Het Ministerie van VROM te Den Haag

Ing. B. Bronsema
Ketel raadgevende ingenieurs/Fac. der Bouwkunde,
T.U. Delft

PROLOOG

Bij de officiële opening van het ministeriegebouw in 1992 werd door één van de sprekers met enige trots medegedeeld dat de ontwerpers erin waren geslaagd een gebouw te realiseren met een uitstekend binnenklimaat zonder *airconditioning.* Een van de omstanders vroeg me hoe wij dat voor elkaar hadden gekregen. Mijn antwoord was dat we gewoon voor een goede klimaatregeling hadden gezorgd. Ik herinner me dat hij dat bijzonder knap vond.

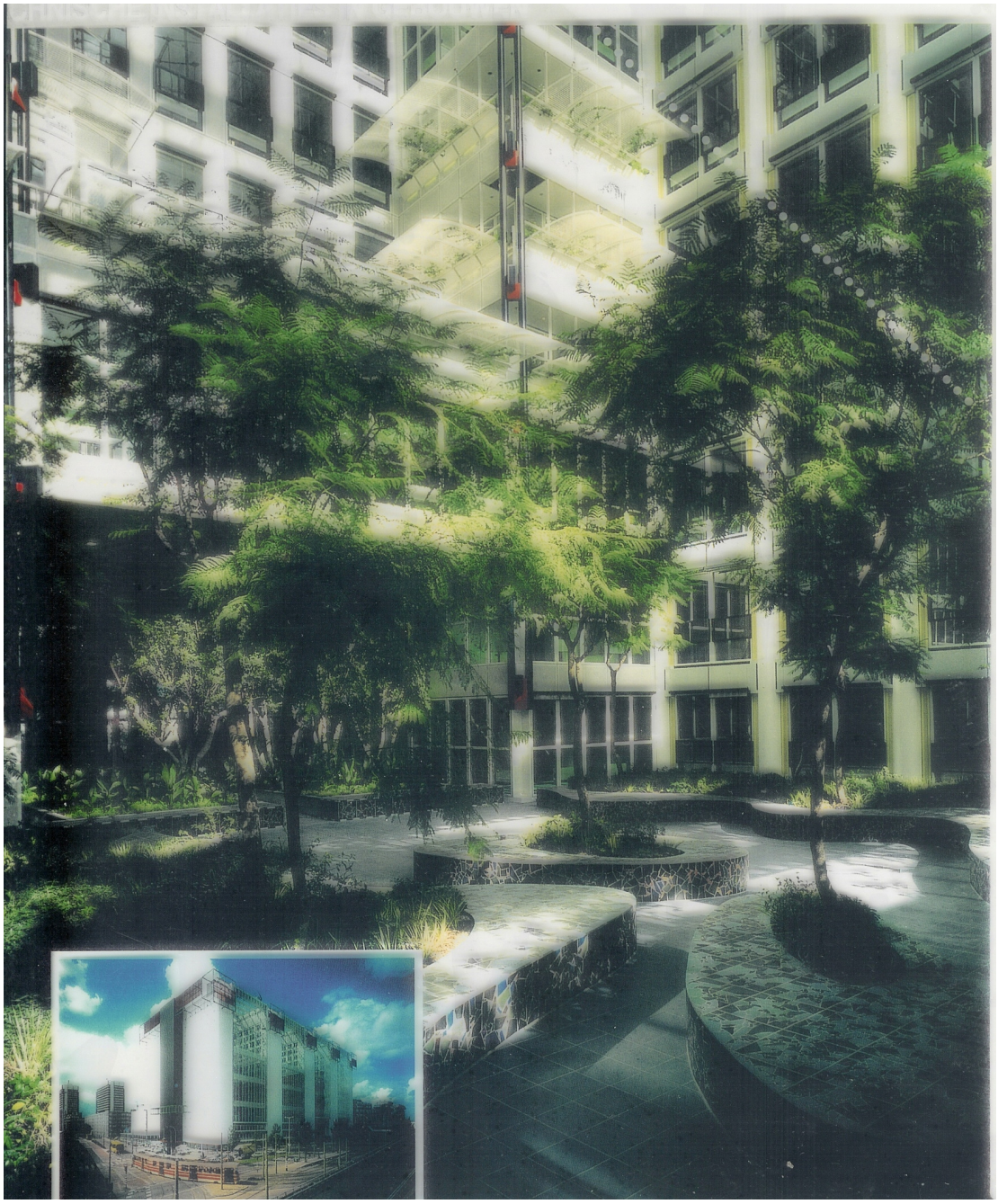
Op de themadag van de T.U.-Delft op 1996 "Facade & Klimaat" werd door enkele architecten hoog opgegeven over de mogelijkheden het binnenklimaat te regelen met behulp van geavanceerde façadesystemen. Op de getoonde tekeningen van een gerealiseerd gebouw was echter duidelijk te zien dat er klimaatplafonds waren aangebracht voor koeling en verwarming, die in combinatie met een modern systeem van kwelventilatie een uitstekend binnenklimaat kunnen realiseren. De betreffende architect ontkende dit ook niet, maar vond dat je een dergelijk systeem geen *airconditioning* mag noemen. Misschien heeft hij geen ongelijk, want klimaatregeling is meer dan *airconditioning.* Maar de gewekte suggestie dat je met een geavanceerd façadesysteem airconditioning kunt vermijden was duidelijk gewekt.

