

Onderzoek binnen TNO naar de mogelijkheden van zonne-energie voor ruimteverwarming

Een overzicht van de recente ontwikkelingen tot het toepassen van zonne-energie voor verwarmingsdoeleinden wordt gegeven. In het begin van de jaren tachtig zullen ook voor een gematigd klimaattype reële mogelijkheden aanwezig zijn voor de thermische benutting van zonne-energie, mits een zekere serie-productie van o.a. zonnecollectoren tot stand komt. De activiteiten binnen TNO met betrekking tot het ontwikkelen van zonneverwarmingsinstallaties voor het Nederlandse klimaattype worden uiteengezet.

Inleiding

Uit een analyse van het energieverbruik in Nederland blijkt dat circa 40% van de primaire energie uiteindelijk wordt gebruikt voor de productie van warm water met temperaturen tot circa 100 °C. Dit warme water wordt gebruikt voor de ruimteverwarming en warmwatervoorziening in woonhuizen, kantoren, fabrieken, ziekenhuizen enz.

In principe is het in al deze gevallen mogelijk dit water met zonne-energie direct te verwarmen.

Met behulp van zonnecollectoren kan de zonne-energie worden geabsorbeerd en direct worden omgezet in laag-calorische warmte. Het rendement van een dergelijke omzetting zal afhankelijk van het toegepaste kollektor-type en het gewenste temperatuurniveau als regel 30 tot 70% bedragen.

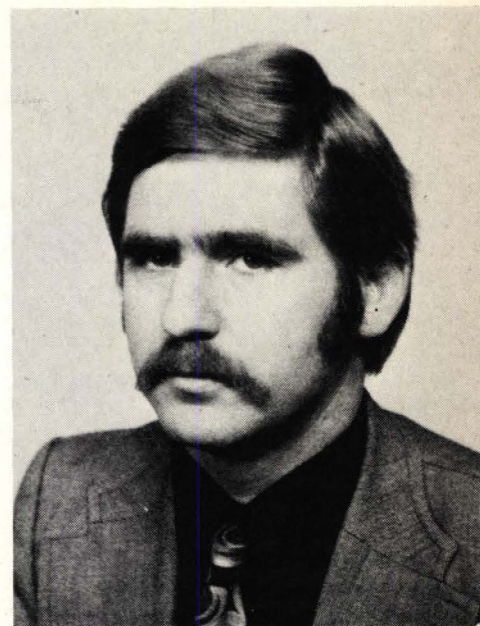
Uit een door TPD verrichte voorstudie¹ is

gebleken dat de aardgasprijs waarbij zonneverwarmingsystemen voor ons land economisch aantrekkelijk worden, ligt bij 35-45 ct/m³, mits wordt overgegaan tot een serieproductie van componenten (o.a. zonnecollectoren) en gestandaardiseerde inbouw van componenten in woningen.

