

Novem, de Nederlandse onderneming voor energie en milieu, is een dienstverlenende organisatie, gespecialiseerd in het management van energie- en milieuprogramma's voor de overheid. De belangrijkste opdrachtgever is het Ministerie van Economische Zaken. In het kader van de uitvoering van het energiebeleid stimuleert Novem activiteiten voor onderzoek, ontwikkeling, demonstratie en marktintroductie van techniek en systemen voor energiebesparing en brandstofdiversificatie. De energieprogramma's van Novem zijn mede gericht op de bescherming van het milieu. In het verlengde hiervan voert Novem ook taken uit die rechtstreeks voortkomen uit het milieubeleid en die niet gelieerd zijn aan het energiebeleid.

Aanvullende informatie:

- Novem brochure 'Klimaatramen'
- Novem brochure 'Energie-opslag in aquifers'
- ISSO-publicatie 39: 'Lange-termijn koude-opslag in de bodem'



Uitgave

Dit is een Novem-brochure
vervaardigd in opdracht van
het Ministerie van Economische Zaken

Novem

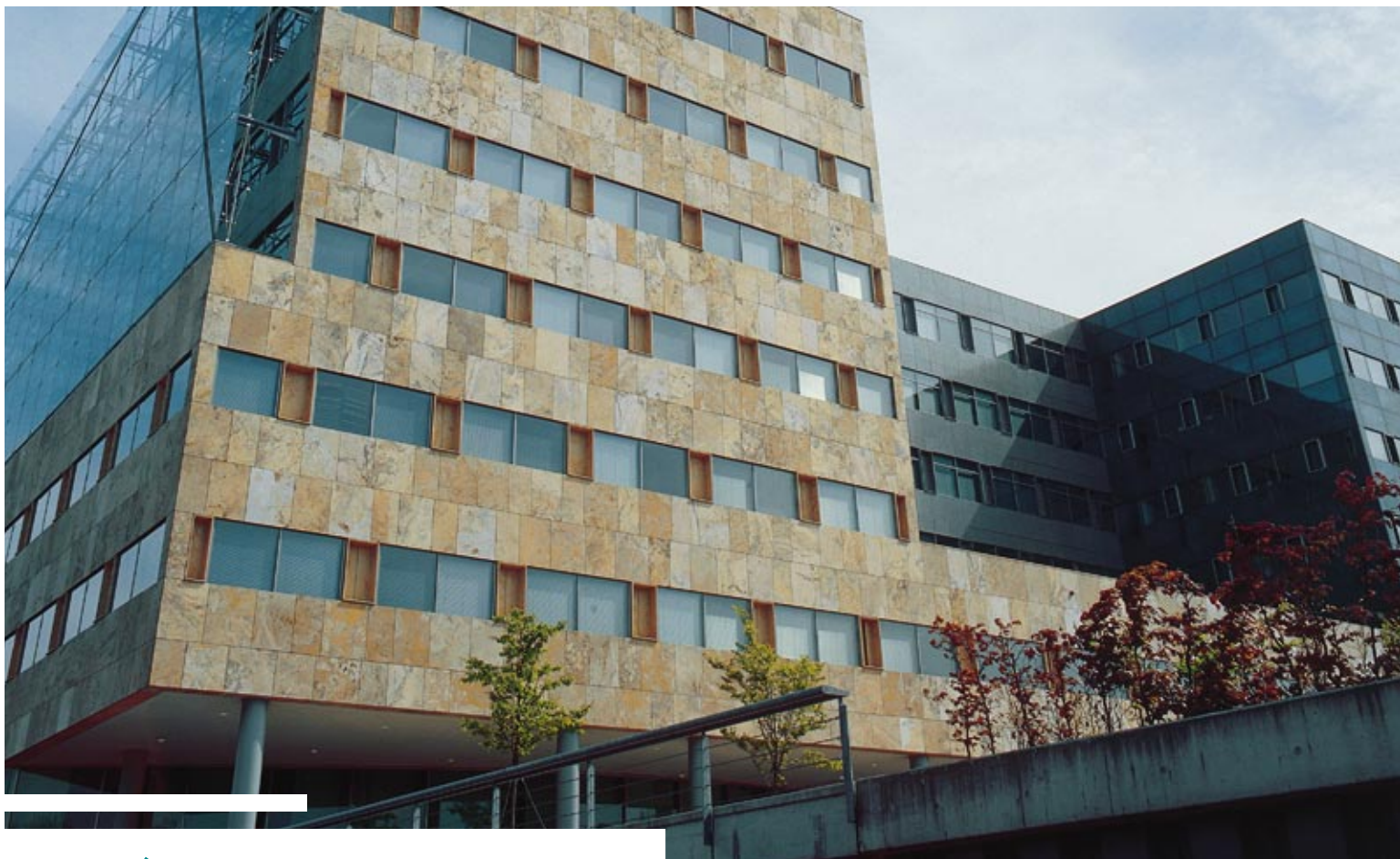
Catharijnesingel 59
Postbus 8242
3503 RE Utrecht
Telefoon 030-393493
Fax 030-316491