Het Ministerie van VROM heeft een goede klimaatregeling en het binnenklimaat wordt door de gebruikers in grote meerderheid positief beoordeeld. De combinatie van natuurlijk geventileerde serres en geconditioneerde kantoorruimten is duidelijk een succes gebleken. Voor herhaling vatbaar?

Samenvatting

Kenmerkend voor het nieuwe ministerie van VROM in Den Haag zijn de grote serres die kunnen worden afgesloten met schuifdaken. De serres zijn semi-buitenruimten, waarin echter het stadslawaai maar beperkt doordringt en de wind geen vrij spel heeft. De kantoren die aan de serres grenzen kunnen daardoor ongehinderd de ramen openen, hetgeen voor een hoog gebouw op een binnenstadslocatie van bijzondere betekenis is. De werking van de serreventilatie en de klimaatregeling van de kantoorruimten wordt in hoofdlijnen beschreven. Een aantal voorzieningen is getroffen die van het ministerie *"een gezond gebouw"* hebben gemaakt.

Figuur 1 laat een representatief beeld zien van één van de serres.



Figuur 1 – Representatief beeld van één van de serres

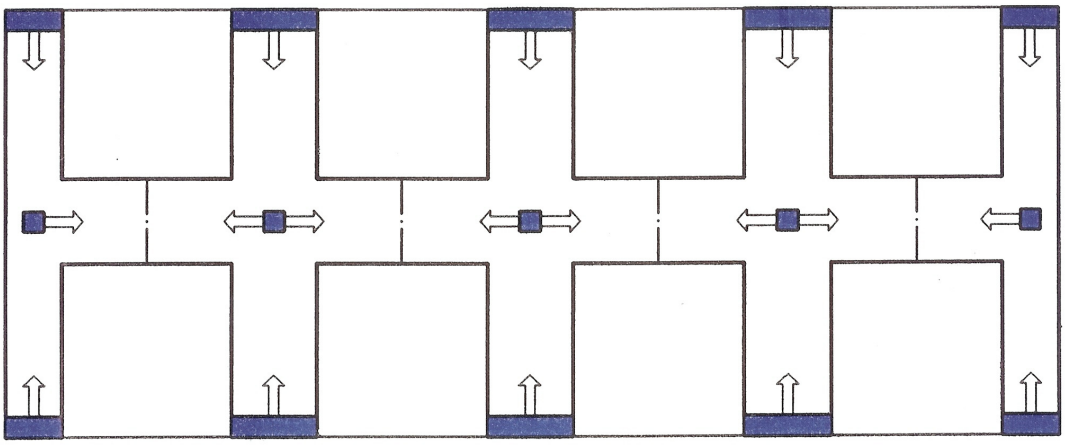
Inleiding

Het nieuwe ministerie van VROM in Den Haag is gesitueerd naast het Centraal Station. De bouwomvang is ca. 80.000 m^2 bvo in 17 bouwlagen + 10.000 m^2 parkeergarage in 2 lagen. Het gebouw omvat kantoorruimte voor ca. 3.000 ambtenaren en bewindslieden en een groot aantal bijzondere ruimten zoals vergaderzalen, bibliotheek, rekencentrum, bedrijfsrestaurant, reprografie, werkplaatsen en magazijnen, archieven en dienstruimten, kinderdagverblijf e.d. De architect is Prof. J. Hoogstad. Opdrachtgever is de Rijksgebouwendienst. Opdrachtverstrekking vond plaats begin 1986.

