

### Vraag:

Zijn er kengetallen voor het energiegebruik in monumenten voor verwarming, zodat wij kunnen zien of ons pand boven, onder of op het gemiddelde daarvoor scoort?

### Antwoord:

Vele tientallen analyses van nog niet of juist wel verduurzaamde monumenten leveren inderdaad bepaalde waarden op voor wat normaal energiegebruik voor verwarming is bij verschillende soorten monumenten. Belangrijkste factor daarin blijkt steeds het gebruik van het gebouw te zijn. Gaat het om een woning of om een kantoor of kerkgebouw? Met hoeveel mensen wordt het gebouw bewoond of gebruikt? Is het alle dagen in functie of alleen op bepaalde momenten? Hoe hoog wordt gestookt en is dat in het hele gebouw of maar plaatselijk?

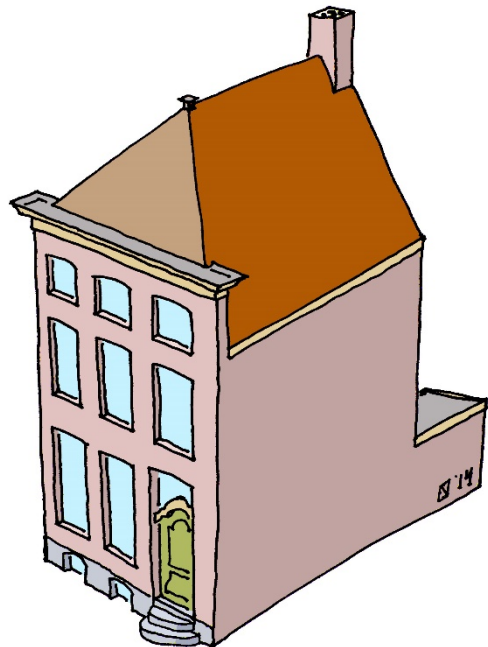
Dit zijn vragen die eigenlijk weinig met het gebouw zelf te maken hebben, maar waarop het antwoord sterk bepalend is voor het gebouwspecifieke energiegebruik.

Maar als wij deze sterk wisselende gebruiksfactoren enigermate categoriseren blijken er wel bepaalde overeenkomsten in het energiegebruik voor comfortwarmte bij verschillende soorten monumenten. Wij bespreken hier met name woonhuismonumenten, kantoren en kerkgebouwen, omdat daarmee in onze praktijk ervaring is.

### Energiegebruik bij woonhuismonumenten en kantoren

In de ERM-waaier 'Uw monument energiezuinig' hebben wij een 'standaard woonhuismonument' opgevoerd (plaatje hiernaast) waarvan de gebouweigenschappen en het energiegebruik zijn beschreven. Het ging daarbij om een niet-verduurzaamd, half vrijstaand monumentaal woonhuis met bakstenen muren, houten vloeren en een pannengedekte, beschoten kap, bewoond door een klein gezin, met een bruto vloeroppervlak van ca. 200 m<sup>2</sup> en een netto inhoud van de verwarmde ruimten van ca. 600 m<sup>3</sup>.

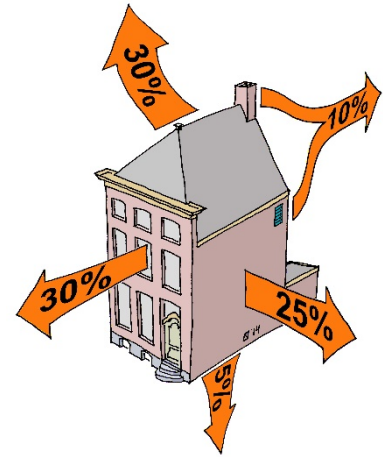
Het wordt verwarmd met een gasgestookte CV-installatie met HR-ketel. Het huidige jaarlijkse gasgebruik voor verwarming is ca. 2000 m<sup>3</sup>. De jaarlijkse stookkostenpost bij dit woonhuismonument bedraagt, bij een op dit moment geldend all-in gaskostenbedrag van €0,78/m<sup>3</sup>, dus €1.560,-. Die jaarlijkse kostprijs voor verwarming is van belang bij bepaling van de terugverdientijd (TVT) van eventuele energiebesparingsmaatregelen.