Samenstelling en eindredactie

Halmos Adviseurs, Den Haag en .DOC, Den Haag

Concept en productie

Kris Kras Design bv, Utrecht



Op weg naar

energieneutraal

bouwen



Hoofdkantoor Zwitserleven
Amstelveen



Hoofdkantoor Zwitserleven

*Optimaal comfort, milieu-ambities en
economisch voordeel gaan hand in hand*



De Nederlandse overheid heeft zich ten doel gesteld het energiegebruik van gebouwen de komende jaren fors terug te dringen en stimuleert daarom ontwikkelingen op het gebied van energiezuinige bouw. Onder opdrachtgevers en uitvoerders van bouwprojecten bestaat een groot draagvlak voor deze doelstelling. Voor alle partijen geldt echter dat energiebesparingen niet ten koste mogen gaan van het comfort.

Het nieuwe hoofdkantoor van verzekeraar Zwitserleven is het bewijs dat optimaal comfort en vergaande energiebesparing heel goed samen kunnen gaan.

voorbeeld voor de toekomst



De combinatie van warmtepomp, klimaatplafonds en klimaatgevels maakt hoge temperatuur koeling en lage temperatuur verwarming mogelijk.

In het gebouw, dat plaats biedt aan ruim 750 werknemers, is een energie-efficiënt concept toegepast waarin vier bewezen technieken zijn geïntegreerd. Energie in de vorm van warmte en kou wordt opgeslagen in de bodem en wordt later gebruikt voor de verwarming en koeling van het gebouw. Een warmtepomp zorgt dat de opgeslagen energie maximaal kan worden benut. In combinatie met de toegepaste klimaatramen en klimaatplafonds staat dit systeem het gehele jaar garant voor een behaaglijk binnenklimaat bij een minimaal energiegebruik. ▼

Het Zwitserleven-kantoor laat zien dat het mogelijk is om een kantoorgebouw neer te zetten dat niet alleen voldoet aan de hoogste eisen op het gebied van comfort, maar dat ook een voorbeeld is voor de toekomst als het gaat om energie-efficiënt bouwen. Bovendien leren eerdere ervaringen met de toegepaste technieken in Nederland en elders in de wereld dat het systeem een zeer hoge mate van bedrijfszekerheid biedt. Tel hierbij op dat de terugverdientijd van deze installatie slechts ca. 5,5 jaar is en het is duidelijk dat bij de ontwikkeling van een kantoorgebouw milieu-ambities en economisch voordeel heel goed hand in hand kunnen gaan. ■

*Klimaatplafonds zorgen voor een
gelijkmatige ruimtetemperatuur.*



Energiezuinig bouwen:



*P. Verdoorn, Adviseur Vastgoed van Zwitserleven:
'Onze medewerkers merken niets van de
besparingen, in elke kamer heerst een aan-
genaam klimaat.'*

Tevreden gebruikers

'Toen de ontwikkeling van ons nieuwe hoofdkantoor van start ging, was het uitgangspunt een traditionele installatie met topkoeling en convectoren. Maar al snel kwam het adviesbureau met het voorstel om meer energie-efficiënte technieken toe te passen. Eerst ontstond het idee om klimaatplafonds te gebruiken.

