



ClimaRad® combineert energiebesparing met gezond binnenmilieu!

## Bestaande woningen

### Energie label vraagt kritische blik binnenmilieu

*Energiebesparing en CO<sub>2</sub>-reductie zijn blijvende thema's geworden. Vanuit Brussel worden er via de EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) eisen gesteld aan de certificering van bestaande woningen. Vanaf 1 januari 2008 moeten alle woningen bij verkoop of verhuur beschikken over een energiecertificaat en hoewel voorlopig kan worden volstaan met slechts een opgave van de Energie Index, is het de verwachting dat de overheid straks ook energieprestatie-eisen zal formuleren voor de bestaande bouw.*

*Isoleren, kierdicht maken en efficiëntere verwarmingsinstallaties zijn de voor de hand liggende stappen. Diezelfde praktijk in de nieuwbouw leert ons dat het ventilatiesysteem in zo'n geval meer dan gemiddelde aandacht verdient. Thermisch comfort en binnenmilieu zijn immers kritisch geworden en vragen om een zorgvuldig ontwerp van het ventilatiesysteem.*

#### Werkwijze bepaalt succes

Volgens de theorie van de Trias Energetica moet bij een energetische renovatie van een woning eerst en bovenal gestreefd worden naar beperking van de energievraag. De woning dient zo goed mogelijk te worden geïsoleerd en kierdicht gemaakt en reeds aanwezige warmte (energie) moet zo goed mogelijk worden hergebruikt. De energiebehoefte die dan nog overblijft, wordt bij voorkeur ingevuld met duurzame energie (bodemwarmte, zon- en windenergie). Voor de dan nog resterende energievraag wordt gebruik gemaakt van eindige energiebronnen.

De praktijk is anders.

Nut en noodzaak van de eerste stap wordt door eenieder onderkend en bij renovatie-werkzaamheden zijn isoleren en kierdicht maken ook daadwerkelijk de activiteiten die het eerst worden uitgevoerd. Aan de kritische situatie die dan ontstaat op het gebied van thermisch comfort en binnenmilieu wordt vandaag de dag niet of nauwelijks aandacht besteed. De standaard ventilatie oplossingen worden ook hier toegepast, ofschoon gewijzigde omstandigheden andere systemen doen prefereren. De kans op klachten m.b.t. tocht en binnenluchtkwaliteit is daarmee aanzienlijk vergroot.

De tweede stap (toepassing duurzame energie) wordt meestal niet gemaakt, simpelweg omdat de budgetten ontoereikend zijn en de vervanging van bestaande installaties door state-of-the-art nieuwe installaties (derde stap) economisch veel interessanter is en tevens aanzienlijke besparingen oplevert.

Meer naar de praktijk kijkend wordt daarom de volgende globale aanpak aanbevolen.

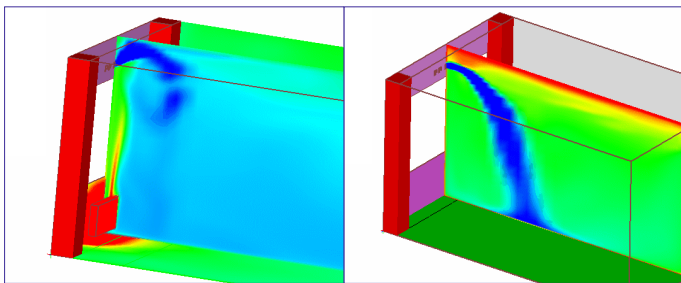
#### Energetische opwaardering bestaande woningen

##### Stap 1. Reductie warmtebehoefte

Overeenkomstig de Trias Energetica dienen –waar mogelijk– vloeren, gevels en daken zo goed mogelijk te worden (na-) geïsoleerd. De ramen worden van HR++ glas voorzien en er wordt goed gekeken naar de kierdichting van de woning. Alle aansluitingen c.q. overgangen van constructiedelen zijn mogelijke energielekken en dienen te worden afgedicht.

