



Op weg naar

---

**energieneutraal**

---

**bouwen**



**Kantoorgebouw Forum, Amsterdam**





# Energiebesparende technieken

*Meer comfort met minder energie*



Op de Zuid-As, een van de meest prestigieuze kantoorlocaties in Amsterdam, is door Amstelland Ontwikkeling Vastgoed een uniek kantoorgebouw gerealiseerd. Het kantoorgebouw Forum is een luxe verhuurkantoor voor de markt, dat echter tegelijk zeer energiezuinig is. Er kan zelfs worden gesteld dat de energiebesparende maatregelen die zijn genomen een belangrijke bijdrage leveren aan het comfort dat het gebouw biedt.

## werpen ook voor projectontwikkelaar vruchten af



Het was de wens van Amstelland Ontwikkeling Vastgoed om op deze toplocatie een hoogwaardig en flexibel kantoorgebouw te ontwikkelen dat beleggers en gebruikers zou aanspreken door haar uitstraling, kwaliteit en flexibiliteit. Als extra uitdaging werd de ontwikkelaar geprikkeld door de gemeente Amsterdam – verantwoordelijk voor het verlenen van de benodigde vergunningen – om ook een ambitieuze milieudoelstelling na te streven.

Toen de betrokken partijen met dit pakket van eisen aan de slag gingen, bleek al snel dat gebruik van duurzame technieken een duidelijke meerwaarde voor het gebouw zou opleveren. Een geavanceerd ventilatiesysteem, waarin koeling en verwarming zijn geïntegreerd, staat borg voor een zeer gelijkmatig binnenklimaat met geringe temperatuurverschillen in het gebouw, een effect dat nog wordt versterkt door toepassing van klimaatramen. Bovendien kan de benodigde warmte en koude worden geleverd door een systeem voor lange-termijn energieopslag in de bodem met geïntegreerde warmtepomp, hetgeen garant staat voor een zeer laag energieverbruik. Ook de combinatie van maximaal raamoppervlak en daglichtafhankelijke verlichting zorgt dat optimaal comfort wordt gekoppeld aan flinke energiebesparingen. ■

Het kantoorgebouw Forum laat zien dat een succesvolle synthese tussen energiezuinig en comfortabel, tussen duurzaam en luxueus, ook voor projectontwikkelaars geen utopie hoeft te zijn. Het heeft Amstelland Ontwikkeling Vastgoed geen moeite gekost om investeerders enthousiast te maken voor dit project. Ook een gebruiker voor het kantoorgebouw Forum was snel gevonden. Kortom, duurzaam bouwen is een verantwoorde investering in de toekomst.

# Duurzaam bouwen

## Investeren in duurzaam bouwen?

In het kantoorgebouw Forum zijn – ondanks een aanzienlijke meerinvestering – op economisch verantwoorde wijze duurzame, energiebesparende technieken toegepast. Het lage energieverbruik is op lange termijn zeer aantrekkelijk, met name wanneer de onzekere ontwikkelingen op de energiemarkt in ogenschouw worden genomen.

De meeste investeerders laten zich bij zakelijke beslissingen niet leiden door ideële overwegingen. Om te willen investeren in duurzaam bouwen is dat ook niet nodig: projecten als het kantoorgebouw Forum bieden eenvoudigweg “good value for money”. ■



## Toegenomen kwaliteit én een EPC van 0,98

“Bij een project als dit is het onze doelstelling een gebouw te realiseren waar investeerders en potentiële huurders snel voor warmlopen. Energiebesparing heeft daarbij gewoonlijk niet de hoogste prioriteit. Gaandeweg de ontwikkeling van het kantoorgebouw Forum groeide echter het vertrouwen in de mogelijkheden die duurzame technieken bieden. We zagen dat je energiezuinig kunt bouwen zonder concessies te doen aan flexibiliteit, comfort of architectonische kwaliteit. Het meest tastbaar komt dat voor mij tot uiting in het atrium. Het fungeert enerzijds als serre en levert daarmee een belangrijke bijdrage aan de beperking van het energiegebruik. Anderzijds geeft het de binnenruimte een functie als verkeersruimte en ontmoetingsplaats. Het atrium is het hart van het gebouw geworden endraagt tevens bij aan de indrukwekkende energieprestaties, met een EPC van minder dan 1.

