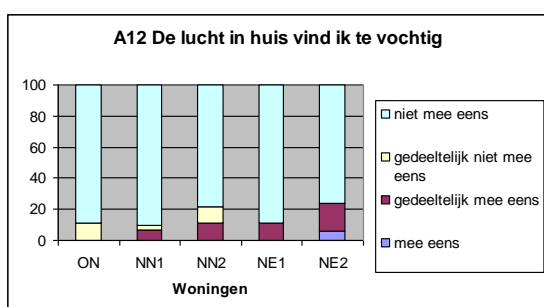
Resultaat: bij de vraag of men zich niet stoort aan het geluid van de verwarmingsketel scoren de NE1- woningen het laagst: 33% geeft aan het hier (gedeeltelijk) mee eens te zijn. De andere typen woningen scoren beduidend hoger: beide woningtypen 94%. Deze vraag was niet van toepassing op de NN1- woningen, omdat deze stadsverwarming hebben.

Deelconclusie: in 3 typen woningen stoort het merendeel van de bewoners zich niet aan het geluid van de verwarmingsketel, bij één type woning (dit is een energiezuinige woning) stoort een minderheid van de bewoners zich niet aan het geluid van de verwarmingsketel.



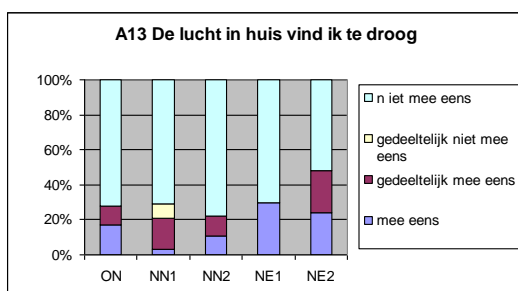
Resultaat: bij de energiezuinige woningen stoort men zich het minste aan geluid van de burens, met 94 en 100 %. De O- woningen hebben de laagste score van 77%, de NN1- woningen liggen hiertussen met 80% en 89%.

Deelconclusie: bewoners van oudere woningen hebben iets vaker last van het geluid van de burens.



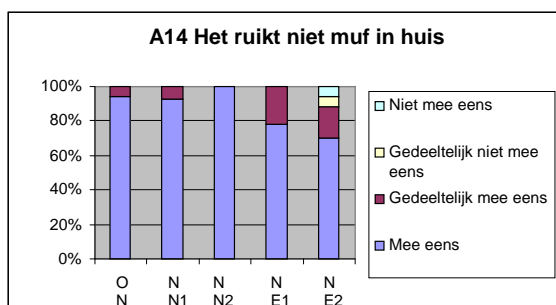
Resultaat: op deze stelling scoren alle typen woningen laag. Bewoners van NE2- woningen zijn het iets vaker (gedeeltelijk) met deze stelling eens (24%) dan bewoners van de andere typen woningen (7-11 %).

Deelconclusie: De lucht in de nieuwe woningen wordt als iets vochtiger ervaren. Het meest vochtig zijn de NE2- woningen.



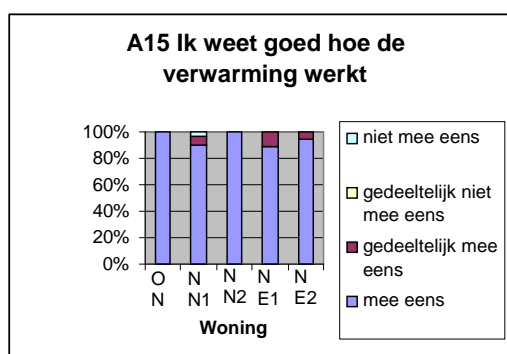
Resultaat: bewoners van energiezuinige woningen geven iets vaker aan de lucht in huis te droog te vinden (24 tot 33%) dan bewoners van de niet- energiezuinige woningen (7 en 17 %).

Deelconclusie: het grootste deel van de bewoners vinden de lucht in huis niet te droog. In de energiezuinige woningen vindt een iets groter aantal bewoners de lucht in huis te droog.



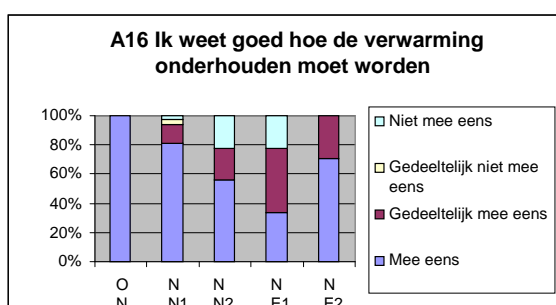
Resultaat: de meeste bewoners vinden dat het niet muf ruikt in huis. De percentages zijn iets lager voor bewoners van energiezuinige woningen (70 tot 78%) dan van de niet-energiezuinige woningen (93-100%).

Deelconclusie: in energiezuinige woningen ruikt het vaker muf dan de overige woningen.



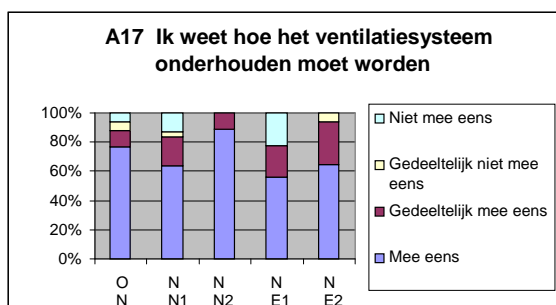
Resultaat: de meeste bewoners weten goed hoe de verwarming werkt. Een enkele bewoner is hier iets minder mee bekend. Het treft dan bewoners van de NN1, NE1 en NE2 woningen.

Deelconclusie: afwijkende verwarmingssystemen zijn minder bekend bij de bewoners. De NN1- woningen hebben immers stadsverwarming, de NE- woningen deels een warmtepompsysteem.



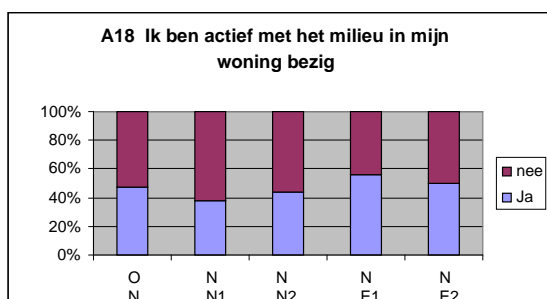
Resultaat: alle bewoners van de O- woningen geven aan te weten hoe de verwarming onderhouden moet worden. Het minst goed weten de bewoners van de NE1- woningen hoe de verwarming onderhouden moet worden (34 %). De overige scores liggen tussen de 56 en 81%.

Deelconclusie: bij het onderhouden van de verwarming is er verschil te zien tussen de oudere en de nieuwere woningen. Bewoners van de oudere woningen weten beter hoe de verwarming onderhouden moet worden.



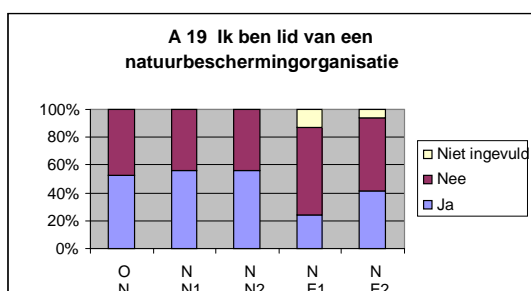
Resultaat: bij de vraag of men weet hoe het ventilatiesysteem onderhouden moet worden zijn de scores van de energiezuinige woningen gemiddeld iets lager dan van de overige woningen: 56 en 65 %. Ook de NN1 woningen hebben een score van 65%. Het best scoren de NN2-woningen met 89 %, gevolgd door de oude woningen.

Deelconclusie: bewoners van de energiezuinig gebouwde woningen (die een ventilatiesysteem met warmteterugwinning hebben) weten minder goed hoe het ventilatiesysteem onderhouden moet worden.



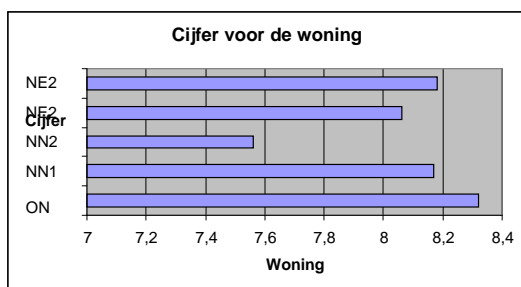
Resultaat: de bewoners van de energiezuinige woningen lijken het meest actief met het milieu in de woning bezig: 50 en 56 %. De bewoners van de overige woningen zijn hier iets minder mee bezig (38 en 47%).

Deelconclusie: bewoners van energiezuinig gebouwde woningen zijn iets vaker met het milieu in hun woning bezig dan bewoners van de andere typen woningen.



Resultaat: de bewoners van de energiezuinig gebouwde woningen zijn het minst vaak lid van een natuurbeschermingsorganisatie: 22 en 41 %. De bewoners van de andere typen woningen zijn iets vaker lid van een natuurbeschermingsorganisatie (53 en 56 %).

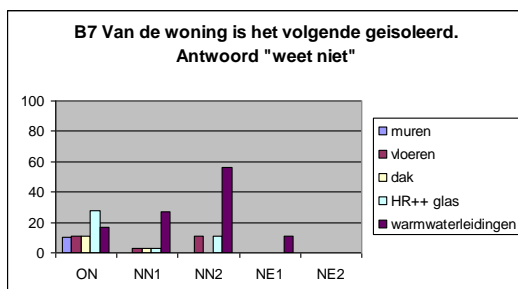
Deelconclusie: bewoners van een energiezuinig gebouwde woning zijn minder vaak lid van een natuurbeschermingsorganisatie, terwijl zij vaker met het milieu in hun woning bezig zijn.



Resultaat: de oudere woningen hebben de hoogste waardering in de vorm van een rapportcijfer gekregen: de bewoners van de ON- woning geven gemiddeld het cijfer 8,3 aan hun woning. De NN2- woningen de laagste score: 7,6. De scores van de overige woningen liggen tussen de 8,1 en 8,2.

Deelconclusie: oude, niet energiezuinige woningen worden het beste gewaardeerd.

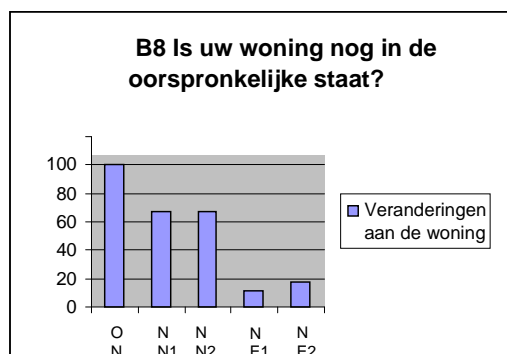
Deel B: de woning



Resultaat: de bewoners van de energiezuinige woningen zijn het meest bekend met de isolatie van hun woning. Alleen de isolatie van de waterleiding geeft nog vragen: 11 % van de NE1- woningen weet niet of de waterleidingen geïsoleerd zijn. Ook bewoners van de andere woningen weten niet of de warmwaterleidingen geïsoleerd zijn: NN2- woningen 56 %, NN1- en de O- woningen respectievelijk 17 en 27 %.

De bewoners van de O- woningen hadden de hoogste score met het onbekend zijn met de isolatie. Met muur- vloer- en dakisolatie was respectievelijk 10, 11, en 11 % onbekend, met het al of niet hebben van HR++ glas 28 %.

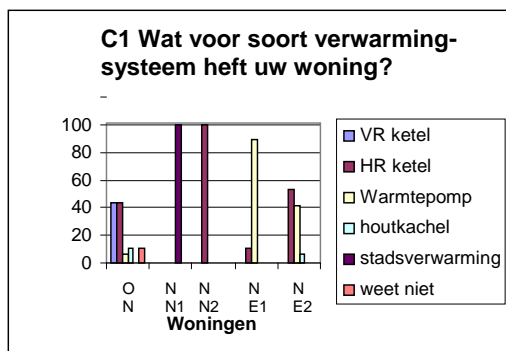
Deelconclusie: bewoners van energiezuinige woningen zijn goed bekend met de mate van isolatie van hun woning. Bewoners van oudere woningen het minst. Het al of niet geïsoleerd zijn van de waterleidingen is het minst bekend.