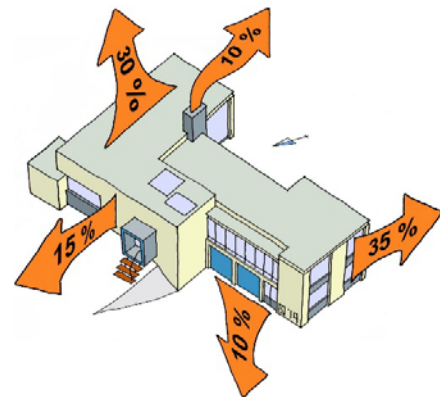
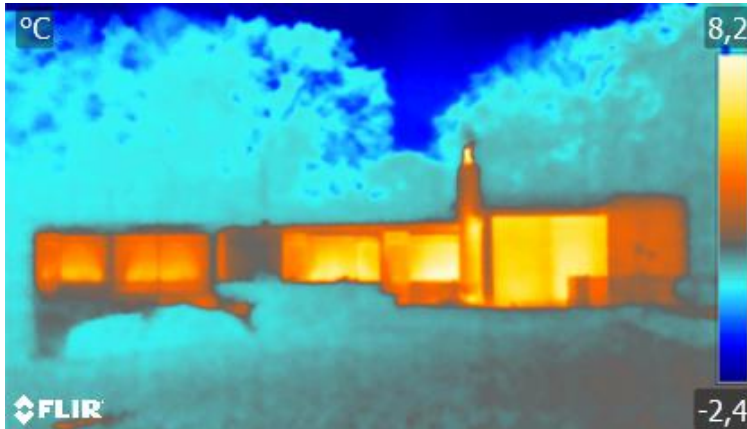
Het is nu interessant te achterhalen of en hoe de grootte van het huis van invloed is op de energievraag. Bij dit onverduurzaamde standaard-woonhuismonument gaat het per netto kuub gebouwinhoud om een verbruik van ca. 3,3 m<sup>3</sup> aardgas per jaar. Hoe zou dat bij een kleiner of groter pand uitpakken?

Voor het antwoord op die vraag spelen twee maatgegevens een rol: het oppervlak van de gebouwschil (buitenmuren, vensters/buitendeuren, dak en beganegrondvloer) en de luchthoud van de verwarmde ruimten. Een 2x keer zo groot pand heeft 4x zoveel gebouwschiloppervlak en 8x meer inhoud. Doordat in woonhuizen en kantoren de vertrekhoogte globaal genomen gelijk blijft bij wisselend gebouwvolume, wordt meestal het vloeroppervlak van de te verwarmen ruimten als norm-eenheid gekozen. Een pand met een 2x zo groot vloeroppervlak zou zo 2x zoveel energie voor verwarming verbruiken.

Voor monumenten hanteren wij echter het netto verwarmde gebouwvolume (in m<sup>3</sup> of kuub) als norm, omdat bij monumenten de hoogten van de ruimten sterk uiteen kunnen lopen. Het bij hoge ruimten flink grotere ruimtevolumen en geveloppervlak per vierkante meter vloeroppervlak bepaalt namelijk mede de energievraag voor ruimteverwarming. Bij hogere ruimten resulteert deze volumenorm wel in een gemiddeld wat lager stookkostencijfer per kuub gebouwinhoud. Langs welke weg van de gebouwschil warmte uit huis verdwijnt en in welke verhoudingen gaven wij voor het standaard woonhuismonument in de ERM-waaier al aan. Het beeld daarbij plaatsen wij hier nog eens.

