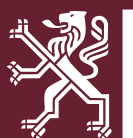




MODERNE KANTOREN: MEER COMFORT MET MINDER ENERGIE.

Een gids voor bouwheer en bouwteam over binnenklimaat en energiegebruik



Ministerie van de
Vlaamse Gemeenschap

Voorwoord

Energieverbruik wordt in kantoorgebouwen vaak ervaren als een noodzakelijke kost, die niet opweegt tegen de andere grote kosten, zoals personeelskosten en huurkosten. Niettemin valt er nog flink te besparen op energiekosten, zonder aan comfort te moeten inboeten. Hier is vooral een taak weggelegd voor bouwheer en architect.

Gebouwen krijgen een eigen karakter mee en overleven meestal meerdere generaties. De keuzen die bij het concept van deze gebouwen gemaakt worden, hebben verstrekkende gevolgen voor het gebruik van energiegrondstoffen en milieugoederen over verschillende generaties. In een streven naar een duurzame ontwikkeling, is het van groot belang dat de kantoren van de toekomst hieraan letterlijk hun steentje bijdragen.

Klimaatverandering en het broeikaseffect vormen op wereldschaal de belangrijkste aandachtspunten om het energiebeleid uit te tekenen. De grootste oorzaak van deze problemen wordt gevormd door de CO₂-emissies, die ontstaan bij de verbranding van fossiele brandstoffen.

Deze publicatie biedt een leidraad voor architecten, ingenieurs, studiebureaus, projectontwikkelaars en bouwheren in hun streven naar een duurzaam en energiezuinig ontwerp en beheer van kantoren. Er wordt daarbij aandacht besteed aan het ontwerp van het gebouw, de gebouwschil en de technische installaties.

Deze brochure kwam tot stand binnen de taakgroep overheidsgebouwen, kantoren, architecten, adviesbureaus en bouwpromotoren, die werd opgericht binnen de afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie van het ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Deze brochure werd mede mogelijk gemaakt met de steun van het IWT (Vlaams Instituut voor de bevordering van het Wetenschappelijk Technologisch Onderzoek in de Industrie). Het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf (WTCB) was de drijvende kracht voor de samenstelling van deze brochure, en dit in het kader van het project E-GiDS 'Energiezuinige Gebouwen in de Dienstensector', dat gefinancierd werd door het IWT.

Ik wens u een aangename lectuur en hoop van harte dat dit boek u zal aanzetten om concrete energiebesparende maatregelen te nemen, nu en in de toekomst.

André Van Haver
wnd. directeur-generaal
Administratie Economie

Inhoud

0	Twee gebouwen als voorbeeld	1
1	Op weg naar duurzame kantoren.....	3
1.1	REG in gebouwen	3
1.2	Kantoren: de werkomgeving voor velen	3
1.3	Wetgeving□	3
2	Binnenklimaat en energie	5
2.1	Onze werkomgeving: wat verwachten we ervan?	5
2.2	Geen comfort zonder energie.....	5
2.3	De spelers in het bouwverhaal: elk zijn rol	5
2.4	Wat kost energie?	6
3	Ons kantoor: warm in de winter	7
3.1	Wat heet lekker warm?	7
3.2	Criteria voor thermisch comfort tijdens de winter.....	7
3.3	Energiegebruik tijdens de winter: verliezen en winsten	8
3.4	Correct isoleren!.....	9
3.4.1	U-waarden en K-peil□	9
3.4.2	Koudebruggen vermijden	11
3.4.3	De gebouwschil: goed luchtdicht!	11
3.4.4	Performante beglazing: HR	13
3.5	Verse lucht alstublieft: ventileren, maar gecontroleerd	13
3.6	Zonnewinsten optimaal benutten	13
3.7	Verlichting en kantoorapparatuur: meer met minder	14
3.8	Efficient verwarmen.....	14
3.8.1	Klassieke verwarmingsinstallatie	14
3.8.2	Warmtepompen.....□	15
3.8.3	Volledige klimaatregeling	15
3.8.4	Regeling.....□	15

4	Aangenaam koel in de zomer ...	17
4.1	Wat heet koel?	17
4.2	Zomercomfort, maar voor welke prijs?	18
4.3	Een samenhangende strategie voor zomercomfort	18
4.3.1	Zonnewinsten beheersen	18
4.3.2	Interne warmteproductie in de hand houden	21
4.3.3	Warmteoverschotten tijdelijk opslaan en intensief ventileren	21
4.3.4	En als passieve maatregelen niet volstaan: energie-efficiënte koelsystemen	23
5	De lucht die we ademen...	25
5.1	Criteria voor luchtkwaliteit	25
5.2	De juiste strategie om te ventileren	26
5.2.1	1 ^{ste} stap: verontreiniging aan de bron aanpakken	26
5.2.2	2 ^{de} stap: scheid ventilatie voor luchtkwaliteit van koeling	27
5.2.3	3 ^{de} stap: correcte dimensionering	27
5.2.4	4 ^{de} stap: goede regeling	27
5.3	De ventilatie-installatie: kwaliteit loont	28
5.3.1	Verschillende systemen	28
5.3.2	Energiezuinige ventilatoren en ventilatiesystemen	28
5.3.3	Luchtdichtheid van de kanalen	29
5.3.4	Warmterecuperatie ☐	30
5.3.5	Onderhoud en regeling	30
5.3.6	Naar een ventilatienorm	30
6	Licht: het oog wil ook wel wat ...	33
6.1	Visueel comfort: hoe bekijkt u dat?	33
6.1.1	Hoeveel lux op de werkplek?	33
6.1.2	Verblinding vermijden	33
6.2	Daglicht hoeft niets te kosten	34
6.2.1	Daglicht en architectuur	34
6.2.2	Daglicht en zonwering	35
6.2.3	Daglicht en lichtwering	35
6.2.4	Daglicht en doorzicht	35
6.2.5	Regeling van daglicht	35

6.3	Kunstlicht kan veel beter met minder energie	36
6.3.1	Ontwerpwaarden: rekening houden met veroudering	36
6.3.2	Lamptechnologie: een wereld van verschil.....	36
6.3.3	Efficiente armaturen	36
6.3.4	Opstelling.....□	37
6.3.5	Intelligente sturing.□	37
6.3.6	Aanwezigheidsdetectie.....	38
6.3.7	Afwezigheidsdetectie	38
6.3.8	Daglichtcompensatie	38
6.3.9	Energiegebruik.....□	39
6.3.10	Verlichting = elektrische verwarming.....	39
7	Kantoorapparatuur	41
7.1	Informatica toepassingen	41
7.2	Wat is Powermanagement?	41
7.3	Hoe energiezuinige kantoorapparatuur herkennen?	41
8	Waarom worden deze interessante opties dan niet massaal toegepast?	43
8.1	Geen eenduidige procedures om prestaties in te schatten.....	43
8.2	De energiekosten zijn marginaal	43
8.3	Verschillende prioriteiten bij bouwheer en gebruiker	43
8.4	De ontwerper correct vergoeden	43
8.5	Prestaties correct omschrijven.....	44
8.6	Wie controleert de prestaties?.....	44
8.7	Wie verdient aan minder energie?	44
8.8	Openbare aanbestedingen en REG vaak tegenstrijdig	44
8.9	Het imago en de energiezuinigheid	44
8.10	Installaties zijn vaak te groot	44
8.11	Het economisch plaatje.....	44
8.12	De tijdshorizon	44

9	Nieuwe sporen voor energiezuinige gebouwen met goed binnenklimaat	45
9.1	Het programma van eisen	45
9.1.1	Bouwen is een ingrijpende zaak	45
9.1.2	Bouwen is kwaliteit leveren	45
9.1.3	Het PVE als geschikt communicatiemiddel.....	45
9.1.4	Het PVE bepaalt het hele bouwproces van ontwerp tot uitvoering	45
9.1.5	Het PVE als permanent evaluatiekader bij het ontwerpproces	45
9.1.6	Het PVE als instrument voor oplevering en onderhoud	45
9.2	Energieprestatieregelgeving als wetgevend kader vanaf 2006.....	46
10	Meer informatie	47
10.1	E-GiDS: een VLIET-bis-project	47
	Projectpartners□	47
10.2	Wat gebeurt er met bestaande kantoren?	47
10.2.1	Energiediensten: de toekomst?	47
10.2.2	Energieaudits in bestaande kantoren.....	47
10.3	Nuttige adressen en websites.....	47
10.3.1	Overheid.....□	47
10.3.2	Onderzoek en advies.....	48
10.3.3	Verenigingen en federaties	48
10.3.4	Andere□	48
10.4	Bronnen.□	49



Voor wie is deze brochure bestemd?

Deze brochure is bestemd voor (potentiële) bouwheren en projectontwikkelaars enerzijds en architecten, ingenieurs en studiebureaus anderzijds. Er wordt daarbij aandacht besteed aan het ontwerp van het gebouw en de installaties, aangepast aan zowel zomer- als wintercondities, de ventilatievoorzieningen, efficiënte verlichting en kantoorapparatuur.

Architecten en ingenieurs hebben bij het ontwerp van een gebouw heel wat raakpunten. Steeds meer dringt zich een verregaande samenwerking en afstemming tussen beide op bij de bouw van de ‘kantoren van de toekomst’. Ook projectontwikkelaars en bouwheren hebben alle belang bij de bouw van duurzame en energiezuinige kantoren met het oog op de latere valorisatie van hun gebouwen. Het begrip ‘bouwteam’ wordt hier steeds meer een noodzaak.

0 Twee gebouwen als voorbeeld

Hoewel de brochure in hoofdzaak gericht is op nieuwbouwkantoren, kunnen veel van de voorgestelde oplossingen worden toegepast bij een beperkte of grondige renovatie. Twee interes-

sante voorbeeldprojecten worden daarbij als illustratie gebruikt: het IVEG-gebouw (Figuur 1) voor nieuwbouw en het PROBE-gebouw (Figuur 2) als renovatieproject.

Technische fiche		
	IVEG	PROBE
	Nieuwbouw	Renovatie
Bouwjaar	1998-1999	1974 - 1997
Ligging	Hoboken	Limelette
Functies	Kantoorgebouw van energie-intercommunale met lokettenzaal voor klanten, beheerraadzaal, cellulaire en landschapskantoren	Kantoorgebouw van onderzoekinstelling met cellulaire kantoren en archiefruimte
Bouwlagen	3	3 (2 voor kantoren, 1 archiefkelder)
Kantooroppervlakte	1596 m ²	1828 m ²
Bezetting	19 cellulaire kantoren voor 19 personen + 1 landschapskantoor voor 10 personen + 1 onthaalruimte met balie voor 6 personen + vergaderzalen	40 kantoren (van 1 tot 3 personen) voor 55 personen



Fig. 1: Het administratiefgebouw van de intercommunale IVEG in Hoboken: een voorbeeld van een no-nonsenseaanpak voor een klein kantoorgebouw. Het geeft blijk van een geïntegreerde aanpak van het ontwerp op basis van een programma van eisen met grote aandacht voor binnenklimaat en energiegebruik.



Fig. 2: Het PROBE-gebouw van het WTCB in Limelette: een bescheiden kantoorgebouwtje uit de jaren 70 wordt opgewaardeerd door een reeks van pragmatische renovatiemaatregelen. De werkvoorwaarden (comfort, ...) gaan er sterk op vooruit en het energiegebruik daalt. Al richt deze brochure zich in de eerste plaats op nieuwbouw, veel van de voorgestelde principes kunnen ook worden toegepast op renovatieprojecten.

1 Op weg naar duurzame kantoren...

1.1 REG in gebouwen

Sinds de oliecrisis van 1973 is Rationeel Energiegebruik (REG) niet meer van de agenda verdwenen. Oorspronkelijk was de inzet vooral economisch gemotiveerd. Sinds de tweede helft van de jaren 80 heeft de ecologische invalshoek de bovenhand gekregen. Vooral de vrees voor een versnelde toename van het broeikas effect op aarde door een stijgende CO₂-concentratie in de atmosfeer speelt een voorname rol. Die emissie is voor een groot deel het gevolg van het gebruik van fossiele brandstoffen. En zo is het jaarlijkse energiegebruik van gebouwen een van de belangrijkste factoren in de totale CO₂-emissie per land.

Voor Vlaanderen bedraagt het totale energieverbruik ongeveer 800.000 TJ/jaar. Daarvan nemen de residentiële en de tertiaire sector, d.w.z. woningen en niet-woongebouwen, zowat 40% voor hun rekening. Dit grote aandeel maakt van beide categorieën een belangrijke doelsector voor energiebesparing en beperking van de CO₂-uitstoot.

In principe is REG in gebouwen mogelijk, zonder dat aan de toegevoegde waarde (het comfort en de bruikbaarheid) geraakt wordt. Integendeel, energiezuinig bouwen kan samengaan met een toename aan comfort en een betere bruikbaarheid.

1.2 Kantoren: de werkomgeving voor velen

In Vlaanderen is de dienstensector sterk uitgebouwd. Kantoren vormen dan ook de werkomgeving van honderdduizenden

personen en ze vertegenwoordigen een belangrijk deel van het gebouwenpark. Het is een grote uitdaging om kantoren te realiseren die een aangename en efficiënte werkomgeving betekenen voor de gebruikers en die toch een zo beperkt mogelijke milieuhinder vormen voor de omgeving. Milieuhinder beperken houdt dan ook in het gebruik van fossiele energie terugdringen.

1.3 Wetgeving

Momenteel is er nog geen wetgeving van kracht in Vlaanderen die energiegebruik, isolatie en ventilatie reglementeert voor kantoorgebouwen. Dat is wel het geval in het Waalse Gewest (isolatie en ventilatie) en in het Brusselse Hoofdstedelijke Gewest (isolatie). Er zijn wel technische richtlijnen en een beperkt aantal normen beschikbaar voor de technische installaties van kantoorgebouwen. De meeste hiervan zijn echter weinig prestatiegericht op het vlak van energiegebruik.

Op 16 december 2002 heeft Europa de richtlijn betreffende de energieprestaties van gebouwen goedgekeurd. Deze richtlijn verplicht de lidstaten om ondermeer via eigen regelgeving tegen begin 2006 minimum eisen op te leggen aan de energieprestatie van nieuwe en gerenoveerde grote gebouwen.

Vlaanderen vervangt in het kader van de omzetting van de Europese richtlijn vanaf januari 2006 de isolatieregelgeving (van toepassing op woongebouwen) door de energieprestatieregelgeving. Deze nieuwe Vlaamse regelgeving legt energieprestaties op aan alle nieuw te bouwen gebouwen, waaronder ook kantoorgebouwen. Meer hierover in 9.2.



Fig. 3: Duurzame gebouwen realiseren: waar gaat het om?

2 Binnenklimaat en energie

Kantoorgebouwen zijn bedoeld om mensen een aangepaste werkomgeving te bieden.

Dit houdt in:

- Voldoende warm in de winter, niet te warm in de zomer
- Verse en gezonde lucht
- Voldoende licht en visueel comfort
- Geen hinderende lawaaioverlast

Een geïntegreerd gebouw- en installatieontwerp is gericht op een optimaal binnenklimaat.

De prijs voor dit comfort is energiegebruik.

Energiebewust ontwerpen tracht deze milieubelasting te beperken.

2.1 Onze werkomgeving: wat verwachten we ervan?

Wonen en werken, opvoeding en vorming, ontspanning, verzorging, winkelen, handel, vervoer van mensen en goederen, ... voor de meeste menselijke activiteiten hebben we een aangepaste omgeving nodig: de juiste temperatuur, beschermd van weer en wind, voldoende licht, ... Een gebouw is zo'n materiële structuur die ons beschermt tegen de wisselende weersinvloeden en waarin we de optimale omstandigheden voor de gewenste activiteit proberen in de hand te houden.

Waar zo'n gebouw wordt ingeplant hangt af van de functie van het gebouw, van de relaties met andere activiteitencentra, bereikbaarheid, ... Hoe dan ook wordt een deel van de ruimte ingenomen en hoe zorgvuldig en planmatig dat gebeurt, bepaalt reeds voor een groot deel welke energiestromen ermee gepaard zullen gaan: de mobiliteitsbehoefte doet verkeersstromen ontstaan tussen de diverse activiteitencentra met hun verschillende functies. Waar concentraties van gebouwen worden gerealiseerd ontstaan steden met hun eigen wetmatigheden en problemen.

Eenmaal de behoefte aan een gebouw en de functies die het moet gaan vervullen voldoende duidelijk omschreven zijn en de locatie bepaald is, kan overgegaan worden tot de realisatie van het gebouw. Dit beschermende omhulsel moet een intermediaire rol gaan spelen tussen het wisselende buitenklimaat en het gewenste binnenklimaat. Dat laatste moet kunnen aangepast worden aan de noden en de wensen van de gebruikers. Voor de realisatie van deze structuur wordt beroep gedaan op grondstoffen uit de natuur, bewerkt tot bouwelementen en componenten die op de werf worden geassembleerd tot de gewenste functionele ruimtelijke omgeving waarin de geplande activiteiten kunnen georganiseerd worden. Naast natuurlijke grondstoffen bevat het gebouw een belangrijke hoeveelheid energie die nodig was om de productie van de bouwelementen en de bouw zelf mogelijk te maken.