Resultaat: uitbreiden of verbouwen van de woning komt vaker voor naarmate de woning ouder is. Van de O- woningen verkeerde 100 % niet meer in de oorspronkelijke staat, gevolgd door de NN1- en de NN2- woningen (beide 77 %).

Bij verbouwingen blijkt de zolder het meest onder handen genomen te zijn (slaapkamer(s) van de zolderruimte gemaakt). De tweede plaats van verbouwingen vormde het plaatsten van een aanbouw aan de woonkamer. Overige aanpassingen aan de woning waren van twee slaapkamers één slaapkamer maken, vloerverwarming aanleggen, serre bouwen.

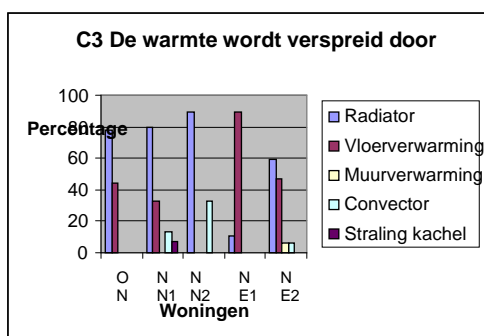
Deel C: Installaties in de woning



Resultaat: de woningen hebben verschillende verwarmingssystemen:

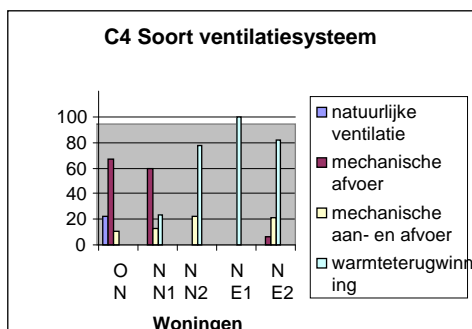
De ON- woningen voornamelijk een VR of een HR- ketel, de NN1- woningen 100% stadsverwarming, de NN2- woningen 100 % een HR- ketel en de NE- woningen deels een warmtepomp en deels een HR- ketel. Een enkele woning heeft een houtkachel.

Deelconclusie: oudere woningen hebben over het algemeen een VR- of een HR- ketel, energie zuinig gebouwde woningen hebben vaker een warmtepomp. Niet energiezuinige, nieuwe woningen hebben een HR- ketel (als er geen stadsverwarming is).



Resultaat: de meeste woningen zijn voorzien van radiatoren, behalve bij de NE1- woningen. Vloerverwarming komt bij alle woningen behalve de NN2- woningen voor, met name bij de energiezuinig gebouwde woningen. Van deze woningen heeft een enkele woning muurverwarming. Bij de NN- typen woningen hebben enkele woningen een convector.

Deelconclusie: niet energiezuinig gebouwde woningen hebben voornamelijk radiatoren en deels vloerverwarming om de woning mee te verwarmen. Energiezuinig gebouwde woningen hebben voornamelijk vloerverwarming. Deels radiatoren en een enkele woning heeft muurverwarming of een convector.

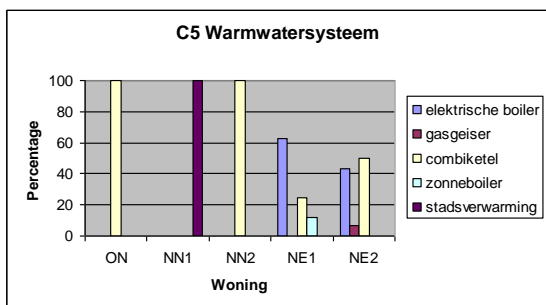


Resultaat: natuurlijke ventilatie komt alleen bij de O- woningen voor: 22 %. Het grootste deel van deze woningen is voorzien van natuurlijke aanvoer gecombineerd met mechanische afvoer (68%). Ook het grootste deel van de NN1- woningen zijn voorzien van natuurlijke aanvoer en mechanische afvoer (60 %). Een enkele woning van de NN1-woningen heeft mechanische aan- en afvoer (13 %) of WTW (23 %).

De NN2- NE1- en NE2- woningen hebben voornamelijk ventilatie met WTW, respectievelijk 78, 100 en 82%. De overige woningen van deze typen geven aan een mechanische aan- en afvoer te hebben.

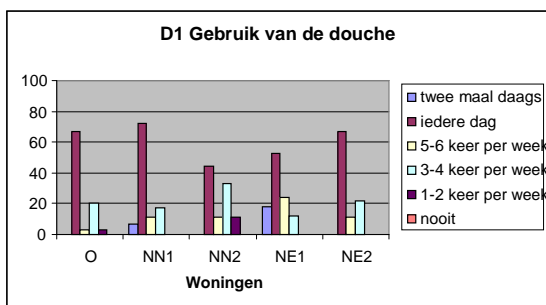
Deelconclusie: oudere woningen hebben voornamelijk natuurlijke aanvoer gecombineerd met mechanische afvoer van de buitenlucht, enkele woningen hebben natuurlijke afvoer.

Energiezuinig gebouwde woningen hebben voornamelijk ventilatie met warmteterugwinning. De niet energiezuinig gebouwde nieuwe woningen hebben voornamelijk natuurlijke aanvoer gecombineerd met mechanische afvoer of WTW.



Resultaat: de combiketel wordt het meest gebruikt als warmwatersysteem: 100 % bij de ON- en de NN2- woningen. De NN1- woningen hebben het warmwatersysteem gecombineerd met de stadsverwarming. Bij de energiezuinige woningen van de hebben 43% (NE2) en 63% (NE1) een elektrische boiler en 25% (NE1) en 50% (NE2) een combiketel.

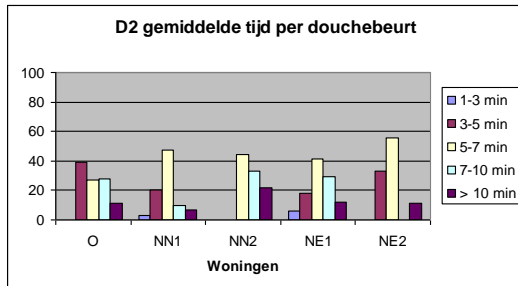
Deelconclusie: de combiketel is het meest gebruikte warmwatersysteem. Energiezuinige woningen hebben ook vaak een elektrische boiler.



Resultaat: gemiddeld douchet 60,6 % van de bewoners iedere dag (44 tot 67 %). 55 Tot 78% van de bewoners douchet tenminste vijf tot zeven keer per week. De NN2- woningen hebben

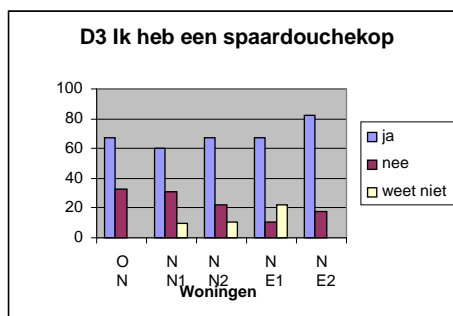
hierbij de laagste score (55%). De andere woningen liggen veel dichtter bij elkaar: tussen de 77 en 83 %. Een enkele bewoner douchet twee maal daags.

Deelconclusie: bij circa 70 % van alle huishoudens wordt vrijwel dagelijks gedoucht, bij sommige huishoudens zelfs twee keer per dag. Weinig bewoners douchen 1 a 2 keer per week. Er is weinig verschil tussen energiezuinige en niet- energiezuinige woningen.



Resultaat: in 23 tot 39% van de gevallen wordt er korter dan 5 minuten gedoucht. Bij alle soorten woningen wordt er langer dan 10 minuten gedoucht, gemiddeld is dit 13 %.

Deelconclusie: bij alle typen woningen wordt meestal langer dan 5 minuten gedoucht. Er is geen verschil tussen de bewoners van energiezuinige en niet- energiezuinige woningen. Bewoners die aangeven langer dan tien minuten te douchen, douchen ook vaak (minstens 5 keer per week).



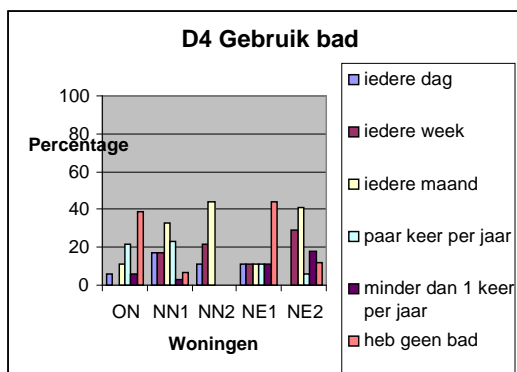
Resultaat: de meeste woningen hebben een spaardouchekop, ook de oudere woningen. De bewoners van de energiezuinige woningen hebben het vaakst een spaardouchekop: 67 en 82%.

Een aantal bewoners weet niet of zij een spaardouchekop hebben.

Van de oude woningen weet iedereen of er al of niet een spaardouchekop aanwezig is, van de nieuwe woningen weet een klein aantal bewoners niet of zij een spaardouchekop hebben.

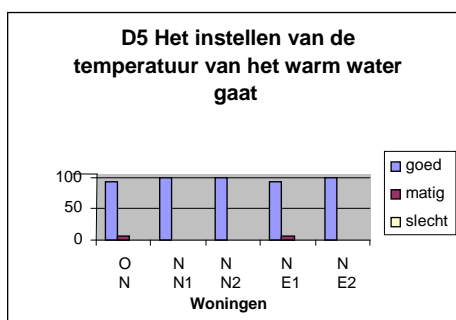
Deelconclusie: de meeste woningen hebben een spaardouchekop, zowel de oude als de nieuwe woningen. De energiezuinig gebouwde woningen hebben iets vaker een spaardouchekop.

Zowel bewoners van energiezuinige als niet- energiezuinige woningen weten niet altijd of zij een spaardouchekop hebben. Bij de oude woningen is dit wel bij iedereen bekend.



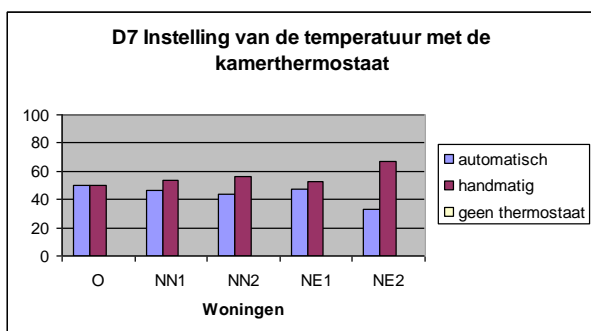
Resultaat: weinig bewoners gaan 1 of meer keer per week in bad. De hoogste score hebben hierbij de NE2- woningen (29%). Het bad wordt gemiddeld bij 28% van de bewoners 1 of meer keer per maand. E

Deelconclusie: de oude en de NE1- woningen hebben vaak geen bad. Bij de woningen met bad, wordt het bad meestal 1 of meer keer per maand gebruikt. Het bad wordt het minst vaak gebruikt door bewoners van de oudere- en de energiezuinige woningen.



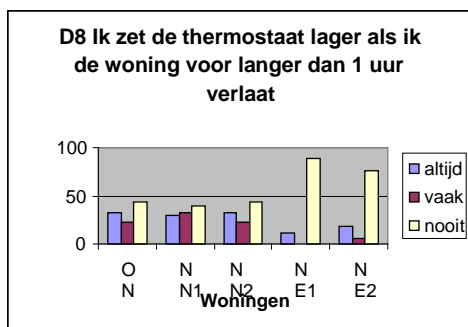
Resultaat: over het algemeen is men zeer tevreden met het instellen van de temperatuur van het warm water. Bij de ON- en de NE1- woningen geeft 1 bewoner aan dat de instelling van de temperatuur matig is.

Deelconclusie: vrijwel alle bewoners van de verschillende typen woning vinden dat het instellen van de temperatuur van het water goed gaat.



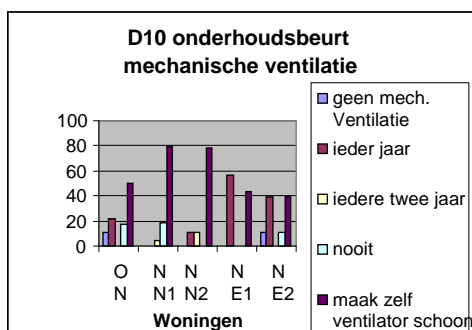
Resultaat: bij de oude woningen is het percentage tussen automatisch en handmatig gelijk (50%). Bij de overige woningen gebeurt de instelling iets vaker handmatig.: 58 tot 67%.