De hoofdstructuur van het gebouw bestaat uit een langgerekt middenrif, met haaks daarop aan weerszijden 5 zijbeuken. Zie fig. 2, waarop tevens het principe van de technische infrastructuur is aangegeven. Het gebouw wordt doorkruist door de tramlijn van de H.T.M.

en de looproute van het Spuikwartier naar het N.S. station Den Haag C.S. De hoofdingang van het gebouw ligt aan deze looproute.

Figuur 2



Technische infrastructuur

De gebruiker wenste te kunnen beschikken over te openen ramen in de kantoorruimten, voor een gebouw met deze hoogte en ligging een uitdagende eis. Veelal zijn in dergelijke gebouwen ramen weliswaar fysiek te openen, maar is de praktische bruikbaarheid ervan door wind en stadslawaai beperkt. Voor dit probleem heeft de architect echter een originele en gedurfde oplossing gevonden: de serres.

De serres

De zijbeuken van het gebouw zijn aan de buitenkant verbonden door glazen puien, waardoor grote serres worden gevormd met afmetingen van ca. 20 x 20 meter, en een grootste hoogte van ca. 50 meter. De serres kunnen worden afgesloten met grote schuifdaken. Vrijwel alle kantoren kijken uit op de serres en door de glazen puien heen ook op de stad. Via schuiframen staan de kantoren met de serres in open verbinding. Zowel de serrepuien als de te openen ramen zijn uitgevoerd met enkele beglazing. Een te openen raam is een belangrijk hulpmiddel bij het realiseren van een gebouw waarin de bewoners zich goed voelen. De serres geven aan de schuiframen een grotere gebruiksmogelijkheid dan normaal omdat:

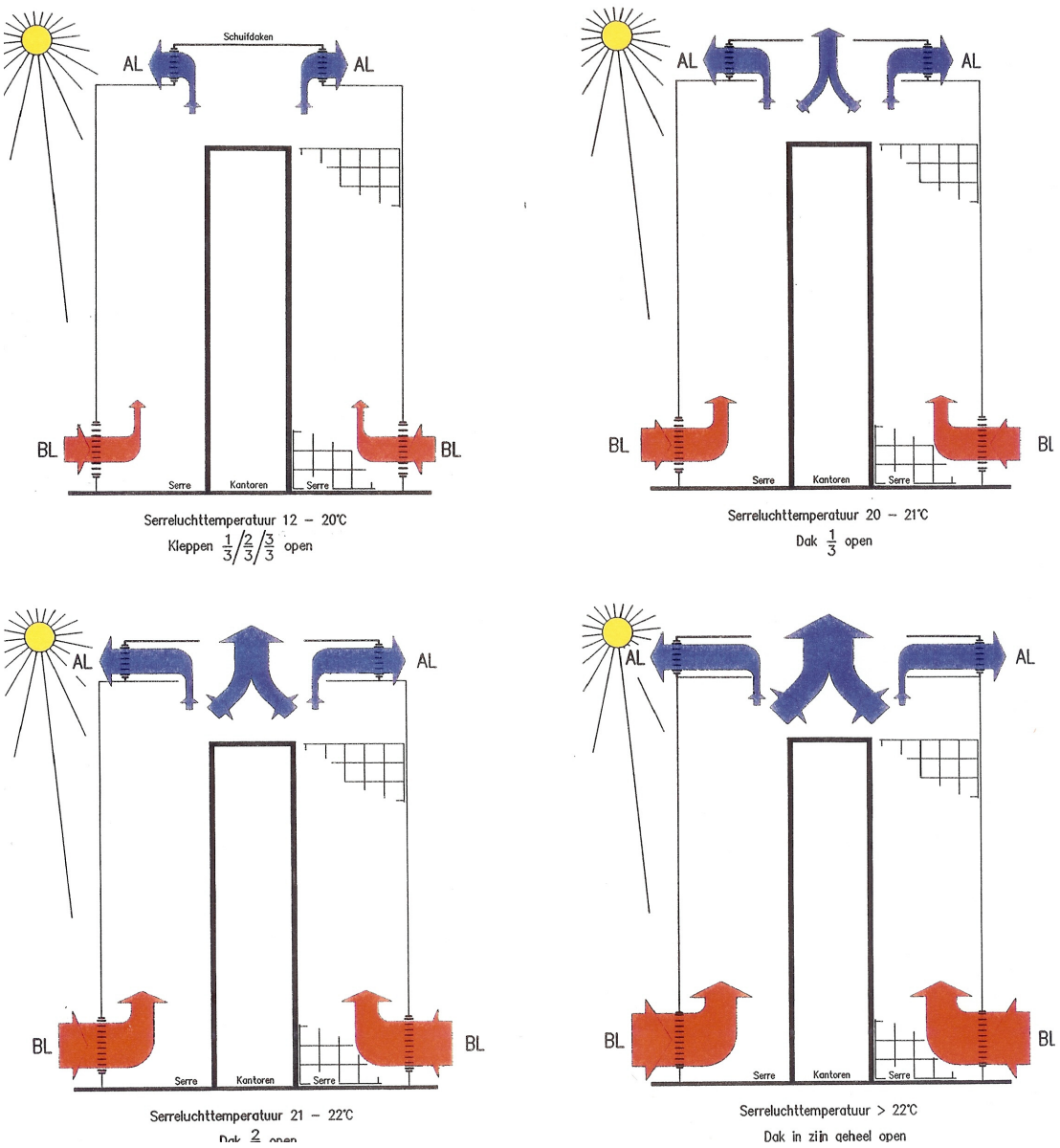
- de geluidsbelasting uit de stad wordt gereduceerd;
- tochtverschijnselen door wind worden geëlimineerd;
- extreem lage temperaturen in de serre niet voorkomen.