De volgende stap – toepassing van warmte- en koude-opslag – lag voor de hand. Dat was ook het stadium dat Novem bij het project betrokken raakte. Zij zijn er uitstekend in geslaagd onze directie voor de nieuwe plannen enthousiast te maken.

Zwitserleven zou geen eigenaar van het gebouw worden, en daarom moest ook de projectontwikkelaar instemmen met de noodzakelijke extra investeringen. Omdat wij de enige gebruiker



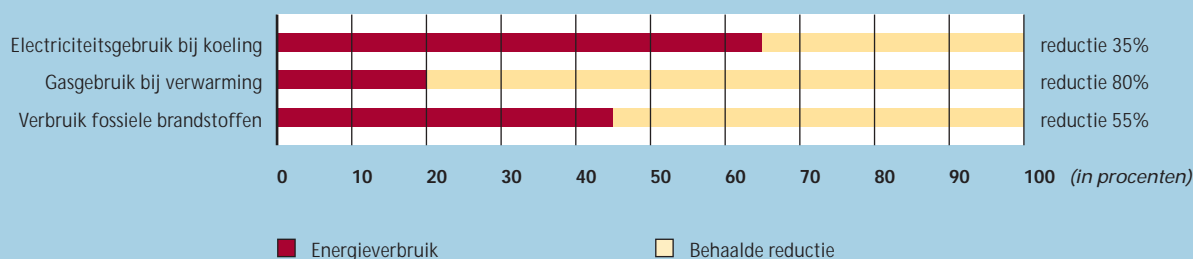
van het gebouw werden, zijn we daar uiteindelijk goed uitgekomen, mede door de gunstige terugverdientijd van de installatie. We hebben nu bijna twee jaar ervaring met het systeem en er zijn weinig klachten. En de klachten die er zijn, zijn vaak te wijten aan onjuist gebruik van de individuele ruimteregeling. Ook over de energierekening kunnen we tevreden zijn. Onlangs heeft de gemeente Amstelveen een energieonderzoek gehouden. Daarin kwam ons gebouw als veruit het zuinigst uit de bus als het gaat om gas- en elektriciteitsverbruik.' ■

Een betrouwbaar klimaatstelsel dat zich in de praktijk heeft bewezen.

comfortabel en rendabel

55% minder energie

De besparingen die worden gerealiseerd zijn indrukwekkend. Het elektriciteitsverbruik vermindert met 35% en voor verwarming wordt maar liefst 80% minder gas verbruikt dan bij een vergelijkbare conventionele installatie. Omgerekend naar het verbruik van fossiele brandstoffen betekent dit een totale reductie van ruim 55%. Dit resulteert in een energieprestatie (EP) voor het gebouw van 1,3. Dat is ruimschoots onder de in het Bouwbesluit vastgelegde maximumwaarde van 1,9.