Deelconclusie: in iets meer dan de helft van de woningen gebeurt het instellen van de kamertemperatuur met de thermostaat handmatig.



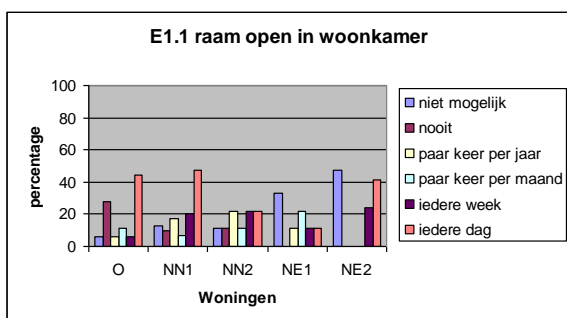
Resultaat: 75-90% van de bewoners van de energiezuinige woningen geeft aan nooit de thermostaat lager te zetten als men de woning voor langer dan 1 uur verlaat. De verschillen tussen de overige woningen zijn niet groot: altijd 29-33%, vaak 22- 33%, nooit 39-44% .

Deelconclusie: dat bij de energiezuinig gebouwde woningen de thermostaat tijdelijk niet lager gezet wordt is goed, omdat bij een lage temperatuurverwarming de thermostaat niet lager gezet moet worden in verband met het trage opwarmen van het systeem. Van de overige typen woningen wordt de thermostaat bij circa een derde van de woningen altijd lager gezet als men de woning verlaat.



Resultaat: het valt bij deze vraag op dat de meeste mensen hun ventilatiesysteem zelf schoonmaken. Bij de NN2- en de NN1- woningen ligt dit percentage zelfs op respectievelijk 78 en 79 %. Bij een enkele woning wordt het ventilatiesysteem nooit schoongemaakt. De bewoners van de NE- woningen onderhouden het ventilatiesysteem het beste: bij 39% en 56% gebeurt dit ieder jaar.

Deelconclusie: omdat veel systemen door de bewoners zelf schoongemaakt worden is niet met zekerheid te zeggen of het systeem werkelijk regelmatig wordt schoongemaakt. Ook geven een paar bewoners aan dat het systeem nooit onderhouden wordt. Dit geeft aan dat het onderhoud van het ventilatiesysteem nog verbeterd kan worden.

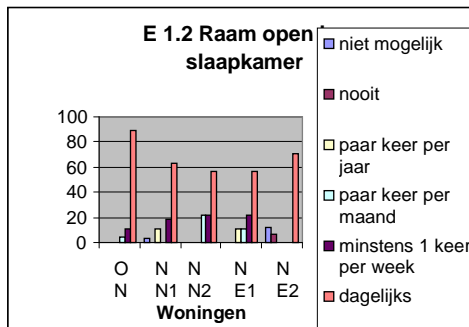


Resultaat: in sommige woningen is het niet mogelijk om een raam in de woonkamer open te zetten, vooral in de energiezuinig gebouwde woningen. In de oudere woningen staat het vaakst dagelijks een raam open (44%). Bij de energiezuinig gebouwde woningen is dit 11% en

41%. De scores van bewoners die nooit een raam open te zetten liggen tussen de 0 en 28%, waarbij de 0 % bij de energiezuinig gebouwde woningen is aangegeven.

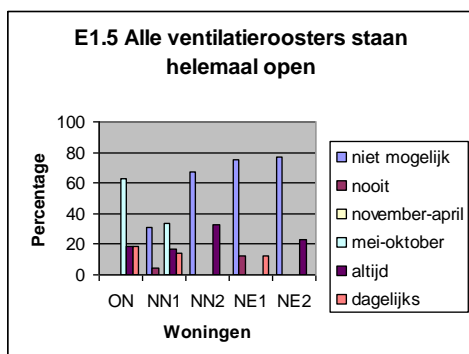
Deelconclusie: de resultaten per woningtype zijn erg divers. Van alle woningen wordt bij één of meerdere bewoners aangegeven dat er

- geen ramen open gezet kunnen worden of nooit opengezet wordt
- iedere dag een raam open staat (dus ook in de energiezuinig gebouwde woningen).



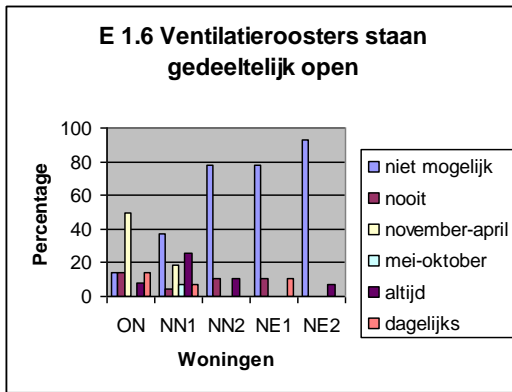
Resultaat: in de slaapkamer staat vaker dagelijks een raam open dan in de woonkamer, de scores liggen tussen de 56 en 89 %. Hierbij scoren de O- woningen het hoogst, met 89 %. Bij de NE1- en de NE2- woningen zetten respectievelijk 56 en 71 % van de bewoners dagelijks een raam open in de slaapkamer.

Deelconclusie: in slaapkamers staat vaker een raam open dan in woonkamers, ook in de energiezuinige woningen.



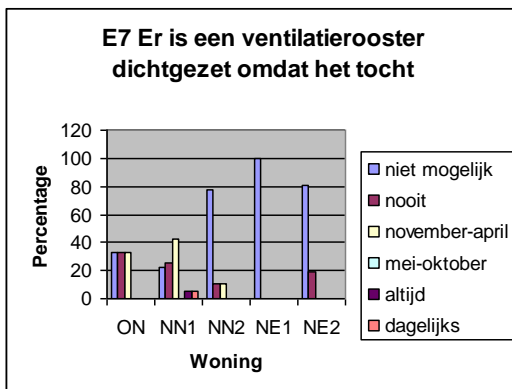
Resultaat: bij de N- woningen kunnen vaak geen roosters open gezet worden: bij 31 (NN1), 67 (NE2), 75 (NN2) en 77 % (NE2). Bij geen enkel type woning wordt aangegeven dat er nooit een ventilatierooster helemaal open staat tussen november en april. In de zomermaanden staan er vaker roosters helemaal open: bij 63 (ON) en 34 (NN1) % van de woningen. Bij 17 en 19 % van deze woningen wordt aangegeven dat de roosters altijd helemaal open staan.

Deelconclusie: bij alle typen woningen staat nooit een rooster helemaal open tijdens de wintermaanden. Bij veel nieuwe woningen kunnen er geen roosters geopend worden.



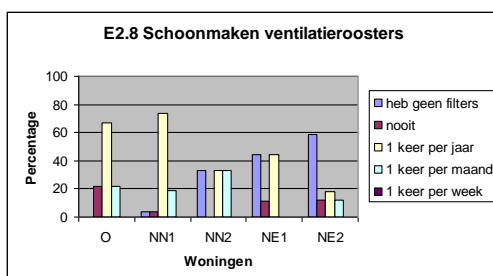
Resultaat: de bewoners van de N- woningen geven weer voor het grootste deel aan dat er geen roosters opengezet kunnen worden, behalve bij de NN1- woningen, hier is dit percentage 37%. Bij de O- en de NN1- woningen kunnen bij 14 en 37 % geen rooster deels opengezet worden. In de winter staat respectievelijk 19% (NN1) en 50% (O) van de roosters gedeeltelijk open.

Deelconclusie: Bij de O- woningen kwam bij vraag E 1.5 naar voren dat er nooit een rooster in de wintermaanden helemaal openstaat. 50% van de roosters in deze woningen staat gedeeltelijk open in de wintermaanden. Uit deze en de vorige vraag kan voor de O- en de NN1- woningen geconcludeerd worden dat in de wintermaanden roosters (gedeeltelijk) gesloten worden. In de zomermaanden staan de roosters overwegend helemaal open. Er staan bij alle woningen waarbij dat mogelijk is meer roosters helemaal dan gedeeltelijk open.



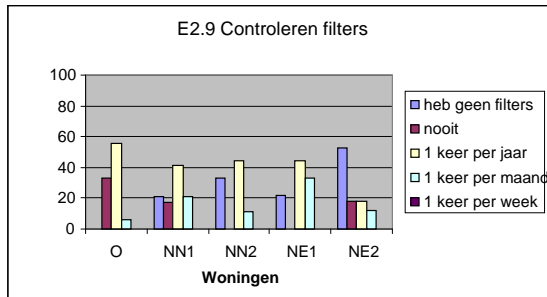
Resultaat: bij de NN1- woningen wordt in de wintermaanden het meest een rooster gesloten omdat het tocht: 43 %. Bij de O- woningen is dit 33 %. Van beide woningtypen geeft 22% en 33 % aan dat er geen roosters dichtgezet kunnen worden. Bij de NN1- woningen geeft een enkele bewoner aan dat er altijd of dagelijks een rooster is dichtgezet omdat het tocht.

Deelconclusie: in de O- en de NN1- woningen worden roosters wel eens dichtgezet omdat het tocht, alleen in de wintermaanden.



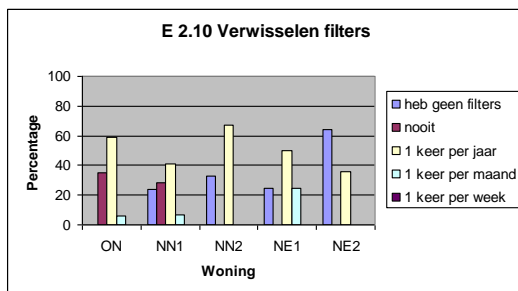
Resultaat: bij de meeste typen woningen behalve de NN1- woningen is er een enkele bewoner die de roosters nooit schoonmaakt. Jaarlijks worden de roosters in de O- en de NN1- woningen bij 68 en 74% schoongemaakt.

Deelconclusie: bij woningen die roosters hebben maken de meeste bewoners de roosters 1 keer per jaar schoon. Een enkele bewoner maakt de roosters nooit schoon.



Resultaat: circa 40 % van de bewoners controleert de filters 1 keer per jaar. Bij de oudere woningen worden de filters iets vaker één keer per jaar gecontroleerd. Bij de O- woningen geeft 33 % aan de filters nooit te controleren, bij de NN1- woningen 17 %.

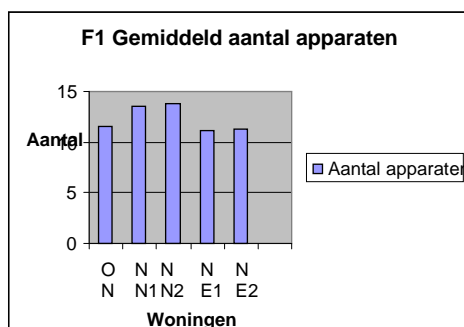
Deelconclusie: meer dan de helft van de bewoners controleert de filters maandelijks of jaarlijks.



Resultaat: gemiddeld worden filters 1 keer per jaar verwisseld. De scores liggen tussen de 67% en 59%. Bij de NN2- NE1- en NE2- woningen geeft niemand aan de filters nooit schoon te maken.

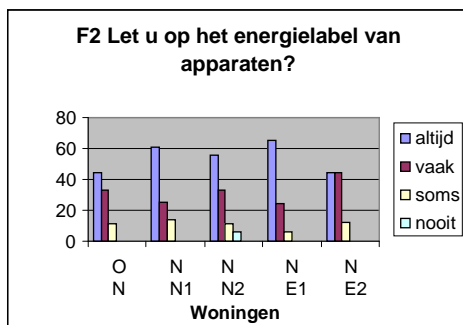
Deelconclusie: Bij de energiezuinige woningen worden de filters regelmatig verwisseld voor zover er filters aanwezig zijn.