##### Stap 2. Kritische evaluatie thermisch comfort & ventilatiesysteem

Als stap 1 wordt uitgevoerd, zal ook kritisch gekeken moeten worden naar de gewijzigde situatie rondom comfort en het binnenmilieu. Toenemende klachten over binnenmilieu in pers en media illustreren dat bewoners daadwerkelijk problemen ondervinden. Bij een gereduceerde warmtevraag zullen radiatoren op een gemiddeld lagere temperatuur functioneren en zal de convectie en warmte-straling van de radiator afnemen. De hoeveelheid ventilatielucht die door de gevelroosters naar binnen wordt gevoerd zal daarentegen juist toenemen; de natuurlijke infiltratie is immers sterk gereduceerd en alle benodigde ventilatielucht moet nu via het gevelrooster worden toegevoerd. Gezamenlijk zorgen deze gewijzigde omstandigheden voor verhoogd risico op tochtklachten en ongezonde binnenluchtkwaliteit. Het antwoord van de bewoner op tochtklachten is bekend: hij sluit de ventilatieroosters. De binnenluchtkwaliteit zal diens gevolg tot ongewenste waarden dalen.



Ventilatiestroom gevel met warme radiator Ventilatiestroom gevel zonder radiator

woning wordt hiermee op de volgende drie essentiële punten aanzienlijk verbeterd:

- optimaal comfort (risico op tochtklachten is volledig verdwenen);
- gegarandeerd gezond binnenklimaat (sensorgestuurde ventilatie zorgt altijd voor de juiste binnenluchtkwaliteit);
- verdere reductie van de warmtebehoefte (er wordt alleen geventileerd wanneer dat nodig is en als dat nodig is, wordt de warmte teruggewonnen).

### Stap 3: Overweging toepassing duurzame energie

Pas als de warmtebehoefte van de woning is geminimaliseerd en het thermisch comfort en binnenmilieu zijn veilig gesteld, heeft het zin om te bekijken hoe de nog resterende energievraag ingevuld moet worden. In de meeste gevallen zullen de investeringen in betere cv- en warmwater installaties zich ruim binnen zeven jaar terug-verdienen. Voor de meeste duurzame energie-opwekkers is deze termijn aanzienlijk langer. Wanneer het ambitieniveau hoog is en het budget dat toelaat, kan met duurzame energiesystemen (omgevingswarmte, zon- en windenergie) aanvullende CO<sub>2</sub>-reductie worden gerealiseerd.

### Stap 4: Afweging kosten en baten

Bij de afweging van de kosten en baten van verschillende renovatie-alternatieven, is het belangrijk dat niet alleen gerekend wordt met de huidige energietarieven. Kijken we naar de afgelopen 10 jaar, dan zijn de consumentenprijzen voor gas en elektriciteit meer dan verdubbeld (gemiddelde stijging meer dan 8% per jaar). Kostte een kubieke meter aardgas in 1997 nog 29 eurocent, inmiddels is dat gemiddeld 65 eurocent. De kWh-prijs steeg in die periode van 10 naar 22 eurocent!

Bovendien is het belangrijk niet alleen de economische parameters onder ogen te zien, maar ook de kwaliteitsaspecten van de gemaakte installatiekeuzes mee te wegen; ofwel appels met appels vergelijken. Renovatiekosten voor een woning met het traditionele ventilatiesysteem C (toevoer-roosters met centrale mechanische afvoer) zullen geringer zijn dan voor een woning waarin lokale lastafhankelijke ventilatie met warmteterugwinning wordt toegepast. Het binnenmilieu en thermisch comfort van beide woningen zijn echter niet vergelijkbaar. Vraag die dan beantwoord moet worden is welke waarde toe te kennen aan deze relevante kwaliteitsaspecten? Welk belang te hechten aan het feit dat bewoners kunnen rekenen op een gezond binnenmilieu zonder tochtklachten? Voor iedere woningbezitter of corporatie zal deze afweging anders uitpakken.