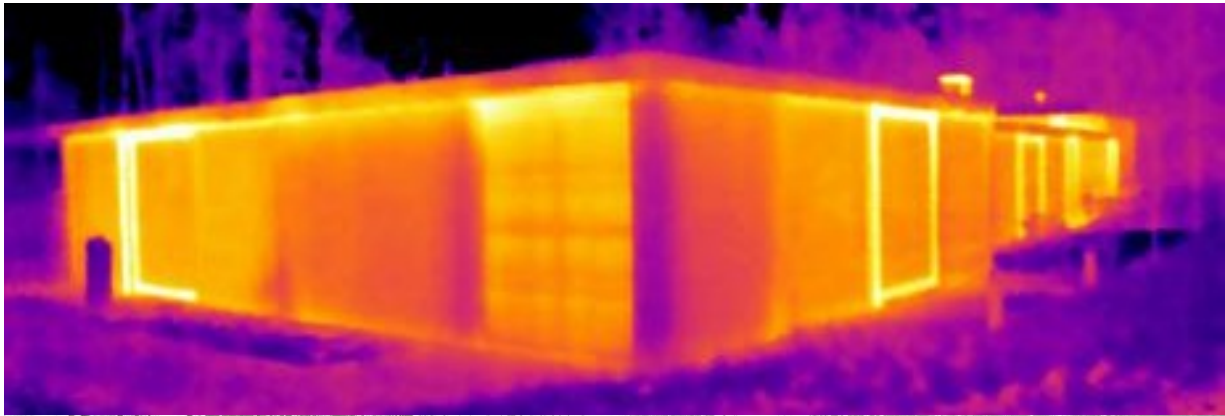


Wanneer het woonhuismonument een afwijkende bouwtrant heeft, kan de energievraag per gebouwvolumedeel sterk veranderen. We laten hier twee voorbeelden zien van monumentale woonhuizen uit het late oeuvre van Gerrit Rietveld. Het eerste pand verkeert nog in de oorspronkelijke, enigszins onderkomen staat. De stookkosten waren hier ronduit enorm. Per kuub gebouwinhoud kwam het gasgebruik op ruim 6,4 m<sup>3</sup> gas per jaar. Bijna 2x zoveel als bij het onverduurzaamde standaard-woonhuismonument



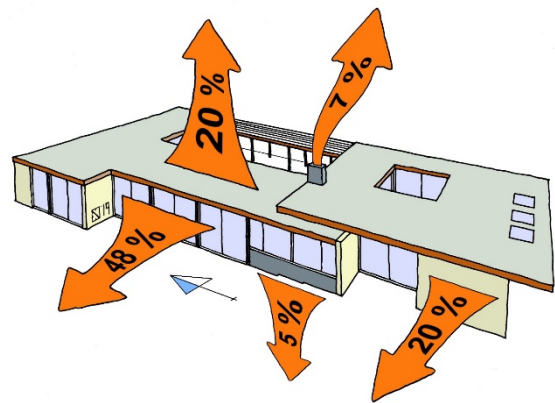
Warmtebeeldopname van het onverduurzaamde Rietveldhuis en warmteverliespercentages voor de verschillende gebouwschildelen ervan. Dit huis verstoekte naar zeggen van de bewoner '1 Euro gas per uur' in de winter, hetgeen werd bevestigd door de energierekeningen. Bij een inhoud van ruim 1000 m<sup>3</sup> betekent dit dat per kubieke meter gebouwinhoud in dit geval jaarlijks 6,4 m<sup>3</sup> gas wordt verstoekt. © ejn

Bij het tweede Rietveldhuis was in opdracht van de bewoner en binnen de conditie van cultuurwaardenbehoud het maximale gedaan om door middel van optimale schilisolatie en inzet van een warmtepompsysteem te verduurzamen en energie te besparen. Ondanks deze inzet kwam hier toch een vergelijkbaar gasgebruik van 4,3 m<sup>3</sup> per jaar uit de doorrekening. Het energiegebruik voor deze monumenten met hun relatief zeer grote glasoppervlakken, ranke draagconstructie en veelal 'open' woningplattegronden, is dus flink hoger dan bij monumenten van vergelijkbaar volume in traditionele bouwtrant.