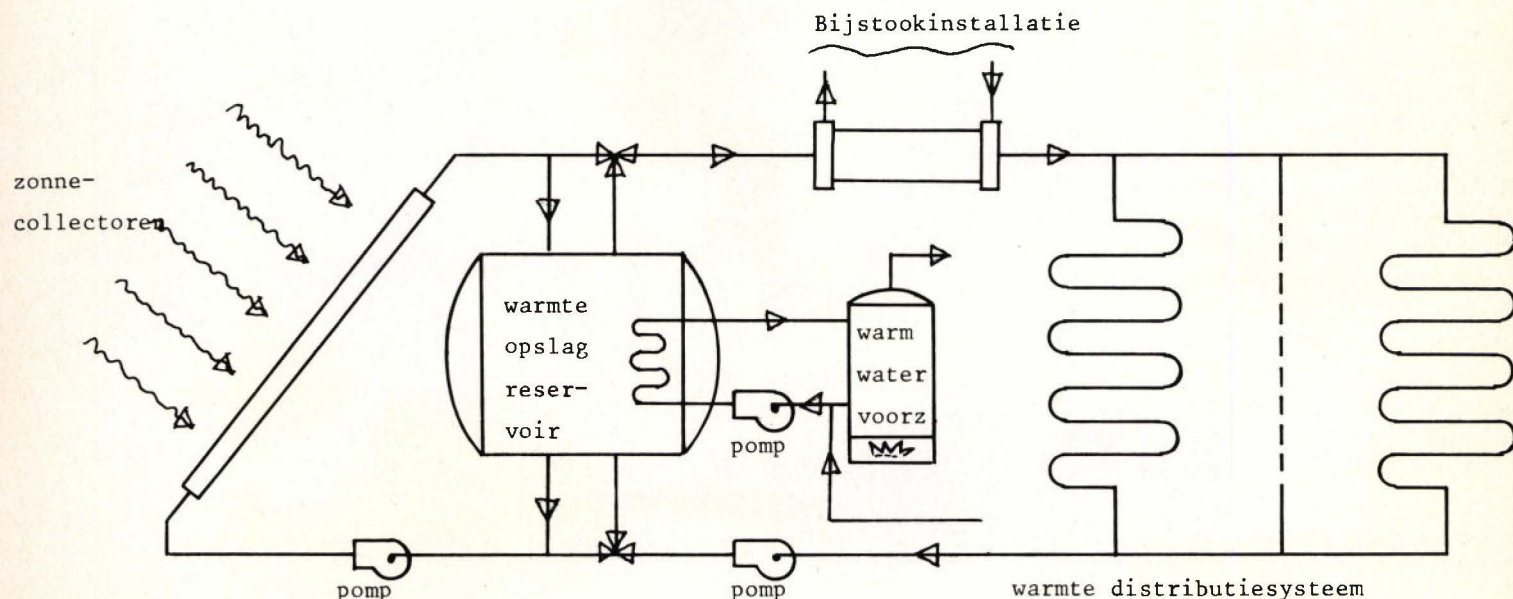
In het grootste deel van de VS is verwarmen met zonne-energie nu reeds goedkoper dan met elektriciteit, terwijl het daar op veel plaatsen voordeliger is dan verwarmen met olie. De productie van zonnecollectoren in de VS is dientengevolge van circa 12 000 m² in 1974 opgelopen tot circa 50 000 m² in 1975.

Werking van een zonneverwarmingsinstallatie (principe)

De belangrijkste onderdelen van een zonneverwarmingsinstallatie zijn:



Ir. C. den Ouden studeerde aan de TH-Delft van 1962-1968 bij de afdeling Technische Natuurkunde. Van 1965-1974 was hij docent natuurkunde bij het middelbaar onderwijs. Van 1968-1971 was hij als docent verbonden bij de ACI-cursus 'Verwarming en luchtbehandeling'. Van 1970-1974 was hij part-time wetenschappelijk medewerker aan de TH-Delft bij de afdeling Technische Natuurkunde, vakgroep Fysische Transportverschijnselen. Sinds juni 1974 is hij als wetenschappelijk medewerker in TNO-dienst bij de Technisch Fysische Dienst TNO-TH, Delft, bij de hoofdafdeling Warmte.



Figuur 1. Schema van een zonneverwarmingsinstallatie

- De *zonnepanelen*, deze absorberen het zonlicht en zetten dit om in warmte, die wordt afgevoerd naar . . .
- het *warmte-opslagreservoir*, hierin wordt de warmte die niet direkt benut kan worden, opgeslagen voor de nacht en voor zon-arme dagen.
- het *distributiesysteem*, bij voorkeur een lage temperatuur verwarmingssysteem.
- De *regeling*, noodzakelijk voor een optimale benutting van de zonnewarmte.

Figuur 1 geeft een zonneverwarmingsinstallatie schematisch weer.

Het aanbod van zonne-energie op een dak van een woning (circa 50 m²) over een gemiddeld jaar is ruim voldoende om een matig geïsoleerde Nederlandse eengezinswoning volledig met zonne-energie te verwarmen.

Ook technisch gezien is het mogelijk nieuw te bouwen woningen te voorzien van een zonneverwarmingsinstallatie die in staat is de 's zomers ingevangen warmte op te slaan en 's winters te gebruiken voor verwarmingsdoeleinden*. In dat geval is echter een dermate groot en goed geïsoleerd opslagreservoir nodig (≈ 50 m³), dat de economische haalbaarheid hiervan de komende 10 à 20 jaar vooralsnog twijfelachtig lijkt.