2.2 Geen comfort zonder energie

Het gebouw op zich biedt dan wel een goede bescherming tegen de meest ongunstige weerelementen, maar in de meeste gevallen zal dat nog niet beantwoorden aan de optimale voorwaarden die

de gebruiker wenst in functie van de activiteit die in het gebouw wordt uitgevoerd.

In de winter mag het er aangenaam warm zijn, de temperatuur moet aanpasbaar zijn aan de activiteit. In de zomer wordt het dan best weer niet te warm. Nogal wat gebouwen hebben het moeilijk met oververhitting. Voor oogtaken wordt een aangepast verlichtingsniveau gevraagd. Bij een goed ontworpen gebouw kan daglicht een deel van die behoefte invullen, maar het is niet continu beschikbaar. De kwaliteit van de lucht die we inademen wordt binnenshuis snel gedegradeerd door diverse vervuilsbronnen en moet op peil gehouden worden door een aangepaste strategie van vervanging en afvoer. En we willen ook graag een aangepaste geluidsomgeving zonder hinder van het buitenlawaai of andere geluidsbronnen in naburige ruimten. Thermisch, visueel en akoestisch comfort en gezonde lucht zijn de basiselementen van een goed binnenklimaat. Om die elementen permanent in overeenstemming te brengen met de verwachtingen van de bewoners, zijn in de meeste gevallen installaties nodig die aangedreven worden met energie: verwarming en koeling, verlichting, ventilatie werken maar dank zij thermische, mechanische of elektrische energie. (Figuur 3)

En om de gebouwen te bevoorraden met die energie in de gewenste vorm is er een energie-infrastructuur nodig: productiesystemen en transportnetwerken.

2.3 De spelers in het bouwverhaal: elk zijn rol

De gebouwde omgeving draait dus op en dank zij energie. En energiegebruik brengt nu eenmaal een aantal maatschappelijke problemen met zich mee. Dus is het nodig om daar bedachtzaam mee om te springen en alle elementen goed te overwegen en op elkaar af te stemmen.

Niet enkel de gebruikers en opdrachtgevers die de eisen stellen waaraan hun gebouwen moeten voldoen, maar ook de professionele spelers moeten hun eigen rol opnemen in het verhaal:

- De ruimtelijke planners die voor lange tijd de opties bepalen waar en hoe er kan gebouwd worden.
- De ontwerpers van de gebouwen en bijhorende installaties, architecten en ingenieurs. Veel van het energiedrag van

een gebouw wordt vastgelegd op de tekentafel en in de keuze van materialen en systemen.

- De toeleveringsindustrie die deze bouwproducten en -systemen moet kunnen aanbieden die beantwoorden aan de prestatie-eisen van het ontwerp.
- De uitvoerders, aannemers en installateurs, die het gebouw realiseren en ervoor verantwoordelijk zijn dat het gebouw met zijn installaties correct kan functioneren en beantwoordt aan de gevraagde prestaties.
- De wetenschappelijke wereld die de bouwprofessionelen de gepaste hulpmiddelen moet aanreiken om aan deze complexe opdracht op een kwalitatief hoogstaande manier tot een goed einde te brengen.
- De overheid die de krijtlijnen uitzet waarbinnen het bouwproces kan plaatsgrijpen en die de normen en regels uitvaardigt om de ruimere maatschappelijke belangen te vrijwaren.

De gebruiksduur van een installatie is typisch 20 jaar, die van een gebouw typisch 60 jaar, terwijl beslissingen over ruimtelijke planning dikwijls een impact hebben gedurende meerdere eeuwen. Goed overwogen projecten dragen meer kansen in zich om de meest duurzame te worden.

2.4 Wat kost energie?

Energie is een relatief goedkope grondstof. Op dit moment is er dan ook niet direct een economische drijfveer om uitgesproken zuinig met energie om te gaan. Ook niet in kantoorgebouwen, waar de energiekosten overigens maar een klein deel uitmaken van de gebouwkosten, die op hun beurt maar een beperkt aandeel hebben in de totale bedrijfskost.

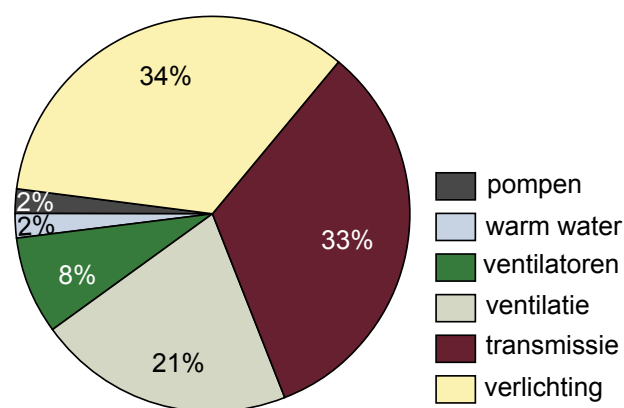


Fig. 4: Aandeel van diverse energiegebruikers in het primair energieverbruik voor een recent kantoorgebouw in Brussel.

Nu zijn de maatschappelijke kosten van fossiel energieverbruik wel erg belangrijk geworden. Een groot deel van de broeikasgassen in de atmosfeer is rechtstreeks het gevolg van dit energieverbruik. En aangezien gebouwen zowat 40% van het energieverbruik vertegenwoordigen, ligt een doorgedreven actie voor energie-efficiënte gebouwen, ook kantoorgebouwen, voor de hand.

Kantoren zijn overigens verborgen energiegebruikers: naast het directe verbruik om het gebouw te verwarmen, te koelen, te ventileren en te verlichten, is er ook heel wat energie nodig om het gebouw op te richten, materiaalgebonden energie. Bovendien is er heel wat energie nodig voor de verplaatsingen van de werknemers naar en van het werk, vaak meer dan om het gebouw van de nodige energie te voorzien. Kortom, het energieverbruik op zich is niet de enige motivatie om aan energiebesparing te doen of om energiezuinige kantoorgebouwen te ontwerpen.

Toch zijn er voldoende redenen die energiezuinige gebouwen interessant maken.

Dat wordt in de volgende hoofdstukken duidelijk gemaakt.

3 Ons kantoor: warm in de winter ...

Thermisch comfort is meer dan de lucht opwarmen...

De energiebalans: verliezen beperken en winsten optimaliseren.

Verliezen worden bepaald door de gebouwschil:

- goede isolatie, zonder koudebruggen
- hoogrendementsbeglazing is de norm, maar oververhitting vermijden
- luchtlekken vermijden, maar bewust ventileren

De verwarmingsinstallatie vraagt:

- een op het gebouw gesneden ontwerp
- warmteproductie met hoog rendement
- goede verdeling van de warmte
- optimale regeling

3.1 Wat heet lekker warm?

Thermisch comfort wordt als een belangrijk element van een goed binnenklimaat ervaren, in de eerste plaats door de gebruikers van kantoorgebouwen.

Dit comfortaanvoelen wordt echter verschillend ingevuld naar gelang van het seizoen. De mens is bijvoorbeeld geneigd om in zomerse omstandigheden een hogere temperatuur dan in de winter als comfortabel te beschouwen. Thermisch comfort is dus een relatief begrip: de evaluatie ervan verschilt naar gelang van de omstandigheden.

Nu hebben de eisen inzake thermisch comfort wel in hoge mate invloed op het energiegebruik van een gebouw. Daarom moeten deze eisen zeer zorgvuldig en zelfs seizoengebonden worden vastgelegd.

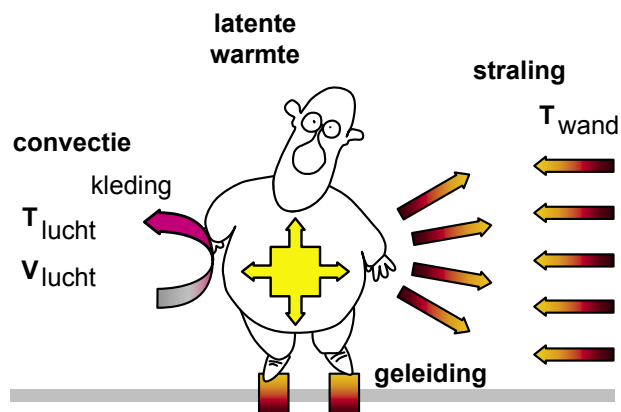


Fig. 5: Thermisch comfort hangt van vele factoren af ...

3.2 Criteria voor thermisch comfort tijdens de winter

De belangrijkste criteria voor de comfortervaring tijdens de winter zijn:

- De comforttemperatuur (dit is het gemiddelde van de luchttemperatuur en de gemiddelde stralingstemperatuur van de omgevende wanden) ligt in winteromstandigheden tussen 20 en 24°C.
- Tussen 0,10 m en 1,10 m boven de vloer mag het temperatuurverschil niet groter zijn dan 3K.
- De mens blijkt vrij gevoelig te zijn voor koude verticale wanden (bijv. grote slecht geïsoleerde glasoppervlakken als koudestralers) en warme horizontale wanden (bijv. vloerverwarming, plafondverwarming); de temperatuurverschillen tussen de verschillende wand- en vloeroppervlakken mogen dan ook niet te groot zijn.
- Koude voeten (geleidingsverlies!) ten gevolge van een te koude of te warme vloer vormen een bron van ongemak; een vloeroppervlaktetemperatuur tussen 19 en 26°C wordt voor lichte of zittende activiteiten in winteromstandigheden aanbevolen.
- Tochtverschijnselen moeten voorkomen worden; ze hebben te maken met de luchttemperatuur, de lichtsnelheid en de turbulentie; mensen zijn hiervoor het gevoeligst in koudere omgevingen.
- De relatieve luchtvochtigheid in kantoorruimten bedraagt ten minste 30%, maar ook niet meer dan 70%.

Voor gematigde thermische binnencondities (zoals in kantoren) wordt de methode van de NBN EN ISO 7730 als norm aanvaard om een omgeving te beoordelen op het thermisch comfort.

Hierbij wordt de menselijke gewaarwording van het thermisch comfort uitgedrukt in een getalwaarde: de PMV (Predicted Mean Vote), weergegeven op een schaal van +3 tot -3.

Een PMV van 0 betekent een optimaal thermisch comfort (neutraal) voor een maximaal aantal proefpersonen, een negatieve PMV betekent “te koud” en een positieve PMV “te warm”. Hoe dichterbij het optimum ($PMV = 0$), hoe minder personen zich beklagen over het thermisch comfort. Het verband tussen de PMV en het percentage mensen dat ontevreden is over het binnenklimaat, (de PPD: Predicted Percentage of Dissatisfied) wordt weergegeven in figuur 6. Hoe dat kan worden uitgedrukt in specifieke eisen (kwaliteitsklassen), wordt toegelicht in het Programma van Eisen.

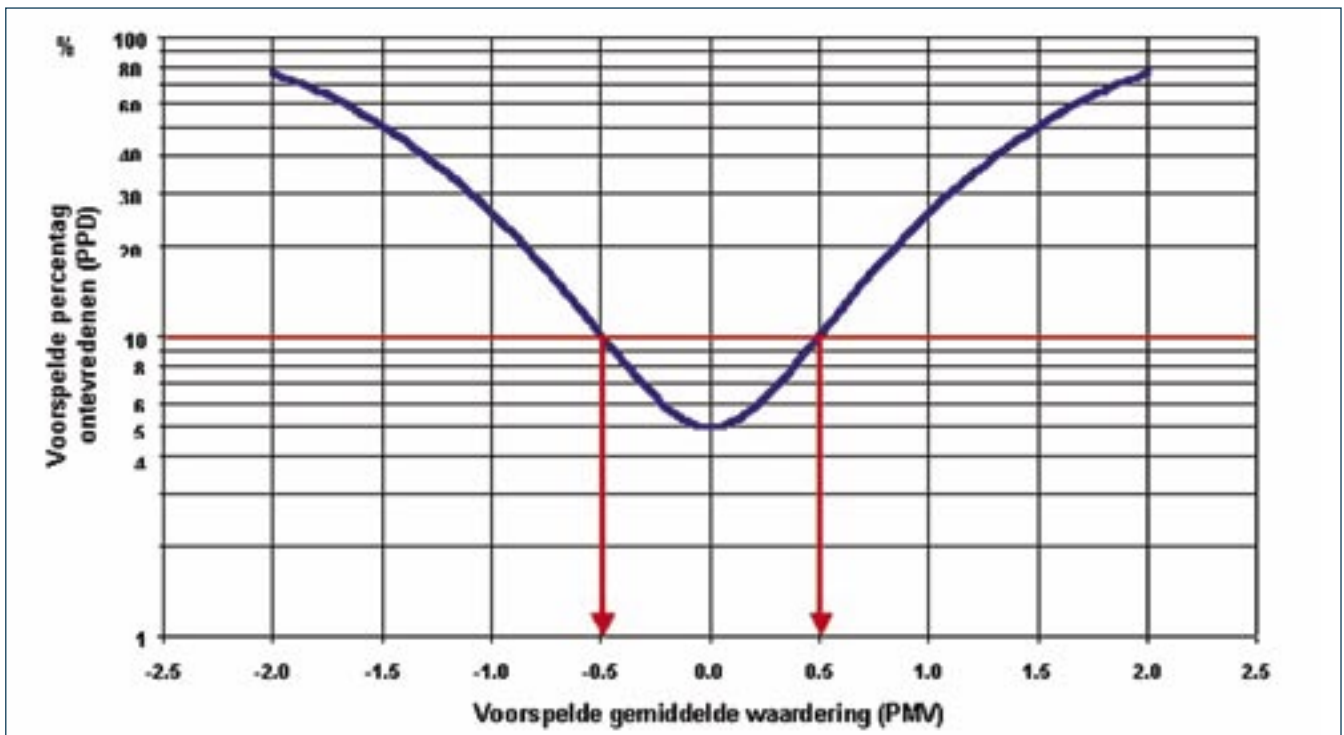


Fig. 6: Relatie tussen PMV en PPD.

3.3 Energiegebruik tijdens de winter: verliezen en winsten

Tijdens de winter zijn er uiteraard grote warmteverliezen van de warmere binnenomgeving in het kantoor(gebouw) naar de koudere buitenomgeving. Dit verlies aan warmte kan opgesplitst worden in twee grote groepen: enerzijds het verlies aan warmte van binnen het gebouw - door de omhullende constructiedelen van het gebouw - naar buiten (de transmissieverliezen), en anderzijds het verlies aan warmte ten gevolge van het (al of niet met opzet) ventileren van het gebouw (de ventilatieverliezen).

In het kantoor(gebouw) zijn er tijdens de winterperiode echter ook warmtewinsten. De zon op de ramen zorgt voor gratis warmte, met een sterk wisselend aanbod weliswaar. Ook de kantoorgebruikers zelf geven door hun activiteiten warmte af aan de kantoorruimten. Bovendien wordt er warmte geproduceerd door het gebruik van kantoorapparatuur zoals computers, kopieermachines, ... En ook alle elektrische energie voor de kunstmatige verlichting wordt uiteindelijk omgezet in warmte: ook al draagt ze dan bij tot de warmtebalans,

het blijft een bizarre vorm van elektrische verwarming. Een reden om zuinig met apparaten en verlichting om te springen.

Tijdens de winterperiode zijn in kantoorgebouwen de warmteverliezen meestal groter dan de warmtewinsten. Nochtans zijn er meer en meer gebouwen die zelfs in de winter moeten worden gekoeld vanwege de hoge warmtewinsten.

Om een kantoor op de gewenste comforttemperatuur te houden moet het verschil tussen het totale warmteverlies en de totale warmtewinsten uiteraard opgevangen worden door extra verwarming.

Om het energieverbruik voor de verwarming tijdens de winterperiode zo klein mogelijk te houden, komt het erop aan om:

- de transmissieverliezen zo veel mogelijk te beperken;
- de ventilatieverliezen zo veel mogelijk te beperken;
- de zonnepwinsten optimaal te benutten.

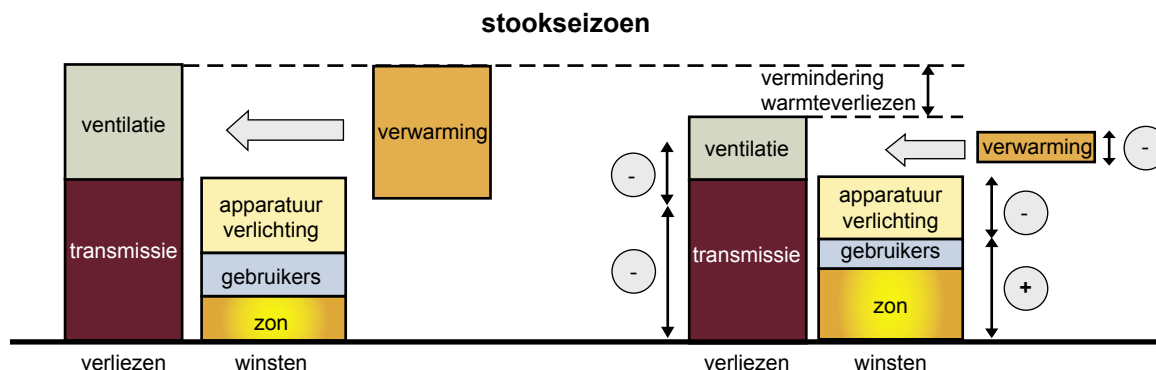


Fig. 7: Verliezen door geleiding door de gebouwschil en t.g.v. ventilatie worden gedeeltelijk gecompenseerd door zon-newinsten en interne warmtewinsten. Het saldo moet geleverd worden door de verwarmingsinstallatie.