Het warmtebeeld van dit professioneel gerestaureerde en verduurzaamde Rietveldhuis laat zien dat er sprake is van hoogwaardige schilisolatie. Zo geven bij de vensters de kozijnen en kaders meer interieurwarmte door dan de beglazing, die dan ook hoogwaardig isolerend is. Toch leiden het grote glasoppervlak en de beperkte mogelijkheden voor gevelisolatie hier, ondanks alle verduurzamingsmaatregelen tot een vergelijkbaar gasgebruik van 4,3 m<sup>3</sup> per kuub gebouwinhoud. © ejn

Ook bij het tweede Rietveldhuis is de verdeling van de warmteverliezen via de gebouwschil bepaald. Het beeld hiernaast geeft de uitkomst daarvan. Duidelijk is dat vloer- en dakisolatie, die beide op een hoog niveau konden worden gebracht ( $R_c = 4-5 \text{ m}^2\text{K/W}$ ), hier accentverschillen oplevert in vergelijking met het onverduurzaamde Rietveldhuis.

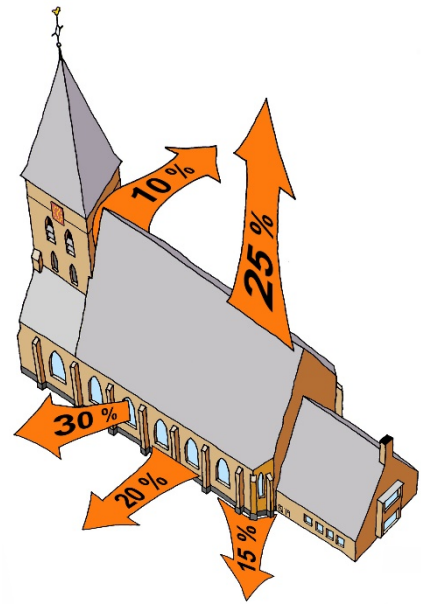
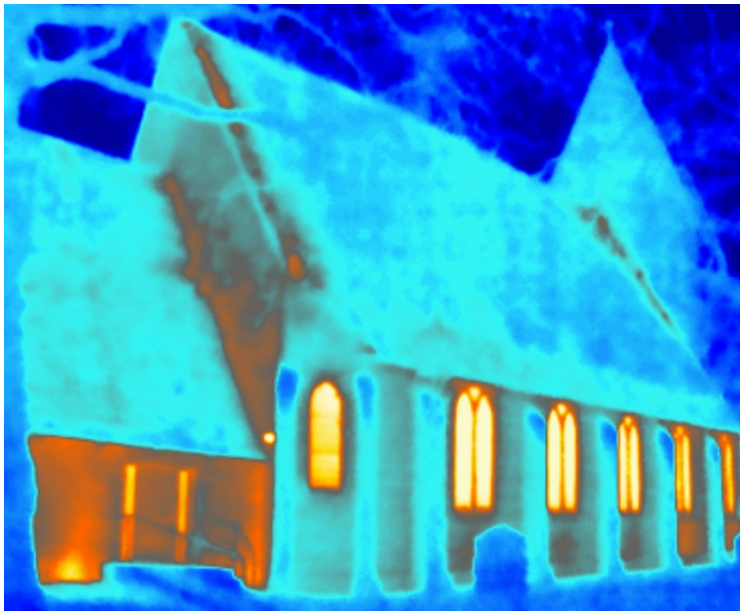