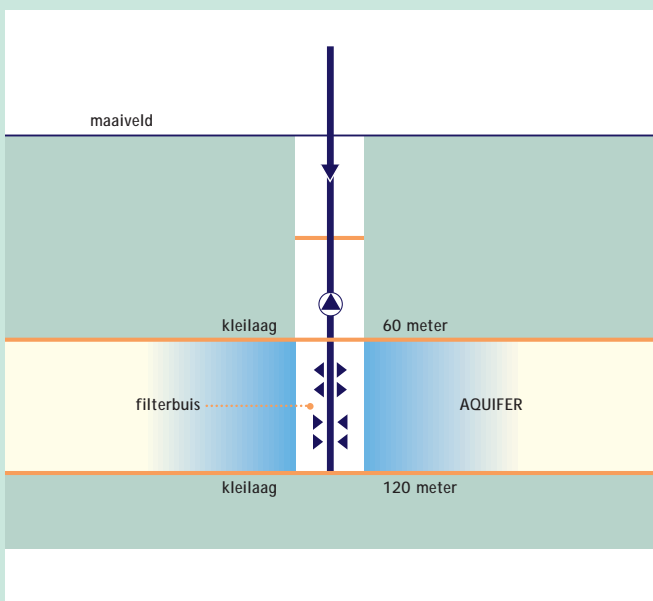


Geïntegreerd verwarmen en koelen

In het Zwitserleven-kantoor zijn diverse energie-efficiënte technieken toegepast: lange-termijn energie-opslag in de bodem, een warmtepomp, klimaatplafonds en klimaatramen.

Stuk voor stuk technieken die zich in de praktijk hebben bewezen. Wanneer deze elementen worden samengevoegd tot een geïntegreerd systeem voor verwarming en koeling, is het vooral de wijze waarop de effecten van de verschillende technieken elkaar aanvullen en versterken die de aandacht trekt.

Bron voor lange-termijn energie-opslag



Gegevens energie-opslag

Aantal bronnen	2
Diepte van de bronnen	120 m
dikte aquifer (=lengte filter)	60 m
Brondebiet (ont)laden min/max	10/100 m ³ /h
Natuurlijke bodemtemperatuur	12 °C
Gemiddelde temperatuur koude bron	in 9 °C / uit 9,9 °C
Gemiddelde temperatuur warme bron	in 16,5 °C / uit 14,9 °C
Koelvermogen (excl. warmtepomp)	1200 kW

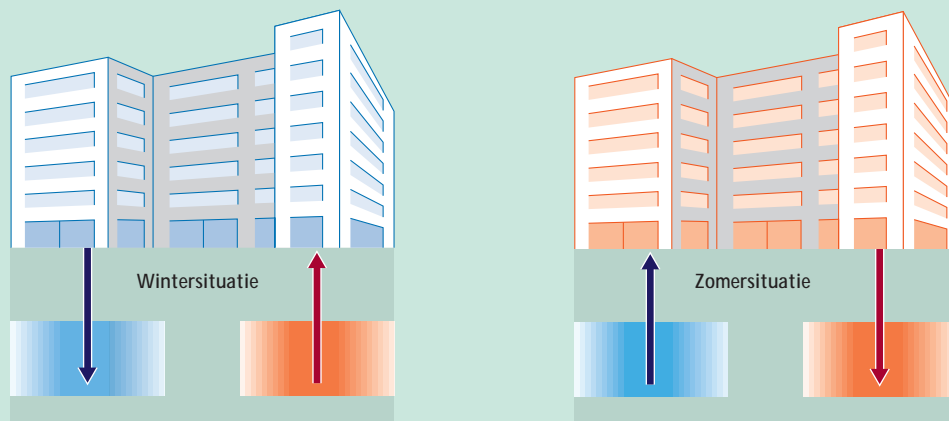
Beginnen bij de bron

Warmte en kou – thermische energie – kan zonder al te grote verliezen worden opgeslagen in de bodem. Voor deze vorm van lange-termijn energie-opslag worden in de bodem twee bronnen geslagen in een aquifer. Dit is een diepgelegen waterhoudende zandlaag, aan de boven- en onderzijde afgesloten door een kleilaag. Door grondwater op te pompen, vervolgens af te koelen en te injecteren in een van de bronnen ontstaat een ‘koude bron’. De kou uit deze bron kan in de zomer worden gebruikt om het gebouw te koelen. Omgekeerd kan het opgepompte water ook worden opgewarmd en ingebracht in de ‘warme bron’, zodat 's winters het gebouw met de opgeslagen warmte kan worden verwarmd.