### Besparingen met ClimaRad

De energiebesparingen die met ClimaRad ventilatiesystemen kunnen worden gerealiseerd, zijn gerelateerd aan de volgende parameters:

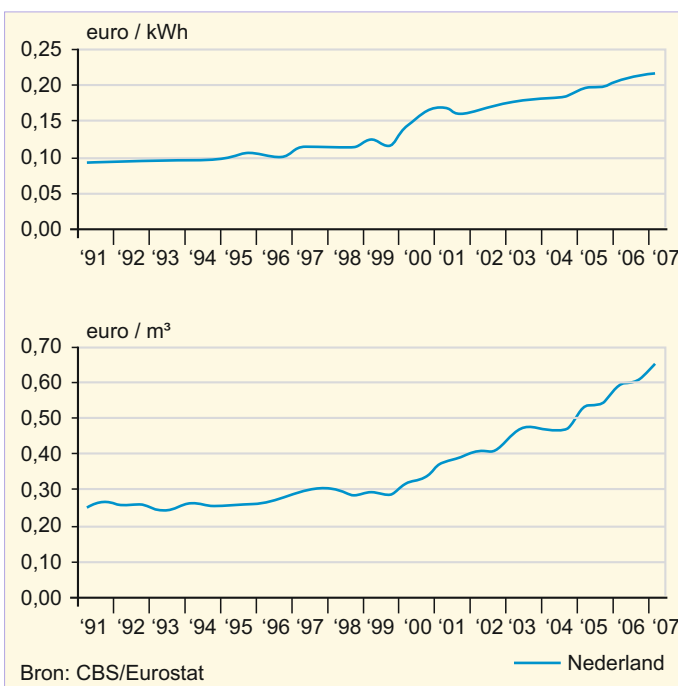
- verminderde ventilatieverliezen vanwege toepassing van warmte-terugwinning;
- lastafhankelijke ventilatie (CO<sub>2</sub>- en RV-gestuurd, dus geen ventilatie wanneer dat niet nodig is);
- verminderd elektriciteitsgebruik (hoog-efficiënte gelijkstroom ventilatoren en een zeer laag stand-by verbruik);
- verminderde koellast als gevolg van de beschikbare vrije koeling.

Bij het berekenen van energiebesparingen is het belangrijk om een juiste en realistische referentie te kiezen. Maar al te vaak worden referenties gekozen die weinig relatie hebben met de realiteit en juist daardoor hoge besparingen opleveren. De voorbeeld-berekeningen in deze brochure gaan uit van de NEN 5128 methodiek, gecombineerd met gegevens uit ISSO publicatie 82. De eerste twee berekeningen hebben betrekking op referentie-woningen uit de SenterNovem brochure "Voorbeeldwoningen bestaande bouw". De laatste berekening betreft een praktijk-voorbeeld.

Het spreekt voor zich, dat voor dit soort berekeningsmethodieken een modelsituatie wordt gehanteerd, die niet altijd een-op-een te vertalen is naar het verbruik in de praktijk. Zo wordt er met een constante, gemiddelde ruimtetemperatuur gerekend van 18°C (NEN 5128) en kan het consumentengedrag vanzelfsprekend niet worden meegewogen in de berekeningen. Doel is dus niet om een voorspelling te geven van het daadwerkelijke energieverbruik in de praktijk, maar aan te geven welke woning meer of minder zuinig is. Tevens geeft de methodiek een voorspelling van de hoogte van het energieverbruik volgens de normsituatie.

De gehanteerde methodiek is als volgt:

- 1 Berekening energieverbruik woning in huidige status.
- 2 Berekening energieverbruik woning na standaard verbeteringen (isolatie, kierdichting, verbeterde cv- en ww-installatie).
- 3 Berekening energieverbruik woning zoals bij 2, echter nu met het ClimaRad ventilatiesysteem in de woonkamer.
- 4 Berekening energieverbruik woning zoals bij 2, echter nu met het ClimaRad ventilatiesysteem in alle verblijfsruimtes.