Indien een zonneverwarmingsinstallatie wordt ontworpen als een energiebesparend systeem, dat wil zeggen als een systeem dat naast of tezamen met een konventioneel verwarmingssysteem de warmtebehoefte van 'de woning' verzorgt, dan is een opslagreservoir van enige m³ voldoende om 50-70% van de energiebehoefte van een redelijk goed geïsoleerde woning te dekken met het aanbod van zonne-energie gedurende het stookseizoen. De economische haalbaarheid in Nederland van een dergelijk systeem is in het begin van de jaren tachtig te verwachten, indien een zekere serieproductie van componenten van zonneverwarmingsinstallaties (kollektoren, opslagsystemen e.d.) tot stand komt.

Een woning voorzien van zo'n energiebesparende zonneverwarmingsinstallatie zal daarnaast nog wel overwogen ontworpen moeten

worden. Zo zal de warmte-isolatie beter moeten zijn dan voor onze huidige woningen en zal een verantwoorde keuze van het toegepaste glasoppervlak in met name de noord- en oostgevels moeten plaatsvinden etc.

De veel genoemde uitdrukking: 'energiebewust bouwen' geldt zeer zeker voor de toekomstige 'zonnewoning'.

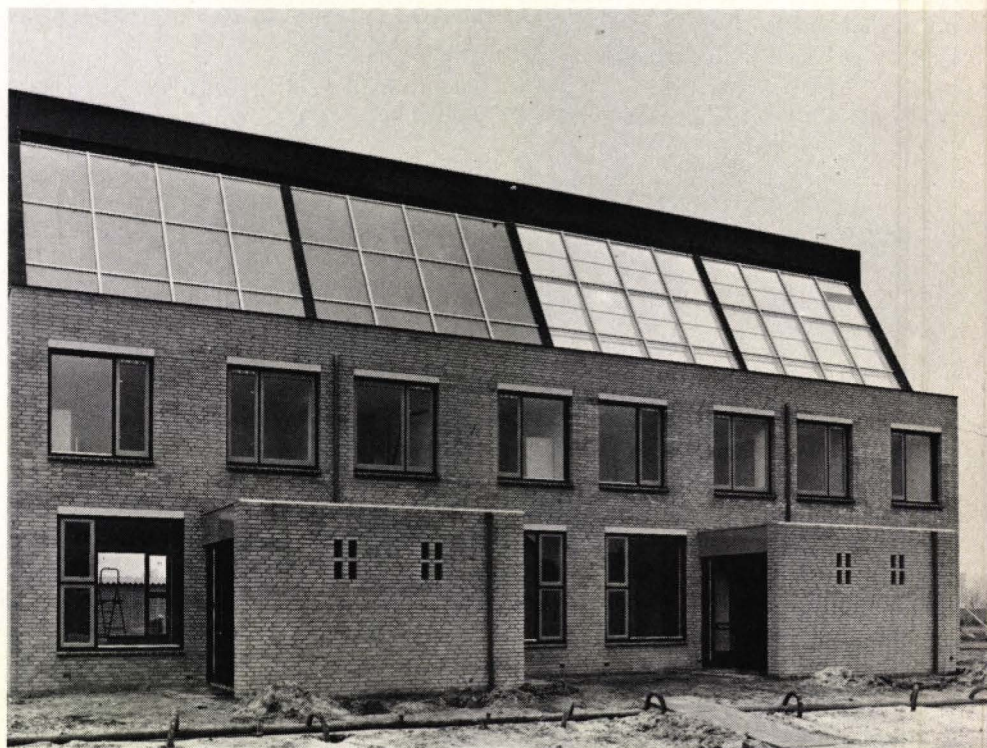
Onderzoek bij TNO met betrekking tot thermische benutting van zonne-energie

Uit het voorafgaande is gebleken dat een zonneverwarmingsinstallatie bestaat uit diverse componenten. Onderzoek aan de belangrijkste componenten van zo'n installatie wordt momenteel binnen TNO verricht, te weten:

Kollektoren

Een aantal prototypen van kollektoren zijn in ontwikkeling. Speciale aandacht is gegeven aan het verhogen van het rendement door het toepassen van zogenaamde spektraal selectieve lagen**, die goedkoop zijn aan te brengen en zeer goed weerstandig zijn.