Wanneer deze bronnen worden gekoppeld aan een klimaatinstallatie, ontstaat een gesloten cyclus. In de winter wordt water uit de warme bron naar luchtbehandelingskasten gepompt, waar het wordt gebruikt om de koude ventilatielucht te voorverwarmen. Het water koelt daardoor af en wordt vervolgens geïnjecteerd in de koude bron. Op deze manier wordt in de winter kou uit de atmosfeer opgevangen en opgeslagen. In de zomer wordt het water uit de koude bron gebruikt om de ventilatielucht te koelen, waarna het opgewarmde water weer wordt geïnjecteerd in de warme bron.

De afstand tussen de twee bronnen bij het Zwitserleven-kantoor is ongeveer 100 meter. Bij deze afstand kan per bron 600.000 m³ grondwater gebruikt, zonder dat het warme en koude water in de aquifer elkaar beïnvloedt.

Zomer- en wintersituatie energie-opslag

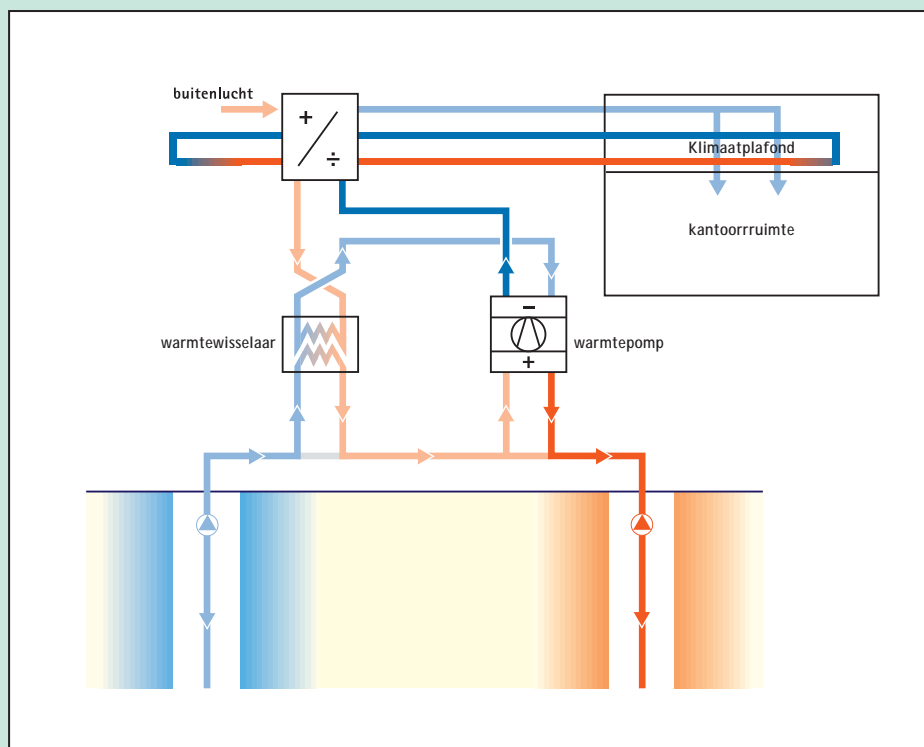


Prestatieverbetering door warmtepomp

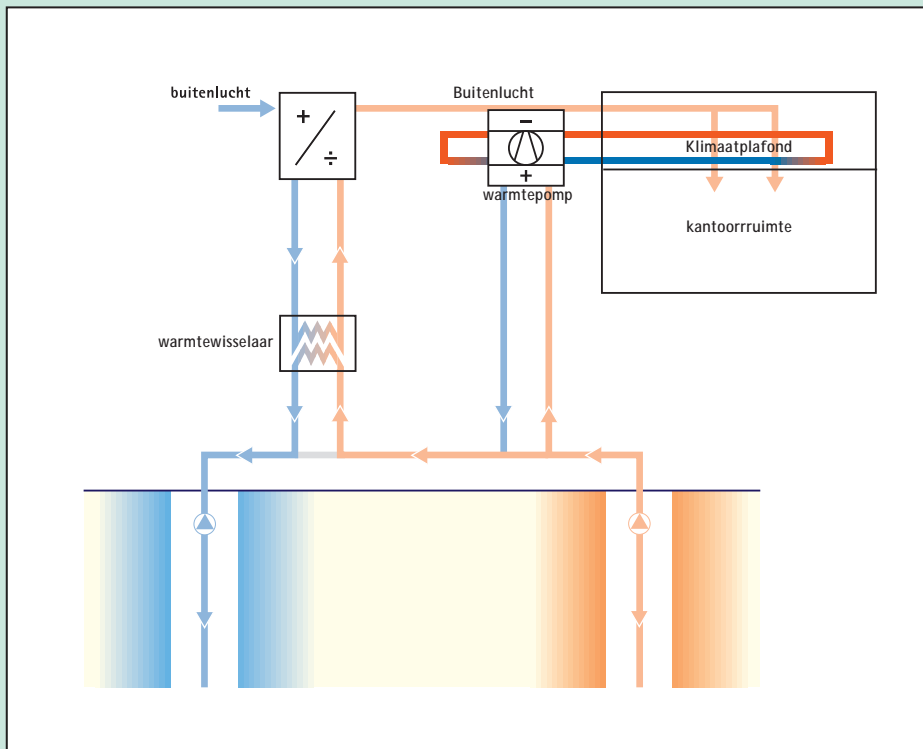
Om de opgeslagen thermische energie optimaal te benutten is een warmtepomp aan het systeem toegevoegd. Met een warmtepomp kan de temperatuur die door de bronnen wordt afgegeven, verder worden verhoogd of verlaagd. In de zomer is de opgeslagen koude onder normale omstandigheden voldoende om het gebouw te koelen. Bij pieken in de koudevraag wordt de warmtepomp ingezet voor nakoeling. In totaal levert de warmtepomp 20-25% van het benodigde koelvermogen. De restwarmte uit dit koelproces wordt opgeslagen in de warme bron.