Fig. 8: Warmteverliezen beperken speelt direct in op de resterende verwarmingsbehoefte.

3.4 Correct isoleren!

De warmteverliezen beperken die door geleiding door de wanden verloren gaan, blijft een belangrijke factor om het energieverbruik in kantoorgebouwen te verminderen. Dat kan door de omhullende constructiedelen van het gebouw goed thermisch te isoleren.

3.4.1 U-waarden en K-peil

Het geleidingsverlies door elk omhullend constructiedeel van een gebouw wordt gekarakteriseerd door een U-waarde (vroeger aangeduid als k-waarde). Goede isolatie betekent lage U-waarden en dus beperkte warmteverliezen door geleiding.

Het peil van globale warmte-isolatie van het gebouw of het K-peil is een maat voor de energieverliezen ten gevolge van geleiding door de gebouwschil. Het K-peil laat toe om de gemiddelde U-waarde van de gebouwschil uit te drukken als één getal in

verhouding tot de compactheid van het gebouw (verhouding van volume tot warmteverliezende oppervlakte). Een laag K-peil betekent een goed geïsoleerd gebouw met beperkte warmteverliezen. De norm NBN B62-301 "Peil van globale warmte-isolatie" geeft de rekenmethode voor K.

Eisen

In Vlaanderen worden totnogtoe geen eisen opgelegd voor de thermische isolatie van kantoorgebouwen. In de nieuwe Energie-PrestatieRegelgeving (EPR) (zie 9.2) worden wel eisen opgenomen voor een minimale isolatie van deze gebouwen.

In het Waalse en het Brusselse Gewest moet het peil van de globale warmte-isolatie K65 zijn voor nieuwe kantoorgebouwen en K70 voor bestaande gebouwen die worden omgevormd tot kantoorgebouwen. Daarnaast worden maximaal toegelaten U-waarden opgelegd per element van het verlieslatend oppervlak.

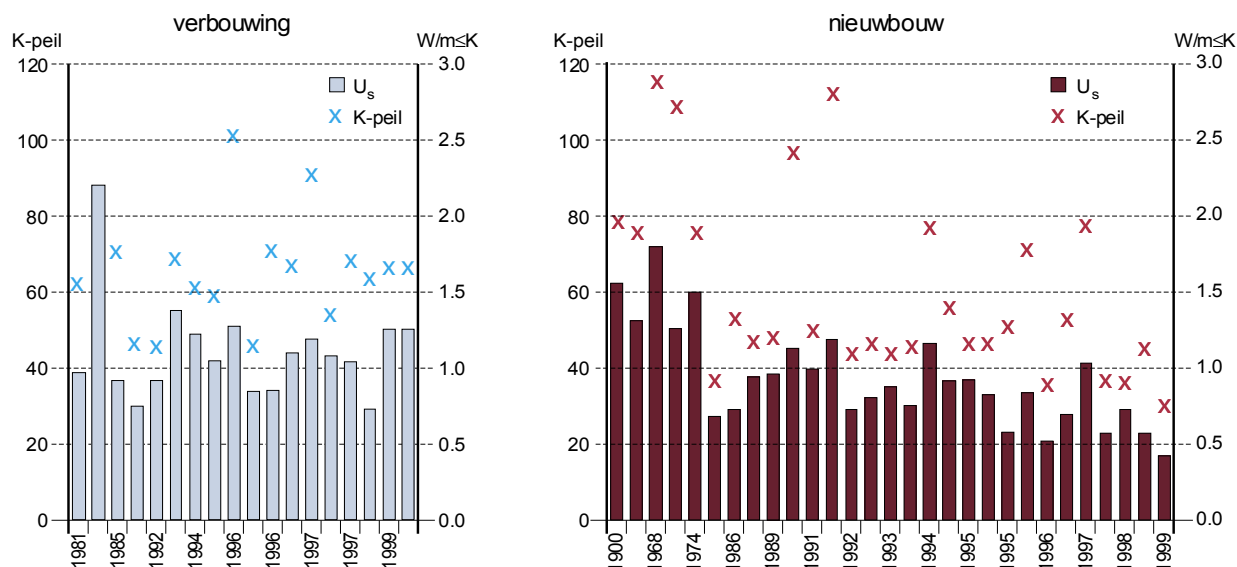


Fig. 9: Gemiddelde warmtedoorgangscoefficiënt U_s (excl. koudebruggen) en peil van globale warmte-isolatie K van 47 kantoorgebouwen in Vlaanderen en Brussel (KANTOOR 2000).

Wanden van het warmteverliesoppervlak van het gebouw (nieuwbouw)	U _{max} (W/m ² K)		
	Grenswaarde	Richtwaarde	Streefwaarde
Ondoorschijnende buitenwanden (met inbegrip van koudebruggen):			
• in contact met de buitenomgeving of niet-vorstvrije ruimten	0,6	0,45	0,25
• in contact met niet-beschermde maar vorstvrije ruimten	0,9	0,55	0,55
• in contact met de volle grond	0,9	0,55	0,55
Bovenste daken of plafonds	0,4	0,4	0,25
Onderste vloeren:			
• boven de buitenomgeving of niet-vorstvrije ruimten	0,6	0,6	0,35
• boven niet-beschermde maar vorstvrije ruimten	0,9	0,6	0,35
• op volle grond	1,2	0,6	0,35
Doorschijnende wanden of wandelementen van het verliesoppervlak van het gebouw (vensters, beglaasde deuren, ...)	3,5	2,5	1,6
Gemeenschappelijke wanden tussen twee beschermde volumes	1,0	0,7	0,55

Tabel 1: Isolatie-eisen aan individuele wanden van kantoorgebouwen:

- grenswaarde: minimale eisen van kracht in het Waalse en Brusselse Gewest (2000);
- richtwaarde: gemakkelijk te realiseren eisen;
- streefwaarde: eisen die kunnen worden gerealiseerd op voorwaarde van een extra inspanning.

Zoals blijkt uit het onderzoek KANTOOR 2000, hebben de onderzochte kantoorgebouwen een isolatiepeil dat varieert van K30 tot K120. Er is wel, gemiddeld gezien, een daling van het isolatiepeil merkbaar voor de meer recente kantoorgebouwen (figuur 9).

Het Programma van Eisen geeft een aantal aanbevelingen voor een goede isolatie van de diverse delen van de gebouwschil. Tabel 1 geeft hiervan een overzicht.

Voordelen van een voldoende en goed geplaatste isolatie:

- het energieverbruik voor verwarming wordt beperkt (dat betekent meteen een evenredige reductie van de uitstoot van CO₂ voor zover fossiele brandstoffen worden gebruikt);
- de binnenoppervlaktetemperatuur van de geïsoleerde wanden neemt toe, wat het thermisch comfort in de hand werkt;
- het beperkt de risico's van condensatie en schimmelvorming;
- het beperkt eveneens de indirecte zonnewinsten in de zomer, waardoor ook het risico van oververhitting in de zomer afneemt.

Isolatieplaten moeten ook efficiënt geplaatst worden. Dat betekent in de praktijk steeds een perfecte onderlinge aansluiting van de isolatieplaten. Bij spouwconstructies bijvoorbeeld betekent dit ook dat de isolatieplaten niet alleen onderling zeer goed moeten aansluiten, maar dat ze ook zeer goed tegen de warme kant van de constructie moeten aansluiten zodat geen koude lucht achter de isolatieplaten kan terechtkomen.



Fig. 10: Platte daken van kantoorgebouwen vormen grote oppervlakken die niet alleen zijn blootgesteld aan de koude in de winter maar ook aan de zonnestraling in de zomer. Een doorgedreven isolatie, goed aangebracht, is dan ook op zijn plaats.



Fig. 11: Zowel harde als zachte isolatieplaten zijn mogelijk in spouwmuren op voorwaarde dat ze aansluitend geplaatst worden.

3.4.2 Koudebruggen vermijden

Koudebruggen vormen een vrij belangrijk element van warmteverlies in een goed geïsoleerd gebouw. Dat wordt vaak uit het oog verloren bij ontwerp of bij uitvoering. Meestal worden ze slechts als hinderlijk ervaren wanneer ze resulteren in ongewenste oppervlaktecondensatie en schimmelvorming. Koudebruggen kunnen perfect voorkomen worden indien er bij het concept en de uitvoering van het gebouw zorg wordt gedragen voor een ononderbroken isolatielaag in de gebouwschil, ook ter hoogte van de aansluitingen van wanden, dak en vloeren of verbindingen met ramen, deuren, terrassen, balkons e.d.



Fig. 13: Een goede buitenisolatie die doorboord wordt met metalen bevestigingsprofielen verliest veel van haar thermische kwaliteiten door de koudebrugwerking.

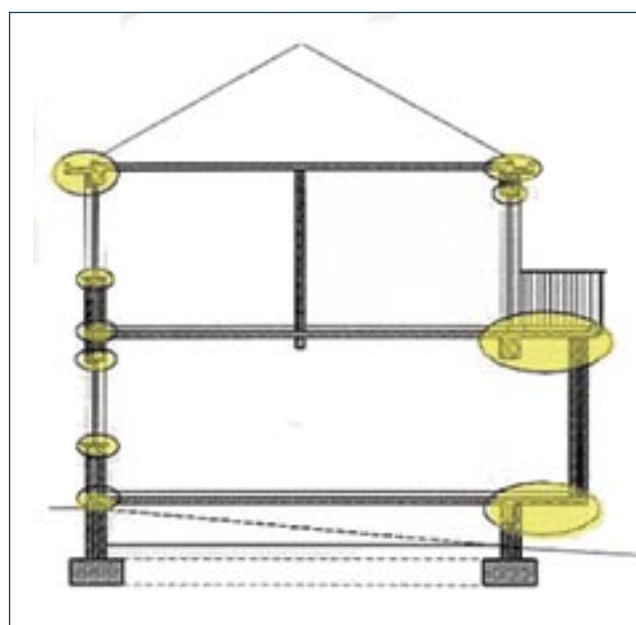


Fig. 12: Enkele mogelijke locaties van koudebruggen.

3.4.3 De gebouwschil: goed luchtdicht!

Thermische isolatie is belangrijk om het warmteverlies door geleiding te beperken. Daarnaast moet ook de infiltratie van koude lucht en het ontsnappen van warme lucht vermeden worden. Daarom moet de gebouwschil zo luchtdicht mogelijk worden uitgevoerd. Behalve voor de energierekening levert dit ook voordelen op voor de gebruikers: beter comfortgevoel door minder risico op tochtinder en geluidshinder, en een betere werking van het ventilatiesysteem.

Goede luchtdichtheid heeft veel te maken met een zorgvuldige uitvoering van de aansluitingen tussen ramen en metselwerk, tussen dak en muren, vloeren, kortom overal waar verschillende componenten samenkomen. Waar de materialen zelf luchtdoorlatend zijn, moet een extra luchtscherf geïnstalleerd worden (pleisterwerk, PE-folie, ...).



Fig. 14: De ankerpunten van deze zware gevelplaten in natuursteen vormen een koudebrug. In dit geval werden ze bevestigd met chemisch bevestigde pluggen met verminderde koudebrugwerking. Achteraf wordt de uitsnijding in de isolatieplaat opgeschuimd.

Over het algemeen presteren de Belgische gebouwen niet erg goed op het vlak van de luchtdichtheid van de gebouwschil. Metingen op scholen toonden n50-waarden tot 30 h^{-1} en meer. Voor woningen ligt het gemiddelde rond 8 h^{-1} met een grote spreiding van 1 tot 25. De Europese norm EN13779 beveelt een n50-waarde aan die beter is dan 1 h^{-1} . Dat dit ook haalbaar is toont de ervaring met het IVEG-gebouw, waar een zorgvuldige uitvoering leidde tot een n50-waarde van 1 h^{-1} . 35 % van de totale lekkage was dan nog afkomstig van de draaideur bij de ingang.



Fig. 16: Een luchtscherm is absoluut noodzakelijk bij luchtopen materialen.



Fig. 15: Ook onder het maaiveld wordt er goed geïsoleerd om de koudebrug van de fundering te vermijden.

Eisen

De luchtdichtheid wordt bepaald met een pressurisatieproef en wordt uitgedrukt als een ventilatievoud bij 50 Pa: n50 (h^{-1}). De Europese norm EN13779 geeft een aanbeveling van n50-waarde beter dan 1 h^{-1} .

In Vlaanderen worden totnogtoe geen eisen opgelegd voor de luchtdichtheid van kantoorgebouwen. In de nieuwe EnergiePrestatieRegelgeving (EPR) (zie 9.2) wordt wel rekening gehouden met de luchtdichtheid: goede prestaties worden beloofd.



Fig. 17: Meting van de gebouwluchtdichtheid gebeurt met een opblaasproef: met een grote ventilator wordt het gebouw in overdruk geplaatst en wordt het luchtdebiet gemeten dat nodig is om de lekverliezen te compenseren.

3.4.4 Performante beglazing: HR

Glas is een zeer populair bouwelement in vele moderne kantoorgebouwen. Het is een architecturaal dankbaar product dat een zekere uitstraling aan het gebouw kan geven. Dat betekent nog niet dat het steeds even adequaat wordt aangewend. Nagenoeg volledig beglaasde gevels zijn soms de oorzaak van grote problemen: hoge energiewinsten bij bezonning en grote energieverliezen tijdens de winter. De beglazing blijft een relatief zwak geïsoleerd bouwdeel. De energierekening zal dan vaak ook naar verhouding zijn, zowel in de winter voor verwarming als bij bezonning voor koeling.

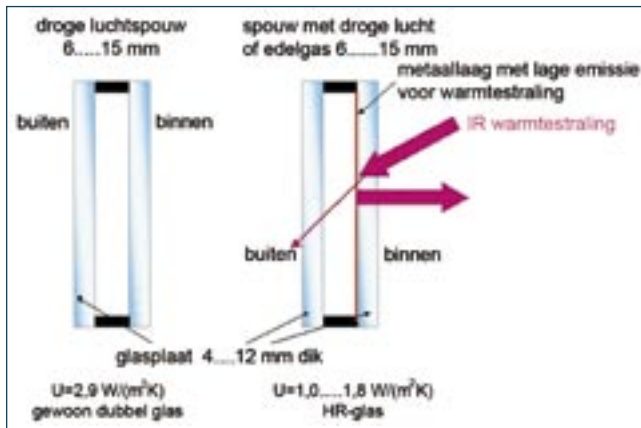


Fig. 18: HR-glas ziet eruit als gewone dubbele beglazing, maar isoleert tot 3 maal beter.

Wie dicht bij de beglaasde gevel zijn stek heeft, geniet niet alleen van het daglichtaanbod, maar staat ook bloot aan thermische ongemakken. Tijdens de winter is het glas met zijn lage oppervlaktetemperatuur een koude straler en bij bezonning kan de rechtstreekse zonnestraling ook hinderlijk zijn.

De moderne glastechnologie laat nochtans toe een deel van deze ongemakken te vermijden. Metaalcoatings met lage emissie en gasvulling hebben geleid tot goed isolerende beglazingen. De HR-beglazing isoleert tot driemaal beter dan gewoon dubbel glas voor een beperkte meerprijs. Vanuit het oogpunt van energiebesparing en van thermisch comfort in de winter is deze HR-beglazing een absolute must!

Om oververhittingsproblemen door te hoge zonnwinsten te vermijden zijn er zonwerende (selectieve) beglazingen beschikbaar. In vele gevallen zal toch een (regelbare) zonwering aangewezen zijn om overdreven zonnwinsten in voldoende mate te beperken.

Alleszins moet bij het gebouwwontwerp met deze problematiek terdege rekening gehouden worden. Een doordachte dimensionering van de beglaasde oppervlakken naargelang van de daglichtbeschikbaarheid en de zontoetreding, en een correcte keuze van de beglazing,

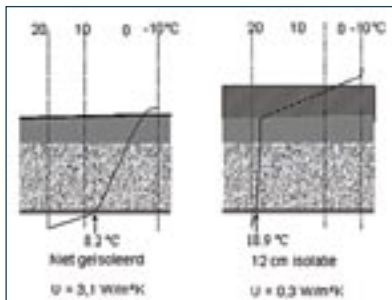


Fig. 19: Een plat dak zonder en met isolatie, en diverse types beglazing: de isolatie heeft een groot effect op de oppervlaktetemperaturen aan de binnenzijde, en dus op het thermisch comfort.

eventueel in combinatie met een zonwering, naar gelang van de oriëntatie, zijn dan ook essentieel. Meer hierover vindt u in 4.

