

viWTA

Bouwen, Wonen en Energie

**Studie in opdracht van
het viWTA – Samenleving en technologie**

Deel II van II

© 2004 door het Vlaams Instituut voor Wetenschappelijk en Technologisch Aspectenonderzoek (viWTA), Vlaams Parlement, 1011 Brussel

Deze studie, met de daarin vervatte resultaten, conclusies en aanbevelingen, is eigendom van het viWTA. Bij gebruik van gegevens en resultaten uit deze studie wordt een correcte bronvermelding gevraagd.

Het viWTA biedt dit rapport ongewijzigd aan zoals het geschreven werd door de uitvoerders van het onderzoek. De opinies, conclusies en aanbevelingen in dit rapport zijn die van de auteurs en binden het viWTA op geen enkele wijze. Voor informatie over het viWTA-standpunt over de behandelde onderwerpen, gelieve het viWTA te contacteren. Het viWTA heeft er nauwgezet op toegezien dat het onderzoek voldoet aan de heersende wetenschappelijke normen.

3 Infrastructuur

3.1 Bestaande energie-infrastructuur

3.1.1 Algemeen

De 3 belangrijkste bestaande vormen van energieinfrastructuur zijn:

- Warmte / koudenetten
- Distributie van aardgas
- Distributie van elektriciteit

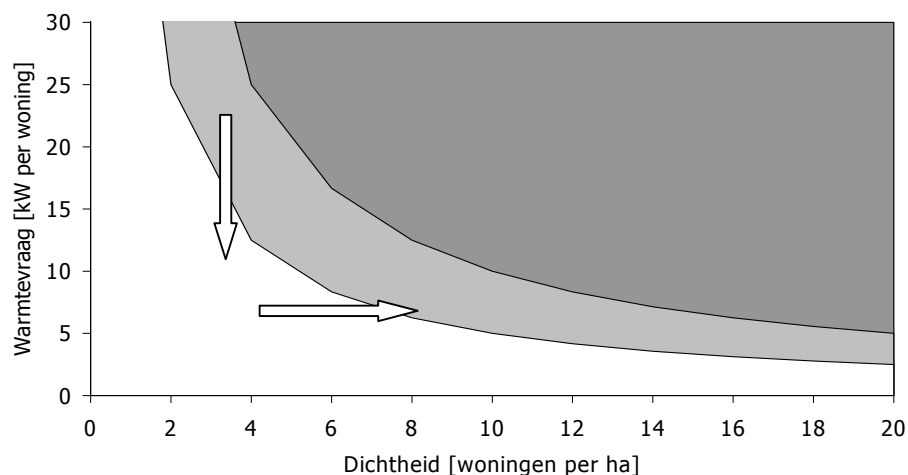
Warmte- en koudenetten bestaan maar weinig in België. In de toekomst kunnen zij een rol spelen bij wijkverwarming uit kleine installaties voor warmte-krachtkoppeling (WKK). Het toepassingsdomein is echter beperkt op dicht bewoonde zones. Warmte- en koudenetten worden hier dan ook maar beknopt behandeld.

Aardgas wordt in België reeds veel gebruikt. In de toekomst zullen de aardgasvraag verder toenemen en de netten blijven uitbreiden. Kwalitatieve veranderingen in de gasdistributie zijn echter niet te verwachten.

Elektriciteit is de meest hoogwaardige energievorm in termen van exergie. Het elektriciteitsdistributienet is dan ook het meest uitgebouwd. In de toekomst zal de structuur van het elektriciteitsnet evolueren van centralistisch naar gedistribueerd. Dit zal ook voor de residentiële energiegebruikers tot grote veranderingen leiden.

3.1.2 Warmte en koudenetten

Warmtenetten hebben de voorbije decennia opgang gekend in enkele Europese landen waar geplande grootschalige nieuwbouwprojecten plaatsvonden (Nederland, Denemarken, Duitsland). De laatste 10 jaren is het vooral de toepassing van lokale biomassa voor energieopwekking die de toepassing van kleinschalige warmtenetten heeft gestimuleerd.



Figuur 3-1: Indicatieve voorstelling van de economische haalbaarheid (grijs vlak) van een warmtenet onder de huidige voorwaarden in functie van de dichtheid van bebouwing en de nominale warmtevraag per woning (1250 vollasturen). In witte pijlen worden de gewenste tendensen weergegeven.

Figuur 3-1 toont de economische haalbaarheid van een warmtenet in functie van de dichtheid van bebouwing en de nominale warmtevraag per woning. In witte pijlen worden de gewenste

tendensen aangegeven: door maatregelen op het vlak van de energieprestatie van de gebouwen wensen we dat de warmtevraag per woning daalt, door maatregelen op het vlak van de ruimtelijke ordening wensen we echter een hogere dichtheid te realiseren. Zoals aangegeven in de figuur wordt door de combinatie van deze 2 effecten, de toepassing van warmtenetten in de toekomst niet uitgesloten. Daarenboven bieden zij uitstekende mogelijkheden voor de inpassing van lokale productie op basis van hernieuwbare energiebronnen.

3.1.3 Distributie van aardgas

Bevoorrading

Aangezien België niet over eigen aardgasvoorkomens beschikt, gebeurt de bevoorrading via pijpleidingen en per schip uit het buitenland. De grootste leveranciers zijn Nederland, Noorwegen en Algerije. Een aanzienlijke fractie van 6,3% wordt aangekocht op de spotmarkt. (Tabel 1).

Tabel 1: Dekking van de Belgische gasvraag in 2002 [FIG 04a]

	Neder-land	Noor-wegen	Algerije	Duits-land	Qatar	Spot-markt	Totaal
Import [TWh]	77,3	60,9	36,7	1,8	1,0	12,0	189,7
Percentage	40,7%	32,1%	19,4%	1,0%	0,5%	6,3%	100%

Het aardgas uit Nederland wordt aangeleverd via pijpleiding in Poppel. Deze pijpleiding loopt van Noord naar Zuid door België en verder naar Frankrijk, Spanje en Italië. Het gas uit Nederland heeft een lagere energie-inhoud per volume-eenheid dan andere soorten aardgas. Daarom wordt het laagcalorisch gas genoemd in tegenstelling tot hoogcalorisch gas.

Het hoogcalorische Noorse aardgas wordt aangeleverd via de Zeepipe-pijpleiding in Zeebrugge en voor een kleiner gedeelte in 's-Gravenveeren via de Duitse stad Emden.

Het aardgas uit Algerije is ook hoogcalorisch. Het wordt in vloeibare vorm als LNG⁸ geleverd per zeecontainer naar Zeebrugge. In Zeebrugge bevindt zich naast de LNG-terminal en de Zeepipe-terminal het terminal van de Interconnector-pijpleiding naar Groot-Brittannië en opslagfaciliteiten. Omwille van deze infrastructuur houdt Zeebrugge een sleutelpositie voor de bevoorrading van West-Europa met aardgas.

Laagcalorisch aardgas heeft een calorische waarde rond 10 kWh/m³ terwijl hoogcalorisch gas een calorische waarde (bovenste stookwaarde) tussen de 11 en 12,4 kWh/m³ bezit [KVBG 97, CREG 01]. De netwerken voor transport en distributie van laag- en hoogcalorisch gas zijn in België volledig gescheiden.

Transmissie

Het gas wordt naar de afnamecentra getransporteerd in stalen pijpleidingen onder hoge druk. De grote Belgische transmissieleidingen hebben een diameter van 90 cm en een staan onder een druk van of 67 of 80 bar [KVBG 97]. Bij kleinere transmissieleidingen wordt gewerkt op 15 en 8 bar. Leidingen met een druk van meer dan 15 bar zijn hogedrukleidingen, de anderen zijn middendrukleidingen.

Het Belgische transmissienet is zwak vermaasd. Voor de verhoging van de leveringszekerheid noemt de CREG in haar voorstel van oktober 2001 een verhoging van de netvermazing "prioritair" [CREG 01]. Begin 2003 bedroeg de totale lengte van het Belgische transmissienet 3700 km [FIG 04a]. De beheerder van het transmissienet is de firma Fluxys.

Distributie

In ontvangststations wordt het gas ontspannen en naar de distributienetten gevoed. De gasdistributie gebeurt eerst op middendruk (groter 0,1 tem. 15 bar) en achter de distributiecabine op lage druk (0,1 bar of minder). Bij de klant wordt het gas geleverd op 20 à 30 mbar.

⁸ LNG: aardgas in vloeibare vorm onder hoge druk en lage temperatuur (eng. Liquefied Natural Gas)

Distributieleidingen zijn uit staal of gietijzer en bij lagere druk ook PE of PVC maar gietijzer en PVC worden vandaag niet meer toegepast.⁹ Vergeleken met distributienetten voor elektriciteit zijn de Belgische gasdistributienetten ook op lage druk vrij sterk vermaasd [Dem 04]. De distributienetbeheerders zijn de intercommunales.

Verbruik

Terwijl grote verbruikers dikwijls rechtstreeks zijn aangesloten op middendruk met 5 of zelfs 15 bar, zijn residentiële verbruikers en kleinere bedrijven praktisch altijd aangesloten op het lagedruknet. De aansluiting op lage druk gebeurt meestal via koperleidingen.

Het residentiële aardgasverbruik in België in 2002 bedroeg 44,7 TWh, dat is 25,7% van het totale verbruik (Tabel 2). Beperkt tot het Vlaamse Gewest was dit 27,3 TWh of 23,0% van het totale verbruik. Van alle Belgische huishoudens zijn het 58% die aardgas gebruiken; van de Vlaamse huishoudens alleen zijn het 22%. Het gemiddeld verbruik per huishouden is daarmee voor heel België 17900 kWh per jaar en voor Vlaanderen 20500 kWh.

Tabel 2: Jaarlijks aardgasverbruik in België en in het Vlaamse Gewest in 2002 [FIG 04a]

	België	Vlaams Gewest
Totaal verbruik [TWh]	173,9	118,5
Residentiële verbruik [TWh]	44,7	27,3
Huishoudens met aardgas	2 500 000	1 330 000 ¹⁰
Residentiële verbruik per huishouden [kWh]	17900	20500
Residentiële verbruik per inwoner [kWh] ¹¹	7490	8380

Aardgas wordt in de huishoudens gebruikt om eten te bereiden, voor de verwarming en voor de warmwaterproductie. In de keuken wordt gas gebruikt om te bakken, koken en grillen. Voor de verwarming worden of aardgasradiatoren (gaskachels) in alle ruimtes of centrale verwarmingsketels gebruikt. Deze laatste bestaan ook gecombineerd met een circuit voor de warmwaterbereiding. Indien de warmwaterbereiding apart gebeurt, is er de keuze tussen doorstroomtoestellen (geisers) en voorraadtoestellen (boilers).

Het aardgasverbruik van residentiële klanten wordt gemeten met volumemeters in m³. Op basis van de gemiddelde gasdruk en temperatuur aan de distributiecabine wordt het volume dan omgerekend naar normale omstandigheden. Naargelang de calorische waarde van de gebruikte gassoort wordt dan de energieinhoud van het verbruikte gasvolume bepaald voor de facturatie.

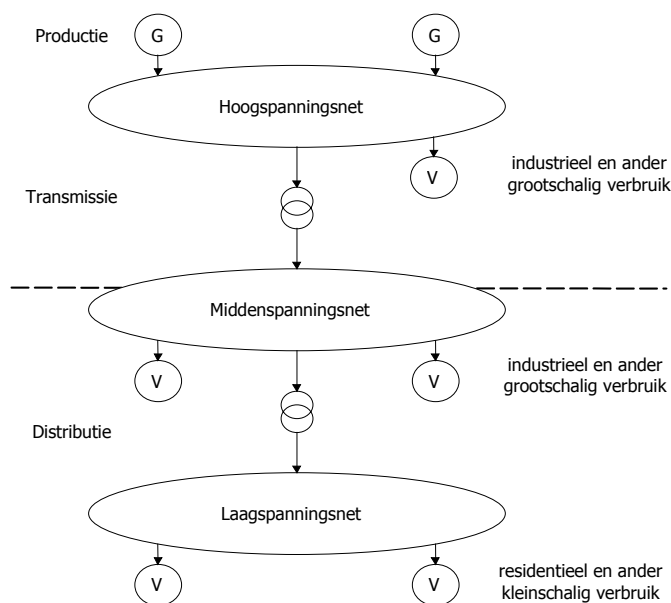
3.1.4 Distributie van elektriciteit

De huidige elektriciteitsinfrastructuur is hiërarchisch gestructureerd (Figuur 3-2). De elektriciteit vloeit van de centrale via transmissie- en distributienetten naar de verbruikers. De onderdelen van deze infrastructuur worden nu één voor één beschreven.

⁹ PE: polyethyleen, PVC: polyvinylchloride

¹⁰ Getal voor juni 2004 [Dem 04]

¹¹ Met 2,39 leden per huishouden voor België en 2,45 voor het Vlaamse Gewest [VAPS 04]



Figuur 3-2: Schematische voorstelling van de huidige hiërarchische structuur van het elektriciteitsnet; "G" stellen de generatoren voor en "V" de verbruikers.

Productie

De energie wordt opgewekt in grote centrales (Tabel 3). Begin 2003 was 90,6% van de productiecapaciteit in België geconcentreerd in 28 productiesites met vermogens van boven de 50 MW. De 281 sites met minder dan 50 MW staan maar in voor 10,4% van het opgestelde vermogen. Alle Belgische centrales samen hebben in 2002 een hoeveelheid van 78,1 TWh elektrische energie geleverd waarvan 58% uit kernenergie en 40% uit fossiele brandstoffen. De resterende 2% komen uit waterkracht, de andere energiebronnen zijn verwaarloosbaar. Bijkomend werden per saldo 7,6 TWh geïmporteerd, vooral uit Frankrijk. De grote elektriciteitsproducenten voeden hun energie rechtstreeks in het hoogspanningsnet.

Tabel 3: Ontwikkelbaar elektrisch vermogen in België op 31 december 2002 [BFE 03]

	sites < 50 MW	sites > 50 MW	alle sites
Aantal sites	281	28	309
Percentage sites	90,9%	9,1%	100%
Vermogen [MW]	1468	14078	15546
Percentage vermogen	9,4%	90,6%	100%

Transmissie

Het hoogspanningsnet en een gedeelte van het middenspanningsnet vormen samen het transmissienet. Dit dient voor het transport van elektriciteit van de productiesites naar de afnamepunten waar ze gebruikt wordt. Het transmissienet is vermaasd. De bedoeling is dat de energie bij een storing altijd via een alternatieve lijn naar het afnamepunt kan vloeien. Alhoewel een indeling naar spanningsniveau technisch niet altijd eenduidig is, worden in België alle lijnen van meer dan 70 kV juridisch beschouwd als transmissielijnen. Het Belgische transmissienet bevat 3160 km luchtlijnen en 249 km ondergrondse kabels. Het transmissienet is een natuurlijk monopolie dat beheerd wordt door de firma ELIA [ELIA 04].

Distributie

Vanuit de afnamepunten uit het transmissienet wordt de energie lokaal verdeeld via het distributienet. In België omvat dit de middenspanningslijnen tot en met 70 kV en de laagspanningslijnen. Typische distributienetten hebben een open-lusstructuur. Elke verbruiker kan langs twee kanten worden verbonden met het afnamepunt via schakelaars. Onder normale omstandigheden is deze lus open en is maar een kant aangesloten; het net is dan niet vermaasd. Bij een storing of onderhoud is het nochtans mogelijk de verbruikers langs de andere kant te voeden [Krui 96]. De distributienetbeheerders zijn meestal de intercommunales maar ook ELIA bezit distributielijnen en enkele grote bedrijven beheren hun eigen distributienetten.

Verbruik

De meeste gebruikers zijn aangesloten aan het distributienet op de laagspanning. De uitzondering zijn grotere bedrijven die veel energie gebruiken. Deze zijn dikwijls aangesloten op de middenspanning. Heel energie-intensieve bedrijven, bijv. de spoorwegen of de chemische industrie, worden rechtstreeks aangesloten aan het transmissienet op hoogspanning. Residentiele verbruikers zijn altijd aangesloten op de laagspanning.

Het residentiële elektriciteitsverbruik in België in 2002 bedroeg 17,6 TWh, dat is 21,9% van het totale verbruik.¹² Beperkt tot het Vlaamse gewest was dit 10,5 TWh of 20,5% van het totale verbruik. Het gemiddeld verbruik per huishouden is daarmee voor heel België 4080 kWh per jaar en voor Vlaanderen 4330 kWh.

Het residentiële elektriciteitsverbruik wordt meestal gemeten met de klassieke elektrodynamische Ferraris-tellers. Er zijn echter ook elektronische toestellen op de markt.

Tabel 4: Jaarlijks elektriciteitsverbruik in België en in het Vlaamse Gewest in 2002 [BFE 03, VAPS 04]

	België	Vlaams Gewest
Totaal verbruik [TWh]	80,4	51,5
Residentieel verbruik [TWh]	17,6	10,5
Residentieel verbruik per huishouden [kWh]	4080	4330
Residentieel verbruik per inwoner [kWh]	1710	1760

Het hiërarchische karakter van de huidige elektriciteitsinfrastructuur houdt in dat de infrastructuur uni-directioneel gebruikt wordt. Een omkering van de energiestroom was tot nu toe niet voorzien.

In de voorbije twee decennia begon de koppeling van kleine productie-eenheden aan het distributienet. Dit proces is gemotiveerd door de wens naar elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen en efficiënte verwarmingstoestellen op basis van warmte-krachtkoppeling met lokaal opgewekte elektriciteit als bijproduct. Anders dan in de buurlanden zijn de penetratiegraden van deze technieken in België tot nu toe verwaarloosbaar. In de toekomst zal dit echter veranderen. Een energiestroom in verschillende richtingen wordt daardoor mogelijk en de infrastructuur zal bi-directioneel gebruikt worden. Ondersteund door de zich ontwikkelende informatica en omkaderd door de deregulering van de elektriciteitsmarkt zal de trend naar gedistribueerde elektriciteitsopwekking de infrastructuur voor elektriciteitsdistributie mede bepalen.

¹² Het verschil tussen productie plus import (85,7 TWh) en verbruik (80,4 TWh) is vooral te wijten aan transmissieverliezen.

3.2 Visie op een nieuwe energie-infrastructuur

3.2.1 Algemene trends

In de residentiële sector zijn verschillende trends zichtbaar die de energie-infrastructuur in de toekomst zullen beïnvloeden. De beslissende factoren zijn de energiebehoefde voor verwarming en de elektriciteitsvraag.

Afnemende energiebehoefde voor verwarming

In nieuwe energiezuinige woningen ligt de jaarlijkse warmtebehoefde bij 50 kWh/m² vergeleken met een gemiddelde 200 kWh/m² in het bestaande patrimonium. In heel goed geïsoleerde gebouwen zoals passiefhuizen is zelf een reductie tot onder 20 kWh/m² mogelijk. Ook in bestaande gebouwen zal de warmtevraag dalen ten gevolge van renovatie. Bevoor 2006 zal de Europese richtlijn voor Energieprestaties van Gebouwen in nationaal recht omgezet moeten worden [1]. Ten gevolge zal deze trend in de toekomst nog toenemen.

Toenemend elektriciteitsverbruik

Alhoewel het rendement van elektrische toestellen stijgt, neemt het huishoudelijk elektriciteitsverbruik toe. Deels vervangt elektriciteit andere energiedragers (bijv. aardgas om te koken), deels komen er nieuwe verbruikers bij (bijv. droogkasten, computers en airco systemen). In beide gevallen is het gebruik van elektriciteit een gevolg van het stijgende comfort in de huishoudens. Of deze trend op lange termijn zal blijven doorgaan hangt gedeeltelijk af van beleidsmaatregelen.

Invloed op de energie-infrastructuur

De bestaande infrastructuur voor elektriciteitsdistributie is bijna overal in Vlaanderen beschikbaar. Daarom en omwille van het stijgend residentieel verbruik zullen ook in de toekomst alle huishoudens aan het elektriciteitsnet aangesloten worden. Voor verwarmingsdoeleinden is elektriciteit echter niet geschikt omwille van het lagere globale rendement in vergelijking met de andere opties: stookolie, aardgas, omgevingswarmte, zonnestraling of combinaties van deze energiedragers.

Om een tweede energie-infrastructuur te vermijden werd in het verleden vaak gekozen voor verwarming met stookolie. Vandaag zijn warmtepompen technisch matuur en geïnstalleerd in passiefhuizen kunnen ze een bijkomende verwarming overbodig maken. In reeds bestaande gebouwen is de installatie van een warmtepomp echter niet altijd mogelijk en ook het aandeel van passiefhuizen in het patrimonium zal beperkt blijven.

Indien geen warmtepomp geplaatst kan worden, is voor een duurzame en efficiënte warmtevoorziening een tweede infrastructuur nodig. Mogelijkheden zijn lokale warmtenetten en distributienetten voor aardgas.

3.2.2 Distributie van aardgas

Decentrale productie

In tegenstelling tot de elektriciteitsproductie is in de aardgasvoorziening geen sterke trend naar decentralisatie zichtbaar. De infrastructuur voor de residentiële gasvoorziening zal in de toekomst dan ook niet kwalitatief veranderen. De voornaamste reden hiervoor is dat gas gemakkelijker op te slaan is dan elektriciteit. Terwijl het evenwicht in de elektriciteitstransmissie op basis van minuten gehouden dient te worden, is er in de aardgastransmissie één tot enkele uren tijd om een onevenwicht uit te balanceren. Er is daarom ook minder nood aan een sturing van het residentiële verbruik.

Gedistribueerde opwekking zal ook in de gasector toenemen, bijv. in de vorm van methaan uit biomassa of waterstof. Aangezien deze gassen ook lokaal op te slaan zijn, is er echter minder nood aan een "netkoppeling" van dergelijke gedistribueerde productie-eenheden.

Biogas kan in het bestaande gasnet gevoed worden onder voorwaarde dat het qua kwaliteit overeenkomt met het gas in het leidingnet. In de praktijk zal het daarvoor opgewerkt moeten worden wat de kosten eerder omhoog drijft. Het is daarom ook uit dit perspectief beter het gas lokaal te gebruiken en indien nodig op te slaan dan het naar het net terug te voeden [Dem 04].

Enkele uitzonderingen bestaan voor stortgas dat wel degelijk gevoed wordt naar het net. Op grote schaal zullen decentrale eenheden voor gasproductie echter niet aan het net worden aangesloten. Een invloed op de gasinfrastructuur valt op deze basis niet te verwachten.