F- vragen:



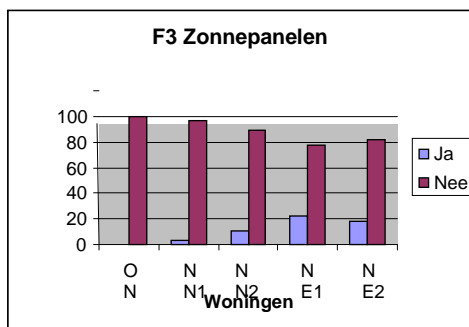
Resultaat: het gemiddelde aantal apparaten van de verschillende woningen ligt niet ver uit elkaar: tussen de 11,2 en 13,8 stuks. Het aantal apparaten van de NE1- en NE2- woningen is wel het laagst (11,2 en 11,2 stuks).

Deelconclusie: het aantal elektrische apparaten in de verschillende typen woningen bedraagt ongeveer twaalf. De bewoners van de energiezuinige woningen geven aan iets minder apparaten te hebben, maar dit aantal is niet opvallend lager dan bij de overige woningen.



Resultaat: ruim driekwart van de bewoners let (vaak) op het energielabel van apparaten.

Deelconclusie: er wordt doorgaans goed op het energielabel van een apparaat gelet bij de aankoop. Er is weinig verschil tussen de energiezuinige woningen en de overige woningen.



Resultaat: de energiezuinige woningen hebben het meest zonnepanelen: één op de vijf. Bij de niet- energiezuinige woningen varieert dit van 0 (O- woningen) tot één op de 20 (NN1) en één op de tien (NN2).

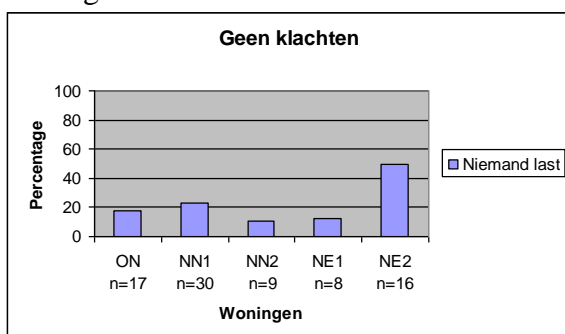
Deelconclusie: energiezuinige woningen hebben vaker zonnepanelen. Oudere woningen het minst.

Denkt u erover na om zonnepanelen aan te schaffen?

Bij de O- woningen denkt 22% van deze bewoners erover na om zonnepanelen aan te schaffen. Bij de NE- woningen gemiddeld 31%, bij de NN- woningen is gemiddeld 14%.

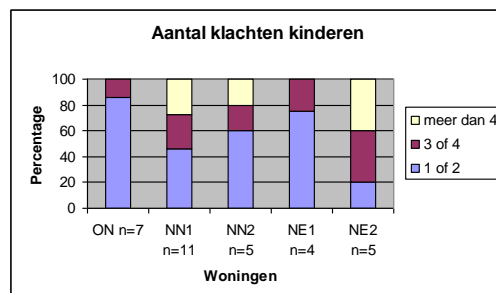
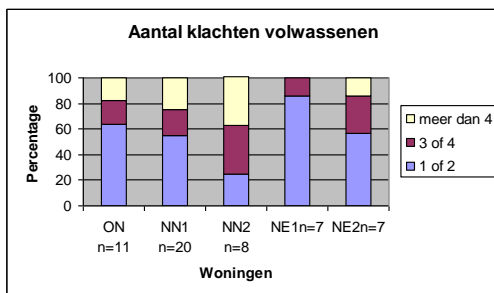
Deelconclusie: bewoners van energiezuinige woningen denken vaker na over de aanschaf van zonnepanelen.

G- vragen



Resultaat: in de meeste woningen is sprake van gezondheidsklachten, met name in de NN2- en NE1-woningen. In slechts 11 % van de NN2- woningen (niet energiezuinig) hebben de bewoners geen gezondheidsklachten. Ook bij 12% van de energiezuinig gebouwde woningen type één (NE1) komen geen gezondheidsklachten voor. Bij 50% van de NE2 woningen komen geen gezondheidsklachten voor.

Deelconclusie: NE2-woningen scoren het beste wat betreft woningen met geen gezondheidsklachten. NN2-en NE1- woningen het slechtst. Van slecht naar goed: NN2- NE1- ON- NN1- NE2.

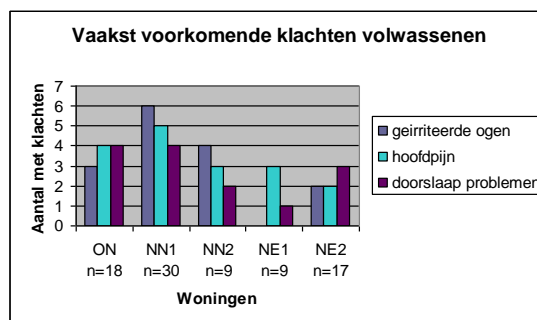
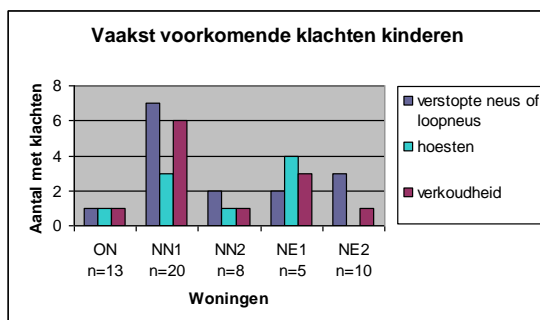


Resultaat: volwassen bewoners van de nieuwe, niet energiezuinig gebouwde woningen hebben het grootste aantal gezondheidsklachten: 38% van de NN2 en 25% van de NN1-woningen heeft meer dan vier klachten. Geen van de bewoners van de NE1 woningen geven aan meer dan 4 gezondheidsklachten te hebben.

Bij de kinderen valt het op dat bij de ON- en de NE1- woningen kinderen de minste klachten hebben. Hierbij hebben de kinderen uit de ON- woningen vaker 1 of twee klachten (86%) dan kinderen die in de NE1- woningen wonen (75%). De woningtypen waarbij kinderen het vaakst meer dan vier klachten hebben zijn de NE2- woningen (40%) en de NN1- woningen (27%)

Deelconclusie volwassenen: NN2-woningen scoren het slechtst met gemiddeld de meeste klachten, NE1-woningen het beste. Van slecht naar goed: NN2 – NN1 – ON – NE2 - NE1.

Deelconclusie kinderen: van slecht naar goed: NE2- NN1- NN2- NE1-ON.



Resultaat: kinderen die in de NN1 woningen wonen hebben het vaakst last van een verstopte neus of een loopneus en verkoudheid. Kinderen uit de oude, niet energiezuinig gebouwde woningen hebben het minst vaak last. Volwassenen die in de NN1- woningen wonen scoren het hoogst bij alle genoemde klachten, volwassenen die wonen in energiezuinig gebouwde woningen hebben het minst last van de drie genoemde klachten.

Deelconclusie: van slecht naar goed kunnen de woningen als volgt ingedeeld worden:

Kinderen: NN1- NE1- NN2+ NE2- ON.

Volwassenen : NN1- ON- NN2- NE2- NE1.

Resultaat samengevat van de gezondheid van de bewoners

Bij de deelconclusie over de gezondheidsvragen is iedere keer een volgorde van goed naar slecht gegeven:

Geen klachten: NN2- NE1- ON- NN1- NE2;

Aantal klachten volwassenen: NN2 – NN1 – ON – NE2 - NE1;

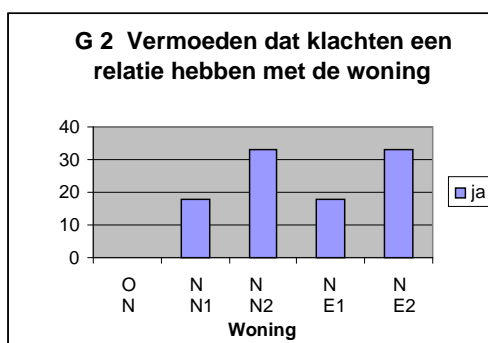
Aantal klachten kinderen: : NE2- NN1- NN2- NE1-ON;

Vaakst voorkomende klachten bij kinderen: NN1- NE1- NN2+ NE2- ON;

Vaakst voorkomende klachten bij volwassenen : NN1- ON- NN2- NE2- NE1.

Deze volgorde kan ook in punten weergegeven worden: de slechtste woning krijgt 0 punten, de op een na slechtste 1 punt.....en de beste 4 punten.

Het blijkt dan dat bewoners van de oude, niet energiezuinig gebouwde woningen (ON) en de nieuwe, energiezuinig gebouwde woningen (NE) het gezondst zijn. Bewoners van nieuwe, niet energiezuinig gebouwde woningen (NN) hebben een lagere score wat de gezondheid betreft.

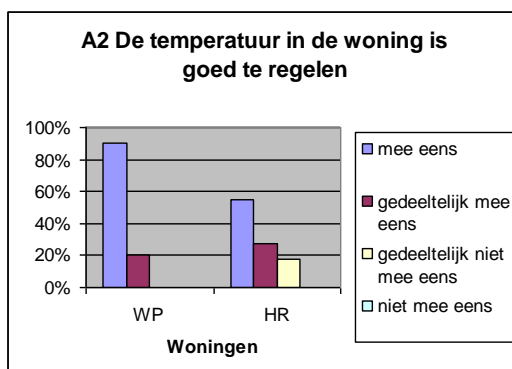


Resultaat: bij alle nieuwe woningen hebben bewoners het vermoeden dat de klachten een relatie hebben met de woning. Gemiddeld is dit 26%. Van de O- woningen geeft niemand aan dat er een vermoeden is tussen klachten en de woning.

Deelconclusie: bewoners van nieuwe woningen hebben vaak een vermoeden dat gezondheidsklachten een relatie hebben met de woning.

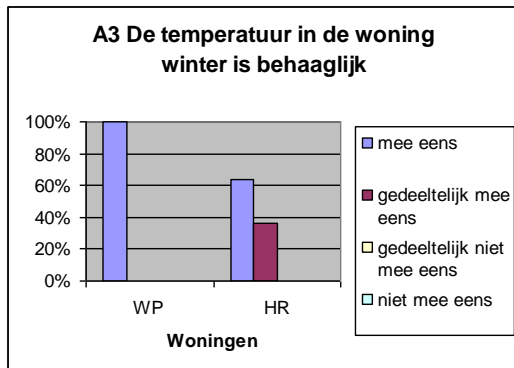
2 Grafieken Groene Kreek

In deze paragraaf zijn de energiezuinig gebouwde woningen (NE1 en NE2) nader bekeken. Er is hierbij een onderscheid gemaakt tussen de woningen met een warmtepomp (n=15) en woningen met een HR- ketel (n=11). Er is gekeken naar vragen die betrekking hebben op verwarmen, ventileren, waardering en gezondheid.



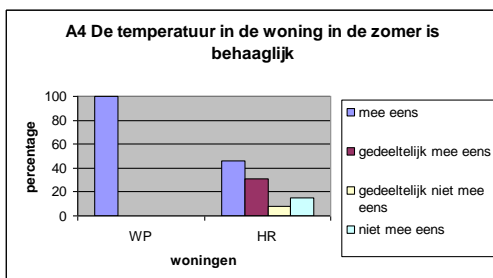
Resultaat: van de bewoners van de HR- woningen vindt ca 80 % dat de temperatuur (deels) goed te regelen is, bij de bewoners van de WP- woningen is dit 100%. Niemand vindt dat de temperatuur gedeeltelijk niet goed te regelen is.

Deelconclusie: de temperatuur is de woningen met een HR- ketel is minder goed te regelen dan bij woningen met een warmtepomp.



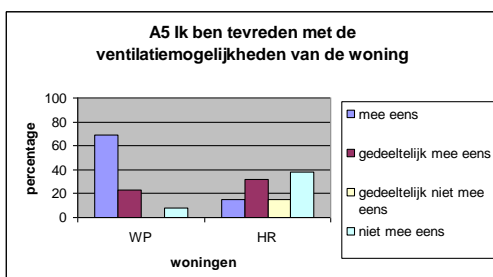
Resultaat:100 % van de bewoners van de WP- woningen vindt de temperatuur in de winter behaaglijk. Bij de HR- woningen vindt 64% van de bewoners de temperatuur in de winter behaaglijk, 36 % is het gedeeltelijk behaaglijk.

Deelconclusie: de temperatuur in de winter is het meest behaaglijk in de woningen met en warmtepomp.