Een goede isolatiewaarde heeft niet alleen een directe invloed op de energierekening, maar ook op het thermisch comfort van de bewoners. Figuur 19 toont het temperatuurverloop in een plat-dakconstructie (respectievelijk niet en goed geïsoleerd) en door drie soorten beglazingen. De hogere binnenoppervlaktetemperatuur die bij de beter geïsoleerde bouwdelen optreedt, heeft een gunstig gevolg op het comfortgevoel van de mens.

3.5 Verse lucht alstublieft: ventileren, maar gecontroleerd

Gebouwen waarin mensen verblijven, hebben behoefte aan verse lucht, niet alleen om de noodzakelijke zuurstof aan te voeren voor de mensen zelf om te ademen, maar ook om schadelijke stoffen en geuren af te voeren. Elke kubieke meter warme lucht die afgevoerd wordt, moet vervangen worden door frisse lucht die weer op kamertemperatuur moet worden gebracht. In goed geïsoleerde gebouwen kan dit oplopen tot de helft van het energieverlies.

Reden genoeg dus om op een gecontroleerde wijze te ventileren. Dat betekent zo veel verse lucht toevoeren als er op elk moment nodig is om een goede luchtkwaliteit te garanderen. De nodige ventilatiedebieten worden vastgelegd in diverse normen.

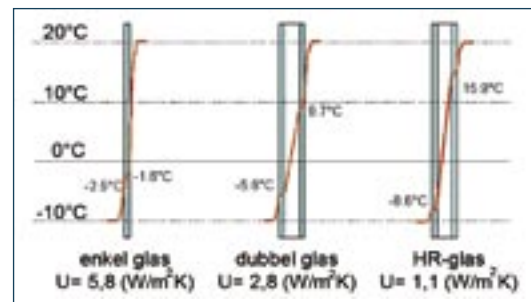
Op de afgevoerde lucht kan ook warmte gerecupereerd worden met een warmtewisselaar.

Meer over ventilatie vindt u in 5.

3.6 Zonnwinsten optimaal benutten

De zonnwarmte benutten die via de ramen gratis naar binnen stroomt is een aantrekkelijk concept in het verwarmingsseizoen. De mate waarin deze passieve zonnwinsten kunnen worden benut hangt af van:

- de oriëntatie van de beglazing: zuid vangt veel zon in de winter, west en oost ook in de tussenseizoenen;
- de grootte (oppervlakte);
- de helling: hellend of horizontaal glas vangt een grotere fractie van de zonnestraling;
- de beschaduwing (door eigen gebouwelementen, obstakels in de omgeving, beweegbare zonwering);
- de type beglazing: de zontoetredingsfactor g ;



- thermische massa of de inertie van het gebouw: dit bepaalt in welke mate de zonnewinsten nuttig kunnen worden aangewend en hoe efficiënt de overtollige warmte kan worden opgeslagen voor later gebruik.

Een ruimte met veel glas en uitgevoerd in lichte materialen (of afgedekt met valse vloeren en plafonds) zal zeer snel opwarmen door de zonnestraling maar kan het teveel aan warmte niet tijdelijk opslaan. Het serre-effect leidt dan tot oververhitting. Zelfs in de winter kan het dan onaangenaam heet worden, laat staan in de zomer. Oppassen is hier de boodschap.

Heel het concept van het gebouw met glaskeuze en dimensionering moet van bij het basisontwerp zorgvuldig bekeken worden.

3.7 Verlichting en kantoorapparatuur: meer met minder

Een ander kenmerk van moderne kantoren is het grote elektrisch verbruik voor kantoorapparatuur (computers, beeldschermen, printers, kopieermachines) en voor verlichting. Deze elektrische energie wordt uiteindelijk omgezet in warmte. Samen met de lichaamswarmte van de aanwezige personen vormen deze verborgen warmtebronnen de interne warmtewinsten. Deze ‘vrije’ warmtewinsten dragen ook bij tot de warmtebalans van het gebouw, maar eigenlijk zijn het dure vormen van elektrische verwarming.

Bovendien kunnen ze ook aanleiding zijn tot oververhitting in de kantoorruimten. En dat is dan weer een extra reden om dure en energieverslindende koelinstallaties te plaatsen. Interne warmtelasten moeten daarom vanuit het oogpunt comfort en energiebesparing zoveel mogelijk beperkt worden. Dat kan met efficiënte verlichting en energiezuinige kantoorstoelen. Meer hierover vindt u in 6 en 7.

3.8 Efficiënt verwarmen

Als alle middelen zijn ingezet om de energievraag voor verwarming zo beperkt mogelijk te houden, dan moet de sluitpost van de energiebalans (zie figuur 7) nog ingevuld worden. Daarvoor is een efficiënte verwarmingsinstallatie nodig.

Efficiënt verwarmen betekent zo verwarmen dat met een minimaal energiegebruik en beperkte exploitatiekosten van de verwarmingsinstallatie een maximaal thermisch comfort gerealiseerd wordt voor de kantoorgebruiker. Dat is een complexe opgave waarbij heel wat keuzes moeten worden gemaakt.

Een belangrijk element bij de keuze is het type verwarmingsinstallatie. U kunt kiezen voor een systeem waar verwarmen gescheiden is van andere functies of voor een combinatie van verwarmen met ventileren en zelfs koelen. Dan zit u met een volledige klimaatinstallatie.

Voor een goede controle op de werkvoorwaarden en op het energiegebruik is een scheiding van de verschillende functies nochtans aanbevolen.

3.8.1 Klassieke verwarmingsinstallatie

Een traditionele verwarmingsinstallatie op basis van radiatoren of convectoren met warm water is in vele gevallen een goede keuze. Deze eenvoudige installatie laat een goede regeling toe. Stralingspanelen op lagere temperatuur, of overgedimensioneerde radiatoren, zorgen voor zuiniger verbruik. Permanent verwarmde kantoren kunnen ook met een echte lage temperatuurverwarming (bijv. een vloerverwarming) uitgerust worden. In dat geval moet wel rekening gehouden worden met zonnewinsten die dan niet meer in de vloer kunnen worden gebufferd.

Als warmtegenerator moet uiteraard voor een hoogrendementsketel met keurmerk worden gekozen. Voor de gasketels zijn dat de keurmerken HR+ of HR-TOP (condenserend), voor stookolie het Optimaz-label of Optimaz-elite (condenserend). Deze generatoren kunnen probleemloos gecombineerd worden met lage temperatuurverwarming op voorwaarde van een glijdende temperatuurregeling. Voor condenserende ketels is de lage-temperatuuroptie voor de verwarmingselementen een must.

Zo werden in het IVEG-gebouw de radiatoren dubbel zo groot bemeten om op lagere temperatuur te kunnen werken in combinatie met een condenserende hoogrendementsketel. Twee gaswandketeltjes van 60 kW staan er in cascade geschakeld. Tot-



Fig. 20: De stookruimte met hoogrendementsketels van een goed geïsoleerd gebouw (IVEG, 2 condenserende gaswandketeltjes van 60 KW elk en een gesloten doorstroomgeiser voor warmwaterbereiding) en die van een renovatie (PROBE, Optimaz-stookolieketels), in cascade geschakeld.

nogtoe was één van beide ruim voldoende om de warmtebehoefte te dekken, dank zij de goede isolatie en de luchtdichtheid van het gebouw en de zuinige ventilatie.

Distributieleidingen en alle hulpstukken (pomphuizen, kranen, afsluiters) moeten correct gedimensioneerd en degelijk geïsoleerd worden om warmteverlies onderweg te vermijden, zeker bij doortocht in technische ruimten.

3.8.2 Warmtepompen

Een warmtepomp haalt warmte uit de omgeving (bodem, water, lucht). De thermodynamische cyclus van de warmtepomp is vergelijkbaar met die van een koelkast. De extra energie wordt geleverd door een elektrisch aangedreven compressor.

De ogenblikkelijke efficiëntie van een warmtepomp wordt bepaald door de COP (coefficient of performance). Deze COP moet voldoende hoog zijn (4 à 5) om het omzettingsverlies van de elektriciteitsproductie te compenseren.



Fig. 21: Ook pompen zijn belangrijke energiegebruikers. Hier wordt de pompsnelheid via een frequentieregeling automatisch aangepast aan de warmtevraag in het netwerk. Zodra de comforttemperatuur in een kantoor wordt bereikt, schakelt de pomp voor dat circuit over op een lagere regeling. De pompen zijn via een afstandsbediening in te stellen.

Daarnaast is ook het seizoengemiddeld rendement (SPF seasonal performance factor) van belang en dit hangt af van het gebruik. Indien COP en SPF goede waarden halen en er een geschikte bron aanwezig is (bv. een vlot bereikbare watervoerende laag in de bodem), kan een warmtepomp een energiezuinig alternatief zijn voor een klassieke verwarmingsinstallatie.

3.8.3 Volledige klimaatregeling

Het is ook mogelijk om het verwarmingssysteem te combineren met de ventilatievoorziening en de luchtconditionering, al is dit niet echt aan te raden (zie ook 5.2.2).

Een mechanische ventilatie met voorverwarming van de lucht kan eenvoudig samengaan met een klassiek verwarmingssysteem met radiatoren bvb (dat dan enkel de geleidingsverliezen moet compenseren).

Bij een volledige luchtconditionering worden verwarming, ventilatie, luchtfiltering, luchtbevochtiging en –ontvochtiging en koeling door hetzelfde luchtkanalsysteem bediend. Voor verwarming en koeling zijn de luchtdebieten echter vele malen groter dan wat nodig is voor de ventilatie. Vandaar dat dan meestal lucht gerecirculeerd wordt om te besparen op de verwarmingskosten. Hier kan dan een probleem van luchtkwaliteit ontstaan (zie ook 5). Beter is dan ook om deze functies te scheiden. Als lucht als warmtevoerend medium voor de verwarming wordt gebruikt, dan nemen de ventilatoren die nodig zijn voor het transport van de lucht een veelvoud aan elektrische energie op (50 ...100 maal) in vergelijking met de pompenergie die nodig is voor een watervoerende installatie.

3.8.4 Regeling

De meest geperfectioneerde verwarmingsinstallatie werkt enkel efficiënt als ze goed gestuurd wordt. Een centraal energie-beheersysteem laat een intelligente sturing toe met het oog op de behoeften van elke gebruiker en geeft bovendien inzicht in de evolutie van het energiegebruik. Een beperkte individuele regeling op het niveau van de kantoorruimte laat iedereen toe om de verwarming aan zijn eigen comfortgevoel aan te passen.

Ten slotte garandeert een perfecte installatie nog geen zuinige verwarming. Het verwarmingsgedrag van de gebruiker (bijv. stoken met de ramen open) speelt hierbij immers een bepalende rol.



Fig. 22: Antivandaalthermostaten in de publiek toegankelijke ruimten zijn instelbaar met een speciale sleutel (IVEG).

Meer gegevens over deze complexe materie is terug te vinden in het Programma van Eisen.

4 Aangenaam koel in de zomer ...

Ook in de zomer hebben we recht op thermisch comfort...

Dat kan door een doordachte strategie, die reeds in het gebouwconcept is opgenomen:

- Beperk overdreven zonnewinsten door:
 - Goed ontwerp van de beglaasde oppervlakken: oppervlakte, oriëntatie, glaskeuze
 - Beschaduwning (structureel of, beter, beweegbaar, best buitenzonwering)
- Beperk warmtelasten door apparatuur en verlichting
- Voorzie toegankelijke thermische massa om warmteoverschotten tijdelijk te bufferen
- Voorzie mogelijkheden voor intensieve ventilatie met koele buitenlucht 's nachts
- Als er toch actief moet gekoeld worden, kies dan een efficiënt systeem

Voor de woonsituatie wordt in de praktijk meestal weinig aandacht besteed aan zomercomfort. Tijdens de zomer kan de bewoner, wanneer het te warm is binnen in de woning, meestal probleemloos de ramen openzetten of tijdelijk gebruikmaken van terras of tuin.

In een werkomgeving zoals een kantoorgebouw is dat echter meestal onmogelijk. Thermisch comfort heeft er bovendien een directe invloed op het werkrendement en dus op de productiviteit van de mensen. Zomercomfort realiseren wordt dan ook een economisch gegeven en dus een belangrijk uitgangspunt bij het ontwerp van moderne kantoorgebouwen.

4.1 Wat heet koel?

Hoewel mensen geneigd zijn om tijdens de zomermaanden hogere temperaturen als comfortabel te beschouwen kunnen toch enkele criteria naar voor geschoven worden:

- In zomeromstandigheden ligt de comforttemperatuur (het gemiddelde van de luchttemperatuur en de stralingstemperatuur) tussen 23 en 26°C.
- Temperatuuroverschrijdingen kunnen binnen een zekere marge aanvaard worden.

Om dit te karakteriseren gebruikt men in Nederland (Rijksgebouwendienst) het aantal gewogen temperatuuroverschrijdingsuren (GTO) waarbij zowel het verwachte percentage ontevreden (ppd) als de overschrijdingsduur van een vooropgestelde maximale binnentemperatuur bepalende parameters zijn. Zo kan men bijvoorbeeld

als eis stellen dat er niet meer dan 150 GTO-uren boven 25°C mogen zijn op een jaar gedurende de kantooruren.

- Individuele regeling (bijvoorbeeld de mogelijkheid om een raam te openen) vormt een pluspunt voor een goed waardeoordeel over het comfort door de kantoorgebruiker.
- Tochtverschijnselen tijdens de zomermaanden worden voorkomen door de luchttemperatuur, gerelateerd aan de luchtsnelheid, onder controle te houden. Zo mag bij een luchttemperatuur van 26°C de luchtsnelheid maximaal 0,25 m/s bedragen.

Bij extreme weersomstandigheden tijdens de zomer is het niet evident om binnen de comfortzone te blijven zonder gebruik te maken van actieve koeling. Men stelt echter vast dat een beperkte periode van ongemak meestal aanvaardbaar is voor een grote groep van gebruikers.

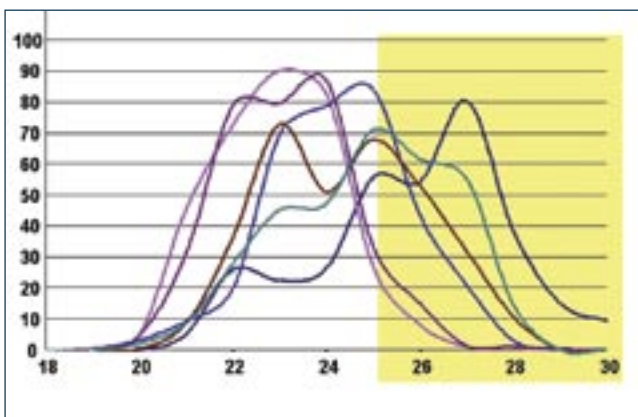


Fig. 23a: Frequentieverdeling van temperaturen, gemeten in verschillende kantoren van een recent kantoorgebouw. Gedurende een belangrijk deel van de tijd zit de temperatuur oncomfortabel hoog.

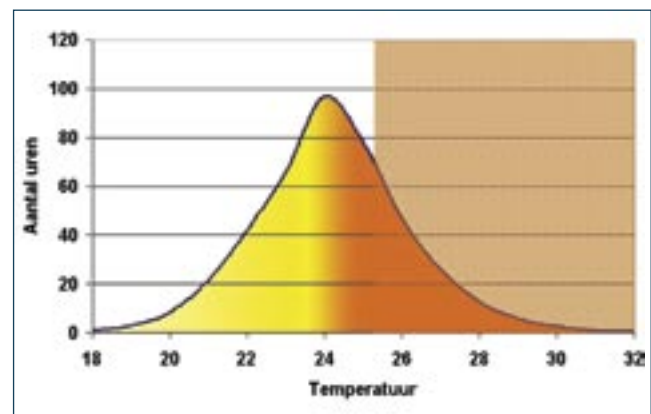


Fig. 23b: De totale verdeling over 350 kantoren, gemeten in de zomer van 1999 en 2000, bevestigt deze tendens (Kantoor 2000).

4.2 Zomercomfort, maar voor welke prijs?

Te hoge binnentemperaturen zijn een veel voorkomend comfortprobleem in kantoorgebouwen.

Dit probleem is vaak het gevolg van een samenloop van verschillende ongunstige elementen, zoals

- grote glasoppervlakken;
- onafdoende zonwering;
- weinig thermische massa beschikbaar voor buffering van warmteoverschotten;
- grote interne warmtelasten (kantoorapparatuur, computers, (inefficiënte) kunstverlichting, ...);
- gebrek aan controle mogelijkheden door de gebruikers (openen van ramen, zonwering, verlichting, ...).