### Kantoorgebruik woonhuis

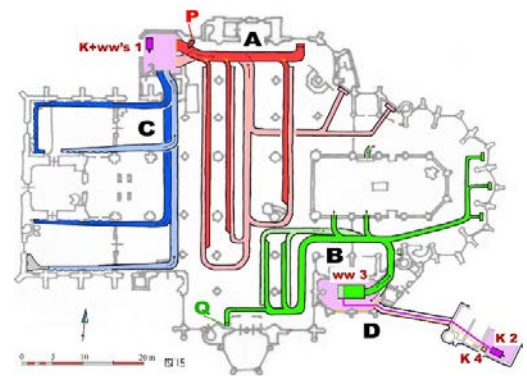
Als woonhuizen in gebruik worden genomen als kantoor, dan daalt het gemiddelde energiegebruik voor verwarming met ca. 20%. Dat komt vooral door het niet-permanente stoken en de vaak voorkomende 'lekwarmte' van elektrische kantoorapparatuur. Het elektriciteitsgebruik ligt bij kantoren dan ook gemiddeld bijna 3x zo hoog als bij woonhuizen.

### Energiegebruik bij kerken

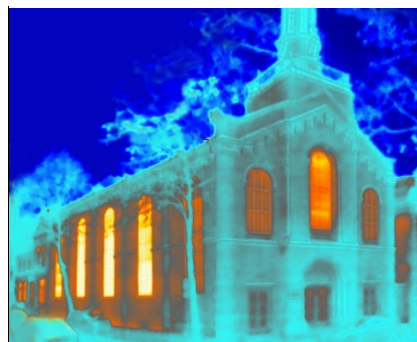
Bij kerkgebouwen zien we een veel uiteenlopende energiegebruik per gebouw-kuub dan bij woonhuizen of kantoren. Dat heeft primair te maken met de regelmaat van gebruik (multi-functioneel of alleen voor de eredienst). Maar met de energierekening en het gebruikspatroon van elk afzonderlijk onderzochte kerkgebouw voorhanden zijn ook hier bruikbare normgetallen te noteren. Wij geven in beeld + tekst enkele voorbeelden.



Deze dorpskerk in de provincie Utrecht is onverduurzaam, op een gebrekkige vorm van gewelfisolatie na. Het energiegebruik was, ondanks de forse verliezen via de gebouwschil – zie b.v. het warmtebeeld ter plaatse van de vensters -, niet heel hoog, doordat de kerk in hoofdzaak slechts voor de eredienst werd gebruikt. Bij toekomstig multi-functioneel, frequent gebruik zal het gasgebruik op ruim  $6 \text{ m}^3$  gas per kuub gebouwinhoud komen. © ejn



Deze grote binnenstadkerk wordt verwarmd met een luchtgevoerd vloerverwarmingssysteem, daterend uit de zestiger jaren van de vorige eeuw. Ondanks het feit dat dit systeem, waarvan rechts een beeld van de hoofd-luchtkanalen onder de vloer en links een impressie tijdens de aanleg in 1966, inmiddels sterk zou zijn te verbeteren v.w.b. efficiëntie, komt het gemiddelde gasgebruik per kubieke meter kerkzaalvolume hier op een zeer lage waarde uit van  $1,2 \text{ m}^3/\text{kuub}$ . Het niet-permanente gebruik van de kerk in het stookseizoen en het enorme gebouvolume zorgen voor een laag cijfer. Maar ook het feit dat vooral bij hoge ruimten een vloerverwarmingssysteem veel rendabeler uitpakt dan andere wijzen van verwarming, draagt bij aan een laag energiegebruik. © ejn



Bij deze kleine stadskerk, met frequent gebruik, wordt op ca.  $25^\circ \text{C}$  comforttemperatuur gestookt. De kerk is onverduurzaam en heeft verouderde radiator- en convectiverwarming. De kerkzaal is niet zo hoog. Bij elkaar maakt dit dat het jaarlijks gasgebruik op  $5,5 \text{ m}^3/\text{kuub}$  ligt. © ejn