De vier huizen in Oss, waarbij een belangrijk deel van de energiebehoefte voor verwarming en warm water wordt gedekt met behulp van zonne-energie, die door middel van glazen panelen op het dak en de daarachter gelegen luchtsponw en betonplaten wordt opgevangen. De kollektoren van de twee huizen rechts zijn in de luchtsponw voorzien van een isolatiescherm, dat automatisch wordt neergelaten als er geen zon is, om warmteverlies te voorkomen. In de twee huizen links is ook de warmtevoorziening gekoppeld aan de zonnewarmte.



A survey of recent developments on the application of solar energy for heating of buildings is given. In the next decade there will be real possibilities to make economic use of solar thermal energy, even in a moderate climate, providing that a follow-up production of certain components (solar collectors) takes place. The activities within The Netherlands Organisation of Applied Scientific Research, related to the development of solar heating systems for Dutch meteorological climate conditions are pointed out.

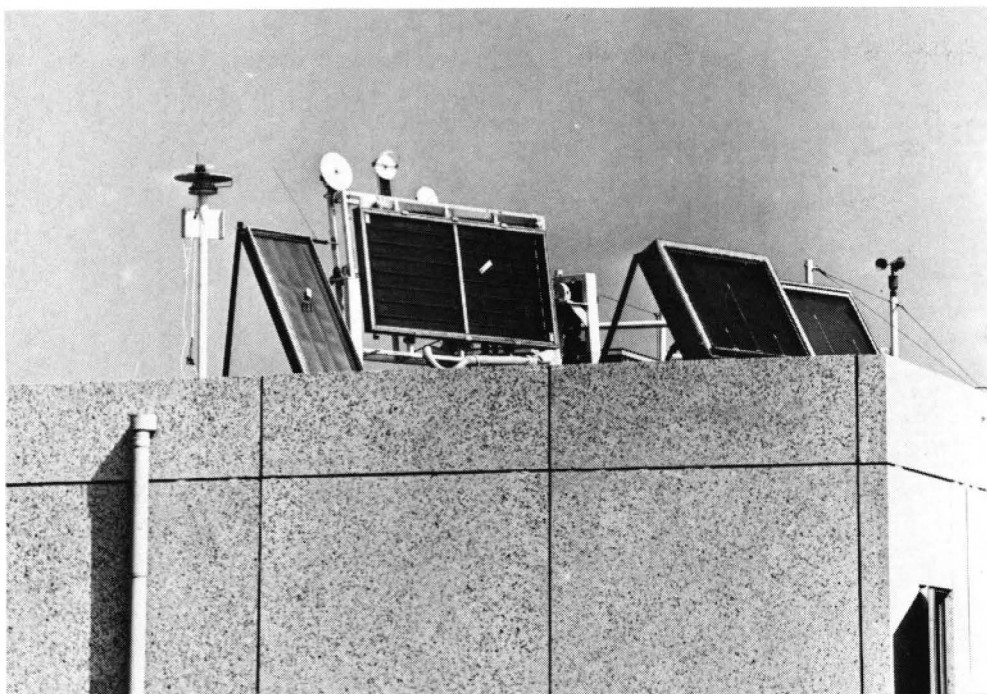
Van diverse typen kollektoren is (wordt) het rendement bepaald onder Nederlandse meteorologische omstandigheden.

Figuur 2 geeft een overzicht van de kollektor-testopstelling bij de Technisch Fysische Dienst TNO-TH.

Opslagsystemen

Ekonomische en technische problemen met betrekking tot het opslaan van zonne-energie

* In Denemarken en West-Duitsland zijn momenteel een tweetal van dergelijke experimentele 'Zero-energy-houses' gerealiseerd.



worden onderzocht. De optimale opslagcapaciteit van een opslagreservoir in een 'zonnewoning' zal worden bepaald.

Warmtepompen combineren met zonnekollektoren

Met een warmtepomp kan de warmte, afkomstig van de kollektor, worden 'verpompt' van een laag naar een hoger temperatuurniveau. Het rendement van de zonneverwarmingssystemen wordt hierdoor vergroot. Onderzoek naar de toepassingsmogelijkheden wordt door CTI-TNO in samenwerking met TPD-TNO verricht.