Vooraf de hoge warmtelasten in kantoren geven aanleiding tot thermisch ongemak en tot een verschuiving van het 'zomerseizoen' naar grotere delen van het jaar, soms zelfs naar de winterperiode. In bepaalde gevallen moet er gekoeld worden bij vriestemperaturen buiten!

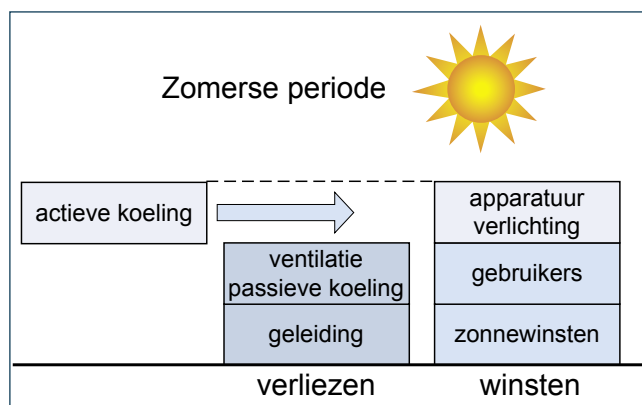


Fig. 24: Ook in de zomer moet het saldo van de winst- en verliesrekening opgevuld worden, ofwel door actieve koeling, ofwel door comfortverlies.

Een integrale ontwerpaanpak van bij de conceptfase van het project maakt in vele gevallen actieve koeling overbodig. In andere gevallen kan zowel het te installeren vermogen van de koelinstallatie als het energieverbruik voor koeling drastisch worden gereduceerd.

4.3 Een samenhangende strategie voor zomercomfort

Thermisch comfort in zomerse omstandigheden kan verkregen worden via:

- actieve aanpak: met een koelinstallatie kan het teveel aan warmte worden weggekoeld. Dat is de meest voor de hand liggende oplossing. Dat heeft uiteraard zijn invloed op het energieverbruik. Koelen met een klassieke airco-installatie is een dure zaak. Elektriciteit wordt gebruikt om koele lucht aan te maken en te verdelen. Deze oplossing kan bovendien

een aantal bijkomende ongemakken opleveren: lawaai, tocht, beperkte luchtkwaliteit, ...;

- passieve aanpak: oververhitting vermijden door diverse bouwkundige maatregelen, zoals goede isolatie, zonwering, aangepaste keuze van glassoort en glasoppervlakte, interne warmtewinsten beperken, voldoende en toegankelijke thermische massa, en intensieve (nachtelijke) ventilatie;
- combinatie van actieve en passieve aanpak: het probleem van oververhitting en de behoefte aan actieve koeling reduceren door bouwkundige maatregelen. Zo kunnen het nodige piekvermogen en vooral het energiegebruik voor koeling verminderd worden.

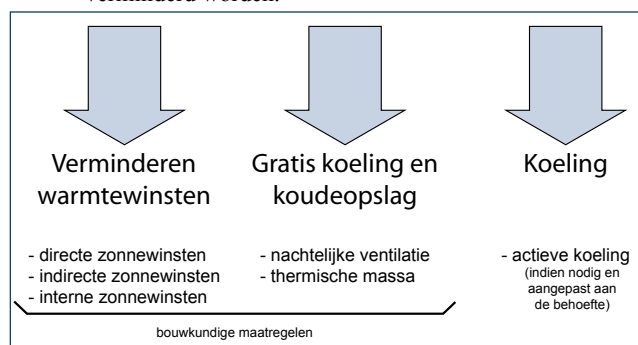


Fig. 25: Strategie voor bewaking van thermisch comfort in de zomer.

Een aangewezen strategie voor bewaking van zomercomfort bij het ontwerp en beheer van kantoorgebouwen bestaat uit drie luiken:

1. zonnewinsten beheersen;
2. interne warmteproductie in de hand houden;
3. warmteoverschotten overdag opslaan en 's nachts intensief ventileren.

4.3.1 Zonnewinsten beheersen

4.3.1.1 Beperken van de directe zonnewinsten

Directe zonnewinsten zijn de zonnewinsten door transparante bouwdeelen (ramen).

Deze zonnewinsten zijn afhankelijk van:

De oppervlakte van de ramen

Te grote transparante oppervlakken vermijden is een eerste stap in een ontwerp voor zomercomfort.

De oriëntatie van de ramen

Raamopeningen op het zuiden profiteren maximaal van de lage zoninval in de winter en zijn het best beschermd tegen oververhitting in de zomer wanneer de zon hoog aan de hemel staat. Met vaste overstekken of andere structuurelementen wordt een efficiënte zonwering gerealiseerd. Ramen op het oosten en het westen vangen steeds veel van de laagstaande zon. De westoriëntatie is de meest gevoelige. Het gebouw is immers reeds opgewarmd wanneer de directe bezonning door de lage avondzon voor een extra warmte-toevoer zorgt in de westelijk georiënteerde kantoren.

De keuze van de glassoort

De combinatie van glas en zonnestraling geeft aanleiding tot het zogenaamde 'broeikaseffect': zonlicht wordt zeer goed door-

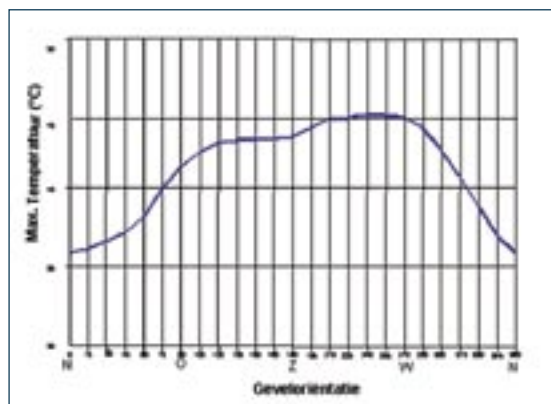


Fig. 26: Invloed van de oriëntatie van de beglaasde gevel op de maximale binnentemperatuur in een kantoor zonder zonwering tijdens een warme week: de westoriëntatie is het meest gevoelig (simulaties Nitecool).

gelaten door het glas en wordt omgezet in warmtestraling waarvoor glas niet transparant is. Gevolg: opwarming van de lucht in de ruimte achter glas. Dit is een nuttig fenomeen in het stookseizoen (gratis verwarming), maar leidt tot oververhitting wanneer die warmte niet nuttig kan worden gebruikt of afgevoerd. De g-waarde (zontoetredingscoëfficiënt) van het glas drukt uit welke fractie van de invallende zonstraling rechtstreeks en onrechtstreeks wordt doorgelaten in de vorm van warmte (zie figuur 27).

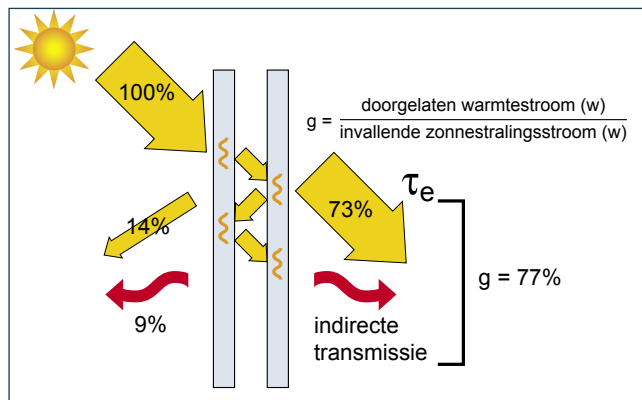


Fig. 27: De zontoetreding (g) voor een gewone dubbele beglazing bestaat uit een fractie die rechtstreeks als zonlicht wordt doorgelaten (de directe transmissie τ_e) en de indirecte transmissie als gevolg van straling en convectie van de glasplaat.

Om oververhitting te vermijden kan eventueel geopteerd worden voor zonwerend glas: een zonwerende metaalcoating op het glas reflecteert een groot deel van het invallende zonlicht, maar beperkt dus meteen ook de lichtinval in gelijke mate. Hetzelfde effect treedt op bij getinte, absorberende beglazing. Reflecterende en absorberende beglazingen hebben een lage g-waarde, maar laten eveneens minder licht door. Tenslotte zijn ramen in de eerste plaats bedoeld om daglicht in het kantoor te brengen. Daarom wordt gestreefd naar een optimale verhouding van licht- en zontoetreding (zie 6 en figuur 28).

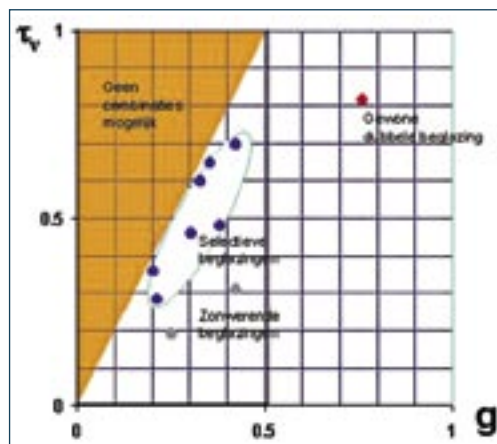


Fig. 28: Selectieve beglazing combineert een lage zontoetreding (g) met een hoge lichttransmissie (τ_v).

Dat kan door spectraal selectieve coatings op het glas aan te brengen. Selectieve beglazingen hebben een lage zontoetredingsfactor (g), maar een relatief hoge lichttransmissiefactor (τ_v): ze laten toch nog veel licht door.

De beschaduwning van de ramen

Vaste structurele beschaduwing (overstek, balkon) of beweegbare luifels en schermen (screens) kunnen de zonnewinsten beperken. Mobiele zonweringen zijn uiteraard zeer flexibele voorzieningen die de gebruiker toelaten om de impact van de zon op het binnenklimaat aan te passen aan zijn comfortgevoel van het moment.

Dimensionering van de zonwering, keuze van de materialen en van de kleur, controlemogelijkheden, ... zijn belangrijke parameters.

Buitenzonwering presteert duidelijk veel beter dan binnenzonwering om overvloedige zonnewinsten te beperken. Binnenzonwering blijkt dan weer meer efficiënt om verblinding op computerschermen e.d. en andere visuele hinder te vermijden.

4.3.1.2 Beperken van de indirecte zonnewinsten

Wanneer de zonnestraling invalt op een ondoorzichtig oppervlak wordt de zonnestraling deels geabsorbeerd. Deze warmte bereikt via geleiding door de wand de binnenomgeving. Deze zonnewinsten zijn minder duidelijk, maar niet onbelangrijk. Vooral grote horizontale oppervlakken zoals platte daken die bovendien vaak slecht geïsoleerd zijn, kunnen een grote bron zijn van indirecte zonnewinsten. Na opwarming vormen ze ook hinderende warmtestralers.

Indirecte zonnewinsten kunnen beperkt worden door de absorptie of de geleiding te beperken.

- geleiding verminderen: isolatiewaarde van het dak verbeteren. Dat is veruit de meest efficiënte maatregel;
- absorptie verminderen: bijvoorbeeld door middel van een keienlaag op een plat dak;
- reflectie verbeteren: reflecterende afwerking van de dakbedekking.



Fig. 29: Een zogenaamde 'lightshelf' vormt een structurele beschaduwing en zorgt door reflectie op de bovenzijde voor extra daglicht dieper in de kamer (links). Een structurele zonwering met alu-lamellen die nog wat diffuus licht doorlaten (rechts).

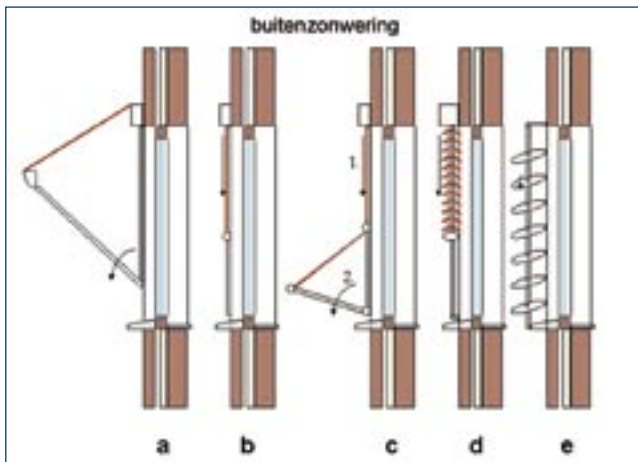


Fig. 30: Verschillende types mobiele buitenzonwering: van links naar rechts: a. markies, b. verticaal scherm, c. markisolette, d. horizontale lamellen, e. draaibare lamellen.

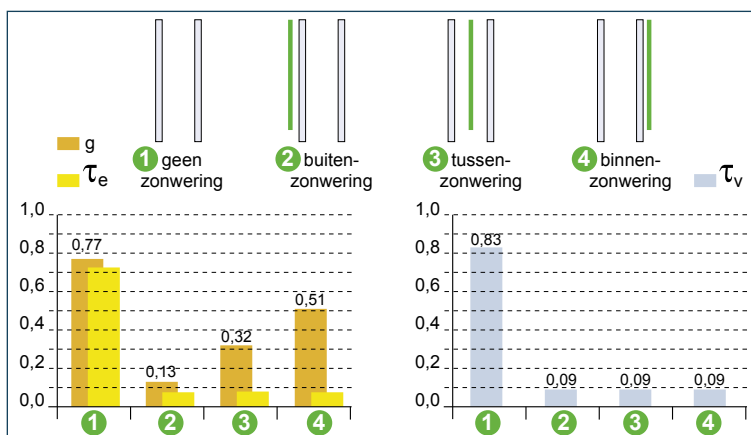


Fig. 32: De zontoetredingskarakteristieken (g , τ_e) van een dubbele beglazing met zonwering zijn sterk afhankelijk van de positie van het zonnescherm t.o.v. de beglazing. De directe zontransmissie (τ_e) en de lichttransmissie (τ_v) blijven onveranderd. Een doordachte keuze van bovenstaande parameters kan het oververhittingsprobleem reeds sterk reduceren.

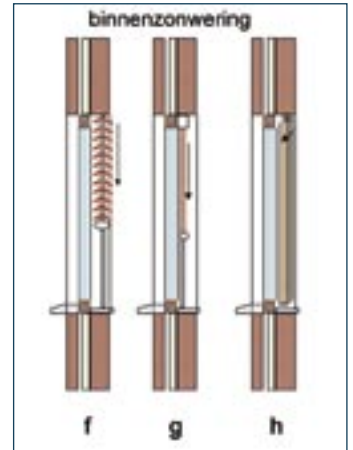


Fig. 31: Verschillende types binnenzonwering: f. horizontale lamellen, g. verticaal scherm, h. verticale lamellen.



Westgevel
Lichtkleurige semi-transparante rolschermen. Roosters voor nachtventilatie met isolerend luik aan binnenzijde.



Oostgevel
Lichtgekleurde uitvalschermen. De houten ramen werden voorzien van wegneembare roosters voor nachtventilatie.



Sturing
Zonweringen worden automatisch gestuurd door een weerstation afhankelijk van weer, regen en wind. In elk kantoor is ook een manuele regeling mogelijk.

Fig. 33: In het PROBE-demonstratiegebouw werden verschillende zonweringsystemen toegepast.

4.3.2 Interne warmteproductie in de hand houden

De belangrijkste interne warmtewinsten in een kantoorgebouw zijn:

- de verlichting: warmtelasten kunnen beperkt worden door:
 - overdimensionering te vermijden;
 - hoogfrequente elektronische ballasten en performante armaturen;
 - daglichtintegratie;
 - een goede regeling (aanwezigheidsdetectie, daglichtcompensatie, ...);
- de personen: zowat 100 W warmteafgifte per persoon. Hieraan is weinig te verhelpen, tenzij een goede spreiding van het personeel over de beschikbare oppervlakte om een te grote dichtheid (bezetting) te vermijden;
- de apparatuur: de keuze voor energiezuinige apparatuur en goed beheer (powersaving, uitschakelen bij niet-gebruik, ...) zijn voor de hand liggend.

4.3.3 Warmteoverschotten tijdelijk opslaan en intensief ventileren

Zodra de buitentemperatuur lager is dan de binnentemperatuur heeft ventileren met buitenlucht een koeffect. De thermische massa van het gebouw, die overdag het teveel aan warmte buffert, wordt ontladen door contact met de koele ventilatielucht. Precies het temperatuurverschil tussen de warme massa en de koele lucht vormt de drijvende kracht voor de ventilatiestroom.

De koeling, geleverd door ventilatie, wordt belangrijker naarmate:

- er meer geventileerd wordt. Afhankelijk van de situatie zijn ventilatievouden van 4 tot 12 volumes per uur nodig. Merk het verschil met ventilatie voor luchtkwaliteit waarbij de ventilatievouden van de orde grootte van 1 vol./h zijn. Ventilatie voor koeling wordt dan ook 'intensieve' ventilatie genoemd;
- het temperatuurverschil groter wordt. Daarom is nachtelijke intensieve ventilatie een strategie die uitgesproken interessant is voor het Belgisch klimaat. Tijdens warme perioden zijn de minimale nachttemperaturen immers meer dan 8 K lager dan de maximale dagtemperaturen. Deze lage nachttemperaturen vormen een natuurlijk koelreservoir.