Bij de planontwikkeling van een gebouw als dit zijn relatief veel partijen betrokken. Dit hoeft echter geen probleem te zijn; je merkt dat er sprake is van meer bewustwording bij alle partijen als het gaat om duurzaam bouwen en dat vertaalt zich in toegenomen kwaliteit. Hierdoor heeft het kantoorgebouw Forum een duidelijke meerwaarde gekregen, niet alleen nu, voor de huidige gebruikers, maar ook op lange termijn, voor investeerders.” ■

# geeft kantoor **meerwaarde**



*J. Lindeman, Ontwikkelingsmanager bij Amstelland  
Ontwikkeling Vastgoed: “Het is mooi om te merken hoe  
comfort en energiebesparing hand in hand kunnen gaan.”*

## Een oogstrelend gebouw met onverwachte kwaliteiten

Een gebouw staat nooit op zichzelf, en de omgeving van het kantoorgebouw Forum kenmerkt zich door de aanwezigheid van opvallende bebouwing, zoals het Olympisch Stadion, woningen van Berlage of – pal naast het kantoor – de Rietveldacademie. Met de markante glazen gevels aan de lange zijden van het gebouw en de levendige korte zijden met koper als beeldbepalend materiaal is het kantoorgebouw Forum in deze indrukwekkende omgeving uitstekend op zijn plaats.



### Koel verwarmen en warm koelen

Wat het kantoor echter vooral bijzonder maakt, is het fascinerende atrium, ontstaan door overkapping van de ruimte tussen de twee lange, parallelle bouwdelen die de basis van het ontwerp vormen. Op de koppen van het gebouw, half in het atrium geschoven, bevinden zich kleinere bouwdelen die aan de voorzijde de entree van het gebouw vormen en aan de achterzijde als paviljoen aan het water fungeren.

### Het atrium:

#### méér dan een overdekte binnenplaats

Het atrium is in alle opzichten het hart van het gebouw. Het glazen dak en de 'open' korte zijden geven de ruimte een lichte, transparante uitstraling en bieden de gebruikers van het gebouw aan alle kanten zicht op de omgeving. Dit biedt velerlei kansen om de vloer van het atrium te benutten, bijvoorbeeld als terras bij een bedrijfsrestaurant – waar ook informeel overleg kan plaatsvinden – of als ontvangstruimte. Van het licht wordt ook geprofiteerd door de kamers aan de binnen-gevel, die bijna geheel bestaat uit een reeks kozijnen met schuifpuien. Deze geven bovendien toegang tot een smalle galerij die de mogelijkheid biedt zich via het atrium tussen de kamers te verplaatsen. Door de plaatsing van vier spiltrappen en acht liften in de hoeken van het atrium komt de functie van het atrium als verkeersruimte nog sterker tot uiting. Bovendien neemt de flexibiliteit in verhuur en gebruik sterk toe.





### Buitenruimte met binnenklimaat

Om het atrium optimaal te kunnen gebruiken worden uiteraard eisen gesteld aan het klimaat in deze ruimte. Om oplopende temperaturen op zonnige dagen te voorkomen is gekozen voor geavanceerde beglazing, dat slechts de helft van de directe zonnestraling doorlaat zonder de lichttoetreding – in hoeveelheid en kleur – merkbaar te beïnvloeden. Tevens zijn onder het dak stralings- en zonwerende doeken geplaatst, die naar believen kunnen worden geopend of gesloten. Tenslotte wordt overtollige warmte via natuurlijke ventilatie afgevoerd.

De zonweringsdoeken die zijn toegepast, beschikken over een aantal unieke eigenschappen. Zo is de structuur van het materiaal voor 25% open, waardoor ventilatie ook dóór het doek kan plaatsvinden. Tegelijk wordt toch het grootste deel van de directe zoninstraling gedempt en gereflecteerd. Op koude winternachten kunnen de

zonweringsdoeken bovendien worden gebruikt als extra isolatie om te zorgen dat het atrium minder snel afkoelt. Gebruikers van het atrium zullen overigens van afkoeling in de winter weinig merken: dankzij vloerverwarming is het op de begane grond ook 's winters goed toeven.

Met deze maatregelen is het gelukt om het hele jaar door een aangenaam klimaat in het atrium te realiseren, zonder gebruik te maken van uitgebreide – en energie-verbruikende – installaties. Doordat het atrium op deze wijze als een soort serre fungeert, zal het warmteverlies via de gevel van de vertrekken die aan het atrium grenzen sterk worden gereduceerd, hetgeen weer bijdraagt aan het zeer lage energieverbruik van dit gebouw.