## Besparingsindicatie bestand galerijcomplex (periode 1966 - 1988)

De galerijflats uit deze periode vertegenwoordigen met 208.000 stuks 3,2 % van de Nederlandse woningvoorraad. 67% wordt verhuurd in de sociale en 19% in de particuliere sector. De overige 14% zijn koopwoningen. De woningen hebben 3 of 4 kamers. De woning is onderdeel van een woongebouw met meerdere verdiepingen en een lift en ligt aan een open galerij.

### Totaalwaarde voor 36 appartementen

Verwarmd gebruiksoppervlak: 3.267  
Verliesoppervlak: 3.125  
Aantal bewoners: 79,2

		①	②	③	④
		Huidige status	Standaard verbeteringen	Standaard verbeteringen + CR in woonkamer	Standaard verbeteringen + CR in alle verblijfsr.
<b>Bouwkundig</b>					
Vloerisolatie [m <sup>2</sup> K/W]	Rc;vloer	0,65	2,65	2,65	2,65
Gevelisolatie [m <sup>2</sup> K/W]	Rc;gevels	1,36	2,33	2,33	2,33
Dakisolatie [m <sup>2</sup> K/W]	Rc;dak	1,30	1,30	1,30	1,30
Glasoort [W/m <sup>2</sup> K]	Uglas	3,10	2,00	2,00	2,00
Infiltratie [dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup> ]	qv;10;kar/m <sup>2</sup>	1,30	1,00	1,00	1,00
Thermische capaciteit	Therm. cap.	trad./gem. zw.	trad./gem. zw.	trad./gem. zw.	trad./gem. zw.
<b>Installatie W</b>					
Verwarming		coll. conv. ketel	coll. HR-107 ketel	coll. HR-107 ketel	coll. HR-107 ketel
Warmwater		coll. gasboiler	indiv. HR-geiser	indiv. HR-geiser	indiv. HR-geiser
Ventilatie verblijfsruimtes		Systeem C	Systeem C	CR + Systeem C	CR
Ventilatie natte ruimtes		Mech. afvoer AC	Mech. afvoer DC	Mech. afvoer DC	Mech. afvoer DC
<b>Energieprestatie</b>					
Totaal energieverbruik [MJ]	Qpres.tot	2.778.538	1.901.299	1.528.920	1.368.000
Energieverbruik verwarming [MJ]	Qprim;verw	1.774.328	985.861	637.596	480.168
Energieverbruik warmwater [MJ]	Qprim;tap	638.266	567.871	567.871	567.871
Hulpenergie ventilatie [MJ]	Qprim;vent	105.559	72.383	48.276	44.784
Energieverbruik zomercomfort [MJ]	Qzom;comf	7.226	14.269	14.269	14.269
Energie Index		<b>1,94</b>	<b>1,33</b>	<b>1,07</b>	<b>0,96</b>
Energielabel		<b>D</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>
<b>Besparingen</b>					
Totaal gasverbruik [m <sup>3</sup> gas]		68540	44140	34.246	29.774
Besparing gasverbruik (t.o.v. 2) [m <sup>3</sup> gas]				9.894 (275/app)	14.366 (399/app)
Totaal hulpenergie (ventilatie & zomercomfort) [kWh]		11627	8933	6.448 (69/app)	6.088 (79/app)
Besparing hulpenergie (t.o.v. 2) [kWh]				2.485	2.845



## Besparingsindicatie bestaande twee-onder-een-kapwoning (periode 1966 - 1988)

De twee-onder-een-kapwoningen uit deze periode vertegenwoordigen met 301.000 stuks 4,6 % van de Nederlandse woningvoorraad. Daarvan is 92 % in particulier bezit, 6% wordt verhuurd in de sociale sector en 3% in de particuliere sector. De woningen hebben vaak vijf kamers, een beloopbare zolder en geen kelder.