Zomerventilatie van de serres (fig. 3).

De serres op de zonzijde vangen veel zonnewarmte op; vermeden moet worden dat door broeikaseffect de temperatuur in de serres te hoog wordt. In voorjaar, zomer en najaar worden de serres daarom natuurlijk geventileerd, hoofdzakelijk met behulp van de schuifdaken, die bij warm weer geheel open staan. Bij dalende temperatuur worden de daken in 3 stappen gesloten, waarna, voor de fijnregeling, de natuurlijke ventilatie wordt voortgezet via kleppenregisters die op hun beurt ook weer in 3 secties worden gesloten, totdat een serretemperatuur van 12^0 e is bereikt. Luchttoevoer vindt plaats via kleppenregisters onder in de serres, die eveneens in verschillende secties worden bestuurd. Een en ander is schematisch weergegeven in fig. 3.

Het systeem is zodanig gedimensioneerd dat in de zomer de maximale temperatuur boven in de serres ten hoogste ca. $2{,}5^0$ C boven de buitentemperatuur zal liggen.

Figuur 3



Winterventilatie van de serres. (fig. 4).

Zodra bij lagere buitentemperaturen de zomerventilatie is afgesloten treedt een mechanisch ventilatiesysteem in werking, waarmee een grote hoeveelheid buitenlucht in de serres wordt geblazen; de zogenaamde winterventilatie. Het luchtdebiet is afgestemd op de minimum ventilatiebehoefte van de kantoren en bedraagt totaal ca. 48 m^3/s. Op de 16e verdieping zijn 8 ventilatie-eenheden geprojecteerd, elk met een luchtverplaatsing van ca. 6 m^3/s. Lucht wordt van buiten aangezogen, gefilterd en zonodig verwarmd, en via luchtkanalen toegevoerd naar de aangrenzende serres. Verwarming van de lucht vindt plaats met behulp van een twin-coil systeem, dat warmte onttrekt aan de afvoerlucht.