Waterstof

Een veelbesproken toekomstscenario is de opslag en transport van energie op basis van waterstof. Het is in principe mogelijk om waterstof via het aardgasnet te verdelen. Het daaraan verbonden veiligheidsrisico is niet hoger dan voor aardgas. In de praktijk vergt dit echter grotere aanpassingen van de verbruikstoestellen, de leidingmaterialen en de meters. De sleuteltechnieken voor een waterstofeconomie en vooral dan de brandstofcel zijn nog in het onderzoeksstadium. Een nieuwe energie-infrastructuur op basis van waterstof mogen we daarom ook pas op de lange termijn verwachten. Een apart leidingnet voor waterstof is eveneens zeer duur en we zullen er in dit kader verder geen rekening mee houden.

Een korte-termijnoptie voor het transport van waterstof via pijpleidingen is de bijmenging van waterstof bij het gewone aardgas. Tot een percentage van 17% veroorzaakt de bijmenging van waterstof geen problemen. Bij het overschrijden van dit limiet dient vooral rekening te worden gehouden met de kleinere massa van waterstof ten opzichte van aardgas en de daaruit volgende hogere vloeisnelheid in de leiding. Een tweede factor is het verlies ten gevolge van permeatie door de leidingwanden omwille van het kleinere volume van de waterstofmoleculen [Wol 04].

In de toekomst zal de distributie van waterstof als bijmengsel dus zonder aanpassingen van de infrastructuur mogelijk zijn indien men onder het 17%-limiet blijft.

Kwantitatieve ontwikkeling

Alhoewel de gasinfrastructuur in België kwalitatief niet zal veranderen, zal de markt in de toekomst sterk groeien. Ten gevolge zullen ook de distributienetten uitgebreid worden.

Omwille van zijn laag koolstofgehalte is aardgas de meest milieuvriendelijke fossiele energiebron. Vergeleken met degene van ruwe olie lijken de reserves van aardgas in het Midden-Oosten, Koucasus en Rusland groot. In tegenstelling tot stookolie is aardgas door het leidingnet continu bij de verbruiker beschikbaar. Aardgas is daarom voor alle doeleinden superieur aan stookolie en voor de typische aardgastoepassingen koken, verwarming en warmwaterproductie ook aan elektriciteit.

Naast deze voordelen vertoont aardgas echter dezelfde structurele nadelen als ruwe olie: ook de reserves van aardgas zijn begrensd, de voorkomens zijn geconcentreerd op enkele weinige gebieden en de prijzen zijn volatiel.

De overheden in de Europese landen trachten daarom het gebruik van aardgas in de residentiële sector te promoten en ook de elektriciteitsproductie in toenemende mate op gas te baseren door de installatie van zogenaamde STEG¹³-centrales.

In de voorbije tien jaar is het aardgasverbruik in België met 51,6% gestegen, in het voorbije jaar alleen met 8% ten opzichte van 2002 en dit in een context van economische stagnatie. In de voorbije jaren werden per jaar zo'n 2000 km leidingen nieuw aangelegd bij een totale leidinglengte rond de 55000 km. Het LNG-terminal van Zeebrugge zal in de toekomst sterk uitgebreid worden. Aangezien ook de Vlaamse overheid gekozen heeft om het belang van aardgas in de Vlaamse energiemix op te voeren en zo veel mogelijk bedrijven en particulieren met aardgas te bevoorraden, valt te verwachten dat deze trend ook in toekomst zal blijven duren [FIG 04a, FIG 04b].

De gasinfrastructuur in België zal in toekomst dus niet kwalitatief veranderen, ook niet door een verhoogde productie van gas uit biomassa of de bijmenging van waterstof. Ze zal echter wel sterk blijven groeien en dit zowel in termen van leidinglengte als ook in termen van capaciteit.

¹³ STEG: stoom en gas

Decentralisatie

Een toenemende decentralisatie is zichtbaar in verscheidene maatschappelijke domeinen zo ook in de elektriciteitsproductie. Ten gevolg worden structuren minder door centrale entiteiten op lange hand gepland maar vormen ze zich in toenemende mate uit kleinere fragmenten die reeds op zich zelf bestaan. Men evolueert dus van een volledige "top-down" naar een hybride vorm met "bottom-up" aanpak.

Een voorbeeld voor deze ontwikkeling is de informatietechnologie waar de decentralisatie reeds in de jaren zeventig begon. Het bestaan van decentrale informatica-infrastructuren is dan ook een essentiële voorwaarde voor de decentralisatie van andere infrastructuren.

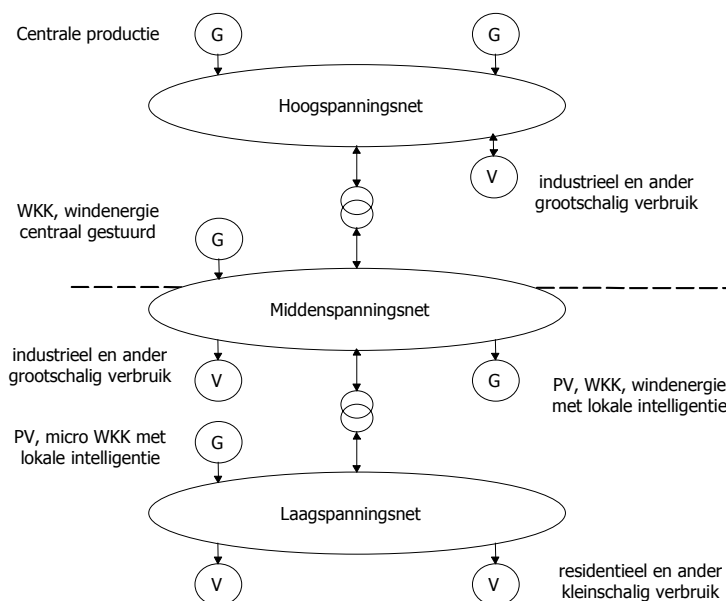
Concreet geven de volgende redenen aanleiding voor de decentralisatie van de elektriciteitsproductie:

- **Gebruik van hernieuwbare energiebronnen:**
De meeste industrielanden wensen het aandeel van hernieuwbare energiebronnen aan de energievoorziening te verhogen. De hernieuwbare-energie technologieën relevant voor West-Europa vertonen met enkele uitzonderingen (grote waterkracht, biomassaoverbranding) een modulair karakter. Grote systemen kunnen gerealiseerd worden door combinatie van basismodules. De grootte van een basismodule is klein vergeleken met een thermische centrale. Kleinere systemen kunnen daarom toegepast worden zonder rendementsvermindering ten gevolg van schaafeffecten. Deze systemen worden aangesloten op distributieniveau en niet rechtstreeks aan het transmissienet.
De voornaamste hernieuwbare elektriciteitsbron voor residentiële toepassing is fotonvoltaïsche (PV) zonne-energie. Geïntegreerd in gebouwen en structuren vragen zonnecellen geen bijkomend oppervlak en ze zijn compatibel met alle menselijke activiteiten in de bebouwde omgeving. Architecten en stadsplanners spreken van actieve gebouwen die niet slechts energie verbruiken maar ook opwekken [Duij 98]. Deze energie moet lokaal worden gebruikt of worden terug gestuurd naar het distributienet. Ook de installatie van kleine windturbines op gebouwen en structuren wordt onderzocht. De eerste ontwikkelingen zijn echter nog in de demonstratiefase [Tim 04, WEB 04].
- **Rendementsverhoging:**
Ook bij gebruik van uitputtelijke energiebronnen kan decentralisatie brandstof sparen en milieuvoordelen opleveren. Kleine installaties met warmte-krachtkoppeling (WKK) dienen in eerste instantie voor lokale warmteproductie maar ze produceren als bijproduct elektriciteit. Een elektrische generator wordt zodanig gestuurd dat zijn verlieswarmte altijd de warmtevraag dekt. De elektriciteitsproductie wordt niet rechtstreeks gestuurd maar hangt af van de warmtevraag. Kleine WKK-installaties verschillen in dit aspect dan ook van grote centrales met WKK die volgens de elektriciteitsvraag gestuurd worden.
Kleine WKK-installaties bestaan in de vorm van een benzine- of gasmotor, een gasturbine of een brandstofcel (lange termijn). Ze kunnen gestookt worden met stookolie, gas, biomassa producten of waterstof.
- **Zekerheid van de voorziening:**
Gedistribueerde elektriciteitsopwekking door decentrale energiebronnen kan de zekerheid van de elektriciteitsvoorziening verbeteren. Het is mogelijk om door de lokale voorziening van de lokale vraag de belasting van de transmissienetten te verminderen. In het beste geval zal het zelfs mogelijk worden om in geval van een elektriciteitspanne een lokaal netwerk autonoom te blijven voeden.
De Verenigde Staten hechten sinds de aanslagen van 11 september 2001 en de elektriciteitspanne van 14 augustus 2003 bijzonder belang aan de zekerheid van de elektriciteitsvoorziening. In de VS is dit dan ook de voornaamste reden van de introductie van gedistribueerde elektriciteitsopwekking terwijl de Europese landen vooral het verbruik van fossiele energie willen verminderen [Mal 04]. Deze meerwaarde kan pas in realiteit gevaloriseerd worden in de mate dat gedistribueerde bronnen geen of een beperkte back-up vereiste nodig hebben.

Residentiële elektriciteitsinfrastructuur

Door de introductie van gedistribueerde elektriciteitsproductie in huishoudens zal de elektriciteitsvoorziening haar uni-directioneel karakter verliezen. Deze verandering zal in drie fases gebeuren.

- Fase 1: decentrale productie – geen regeling
In een eerste fase zal de bestaande infrastructuur bi-directioneel gebruikt worden (Figuur 3-3). Concreet betekent dit dat huishoudens binnen een distributienet onder elkaar energie kunnen uitwisselen of dat de energie zelfs via het transmissienet naar andere afnamepunten vloeit. Deze ontwikkeling is in de meeste Europese landen en ook in Vlaanderen reeds bezig. Aangezien de totaal ontwikkelde vermogens van deze decentrale opwekkers vandaag in België nog klein zijn, kunnen de netbeheerders deze bij het balanceren van vraag en aanbod verwaarlozen en hun schommelingen behandelen als schommelingen in de vraag.



Figuur 3-3: Schematische voorstelling van de toekomstige structuur van het elektriciteitsnet; "G" stellen de generatoren voor en "V" de verbruikers; het net bevat parallelle communicatie-infrastructuur.

- Fase 2: decentrale productie – centrale regeling
Wanneer in een tweede fase de ontwikkelde vermogens uit decentrale productie-eenheden verder toenemen dan moeten de netbeheerders bij het balanceren van vraag en aanbod wel rekening houden met schommelingen van de decentrale productie. In de Europese landen met een hoog aandeel aan windenergie is dit reeds het geval op de hoog- en middenspanning, en in woonwijken met een hoog aandeel PV is ook een invloed van de decentrale productie op de uitbating van het distributienet meetbaar [Ern 04, Lau 04].
- Fase 3: decentrale productie – decentrale en centrale regeling
In een derde fase zal deze werkwijze niet meer beheersbaar zijn voor de netbeheerder. Men zal dan eisen dat decentrale productie-eenheden mee bijdragen tot de netstabiliteit en balans van vraag en aanbod. Dit kan bijv. gebeuren door technische reglementen of door financiële incentives. Basisvoorwaarde voor de praktische realisatie van een dergelijk systeem is enerzijds een communicatie-infrastructuur in parallel met de meest belangrijke takken van het distributienet. Anderzijds moeten de lokale entiteiten (productie-eenheden, verbruikers, meters, etc) voorzien worden van "intelligentie". Het moet de doelstelling zijn om alle processen zo veel mogelijk lokaal te laten afspelen en zo weinig mogelijk te interfereren met processen op een centraler niveau.

Een mogelijkheid voor de sturing van de vraag zijn bijvoorbeeld variabele elektriciteitstarieven ook voor privé-klienten gecombineerd met faciliteiten voor lastmanagement. In deze visie varieert de elektriciteitsprijs voor privé-klienten naargelang van vraag en aanbod waarbij de klant regelmatig over de actuele prijs op de hoogte wordt gebracht. Daarmee kan hij zijn netto-verbruik aanpassen aan de variabele prijs [Mor 97]. In verdergaande scenario's worden de verschillende elektrische toestellen door een computerprogramma op basis van de variabele tarief rechtstreeks gestuurd. Zo

is het bijvoorbeeld mogelijk dat een koelkast de koelactiviteit tijdens een prijsspiek gedurende een half uur uitstelt.

In sommige beschouwingen over de elektriciteitsvoorziening van de toekomst wordt lokale energieopslag vermeld voor het bufferen van energie uit intermitterende bronnen. Het blijkt echter dat met de huidige stand van de technologie voor opslag, zelfs voor een elektriciteitsnet met veel verliezen, het interessanter is om via het middenspanningsnet een verbruiker te bereiken, dan om de elektriciteit lokaal op te slaan [Meij 99]. Indien dit omwille van een beperkte netcapaciteit niet mogelijk is dan is een sturing van de vraag nog altijd goedkoper dan de installatie van buffers ter plaatse.

Het hoofddoel in dergelijke activiteiten is de sturing van het residentiële netto-verbruik. Dit doel kan worden bereikt door korte- en lange-termijn opslag, door lastmanagement en door tijdelijke vermindering van de decentrale productie. Streeft de distributienetbeheerder deze doelstelling te bereiken op het niveau van zijn distributienet ipv. voor elk huishouden apart dan gebruikt hij de verdeelde productie-eenheden als virtuele elektriciteitscentrale [Buch 03].

Ook bij een toekomstige decentralisatie van de elektriciteitsinfrastructuur moet voldaan worden aan de karakteristieke randvoorwaarden in termen van comfort, hoogte en rechtvaardige verdeling van kosten, betrouwbaarheid en veiligheid [Meij 99]. Daarvoor zijn onderzoek en ontwikkeling nodig maar ook de demonstratie van netten met grootschalige gedistribueerde productie in de praktijk.

3.3 Conclusie en aanbevelingen

De twee algemene trends in het residentiële energiegebruik zijn de reductie van de warmtevraag en de stijging van de elektriciteitsfractie. Voor zeer energiezuinige nieuwbouw kan de warmtevraag ter plaatse gedekt worden door een warmtepomp. Op andere plaatsen is het elektriciteitsnetwerk alleen niet voldoende voor een milieuvriendelijke energievoorziening.

Wijkverwarming kan op een efficiënte manier gebeuren via een lokaal warmtenet gevoed door een WKK-installatie. Voor nieuwe woonwijken is deze optie te overwegen.

Indien warmtepompen of wijkverwarming door WKK niet mogelijk zijn, is aardgas de beste optie. Warmwater en verwarmingsketels op gas kunnen gemakkelijk gecombineerd worden met een zonneboiler.

De huidige trend laat verwachten dat het gasverbruik in België sterk blijft groeien. Om echter minder afhankelijk te worden van het import van aardgas moet de overheid het gebruik van zonneboilers, biomassakachels en waar mogelijk warmtepompen aanmoedigen.

De elektriciteitsinfrastructuur kwalitatief veranderen van een centralistische naar een gedistribueerde structuur. Elke particulier kan elektriciteit opwekken en deze terugvoeden naar het net. De ontwikkeling van het elektriciteitsnet betreffende het netmanagement met decentrale productie gebeurt in drie fases, namelijk van geen regeling via centrale regeling naar decentrale regeling. Deze ontwikkeling is uitermate wenselijk als voorwaarde voor het grootschalig gebruik van hernieuwbare energiebronnen en efficiënte technieken. In de laatste fase kunnen de gedistribueerde productie-eenheden ook de zekerheid van de elektriciteitsvoorziening verhogen.

4 Energieprestatie van gebouwen

4.1 Huidige situatie

4.1.1 Processen: concept en overheid

Compact bouwen: onbemind in Vlaanderen

Energiezuinig bouwen heeft in de Vlaamse bouwtraditie nog niet echt een plaats verworven. Dat blijkt zowel uit de spreiding van de bouwtypes van woningen over het totale woningenbestand als in de evolutie van het bouwen.

Tabel 5 geeft het aantal woningen in Vlaanderen, zoals het er in 1990 uitzag, opgedeeld volgens bouwjaar¹⁴.

Tabel 5: Aantal woningen volgens bouwjaar

	Voor 1945	1945-1970	1971-1980	1981-1990	Totaal
Aantal	558 119	716 936	395 286	230 468	1 900 809
Procentueel	29.4	37.7	20.8	12.1	100

Verdelen we die wooneenheden over de vier types (rij, halfopen, open, appartement) dan krijgen we het beeld van Tabel 6¹⁵. De voorkeur gaat naar open bebouwing. Dit is zelden bevorderlijk voor een laag energieverbruik, omdat alleenstaande woningen een slechtere compactheid hebben dan appartementen, rijenwoningen en woningen in halfopen bebouwing.

Tabel 6: Verdeling over de vier bouwtypes

	Rij	Halfopen	Open	Appartement
Aantal	518 010	383 626	712 700	286 473
Procentueel	27.3	20.2	37.5	15.1

Voor de woonoppervlakte vinden we, in zoverre voor Vlaanderen dezelfde verdeling als voor België geldt, per bouwperiode de percentages van Tabel 7¹⁶. De woonoppervlakte slaat daarbij op de geschatte oppervlakte van keuken, woonkamer, bureau en slaapkamers. Die vertegenwoordigt 40 à 60% van de buitenwerks gemeten bruto vloeroppervlakte. Hoe recenter de woningen, des te groter de gemiddelde woonoppervlakte. Dit verhoogt meteen ook de energievraag.

Tabel 7: Procentuele verdeling per bouwperiode van de woonoppervlakte

	<45 m ²	45-64 m ²	65-104 m ²	104-125 m ²	>125 m ²
Voor 1945	10%	22.4	41.4	14.1	12.1
1945-1970	6.9	21.2	46.7	15.3	9.9
1971-1980	5.4	16.2	45.4	18.4	14.6
1981-1990	4.1	12.4	43.3	20.6	19.6

In 1990 had 69.5% van de woningen in Vlaanderen centrale verwarming. Stookolie was de meest gebruikte energiedrager.

¹⁴ Cijfers NIS in: Verbeeck G., Hens H., 2002, Energiezuinige renovaties: economisch optimum, rendabiliteit, Eindrapport project CO₂-emissies, Electrabel NV, SPE

¹⁵ Idem

¹⁶ Idem

Evolutie sinds 1990

Tabel 8¹⁷ heeft het aantal nieuwe woningen en het aantal renovaties met bouwtoelating tussen 1991 en 2000. Het totale aantal woningen is uit deze cijfers niet af te leiden gezien gegevens over afbraak ontbreken. Uit de tabel en de figuur blijken twee uitgesproken trends: het aantal nieuwbouwwoningen neemt af en het aantal renovaties neemt toe. Was in 1992 de verhouding tussen beide 2.8 tot 1, in 2000 is dat opgelopen tot 1.6 op 1. Alles wijst erop dat die evolutie zich doorzet.

Bekijken we welk type eengezinswoning in 2000 werd gebouwd, dan is de verdeling 9% rij, 16% halfopen en 67% open. Open bebouwing heeft dus de absolute bovenhand gekregen: niet meer de 37.5% van het woningenbestand in 1990, maar 67%, en dit ondanks de toenemende schaarste op de bouwgrondmarkt en de tendens (bij de overheid, tenminste) tot inbreidingsprojecten. Energiezuinigheid beweegt anders gezegd de huidige bouwers niet tot andere bouwvormen.

Wel tendens naar renovatie

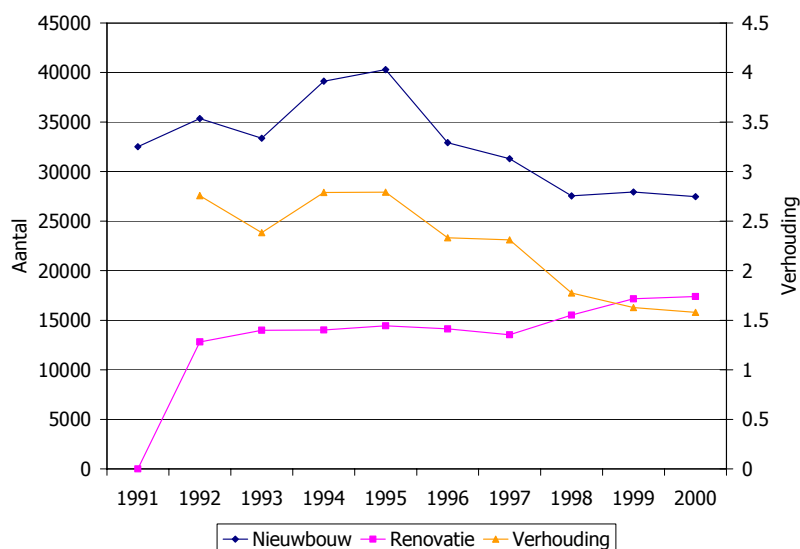
Samengevat: in de residentiële sector zijn er twee negatieve en één positieve trend naar energiebesparend bouwen. Negatief zijn het grote overwicht aan open bebouwing (een direct gevolg van de steeds verdergaande suburbanisatie) en de drang naar steeds grotere woonvolumes en -oppervlakten. Positief is het toenemende gewicht van renovatie in de bouwactiviteit. De officiële cijfers onderschatten dan nog dit deel van de bouwactiviteit. Voor heel wat renovatiewerken is immers geen bouwtoelating nodig.

Tabel 8: Nieuwbouw en renovatie in Vlaanderen na 1990

	Nieuwbouw	Renovatie	Totaal
1991	32515	-	Niet te berekenen
1992	35352	12820	
1993	33361	13995	
1994	39129	14027	
1995	40293	14430	
1996	32919	14122	
1997	31299	13541	
1998	27545	15523	
1999	27945	17163	
2000	27465	17390	

¹⁷ Cijfers NIS in: Verbeeck G., Hens H., 2002, Energiezuinige renovaties: economisch optimum, rendabiliteit, Eindrapport project CO₂-emissies, Electrabel NV, SPE

In grafiek:



Figuur 4-1 Nieuwbouw en renovatie in Vlaanderen na 1990

De rol van de overheid: Wetgeving en normering

Ondanks de enorme economische impact van de oliecrisis van 1973 en 1979 was Vlaanderen een van de laatste regio's in Europa om een energiereglementering voor gebouwen uit te werken. In Wallonië werd in 1985 een decreet goedgekeurd met isolatie-eisen bij nieuwbouw (K70¹⁸) of, als alternatief, eisen aan de netto energiebehoefte (be 500¹⁹). In 1990, 17 jaar na de eerste energiecrisis, werd een analogo Vlaams decreet voorbereid. Dit werd goedgekeurd in 1991 en werd aangevuld met een uitvoeringsbesluit. Van 1 september 1992 tot 1 september 1993 gold als eis bij nieuwbouw K65. Vanaf 1 september 1993 werd dat K55. Ook legde het decreet maximale warmtedoorgangscoefficienten (U-waarden) op per bouwdeel. Ondanks deze zeer gematigde eisen, bleef de toepassing achterop hinken, zonder handhavingsbeleid. De SENVIVV-studie²⁰ (WTCB, 1999) heeft dit scherp aangetoond. Tussen de (gebrekkige) isolatiekwaliteit bij nieuwbouw vóór het isolatiebesluit (50 woningen met bouwaanvraag tussen 1990 en 1992) en erna (50 woningen na 1 september 1992 (K65) en 100 woningen van 1 september 1993 tot 1995 (K55)) is er nauwelijks verschil. Slechts 20% van de woningen blijkt te voldoen aan de eisen.