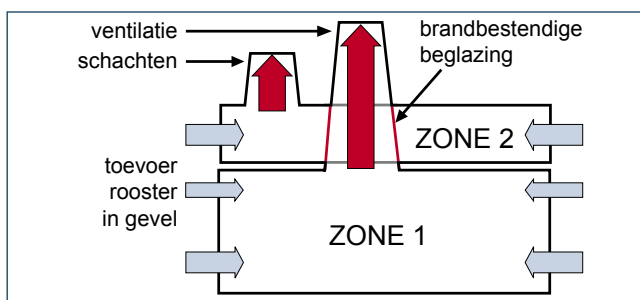


Fig. 35: Conceptdoorsnede van het IVEG-gebouw: omwille van brandveiligheidsvoorschriften moest het gebouw worden opgedeeld in 2 aparte zones voor nachtelijke ventilatie. Toevoer gebeurt via de openingen in de gevels, afvoer via de ventilatieschouwen in elke zone.



Fig. 34: Halfopen plafonds verbeteren de toegankelijkheid van de thermische massa van het gebouw voor de ventilatiestroom (IVEG).

Opdat de geleverde koeling ook een effect zou hebben op de binnentemperaturen moet de koude buitenlucht in contact kunnen komen met de massa van het gebouw. Zoniet wordt enkel de lucht in het gebouw gekoeld. Nachtelijke ventilatie voor koeling is enkel efficiënt indien de thermische massa van het gebouw redelijk tot zwaar is: in die massa kan het teveel aan warmte overdag worden geaccumuleerd. 's Nachts kan die warmtebuffer weer worden ontladen door de massa af te koelen met koele buitenlucht.

De meeste recente kantoorgebouwen hebben lichte binnenwanden. De enige capacatieve elementen in dat geval zijn de betonnen vloeren en plafonds. Valse plafonds of vloeren zijn een belangrijke hindernis voor een intensief contact van de koele buitenlucht met de massieve elementen. Ook tapijt vermindert de warmteoverdracht aanzienlijk. De toegankelijkheid kan sterk verbeterd worden door halfopen plafonds toe te passen, zoals bijvoorbeeld in figuur 34 getoond wordt.

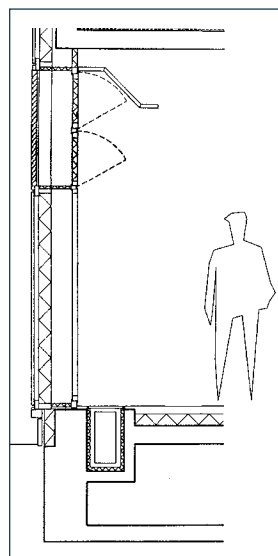


Fig. 36: Automatisch gestuurde openingen in de gevel zorgen voor de aanvoer van verse lucht tijdens de nacht om de gebouwmassa af te koelen. Elke gebruiker kan vanaf zijn pc de luiken openen en sluiten, ook overdag.

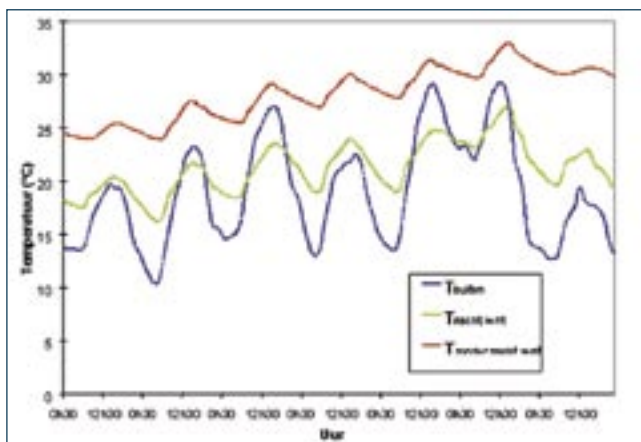


Fig. 37: Invloed van nachtelijke ventilatie op het temperatuurverloop in het IVEG-gebouw tijdens een warme periode: een verschil van 5 à 7 K overdag met de situatie zonder nachtelijke ventilatie.



Fig. 38: De ventilatieschouwen van het IVEG-gebouw zorgen voor de afvoer van de intensieve nachtelijke ventilatie. De grote luiken bovenaan worden automatisch geopend wanneer er moet worden gekoeld. Anders worden de roosters hermetisch afgeschermd van de binnenomgeving.



Fig. 39: Grote roosters voor nachtelijke ventilatie, manueel afsluitbaar met draai-kipraam met isolerend paneel (PROBE-gebouw).

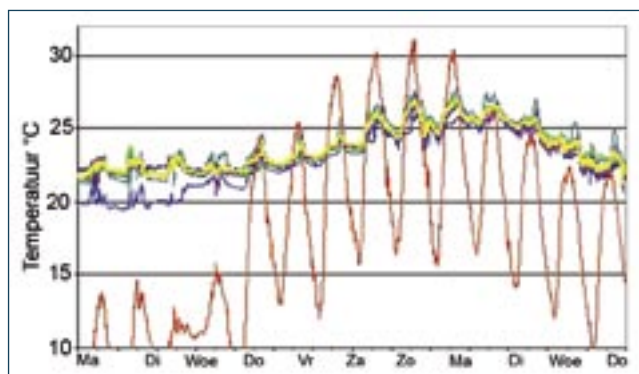


Fig. 40: Temperaturen in enkele kantoren van PROBE, Limelette, tijdens een extreem warme periode. Let op het grote koelpotentieel (dag-nachtschommeling van de buitentemperatuur) tijdens de warme dagen. Vóór de installatie van het nachtelijk ventilatiesysteem liepen de temperaturen in vergelijkbare omstandigheden regelmatig op tot 35° en meer.

4.3.4 En als passieve maatregelen niet volstaan: energie-efficiënte koelsystemen

Ondanks alle pogingen om de koellast te beperken door een uitgekiend concept en door passieve maatregelen kan in sommige gevallen de warmtelast toch nog te groot zijn om een aanvaardbaar comfort te garanderen. In die gevallen zal er dan toch actief moeten worden gekoeld. Maar ook dan kunnen passieve maatregelen een groot deel van de warmtelast beperken. Als het dan toch moet, dan kan koelen op een minder energievervlindende wijze.

Diverse technieken zijn mogelijk:

- Koelplafonds: de koelfunctie wordt vervuld door licht gekoeld water (typisch min. 16°C, om condensatie te vermijden) door plafondmodules te laten circuleren. Daarnaast wordt de nodige verse lucht voor de controle van de luchtkwaliteit geventileerd op een klassieke manier of met verdringingsventilatie (zie 5). Dit systeem vraagt veel minder energie dan de klassieke totale luchtconditionering.
- Topkoeling op de hygiënische ventilatie: de gewone ventilatie voor luchtkwaliteitscontrole wordt gebruikt om gekoelde lucht in te blazen. Dit debiet is normaal gezien te klein voor een volledige temperatuurcontrole, maar het laat minstens toe om de maximale temperatuur met ongeveer 3K te verlagen zodat de oncomfortabele pieken in het temperatuurverloop kunnen worden afgevlakt. Het debiet

voor de gewone ventilatie kan zonodig verdubbeld worden (turbotopkoeling).

- Hybride koeling: naast de passieve maatregelen wordt koude lucht of water met mechanische middelen verdeeld.
- Mechanische ventilatie met koele (of mechanisch gekoelde) buitenlucht door luchtkanalen in de vloerplaten.
- Verdampingskoeling: buitenlucht wordt over een waterbak of door een waternevel geleid om af te koelen. Deze lucht wordt via een warmtewisselaar in het gebouw verdeeld.
- Lucht of water kan ook afgekoeld worden door gebruik te maken van de constant lage temperatuur in de bodem of in een waterbekken (circa 10 °C).
- Warmte-koudeopslag: het surplus aan warmte wordt 's zomers in de bodem opgeslagen en 's winters gerecupereerd.
- Reversibele warmtepompen: indien voor de verwarming reeds geopteerd is voor een warmtepomp en er extra behoefte is aan koeling kan een reversibele warmtepomp gekozen worden die in beide modi kan functioneren. Ook hier komen uiteraard enkel warmtepompen met een goede COP in aanmerking.
- Indien voor een klassieke luchtconditionering wordt gekozen, zorg dan voor een optimale dimensionering én voor een goede regeling, controle en onderhoud bij gebruik.

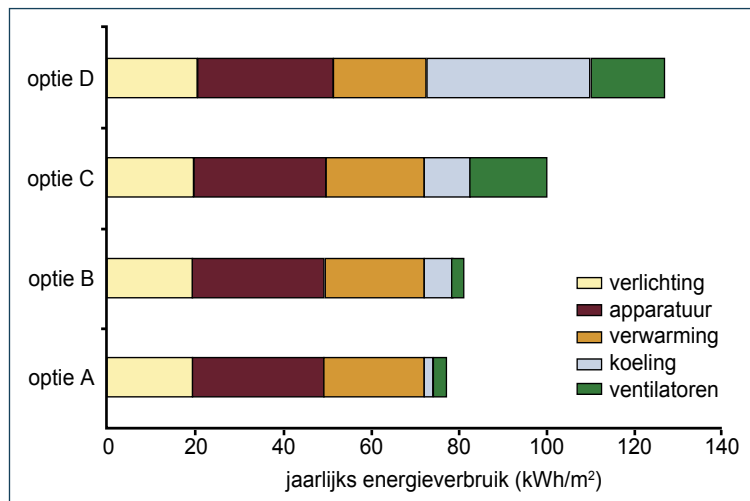


Fig. 42: In dit renovatieproject (studie WTCB) werd de impact van verschillende opties voor het koelsysteem op het jaarlijksenergie-verbruik vergeleken:

Optie D: volledige actieve luchtkoeling zonder nachtelijke natuurlijke ventilatie.

Optie C: nachtelijke ventilatie en actieve luchtkoeling.

Optie B: nachtelijke ventilatie en turbotopkoeling (dubbel debiet) op de hygiënische ventilatie.

Optie A: nachtelijke ventilatie en topkoeling op de hygiënische ventilatie.

5 De lucht die we ademen...

Vele verontreinigingen bedreigen de kwaliteit van de lucht die we inademen.

- Een strategie om voldoende zuivere lucht te garanderen:
 - Verontreiniging beperken door goede keuze van materialen, systeem, onderhoud
 - Ventilatie loskoppelen van verwarming en koeling
 - Correcte luchtdebieten
 - Een goede regeling
- De ventilatie-installatie kan worden uitgerust met:
 - Energiezuinige ventilatoren
 - Luchtdichte kanalen
 - Warmterecuperatie
 - Regeling in functie van de behoefte

Verse en gezonde lucht op kantoor is net zo essentieel als warmte en licht. De luchtkwaliteit heeft een directe invloed op de gezondheid en het welzijn van de gebruikers en de bezoekers van het gebouw. Een kantoor dat niet voldoende verlucht wordt, is zeker geen aangename werkplek en bovendien verminderen aandacht en concentratie, en dus ook de productiviteit van het werk.

5.1 Criteria voor luchtkwaliteit

5.1.1 Geuren

In een kantooromgeving vormen de gebruikers zelf een belangrijke bron van verontreiniging: iedereen geeft permanent vocht (waterdamp bij ademhaling) en geuren af. Een goede benadering van de geuremissie is de meting van de concentratie aan koolzuurgas (CO_2) in de lucht. Elke volwasen persoon ademt zowat 18 liter CO_2 -gas per uur uit. Dit koolzuurgas is op zich geuren kleurloos, maar er bestaat een goede correlatie tussen de emissie van CO_2 en geur. In de veronderstelling dat het gebouw en de inrichtingsmaterialen geen noemenswaardige verontreiniging veroorzaken, is CO_2 daarom een goede indicator van de luchtkwaliteit in een kantoor, een school, of elk gebouw waar de mensen zelf de voornaamste bron zijn van verontreiniging. CO_2 is bovendien makkelijk te meten.



Fig. 43: Meting van de CO_2 -concentratie.

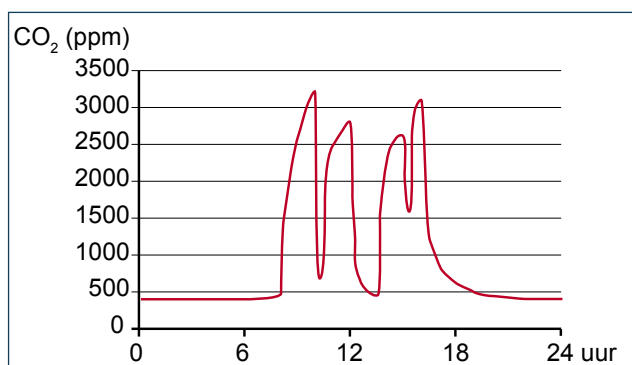


Fig. 44: Meting van de CO_2 -concentraties in een school toont ontstellend hoge waarden. Enkel tijdens de pauzes wordt de klas gelucht. Het effect op de luchtkwaliteit is van beperkte duur.

In NBN EN 13779 worden klassen van luchtkwaliteit bepaald volgens de toelaatbare concentratie van CO_2 -deeltjes in de lucht (Tabel 2).

1500 ppm (deeltjes per miljoen, of mm^3 per m^3 lucht) is toch wel het absolute maximum. Hou daarbij rekening met een achtergrondconcentratie van ongeveer 400 ppm in de buitenlucht. Vanaf concentraties van 1000 à 1500 ppm kunnen gezondheidsklachten optreden zoals hoofdpijn, verminderde concentratie, duizeligheid, misselijkheid, ...

Op basis van wat de bouwheer of ontwerper als luchtkwaliteit eist, kan het nodige ventilatiedebiet worden bepaald.

Categorie	Omschrijving	Concentratie	Debiet verse lucht per persoon
IDA 1	Uitstekende luchtkwaliteit	$\leq 800 \text{ ppm CO}_2$	10 l/s
IDA 2	Goede luchtkwaliteit	$\leq 1000 \text{ ppm CO}_2$	7 l/s
IDA 3	Lage maar aanvaardbare luchtkwaliteit	$\leq 1500 \text{ ppm CO}_2$	4 l/s

Tabel 2: Luchtkwaliteitsklassen volgens NBN EN 13779.

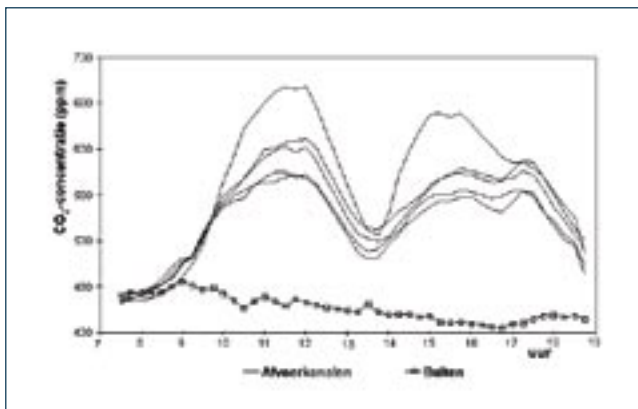


Fig. 45: In dit kantoorgebouw liggen de CO_2 -waarden constant lager dan 700 ppm. De luchtkwaliteit is er uitstekend, maar hier is zeker ruimte voor energiebesparing door een aangepaste ventilatie.

5.1.2 Vocht

Elke persoon geeft per uur zowat 50 g waterdamp af (ademen, zweten). In woningen kan door koken, baden, ... een overmaat aan vocht ontstaan die aanleiding kan geven tot bouwschade (schimmelvorming) indien er niet adequaat wordt geventileerd. In kantoren wordt weinig extra vocht geproduceerd. Daar komt het erop aan om de relatieve vochtigheid binnen aanvaardbare grenzen te houden (30 tot 70% RV). In sommige gevallen moet er zelfs bevochtigd worden om boven de ondergrens van 30 % te blijven. Vaak heeft dit echter te maken met te hoge luchttemperaturen en kan het euvel vermeden worden door een aangepaste verwarming.

5.1.3 Onderhoud

Het onderhoud van het gebouw kan een belangrijke invloed hebben op de luchtkwaliteit in het gebouw, niet alleen door de gebruikte onderhoudsproducten, maar zeker ook door de circulatie van stofdeeltjes en andere verontreinigingen. Een doordachte onderhoudstrategie en de keuze voor onderhoudarme materialen kunnen een belangrijke impact hebben op de luchtkwaliteit of op de nodige ventilatiekosten. Zo toonde een Zweedse studie aan dat een tapijt nabij de ingang van een nieuw gebouw na twee maanden maar liefst 800 g/m² vuil bevatte, terwijl een identiek tapijt op de tweede verdieping na 1,5 jaar slechts 5 à 25 g/m² vuil had opgenomen. Uiteraard is een gedegen onderhoud van het ventilatiesysteem zelf (kanalen, filters, toevoermonden) essentieel om de verspreiding van verontreinigingen tegen te gaan.