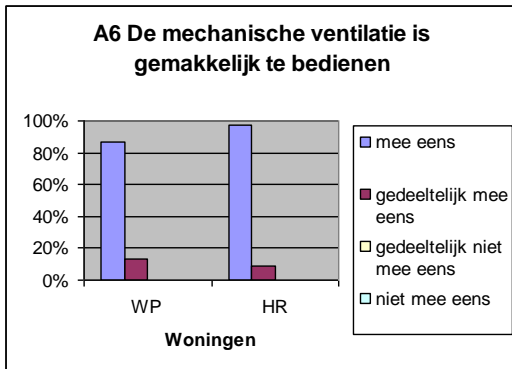
Resultaat: alle bewoners van de WP- woningen vinden de temperatuur in de zomer behaaglijk. Bij de HR- woningen is dit 77% (geheel of gedeeltelijk).

Deelconclusie: de temperatuur in de zomer is in de woningen met een warmtepomp meer behaaglijk dan in woningen met een HR- ketel.



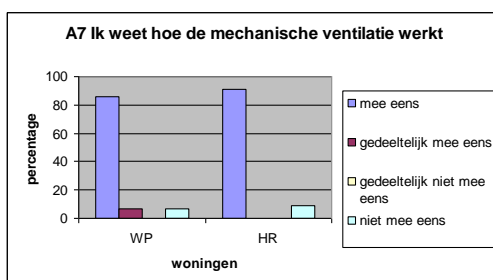
Resultaat: van de bewoners van WP woningen is 82% (deels) tevreden met de ventilatiemogelijkheden van de woning, van de woningen met een HR- ketel is dit 47 %.

Deelconclusie: de bewoners van de WP- woningen zijn meer tevreden met de ventilatiemogelijkheden van de woning dan bewoners van de HR- woningen.



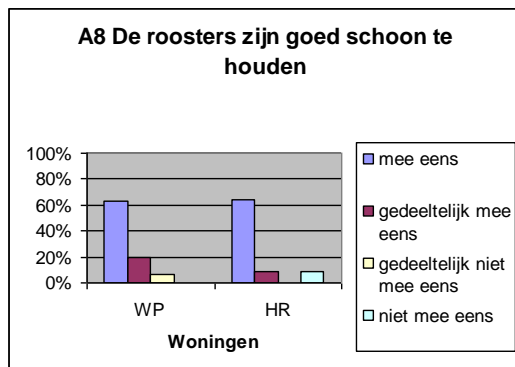
Resultaat: bewoners van beide typen woningen zijn het 100% (deels) met deze stelling eens.

Deelconclusie: de ventilatie in de woningen vinden alle bewoners (deels) gemakkelijk te bedienen.



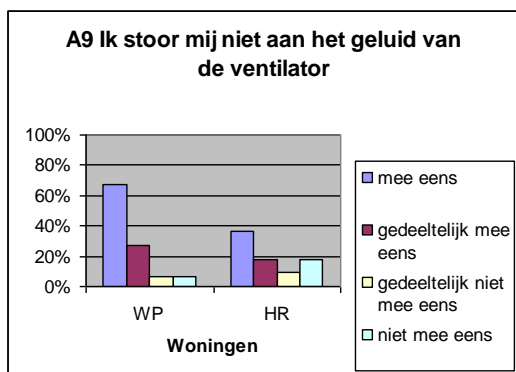
Resultaat: van de bewoners van de WP- woningen weet 93% (deels) hoe de mechanische ventilatie werkt, 7 % geeft aan het niet te weten. Bij de HR- woningen weet 9 % van de bewoners niet hoe het ventilatiesysteem werkt.

Deelconclusie: zowel bewoners van WP- als HR- woningen weten over het algemeen goed hoe de mechanische ventilatie werkt.



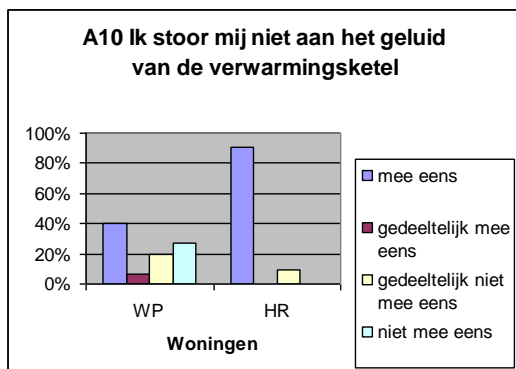
Resultaat: van de WP- woningen vindt 83% dat de roosters (deels) goed schoon te houden zijn. Bij de HR- woningen is dit 73%.

Deelconclusie: er is weinig verschil bij het goed kunnen schoonhouden van de roosters.



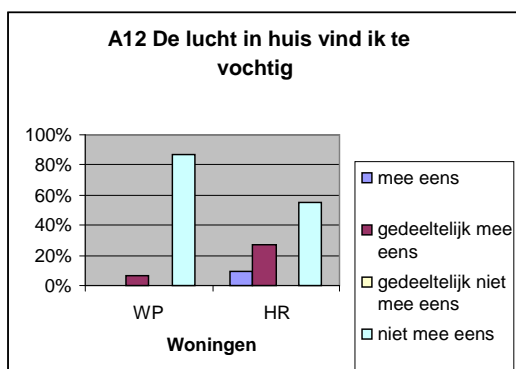
Resultaat: 92 % van de bewoners van de WP- woningen geeft aan zich (deels) niet aan het geluid van de ventilator te storen. Bij de HR- woningen is dit 53%.

Deelconclusie: bewoners van woningen met een warmtepomp storen zich veel minder aan het geluid van de ventilator dan bewoners van woningen met een HR- ketel.

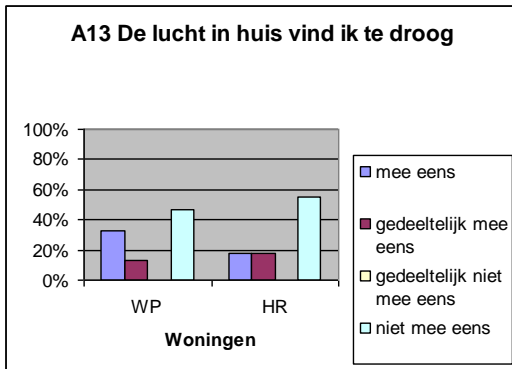


Resultaat: van bewoners van de HR- woningen stoort 100 % zich(deels) niet aan het geluid van de verwarmingsketel. Van de WP- woningen geeft 47 % van de bewoners aan het (deels) niet eens met de stelling te zijn.

Deelconclusie: tussen hinder van het geluid van de verwarmingsketel zit een groot verschil tussen de woningen met een warmtepomp en een HR- ketel. Bewoners van woningen met een WP storen zich beduidend meer aan het geluid.

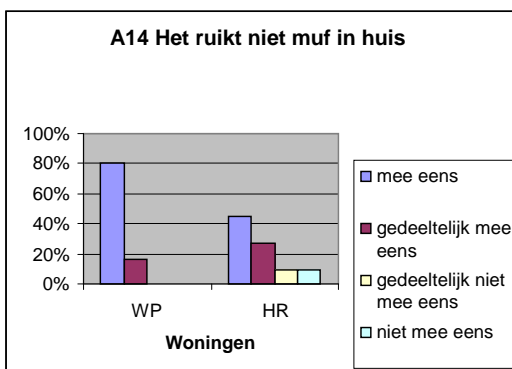


Resultaat: 36% van de HR- woningen vind de lucht (deels) te vochtig, bij de WP- woningen is 7% het deels met de stelling eens. **Deelconclusie:** de bewoners van de HR- woningen vinden de woning vochtiger dan de bewoners van de WP- woningen.



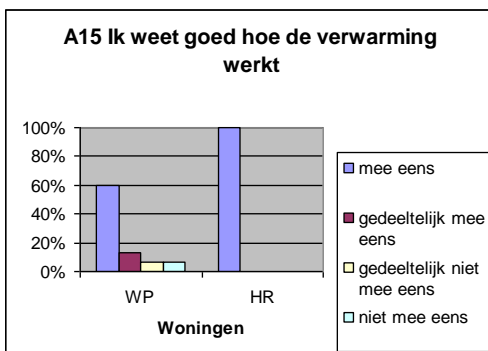
Resultaat: van de WP- woningen vindt 46% de lucht in huis (deels) te droog, tegenover 36% van de HR- woningen.

Deelconclusie: de bewoners van de WP- woningen vinden de lucht in huis iets droger.



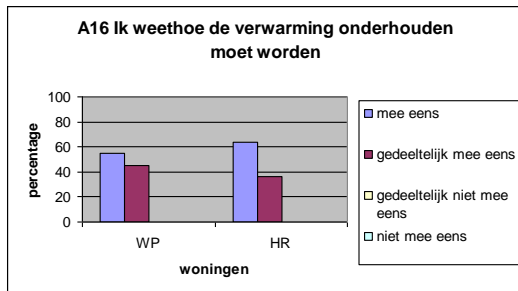
Resultaat: 100 % van de bewoners van de WP- woningen vind het (deels) niet muf ruiken in huis, 82 % van de HR- bewoners.

Deelconclusie: de bewoners van de HR- woningen vinden het vaker muf ruiken in de woning dan de WP- woningen. Dit komt overeen met de uitkomst dat de bewoners van de HR- woningen de woning vochtiger vinden.

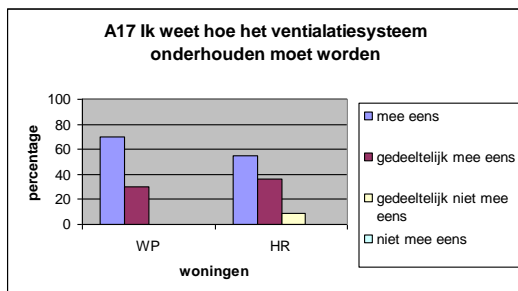


Resultaat: alle bewoners van de HR- woning geven aan te weten hoe de verwarming werkt. Bij de WP- woningen is dit 73 %.

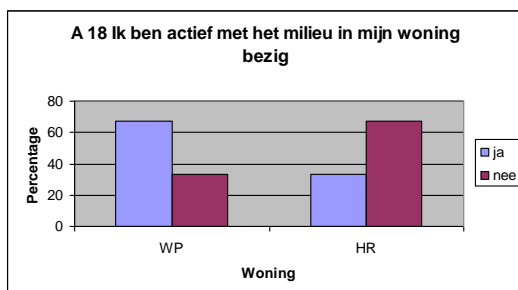
Deelconclusie: bewoners van een HR- woning weten beter hoe de verwarming werkt: iedereen geeft aan dit te weten.



Resultaat: Niemand geeft aan niet te weten hoe de verwarming onderhouden moet worden., 36 (HR) en 45 % (WP) van de bewoners geven aan het gedeeltelijk met de stelling eens zijn.
Deelconclusie: de bewoners van beide woningen weten bijna even goed hoe de verwarming onderhouden moet worden.



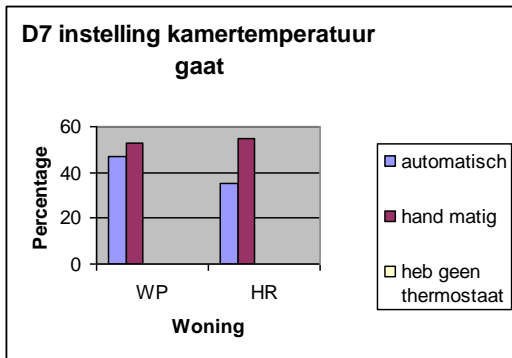
Resultaat: 100 % (WP) en 91% (HR) geeft aan (deels) te weten hoe het ventilatiesysteem onderhouden moet worden.
Deelconclusie: bewoners van de WP- woningen weten iets beter hoe het ventilatiesysteem onderhouden moet worden dan de bewoners van de HR- woningen. Niemand geeft aan het niet te weten.



Resultaat: 67 % van de bewoners van een WP- woning geven aan actief met het milieu in de woning bezig te zijn. Bij de HR- woningen is dit 33 %.
Deelconclusie: bewoners met een warmtepomp zijn actiever met het milieu in de woning bezig dan bewoners met een HR- ketel.