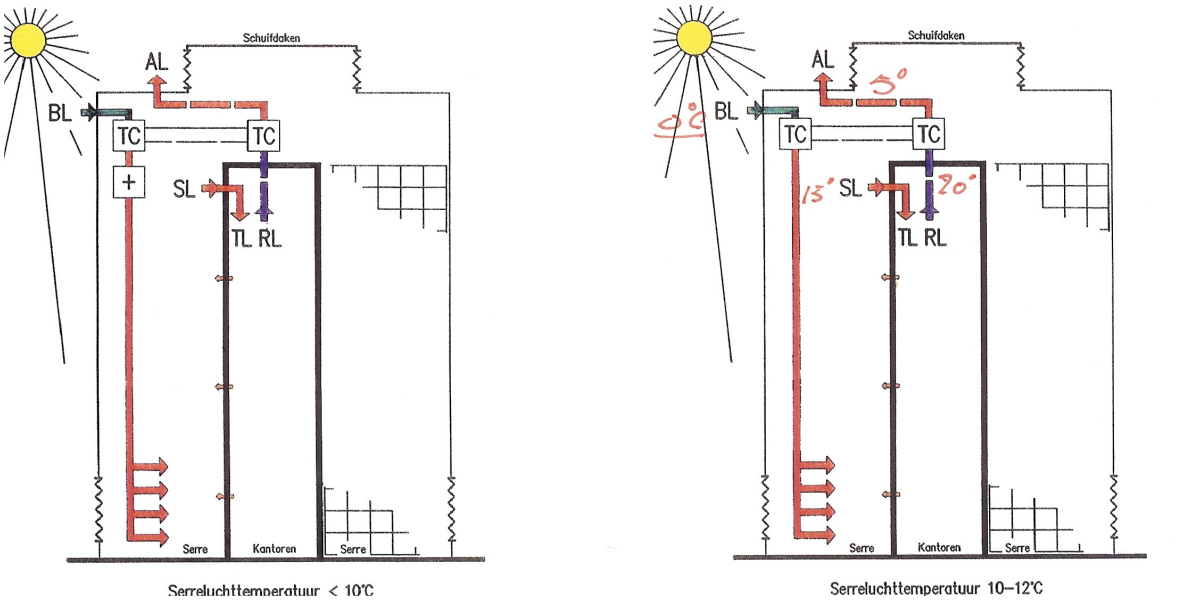
Indien de serres na een koude nacht of weekend teveel zijn afgekoeld (« 10^0 à 12^0 C) kunnen ze in de opwarmperiode snel op temperatuur worden gebracht met behulp van verwarmingsbatterijen. Hierbij wordt de lucht volledig gerecirculeerd.
Deze verwarmingsbatterijen kunnen zonodig in bedrijfstijd bij zeer lage buitentemperaturen de door de twin-coil batterijen voorverwarmde lucht ook naverwarmen om te voorkomen dat de temperatuur in de serres lager wordt dan 10° à 12° e. Deze minimum temperatuur is nodig in verband met de subtropische bomen en struiken in de serres.

De lucht wordt onder in de serres ingeblazen evenwijdig aan de serrebuitengevels. Uit een modelbeproeving is gebleken dat hierbij de meest homogene temperatuurverdeling in de serres wordt verkregen.

De ventilatielucht wordt in de serres niet verontreinigd, en is daarom goed geschikt voor de ventilatie van de kantoren. De luchtbehandelingscentrales op de 16e verdieping zuigen daarom in het stookseizoen de ventilatielucht aan vanuit de serres.

De effecten van deze systematiek zijn de volgende:
- onder alle omstandigheden een fris en koel serreklimaat;
- door de ventilatie met droge buitenlucht wordt condensatie op de buitenpuien van de serres voorkomen;
- warmteverliezen van de kantoren naar de serre, en zonnewarmte worden benut voor de verwarming van de ventilatielucht; een energiezuinig systeem.

Figuur 4



Energiegebruik

Bij een serretemperatuur van 10° à 12 ° C in het stookseizoen is het serreconcept energieneutraal, dat wil zeggen het energiegebruik van het gebouw met serres is gelijk aan dat van hetzelfde gebouw zonder serres, echter met buitengevels die geïsoleerd zouden zijn conform de destijds geldende normen. Actieve verwarming van de serres gaat in principe dus niet verder dan de genoemde 10° à 12° C. Zie ook de epiloog.