### Twee-onder-een kapwoning

Verwarmd gebruiksoppervlak: 147,7  
Verliesoppervlak: 268,47  
Aantal bewoners: 3

		①	②	③	④
		Huidige status	Standaard verbeteringen	Standaard verbeteringen + CR in woonkamer	Standaard verbeteringen + CR in alle verblijfsr.
<b>Bouwkundig</b>					
Vloerisolatie [m <sup>2</sup> K/W]	Rc;vloer	0,65	2,65	2,65	2,65
Gevelisolatie [m <sup>2</sup> K/W]	Rc;gevels	1,36	2,33	2,33	2,33
Dakisolatie [m <sup>2</sup> K/W]	Rc;dak	1,30	2,65	2,65	2,65
Glasoort [W/m <sup>2</sup> K]	Uglas	3,10	2,00	2,00	2,00
Infiltratie [dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup> ]	qv;10;kar/m <sup>2</sup>	1,25	1,00	1,00	1,00
Thermische capaciteit	Therm. cap.	trad./gem. zw.	trad./gem. zw.	trad./gem. zw.	trad./gem. zw.
<b>Installatie W</b>					
Verwarming		VR-ketel	HR-107 ketel	HR-107 ketel	HR-107 ketel
Warmwater		Combi VR	Combi HRww	Combi HRww	Combi HRww
Ventilatie verblijfsruimtes		Systeem C	Systeem C	CR + Systeem C	CR
Ventilatie natte ruimtes		Mech. afvoer AC	Mech. afvoer DC	Mech. afvoer DC	Mech. afvoer DC
<b>Energieprestatie</b>					
Totaal energieverbruik [MJ]	Qpres.tot	132.242	86.291	77.819	66.251
Energieverbruik verwarming [MJ]	Qprim;verw	85.657	48.739	40.815	30.235
Energieverbruik warmwater [MJ]	Qprim;tap	29.845	22.108	22.108	22.108
Hulpenergie ventilatie [MJ]	Qprim;vent	4.772	3.272	2.767	1.941
Energieverbruik zomercomfort [MJ]	Qzom;comf	175	378	335	173
Energie Index		<b>1,79</b>	<b>1,17</b>	<b>1,05</b>	<b>0,89</b>
Energielabel		<b>D</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>A</b>
<b>Besparingen</b>					
Totaal gasverbruik [m <sup>3</sup> gas]		3.281	2.013	1.788	1.487
Besparing gasverbruik (t.o.v. 2) [m <sup>3</sup> gas]				225	526
Totaal hulpenergie (ventilatie & zomercomfort) [kWh]		510	376	320	218
Besparing hulpenergie (t.o.v. 2) [kWh]				56	158



## PRAKTIJKVOORBEELD: Besparingsindicatie Renovatieproject Palestijn

Deze voorbeeldberekening heeft betrekking op een project uit de praktijk van Woningcorporatie Vidomes, waarbij 130 rijwoningen uit de zeventiger jaren moeten worden gerenoveerd. Deze woningen zijn al eens gedeeltelijk gerenoveerd en zijn toen voorzien van HR+ glas, gevelisolatie ( $R_c = 2,11$ ) en een VR-combi ketel (zie ad 1. Huidige status)..