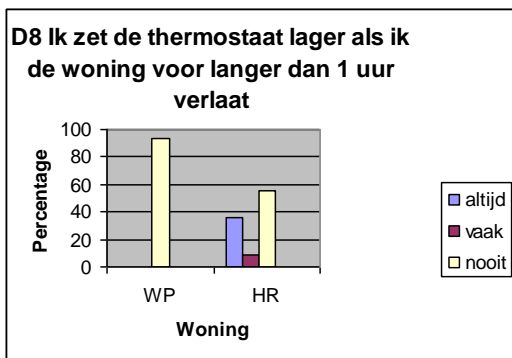
Cijfer voor de woning: WP 8,2
 HR 8,0

Resultaat: het gemiddelde eindcijfer voor de woning ligt dicht bij elkaar. De cijfers voor de WP- woningen zijn echter constanter, zij liggen allemaal tussen de 8 en 9. Die van de HR- woningen verschillen meer, de waardering ligt tussen de 6,5 en de 10.
Deelconclusie: de waardering voor een woning met een warmtepomp is iets beter dan die voor een woning met een HR- ketel.



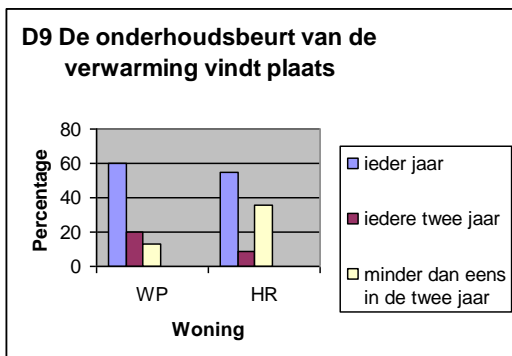
Resultaat: van beide woningen geeft 53 en 55% aan dat de instelling handmatig gebeurt. Automatisch gaat de instelling bij 47% van de WP- en 45% van de HR- woningen.

Deelconclusie: de instelling van de kamertemperatuur gaat bij de WP- en HR- woningen vrijwel even vaak automatisch.



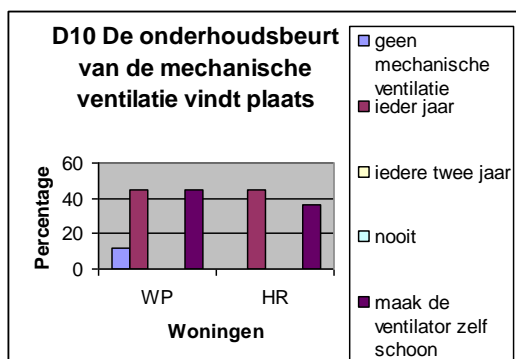
Resultaat: 93 % Van de WP- bewoners zet de thermostaat niet lager bij het verlaten van de woning. Bij de HR- woningen is dit 55 %, 36 % doet dit wel altijd.

Bij WP- woningen wordt de thermostaat vrijwel nooit lager gezet bij het verlaten van de woning, bij HR- woningen ca de helft.



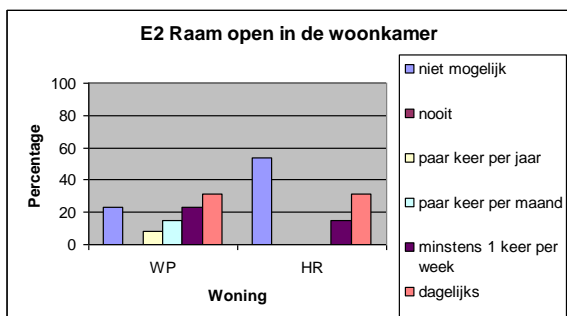
Resultaat: 60 % van de bewoners van WP- woningen geven de verwarming jaarlijks een onderhoudsbeurt, 20% iedere twee jaar en 13% (twee bewoners) minder als eens in de twee jaar. Bij de HR- woningen 55% jaarlijks, 9% iedere twee jaar en 36% minder als eens in de twee jaar.

Deelconclusie: bewoners van WP- woningen geven het verwarmingsysteem vaker een onderhoudsbeurt van de verwarming dan bewoners van een HR- woning.



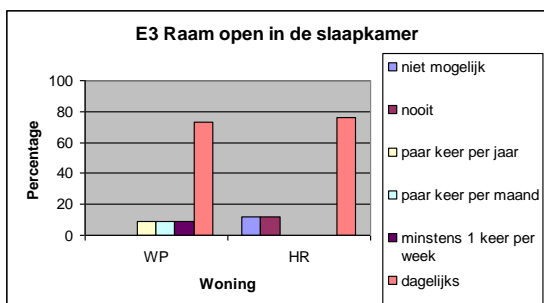
Resultaat: 13 % van de bewoners van de WP- woningen (twee bewoners) geeft aan geen mechanische ventilatie te hebben. Van de overige bewoners zegt 47% dat het systeem jaarlijks wordt schoongemaakt en 47% maakt de ventilator zelf schoon. Bij de HR- woningen is dit respectievelijk 45 en 36%.

Deelconclusie: iets minder als de helft van de bewoners geeft aan het ventilatiesysteem zelf schoon te maken. Ongeveer de helft van de bewoners laat het ventilatiesysteem jaarlijks schoonmaken.



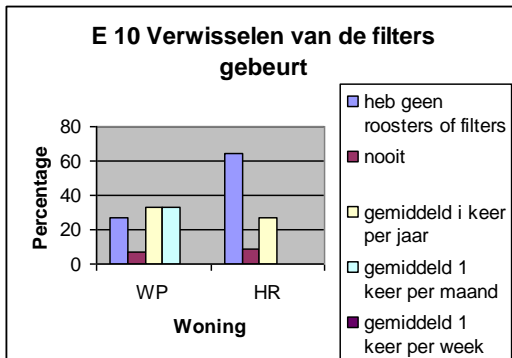
Resultaat: bij de WP- woningen wordt door 23% van de bewoners aangegeven dat er geen raam open gezet kan worden. Bij de HR- woningen is dit 54%. Zowel bij de WP- als de bij de HR- woningen zet 31% van de bewoners dagelijks een raam open. Minstens een keer per week wordt 23 (WP) en 15 (HR) % een raam open gezet.

Deelconclusie: als het mogelijk is om een raam open te zetten, dan wordt dit bij alle woningen minstens 1 keer per week gedaan.



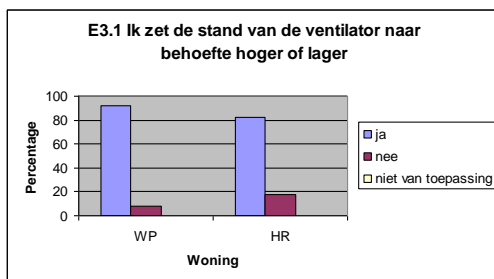
Resultaat: de meeste bewoners geven aan dagelijks een raam open te zetten in de slaapkamer, zowel bewoners met warmtepomp als een HR- ketel (73 en 76 %).

Deelconclusie: in de slaapkamers wordt bij ongeveer driekwart van de bewoners dagelijks een raam opengezet.



Resultaat: bij niet alle woningen zijn filters aanwezig: 27% (WP) en 64% (HR). De filters worden doorgaans 1 keer per jaar verwisseld. Bij de WP woningen ook wel eens per maand. Bij beide woningtypen verwisselt een enkele bewoner de filters nooit.

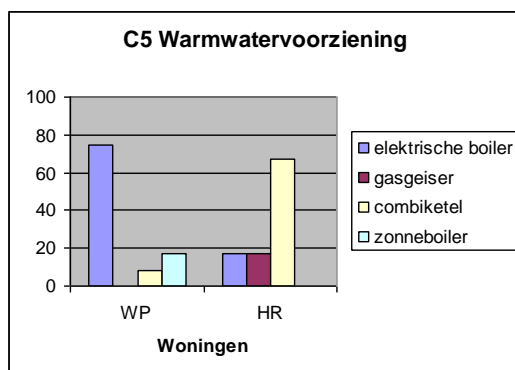
Deelconclusie: de filters van ventilatiesystemen met WTW worden indien aanwezig regelmatig verwisseld.



Resultaat: de ventilator wordt in de HR- woningen bij 82 % naar behoefte hoger of lager gezet, bij de WP- woningen is dit 92 % .

Deelconclusie: de ventilator wordt in beide type woningen vaak naar behoefte hoger of lager gezet.

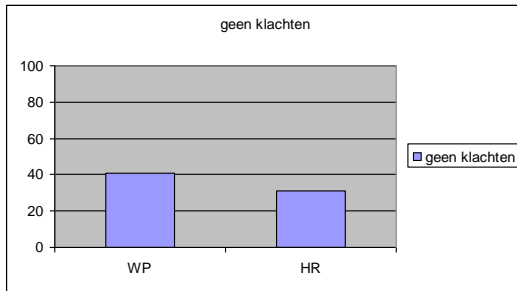
Van de woningen met een warmtepomp heeft 33 % zonnepanelen. Van de woningen met een HR- ketel 0 %.



Resultaat: van de woningen met een warmtepomp heeft 75% een elektrische boiler, 17% heeft een zonneboiler. HR- woningen hebben het meest een combi- ketel: 67%.

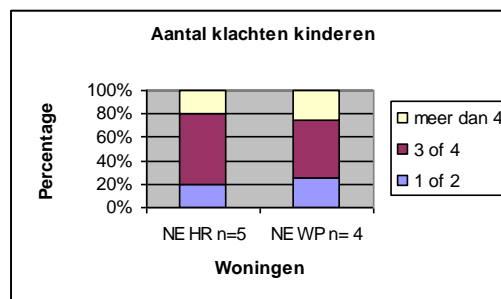
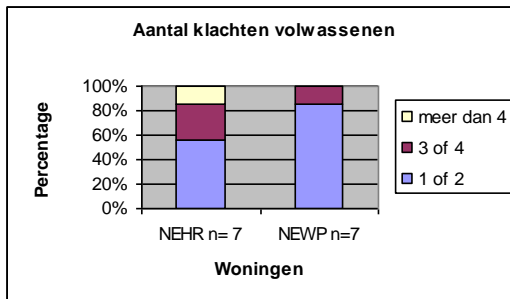
Deelconclusie: het warmwatersysteem dat het meest voorkomt bij een woning met een warmtepomp is een elektrische boiler, bij woningen met een HR- ketel is dit een combiketel.

Gezondheid



Resultaat: er zijn iets meer gezinnen in WP- woningen zonder klachten dan gezinnen in HR- woningen (41 % tegenover 31 %).

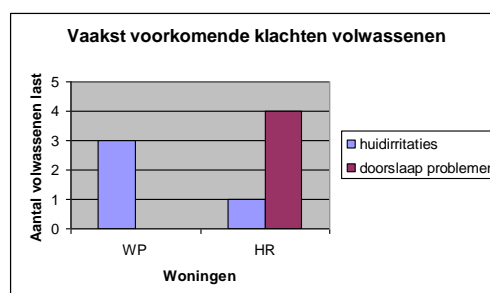
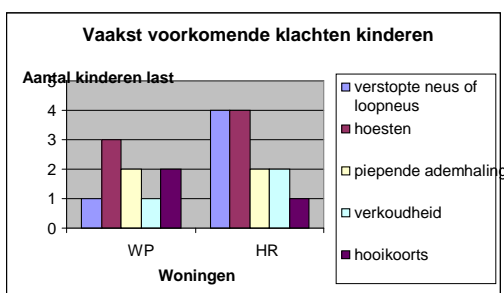
Er zijn zeven WP- woningen waarin volwassen bewoners één of meer klachten hebben, eenzelfde aantal als bij HR- woningen. Voor kinderen zijn dit 4 woningen met een warmtepomp en 5 woningen met een HR- ketel.



Resultaat: 86% van de huishoudens met een warmtepomp geeft aan 1 of 2 gezondheidsklachten bij volwassenen te hebben, bij huishoudens met een HR- ketel is dit 57%. 0% van de volwassenen in een woning met een warmtepomp heeft meer dan 4 klachten, dit is bij de woningen met een HR- ketel 15%.

Bij de kinderen heeft 20% 1 of 2 gezondheidsklachten bij de HR- woningen, bij de WP woningen is dit 24%. 3 of 4 klachten heeft 60% van de kinderen in de HR- woningen en 48 % in de WP= woningen.

Deelconclusie: volwassen bewoners van WP-woningen hebben minder gezondheidsklachten dan bewoners van HR-woningen. Bij kinderen is er weinig verschil.