*De ventilatie van het atrium vindt plaats via kantelramen in het dak en de kopzijden van het gebouw. Hoeveel en welke ramen worden geopend, wordt automatisch geregeld door het gebouwbeheersysteem op basis van onder meer de binnen- en buitentemperatuur en de windrichting. De ventilatiecapaciteit van dit systeem is bepaald aan de hand van de eisen die worden gesteld aan een rook-warmte-afvoer (RWA) installatie, teneinde te kunnen voldoen aan de brandveiligheidsnormen.*



## Bewezen technieken bieden betrouwbare besparingen

Investerders in vastgoed lopen niet graag risico. De energiebesparende technieken die in het kantoorgebouw Forum zijn toegepast – lange-termijn energieopslag, klimaatramen, daglicht-afhankelijke verlichting en ook het atrium – zijn het experimentele stadium dan ook reeds lang voorbij en hebben zich al vele jaren in uiteenlopende projecten bewezen.

### Koeling, verwarming en ventilatie in één

Koeling, verwarming en ventilatie van het kantoorgebouw Forum vindt plaats via één geïntegreerd systeem. De ventilatielucht wordt voorbewerkt en met een constante temperatuur aangevoerd naar inductie-units die in het plafond zijn aangebracht. In deze units wordt de ventilatielucht eerst via inductie vermengd met lucht die afkomstig is uit de ruimte zelf. Afhankelijk van de ruimtetemperatuur wordt de gemengde lucht vervolgens lokaal verwarmd of gekoeld met behulp van afzonderlijke warm- en koudwatercircuits.

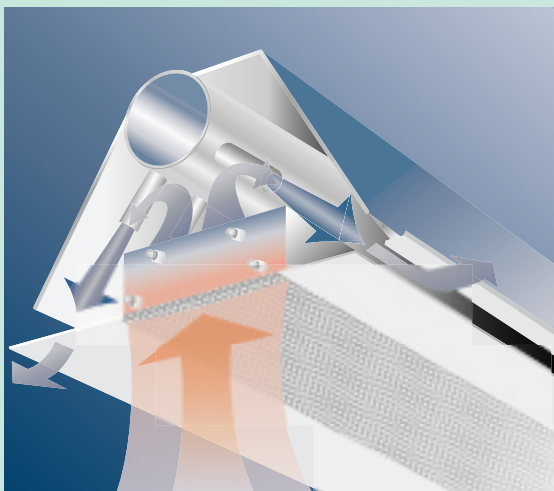
Als het gaat om koeling heeft dit systeem een aantal voordelen ten opzichte van centrale (lucht)koeling. De minimale ventilatieluchttoevoer zorgt ervoor dat de afmetingen van de ventilatiekanalen beperkt kunnen blijven, hetgeen leidt tot efficiënter ruimtegebruik en lagere investeringen voor de ventilatie-installatie.

Omdat de koude niet door middel van lucht, maar via water door het gebouw wordt verspreid, wordt het rendement van het systeem verbeterd, waardoor energie wordt bespaard.

Door de inductie-units ook te gebruiken voor verwarming van het gebouw, kunnen radiatoren achterwege blijven en kan het beschikbare vloeroppervlak in elke ruimte optimaal worden benut.