Tijdens de jaren negentig verschoof het energiedebat. Het toenemende fossiele energieverbruik werd steeds meer gezien als een oorzaak van een mogelijke mondiale klimaatopwarming. In 1997 kwam het protocol van Kyoto tot stand. Daarin beloofde de EU de emissie aan opwarmingsgassen met 8% te verminderen tegen 2012 in vergelijking met 1990. Voor België werd 7.5% reductie opgelegd. Nu, in 2004, is in Vlaanderen de emissie met 11.4% gestegen, of van 7.5% vermindering op 22 jaar is de opdracht nu verschoven naar 18.9% op 8 jaar. Dit heeft nog niet geleid tot een verstrenging van de bestaande wetgeving. In 2004 is K55 nog steeds de wettelijke norm. Sinds 1998 wordt wel gewerkt aan een energieprestatieregelgeving met bijhorend handhavingsbeleid. De stap van isolatie-eisen naar een energieprestatieregelgeving is in principe een prima zaak. Eindelijk wordt met alle ontwerpparameters, die een invloed hebben op het energieverbruik, rekening gehouden. Ook handhaaft de regelgeving een correcte hiërarchie: de bouwkundige realisatie is prioritair op de installaties. De datum van invoering is herhaalde malen opgeschoven en valt nu samen met de dag waarop de EU-richtlijn rond de energieprestatie van gebouwen van kracht wordt, 1 januari 2006.

¹⁸ Peil van globale warmte-isolatie, volgens NBN B62-301 (K-peil): dit houdt rekening met de oppervlaktegewogen gemiddelde warmtetransmissiecoëfficiënt (U of k) van de gebouwschil in functie van de compactheid (volume/warmteverliezende oppervlakte)

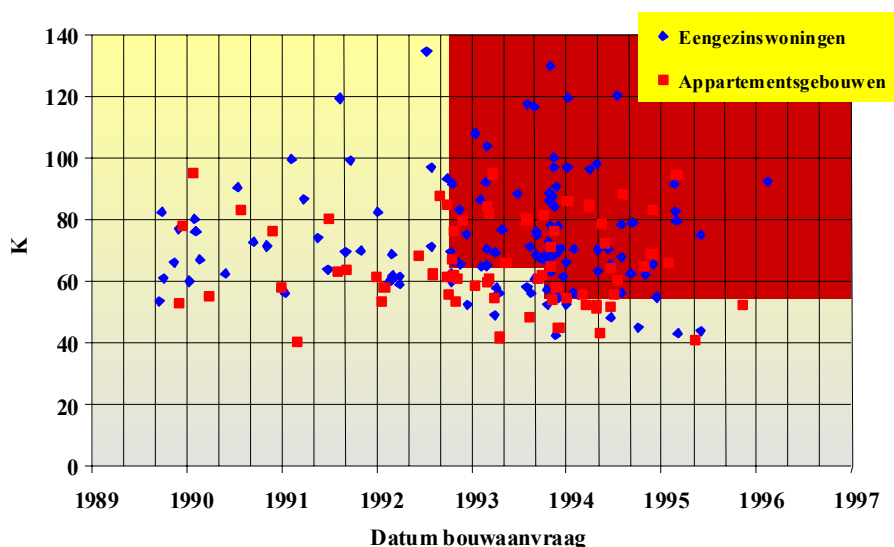
¹⁹ De netto-energiebehoefte (besoin en énergie, be) houdt naast de transmissieverliezen door geleiding ook rekening met de zonnewinsten, de interne warmtewinsten en de ventilatieverliezen gedurende het stookseizoen.

²⁰ Studie van de Energieaspecten van Nieuwbouwwoningen in Vlaanderen: Isolatie, Ventilatie, Verwarming, VLIET studie 1995-1997, WTCB en Sint Lucas Architectuurinstituut Gent. De resultaten zijn gepubliceerd in: WTCB-rapport Nr 4, 1999, Isolatie, ventilatie en verwarming in nieuwbouwwoningen. Resultaten van een enquête.

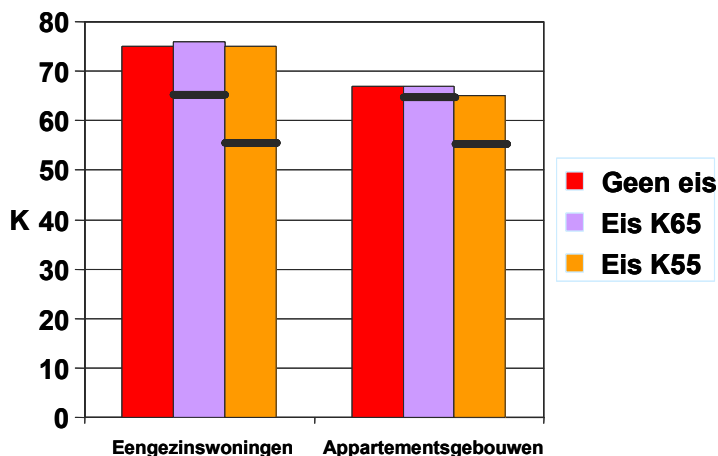
Daarnaast wordt in de praktijk ook aan energiezuinige gebouwen gewerkt. Sommige bouwmaatschappijen werken zeer bewust aan lage energiewoningen. Het Energiecharter, een initiatief van Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen en VIBE (Vlaams Instituut voor Bio-Ecologisch bouwen), engageert bouwbedrijven en ontwerpers om energiezuinige woningen op de markt te brengen. Het 'Passiefhuisplatform' promoot woongebouwen met een extreem goede warmte-isolatie, zeer luchtdicht, met een performante ventilatie-installatie en met een minimale verwarmingsinstallatie. Her en der zien bedrijven het als een pluspunt wanneer hun kantoorgebouw extreem energiezuinig is. ODE-Vlaanderen plaatste hernieuwbare energie op de agenda. COGEN Vlaanderen stimuleert warmte-krachtkoppeling. Aan het WTCB, de universiteiten en sommige hogescholen gebeurt vernieuwend onderzoek naar betere energiebesparende technieken. En een kleine groep ingenieursbureaus trekt aan de kar van het energiezuinige, kwaliteitsvolle bouwen.

Handhaving van de reglementering

Zoals in de historische schets al werd aangegeven, heeft een regelgeving zonder controle weinig impact op de praktijk. Dat is bijzonder scherp aangetoond door de SENVIVV-studie (WTCB, 1999). Op een zorgvuldig uitgekozen staal van 200 nieuwbouwwoningen, gegund tussen 1991 en 1996, statistisch verdeeld over de woningtypes en over de provincies, bleek maar een vijfde te voldoen aan de opgelegde eis (K65 – K55) (Figuur 4-2). Bovendien is er weinig evolutie merkbaar tussen het staal vóór de K65 reglementering (50 woningen) en de stalen die in principe aan de K65-eis (50 woningen), respectievelijk de K55-eis (100 woningen) moesten voldoen (Figuur 4-3).



Figuur 4-2: K-peil van 200 recente nieuwbouwwoningen in Vlaanderen (VLIET-studie SENVIVV, WTCB 1999)



Figuur 4-3: Evolutie van K-peil als functie van de veranderende eisen (200 recente nieuwbouwwoningen in Vlaanderen) (VLIET-studie SENVIVV, WTCB 1999)

Vanaf 1996 voert de Vlaamse overheid, naast een administratieve controle van de isolatieformulieren, steekproefsgewijs werfcontroles uit om de toepassing van de isolatieregelgeving te controleren. Uit de statistische verwerking van 342 werfcontroles in 2003 blijkt dat in 2% van de gevallen overtredingen van één van de isolatie-eisen werden vastgesteld (te hoge U-waarde van onderdelen, te hoog K-peil). In 6% van de gevallen werd vastgesteld dat de buitenwanden minder geïsoleerd werden dan voorzien in het isolatieformulier; hierdoor zou het aangegeven K-peil kunnen overschreden worden, tenzij dit gecompenseerd wordt door betere isolatie van dak, vloer of ramen. Deze cijfers geven aan dat er wellicht een kentering is in de isolatiegewoonten, vergeleken met de resultaten van de SENVIVV-studie. Een onafhankelijk onderzoek zou dit kunnen bevestigen.

Toch is de SENVIVV-studie het signaal geweest om bij de uitwerking van een energieprestatie-eisenwet, meteen ook een strikt kader voor handhaving te ontwikkelen en in hetzelfde decreet²¹ te laten goedkeuren. Het lijkt een noodzakelijk kwaad om sancties te voorzien voor wie de regelgeving niet respecteert. Wellicht heeft dit te maken met de specificiteit van de Belgische bouwmarkt, waar woningbouwprojecten eenmalige projecten zijn met een eenmalig consortium van bouwheer, ontwerper en uitvoerders. De marktprijzen zijn dan vaak doorslaggevend om een project binnen te halen. Dan is normering belangrijk om marktvervalsing door oneerlijke concurrentie te vermijden, en, om de lat gelijk te leggen voor iedereen moet de toepassing van de regelgeving afdwingbaar worden gemaakt door een boetesysteem. Deze regelgeving is ruim overlegd met de betrokken partijen, voornamelijk met de architectenverenigingen en de Orden van architecten en van raadgevende ingenieurs (zie ook hoofdstuk 5).

4.1.2 Technologieën

Verbruiken

In bijlage 1 is uitgebreide informatie opgenomen over typische energieverbruikcijfers voor de woningsector. Uit de voorbeelden en de evaluatie van de residentiële sector als geheel komen enkele éénduidige conclusies naar voor. Gemiddeld ligt het energieverbruik voor verwarming in de doorsnee Vlaamse woning en het doorsnee Vlaamse woongebouw aan de hoge kant. De belangrijkste reden daarvoor is de ontoereikende warmte-isolatie. Die verbetering leidt tot een sterke daling van het verwarmingsverbruik. Om een optimaal effect van deze isolatiemaatregelen te sorteren, moeten ze doorgedreven worden toegepast. Het reboundeffect zorgt er immers voor dat een betere isolatie leidt tot een grotere benutting, en verwarming, van de hele woonoppervlakte, waardoor het verwarmingsverbruik stijgt in plaats van te dalen. Anders gezegd, geen beetje maar zeer goed isoleren zou de praktijk moeten zijn, al was het maar om dit hogere ruimtegebruik en de verwarming die ermee samengaat te compenseren (niet K55 maar K30 en lager).

Bekijken we het volledige gebouwenbestand, dan blijken de schitterende besparingsresultaten individueel te verdunnen tot enkele procenten tussen 1990 en 2015, zelfs al zou de toename van het aantal huishoudens vertragen, voert men een strikte stedenbouwkundige politiek van renovatie en vervangingsbouw en wordt 'lage energie' de verplichte energieprestatie. Het gebouwenbestand fungeert anders gezegd als een extreem inert systeem. De reden is duidelijk. Het jaarlijkse renovatie- en vervangingspercentage, dat besparing oplevert, ligt laag t.o.v. het totale gebouwenbestand. Uitbreidingsbouw zorgt alleen maar voor meer verbruik, behalve wanneer zulke uitbreiding in de plaats komt van bijkomende leegstand en in die zin vervangingsbouw wordt. Energiezuinig bouwen is dan ook een project op zeer lange termijn.

Isolatie

Vlaanderen hoort nog steeds tot de zwakst geïsoleerde regio's in Europa. Volgens een studie van Eurima is de toegepaste isolatiedikte vergelijkbaar met wat in Italië en Turkije gerealiseerd wordt. Ook de SENVIVV studie (WTCB, 1999) gaf aan dat in nieuwbouw nog zeer conservatief met isolatie wordt omgesprongen. De huidige minimale eisen (K-55 en de U_{max} -waarden voor de bouwdeelen) zijn dan ook weinig ambitieus. Bovendien worden ze maar beperkt gerealiseerd.

²¹ Decreet van 7 mei 2004 houdende eisen en handhavingsmaatregelen op het vlak van de energieprestaties en het binnenklimaat voor gebouwen en tot invoering van een energieprestatiecertificaat

Onderstaande tabel²² vergelijkt de maximaal toegelaten U-waarden (W/m²K) voor de verschillende bouwdelen in de Vlaamse isolatiereglementering van 1991 (vanaf 1 september 1992) en in de nieuwe EPB van 2004 (vanaf 1 januari 2006) met de Deense eisen van 1977 en 1998.

Tabel 9: Isolatie-eisen in Denemarken en in Vlaanderen²³

	DK – BR 77	DK- BR-S 98	VL – 1992	VL – 2006
	U _{max} (W/m ² K)	U _{max} (W/m ² K)	K-55 + U _{max} (W/m ² K)	K-45 + U _{max} (W/m ² K)
Walls more than 100 kg / m ²	0,40	0,30	0,6	0,6
Walls less than 100 kg / m ²	0,30	0,20	0,6 (1,0)	0,6
Roof	0,20	0,15	0,4	0,4
Floors, solid ground etc.	0,30	0,20	1,2	0,4
Floors external air	0,20	0,20	0,6	0,6
Windows	2,90	1,80	3,5	2,2
Doors	3.30	1,80	3,5	2,9

Beglazing

Superisolerende beglazing mag dan al een technologische verworvenheid zijn, het duurt lang eer de gemiddelde bouwer de stap zet tot toepassing. Waar de SENVIVV studie nog aangaf dat HR-beglazing slechts 12% (U < 1.5 W/m²K) tot 20% (U < 2.0 W/m²K) van de beglazing in nieuwbouwprojecten uitmaakte, geven marktcijfers nu toch een duidelijke kentering. Ook qua kostprijs wordt het stilaan een economische evidentie en de promotie en de premies voor vervanging van enkel glas door HR-glas zijn een belangrijke stimulans.

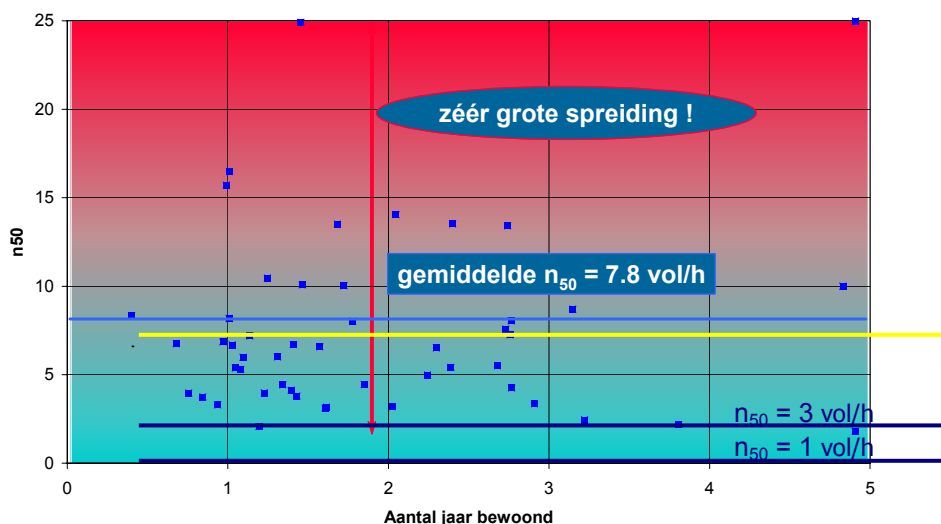
Anderzijds geeft de technologische beschikbaarheid van beter isolerende beglazing de architecten ook bijkomende mogelijkheden om de beglaasde oppervlakte van de gevels te vergroten, wat dan weer tot slechtere gemiddelde U-waarden van de gebouwschil leidt (zelfs de best isolerende beglazing presteert nog altijd beduidend slechter dan een matig geïsoleerde wand). Bovendien leidt ongebreideld glasgebruik in het ontwerp vaak tot problemen van zomerse oververhitting, wat de leefbaarheid van deze woningen niet ten goede komt. Als dit gebrek aan comfort uiteindelijk gecompenseerd wordt door de installatie van een elektriciteitsverslindend luchtkoelaggregaat, dan zijn we nog verder van energiebesparende oplossingen verwijderd. Een afdoende zonwering en mogelijkheden van nachtelijke ventilatie zijn hier aangewezen, maar ook hier heeft de SENVIVV-studie aangetoond dat dit nog een zeer zeldzame praktijk is in Vlaamse nieuwbouwwoningen.

Luchtdichtheid

Uit de SENVIVV-studie bleek al dat het droevig gesteld is met de luchtdichtheid van nieuwbouwwoningen in Vlaanderen. Waar de n₅₀-streefwaarde (voor toepassing van gecontroleerde mechanische ventilatie) 3 vol/h bedraagt (en 1 vol/h bij warmterecuperatie) bedraagt het Vlaamse gemiddelde slechts 8 vol/h met een zeer grote spreiding. Nochtans betekent deze grote luchtoppenheid van de gebouwschil niet dat er voldoende geventileerd wordt. In zeer luchtoppen woningen blijken verschillende ruimten vaak sterk ondergeventileerd (zeer luchtdicht) terwijl er toch voor de hele woning zeer veel energie verloren gaat door de vele kieren en spleten. Dit is nog onvoldoende een aandachtspunt in de Vlaamse bouwpraktijk.

²² Laustsen, 2002

²³ In Vlaanderen zijn de U_{max}-waarden bijkomende randvoorwaarden die naast de eis van het peil van globale warmte-isolatie gerespecteerd moeten worden, terwijl in Denemarken de U_{max}-waarden één van de drie mogelijke routes vormen om aan de eisen te voldoen (naast totaal warmteverlies of netto energiebehoefte).



Figuur 4-4: Luchtdichtheid van 51 nieuwbouwwoningen uit de SENVIVV-studie

Ventilatie

Uit dezelfde SENVIVV-studie blijkt dat de toepassing van de norm NBN D50-001 die ventilatievoorzieningen in woningen voorschrijft sinds 1991, nog nauwelijks wordt toegepast. Ventilatie is nog steeds hoofdzakelijk gebaseerd op openen van ramen, wat met groot energieverlies gepaard gaat in het stookseizoen. Waar er al een ventilatievoorziening wordt aangetroffen blijkt ze vaak verkeerd geplaatst of onaangepast gedimensioneerd.

Warmteproductie en –afgifte

In 2002 waren 10% van de verkochte gasketels van het condenserende type [InfoGas 2002]. Dit percentage is nog zeer laag in vergelijking met onze buurlanden. De invoering van de fiscale maatregel in 2003 zal zeker een bijdrage leveren tot de verhoogde toepassing van condenserende ketels.

Ook warmtepompen bereiken slechts een beperkte marktpenetratie (4% in 2002). De efficiëntie van warmtepompsystemen is de voorbije decennia echter negatief beïnvloed door de kwaliteit van de geleverde systemen en de installaties. Recent ontwikkelde geïntegreerde systemen vertonen een hoog rendement wanneer zij op een kwalitatieve wijze worden geïnstalleerd. Hiertoe zijn recent initiatieven tot kwaliteitsborging van de installaties getroffen.

Het globale systeemrendement van verwarmingsinstallaties wordt tevens in sterke mate bepaald door de kwaliteit van het warmteafgiftesysteem, regeling van de installatie en het onderhoud van de ketel. Gemiddeld wordt zowel bij nieuwbouw als bij renovatie een potentieel van 10% energiebesparing verwacht door toepassing van maatregelen met betrekking tot deze 3 aspecten: de toepassing van lage temperatuursverwarming, buitentemperatuurregeling, thermostatische kranen, reflectieschermen tussen radiatoren en slecht geïsoleerde wanden, goede dimensionering van de circulatiepompen, ...

Hernieuwbare energie

Hernieuwbare energietechnologieën worden nog slechts in zeer beperkte mate toegepast in de gebouwde omgeving. De belangrijkste reden hiervoor is de prijs van de technologieën, maar in belangrijke mate spelen ook andere redenen mee zoals de beperkte kennis van en het beperkte vertrouwen in de technologie, de vereiste administratie om projecten te realiseren [BEE 04].

In Vlaanderen zijn in 2003 800 zonneboilers en 140 netgekoppelde fotovoltaïsche systemen geïnstalleerd (markt cijfers Belsolar).

4.1.3 Energieprestatie

EPBD

Een belangrijk nieuw gegeven is de Europese richtlijn 'Energieprestatie van gebouwen' (2002/91/EC), gepubliceerd op 4 januari 2003. Deze richtlijn verplicht alle lidstaten om voor 4 januari 2006 volgende maatregelen te treffen:

- Opstellen van een rekenmethode voor de evaluatie van de integrale energieprestatie van gebouwen en hun installaties
- Bepaling van minimumeisen voor de energieprestatie van nieuwe gebouwen en voor gebouwen die een ingrijpende renovatie ondergaan
- Invoering van een energiecertificatie voor alle gebouwen volgens dezelfde principes (uitstel mogelijk tot 4 januari 2009)
- Regelmatige keuring van stookketels en koelinstallaties (uitstel mogelijk tot 4 januari 2009).

Ondersteunende berekenings- en evaluatienormen zijn in voorbereiding op Europees niveau (CEN, DG TREN). De definitieve versies worden in de loop van 2006 verwacht. Daarna moeten ze worden omgezet in nationale normering via het BIN (Belgisch Instituut voor Normalisatie).

Vlaamse EPB

Vlaanderen heeft niet gewacht op de Europese verplichting via de richtlijn maar is al in 1998 begonnen met de voorbereiding van een energieprestatieregelgeving, naar Nederlands model. Een omvattende regelgeving over energieprestaties van gebouwen is in voorbereiding. Het energieprestatiedecreet van 7 mei 2004 legt de decretale basis voor de eisen aan de energieprestatie en het binnenklimaat van gebouwen, de rekenmethode en het energiecertificaat. Ook het uitvoerings- en handavingskader worden in het decreet vastgelegd.

In een ontwerpbesluit (eerste principiële goedkeuring in april 2004) van de Vlaamse regering tot vaststelling van eisen op het vlak van de energieprestaties van gebouwen worden eisen aan vergunningsplichtige gebouwen opgelegd. Voor woon- en kantoor- en schoolgebouwen gelden eisen op het vlak van de energieprestatie. Voor industriegebouwen en gebouwen met andere bestemmingen worden voorlopig beperktere eisen opgelegd.