Resultaat: de meest voorkomende klachten bij kinderen zijn hoesten (7 kinderen) en een verstopte neus of loopneus (5 kinderen). Kinderen die in een HR- woning wonen hebben meer last van een verstopte neus of loopneus dan kinderen die in een WP- woning wonen. Vier kinderen hadden last van piepende ademhaling, verkoudheid of hooikoorts.

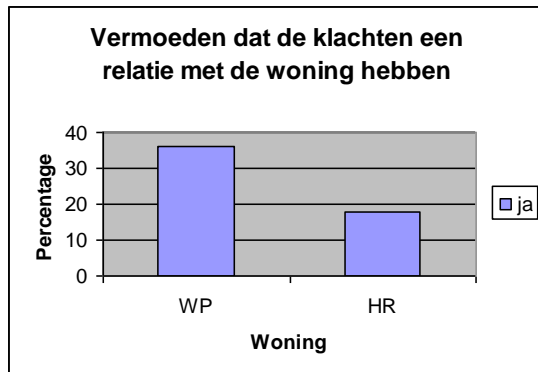
Bij volwassenen zijn huidirritaties (vier keer genoemd) en doorslaapproblemen (vier keer genoemd) de meest genoemde klachten. Alle andere klachten werden niet vaker dan twee keer genoemd. De bewoners van woningen met een warmtepomp hebben meer last van

huidirritaties dan bewoners van een HR- woning, de bewoners van een HR- woning hebben meer last van doorslaapproblemen.

Deelconclusie: bij de HR- woningen hebben kinderen iets meer last van de vaakst voorkomende klachten, volwassenen hebben het vaakst last van doorslaapproblemen.

Volwassen bewoners van woningen met een warmtepomp hebben meer last van huidirritaties.

Algemene deelconclusie gezondheid: uit de antwoorden van de vorige vragen kan gesteld worden dat volwassen bewoners van woningen met een warmtepomp iets gezonder lijken te zijn dan volwassen bewoners van woningen met een HR- ketel.

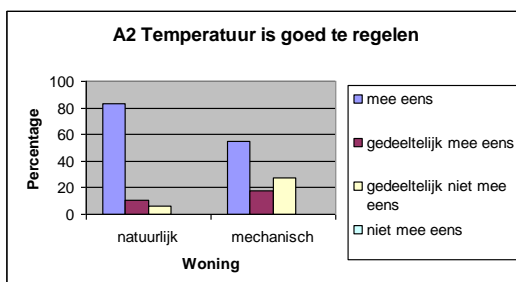


Resultaat: 36 % van de bewoners van de WP- woningen hebben een vermoeden dat de klachten een relatie hebben met de woning. Bij de HR- woningen is dit 18%.

Deelconclusie: ondanks het feit dat bewoners van de WP- woningen iets gezonder zijn (met name de kinderen) dan bewoners van de HR- woningen, hebben de meeste bewoners van de WP- woningen het vermoeden dat de klachten een relatie met de woning hebben. De voornaamste klacht bij bewoners uit de WP- woningen is huidirritaties (3 personen), geïrriteerde ogen (2 personen) en hooikoorts (2 personen).

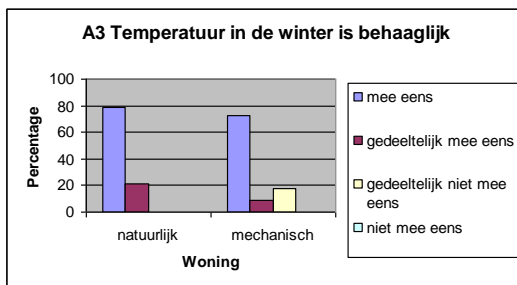
3 Vergelijking van woningen met natuurlijke aanvoer buitenlucht en mechanische aanvoer

In dit deel van het onderzoek is zijn de NN1- woningen verder onderzocht. Van deze woningen hebben 19 woningen mechanische ventilatie met natuurlijke aanvoer van de buitenlucht en 11 woningen mechanische aan- en afvoer in combinatie met warmteterugwinning. Deze woningen worden met elkaar vergeleken wat betreft verwarmen, ventileren, waardering en gezondheid.



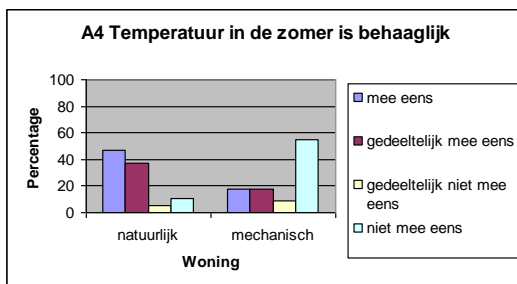
Resultaat: van de bewoners van woningen met mechanische aanvoer vindt 55% dat de temperatuur in de woning goed te regelen is, tegenover 84% van de woningen met een natuurlijke aanvoer.

Deelconclusie: meer bewoners van woningen met een natuurlijke aanvoer vinden dat de temperatuur in de woning goed te regelen is vergeleken met bewoners van woningen met mechanische aanvoer.



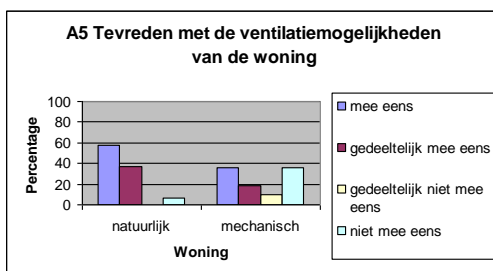
Resultaat: 100 % van de bewoners van een woning met een natuurlijke aanvoer vindt de temperatuur in de winter (deels) behaaglijk, 80 % van de bewoners van een woning met mechanische aanvoer. Niemand geeft aan het niet behaaglijk te vinden.

Deelconclusie: iets meer bewoners van woningen met natuurlijke aanvoer van de buitenlucht vinden de temperatuur in de winter in de woning behaaglijk.



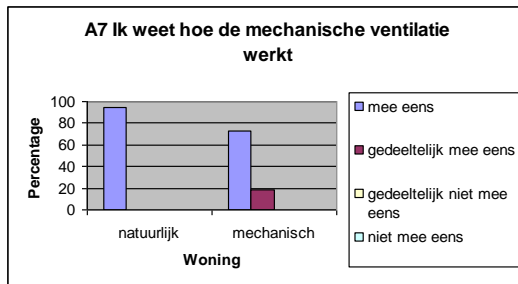
Resultaat: 74 % van de bewoners van woningen met natuurlijke aanvoer vindt de temperatuur in de zomer (deels) behaaglijk, tegenover 36 % van de woningen met mechanische aanvoer.

Deelconclusie: bij woningen met natuurlijke aanvoer vinden meer bewoners de temperatuur in de zomer behaaglijk dan bij woningen met mechanische aanvoer van de buitenlucht.



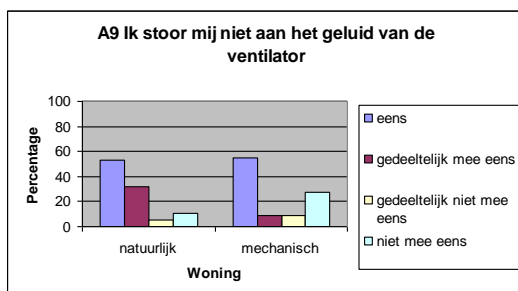
Resultaat: 84 % van de bewoners van woningen met natuurlijke aanvoer zijn (deels) tevreden met de ventilatiemogelijkheden van de woning tegenover 45 % van bewoners van woningen met mechanische aanvoer.

Deelconclusie: bewoners van woningen met natuurlijke aanvoer zijn meer tevreden met de ventilatiemogelijkheden van de woning dan bewoners met mechanische aanvoer.



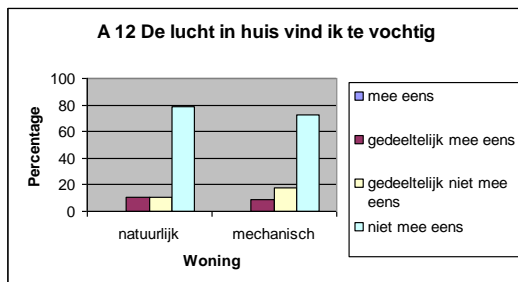
Resultaat: 95% van de bewoners van de woningen met natuurlijke aanvoer weten hoe de mechanische ventilatie werkt. Bij de mechanische aanvoer is dit 73% , 18% weet gedeeltelijk goed hoe het werkt.

Deelconclusie: bewoners van de woningen met natuurlijke aanvoer weten beter hoe de mechanische ventilatie werkt.



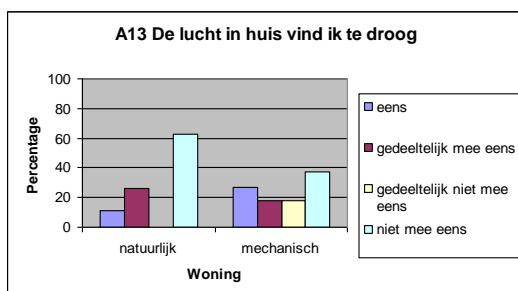
Resultaat: bij de woningen met mechanische aanvoer storen meer bewoners zich (deels) aan het geluid van de ventilator: 36 % tegenover 15 %. De scores van de bewoners die zich (deels) niet aan het geluid storen bedragen 85% (natuurlijk) en 64% (mechanisch).

Deelconclusie: er storen zich iets meer bewoners aan het geluid van de ventilatie bij woningen met mechanische aanvoer.



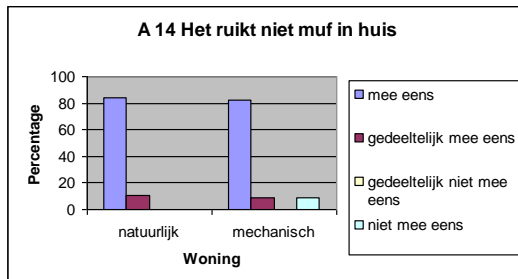
Resultaat: 73% (mechanisch) tot 79% (natuurlijk) van de bewoners vindt de lucht in huis niet te vochtig.

Deelconclusie: bij de vochtigheid van de lucht zijn er tussen de beide soorten woningen weinig verschillen. De meeste bewoners ervaren de lucht niet als te vochtig.



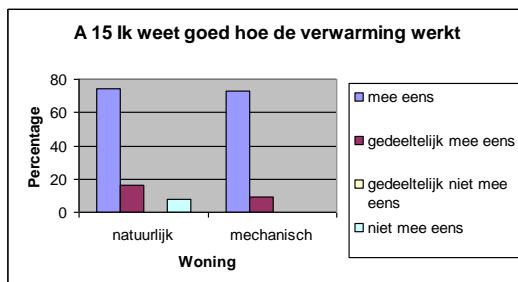
Resultaat: 55 % van de bewoners van woningen met mechanische ventilatie en 63% van de bewoners met natuurlijke aanvoer vindt de lucht in huis (deels) niet te droog. Het totaal van de bewoners die het (deels) niet met de stelling eens zijn bedragen 37 % (mechanisch) en 44 % (natuurlijk).

Deelconclusie: de lucht in huis wordt bij iets meer dan de helft van de bewoners te droog gevonden. Er is weinig verschil tussen de woningen.



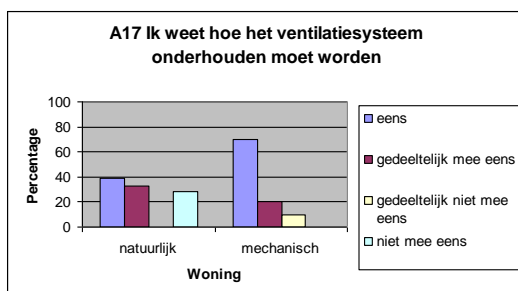
Resultaat: 82 en 84 % van de bewoners vindt dat het niet muf ruikt in huis. Van de woningen met mechanische ventilatie vindt 9% (1 bewoner) het muf ruiken in huis.

Deelconclusie: vrijwel alle bewoners vinden het niet muf ruiken in huis, tussen de woningen zijn er weinig verschillen.



Resultaat: 89 % (natuurlijk) en 83 % (mechanisch) van de bewoners geven aan (deels) goed te weten hoe de verwarming werkt. Gedeeltelijk goed weten dit 16% (natuurlijk) en 9% (mechanisch). Van de bewoners met natuurlijke ventilatie weet 9% (1 bewoner) niet hoe de verwarming werkt.