INTERMEZZO
Het ontwerp voor het ministerie van VROM is gemaakt in een periode van grote veranderingen op het gebied van kantoorwerk en nieuwe inzichten op het gebied van binnenmilieu en buitenmilieu o.a.:

Kantoorwerk:
De in hoog tempo opkomende kantoorautomatisering, waarvan de trend moest worden ingeschat en aannames worden gedaan over de te verwachten interne thermische belastingen. Eén en ander viel samen met een verminderde toewijzing van het aantal vierkante meters per werkplek, waardoor het effect van de grotere belastingen nog werd versterkt.
Op basis van metingen, interviews met deskundigen en hierop gebaseerde toekomstprognoses werd geadviseerd uit te gaan van 20 à 25 W/m^2 (n.o.), voor die tijd een ongehoord hoge waarde.

Binnenmilieu:
De snel ontluikende inzichten met betrekking tot het Sick-Building Syndroom die het noodzakelijk maakten om verschillende ontwerpkeuzes te heroverwegen, o.a. het variabel debiet systeem waarvan de regelstrategie werd omgebogen van minimalisering energiegebruik naar maximalisering buitenluchtdebieten. Voor een verdergaande stap, toepassing van een constant debiet 100 % buitenluchtsysteem met nakoeling in de ruimte met behulp van klimaatplafonds was de tijd nog niet rijp, hoewel dit systeem in extenso werd geanalyseerd en beproefd.

Buitenmilieu:
De overrompelende ontdekking dat vertrouwde koudemiddelen de ozonlaag aantasten, waardoor tijdens de uitvoering nog besloten werd de koudecentrale, die was ontworpen voor CFK 11 om te bouwen naar HCFK123.
Een ministerie dat Milieubeheer in zijn portefeuille heeft, kon aan deze aspecten uiteraard niet voorbijgaan. In een boeiende interactie tussen opdrachtgever en adviseurs is het gebouw met zijn installaties ontwikkeld tot wat er nu staat: Een evenwichtige mix van gezond binnen klimaat, energiezuinigheid en gebruiksvriendelijkheid, gerealiseerd met verantwoordelijkheidsbesef voor het buitenmilieu. Dat we het nu, tien jaar later anders zouden hebben gedaan is evident. Zie ook de epiloog.

Klimaatregeling kantoren
De klimaatregeling is opgezet als variabel debietsysteem op basis van maximaal 5 luchtwisselingen per uur en een inblaastemperatuur van 14°C. Bij een interne belasting van gemiddeld 35,4 W/m^2 wordt in het referentiejaar (1964) een ruimtetemperatuur van 25,5 ° C niet overschreden.
De ontwerp-interne belasting is als volgt opgebouwd:
- verlichting 12,0 W/m^2
- personen 11,4 W/m^2 (7 m^2 n.o. per persoon)
- apparatuur 12,0 W/m^2

Ruimten met een hoge interne thermische belasting werden in principe gesitueerd op locaties die gunstig liggen met betrekking tot de externe belastingen (uit de zon/onderste bouwlagen). Dit was althans het uitgangspunt bij de indeling van het gebouw. In de praktijk bleek dit echter lang niet altijd te realiseren door indelingseisen die vanuit de organisatie werden gesteld.

Ten behoeve van data- en reproruimten e.d. gesitueerd rondom de kernen kan additionele koeling worden geleverd via een decentraal gekoeld watersysteem.

Het minimum ventilatiedebiet is 5 m^3/m^2.h, hetgeen bij een personendichtheid van 1:7 m^2 in theorie neerkomt op 35 m^3/h per persoon. Rekening houdend met een gemiddelde personendichtheid van 1 :11 m^2 is het minimum effectieve ventilatiedebiet 55 m^3/m^2 per persoon.

De regelstrategie van de installatie is zodanig opgezet dat zoveel en zolang mogelijk met 100% buitenlucht kan worden gewerkt, waardoor het ventilatiedebiet normaliter meer dan 100 m^3/h per persoon bedraagt.
Slechts als de verwarmings- en koelbatterijen de nodige capaciteit hierbij niet meer kunnen leveren, wordt overgegaan op recirculatie.
Een gezond binnenklimaat prevaleert hierbij dus boven energiebesparing.
Warmteterugwinningssystemen beperken hierbij de energetische nadelen van deze strategie.