De Vlaamse regering moet nog bijkomende uitvoeringsbesluiten voorzien voor het vastleggen van de rekenmethode en de energieprestatie-eisen voor de andere bestemmingen (ziekenhuizen, sportvoorzieningen, ...) en ingrijpende renovaties. Ook voor de energiecertificatie van gebouwen conform de Europese richtlijn zal een uitvoeringsbesluit worden uitgewerkt.

In de loop van 2005 worden informatiecampagnes en opleidingen voorzien.

Energieadviesprocedure EAP

In uitvoering van de SAVE richtlijn uit 1993 zijn de Belgische overheden (federaal en gewestelijk) bezig met de uitwerking van een energiecertificatieprocedure voor woningen. Certificatie is hier een enigszins misleidende term. Volgens EN ISO 17000 is certificatie een activiteit uitgevoerd door een derde partij om te attesteren dat een product of een dienst beantwoordt aan (conform is met) vooraf bepaalde prestatie-eisen. Wat hier bedoeld wordt met energiecertificatie is een vorm van energie-labelling als gevolg van een energie-audit uitgevoerd op een gebouw of een installatie.

De BELAS studie (SAVE project WTCB, Vito, Institut Wallon) heeft geleid tot een voor de 3 gewesten gemeenschappelijke EnergieAdviesProcedure (EAP) voor woningen en een software pakket dat de auditeurs moet helpen om de gepaste maatregelen voor verbetering voor te stellen. Deze procedure zal vanaf einde 2004 beschikbaar zijn en is de officiële procedure om gebruik te kunnen maken van de fiscale maatregelen voor energie-audits.

4.2 Visie

4.2.1 Een prestatiegericht bouwproces

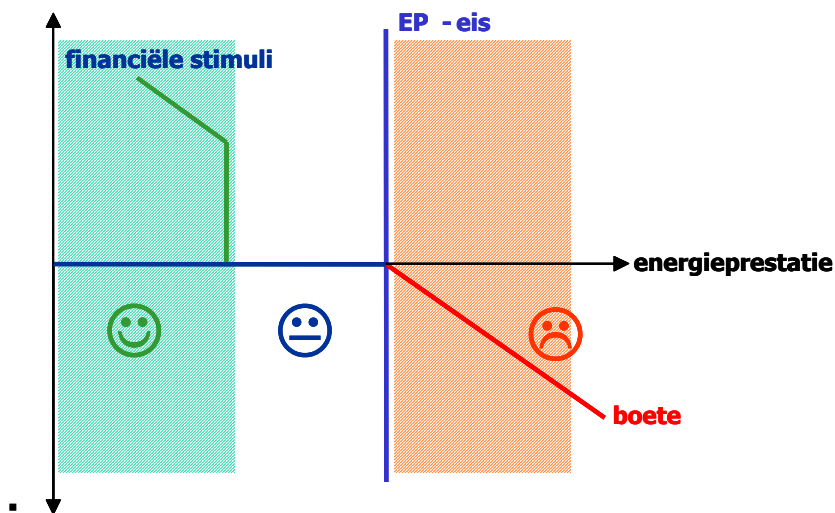
Prestatiegericht ontwerpen, bouwen en beheren op basis van verifieerbare prestaties

Een prestatiebenadering betekent dat de doelstellingen worden vastgelegd, niet de manier of de details waarop de geëiste prestaties moeten gerealiseerd worden (zoals in de klassieke prescriptieve benadering). Prestatiegericht bouwen gaat over meer dan energie alleen: het gaat in de eerste plaats over de binnenklimaatcondities die moeten gehaald worden: thermisch comfort, zowel in winter- als in zomervoorwaarden, goede luchtkwaliteit, visueel comfort en akoestisch comfort. De energieprestatie is dan een bijkomende randvoorwaarde om deze binnenklimaatprestaties te realiseren. Indien een bepaalde integrale energieprestatie van het gebouw wordt opgelegd dan is het de taak van het bouwteam (ontwerpers, ingenieurs, uitvoerders, opdrachtgever) om de middelen voor te stellen om deze prestatie te realiseren. Dit geeft meer vrijheid om innovatieve (kosten- en energie-efficiënte) oplossingen voor te stellen met behoud van de verifieerbaarheid van de uiteindelijk gerealiseerde prestaties. Ook voor de uitvoering, het onderhoud en het beheer van de gebouwen wordt best in prestatietermen gewerkt.

Prestatiegericht bouwen, met de energieprestatie als belangrijk onderdeel, komt best tot zijn recht via een geïntegreerde ontwerpmethodiek, gevoerd door het bouwteam (opdrachtgever-bouwheer, ontwerper, studie bureau en uitvoerders) dat intensief samenwerkt vanaf de voorbereiding van het ontwerp tot de oplevering en het beheerplan voor het gebouw.

De energieprestatie als referentie

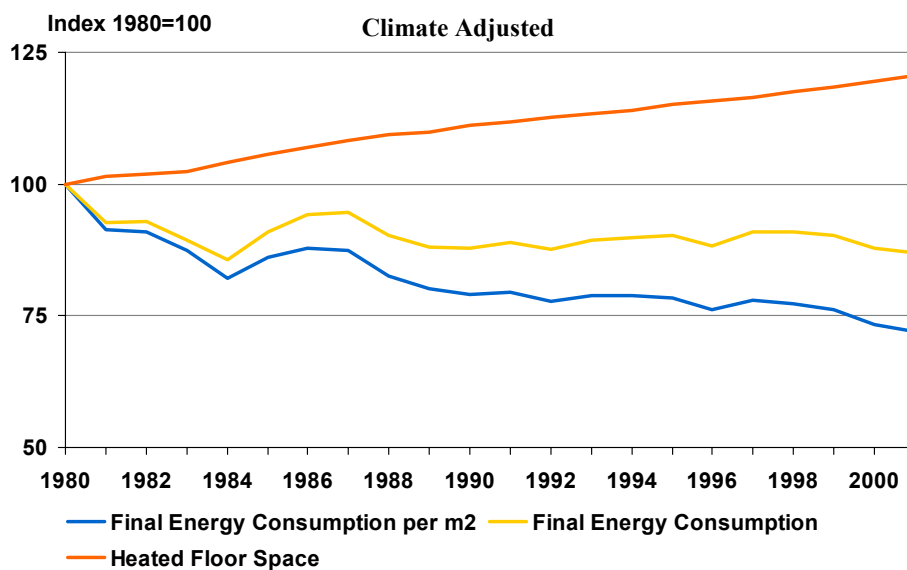
- De energieprestatie is de meest omvattende benadering om de prestatie van het gebouw met zijn installaties te evalueren op zijn energie-efficiëntie. Allicht kan er nog gesleuteld worden aan de rekenprocedure om die zo evenwichtig en correct mogelijk de werkelijke prestaties van alle componenten te laten inrekenen. De overheid heeft met zulke benadering, eens ze goed ingeburgerd en gekend is door alle betrokken professionele spelers, een zeer goed instrument om een beleid te voeren van energie-efficiënt bouwen. Belangrijk is dat de overheid een visie ontwikkelt op langere termijn met economisch geoptimaliseerde doelen voor de energie-efficiëntie in gebouwen. Ervaringen in het buitenland hebben aangetoond dat een energieprestatiebeleid, met duidelijk vooraf gecommuniceerde doelen, een sterke innovatie in de markt van energie-efficiënte bouwproducten en systemen in de hand werkt. De overheid kan dus via een pro-actief beleid een belangrijke economische impuls geven aan de betrokken industrie. Een te behoudende reflex om de bedrijven te behoeden voor verandering is op termijn nefast voor hun concurrentievermogen.
- De handhavingprocedure, zoals ze nu voorligt in het goedgekeurde EPB-decreet, blijkt een voorbeeld te zijn voor andere Europese landen om ook meer greep te krijgen op de werkelijke prestaties. Dit blijkt uit de SAVE studie ENPER (Energy Performance Regulations in Europe) (WTCB, 2004).
- De totale energieprestatie wordt dan de referentie om gradueel de eisen aan te scherpen en op een Europees aanvaardbaar niveau te brengen. Daarnaast is de EP ook een referentie om een stimulerend beleid te voeren: wie niet voldoet aan de minimale eisen wordt gecorrigeerd en gesanctioneerd; wie beter presteert maakt aanspraak op ondersteunende maatregelen, premies, belastingverlaging enz. Zo kan Vlaanderen beetje bij beetje de achterstand t.o.v. de Europese landen inlopen op het vlak van energie-efficiëntie van onze nieuwe gebouwen.



Figuur 4-5: Stimulerend beleid van de overheid

Welke energieprestatie?

Ondanks een steeds groter wordende verwarmde oppervlakte, slagen de Denen erin om het totale energieverbruik blijvend te verminderen. Figuur 4-6²⁴ toont dat niet alleen het specifieke verbruik (per m²) maar ook het absolute verbruik blijft dalen.



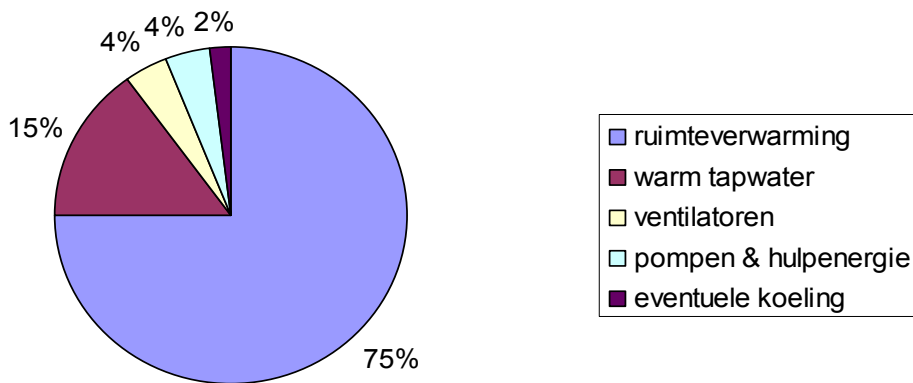
Figuur 4-6 Evolutie van het energieverbruik voor woningverwarming in Denemarken

Dit succes is te verklaren door de strenge isolatie-eisen voor nieuwbouw en verbouwing en de rol die energielabelling speelt in de bestaande gebouwen.

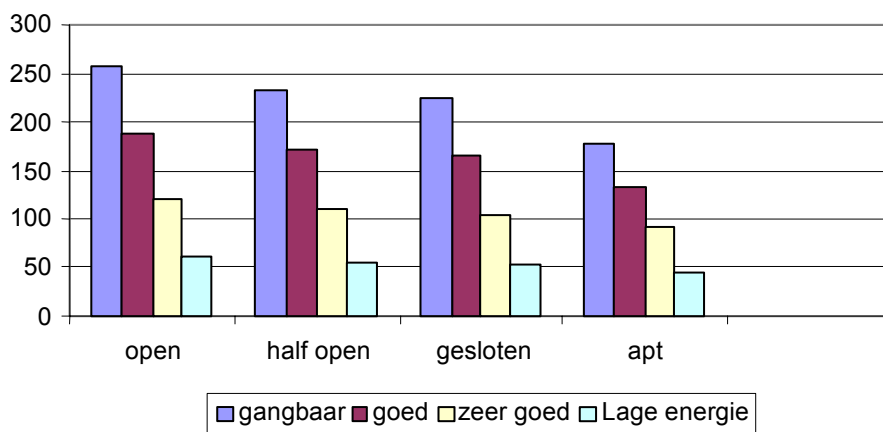
Ook in Vlaanderen moet het mogelijk zijn (en is het absoluut noodzakelijk om aan de Kyoto-verplichtingen te voldoen) om het energieverbruik drastisch te doen dalen, ondanks de tegengestelde sociologische evoluties. De volgende figuren²⁵ tonen een aantal simulaties hoe de energieprestaties van de Vlaamse woningen kunnen evolueren, gebaseerd op de geometrieën van de 200 woningen uit de SENVIVV studie.

²⁴ Laustsen, 2002

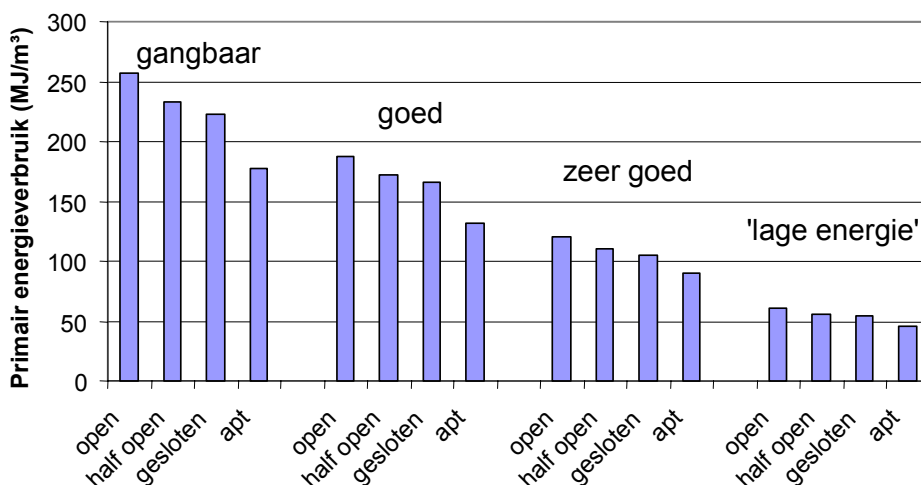
²⁵ Berekeningen WTCB met de nieuwe rekenprocedure voor energieprestatie van woningen, Ontwerp Uitvoeringsbesluit, bijlage I, 2004



Figuur 4-7: Typische verdeling van eindenergieverbruik in Vlaamse woningen



Figuur 4-8: Energieprestaties (Primair energieverbruik (MJ/m³.jaar) voor verschillende uitvoeringen van Vlaamse woningen



Figuur 4-9 Energieprestaties (Primair energieverbruik (MJ/m³.jaar) voor verschillende uitvoeringen van Vlaamse woningen

Energiecertificatie van alle gebouwen

Beperking van de energieprestatie-regelgeving is dat ze enkel impact heeft op nieuwbouw en grote renovatie. Het is daardoor een traag proces (een vernieuwing van het gebouwenpark met ongeveer 1% per jaar). Bovendien worden enkel de intrinsieke prestaties van het gebouw met zijn installaties gevat en gereguleerd, niet het werkelijke energieverbruik. Daarin spelen ook het bewonersgedrag, de ruimtelijke inplanting en de algemene context een belangrijke rol. Om ook de energieprestatie van bestaande gebouwen te beïnvloeden zijn andere mechanismen nodig.

Energiecertificatie wordt gezien als een probaat middel om aan de marktwaarde van gebouwen bij verkoop of verhuur een energiecomponent toe te voegen: betere energieprestaties verhogen de marktwaarde van het gebouw. Een energiecertificaat wordt opgesteld op basis van een energieaudit uitgevoerd door een bevoegd persoon en op basis van een vastgelegde procedure. Volgens de Europese richtlijn 2002/91/EC moet deze procedure gebaseerd zijn op de totale energieprestatie zoals die ook voor nieuwe gebouwen geldt ('asset rating') ofwel op basis van de gemeten energieverbruiken ('operational rating'). Het energiecertificaat kan een label bevatten (cfr A, B, ...E labels voor witte producten) en eventueel een lijst met aanbevelingen voor prioritair te nemen maatregelen om de energieprestatie of het binnenklimaat te verbeteren. Een energiecertificaat betekent ook voor de gebouweigenaar een aansporing om betere energieprestaties na te streven, om zo de marktwaarde van zijn gebouw te verhogen. Voor publieke gebouwen is er bovendien een verplichting om de energieprestatie (gemeten en/of berekend) duidelijk zichtbaar te maken voor het publiek.

Het lijkt logisch dat de overheid een controle- en beheersysteem uitwerkt voor het beheer en de opvolging van de energiecertificaten en voor eventuele bijsturing van het beleid. De EP-aangifte bij nieuwbouw, de verplichte rapportering van de energieprestaties bij ingebruikname van nieuw vergunde gebouwen, is een goede aanzet tot een energiecertificaat voor nieuwe gebouwen.

Uitbreiding van energieprestatie naar milieuprestaties op lange termijn

De energieprestatie is wellicht de voornaamste en meest duidelijke milieuprestatie die aan gebouwen kan opgelegd worden. Nochtans vormt ze slechts een fragmentaire benadering in een beleid van duurzame ontwikkeling voor de gebouwde omgeving. Op termijn lijkt het dan ook wenselijk om de energieprestatie te vervolledigen met een meer integrale prestatiebenadering van alle milieucomponenten: materiaalgebruik (energie-inhoud, LCA en LCC), lokale hernieuwbare energieopwekking, watergebruik, binnenklimaat, inplanting en ruimtelijke planning, sociale factoren, ... Hiertoe zijn een aantal instrumenten in ontwikkeling maar een integrale benadering ontbreekt nog. Belangrijk is hierbij ook de economische component van het verhaal mee te nemen in de evaluatie-instrumenten.

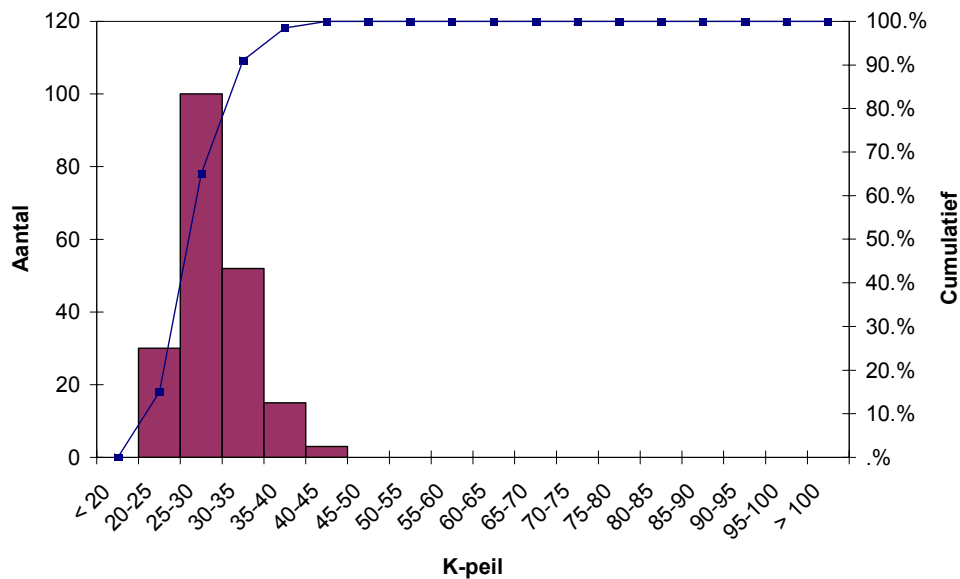
4.2.2 Technologieën

Isolatie / luchtdichtheid / beglazing

Een economisch optimale isolatie is nog lang niet bereikt in de Vlaamse nieuwbouw. De huidige eisen zijn erg matig en worden bovendien niet echt algemeen toegepast, door gebrek aan controle. Nochtans is het technisch zeer goed mogelijk om met de huidige technieken en materialen, en zonder de architectuur van de woningen in vraag te stellen een heel eind beter te presteren. Simulaties op de SENVIVV woningen, met behoud van de geometrie, tonen aan dat een gemiddeld K-peil 30 haalbaar is met doorgedreven isolatie (maar economisch verantwoord). Zelfs de minst compacte en meest beglaasde woningen halen nog K45. Deze simulaties zijn gebaseerd op de prestaties van de bouwdelen in tabel 10.

Tabel 10: Isolatiedikten toegepast in de simulatie van Figuur 4-10

Typewand	Isolatiedikte $\lambda \approx 0.04$ (0.03) mK	U (W/m ² K)
Buitenmuur	12 cm (9)	0.22
Muur naar ruimte	4 cm (3)	0.52
Vloer	8 cm (6)	0.34
Hellend dak	24 cm (18)	0.15
Zoldervloer	15 cm (11)	0.22
Plat dak	15 cm (11)	0.21
Deur	---	1
Venster	---	1.6 (k_f)



Figuur 4-10: Histogram van K-peil voor 200 woningen met toepassing van doorgedreven isolatie (SENVIVV)

Ventilatie

Door de verbetering van de luchtdichtheid van de woningen, zowel bij nieuwbouw als bij renovatie, en door het belangrijke aandeel van de ventilatieverliezen in de totale energiebalans, is de voorziening van gecontroleerde ventilatiesystemen noodzakelijk. Ventilatie is een elementaire strategie om de luchtkwaliteit binnenshuis op peil te houden en om schadelijke stoffen en vocht te verdunnen en af te voeren. Dit is een noodzakelijke energiebelangrijk voor de gezondheid van de bewoners én van het gebouw.

De Vlaamse EPB voorziet trouwens uitdrukkelijk de verplichting om afdoende te ventileren. Behalve eisen aan de isolatie van de gebouwschil en aan de totale energieprestatie worden ook binnenklimaatseisen opgelegd. Dit gebeurt onder de vorm van minimale ventilatievoorzieningen en het beperken van het risico op oververhitting 's zomers in woongebouwen, dit om in de gebouwen steeds een goede binnenluchtkwaliteit te waarborgen.

Met de minimale prestaties voor ventilatie moet rekening worden gehouden bij de berekening van de totale energieprestatie van het gebouw. Betere prestaties voor luchtkwaliteit worden aangemoedigd door een extra toegelaten hoeveelheid primaire energie die dan wel met een hogere efficiëntie moet worden omgezet.

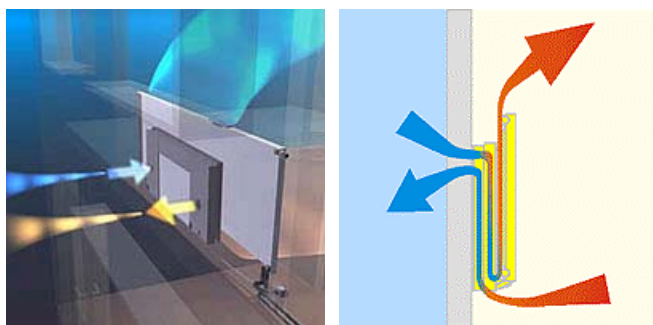
Natuurlijke ventilatiesystemen bieden het voordeel van de robuustheid, de beperking van het elektrische verbruik van ventilatoren en de eenvoud van integratie zelfs bij renovatie. Anderzijds kunnen natuurlijke ventilatiesystemen slechts een beperkte garantie van ventilatiedebiet bieden en is de controle ervan beperkt waardoor een belangrijk energieverlies kan optreden. Zelfregelende ventilatiesystemen (op basis van binnen- en buitenklimaatparameters) zullen in de toekomst de effecten hiervan beperken, doch verhogen ook de complexiteit van de systemen.