Deelconclusie: de bewoners van beide typen woningen weten goed hoe de verwarming werkt.



Resultaat; 90 % van de bewoners van woningen met mechanische aanvoer weet (deels) hoe het ventilatiesysteem onderhouden moet worden, 72 % van bewoners van woningen met natuurlijke aanvoer.

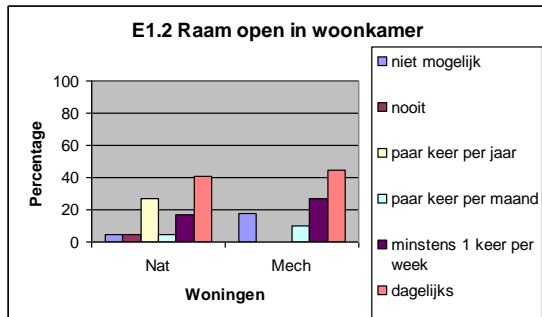
Deelconclusie: bewoners van woningen met mechanische aanvoer geven aan beter te weten hoe het ventilatiesysteem onderhouden moet worden.

Gemiddeld cijfer voor de woning

Natuurlijke aanvoer: 8,2

Mechanische aanvoer: 8,1

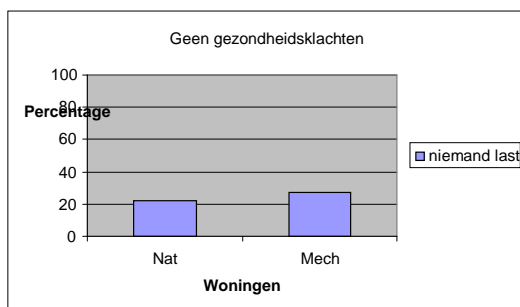
Deelconclusie: tussen de waardering van de beide typen woningen is weinig verschil. De woningen met mechanische aanvoer krijgen wel de laagste cijfers: drie keer een zeven. Het laagste cijfer van de woningen met natuurlijke aanvoer bedraagt een zeven-en-een-half.



Resultaat: in beide typen woningen staat vaak dagelijks een raam open in de woonkamer: in 42 en 45%. Ook geven bewoners aan de woonkamer wekelijks een raam open te zetten: 17% in de woningen met natuurlijke aanvoer en 27% in woningen met mechanische aanvoer.

Deelconclusie: tussen het open zetten van een raam in de woonkamer is weinig verschil tussen de beide typen woningen. In de woningen met mechanische aanvoer staat er net wat vaker een raam open. In beide typen woningen staat bij meer dan de helft van de huishoudens minstens één keer per week een raam open.

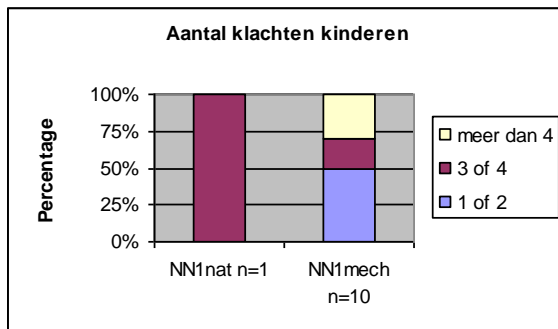
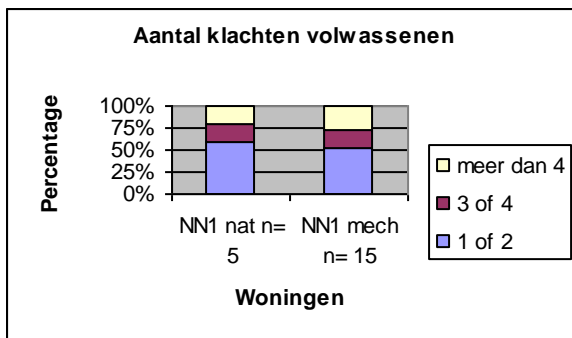
Gezondheid van de bewoners.



Resultaat: 22% van de bewoners van woningen met natuurlijke aanvoer geeft aan geen gezondheidsklachten te hebben, bij de woningen met mechanische aanvoer is dit 27%.

Deelconclusie: bij natuurlijke- en mechanische aanvoer van de buitenlucht zijn nagenoeg hetzelfde percentage bewoners vrij van gezondheidsklachten.

Het aantal woningen waarin volwassenen wonen met gezondheidsklachten is bij de woningen met natuurlijke aanvoer 5, bij mechanische aanvoer 15. Het aantal woningen waarin kinderen wonen met gezondheidsklachten is bij de woningen met natuurlijke aanvoer 1, bij mechanische aanvoer 10. Bij de onderstaande grafieken is gekeken naar het aantal klachten bij volwassenen en kinderen.

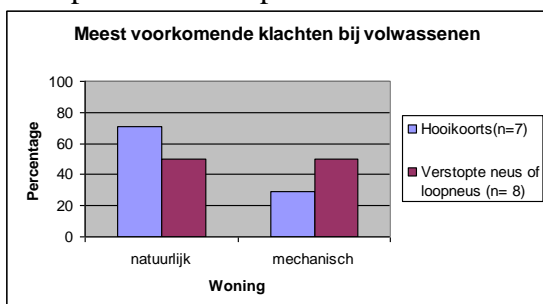


Resultaat: bij de volwassenen heeft 60% (natuurlijk) en 53% (mechanisch) één of twee klachten. Bij huishoudens met mechanische ventilatie heeft 27% last van meer dan vier klachten, bij huishoudens met natuurlijke ventilatie is dit 20%.

Bij huishoudens met kinderen is de score bij natuurlijke ventilatie 100% bij 3 of 4 klachten (n= 1 bij deze woningen). Bij woningen met mechanische ventilatie heeft 50% van de kinderen 1 of twee klachten en 30% meer dan vier klachten.

Deelconclusie: het aantal klachten van volwassenen die in een woning met natuurlijke- of mechanische aangevoerde buitenlucht wonen is nagenoeg gelijk. Bij de kinderen kan er geen uitspraak gedaan worden omdat er maar 1 woning met natuurlijke aanvoer was.

Bij de onderstaande grafiek is gekeken naar de meest voorkomende klachten bij volwassenen. Aangezien er bij de woningen met natuurlijke ventilatie maar 1 gezin met kinderen was, is van de kinderen geen grafiek gemaakt. De meest voorkomende klachten bij kinderen waren verstopte neus of loopneus en verkoudheid.



Resultaat: Van alle NN1- woningen hebben 7 kinderen last van een verstopte neus of een loopneus, dit is 35% van alle woningen waar kinderen wonen. Bij de klacht verkoudheid is dit 30% van alle huishoudens met kinderen. Van alle huishoudens heeft 23% van de volwassenen last van hooikoorts en 27% last van een verstopte neus of een loopneus.

Volwassenen die in een woning wonen net natuurlijke aanvoer hebben iets meer last van hooikoorts (71% tegenover 29% van alle volwassenen met hooikoorts).

Deelconclusie: bij woningen met natuurlijke aanvoer hebben meer volwassenen last van de meest voorkomende klachten.

Deelconclusie gezondheid:

Tussen woningen met natuurlijke- en mechanische aanvoer van de buitenlucht zit weinig verschil wat de gezondheid van de bewoners betreft.

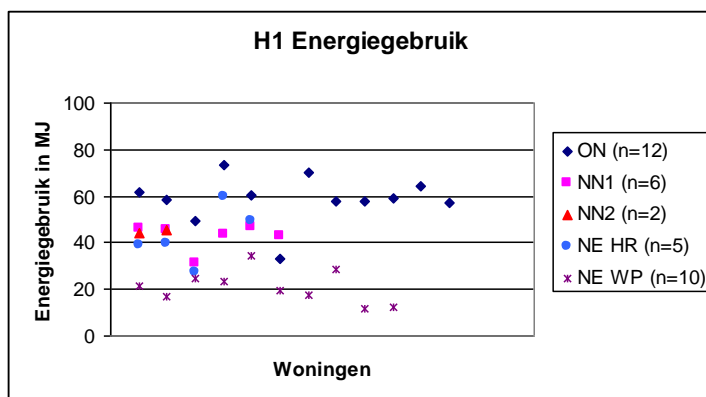
Vermoeden dat de klachten een relatie met de woning hebben:

Natuurlijke aanvoer 7%

Mechanische aanvoer 27%

Energiegebruik van de woningen

Als energiezuinig gebouwde woningen vergeleken worden met niet energiezuinig gebouwde woningen, dan moet er uiteraard ook naar het energiegebruik gekeken worden. De onderstaande figuur geeft het energiegebruik van de verschillende typen woningen aan. Hierbij is het in de enquête ingevulde energiegebruik per woning aangegeven. (Lang niet alle bewoners hebben het energiegebruik op de enquête vermeld. Het aantal bewoners dat deze vraag heeft ingevuld staat in de figuur vermeld). Aangezien de verschillende typen woningen verschillende soorten systemen hebben, zijn de gebruikcijfers omgerekend naar Joules. Bij de energiezuinig gebouwde woningen uit de Groene Kreek is een onderscheid gemaakt tussen woningen met een HR- ketel (NE HR) en een warmtepomp (NE WP).

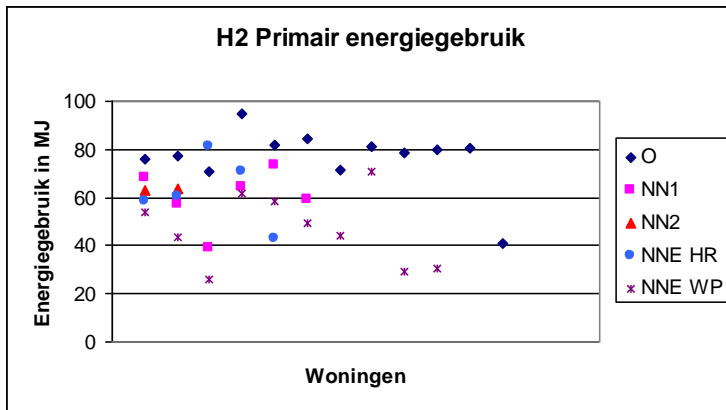


Resultaat: het energiegebruik van de bewoners ligt tussen de 12 en 74 MJ. In de grafiek is duidelijk te zien dat het energiegebruik van de oude woningen het hoogst is: het gebruik ligt tussen de 49 en 74 MJ.

Het energiegebruik is het laagst bij energiezuinig gebouwde woningen met een warmtepomp: dit gebruik ligt tussen de 12 en 35 MJ.

Het verschil in het energiegebruik van de energiezuinig gebouwde woningen met een HR-ketel en de twee typen nieuwe woningen is minder duidelijk.

Iedere woning gebruikt elektriciteit. Bij het ontbreken van een gasaansluiting (zoals bij een aantal energiezuinig gebouwde woningen), zal daarom het elektriciteitsgebruik hoger zijn door bijvoorbeeld het gebruik van de warmtepomp, koken en de warmwater bereiding. Het rendement van het opwekken van elektriciteit is 40% (zie paragraaf 2.5). Dit betekent dat het primaire energiegebruik bij het gebruik van elektriciteit hoger is dan bij het gebruik van gas. In de onderstaande grafiek, die de antwoorden op vraag H2 weergeeft, is het opgegeven energiegebruik van de huishoudens omgerekend naar het primaire energiegebruik (dat wil zeggen dat het energieverlies wat optreedt bij het opwekken van elektriciteit meegerekend is).



Resultaat: het primaire energiegebruik van de energiezuinig gebouwde woningen met een warmtepomp is nog steeds het laagst, maar de verschillen met de andere woningen zijn nu minder groot. Het primaire energiegebruik van de oudere woningen is nog steeds het hoogst, maar ook hier zijn de verschillen minder groot. Het primaire energiegebruik van de overige woningen (NN1, NN2 en NE1) ligt tussen de 39 en 82 MJ.

Deelconclusie: als er naar het primaire energiegebruik gekeken wordt dan zijn energiezuinige woningen met een warmtepomp het meest energiezuinig. Woningen die energiezuinig gebouwd zijn en een HR- ketel hebben een primair energiegebruik dat te vergelijken is met andere woningen die niet energiezuinig en in dezelfde periode gebouwd zijn. Het primaire energiegebruik van de oudere woningen is nog steeds het hoogst, maar komt in een aantal gevallen overeen met het energiegebruik van moderne woningen.