Behalve onderzoek aan componenten wordt door TNO ook gewerkt aan:

Het ontwikkelen van een rekenmodel van met zonne-energie te verwarmen woningen

Het thermische gedrag van een woning kan worden gesimuleerd met een rekenmodel. Het KNMI heeft sinds 1960 de meteorologische gegevens (buitenluchttemperatuur, hoeveelheid opvallende zonne-energie op een horizontaal vlak, windsnelheid, etc.) uurlijks verzameld en vastgelegd op een magneetband.

** Het begrip spektraal selectief betekent hierbij dat het oppervlak een hoge absorptiecoëfficiënt voor kortgolvlige zonnestraling heeft, maar juist een lage emissiecoëfficiënt voor langgolvlige warmtestraling (= verlies) bij de kollektortemperatuur.

Gebruikmakend van deze uurlijkse gegevens kan per computer de warmtebehoefte van een woning over een periode van bijv. 10 jaar snel worden berekend. Door het uitvoeren van vele van deze berekeningen met diverse woningtypen, voorzien van verschillende zonneverwarmingssystemen is het mogelijk om voor ons klimaattype de 'zonnewoning' van de toekomst te ontwerpen.

Het projekt energiebesparende woningen in Oss

In Oss wordt door Bouwcentrum en TNO een praktijkonderzoek verricht naar het effect van diverse energiebesparende maatregelen, waaronder het benutten van zonne-energie. Voor dit onderzoek staan een aantal proefwoningen ter beschikking, te weten:

- één woning met luchtverwarming zonder speciale isolatievoorzieningen,
- één woning met radiatorverwarming zonder speciale isolatievoorzieningen,
- vier woningen met speciale isolatievoor-

zieningen (extra spouw-, vloer- en dakisolatie en dubbele ramen), voorzien van een gekombineerd zonnekollektor-opslagsysteem dat de lucht voor het luchtverwarmingssysteem geheel of gedeeltelijk verwarmt, afhankelijk van de warmtebehoefte van de woning en het aanbod in de vorm van zonne-energie.

Deze zes woningen zijn door TNO voorzien van een groot aantal meetinstrumenten voor het uurlijks verzamelen van de benodigde gegevens, teneinde de warmtebalans van deze woningen te kunnen bepalen. Uit de analyse van deze metingen wordt het afzonderlijk effect van de diverse energiebesparende maatregelen afgeleid. In het bijzonder wordt de werking van de hier toegepaste typen zonnewarmtekollektoren onder Nederlandse klimatologische condities bestudeerd.

Figuur 3 toont de vier woningen met de zonnekollektoren.

Konklusies

Naar verwachting zullen in Nederland zonneverwarmingssystemen omstreeks het begin van de jaren tachtig economisch aantrekkelijk worden, indien een zekere serieproductie van componenten tot stand komt.

Het accent van het onderzoek- en ontwikkelingswerk zal gericht moeten worden op:

- het ontwikkelen van zonneverwarmingssystemen geoptimaliseerd voor ons klimaattype,
- het ontwikkelen van een goede kollektor voor ons klimaattype,
- kostprijsverlaging, o.a. bereikbaar door het opnemen van kollektoren in de dakconstructie.

Binnen TNO wordt – in een aantal gevallen tezamen met andere instellingen zoals het Bouwcentrum en de industrie – gewerkt aan de zonnewoning van de komende jaren.

Kopij ontvangen januari 1976.

Literatuur

'TPD-rapport nr. 403.231 'De mogelijkheden in Nederland voor het gebruik van zonne-energie voor ruimteverwarming en warmwatervoorziening', Ir. C. den Ouden, 15 januari 1975.

JESSE ELECTRO-APPARATEN- EN TRANSFORMATORENFABRIEK

- transformatoren tot 300 kVA – 100 kV
- complete voedingsapp. en gestabiliseerde gelijkrichters
- isolatie- en kabelmeetapparaten
- AEG seleen- en siliciumcellen en thyristoren •
- direct uit voorraad, 24 uur service •

LEIDEN – VERVERSTRAAT 8 – 071-2 03 80