De debietregelaars zijn zodanig gedimensioneerd dat zowel vertrekken van 2 en 3 modulen kunnen worden aangesloten. Indelingswijzigingen kunnen hierdoor gemakkelijk worden opgevangen. Mede gezien de beperkte verdiepingshoogte van het gebouw (3,3 m) zijn de verlaagde plafonds aangebracht in stroken (plafondeilanden) waardoor de ruimtelijke beleving gunstig wordt beïnvloed en tevens optimaal wordt geprofiteerd van de thermische accumulatiecapaciteit van de bouwconstructie.

De ruimteverwarming is uitgevoerd met convectoren, die in volgorde met het variabel debietsysteem worden geregeld. Elke kamer heeft zijn eigen temperatuurregeling. De capaciteit van de convectoren is berekend op een minimum serretemperatuur van 10° C.

Door de overwegend kleine kamers van 2 tot 4 personen, de grote ramen, met uitzicht op de serres en de stad, de individueel te bedienen schuiframen, lichtschakeling, zonwering en temperatuurregeling, een goed binnenklimaat met royale ventilatiedebieten en vermijding van recirculatie, is veel gedaan om van het nieuwe ministerie van VROM een gezond gebouw te maken.

Infrastructuur van de klimaatbeheersing

De luchtbehandelingscentrales zijn ondergebracht in de techniekruimten op de 16e verdieping van de zijbeuken. De centrales zijn gesplitst in toevoer-eenheden en afzuig/recirculatie eenheden. In het koelseizoen wordt de lucht direct van buiten aangezogen en in het stookseizoen uit de serres.
Gezien de beperkte verdiepingshoogte (3,3m) en de beschikbare schachtruimte is het verticale luchttransport in tweeën verdeeld.
Transportkanalen in de centrale kernen bedienen het middenrif; de zijbeuken worden gevoed via schachten aan de kopgevels. Zie fig.2.

Koudecentrale

De koudecentrale is opgesteld in de middelste beuk op de 16e verdieping. De centrale bestaat uit 2 watergekoelde centrifugaalmachines, elk met een capaciteit van 1600 kW en een luchtgekoelde zuigercompressormachine van 850 kW. De totaal opgestelde capaciteit komt overeen met ca. 50 W per m^2 bvo.
De centrifugaalcompressoren waren aanvankelijk geselecteerd op gebruik van CFK11. Later is besloten over te gaan op het milieuvriendelijke koudemiddel HCFK 123.

De zuigercompressormachine dient voor koudelevering in het koude jaargetijde aan de decentrale koelsystemen zoals rekencentra, reproruimten e.d. en is tevens bestemd als basis last- en pieklastmachine van de koudecentrale.

Stadsverwarming

Het gebouw is aangesloten op de Stadsverwarming. De aansluitwaarde bedraagt 7.900 kW overeenkomend met ca. 100 W per m^2 bvo.

Klimaatregeling overige ruimten

Afzonderlijke installaties zijn aangebracht voor vergaderzalen en centrale hal, restaurant en keuken, bibliotheek, archieven en verschillende andere specifieke ruimten. De parkeergarage wordt mechanisch geventileerd.

Enige getallen

Totaal luchtdebiet kantoren	ca.	400.000	m3/h
Totaal luchtdebiet serres	ca.	175.000	m3/h
Totaal luchtdebiet laagbouw	ca.	155.000	m3/h
Totaal luchtdebiet garage	ca.	110.000	m3/h
Totaal voor het gebouw	ca.	840.000	m3/h

EPILOOG

In de warme zomer van 1993 bezoek ik enkele malen het nieuwe ministeriegebouw (ik mag er nu nog in). Ik zie dat in ongeveer de helft van de kantoren het licht uit is. Vakantie? Of is er voldoende daglicht? Een derde van de ramen staat open. Vanaf de loopbruggen kun je door een open raam ambtenaren interviewen.
"Waarom staat uw raam open, mijnheer?"
"Nou, het is zomer en dan werk ik graag bij een open raam. Mijn collega aan de andere kant van de gang doet dat ook. Ik voel een zuchtje wind en ik zie buiten de bladeren van de bomen een beetje bewegen. Zo hoort een kantoor te zijn mijnheer, en niet anders".
"Hoe warm is het nu bij u?"
"Vijfentwintig graden"
"Maar weet u hoe warm het in de serre is?"
"Ja, ik heb het net gemeten, Eenendertig graden, heerlijk toch!"
Ja, open ramen zijn perfect maar kosten ook energie. Hoe weeg je de kwaliteit van de werkplek en energiegebruik tegen elkaar af?