### Energie bewaren is energie besparen

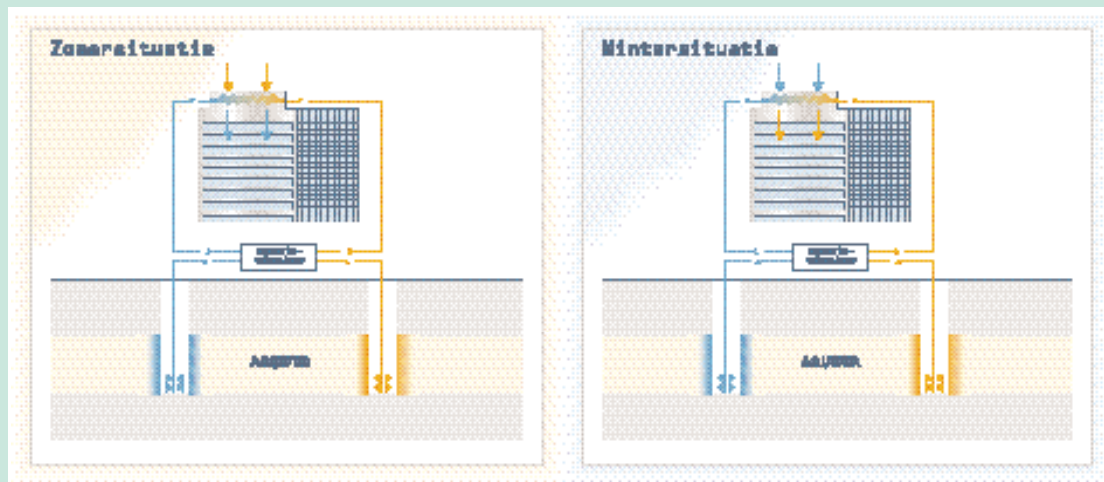
De warmte of koude die wordt gebruikt om de lucht in de inductie-units op de juiste temperatuur te brengen, wordt geleverd door een warmtepomp in combinatie met lange-termijn energieopslag. Dit systeem berust op een verbluffend eenvoudig principe: diepgelegen grondwaterlagen worden gebruikt om in de winter kou op te slaan om het gebouw 's zomers te koelen, en in de zomer om warmte op te slaan om 's winters te verwarmen.



De plafond inductie-unit integreert ventilatie met koeling/verwarming.

*In het gekozen koel- en verwarmingssysteem wordt de inblaastemperatuur van de ventilatielucht individueel per vertrek geregeld. Wanneer de indeling van de vertrekken later wordt gewijzigd, kunnen ook de individuele regelingen gemakkelijk worden aangepast. De plafond inductie-units kunnen echter ook uitstekend functioneren in een centraal geregeld systeem. De beslissing om al dan niet individuele regeling toe te passen kan - indien nodig - in overleg met de gebruiker worden genomen. Veel andere systemen ontberen deze flexibiliteit omdat dan deze keuze al vroeg in de ontwerpfase moet worden gemaakt.*





De energieopslag vindt plaats in twee bronnen, een 'koude' en een 'warme'. Het water uit de koude bron wordt in de zomer opgepompt. Deze koude wordt door de warmtepomp aan het bronwater onttrokken en gebruikt om het koudwatercircuit te koelen. Het opgepompte water wordt daardoor opgewarmd en vervolgens in de warme bron geïnjecteerd. In de winter verloopt dit proces andersom. Het water uit de warme bron wordt dan door de warmtepomp gebruikt om het warmwatercircuit op de juiste temperatuur te brengen. Hierdoor koelt het water uit de bron af, waarna het in de koude bron wordt geïnjecteerd. Bovendien kan – als de buitentemperatuur laag genoeg is – het water in de koude bron ook worden gekoeld met buitenlucht (vrije koeling). Het energieverlies bij deze vorm van opslag is gering. Daarnaast vindt het koelen en verwarmen via inductieunits plaats met gematigde temperaturen, waardoor de warmtepomp met een geringe hoeveelheid energie de juiste temperaturen kan leveren. De combinatie van deze twee technieken levert dan ook een indrukwekkende energiebesparing op.

*Het is interessant om op te merken dat lange-termijn energieopslag ook relatief laat in het ontwerpstadium als alternatief voor conventionele koeling en verwarming naar voren kan worden gebracht. Het blijkt zeer goed mogelijk deze techniek in een reeds ontwikkeld gebouwconcept in te passen.*

#### Klimaatramen: meer dan isolatie alleen

De buitengevel van het gebouw is voorzien van klimaatramen, die bestaan uit een dubbelglas buitenruit en een enkelglas binnenruit. De tussenliggende spouw in het raam wordt gebruikt om de ruimtelucht af te voeren.

Hierdoor krijgt de binnenruimte dezelfde temperatuur als de ruimte. Koudeval aan de gevel – die zou kunnen optreden door het relatief grote raamoppervlak en het ontbreken van radiatoren – wordt hiermee voorkomen.

In de spouw van het klimaatraam is zonwering opgenomen. Deze constructie zorgt ervoor dat de warmte van de zon die door de lamellen wordt opgevangen, meteen met de ruimtelucht wordt afgevoerd. De ruimte zal hierdoor minder opwarmen, waardoor minder koeling nodig is.

De klimaatramen leveren echter niet alleen zomer en winter een belangrijke bijdrage aan een gelijkmatig en comfortabel binnenklimaat in het kantoorgebouw Forum, maar zijn dankzij de architectonische opzet ook mede bepalend voor de uitstraling van het gebouw.