Een groot deel van het jaar moet het gebouw echter worden verwarmd. De warme bron levert water van circa 16 °C. Met de warmtepomp wordt deze temperatuur verhoogd tot maximaal 50 °C, waarmee de klimaatplafonds op de gewenste temperatuur van circa 35 °C worden gebracht. Door te verwarmen met deze relatief lage temperatuur behaalt de warmtepomp een zeer hoog rendement, waarmee op jaarbasis in 60-65% van de warmtevraag kan worden voorzien. In pieksituaties kan de warmtepomp zelfs 80-85% van de benodigde warmte leveren. De kou die hierbij vrijkomt, wordt afgegeven aan de koude bron.

Systeemschema zomersituatie: gebouw koelen en warmte injecteren



Systeemschema wintersituatie: gebouw verwarmen en koude injecteren



Overzicht koudevraag en -productie

Koudevraag		
Ventilatiesysteem	208 MWh	21%
Klimaatplafond	419 MWh	43%
Computerruimte	346 MWh	36%
Koudeproductie		
Vrije koeling luchtbehandelingskasten	110 MWh	11%
Warmtepomp (winterbedrijf)	200 MWh	21%
Warmtepomp (zomerbedrijf)	42 MWh	4%
Energie-opslag	621 MWh	64%

Overzicht warmtevraag en -productie

Warmtevraag		
Ventilatielucht verwarmen	514 MWh	39%
Verwarming via plafonds	800 MWh	61%
Warmteproductie		
Warmte uit warme bron	245 MWh	19%
Restwarmte computerruimte	110 MWh	8%
Warmtepomp	839 MWh	64%
HR-ketel	119 MWh	9%

Het gebruik van de warmtepomp als aanvulling op de opslag van thermische energie in de bodem maakt koelmachines overbodig. Bovendien blijft de inzet van de twee CV-ketels in het systeem beperkt tot pieken in de warmtevraag. Dat dit leidt tot enorme reducties in het energiegebruik behoeft geen toelichting.