5.1.4 Verontreiniging door de gebruikte bouw- en inrichtingsmaterialen

Naast de personen zelf kan ook het gebouw een belangrijke oorzaak van verontreiniging zijn: de gebruikte materialen, de vloer- en wandbekleding, de meubilering en inrichtingsmaterialen, en de technische installaties kunnen hinderlijke stoffen en bacteriën verspreiden. Ook lijmen en verven die vluchtige organische stoffen bevatten kunnen gedurende lange tijd hinderlijke geuren of zelfs gezondheidsproblemen veroorzaken.

5.1.5 Tabak

Tabaksrook bevat een plejade aan schadelijke stoffen. De stofdeeltjes leiden tot irritaties van ogen en luchtwegen, ook bij niet-rokers. De zware gezondheidsrisico's, ook van passief roken, zijn voldoende onderkend. De hinder moet dan ook zo veel mogelijk beperkt worden. Dat kan door verhoogde ventilatie op de plaatsen waar gerookt wordt. Behalve een rookverbod, is een strikte scheiding van de plaatsen voor rokers en niet-rokers de aangewezen strategie. De ventilatiekosten kunnen dan aangepast worden voor elke zone.

5.1.6 Buitenlucht

Aangezien de verse lucht tenminste gedeeltelijk van buiten komt, is de kwaliteit van de buitenlucht bepalend voor die van de binnenlucht. Afhankelijk van de plaats van het gebouw (drukke verkeersweg, industriezone, ...) kunnen schadelijke stoffen als CO , NO_2 en SO_2 , of stof aangetroffen worden in de toevoerlucht. Een goede plaatsing van de luchttoevoer is van groot belang. Eventueel moet filtering van de lucht overwogen worden.

5.2 De juiste strategie om te ventileren

Ventileren is het antwoord op verontreiniging en het middel om de luchtkwaliteit in kantoren op peil te houden. Eigenlijk komt ventileren neer op verdunnen van de verontreinigde lucht met verse lucht. Maar ventileren betekent ook een belangrijk energiegebruik, niet alleen voor de aandrijving van de ventilatoren maar vooral voor de opwarming of conditionering (koelen, ontvochtigen) van de verse lucht die warme lucht vervangt. Om dit energieverlies te beperken is een aangewezen ventilatiestrategie nodig.

5.2.1 1^{ste} stap: verontreiniging aan de bron aanpakken

Zoals uit de analyse van de oorzaken van luchtverontreiniging en de gevaren die eraan verbonden zijn, blijkt, kunnen reeds een aantal eenvoudige basisregels worden vastgelegd. Als de verontreiniging aan de bron wordt beperkt dan is er al veel minder behoefte aan extra ventilatie.

Aandachtspunten hierbij zijn:

- **Materiaalkeuze:** kies voor bouwmaterialen zonder of met beperkte afgifte van schadelijke stoffen. Lijmen voor vloerbekledingen worden nogal eens met de vinger gewezen als boosdoeners. Tapijten verzamelen nogal wat stof en micro-organismen. Onderhoudsvriendelijke materialen verdienen de voorkeur.
- **Systeemkeuze:** het ventilatiesysteem zelf mag geen bron zijn van verontreiniging. De materialen moeten zo zuiver mogelijk zijn en onderhoudsvriendelijk. De inname van verse lucht moet op een plaats gebeuren waar de lucht van aanvaardbare kwaliteit is, niet aan de straatzijde waar druk verkeer is. De verdeling gebeurt het best op een wijze die zo weinig mogelijk stof en andere schadelijke stoffen in omloop brengt (luchtsnelheden beperken, ...).
- **Onderhoud:** vuil moet zo efficiënt en snel mogelijk verwijderd worden op een adequate manier. Zo is stofzuigen vaak de oorzaak van de verspreiding van microstofdeeltjes die zeer lang in suspensie in de lucht aanwezig kunnen blijven.

- Organisatie: groepeer de meest verontreinigende activiteiten in aparte zones of ruimten, bijvoorbeeld rokers en niet-rokers scheiden, kopieerapparaten (ozon) in aparte ruimten, directe afzuiging bij sterk vervuilende activiteiten, ... Elke activiteit krijgt dan een aangepast ventilatie-debiet.

5.2.2 2^{de} stap: scheid ventilatie voor luchtkwaliteit van koeling

In gebouwen met volledige luchtbehandeling is ventilatie een onderdeel van het geheel. Met dezelfde installatie waarmee warme of koude lucht wordt verdeeld, wordt verse lucht ingeblazen voor de controle van de luchtkwaliteit. Nu zijn de luchtdebieten voor verwarming of koeling vaak vele malen groter dan die voor ventilatie. Vandaar dat meestal een deel van de lucht wordt hergebruikt, om zo te besparen op de verwarmings- of koelbehoefte. Deze recirculatie gaat vaak ten koste van de luchtkwaliteit en is soms de oorzaak van verschillende problemen die wel eens het 'sick building syndroom' worden genoemd. Om de luchtkwaliteit toch te garanderen is het een voor de hand liggende oplossing om uitsluitend met verse lucht te werken. Dat gaat uiteraard ten koste van het energiegebruik. Een betere strategie is om beide functies radicaal te scheiden: Verwarming en koeling gebeuren dan met geëigende systemen (bijvoorbeeld koelplafonds), terwijl een apart ventilatiesysteem de luchtkwaliteit garandeert.

5.2.3 3^{de} stap: correcte dimensionering

Op luchtkwaliteit moeten we niet te zuinig zijn. Wel op het energiegebruik dat nodig is om die gezonde lucht op de werkplek te garanderen. Hoe meer er geventileerd wordt, hoe beter de luchtkwaliteit. Maar tegelijk neemt het energieverbruik lineair toe (Figuur 46). Er wordt dus het best een minimale luchtkwaliteit afgesproken en een maximaal toelaatbare concentratie van vervuilende stoffen in de lucht, bijvoorbeeld CO₂. Deze limiet bepaalt dan het nodige ventilatievolumen op elke plaats en dus de nodige ventilatie-debieten.

Zo betekent een limiet van 1500 ppm CO₂ een ventilatie-debiet van 4 dm³/s (15 m³/h) verse lucht per persoon. Dat moet dan omgerekend worden volgens de nominale bezettingsgraad van elke ruimte naar een ontwerpdebiet per m² oppervlakte. (zie ook tabel 2).

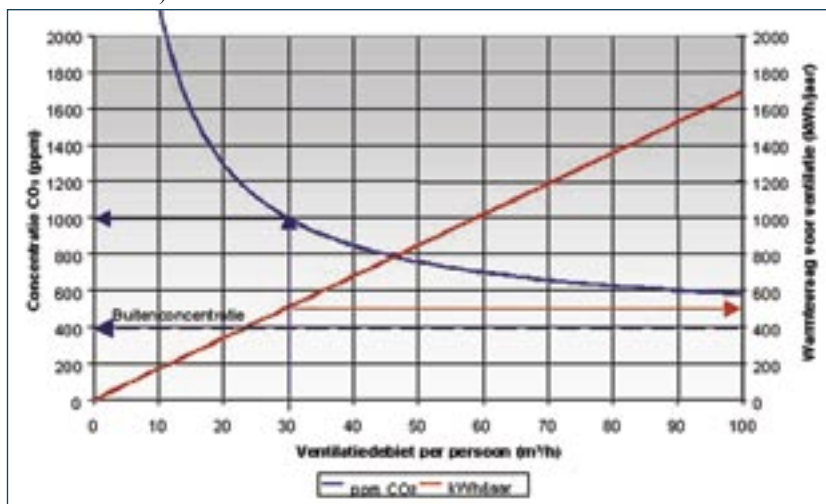


Fig. 46: Zoeken naar evenwicht tussen luchtkwaliteit en energiegebruik.

5.2.4 4^{de} stap: goede regeling

Aangezien de luchtkwaliteit rechtstreeks afhangt van de verontreiniging en dus, in het geval van kantoren, in grote mate van de bezetting, is de behoefte aan ventilatie ook veranderlijk in de tijd. Er is dus een belangrijk potentieel aan energiebesparing door een optimale sturing van de ventilatie. Manueel aan- en uitschakelen is natuurlijk ook een vorm van regeling, maar dat is niet zo betrouwbaar.

Fig. 47: Deze ventilatiemonitor blaast verse lucht in het kantoor, enkel wanneer iemand aanwezig is. Bovendien wordt het debiet aangepast aan het aantal aanwezigen. De elektrische voeding voor de detectie en de bediening van de klep wordt geleverd door een klein batterijtje. In het PROBE-gebouw met zijn wisselende bezetting leidde de toepassing van dit vraaggestuurd systeem tot een besparing van 35% op de verwarming voor ventilatie t.o.v. een systeem met constant debiet tijdens de kantooruren.



De elektrische voeding voor de detectie en de bediening van de klep wordt geleverd door een klein batterijtje. In het PROBE-gebouw met zijn wisselende bezetting leidde de toepassing van dit vraaggestuurd systeem tot een besparing van 35% op de verwarming voor ventilatie t.o.v. een systeem met constant debiet tijdens de kantooruren.

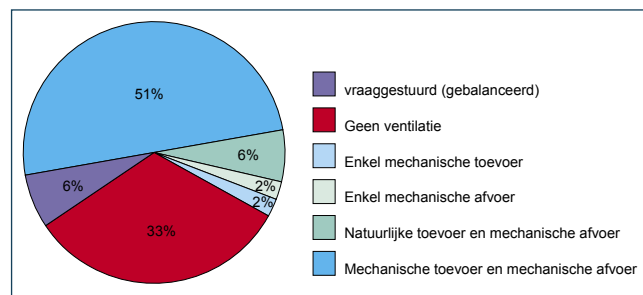


Fig. 48: In een staal van 46 onderzochte kantoorgebouwen uit de Kantoor 2000-steekproef, bleken 15 gebouwen (een derde!), waaronder enkele zeer grote recente gebouwen, over geen enkele ventilatievoorziening te beschikken. Tenzij het openzetten van ramen meetelt, maar dat kan bezwaarlijk een energetisch verantwoorde strategie genoemd worden in de winter.

Luchtdebieten aanpassen naar gelang van de behoeften kan door:

- Tijdschakeling: volgens de gebruiksuren van de kantoren wordt de ventilator aan- of uitgeschakeld.
- Aanwezigheidsdetectie: een infraroodsensor verklikt de aanwezigheid van een persoon in het kantoor en schakelt een klep open. Een kwartier nadat iedereen het kantoor verlaten heeft, wordt de klep weer dichtgedraaid. Indien het kantoor door meerdere personen wordt bezet kan ook een variatie toegepast worden waarbij de sensor een schatting maakt van het aantal aanwezigen op basis van de waargenomen bewegingsintensiteit. Een beperking van deze techniek is dat de sensor niet weet of er bijvoorbeeld een raam openstaat en er eigenlijk geen behoefte is aan mechanische ventilatie.

- Regeling naar gelang van de luchtkwaliteit: een sensor meet een of andere indicator van verontreiniging, bvb CO₂, en stuurt de ventilatie zo dat de verontreiniging onder een bepaalde drempel blijft. Dat is de meest energiezuinige optie.

Met een variabele vraag moet ook een variabel aanbod overeenstemmen. Het wisselend luchtdebiet kan geleverd worden door een ventilator met variabel debiet, bijvoorbeeld door een frequentiegestuurde toerentalregeling.

5.3 De ventilatie-installatie: kwaliteit loont

5.3.1 Verschillende systemen

Ventilatiesystemen voor luchtkwaliteit kunnen volgens systeem ingedeeld worden in:

- Volledig natuurlijke ventilatie (natuurlijke aanvoer via regelbare toevoeropeningen of -roosters, natuurlijke afvoer via afvoerroosters en verticale kanalen die boven het dak uitmonden). De drijvende krachten zijn de drukverschillen t.g.v. de wind en de temperatuurverschillen tussen binnen en buiten.
- Volledig mechanische ventilatie (gedwongen aanvoer en afvoer d.m.v. ventilatoren en een kanalenstelsel met toevoer- en afvoermonden).
- Gemengde systemen (aanvoer natuurlijk en afvoer mechanisch, of omgekeerd).
- Hybride systemen: hierbij worden de voordelen van natuurlijke en mechanische systemen gecombineerd; natuurlijke ventilatie als het kan, zonodig met een mechanisch duwtje als dat niet voldoende is.

In nogal wat gebouwen, ook recent gebouwde, komt geen ventilatiesysteem voor. De enige luchtverversing gebeurt door infiltratie en exfiltratie van lucht via kieren en spleten, of door de ramen open te zetten. Dat is zeker geen goede optie, noch voor de controle van de luchtkwaliteit, noch voor het energiegebruik.

Natuurlijke ventilatie gebruikt geen extra (elektrische) energie, maar is meestal moeilijker te regelen. De wisselende drukken als gevolg van de wind en de temperatuur buiten zijn moeilijker om te zetten in een constant of aan de behoefte aanpasbaar luchtdebiet. Te veel ventileren leidt tot overdreven warmteverlies, te weinig tot problemen met de luchtkwaliteit. Nochtans is er veel vooruitgang geboekt in zelfregelende systemen voor natuurlijke ventilatie.

Ventilatiesystemen voor luchtkwaliteit gaan uit van een van de volgende principes:

- Menging en verdunning: verse lucht wordt in een ruimte ingebracht en vermengd met de kamerlucht om zo de verontreinigde lucht te verdunnen. Het verdunde mengsel wordt dan uit de ruimte afgevoerd. De menging wordt gestimuleerd door de natuurlijke turbulentie van de lucht of, bij mechanische ventilatie, door de vormgeving van de toevoermonden.
- Verdringsventilatie (displacement ventilation): de pulsie-lucht wordt niet geïnjecteerd vanuit het plafond, maar met

een lage snelheid toegevoerd vanuit fijn verdeelde ventilatieopeningen boven de vloer op een temperatuur die lager ligt dan de kamertemperatuur. De koelere ventilatielucht glijdt langs de vloer en stijgt, door het thermisch effect, langs de warme lichamen en neemt daar de verontreiniging mee. De lucht wordt ten slotte afgevoerd via hooggelegen afvoeropeningen. Hier wordt de lucht niet gemengd en in principe is dit een efficiëntere ventilatie, aangezien de bron van vervuiling opgespoord wordt. Dit systeem kan een zuinige optie zijn in kantoortoepassingen.

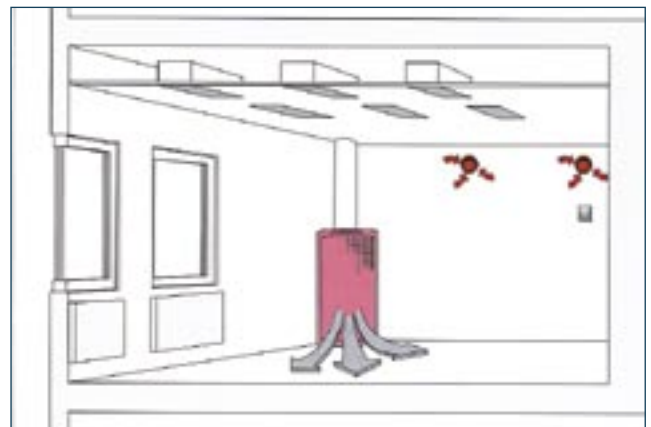


Fig. 49: Bij verdringsventilatie wordt koele lucht via fijn verdeelde openingen over de vloer geleid en hoog afgezogen.

Volgens het regelprincipe worden mechanische ventilatiesystemen ingedeeld in:

- Constant-debietsystemen (CAV): het ventilatiedebiet is ofwel nul (uit) ofwel een constante waarde (aan).
- Variabel-debietsystemen (VAV): het ventilatiedebiet is regelbaar, afhankelijk van de vraag of volgens een bepaald schema geprogrammeerd. Het ligt voor de hand dat dit systeem, indien het goed gestuurd is, een belangrijke energiebesparing kan opleveren.

5.3.2 Energiezuinige ventilatoren en ventilatiesystemen

Ventilatoren verbruiken elektrische energie. Bovendien is de werkingduur van de ventilatoren groot zodat het energieverbruik aardig kan oplopen. Reden dus om ook bij de keuze en de dimensionering van de ventilator goed uit te kijken. Er bestaat een wereld van verschil in de technologie van ventilatoren.

Om goede prestaties met laag energiegebruik te garanderen opteert u het best voor:

- Hoogrendementsmotoren. De meerprijs van zogenaamde low-loss motoren wordt ruimschoots gecompenseerd door de winst op het elektrisch verbruik.
- Gelijktroommotoren met toerentalregeling zijn veel efficiënter, ze zijn ook voor kleine vermogens beschikbaar.
- Ventilatoren met achterwaarts gebogen schoepen doen het een stuk zuiniger.
- Directe aandrijving: in de vaak gebruikte riemtransmissie van motor naar ventilator zit vaak veel verlies, vooral bij gebruik van V-riemen. Platte riemen hebben minder wrijving

en presteren iets beter. Een directe overbrenging van motor op ventilator verdient de voorkeur.