*In de beleving van het binnenklimaat speelt "frisse lucht" een belangrijke rol: veel mensen vinden het prettig om een raam open te kunnen doen. De klimaatramen in het gebouw kunnen niet worden geopend, en daarom zijn in de gevel luiken opgenomen die door de kamergebruikers zelf kunnen worden geopend of gesloten.*

#### Gelijkmatig licht met minder kunstlicht

Zowel aan de buitengevel als aan de atriumzijde is het raamoppervlak gemaximaliseerd – van vloer tot plafond – om zoveel mogelijk daglicht zo diep mogelijk in de vertrekken te laten doordringen. In aanvulling daarop zijn de verlichtingsarmaturen uitgerust met daglicht regelingen. Een afnemende hoeveelheid daglicht wordt door deze regeling automatisch gecompenseerd door een nauwkeurige gedoseerde hoeveelheid kunstlicht, met als resultaat dat een vertrek de gehele dag gelijkmatig wordt verlicht. Bovendien wordt op deze wijze minder energie verbruikt, een effect dat nog wordt versterkt door gebruik van energiezuinige T-5 verlichting. De totale besparingen kunnen hierdoor oplopen tot zo'n 25%.

## Investeren in de toekomst is economisch rendabel

Dat een kantoorgebouw dat wordt neergezet door een projectontwikkelaar economisch rendabel moet zijn, behoeft geen nadere uitleg. Dat in zo'n gebouw meerinvesteringen worden gedaan om duurzame, energiebesparende technieken toe te passen is wel iets om even bij stil te staan.

### Zelfde temperatuur, minder energie

De meeste energie in een kantoorgebouw wordt gebruikt voor verwarming, koeling en verlichting. In een groot kantoorgebouw (in dit geval een BVO van 17.300) kan dat flink oplopen. Het ligt daarom voor de hand om vooral hier energiewinst te willen behalen. In de onderstaande tabel wordt het energiegebruik van de installatie in het kantoorgebouw Forum vergeleken met de prestaties van een conventionele installatie met een mechanische koelmachine en HR-ketel.

Uit de tabel blijkt dat de totale energiebesparing ruim 30% bedraagt. Het is niet moeilijk om in te zien dat met een dergelijke besparing een eventuele meerinvestering gemakkelijk kan worden terugverdiend. Zeker als daarbij ook nog in ogenschouw wordt genomen dat de onderhoudskosten van een installatie voor energieopslag met warmtepomp beduidend lager zijn dan die van een conventionele installatie.

	Installatie met LTEO en warmtepomp		Referentie installatie met HR ketel en mechanische koelmachine		Besparing
	Elektrisch MWh	Aardgas m <sup>3</sup>	Elektrisch MWh	Aardgas m <sup>3</sup>	
<b>Koelen</b>					
bronnen	17				
warmtepomp	4				
mechanische koelmachine			76		72%
<b>Verwarmen</b>					
LBK's koudeopslag	3				
LBK's warmtepomp	84				
verwarming warmtepomp	31				25%
verwarming ketels		71407		139081	
koude laden nacht	8				
<b>Totaal</b>	147	71407	76	139081	
elektriciteit omgezet naar aardgas equivalenten		37722		19557	31%
totaal primair energieverbruik		109129		158638	

Berekend energieverbruik en besparing voor verwarming en koeling

## Indrukwekkende prestaties

Om een indruk te geven van het effect van de verschillende energiebesparende technieken die in het kantoorgebouw Forum worden ingezet, zijn voor het gebouw een aantal berekeningen uitgevoerd, die laten zien hoe de energieprestatiecoëfficiënt verandert door de afzonderlijke maatregelen. De resultaten van deze berekeningen vindt u terug in de onderstaande tabel:

### • Toepassing alle maatregelen : EPC = 0,98

- Referentie : EPC = 1,65
- Referentie +  
gevelisolatie  $R_c=3,0 \text{ m}^2\text{K/W}$  en  
klimaatramen  $U=1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$  : EPC = 1,21
- Referentie + Atrium : EPC = 1,50
- Referentie +  
T-5 verlichting : EPC = 1,58
- Referentie +  
Warmtepomp en LEO : EPC = 1,39

*Invloed van afzonderlijke maatregelen t.o.v. referentie*

*Voor een juist begrip van deze cijfers is het nodig te weten dat in 1999, toen de bouw aanvraag werd gedaan, de EPC-eis voor kantoorgebouwen 1,90 was, een norm die in 2000 is aangescherpt tot 1,60.*