Mechanische ventilatiesystemen garanderen de binnenluchtkwaliteit en bieden tevens de mogelijkheid tot energierecuperatie op de uitgaande ventilatielucht. Nadelen van deze systemen zijn echter het elektrische verbruik van de ventilatoren, de invloed van het bewonersgedrag op de werking van de systemen, de hygiëne van de luchtbehandeling en de complexiteit van de installaties.

Er zal de komende jaren veel aandacht besteed worden aan de productontwikkeling van nieuwe en innovatieve ventilatiesystemen, zowel voor natuurlijke als mechanische ventilatie. Aspecten die hierbij aan bod zullen komen, zijn de adaptatie aan het bewonersgedrag, de combinatie met verwarmingssystemen en ook de bouwtechnische integratie, bijvoorbeeld bij renovatieprojecten.

Het is van belang dat deze productontwikkeling ondersteund wordt door een innovatiegericht beleid enerzijds en anderzijds door een soepele en correcte inpassing van deze nieuwe technieken in de energieprestatiereggeving.

Daarnaast vormt ook de kwaliteit van de installaties een belangrijk aspect in de toekomst om de prestatie van de ventilatiesystemen te garanderen.



Figuur 4-11: Voorstelling van een geïntegreerd product voor ventilatie met warmterecuperatie en warmte-afgifte per kamer en daardoor geschikt voor renovatietoepassingen (foto Climarad)

Warmteproductie en –afgifte

Door de verdere verlaging van de warmtevraag ten gevolge van verhoogde isolatie van de buitenschil, zullen de huidige verwarmingsinstallaties herdacht worden. Aspecten die hierbij aan bod komen:

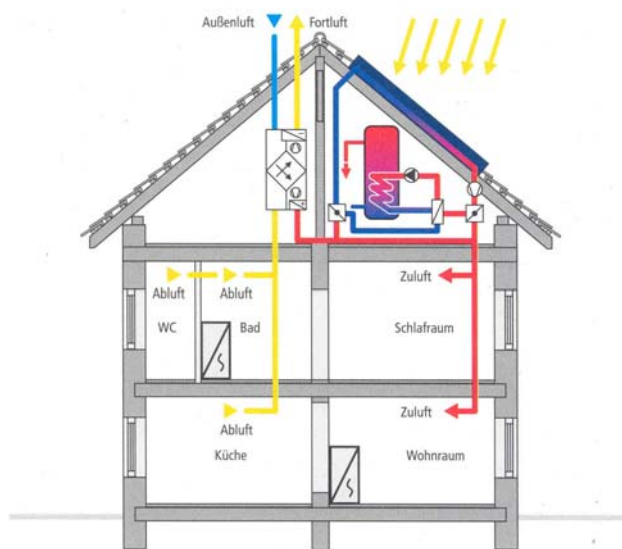
- Het nominale vermogen van een verwarmingsketel wordt niet langer bepaald door de warmtevraag voor verwarming maar door de warmtevraag voor sanitair warm water.
- Opdat de CV-ketel zowel voor verwarming als voor opwarming van het sanitair warm water in een gunstig regime zou opereren, dient de ketel over een sterk modulerend karakter te beschikken.
- De efficiëntie van de ketel en het warmtedistributiesysteem wordt verhoogd door de toepassing van een lage temperatuursverwarming met een geoptimaliseerde regeling van de temperatuursvariatie.
- Wanneer lage temperatuursverwarming wordt gecombineerd met een activering van de thermische massa van het gebouw bekomt met een zeer traag reagerend systeem dat kan instaan voor de basislast. In het geval van laagenergiewoningen kan deze vorm van warmteafgifte volstaan. Voor renovatieprojecten kan de combinatie van een traag reagerend systeem met een snel reagerend warmteafgiftesysteem piekvragen beantwoorden en nachtverlaging toelaten waardoor energiewinst wordt gerealiseerd.

- In extreem lage-energiewoningen zal de behoefte aan een warmtedistributiesysteem verdwijnen en zal een bijverwarming van de ventilatielucht volstaan (zie gevalstudie passiefhuizen).

Daarnaast zullen nieuwe vormen van warmteproductie ingang vinden:

- Kwaliteitsvolle warmtepompinstallaties kunnen een aanzienlijke winst in primair energieverbruik opleveren ten opzichte van condenserende gasketels.
- Bij de verdere ontwikkeling van micro-warmtekrachtkoppeling, brandstofcellen en stirlingmotoren kunnen deze technologieën in de toekomst zeker een bijdrage leveren tot de warmtevoorziening in de gebouwde omgeving en in het bijzonder voor collectieve wooneenheden met een warmtedistributienetwerk.
- Collectieve warmtenetten gevoed door biomassastromen of afvalstromen kunnen in dichtbevolkte gebieden een bijdrage leveren.

Uiteindelijk zullen nieuwe systemen ontwikkeld worden waarin warmteproductie, ventilatie en de toepassing van hernieuwbare energietechnologieën op een efficiënte wijze worden gecombineerd. Enkel door standaardisatie en kwaliteitsborging zullen deze systemen in de toekomst een voldoende marktpenetratie kunnen realiseren.



Figuur 4-12: Voorbeeld van de combinatie van warmteproductie op basis van zonne-energie en een warmtepomp met een warmteafgifte via de ventilatielucht voor een extreem lage-energiewoning (foto DGS).

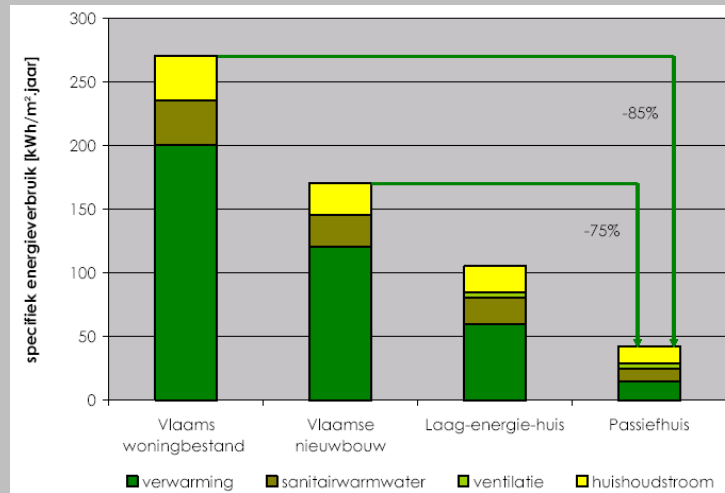
GEVALSTUDIE PASSIEFHUIZEN

De term 'Passief Huis' verwijst naar een constructiestandaard die door Dr. Wolfgang Feist in 1996 in het leven is geroepen. De standaard beoogt gebouwen te realiseren met een comfortabel binnenklimaat in winter en zomer zonder conventioneel verwarming- noch koelingsysteem. Om dit haalbaar te maken dient het brutoverbruik voor ruimteverwarming lager dan 15 kWh/m².jaar en het totaal energieverbruik voor ruimteverwarming, sanitair warm water en elektrische apparaten lager dan 42 kWh/m².jaar.

Hiertoe wordt de isolatiedikte in vloeren, wanden en dak typisch opgetrokken tot meer dan 15,20 en respectievelijk 35 cm. De beglazing dient driedubbel of evenwaardig te zijn met een performant thermisch onderbroken kader. Er wordt extreme luchtdichtheid van de woningen nagestreefd, mechanische balansventilatie met hoogrendement warmterecuperatie toegepast en een efficiënte gelijkstroomventilator. Passieve zonnewinsten worden uitgebuit door geoptimaliseerde zuidgerichte beglazing.

Onderstaande figuur (schema PassiefHuisPlatform) toont een vergelijking van het specifiek energieverbruik van een PassiefHuis ten opzichte van het verbruik van het Vlaamse woningbestand. De kosten-batenanalyse van een Passiefhuis kan project per project verschillen. Buitenlandse studies [SCH 03] tonen echter aan dat door marktintegratie en een integrale ontwerpaanpak de totale kosten niet hoger hoeven te zijn dan voor een gemiddelde nieuwe woning. Dit is in hoofdzaak toe te schrijven aan het vermeden verwarmingssysteem en de daarbij horende energiefacturen.

Om dit in de toekomst mogelijk te maken, dient de technologie maar ook de installatiepraktijk verder te ontwikkelen. Daartoe is in Vlaanderen in het kader van IWT-TIS het 'PassiefHuisPlatform' initiatief genomen.



Hernieuwbare energie

Het gebruik van lokaal beschikbare hernieuwbare energiebronnen voor de invulling van de resterende energievraag, is zondermeer de meest duurzame oplossing. Zonne-energie technologieën dienen hiertoe de komende decennia echter verder te ontwikkelen om de vereiste kostprijsreductie te kunnen realiseren [PAL 03]. Er ligt een belangrijke taak bij de industrie en de overheid om samen deze stap waar te maken.

Op lange termijn zal enkel de directe omzetting van zonlicht in bruikbare energievormen (zonnethermisch of fotovoltaïsch), een voldoende densiteit kunnen realiseren om tot een belangrijke bijdrage van hernieuwbare energie te komen [WGB 03]. Op korte termijn kan het gebruik van biomassa echter een kosteffectieve oplossing bieden voor een verhoogde toepassing van hernieuwbare energiebronnen in de gebouwde omgeving.

In dichtbevolkte gebieden kunnen warmtenetten gevoed worden door energieomzetting (verbranding, vergisting, vergassing, ...) van biomassa uit organisch afval, resthout of waterzuivering. In minder dichtbevolkte gebieden kunnen alternatieve biobrandstoffen de klassieke stookolie installaties vervangen: pellets, bio-olieën, ... Ook mini- of micro WKK installaties worden binnen afzienbare tijd voldoende efficiënt om op biobrandstoffen kleinere wooneenheden van elektriciteit en warmte te voorzien.

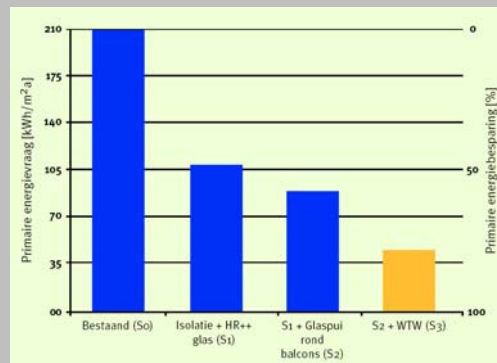
Energierenovatie van sociale woonwijken

In Vlaanderen hebben de massale bouwactiviteiten van de jaren '60 en '70 geleid tot grote aantallen woningen. Karakteristiek voor deze bouwperiode is de industriële bouwstijl. Vaak verkeren de woningen in een slechte (energetische) toestand met lage opbrengsten en hoge onderhoudskosten. Vanwege het geringe comfort en het vaak onaantrekkelijke uiterlijk liggen deze woningen slecht in de markt. Een dergelijke ontwikkeling leidt tot leegstand en achteruitgang van de wijk. Een oplossing voor dit probleem bestaat uit gelijktijdige uitvoering van noodzakelijk onderhoud en energiebesparende maatregelen. Op deze manier wordt de stijging in de kale huur door de algemene verbetering verzacht door verlaging van de energielasten door de energiebesparende maatregelen. Realisatie van synergie-pakketten om energiebesparing te combineren met onderhoud levert interessante oplossingen in relatie tot zowel economie, ecologie als wijkverbetering.

Deze aanpak is geconcretiseerd in de energierenovatie van 5 appartementsblokken met elk 11 appartementen (gebouwd in 1971) van de sociale huisvestingsmaatschappij De Zonnige Kempen cv te Vorselaar. Op basis van een economische en ecologische evaluatie van verschillende pakketten van maatregelen is besloten de volgende maatregelen te realiseren:

- Thermische isolatie van het gebouwmhulsel (buitengevelisolatie, HR++ beglazing)
- Opheffen van koudebruggen ter plaatse van de balkons door toevoeging van een puigeveld rondom.
- Individuele mechanische ventilatie met warmteterugwinning in elk appartement
- Zonthermisch systeem van 25 m² om tot 40% in het warmwatergebruik te voorzien
- Collectieve condenserende gasboilers voor maximaal rendement

De totale investering per appartement bedraagt € 22,140,- waarop een subsidie van 16.6 % van toepassing is. Hierdoor is de totale huur per maand is gestegen van € 185,- vóór de renovatie tot € 260,- na de renovatie. Een bedrag van € 50,- tot € 70,- wordt bespaard op energielasten.



Figuur: Voorstelling van de primaire energiebesparing van verschillende pakketten van maatregelen



Figuur : Foto van een appartementsblok voor en na renovatie

4.3 Beleidsmaatregelen

Bestaande gebouwen opwaarderen

Voor nieuwe gebouwen en belangrijke renovaties zal het Vlaamse EPB-decreet een belangrijke impact hebben op het energiegebruik. Dit in toepassing van de Europese richtlijn 'Energieprestatie van gebouwen'. Door de grote inertie van het gebouwenpark (lange levensduur van de gebouwen) is dit een zeer traag proces: 1 à 2 % vernieuwing van de gebouwen per jaar.

Er is een enorm potentieel tot verbetering in de bestaande woningen en gebouwen: zeer veel woningen, vooral in stedelijk milieu, hebben een groot energieverbruik, kennen problemen van thermisch comfort, slechte luchtkwaliteit, vocht en schimmels die de gezondheid van bewoners én van het gebouw aantasten, lawaaihinder door slechte akoestische prestaties, povere daglichtvoorziening, ...

Een grootschalig saneringsprogramma dringt zich op. Daartoe zijn technische richtlijnen nodig om dat op een technisch en bouwfysisch correcte wijze uit te voeren: Interventieteams hebben nood aan hulpmiddelen om een evaluatie te kunnen maken van prioritaire ingrepen op vlak van thermische en akoestische isolatie, raam- en glastechnologie, verwarming, ventilatie, passieve koeling, sanering van vochtproblemen, ...

Naast een technisch/technologische sanering is dit meteen ook een belangrijke maatschappelijke opwaardering: de materiële wooncondities hebben invloed op de maatschappelijke integratie van bewonersgroepen. Verkommerde stedelijke woongebieden zijn vaak haarden van maatschappelijke verzuring, mensen voelen zich uitgesloten.

Verdere maatregelen i.v.m. energiecificatie en controle van installaties moeten nog uitgewerkt worden. Zij kunnen een belangrijke impuls geven aan de energie-efficiëntie van bestaande gebouwen en installaties.

Integrale toepassing van de EPR

De EPR zoals vastgelegd in het EPB decreet is een belangrijk instrument voor de overheid om de energieprestaties van nieuwbouw en grote renovatie te verbeteren. Om te voldoen aan de eisen van de Europese richtlijn 'energieprestatie van gebouwen' (2002/91/EC) moet de methodologie nog uitgebreid worden naar alle types gebouwen. De handhavingsmaatregelen uit het decreet vormen een belangrijk sluitstuk van deze aanpak en moet het mogelijk maken dat de regels correct worden toegepast en dat er geen marktvervalsing ontstaat door oneerlijke concurrentie. Bovendien heeft de overheid via de EP-aangifte een instrument in handen om de prestaties op te volgen en eventueel bij te sturen. Om deze nieuwe aanpak te doen slagen is maximale medewerking van alle betrokkenen vereist. De professionele spelers moeten de nodige hulpmiddelen in handen hebben om tot een correcte evaluatie van hun projecten te komen (opleiding, software). De particuliere bouwers hebben nood aan correcte informatie en ondersteuning bij hun bouwprojecten.

Motivatie van de bouwheer en bewoners

Belangrijk is dat de betrokkenen zich aangesproken voelen door het beleid en gemotiveerd worden om actief mee te werken aan het wetslagen. Daartoe is een gans scala van maatregelen mogelijk en nodig. Deze worden apart besproken in hoofdstuk 5.

Aanpak van het bestaande gebouwenpark

- Certificatie : de verplichte 'energiecertificatie' (energie-auditing en labelling) bij verandering van eigenaar of huurder, kan leiden tot een belangrijke impuls tot verbetering van de energieprestatie van het bestaande gebouwenpark. Belangrijk is dat deze methode volgens dezelfde EP aanpak verloopt als de ze voor nieuwbouw, zodat de resultaten vergelijkbaar zijn. De EP-aangifte is een goede aanzet tot het energiecificaat voor nieuwbouw.
- Opleiding en begeleiding van auditeurs: de energieauditeurs hebben een belangrijke rol in de informatieoverdracht naar de gebouweigenaar of huurder. Hij geeft nuttige aanwijzingen van welke ingrepen bij voorkeur worden uitgevoerd om de energieprestatie te verbeteren en welke economisch het best haalbaar zijn.

- Benchmarking van energieverbruiken: om ook het werkelijke energieverbruik bij te sturen is er nood aan benchmarks per categorie van gebouw en gebruik. Dit zou een uitbreiding kunnen zijn van de energie-audit waarbij het reële verbruik (genormaliseerd naar klimaat en gebruik) kan gesitueerd worden t.o.v. richtwaarden.

-

Monitoring van resultaten

Door de EP-aangiften, de energiecificaten en een eventuele benchmarking, heeft de overheid een belangrijke bron van informatie in handen om zicht te krijgen op de evoluties in de energieprestaties van gebouwen, zowel nieuwe als bestaande, en om het beleid bij te sturen waar nodig en wenselijk. Daartoe is een beheersysteem van energiecificaten nodig dat centraal kan beheerd worden.

5 Draagvlak voor verandering: sensibiliseren en motiveren

Een bouwproces is te complex om te verwachten dat 'de burger' of 'de consument' een belangrijke impact kan hebben op de energiezuinigheid van zijn gebouw, zelfs al is hij zich bewust van de noodzaak daartoe. Nochtans is het grote publiek één van de belangrijkste bouwheren van Vlaanderen.

Maatregelen moeten politiek en maatschappelijk haalbaar zijn, en resultaat opleveren.

Wat is dan het nut van een participatieve benadering ?

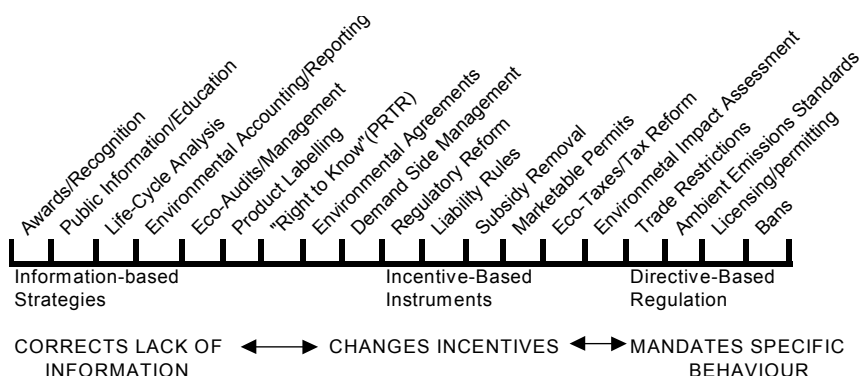
1. Sensibilisering burgers: burgers hebben wel impact op hun energieverbruik dat niet gebouw-gebonden is : toepassingen enerzijds, anderzijds het energieverbruik dat direct of indirect gekoppeld is aan hun woon-en werkplaats (mobiliteit, infrastructuurinvestering, etc.). Voor de burger is begeleiding en concreet planadvies bij nieuwbouw en renovatie een vorm van mondig maken en dardoor veel effectiever dan een algemene bewustmaking (vulgariseren houdt risico's in van verkeerde keuzes en verwaarlozen van conceptdenken); daarnaast kan energielabeling van gebouwen een belangrijke informatieve en bewustmakende bijdrage leveren in het participatieve karakter. Zulke maatregelen kunnen de burger mondiger maken in het beslissingsproces van bouwen of kopen van een woning, met aandacht voor de energieaspecten.
2. De professionele sector dient op grote schaal betrokken te worden om de energieprestatie of energiezuinigheid tot een inherente eigenschap van het bouwwerk te maken. Dit wordt dan net zo evident als de prestatie 'stabiliteit' of 'regendichtheid' waarover geen discussie bestaat en waarop geen toegevingen worden geduld. Dit kan door opleidingen, gerichte workshops, het ter beschikking stellen van ondersteunende diensten of hulpmiddelen, en het betrekken van de professionelen in de beleidsontwikkeling via de professionele organisaties.

Gezien de grote uitdaging en de belangrijke trendwijzigingen die nodig zijn, is het belangrijk om alle betrokkenen zoveel mogelijk belanghebbend te maken:

- Een goed doordacht energieconcept in een woning omvat aandacht voor comfort en
- Socio-economische meerwaarde creëren met als belangrijk neveneffect een hogere energiezuinigheid: Levenkwaliteit in steden bevorderen zal tot een spontaan proces van verdichting leiden.

Hoe maak je de betrokkenen vragende partij?

Belangrijk is dat de betrokkenen zich aangesproken voelen door het beleid en gemotiveerd worden om actief mee te werken aan het welslagen. Daartoe is een gans scala van maatregelen mogelijk en nodig.