Hoewel, de koudecentrale is volgens onze berekeningen erg krap gedimensioneerd, maar in praktijk blijkt één van de watergekoelde centrifugaalmachines (800 kW_{th}) ook op warme dagen niet of nauwelijks in bedrijf te komen. Hebben we de thermische belastingen of de gelijktijdigheidfactoren toch nog overschat?

Het energiegebruik blijkt aanvankelijk in de praktijk veel hoger te liggen dan berekend. Analyses wijzen uit dat hiervoor twee redenen zijn, nl.

a) *De populariteit van de serres.* Deze zijn ontworpen op een minimumtemperatuur van 100 à 12^0 C, maar in de tussenseizoenen is de temperatuur vaak hoog genoeg (rond 18^0 C) om multifunctioneel gebruik mogelijk te maken, bijvoorbeeld voor bijeenkomsten, recepties e.d. De verleiding om de serres ook 's winters te kunnen gebruiken leidde ertoe de temperatuur in te stellen op een minimum van rond 18°C. Wat dit betekent voor het energiegebruik in deze enkelbeglaasde ruimten is evident! Het *"gebruikersgedrag"* moet

ergo worden aangepast aan de ontwerpgrondslagen. Andersom, als dit gebruikersgedrag bij voorbaat bekend en geaccepteerd zou zijn geweest, hadden we de thermische uitvoering van de serres anders moeten kiezen, bijvoorbeeld dubbelbeglaasd. Dit uitgangspunt is o.a. gekozen bij het ontwerp van de nieuwe huisvesting voor AKN (AVRO-KRO-NCRV) te Hilversum, eveneens van Prof. J. Hoogstad.

b) *De relatieve vochtigheid.* Deze is berekend op 30% R.V. bij de minimum wintertemperatuur. In de praktijk stelt men deze graag wat hoger in, waardoor het energiegebruik omhoog schiet, vooral ook door het gekozen uitgangspunt dat uit gezondheidsoverwegingen zoveel en zolang mogelijk met 100% buitenlucht wordt geventileerd. Als we ons dit van tevoren hadden gerealiseerd, zouden we wellicht een ander bevochtigingsysteem hebben gekozen, bijv. ultrasoon in plaats van elektrisch/decentraal. Ook deze ervaring is bij de nieuwe huisvesting voor AKN verwerkt.

Het serreconcept functioneert dus uitstekend, maar de gebruiker moet wel het gebruik van de serres in overeenstemming brengen met de ontwerpgrondslagen, op straffe van verhoogd energiegebruik.

Hoe zouden we de klimaatinstallaties in het Ministeriegebouw van VROM anno 1997 hebben ontworpen? Waarschijnlijk op basis van dubbelbeglaasde serres en klimaatplafonds met een constant debiet ventilatiesysteem. Maar, misschien nog eenvoudiger, met natuurlijke luchttoevoer vanuit de serres en mechanische afzuiging van de kantoren [1]. Want de thermische belasting door computerapparatuur, door ons getaxeerd op 20 à 25 W/m^2 daalt in snel tempo. Bij een maximaal gebruik van *laptops*, P.C.'s met *powermanagement* en wellicht de grootschalige introductie van N.C.'s (netwerkcomputers) gaat de thermische belasting terug naar 5 W/m^2. Dat is de waarde die we 15 jaar geleden invoerden voor contactdoosbelastingen. De kantoorautomatisering is dan voor de klimaatregeling nauwelijks meer een thema van belang.

Wel zouden we een uitgebreide infrastructuur hebben gemaakt voor decentrale koelsystemen, waarop naar behoefte koelconvectoren, koelplafonds, ventilatorconvectoren en watergekoelde DX systemen zouden kunnen worden aangesloten. Een dergelijke voorziening voor *"Binnenklimaat op Maat"* lijkt voor de toekomst het beste dat de klimaattechniek kan leveren [2].

REFERENTIES

[1] Bronsema, B. (1996)
"Natuurlijke ventilatie van kantoorgebouwen – Een goed idee?"
TVVL Magazine nr. 9/1996

[2] Bronsema, B. (1994)
"Binnenklimaat op Maat – Idee en Realisatie"
Nationale Milieutechniekdag 1994