Waarden voor één Tussenwoning		①	②	③	④
		Huidige status	Standaard verbeteringen	Standaard verbeteringen + CR in wnkmr/keuken	Standaard verbeteringen + CR in alle verblijfsr.
Verwarmd gebruiksoppervlak: 93,6					
Verliesoppervlak: 140,8					
Aantal bewoners: 2,8					
<b>Bouwkundig</b>					
Vloerisolatie [ $m^2K/W$ ]	<i>Rc;vloer</i>	0,52	2,10	2,10	2,10
Gevelisolatie [ $m^2K/W$ ]	<i>Rc;gevels</i>	2,11	2,11	2,11	2,11
Dakisolatie [ $m^2K/W$ ]	<i>Rc;dak</i>	1,30	1,30	1,30	1,30
Glassoort [ $W/m^2K$ ]	<i>Uglas</i>	1,90	1,90	1,90	1,90
Infiltratie [ $dm^3/s.m^2$ ]	<i>qv;10;kar/m^2</i>	1,80	1,00	1,00	1,00
Thermische capaciteit	<i>Therm. cap.</i>	trad./gem. zw.	trad./gem. zw.	trad./gem. zw.	trad./gem. zw.
<b>Installatie W</b>					
Verwarming		VR-ketel	HR-107 ketel	HR-107 ketel	HR-107 ketel
Warmwater		Combi VR	Combi HRww	Combi HRww	Combi HRww
Ventilatie verblijfsruimtes		Systeem C	Systeem C	CR + Systeem C	CR
Ventilatie natte ruimtes		Mech. afvoer AC	Mech. afvoer AC	Mech. afvoer DC	Mech. afvoer DC
<b>Energieprestatie</b>					
Totaal energieverbruik [MJ]	<i>Qpres.tot</i>	89.323	52.444	46.682	38.388
Energieverbruik verwarming [MJ]	<i>Qprim;verw</i>	56.978	26.111	19.994	13.747
Energieverbruik warmwater [MJ]	<i>Qprim;tap</i>	20.171	13.559	13.559	13.412
Hulpenergie ventilatie [MJ]	<i>Qprim;vent</i>	3.024	3.024	2.120	1.333
Energieverbruik zomercomfort [MJ]	<i>Qzom;comf</i>	1.673	2.273	2.273	2.273
Energie Index		<b>2,00</b>	<b>1,17</b>	<b>1,02</b>	<b>0,86</b>
Energie label		<b>D</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>A</b>
<b>Besparingen</b>					
Totaal gasverbruik [ $m^3$ gas]		2.191	1.127	953	771
Besparing gasverbruik (t.o.v. 2) [ $m^3$ gas]				174	356
Totaal hulpenergie (ventilatie & zomercomfort) [kWh]		484	546	452	371
Besparing hulpenergie (t.o.v. 2) [kWh]				93	175

## Europese richtlijnen voor Binnenmilieu

Binnen de EPBD wordt het probleem van het binnenmilieu in kierdichte en goed geïsoleerde woningen onderkend en CEN/TC 156 heeft in EN 15251 richtlijnen geformuleerd voor binnenluchtkwaliteit. Deze in 2007 aanvaarde Europese Norm geeft in Annex B de volgende aanbevelingen v.w.b.  $CO_2$  concentraties:

Klasse	Toepassing	ppm $CO_2$ boven buitenlucht concentratie
I	Hoog niveau binnenluchtkwaliteit. Aanbevolen voor ruimtes waar mensen verblijven die vatbaar of zwak zijn (zieken, ouderen, zeer kleine kinderen).	350
II	Normaal niveau binnenluchtkwaliteit. Algemene aanbeveling voor verblijfsruimtes in nieuwbouw- en renovatie projecten.	500
III	Matig niveau binnenluchtkwaliteit. Toelaatbaar voor verblijfsruimtes in bestaande gebouwen.	800
IV	Slecht niveau binnenluchtkwaliteit. Toelaatbaar gedurende slechts een beperkt deel van het jaar.	>800

In Nederland ligt het streefniveau voor nieuwbouwwoningen op ca. 1200 ppm  $CO_2$  (buitenluchtconcentratie + 800 = klasse III) en - zoals ook blijkt uit onderzoek - wordt zelfs deze matige binnenluchtkwaliteit niet altijd gehaald. Bestaande woningen hebben vaak een primitief of helemaal geen ventilatie-systeem en bij een energetische upgrade zijn nieuwe, state-of-the art ventilatievoorzieningen voor deze woningen onontbeerlijk.

### Bronnen

- NEN 5128, Energieprestatie van woonfuncties en woongebouwen, Bepalingsmethode.
- ISSO publicatie 82
- Voorbeeldwoningen bestaande bouw, SenterNovem maart 2007
- Gelijkwaardigheidsverklaring ClimaRad, Cauberg-Huygen 2006
- EN 15251, Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings, addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics
- CBS/Eurostat statistieken energieprijzen