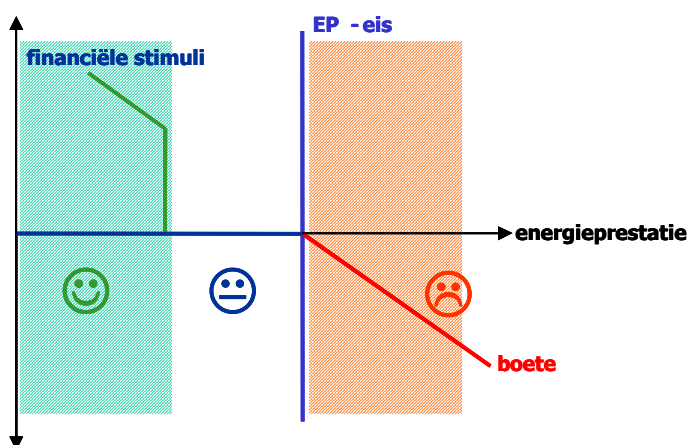
Figuur 5-1 Stimulerende maatregelen²⁶

- De particuliere bouwers hebben nood aan correcte informatie en ondersteuning bij hun bouwprojecten. Door hen vragende partij te maken in de EP-aanpak kunnen zij gemotiveerd worden, niet om te proberen aan de regelgeving te ontsnappen, maar om beter te presteren dan minimaal opgelegd wordt door de overheid.
- De overheid doet al belangrijke inspanningen om het publiek correct te informeren over energiezuinigheid via brochures, infostands op bouwbeurzen, een informatieve website (www.energiesparen.be), enz.
- Er is grote nood aan productinformatie. Particulieren hebben het moeilijk om commerciële boodschappen te onderscheiden van objectieve informatie. Het systeem van productmarkering en -labeling is daarbij een probaat middel, in de eerste plaats voor de professionele bouwpartners, maar ook voor de geïnteresseerde particuliere bouwer of verbouwer. Correcte begeleiding in de veelheid van labels en merken is daarbij nodig. De overheid speelt daarin een belangrijke rol om de kwaliteit van deze merken te borgen en de resultaten beschikbaar te stellen via productdatabanken.
- Energie-audits zijn een probaat middel om de bewoner of eigenaar te wijzen op eventuele tekortkomingen in het energiebeheer van zijn gebouw en om prioritaire maatregelen voor te stellen die de energiezuinigheid en het binnenklimaat kunnen bevorderen.
- Labeling van gebouwen (als onderdeel van de energiecificatie) is een belangrijk instrument om de koper of huurder van gebouwen bewust te maken van de intrinsieke energiekwaliteit van een gebouw. Door de economische waarde die aan een energiecificaat verbonden wordt zal ook de gebouweigenaar gestimuleerd worden om de energieprestatie van gebouw en installatie op peil te brengen.
- Informatie over de energieprestatie van gebouwen, zoals verplicht gesteld voor publieke gebouwen vanaf 2006 door de Europese richtlijn Energieprestaties van gebouwen (2002/91/EC), heeft een belangrijke educatieve waarde voor het bezoekende publiek. De uitbater van het gebouw, overheid of andere, wordt door zijn voorbeeldfunctie aangemaand om de energieprestatie en het energiegebruik te controleren en zondig te verbeteren.
- Ook convenanten (cluster energie) kunnen gemeenten en andere gebouwbeheerders aanmoedigen om acties te ondernemen naar de burger of t.a.v. het eigen energiegebruik.
- Demonstratie van nieuwe technologieën verdient ondersteuning. De overheidsgebouwen zelf zijn een dankbare plaats om het publiek te motiveren voor investeringen in energiebesparende innovatieve technieken.
- Aanmoediging: voor extra prestaties die (veel) verder gaan dan het strikt gevraagde, kan de overheid, samen met de energieleveranciers en andere betrokkenen een beleid van

²⁶ H. David, ENPER Workshop Athene, maart 2002.

stimulerende maatregelen uitwerken: premies, rentesubsidies, belastingsmaatregelen, ... Het REG-decreet biedt hiervoor een kader.

- Regelgeving: minimale prestaties worden opgelegd bij bouwaanvraag. De energieprestatieregelgeving is een goed voorbeeld van een geïntegreerde aanpak van het totale genormaliseerde energiegebruik van een gebouw, waarbij de ontwerper en bouwheer de vrijheid wordt gelaten zelf een samenhangende reeks maatregelen voor te stellen. Dit moet uiteraard goed gecommuniceerd worden naar de betrokkenen.
- Sanctionering: dit is een repressieve maatregel voor wie zich niet aan de regels houdt, onsympathiek, maar noodzakelijk als stok achter de deur. De boeteclausule in het EPB-decreet is in principe voldoende streng om ontwijkgedrag te ontmoedigen. Toch moet de overheid proberen om via gepaste informatie en ondersteuning afwijkende prestaties bij te sturen vooraleer over te gaan tot sanctionering.



Figuur 5-2: Stimulerend beleid van de overheid

Aan een goede promotie dienen twee eisen gesteld: de boodschap moet inhoudelijk juist zijn en in zulke vorm gegoten zitten dat de mensen zich aangetrokken voelen. Ook lijkt het opleggen van verplichtingen niet te omzeilen.

Verplichting en controle

- Enkel inspelen op motivatie mobiliseert maar een beperkt deel van de bevolking. Gezien het grote belang van een lager energieverbruik voor het milieu, de staatshuishouding en de huishoudens zelf, kan enkel verplichting tot een voldoende grootschalig resultaat leiden. Echter, geen verplichting zonder controle en beloning of sanctionering. Zoniet blijft een wet theorie. Dienen we uit hoofde kosten de controle te beperken tot steekproeven, dan moet, willen we voor de burger het risico voldoende hoog houden, de sanctie streng zijn. Ook de beloning zou gul moeten zijn, al zegt hier het rechtvaardigheidsprincipe dat dan elk dossier geëvalueerd moet worden en dat de beloning evenredig moet zijn met hoeveel beter men het doet dan opgelegd.

Inhoud

Belangrijk is dat de volgorde van ingrepen juist naar voor wordt gebracht en consequent wordt aangehouden:

1. Eerst bouwkundig, met in volgorde van afnemend belang:
 - Uitstekend geïsoleerd (dak, gevels, glas, vloeren boven maaiveld)
 - Compact
 - Luchtdicht (vergeet ventilatiesysteem niet)
 - Niet teveel glas (mik op $\approx 1/5$ vloeroppervlakte). Oriëntatie W-Z-O beter dan NW-N-NO.
 - Zonwering
2. Dan de installaties:

- Plaatselijke verwarming met aardgas, centrale verwarming
 - Centrale verwarming met radiatoren (vloerverwarming veel minder soepel)
 - HR-combiketel met buitenvoeler, warm tapwater
 - Leidingen binnen beschermd volume
 - Thermostaatkranen
 - Gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning
 - Warmtepompen (nog altijd duur)
 - Mini WKK (zeer duur)
 - Brandstofcellen WKK (extreem duur)
3. Ten slotte, hernieuwbare energie:
- Zonneboiler (vrij duur)
 - PV (duur)

Hierin ligt één van de sterkten van de Energieprestatieregelgeving. De gegeven volgorde rolt er min of meer uit. Alleen is een kostenaanvulling nodig. Daarvoor is enkel een globale kostenanalyse van het type geactualiseerde waarde een juist instrument.

De professionele bouwpartners betrekken bij de beleidsvoorbereiding

Gedurende de ganse ontwikkeling van het voorstel van energieprestatiedecreet werd op regelmatige basis zo nauw mogelijk overleg gepleegd met de betrokken beroepsorganisaties.

In 1998, 2000 en 2001 vonden drie algemene studiedagen plaats waarop het EP-concept toegelicht werd. Aansluitend vonden in het voorjaar van 2000 en nogmaals in het voorjaar van 2001 een reeks specifieke overlegvergaderingen plaats waarin de technische aspecten van de E-peil-berekeningsmethoden met de diverse betrokken sectoren (incl. producenten en leveranciers) in detail besproken werden (verwarming, ventilatie, verlichting, enz.).

In het voorjaar van 2001 en opnieuw sinds begin 2002 vinden op regelmatige basis overlegbesprekingen plaats met betrekking tot diverse aspecten van het voorstel van decreet (de invoering van een dossier-as-built, de rol van de EPB-verslaggever, enz.) en de verdere praktische invoering van de energieprestatieregelgeving. Diverse architectenverenigingen en de Orde van Architecten – en in een later stadium ook de Orde van Raadgevend Ingenieurs – namen hieraan deel.

Bovendien is er een formeel overlegplatform opgezet waar volgende partijen op uitgenodigd worden: het Brusselse en het Waalse Gewest, de Federale Overheid, de architectenverenigingen, de Orde van Architecten, de Orde van Raadgevend Ingenieurs, diverse aannemersverenigingen, de industriële sectoren van bouwproducten en installaties, diverse energieproducenten, een aantal consumentenverenigingen en de Epigoon-onderzoekspartners.

Momenteel loopt er nog een intensief overleg met de verschillende sectoren van de toeleveringsindustrie i.v.m. het aanleveren van productdata voor de energieprestatieberekening. Dit moet leiden tot een door de overheid gecontroleerde databank met productkarakteristieken die in de EP-berekening kunnen meegenomen worden.

Bij de opleiding van architecten en ingenieurs is een correcte aandacht voor de bouwfysische en installatietechnische aspecten van het energiebeheer van gebouwen van groot belang. Daarnaast is voortdurende vorming noodzakelijk om hen permanent bij te scholen met de nieuwste kennis in hun vakgebied. Ook de beroepsverenigingen spelen daarin een belangrijke rol.

Er wordt in de praktijk natuurlijk al ook aan energiezuinige gebouwen gewerkt. Sommige bouwmaatschappijen werken zeer bewust aan lage energiewoningen. Het Energiecharter, een initiatief van Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen en VIBE (Vlaams Instituut voor Bio-Ecologisch bouwen), engageert bouwbedrijven en ontwerpers om energiezuinige woningen op de markt te brengen. Het 'Passiefhuisplatform' promoot woongebouwen met een extreem goede warmte-isolatie, zeer luchtdicht, met een performante ventilatie-installatie en met een minimale

verwarmingsinstallatie. Her en der zien bedrijven het als een pluspunt wanneer hun kantoorgebouw extreem energiezuinig is. ODE-Vlaanderen plaatste hernieuwbare energie op de agenda. COGEN Vlaanderen stimuleert warmte-krachtkoppeling. Aan het WTCB, de universiteiten en sommige hogescholen gebeurt vernieuwend onderzoek naar betere energiebesparende technieken. En een kleine groep ingenieursbureaus trekt aan de kar van het energiezuinige, kwaliteitsvolle bouwen.

Voorbeeld van gerichte en gespecialiseerde ondersteuning van de professionele sector in het Waals en Brussels Hoofdstedelijk Gewest

'Les Facilitateurs'

Het Waalse Gewest heeft 10 facilitatoren ('facilitateurs') aangeduid die in verschillende sectoren van de energiemarkt ondersteuning moeten bieden aan de professionele sector.

Een facilitator biedt een gespecialiseerd antwoord zonder de rol van andere marktspelers (studiebureaus, architecten) over te nemen. Het gebruik van diensten van de facilitator is gratis, en is gericht op welbepaalde groepen van professionelen. Hij wordt aangesteld op basis van een publieke selectieprocedure, en wordt ondersteund door de overheid door middel van communicatiecampagnes.

De doelgroep kan terecht bij een facilitator voor een beperkte haalbaarheidsstudie voor projecten, voor een kritische analyse van lastenboeken, en voor wegwijz nuttige informatie zoals referentieprojecten, bestaande technologieën, methodologieën, etc.

- le Facilitateur Tertiaire
- le Facilitateur Hôpitaux et Maisons de Repos
- le Facilitateur Industrie
- Le Facilitateur Cogénération
- le Facilitateur Eolien
- le Facilitateur Bois-Energie
- le Facilitateur Hydro-Energie
- le Facilitateur Biométhanisation
- le Facilitateur Grand Système de chauffe-eau solaire

Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest volgt dit voorbeeld en bereidt de aanstelling voor van een energie-facilitator voor de tertiaire sector en voor de sociale huisvestingssector.

Meer informatie ondermeer op : <http://energie.wallonie.be/xml/dgtre.html?P=NC&IDD=3209>

- Gemeentelijke diensten: loket voor bouwaanvragen, woonwinkels, ...
- Bouwteam voor ambtenaren
- Guichets de l'Energie

Box 1 : voorbeeld van sensibilisering en concrete adviezen

De Bouwteams

Er bestaan wel degelijk modellen van participatie bij het ontwerpproces. De Bouwteams van Dialoog brengen geïnteresseerde kandidaat-bouwers samen om hen bewust te maken van de impact van ontwerpbeslissingen op het latere energiegebruik van hun woning. Via een doorgedreven vorming (2 volle zaterdagen) worden zij mondig gemaakt om mee te praten met de architect, de installateur, de aannemer, ... om op een verantwoorde wijze deel te nemen aan de diverse beslissingsmomenten in het ontwerp, de keuze van materialen, verwarmingssysteem, opvolging van de uitvoering (luchtdichtheid, koudebruggen, ...)

Het BouwTeam garandeert je een praktische kijk op isolatie, ventilatie, verwarming, zonne-energie, waterbesparing en gezonde materialen. Reeds 1200 cursisten gingen je voor en wonen in energiezuiniger én comfortabeler woningen! (uit www.dialoog.be)

6 Referenties

- [AnoO 00] Anon.,
"Woonwijk Kleine en Grote Waterstraat te Hulshout-Houtvenne, Bouwfysische evaluatie",
Laboratory of Building Physics, Report 2000/16 (2), 12 p. (In Dutch)
- [Ano 01] Anon., 2001,
"Woonwijk Kleine en Grote Waterstraat te Hulshout-Houtvenne, Bouwfysische evaluatie",
Laboratory of Building Physics, Rapport 2001/17, 17 p. (In Dutch)
- [Ano 02] Anon., 2002, Energy in Denmark, Building Code 1972 - 2005, Certification of Large and Small Buildings, Danish Energy Authority
- [Bee 03] "Encouraging the use of Renewable Energy Sources in the implementation of the EU Energy Performance Building Directive"
Milou Beerepoot, TU Delft OTB
Proceedings of EuroSun 2004
- [Bef 03] Van Nuffel L. (uitgever) *Statistisch jaarboek 2002*. BFE, 2003
- [Ben 99] Bentley Ian;
"Urban Transformations", "Power, People and Urban Design";
Routledge, London en New York; 1999
- [Bof 87] Boogaerts F.
Syntheserapport Energieaudits, Eindrapport RD.Energie, 85 p
- [Bos 78] Bossuyt A., Vandebussche C.,
"Zonne-energie, de mogelijkheid van de overschakeling van de energievoorziening bij een vormingscentrum",
Eindwerk K.U.Leuven, 1978
- [Bos 97] Bosma Koos en Hellinga Helma;
"De regie van de stad I & II Noord Europese stedenbouw 1900-2000";
tentoonstellingscatalogus N.A.I.; Nai Uitgevers/ EFL publicaties; 1997
- [Buch 03] Buchholz B.M. Power Quality Improvement through Generation and Power Exchange on Distribution Level. *17th International Conference on Electricity Distribution CIRED 03*, Barcelona, Spain, May 2003, CD-ROM, 4 pages.
- [Car 02] Carmona Matthew, OC Taner, Tiesdell Steven & Heath Tim;
"Public Places-Urban Spaces";
Architectural Press; London; 2002
- [Coe 03] Coene André;
"A rough sketch of the evolution in thinking about Urban Regeneration in Belgium";
In Proceedings of the ICOMOS Conference held in Sandomierz; 09/2003
- [Coe 99] Coene André en Martine De Raedt;
"Deelstudie ruimtelijke historie in opdracht van Sas van Rouveroij";
eertste Schepen & dienst Stedenbouw en Ruimtelijke planning, Stad Gent; 1998-99
- [Com 04] Commissie van de Europese gemeenschappen;
"Naar een thematische strategie voor het stadsmilieu";
COM (2004) 60 definitief, Brussel; 11/02/04
- [Cor 92] Corboz André;
"Een profiel van de stedenbouw van de 20ste eeuw";

In Archis; 5/92

- [Creg 01] *Indicatief plan van bevoorrading in aardgas*. Voorstel (F)011018-CREG-054, CREG, Brussel, Belgium, October 2001.
- [Deg 02] Xavier De Geyter Architecten;
"After Sprawl";
NAI Uitgevers/ de Singel, Rotterdam/ Antwerpen; 2002
- [DeL 00] De Landa Manuel;
"A thousand years of nonlinear history";
Swerve Editions; New York; 2000
- [Dem 04] Demeyere J. VREG, Brussel, Belgium, persoonlijk onderhoud, 30/06/2004
- [Duij 98] Duijvestein C.A.J. The three lines of Sustainable Building in Nieuwland Amersfoort. In *Proc. PV in the city of the Future - European Workshop at the Nieuwland 1 MW PV project*, Amersfoort, Netherlands, October 1998.
- [Ec 01] *Annual Energy review 2001*
European Commission, Directorate General for Energy and Transport
- [Elia 04] *ELIA, de beheerder van het Belgisch hoogspanningsnet*. <http://www.elia.be/>, geraadpleegd op 23/06/2004.
- [Ern 04] Ernst B. Experience with the Integration of Wind Power into German Electrical Supply System. Presentation at the workshop *Hernieuwbare energie: de toekomst in België*, Federaal Wetenschapsbeleid en 3E, Brussel, Belgium, 16 June 2004.
- [Fig04a] *Statistisch Jaarboek 2002*. FIGAS, Verbond der gasnijverheid, Sectie Studies – Statistieken, http://www.gasinfo.be/Nstatistisch_jaarboek1.htm, geraadpleegd op 1/06/2004.
- [Fig 04b] *Feiten en tendensen 2003*. FIGAS, Verbond der gasnijverheid, http://www.gasinfo.be/feiten_en_tendensen.htm, geraadpleegd op 2/06/2004.
- [For 03] Forum, Instituut voor multiculturele Ontwikkeling;
"Allochtone ouderen en wonen";
NIZW Uitgeverij Utrecht; 2003
- [Gau 01] Gaus Helmut;
"Why yesterday tells of tomorrow. How the long waves of the economy help us determine tomorrow's trends.";
Garant, Leuven, Apeldoorn; 2001
- [Hal 96] Hall Peter;
"Cities of tomorrow: an intellectual history of urban planning and design in the twentieth century";

2nd edition; Blackwell, Oxford; 1996
- [Hay 00] Hayden Dolores; "What would a non-sexist city be like? Speculations on housing, urban design and human work.";
In the City Reader 2nd edition; edited by Richard T. LeGates and Frederic Stout;
Routledge, London en New York; 2000
- [Hen 01] Hens H, Verbeeck G., Verdonck B.,
"Impact of energy efficiency measures on the CO₂-emissions in the residential sector, a large scale analysis",
2001, Energy and Buildings, 33, 275-281
- [Hen 02] Hens H., Verbeeck G., Stijnen L., Tomasetig B., 2002,
"Energy consumption in a low energy estate, confronting measurements with overall data and predictions",

- [Hen 85] Hens H.,
"Houtskeletbouwwoning, adviesrapport LBF", 1985
- [Hen 93] Hens H.,
Thermal retrofitting of a middle class house: a monitored case,
Proceedings of the International Symposium on Energy Efficient Buildings, Leinfelden,
Germany, 1993
- [Krui 96] van Kruining P.C.M., Lommert J.H.P.
Overbeek J.H.P., Waumans R.J.R. Elektriciteitsdistributienetten, EnergieNed, Kluwer,
Deventer, Netherlands, 1996.
- [KVBG 97] *Handboek van de aardgas toepassingen*, Ref. LDM 97, KVBG, Linkebeek, Belgium,
1997
- [Lau 04] Laukamp H., Erge T., Meyer T., Graf C. Impact of a Large Capacity of Distributed PV
Production on the Low Voltage Grid, *19th European Photovoltaic Solar Energy
Conference*, Paris, France, June 2004, preprint.
- [LBF 02] LBF. 2002, (Laboratory for Building Physics, KU-Leuven), CD-ROM with energy
consumption data, Leuven
- [Lic 02] Lichtenberger Elisabeth;
"Die Stadt. Von der Polis zur Metropolis.";
Primus Verlag; Seeheim; 2002
- [Mal 00] Malcolm Miles, Tim Hall and Iian Borden;
"The City Cultures Reader";
Routledge, London en New York; 2000
- [Mal 04] Malbranche P., Saint-Drenan Y.-M. *US Mission Report: 2-11 November 2003*.
European Cluster Integration of RES and DG, March 2004,
http://www.dgnet.org/ENIRDGnet/docs/3/US_mission_core_report_v2_2.doc,
geraadpleegd op 29/06/2004.
- [Meij 99] Meij J.M. (redactie), *Stroomversnelling*. Stichting Toekomstbeeld der Techniek (STT),
Den Haag, Netherlands, 1999.
- [Met 02] Metz Tracy, Schrijver Jeanine, Snoek Otto;
"Pret! Leisure en Landschap";
NAI uitgevers; s.l. Rotterdam; 2002
- [Mor 97] Morovic T., Pilhar R., Möhring-Hüser W. Dynamische Stromtarife und
Lastmanagement – Erfahrungen und Perspektiven. In: *Tagungsband Kasseler
Symposium Energie-Systemtechnik '97*, Kassel, Germany, Oktober 1997.
- [NIS 91] NIS, Statische resultaten van de woningtelling maart 1991 (8 diskettes)
- [ODE 97] *De mogelijkheden en belemmeringen voor hernieuwbare energie in Vlaanderen*. ODE
Vlaanderen, Leuven, Belgium, September 1997.
- [PAL 03] "Zonne-energie voor Vlaanderen, Beleidsvisie 2003 – 2020"
Geert Palmers, 3E, Belsolar
Intern rapport Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, afdeling Natuurlijke
Rijkdommen en Energie, 2003
- [Pal 04] Palmers G., Dooms G., Shaw S., Sheuren C., André P., Neyens J., De Stexhe F.,
Martin J. *Renewable Energy Evolution in Belgium 1974 – 2025*. SPSD II, 3E, June
2004.
- [Pla 00] Planologische Kengetallen; een losbladig standaardwerk met normatieve gegevens;
Samen Leven; Alphen aan den Rijn

Samson Uitgeverij; Alphen aan den Rijn

- [Pow 02] Powell Kenneth;
"City transformed: Urban Architecture at the Beginning of the 21st Century; Laurence King Publishing/ Thames and Hudson Ltd., London; 2002
- [Ray 03] Raymaekers B, Van Riel G., 2003, Wetenschap op nieuwe wegen, lessen van de 21e eeuw, Universitaire Pers Leuven, pp. 219-244
- [Ric] Richard T. Legates and Frederic Stout (ed);
"The City Reader 2nd edition;
Routledge, London en New York; 2000
- [Sch 03] "CEPHEUS – measurement results from more than 100 dwelling units in passive houses"
Jürgen Schnieders, Passive House Institute
European Council for an Energy Efficient Economy, Summer Study 2003
- [Sen 99] WTCB Rapport nr. 4 – 1999
"SENVIVV Isolatie, ventilatie en verwarming in nieuwbouwwoningen. Resultaten van een enquête."
WTCB, Brussel, 1999
- [Slo 03] Slocum Nikki, Participatory Methods Toolkit;
"A practitioner's manual";
United Nations University/ CRIS, Koning Boudewijn Stichting Brussel; 2003
- [Stu 86] Studiecentrum Verkeerstechiek;
"Aanbevelingen voor stedelijke verkeersvoorzieningen.";
(ASVV) Driebergen; uitgave 1986 tot 2003
- [Thr 01] Thrift Nigel J.;
"On the Determination of Social Action in Space and Time."
In Michael J. Dear and Steven Flusty "The Spaces of Postmodernity. Readings in German Geography."; Blackwell Publishers, Malden, Oxford, Melbourne, Berlin; page 106-119; 2001
- [Tim 04] Timmers G. *Urban Turbines*. ECOFYS, TU Delft, ECN, Netherlands,
<http://www.urbanturbines.com/>, geraadpleegd op 24/06/2004.
- [Van 02] Van Steertegem M, 2002, MIRA-T 2002, Milieu en natuurrapport Vlaanderen, Garant, Leuven-Apeldoorn
- [Vaps 04] *Aantal private huishoudens naar woonplaats, naar leeftijd, geslacht en nationaliteit van het gezinshoofd en naar huishoudgrootte - jaren 1997 t.e.m. 2003*. Vlaamse administratie Planning en statistiek,
http://aps.vlaanderen.be/statistiek/cijfers/demografie/bevolkingsindicatoren/stat_cijfers_demografie_uitleg_bevolkingsindicatoren.htm,
geraadpleegd op 23/06/2004.
- [Ver 02] Verhetsel An, Witlox Frank, Tierens Nele;
"Woonwensen en woonbehoeften van jongeren in Vlaanderen en Brussel.
In ruimte en planning, jrg 24 nr. 1, 2004, p. 18-46; gepubliceerde tekst van een lezing op het colloquium in Situ, Gent; 25-27/11/02
- [Ver 02] Verschaffel Bart;
"Steden zijn precieuzer en merkwaardige dingen. Het zijn sterke plekken. En ze zijn, zo blijkt, moeilijk om te maken...;
niet gepubliceerde tekst van een lezing op het colloquium in Situ, Gent; 25-27/11/02
- [Ver 02] Verbeeck G., Hens H., 2002, Energiezuinige renovaties: economisch optimum, rendabiliteit, Eindrapport project CO2-emissies, Electrabel NV, SPE

- [Wbg 03] "Towards Sustainable Energy Systems"
German Advisory Council on Global Change, 2003
ISBN 3-936191-02-6²
- [Web 04] *Wind Energy for the Built Environment – Project WEB.*
CEC JOULE III Project JOR3-CT98-0270 (Sept. 1998 – Aug. 2000),
<http://www.bdsp.com/web/>, geraadpleegd op 24/06/2004.
- [Web] Website ISUF (International Seminar on Urban Form)
- [Wer 01] Werkgroep kwaliteitsvol wonen van ouderen;
"Beleidsadviezen kwaliteitsvol wonen van ouderen.",
s.l.; 2001
- [Wes 78] Wessels Wim;
"Doelstellingen voor een gemeentelijk verkeersbeleid.",
C.H.O. Brugge; 1978
- [Wol 04] Wolters M. Duurzaam gas en waterstof. *Gastechnologie: Grondslagen van de gasinfrastructuur*, PATO en Universiteit Twente, Amersfoort, May 2004.
- [Wou 83] Wouters P., 1983, Energiestudie van een bestaande woonwijk, Eindrapport RD-Energie, 88 p.
- [Woy 03] Woyte A. *Design Issues of Photovoltaic Systems and their Grid Integration.*
Doctoraatsthesis, K.U.Leuven, Faculteit Toegepaste Wetenschappen, Leuven, Belgium, December 2003.