Efficiënt verwarmen en koelen met klimaatplafonds

Voor verwarming en koeling zijn de kantoorvertrekken voorzien van klimaatplafonds. Dit plafondstelsel bestaat uit geperforeerde aluminium panelen waarop stalen leidingen zijn bevestigd. Door de leidingen loopt gekoeld water van circa 15 °C of warm water van circa 35 °C. Hiermee heeft het plafond een koelvermogen van 30-40 W/m² en een verwarmingsvermogen van 100-130 W/m². Dankzij de gematigde temperaturen waarmee wordt gekoeld, past het gebruik van klimaatplafonds uitstekend bij de temperaturen die door de bronnen en de warmtepomp worden geleverd. Daarmee levert deze techniek een belangrijke bijdrage aan de gerealiseerde energiebesparingen.

Het klimaatplafond zorgt voor een gelijkmatige verdeling van de temperatuur en voor minimale lucht-beweging. Het gewenste gevoel van behaaglijkheid kan daardoor worden bereikt met een iets lagere temperatuur van de binnenlucht. Het persoonlijk comfort wordt verder verhoogd door de individuele ruimteregeling, die het mogelijk maakt per vertrek te koelen of te verwarmen.

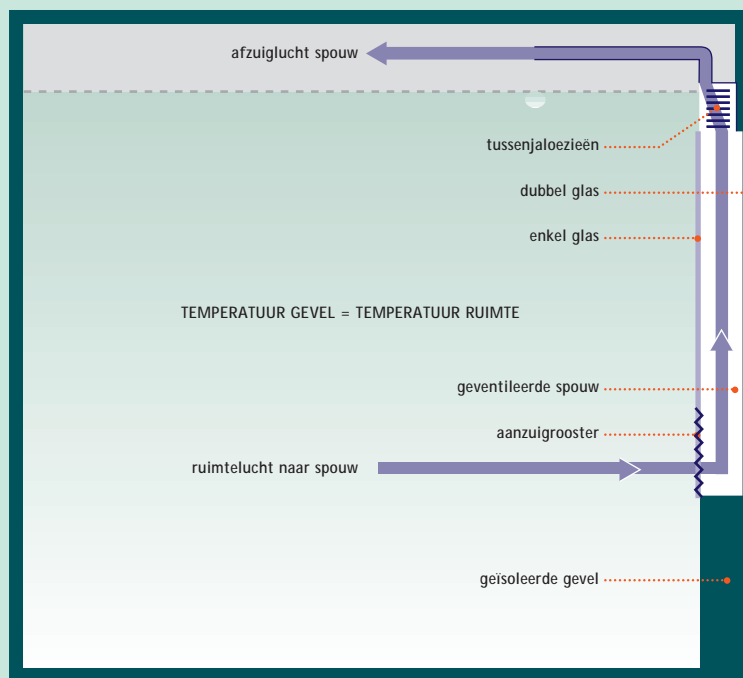
Meer comfort door klimaatramen

De toepassing van klimaatplafonds maakt conventionele verwarmingselementen langs de gevel overbodig. Bij conventionele gevels kan daardoor koudeval van het raam ontstaan, wat aanleiding kan geven tot tochtklachten. Dit nadelige effect wordt ondervangen door plaatsing van klimaatramen.

Een klimaatraam bestaat uit een HR-dubbelglas buitenruit en een enkelglas binnenruit. In de tussenliggende spouw is de zonwering aangebracht. Via de spouw wordt de ruimtelucht afgevoerd. In de zomer wordt met de lucht ook de warmte van de zonnestraling op de lamellen afgevoerd. 's Winters wordt de spouw door de ruimtelucht opgewarmd. De binnenruit krijgt dan dezelfde temperatuur als de binnentemperatuur, waardoor geen koudeval kan optreden.

De afgevoerde ventilatielucht kan worden gebruikt voor warmteterugwinning. Het in dit kantoor toegepaste systeem gebruikt de koude buitenlucht echter om kou te laden in de koude bron. Dit impliceert dat de lucht niet wordt voorverwarmd met ventilatielucht, maar met warm grondwater.