*Als we dan kijken naar het gezamenlijke effect van deze maatregelen, dan komt de EPC zelfs uit op 0,98, ruimschoots onder de huidige en destijds geldende normen.*

*Een aantal ontwerpvarianten van het kantoorgebouw Forum zijn onderwerp geweest van een onderzoek (Eco-Quantum-research) waarin werd gekeken of het mogelijk is instrumenten te ontwikkelen om de milieu-belasting van een kantoor voor de gehele levensduur te berekenen. Hoewel dit niet primair het doel van het onderzoek was, bleek toch duidelijk dat optimale afstemming van gebruik, gebouw en installaties – en dus optimale samenwerking tussen opdrachtgever, adviseur en architect – leidt tot meer duurzame gebouwen, een conclusie die zeker voor het kantoorgebouw Forum gerechtvaardigd lijkt.*

## Snel terugverdiend

Dat energiebesparing leidt tot lagere exploitatiekosten ligt voor de hand. Duurzame technieken vergen echter in veel gevallen ook een meerinvestering. Het is echter verheugend om te zien dat – ook zonder gebruik te maken van bestaande stimuleringsregelingen – de meerkosten snel worden terugverdiend.

Zo spreekt de kostenvergelijking van een traditionele koelinstallatie met de installatie met energieopslag – uitgevoerd in het kader van het haalbaarheidsonderzoek – in dit opzicht boekdelen:

Op een totale meerinvestering voor de installatie met energieopslag van 540.000 gulden (€ 251.041) betekent dit een terugverdientijd van 6,7 jaar. Na toepassing van de stimuleringsmaatregelen VAMIL en EIA loopt deze periode zelfs terug tot minder dan 5 jaar.

*Voor informatie over fiscale regelingen en subsidie-mogelijkheden kunt u zich wenden tot Novem of uw installatie-adviseur. Voor informatie over bijdragen uit het energiebesparingsfonds kunt u terecht bij het energiebedrijf. Bij uw bank kunt u informeren naar de mogelijkheden van groenfinanciering voor uw project.*

	Traditionele installatie	Installatie met energieopslag
<b>Energiekosten:</b>		
- Elektrische energie t.b.v. koelen en verwarmen	27.500 (€ 12.479)	15.500 (€ 7.034)
- Aardgas/stadsverwarming	92.500 (€ 41.975)	33.500 (€ 15.202)
<b>Onderhoudskosten</b>	30.000 (€ 13.613)	20.000 (€ 9.075)
<b>Totale exploitatiekosten</b>	150.000 (€ 68.067)	69.000 (€ 33.310)
<b>Besparing op exploitatiekosten</b>		81.000 (€ 36.756)
* Bedragen in guldens, excl. BTW, prijspeil 1998		



Novem, Nederlandse Onderneming voor Energie en Milieu, stimuleert duurzame ontwikkeling van de (inter)nationale samenleving op het gebied van energie en milieu. Als zelfstandige onderneming werkt Novem delen van het overheidsbeleid uit in concrete programma's en activiteiten en voert deze uit. Onder meer op het gebied van technologische innovatie, product- en marktontwikkeling, gedragsbeïnvloeding, kennisoverdracht en (internationale) samenwerking. De meeste programma's worden uitgevoerd in opdracht van de ministeries van Economische Zaken (EZ), Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) en Verkeer en Waterstaat (V&W).

**Aanvullende informatie:**

- Novem brochure "Klimaatramen"
- Novem brochure "Energie-opslag in aquifers"
- Novem brochure "Daglichtsystemen"
- ISSO-publicatie 38: "Handboek Warmtepompen"
- ISSO-publicatie 39: "Lange-termijnkoudeopslag in de bodem"



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



Swentiboldstraat 21  
Postbus 17  
6130 AA Sittard  
Tel.: 046 420 22 02  
Fax: 046 452 82 60

Catharijnesingel 59  
Postbus 8242  
3503 RE Utrecht  
Tel.: 030 239 34 93  
Fax: 030 231 64 91

Novem op internet:  
[www.novem.nl](http://www.novem.nl)  
1LTGO01.05

COLOFON  
Samenstelling en eindredactie  
Halmos b.v. Adviseurs,  
Den Haag  
DOC, Den Haag  
Concept en productie  
Kris Kras Design bv,  
Utrecht