Bijlage 1 Energieverbruiken

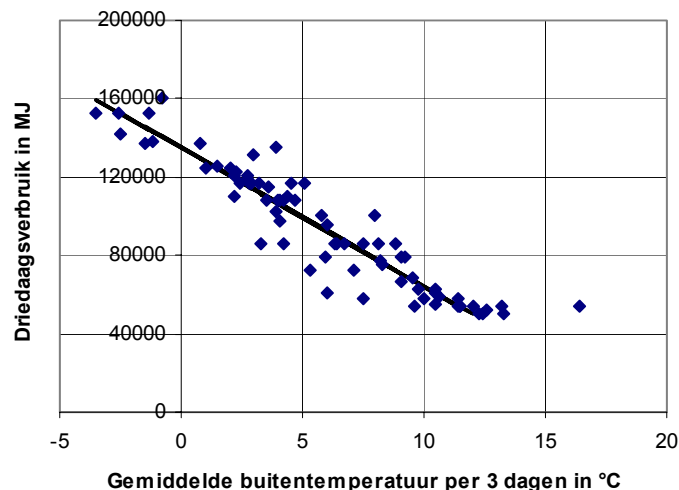
Individuele woongebouwen

Vormingscentrum

Het gebouw dateert uit het begin van de jaren zeventig, met een voor die tijd merkwaardig goede warmte-isolatie: 4 cm PUR in de gevels, dubbele beglazing, 5 cm rotswol op de platte daken. Beschermd volume: 28800 m³, verdeeld over acht blokken waaronder een grote centrale zaal, een restaurant, een hotel en een reeks ateliers (Bossuyt et al. 1978)

Verliesoppervlakte m ²	Gemiddelde U-waarde W/(m ² .K)	Compactheid m	Peil van warmte- isolatie
14500	0.86	1.99	K65

Verwarmen gebeurt centraal met twee stookolieketels van elk 1 MW. Ook het warme tapwater wordt centraal bereid en opgeslagen in twee boilers, één van 3000 l en één van 5000 l. Gemeten verbruik voor verwarming en warm tapwater: zie figuur 2.

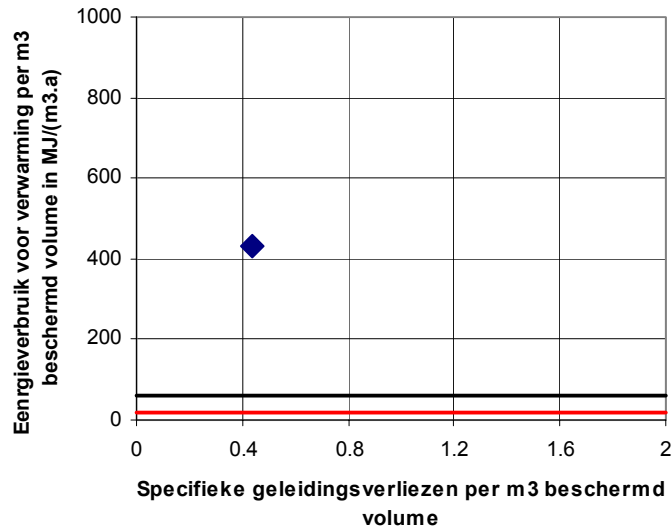


Figuur 2 Vormingscentrum, verbruik

Meest waarschijnlijke rechte door de meetpunten (dagbasis):

$$E_{\text{vw+ww}} = 44983 - 2360 \bar{\theta}_e, \quad r^2=0.87, \quad F=432, \quad 67 \text{ punten}$$

met $\bar{\theta}_e$ de daggemiddelde buitentemperatuur. $F=432$ wijst erop dat het verband zeer relevant is. Zetten we de resultaten om naar het typejaar, dan krijgen we als normverbruik 15 300 GJ/jaar. Daarvan gaat 12 400 GJ naar verwarming en 2 880 GJ naar warm tapwater. Per eenheid van beschermd volume worden dat 431 respectievelijk 100 MJ. In figuur 3 staan horizontaal de specifieke geleidingsverliezen en verticaal het energieverbruik voor verwarming per eenheid van beschermd volume. De zwarte lijn op de figuur duidt het niveau 'lage energie (60 MJ/(m³.a) primair voor verwarming)' aan, de rode lijn het niveau 'passief (18 MJ/(m³.a) primair voor verwarming)'. Dat we ver boven lage energie zitten is zonder meer duidelijk. Eén van de redenen was het zeer slechte rendement van de verwarmingsinstallatie. Een raming gaf <55%.



Figuur 3 Gemeten genormaliseerd verbruik per m³ beschermd volume (zwart ruitje). De zwarte lijn duidt het niveau lage energie aan, de rode het niveau passief gebouw

Drie eengezinswoningen

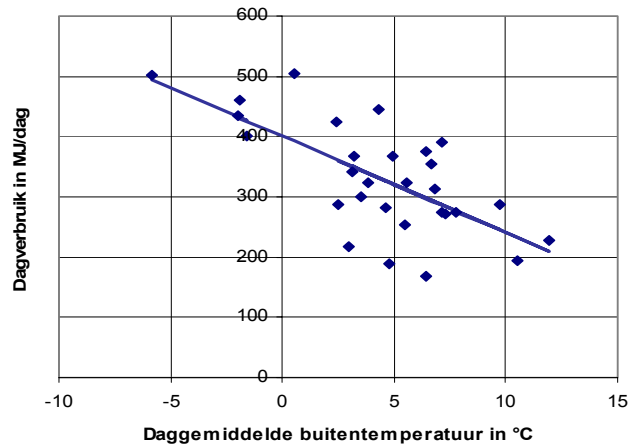
De eerste woning dateert van 1946. Vrijstaand, beschermd volume 1096 m³. Einde jaren zeventig werden de spouwmuren nagevuld met rotswol. De tweede woning werd gebouwd in 1983. Vrijstaand, houtskeletbouw, beschermd volume 375 m³. De derde woning is van 1985, terug vrijstaand, beschermd volume 692 m³. Zowel woning 2 als 3 zijn voor de tachtiger jaren prima geïsoleerd. Woning 2: 10 cm glaswol in de gevels, 16 cm in het hellende dak, dubbel glas. Woning 3: 4 cm XPS in de vloeren, 11 cm rotswol in de gevels, 18 cm in de hellende daken, de wand tussen garage en woning geïsoleerd en dubbel glas [Boogaerts, 1987, Hens, 1985]

Woning	Verlies-oppervlakte m ²	Gemiddelde U-waarde W/(m ² .K)	Compactheid m	Peil van warmte-isolatie	n ₅₀ (gemeten) h ⁻¹
1 (1946)	684	1.94	1.60	K161	6.9
2 (1983)	364	0.55	1.03	K54	-
3 (1985)	498	0.40	1.34	K36	4.9

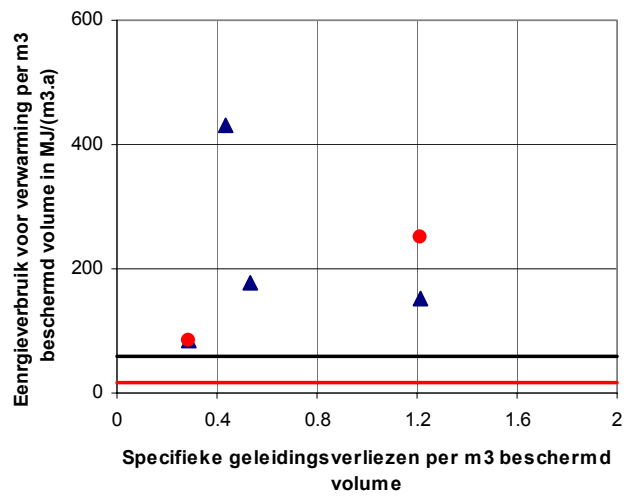
De drie woningen worden centraal verwarmd, woning 1 met twee gasketels, woning 2 integraal elektrisch en woning 3 met een stookolieketel. De gemeten n₅₀-waarden voor de woningen 1 en 3 staan in de tabel. Beide zijn te luchtdicht voor natuurlijke ventilatie via infiltratie. De gemeten U-waarde van de gevels vindt men in tabel 5. Bij woning 1 was de grote spreiding het gevolg van een slordig navullen. Bij woning 3 was de muur nog bouwvochtig. Figuur 4 geeft het gemeten dagverbruik voor woning 2 in functie van de buitentemperatuur.

Tabel 5 Woningen 1 en 2, gemeten U-waarden

Woning	U-gevel Berekend W/(m ² .K)	U-gevel Gemeten W/(m ² .K)
1 (1946)	0.6-1.1	?
2 (1983)	0.29	0.28
3 (1985)	0.31	0.41-0.46



Figuur 4 Gemeten dagverbruik bij woning 2



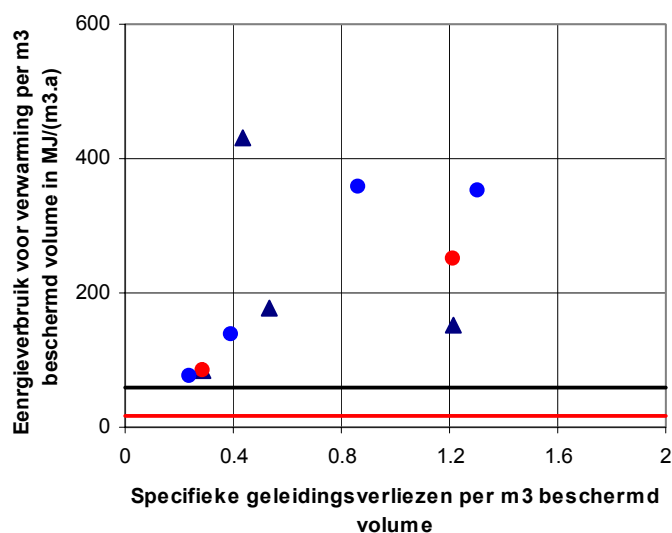
Figuur 5 Gemeten genormaliseerd verbruik per m3 beschermd volume (blauwe driehoekjes en rode cirkels). De zwarte lijn duidt het niveau lage energie aan, de rode het niveau passief gebouw

In figuur 5 vindt men het genormaliseerde verbruik per m³ beschermd volume. Voor de woningen 1 en 3 hebben we twee punten, één voor normaal stookgedrag en één wanneer elke kamer op constante temperatuur blijft (rode cirkeltjes). Vinden we bij woning 3 bijna geen verschil, bij woning 1 is het verschil aanzienlijk. In een slecht geïsoleerde woning wordt anders gezegd zeer zuinig gestookt. Dat staat bekend als het reboundeffect. Bij woning 2 ligt het specifieke energieverbruik dan weer zeer hoog in vergelijking met de isolatiekwaliteit. De oorzaak lag hem in een veel te grote luchtdoorlatendheid van delen van de houtskeletbouw.

Studentenhomes

In totaal is op 4 studentenhomes een energieaudit uitgevoerd. Het eerste home is gebouwd in 1964. In de twee vliesgevels zit enkel glas, de borstweringpanelen en het dak zijn niet geïsoleerd en het betonskelet loopt binnen/buiten. Beschermd volume: 4017 m³. Het tweede home is gebouwd einde jaren zestig. De gevel is niet geïsoleerd en in de ramen zit enkel glas. Op het dak ligt wel 7 cm minerale wol (dakisolatie). Beschermd volume: 37511 m³. Het derde home dateert uit de 16e eeuw en is einde jaren tachtig grondig gerestaureerd. Met de restauratie werd ook de isolatiekwaliteit sterk opgedreven. Zoldervloeren (slordig) geïsoleerd, tegen de gevels binnenisolatie (4 cm PUR), overal dubbel glas. Beschermd volume: 17517 m³. Het vierde home is gebouwd in 2002/2003. Hier is de warmte-isolatie zonder meer goed (peil van warmte-isolatie K40). Het home wordt centraal verwarmd met aardgas (condensatieketel met buitenvoeler). Elke radiator is individueel regelbaar met een thermostaatkraan. Beschermd volume 6762 m³.

Voor het genormaliseerde verbruik per m³ beschermd volume, zie figuur 6 (blauwe punten), doen de homes één en twee het slecht, het gerestaureerde home drie presteert heel wat beter, terwijl de nieuwbouw dicht bij lage energie aanleunt, een bewijs dat een goede warmte-isolatie loont.



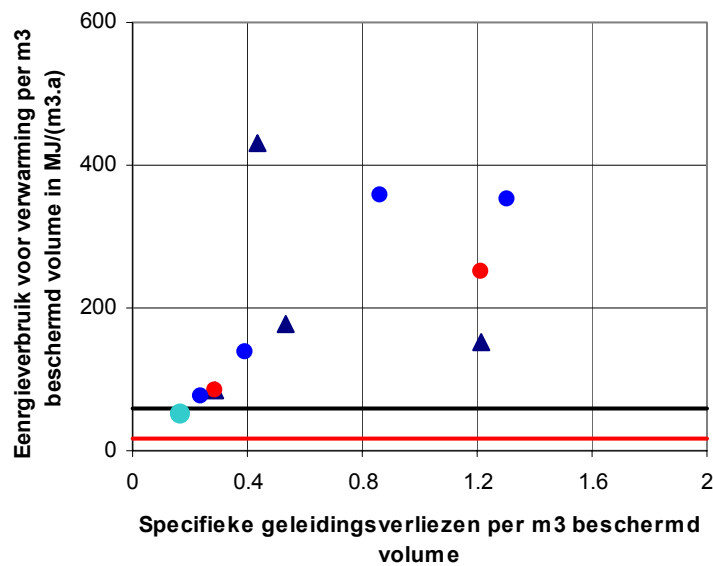
Figuur 6 Gemeten genormaliseerd verbruik per m³ beschermd volume bij de studentenhomes (blauwe ruitjes). De zwarte lijn duidt het niveau lage energie aan, de rode het niveau passief gebouw

Lage energie wijk

De wijk van 20 appartementen en 3 eengezinswoningen werd gebouwd in 1998. De appartementen zitten samen in twee blokken van 4 en een centraal gebouw van 12. Elke woning en elk blok ontvangt een maximum aan winterse zonnewinsten, terwijl zonwering zomerse oververhitting tegengaat. De woningen en blokken zijn zeer compact en uitstekend geïsoleerd, 21 cm in het dak, 10 tot 12 cm in de spouwmuren en 8 cm in de vloeren op volle grond. Alle glas is van de kwaliteit dubbel, argongevuld, lage e.

Elk van de woningen en de blokken heeft gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning.. In het centrale blok zorgt een condensatieketel voor de verwarming. De woningen en twee vier appartementen blokken hebben een HR ketel met ingebouwde warmteterugwinneenheid. Op de drie woningen en het centrale blok staat een zonneboiler (Anon., 2000, Anon, 2001, Hens et al, 2002].

Centrale blok	Verliesoppervlakte m ²	Gemiddelde U-waarde W/(m ² .K)	Compactheid m	Peil van warmte-isolatie	n ₅₀ (gemeten) h ⁻¹
1 (1946)	1759	0.33	1.91	K26	3 tot 4



Figuur 7 Gemeten genormaliseerd verbruik per m³ beschermd volume bij het centrale blok van 12 appartementen (groen ruitje). De zwarte lijn duidt het niveau lage energie aan, de rode het niveau passief gebouw

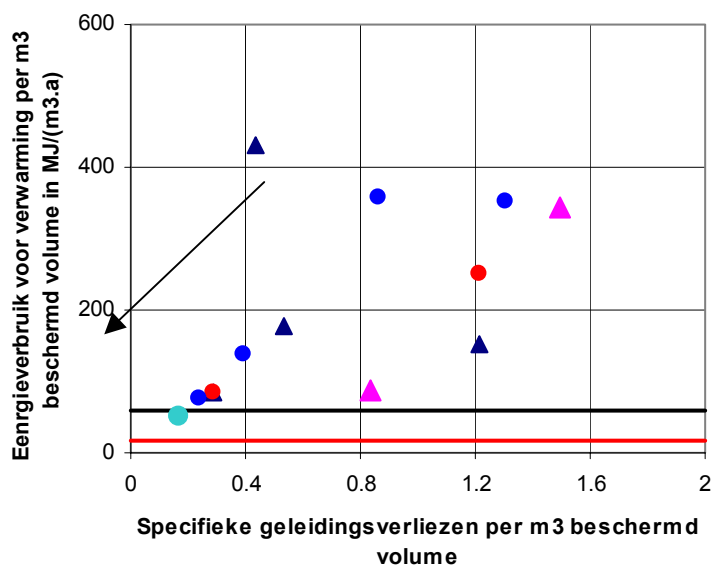
Figuur 7 toont het genormaliseerde verbruik per m³ beschermd volume (groene cirkel). Dank zij de uitstekende warmte-isolatie en, zij het in heel wat mindere mate, dank zij de gebalanceerde ventilatie met terugwinning, voldoet het centrale blok met 51 MJ/(m³.a) aan de eis 'lage energie'. De 'passief' standaard is een ander paar mouwen. Zelf zijn we de overtuiging toegedaan dat zoiets nastreven buiten het interval van economisch optimale oplossingen ligt. Nu al blijkt de gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning het economisch niet te halen van een goed ontworpen afzuigventilatie.

Renovatie

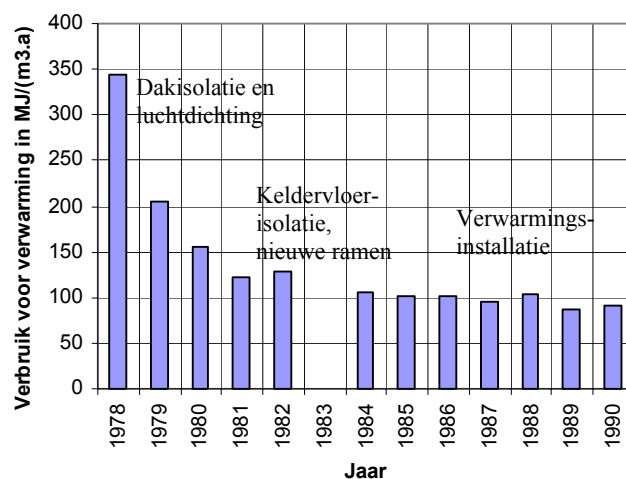
Individuele woning

Begin jaren tachtig werd een bestaande woning uit de jaren 50 grondig gerenoveerd. Daarbij stond niet alleen een betere ruimteverdeling maar ook een lager energieverbruik en een beter thermisch comfort op het verlanglijstje. Vóór de renovatie bedroeg het peil van warmte-isolatie K176, bij een compactheid 1.45. Beschermd volume: 506 m³. De woning was behoorlijk tochtig terwijl het genormaliseerde eindverbruik voor verwarming piekte bij 343 MJ/(m³.a). Opeenvolgende stappen in de energetische renovatie: (1) luchtdichting van het dak, dakisolatie (10 cm minerale wol, PE luchtscherm), (2) isolatie van de keldervloer met 3 cm PUR, (3) Nieuwe, luchtdichte ramen met dubbel, driedubbel of lage e dubbel glas, inbouw van een systeem van natuurlijke ventilatie, (4) isolatie van de scheidingswand tussen woning en garage met 10 cm minerale wol, (5) nieuw verwarmingssysteem (in plaats van natuurlijke circulatie een pomp, gesloten expansievat, vervanging van de olietel door een HR gasketel met een schoorsteen-gekoppeld rendement van 92.5% en een waakvlamverbruik van 0.93 m³/dag), (6) vervanging van de radiatoren in de kinderslaapkamers door elektrische lage temperatuur stralers met laag vermogen op dagstroom (Hens, 1993)

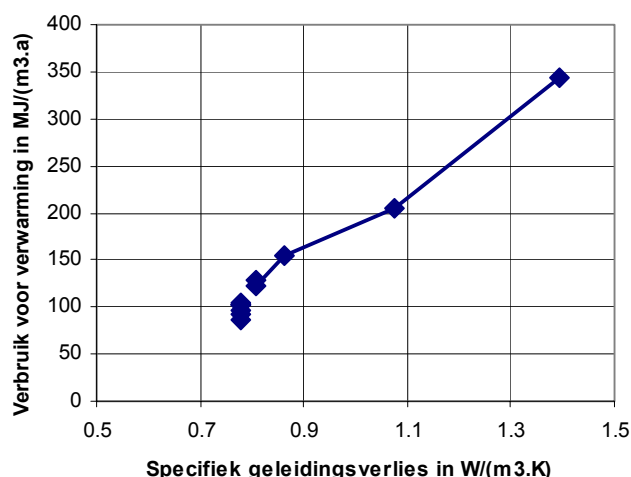
Figuur 8 toont het effect op het energieverbruik voor verwarming. Indrukwekkend. Na renovatie bleef van de 343 MJ/(m³.a) nog 87 MJ/(m³.a) over. In figuur 9 vindt men de afzonderlijke renovatiestappen op een rijtje. Zeker de dakisolatie levert een aanzienlijke besparing op, op de voet gevolgd door het luchtdichte schrijnwerk met beter isolerende beglazing. De opgewaardeerde verwarmingsinstallatie zorgt voor een daling met 22.9 MJ/(m³.a).