Klimaatraam



Lage exploitatiekosten door energiebesparing

De studies

In de haalbaarheidsstudie voor de klimaatinstallatie is berekend dat het gasverbruik met ruim 80% wordt gereduceerd ten opzichte van een conventionele installatie met koelmachines en warmteterugwinning (waarbij echter wel gebruik zou worden gemaakt van klimaatplafonds). De afname van het elektriciteitsverbruik is naar verhouding minder, maar nog altijd 35%. De verklaring voor de geringere afname ligt in de verschuiving van gas- naar elektriciteitsverbruik door toepassing van een warmtepomp.

Omgerekend naar het verbruik in fossiele brandstoffen (primaire energie) wordt een reductie bereikt van ruim 55%. Dankzij deze besparingen komt de energieprestatie (EP) van het gebouw uit op 1,3. Dat is ruim 30% onder de EP-norm voor kantoren van 1,9 en ook ruimschoots lager dan de aangescherpte EP+-norm van 1,6 die eind 1999 van kracht wordt.

De praktijk

Vooraf was duidelijk dat de voorspelde reducties niet onmiddellijk zouden worden gerealiseerd omdat het systeem enige tijd nodig heeft om 'op gang te komen'. Immers, bij ingebruikneming is de temperatuur in beide bronnen 12 °C. Gedurende een aantal seizoenen injecteert het systeem warmte en koude in de bronnen, die hierdoor geleidelijk de juiste temperatuur bereiken. Bij gemiddelde klimaatjaren (koude winters, warme zomers) kunnen na 1,5 tot 2 jaar optimale besparingen worden verwacht.

In deze aanloopperiode heeft het systeem echter boven verwachting gepresteerd. Niet alleen kon in de eerste zomer al ruimschoots aan de koudevraag worden voldaan, ook 's winters leverde het systeem meteen voldoende warmte, zodat het inschakelen van de HR-ketel niet of nauwelijks nodig bleek.



Investeren en terugverdienen

Het Zwitserleven-kantoor is een van de eerste gebouwen in Nederland dat gebruikmaakt van lange-termijn energie-opslag in combinatie met een warmtepomp. Het is de bedoeling dat dit voorbeeld in de toekomst veel zal worden nagevolgd. Daarvoor is het noodzakelijk dat niet alleen de milieubalans positief uitvalt, maar dat ook de baten tegen de kosten opwegen.

De voorbeeldfunctie van het kantoor heeft ertoe geleid dat een aantal bijzondere en eenmalige subsidies zijn verstrekt. Mede daardoor verdient dit systeem zich terug in circa 5,5 jaar.

Maar ook voor nieuwe bouwprojecten is dit koel- en verwarmingsconcept zeker economisch rendabel.

Door de toegenomen ervaring met deze technieken nemen de kosten voor onderzoek en engineering af. Dit leidt tot lagere meerinvesteringen. Bovendien kan een beroep worden gedaan op een aantal algemene stimuleringsregelingen voor energiebesparing. Met name de Energie-investeringsaftrek (EIA), de Regeling vrije afschrijving milieu-investeringen (VAMIL) en het Energiebesparingsfonds zijn hierbij het vermelden waard.

Voor informatie over fiscale regelingen en subsidie-mogelijkheden voor energiezuinige bouwprojecten kunt u zich wenden Novem (LTGO- en MRE-programma's). Voor informatie over bijdragen uit het Energie-besparingsfonds kunt u terecht bij het energiebedrijf.

Investerings en besparingen op exploitatie

Investeringen	
Investering energie-opslag en warmtepomp	Fl. 1.400.000,-
Kosten vergelijkbare conventionele installatie	- Fl. 800.000,-
Meerkosten	Fl. 600.000,-
Besparingen op exploitatie	
Besparing elektriciteitsverbruik	Fl. 5.200,-
Besparing gasverbruik	Fl. 40.600,-
Besparing onderhoudskosten	+ Fl. 8.000,-
Totale besparing	Fl. 53.800,-
Terugverdientijd	
Met subsidies	circa 5,5 jaar
Zonder subsidies	circa 11 jaar