## Verbruikscijfers op een rijtje

Om een indruk te krijgen van de wisselende energieverbruiks-cijfers bij diverse monumenten volgt hieronder een overzicht van een aantal onderzochte en ter verduurzaming geadviseerde monumentenobjecten. De volgorde is van klein naar groot gebouw. Niet alle objecten hebben gasgestookte verwarming; maar ook warmtelevering via stadsverwarming en direct gestookte elektrische verwarming kwamen voor, evenals verwarming middels warmtepompen met wisselende S-COP. Om de vergelijking inzichtelijk te maken hebben wij alle energievormen omgerekend naar kubieke meters gas, verstoekt in een HR-ketel. **Omrekening uitgaande van: 1 Gigajoule = 35 m<sup>3</sup> gas-HR = 343 kWh elektra-COP=1**

jaarlijks gasgebruik voor verwarming per m <sup>3</sup> gebouwinhoud monumenten (verbruik voor warm tapwater niet meegerekend)		
gebouw + volume	energiegebruik in m <sup>3</sup> gas / m <sup>3</sup> gebouw. jr	opmerking
klein kantoor-woonhuis ca. 1900 (300 m <sup>3</sup> )	2,3	laag cijfer t.g.v. redelijke schilisolatie en kantoorgebruik
standaard woonhuismonument (600 m <sup>3</sup> )	3,3	norm-monument onverduurzaam
Rietveldhuis te Santpoort (1000 m <sup>3</sup> )	6,4	niet verduurzaam
Rietveldhuis te Laren (1.400 m <sup>3</sup> )	4,3	na verduurzaming en restauratie; warmtepomp haalde S-COP van 1 !
hofje Alkmaar (1.500 m <sup>3</sup> )	4,7	partiële dakisolatie; deels kantoorgebruik
kleine XIXd binnenstadskerk (1.850 m <sup>3</sup> )	5,5	wordt hoog gestookt; onverduurzaam
monumentaal kantoorpand 1936 (2.200 m <sup>3</sup> )	3	enige isolatie door achterzetramen en 'kortgesloten' spouwmuur
bewoond middeleeuws kasteel (2.200 m <sup>3</sup> )	4,5	niet verduurzaam
hofjescomplex Alkmaar (2.500 m <sup>3</sup> )	4,7	deel van de vensters verduurzaam; integraal bewoond
dorpskerk prov. Utrecht (2.550 m <sup>3</sup> )	6,0	theoretisch cijfer bij permanent gebruik, onverduurzaam
cellenvleugels kloostercomplex (6000 m <sup>3</sup> )	6,5	hoog verbruik; oudere bewoners vragen hogere verblijfstemperatuur
zeventiende-eeuws landhuis Gld. (6.500 m <sup>3</sup> )	2,8	geen permanent gebruik; onverduurzaam
kloosterkerk (6.600 m <sup>3</sup> )	2	laag cijfer door beperkte stoel- en vloerverwarming
museumgebouw 1935 (16.000 m <sup>3</sup> )	4,6	niet verduurzaam; verwarmd middels stadswarmte
groot stadhuiscomplex (33.500 m <sup>3</sup> )	3,0	deels verduurzaam; verwarmd middels stadswarmte
grote gotische binnenstadskerk (33.700 m <sup>3</sup> )	1,2	geen permanent gebruik; lucht-vv.; onverduurzaam

Enkele opvallende waarnemingen bij het overzicht:

- Onverduurzaamde woonhuismonumenten en tot kantoor bestemde panden gebruiken jaarlijks 3-4 m<sup>3</sup> gas / m<sup>3</sup> gebouw.
- Na monumentspecifieke verduurzaming zal het verbruik tot 50% kunnen dalen.
- Panden in de bouwtrant van het Nieuwe Bouwen verbruiken gemiddeld 1,5-2x zoveel energie voor verwarming als traditionele monumenten; dat geldt in onverduurzaamde toestand, maar ook na verduurzaming.
- Kastelen en buitenplaatsen lijken gemiddeld ook een ca. 1,5x hoger energiegebruik per gebouw-kuub te kennen.
- Kerken kennen zeer uiteenlopende verbruikscijfers, afhankelijk van het gebruik en het type verwarming; bij hoge kerkzalen is vloerverwarming extra efficiënt.