Figuur 8 Gemeten genormaliseerd verbruik per m³ beschermd volume voor en na renovatie (paarse driehoekjes). De zwarte lijn duidt het niveau lage energie aan, de rode het niveau passief gebouw



Figuur 9 Gerenoveerde woning, opeenvolgende stappen, jaarlijks energieverbruik voor verwarming per m³ beschermd volume per jaar.



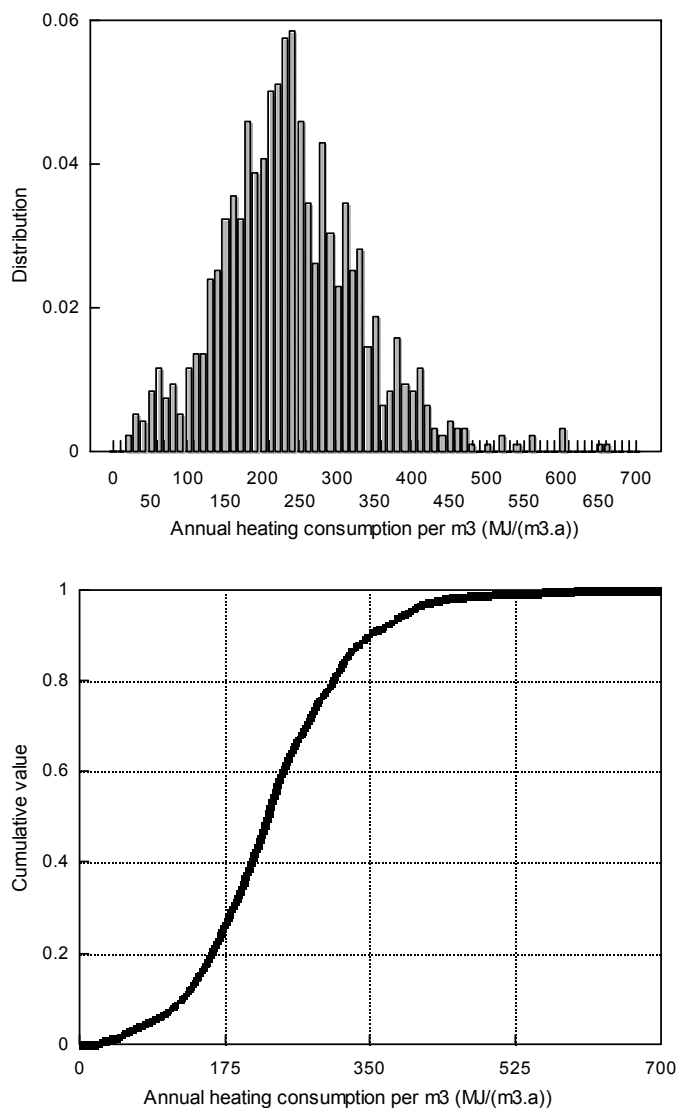
Figuur 10 Gerenoveerde woning, jaarlijks energieverbruik voor verwarming per m³ beschermd volume in functie van de specifieke geleidingsverliezen

Wijk

Begin jaren tachtig werd in een bestaande wijk van 72 woningen de isolatie van de zoldervloer (oppervlakte: 138 m²) aangepast. Was vóór de ingreep de U-waarde inbegrepen koudebrugwerking door de randbalk slechter dan 1.15 W/(m².K) en was er behoorlijk wat luchtlekkage door de vloer, na de ingreep (luchtlekken dicht, randbalk en zoldervloer geïsoleerd met 12 cm glaswol) bleef daarvan 0.39 W/(m².K) over. Dat en de luchtdichting zorgden voor een gemeten gemiddelde besparing van 23100 MJ/a per woning (typejaar). Voorspeld was een besparing van 23 100 tot 26900 MJ/a. In sommige woningen werd ook dubbele beglazing geplaatst of kwam er een tijd klok op de ketel, waardoor die niet langer het ganze jaar op temperatuur bleef voor de bereiding van warm tapwater. Die twee ingrepen gaven een extra gemeten gemiddelde besparing van 13600 MJ/a [Wouters, 1983]

Een verzameling woningen

Voor 964 woningen is gedetailleerde informatie over het genormaliseerde energieverbruik voor verwarming samengebracht (eindenergie) (Hens et al, 2002). In de verzameling zaten zowel toevallig gekozen oudere en nieuwere eengezinswoningen (268), energie efficiënte woningen uit de jaren tachtig (41) als sociale woningen gebouwd tussen 1960 en 1999 (655). Figuur 10 geeft de verdeling en de somcurve voor het gemeten verbruik per m³ beschermd volume. Gemiddeld 233 MJ/(m³.a), d.w.z. ver verwijderd van het niveau 'lage energie', standaard afwijking 96.4 MJ/(m³.a), minimum 12 MJ/(m³.a), maximum 967 MJ/(m³.a) [LBF, 2002].



Figuur 11 Woningbestand, verdeling en somcurve van de gemeten, genormaliseerde energieverbruiken (eindenergie)

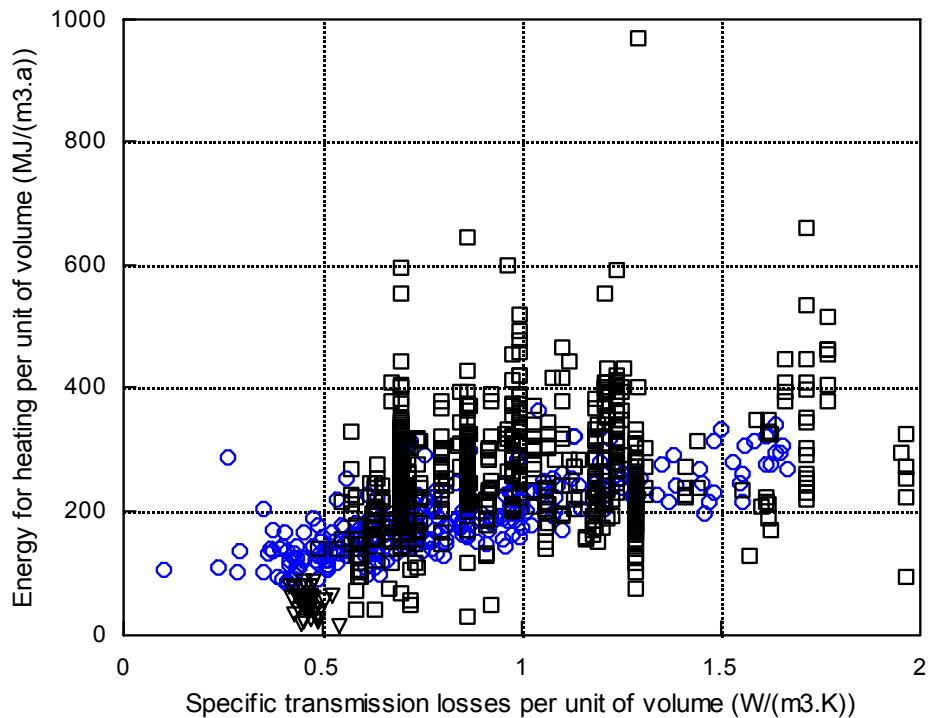
In figuur 12 vindt men een meer gedetailleerde analyse van alle gegevens, nu gegeven per m³ beschermd volume. Meest waarschijnlijke rechte door de meetpunten:

$$E_{\text{heating},m^3} = 105 + 138 \frac{H_T}{V} \quad (1)$$

964 data points

$$r^2=0.22, \sigma_{105}=86, \sigma_{138}=8.4$$

Hierbij is E_{heating,m^3} het genormaliseerde jaarlijkse energieverbruik voor verwarming per m³ beschermd volume (MJ/(m³.a)) en V het beschermde volume in m³.



Figuur 12 Genormaliseerd jaarlijks eindenergieverbruik voor verwarming per m³ beschermd volume in functie van het specifieke geleidingsverlie. De cirkels staan voor eengezinswoningen, de vierkantjes voor sociale woningen en de driehoekjes voor energie efficiënte woningen uit de jaren tachtig

In tegenstelling tot wat de theorie vooropstelt, suggereert figuur 8 dat het genormaliseerde jaarlijkse eindverbruik voor verwarming per m³ beschermd volume niet evenredig is met de specifieke geleidingsverliezen, maar minder dan lineair stijgt naarmate die hoger liggen. Dat blijkt ook uit de betere correlatie voor een exponentiële door de meetpunten:

$$E_{\text{heating,m}^3} = 233 \left(\frac{H_T}{V} \right)^{0.78} \quad (2)$$

964 data points

$$r^2=0.29, \sigma_{233}=133, \sigma_{0.78}=0.04$$

Dit fenomeen van een mindere besparing tussen een slechte en een goede warmte-isolatie noemen we het rebound effect. Erin zit zowel een fysische als een economische realiteit. Bijna nooit worden woningen integraal verwarmd. Uit metingen en ervaring weten we dat, waar de dagzone overdag op comforttemperatuur gehouden wordt, dat bij de nachtzone, met uitzondering van de badkamer, niet het geval is. Daardoor wordt de temperatuur in die zone bepaald door het evenwicht tussen de warmtewinsten vanuit de dagzone en de warmteverliezen naar buiten. Verkleint een goede warmte-isolatie de verliezen, dan stijgt de temperatuur in de nachtzone en daardoor de gemiddelde temperatuur in de woning. Het resultaat wordt meer warmteverlies en een groter energieverbruik voor verwarming dan verwacht. Aan de andere kant kost de energiedienst die verwarmen oplevert, te weten thermisch comfort, jaarlijks behoorlijk wat €'s. Worden die kosten als te hoog ervaren voor het comfort dat men wenst, dan stelt de gemiddelde bewoner zich tevreden met wat minder thermisch comfort tegen een lagere kost.

Het reboundeffect tast tot zekere hoogte het energiebesparende effect van warmte-isolatie aan. Dat is zeker zo wanneer zwak geïsoleerd wordt. Bij een zeer goede isolatie schuift men dichterbij de fysisch voorspelde realiteit van evenredigheid tussen het genormaliseerde jaarlijkse eindverbruik voor verwarming per m³ verwarmd volume en de specifieke geleidingsverliezen.

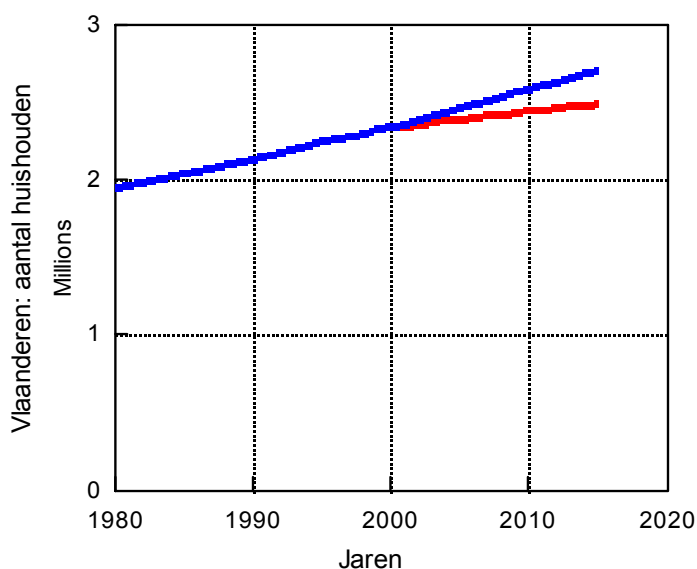
Wat met de residentiële sector als geheel?

Ogen de mogelijkheden tot energiebesparing op het niveau van de individuele woning en het individuele woongebouw indrukwekkend, vraag is hoe zich dat afspiegelt op het energieverbruik in de residentiële sector als geheel? In het antwoord spelen drie elementen een rol:

- Evolutie van het aantal huishoudens?
- Stedenbouwkundige politiek (Bewust promoten van renovatie? Meer steun voor opvullingbouw in bestaande woonkernen? Enz)?
- Energiepolitiek (Hoe streng wordt de energiewetgeving? Hoe goed is de controle)?

Samen met de economische conjunctuur speelt het aantal huishoudens een rol in het aantal wooneenheden dat gebouwd, vervangen en gerenoveerd wordt. De stedenbouwkundige politiek bepaalt mee de verdeling tussen uitbreidingsbouw, vervangingsbouw en renovatie en de opsplitsing tussen alleenstaande woningen, hoekwoningen en rijenwoningen. Energetisch vallen renovatie, vervangbouw en rijenbouw te verkiezen, ook al zien de bouwfederaties het liever anders. Bij voorkeur alleenstaande uitbreidingsbouw. Daar valt het meeste aan te verdienen. De energiepolitiek heeft een grote impact op de fysieke kwaliteit van het woningbestand. Een goede isolatie betekent niet alleen minder energieverbruik maar ook een beter comfort en, mits correct geventileerd, een beter binnenmilieu. Wordt bouwkundig correct geïsoleerd, dan daalt ook de kans op vochtschade en versnelde veroudering.

Al deze factoren zijn in rekening gebracht in een bottom/up model dat de residentiële sector als geheel simuleert in de onderstelling dat elk jaar identiek is aan het energetische typejaar (Hens et al, 2001, Mohamed et al, 2001). Vraag: hoe zal het energieverbruik er evolueren tussen nu en 2015, afhankelijk van de drie genoemde elementen. Bij het aantal huishoudens werd uitgegaan van een aanhoudend grote toename en van een afname van de toename na 2000.



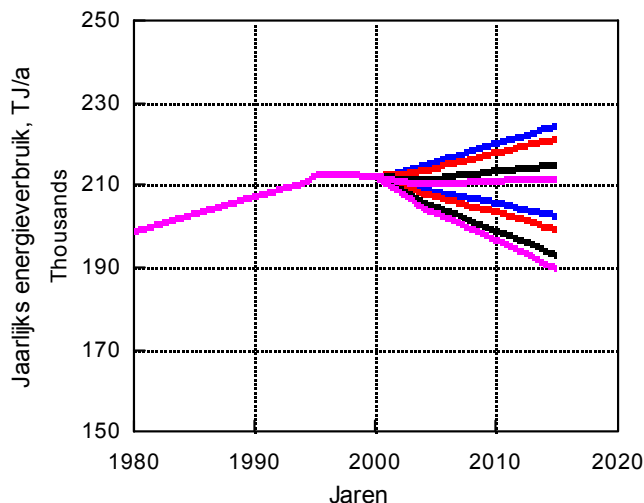
Figuur 13 Evolutie van het aantal huishoudens in Vlaanderen. Blauw staat voor een aanhoudend grote toename, rood voor een verminderde toename vanaf 2000

Wat betreft stedenbouwkundige politiek zijn vier scenario's bekeken: (1) Business as Usual, (2) meer nadruk op renovatie en vervangingsbouw, (3) vanaf 2010 enkel nog renovatie en vervangingsbouw (in het geval het aantal huishoudens stagneert). Ook qua energiepolitiek zijn vier scenario's getoetst: (1) K55 zonder controle, (2) K55 met controle vanaf 2000, (3) economisch optimaal peil van warmte-isolatie (olie- en gasstook: K38 bij woningen, K30 bij appartementen / elektriciteit: K26 bij woningen, K30 bij appartementen), (4) ecologisch meest rendabele peil van warmte-isolatie (ongeveer gelijk aan lage energie; bij olie- en gasstook: K26 bij woningen, K30 bij appartementen; elektriciteit: K21 bij woningen, K30 bij appartementen). Voor de aantallen nieuwbouw en renovatie is uitgegaan van de gegevens van het NIS en de voorspellingen van de Vlaamse Confederatie van het Bouwbedrijf, deze laatste gecorrigeerd op de verwachte groei van het aantal huishoudens.

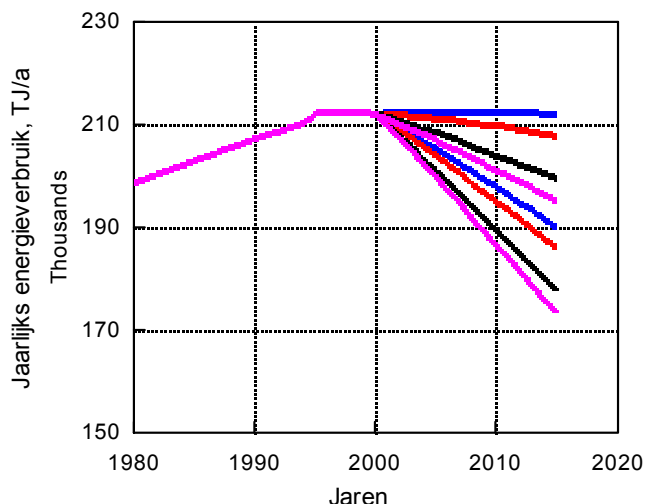
De resultaten vindt men in de figuren 13 tot 15. Bij business as usual slagen we er bij een aanhoudend grote toename van het aantal huishoudens niet in het energieverbruik te drukken, ook al leggen we de eis 'lage energie' bij nieuwbouw en renovatie op. Een afname van de toename van het aantal huishoudens resulteert in een afname van het energieverbruik. Bij meer nadruk op renovatie en vervangingsbouw lopen we enkel vast bij een aanhoudend grote toename van het aantal huishoudens en K55, zonder controle. Alle andere scenario's resulteren in besparing, in het beste geval 12.5% ten

opzichte van 1990. Wordt in 2010 beslist enkel nog renovatie en vervangingsbouw toe te laten bij een afgenomen aangroei van het aantal huishoudens, dan zijn de vier scenario's wat betreft energiepolitiek alle positief, met een afname ten opzichte van 1990 van 10.2 tot 16.4%. Opvallend daarbij is dat 'lage energie' in de residentiële sector vanaf 2001 in 2015 maar een extra besparing oplevert van 5.1 tot 6.2% of 10.5 tot 12.8 PJ/a, vergeleken met K55, geen controle.

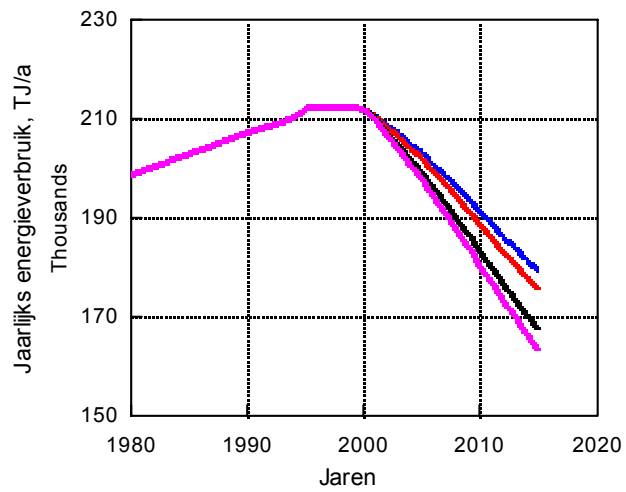
Uit dat resultaat mag besloten dat, ook al vormt elk gebouw een reservoir aan energiebesparende mogelijkheden met opvallend resultaat, het gebouwenbestand als geheel een extreem grote traagheid met zich meedraagt. We kunnen het daardoor niet gebruiken als politiek sluitstuk om even snel aan de Kyoto voorwaarden te voldoen. Systematisch 'lage energie' nastreven loont, maar eerst op zeer lange termijn (>50 jaar). Bij de berekeningen is dan nog geen rekening gehouden met de weersverschillen van jaar tot jaar. Tegenover het typejaar geeft dat schommelingen in eindverbruik van $\pm 13.5\%$, d.w.z. van de ordegröte van de jaarlijkse besparing bij 'vertraagde groei van het aantal huishoudens, na 2010 enkel renovatie en vervangingsbouw, lage energie'.



Figuur 14 Energieverbruik in de residentiële sector. Business as usual. De bovenste vier lijnen staan voor een grote aangroei van het aantal huishoudens, de onderste vier voor een kleine aangroei



Figuur 15 Energieverbruik in de residentiële sector, meer vernieuw- en vervangingsbouw. De bovenste vier lijnen staan voor een grote aangroei van het aantal huishoudens, de onderste vier voor een kleine aangroei.



Figuur 16 Energieverbruik in de residentiële sector. Vanaf 2010 nog uitsluitend vernieuw- en vervangingsbouw. De bundel van lijnen staat voor een kleine aangroei van het aantal huishoudens

Het Vlaams Instituut voor Wetenschappelijk en Technologisch Aspectenonderzoek

Het viWTA is een autonome instelling verbonden aan het Vlaams Parlement. Het viWTA wil een constructieve bijdrage leveren aan het maatschappelijk debat over wetenschap en technologie, en de bevolking een stem geven in deze discussie. Vandaar onze tweede naam: 'Samenleving en technologie'.

De heer Robert Voorhamme is voorzitter van de Raad van Bestuur van het viWTA. Mevrouw Trees Merckx-Van Goey en de heer Lodewijk Wyns zijn de ondervoorzitters.

De Raad van Bestuur van het viWTA bestaat uit:

mevrouw Patricia Ceysens;
de heer Eloi Glorieux;
mevrouw Kathleen Helsen;
mevrouw Trees Merckx-Van Goey;
de heer Jan Peumans;
de heer Erik Tack;
mevrouw Marleen Van den Eynde;
de heer Robert Voorhamme

als Vlaamse Volksvertegenwoordigers;

de heer Paul Berckmans;
de heer Jean-Jacques Cassiman;
de heer Paul Lagasse;
mevrouw Ilse Loots;
de heer Bernard Mazijn;
de heer Freddy Mortier;
de heer Nicolas van Larebeke-Arschodt;
de heer Lodewijk Wyns

als vertegenwoordigers van de Vlaamse wetenschappelijke en technologische wereld.

Directeur: Robby Berloznik.

Vlaams Instituut voor Wetenschappelijk en Technologisch Aspectenonderzoek

Vlaams Parlement

1011 Brussel

Tel: 02 552 40 50

Fax: 02 552 44 50

viwta@vlaamsparlement.be

website: www.viwta.be

Verantwoordelijke uitgever: Robby Berloznik – viWTA – Vlaams Parlement – 1011 Brussel