Het ventilatorvermogen is afhankelijk van het kanalenetwerk met inbegrip van alle andere componenten die een hindernis vormen: kleppen en regelaars, filter, warmtewisselaar, toevoer- en afvoermonden. Een goede dimensionering van de ventilator kan dus maar als de drukverliezen in het systeem geoptimaliseerd worden.

Vandaar:

- Gladde kanalen met ruime diameter en gladde bochten.
- Indien u toch rechthoekige kanalen gebruikt, zorg dan voor afrondingen in de bochten.
- Drukverliezen in de leiding beperken:
vermijd bochten, vernauwingen, flexibele verbindingen, ... in het leidingnetwerk.
- Let op de weerstand (het drukverlies) van luchtfilters en warmtewisselaars.
- Zorg voor luchtdichte kanalen en aansluitingen (zie 5.3.4).

Vraaggestuurde ventilatie beperkt uiteraard het gevraagde vermogen in de tijd.

De efficiëntie van de ventilator en het hele systeem kan ook uitgedrukt worden door het specifiek ventilatorvermogen (SFP) in $W/(m^3 \cdot s^{-1})$, d.w.z. het vermogen dat nodig is om een luchtdebiet van $1 m^3/s$ te verplaatsen. Een specifiek ventilatorvermogen van minder dan $1000 W/(m^3 \cdot s^{-1})$ is daarbij een zeer goede prestatie, $2000 W/(m^3 \cdot s^{-1})$ is nog aanvaardbaar, daarboven kunt u wellicht beter naar een efficiëntere oplossing uitkijken.

5.3.3 Luchtdichtheid van de kanalen

Iedereen vindt het evident dat water- of gasleidingen perfect dicht zijn. Lekken worden niet getolereerd. Dat zou eigenlijk evengoed moeten gelden voor luchtkanalen. In de praktijk blijkt echter dat nogal wat lucht en warmte verloren gaan vooraleer de verse lucht de plaats bereikt waar geventileerd moet worden. Onderzoek toont aan dat gemiddeld 20% van de aangevoerde lucht de plaats van bestemming niet bereikt. Dit houdt in dat de vereiste luchtkwaliteit niet wordt gehaald of dat er meer energie via de ventilator moet worden verstrekt om het vereiste debiet te halen aan de toevoermonden. Deze extra hoeveelheid lucht moet bovendien opgewarmd (of eventueel gekoeld) worden.

PROBE: een ervaring

Bij de renovatie van PROBE werd geopteerd voor een ventilatie met pulsie in de kantoren. Per verdieping was nominaal $600 m^3/h$ nodig in de kantoren. Door lekken ging maar liefst $630 m^3/h$ verloren in de gangen. D.w.z. dat de ventilator $1230 m^3/h$ moest leveren om het gewenste debiet ter plaatse te krijgen!

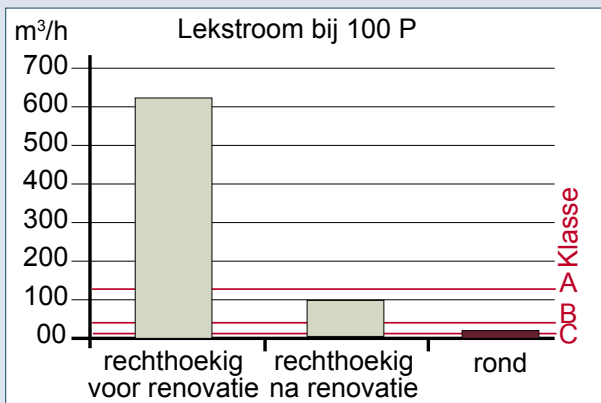
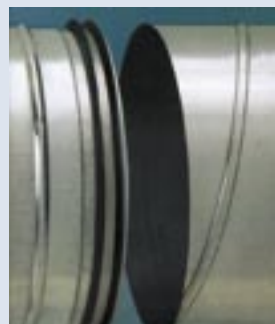


Fig. 50: Door opeenvolgende dichtingswerken kon het lekdebiet gereduceerd worden tot $102 m^3/h$, dit is net klasse A van prEN13779.

Vervanging van de rechthoekige kanalen door ronde, met rubberen dichting aan de aansluitingen, leverde bij de eerste test onmiddellijk een klasse C op (nog slechts $14 m^3/h$). Deze kanalen zijn iets duurder in aankoop, maar veel sneller geplaatst, zodat de totale kostprijs slechts enkele % hoger ligt. Over de hele levensduur van de installatie bekeken, wordt een grote winst gerealiseerd.



5.3.4 Warmterecuperatie

Ventileren betekent dat verse buitenlucht wordt opgewarmd tot kamertemperatuur en opnieuw wordt afgevoerd. Om bijvoorbeeld 's winters een luchtdebiet van 100 m³/h van 0°C tot 20°C op te warmen is een vermogen van 680 W nodig. De afgevoerde lucht bevat nog heel wat bruikbare energie. Bij een gebalanceerde mechanische ventilatie (pulsie en extractie gebeuren mechanisch) kan een warmtewisselaar tussen de toevoer- en afvoerstromen geplaatst worden. Een deel van de afgevoerde warmte wordt daarbij overgedragen op de frisse toevoerlucht en zorgt voor een voorverwarming. Kruisstroomplatenwarmtewisselaars of tegenstroomwisselaars halen temperatuurrendementen van 60 tot 95%, ook voor kleinere installaties. Regeneratieve warmtewisselaars gaan nog hoger, maar zijn enkel voor grote installaties beschikbaar. Door de verhoogde weerstand heeft de warmtewisselaar wel een weerslag op het ventilatorvermogen.

Een investering in warmterecuperatie heeft echter slechts zin als de luchtdichtheid van de luchtinstallatie goed verzorgd is. Anders daalt het rendement fors als gevolg van de lekstromen.

5.3.5 Onderhoud en regeling

De ervaring leert dat ventilatie-installaties in kantoorgebouwen, als die al geïnstalleerd zijn, nogal eens stiefmoederlijk behandeld worden. Een niet goed afgeregelde en regelmatig onderhouden installatie kan echter niet aan de verwachtingen voldoen, noch qua luchtkwaliteit, noch qua energiegebruik. Gebouwbeheerders hebben er vaak zelfs geen flauw vermoeden van hoe de ventilatie-installatie het in de praktijk doet en aan welke eisen ze dan wel zou moeten beantwoorden. Een onafhankelijke inspectie zou hier een welkome hulp betekenen.



FUNKTIONSKONTROLLE AN VENTILATIONSSYSTEM		BERECHNINGSBLATT	
NAME: _____		OBJEKT: _____	
PLATZ: _____		DATUM: _____	
FUNKTIONSBESCHREIBUNG: _____		BEMERKUNGEN: _____	
1. SYSTEMKONTROLLE		2. SYSTEMKONTROLLE	
1.1. LUCHTDEBIT		1.1. LUCHTDEBIT	
1.2. LUCHTKUALITEIT		1.2. LUCHTKUALITEIT	
1.3. LUCHTDRUK		1.3. LUCHTDRUK	
1.4. LUCHTSTROM		1.4. LUCHTSTROM	
1.5. LUCHTTEMPERATUUR		1.5. LUCHTTEMPERATUUR	
1.6. LUCHTVOUCHER		1.6. LUCHTVOUCHER	
1.7. LUCHTAFNAME		1.7. LUCHTAFNAME	
1.8. LUCHTVERBOD		1.8. LUCHTVERBOD	
1.9. LUCHTVERBOD		1.9. LUCHTVERBOD	
1.10. LUCHTVERBOD		1.10. LUCHTVERBOD	
1.11. LUCHTVERBOD		1.11. LUCHTVERBOD	
1.12. LUCHTVERBOD		1.12. LUCHTVERBOD	
1.13. LUCHTVERBOD		1.13. LUCHTVERBOD	
1.14. LUCHTVERBOD		1.14. LUCHTVERBOD	
1.15. LUCHTVERBOD		1.15. LUCHTVERBOD	
1.16. LUCHTVERBOD		1.16. LUCHTVERBOD	
1.17. LUCHTVERBOD		1.17. LUCHTVERBOD	
1.18. LUCHTVERBOD		1.18. LUCHTVERBOD	
1.19. LUCHTVERBOD		1.19. LUCHTVERBOD	
1.20. LUCHTVERBOD		1.20. LUCHTVERBOD	

Fig. 51: Checklist voor de ventilatie-inspectie volgens Boverket-inspectie volgens A4-tje volstaat.

In het kader van KANTOOR 2000 werd de Zweedse Boverket-inspectieprocedure toegepast op enkele ventilatie-installaties. In Zweden is deze inspectie verplicht voor alle gebouwen, met een frequentie van 2, 3, 6 of 9 jaar naar gelang van het type gebouw en installatie. Zo worden kantoorgebouwen met gebalanceerde mechanische ventilatie om de 3 jaar geïnspec-

teerd door een gekwalificeerd inspecteur van niveau K. U kunt dit systeem kunnen vergelijken met onze autokeuring. Aan de hand van een checklist, wordt de installatie visueel gekeurd op het vlak van documentatie (plannen as built, instructies voor onderhoud en regeling), staat van de installatie (luchtgroep, kanalen), ventilatie in de verschillende ruimten, eventueel aangevuld met extra metingen en controles. Bij zware tekortkomingen moet er op korte termijn een oplossing komen en volgt een nieuwe inspectie. Voor kleinere problemen volgt een aanbeveling en moet de zaak geklaard zijn bij de volgende controle. Hoewel er aanvankelijk een klimaat van scepsis en weerstand bestond vanwege de kostprijs, wordt deze inspectie nu in Zweden algemeen aanvaard als een ondersteuning voor een betere kwaliteit. Naast de wettelijke noodzaak en de eis van verzekeringsmaatschappijen blijkt de financiële balans uiteindelijk ook een positieve stimulans.

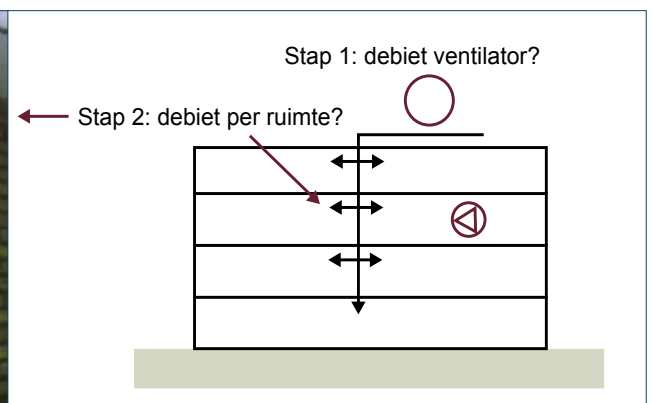


Fig. 52: Controle van luchtdebieten gebeurt eerst op het niveau van de luchtgroep (ventilator), nadien op lokaal niveau met een compenserende debietmeter.

5.3.6 Naar een ventilatienorm

Gezien de grote onduidelijkheid in de praktijk (Moet er geventileerd worden? Hoe dan wel? En hoeveel?), lijkt een richtlijn voor kantoorventilatie wenselijk. Dat kan in de vorm van een Belgische norm (in afwachting van een Europese norm) of van een gewestelijk reglement. In het Waalse Gewest is zo'n reglement van kracht sinds 1996. Daarin worden minimale luchtdebieten voorgeschreven, afhankelijk van de functie van de ruimte.

Ook in Vlaanderen worden nieuwe ventilatie-eisen van kracht, gekoppeld aan de EnergiePrestatieRegelgeving.

Zolang er vanuit de overheid geen eisen worden opgelegd, hangt de ventilatie af van de aandacht van de opdrachtgever en het ontwerpteam. Het Programma van Eisen maakt de wensen van de bouwheer duidelijk.



Fig. 53: Een sterk vervuild inlaatrooster, rechts zoals aangetroffen bij een inspectie volgens het Boverket-schema, links na reiniging. Niemand in het gebouw was zich bewust van de graad van vervuiling.



Fig. 54: Bij inspectie bleek de bypassklep van de warmtewisselaar van deze installatie totaal vastgeroest, als gevolg van een waterinfiltratie. Daardoor werd ook in de zomer de toevoerlucht voorverwarmd met afvalwarmte van de luchtafvoer!

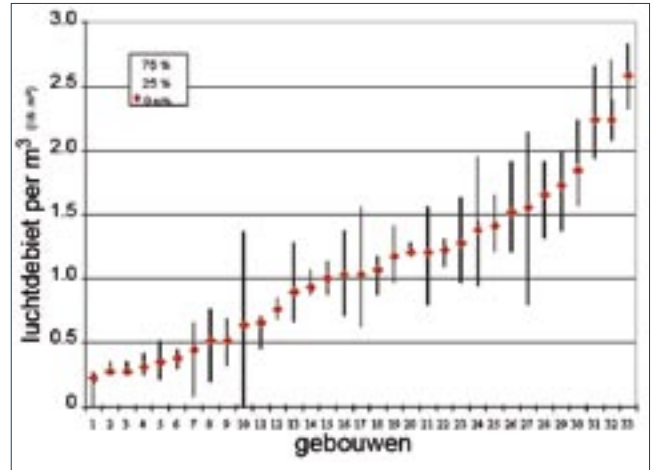


Fig. 55: Luchtdebieten, zoals gemeten in 33 kantoren in Helsinki, lopen sterk uiteen. Ook binnen hetzelfde gebouw zijn er soms zeer grote verschillen. Zelfs in Scandinavische landen die toch bekend staan om hun hoge eisen op het vlak van luchtkwaliteit en ventilatie, blijkt kwaliteitsbewaking niet altijd evident.

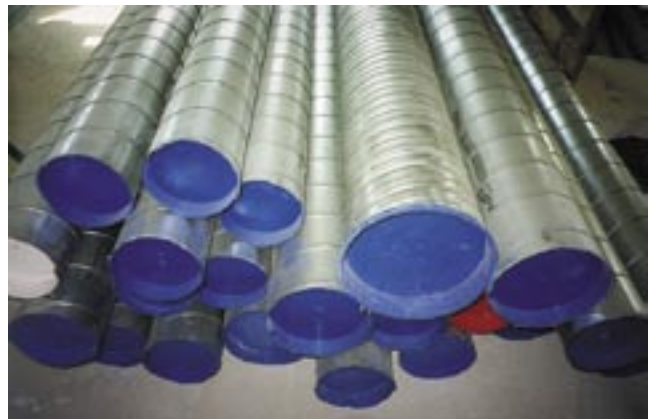


Fig. 56: Een goede bescherming van ventilatiekanalen tijdens transport en opslag op de werf voorkomt vervuiling van de installatie (Zweden).



Fig. 57: Oordeelkundig geplaatste en luchtdichte toezichtluiken maken controle op de toestand van luchtkanalen en onderhoud eenvoudig.

6 Licht: het oog wil ook wel wat ...

Voldoende lux op de werkplek is geen luxe. Maar dan zonder lichthinder.

Dat vergt een doordacht lichtontwerp:

- Maak optimaal gebruik van daglicht door:
 - Goed ontwerp van ramen en andere lichtopeningen
 - Glaskeuze, goed regelbare zon- en lichtwering
 - Inrichting van de werkplek
- En dit samen met een energiezuinige kunstverlichting:
 - Lampen
 - Armaturen
 - Opstelling en lichtverdeling
 - Intelligente sturing in functie van de behoefte en beschikbaar daglicht

In de informatiemaatschappij zijn onze ogen de voornaamste capture bij het opvangen en verwerken van informatie, zeker als het om kantoorwerk gaat. Een groot aantal kantoor taken zijn gebonden aan visuele dragers: geschreven of gedrukte documenten, tekeningen en foto's, computerschermen, ...

Optimale condities van visueel comfort gaan dan ook hand in hand met een aangename, gezonde en productiviteitsbevorderende werkomgeving. Niet enkel de hoeveelheid licht, maar ook de kwaliteit van de visuele omgeving zijn daarbij bepalend. Maar kunstverlichting betekent hoogwaardige elektrische energie. Daar kan wat aan gedaan worden: een optimaal oogcomfort kan zeer energiezuinig.

6.1 Visueel comfort: hoe bekijkt u dat?

Visueel comfort op kantoor betekent dat u oogtaken (lezen, schrijven, rekenen, tekenen, ...) kunt verrichten in optimale omstandigheden: voldoende licht van goede kwaliteit, en regelbaar naar believen. Maar het betekent ook geen verblinding (geen te groot helderheidscontrast) en geen hinderlijke reflecties op de werkplek of op het beeldscherm. En als het ook nog wat aangenaam mag zijn, let dan op de kleurweergave van de lampen en op een goede verdeling van het licht.

Tenslotte gaat er niets boven de kwaliteit van daglicht. En daglichtopeningen halen niet alleen licht binnen, ze geven ook visuele verbinding met de buitenwereld, een belangrijk psychologisch voordeel.

6.1.1 Hoeveel lux op de werkplek?

Vaak wordt de verlichtingssterkte op het werkvlak als maatgevend criterium voor visueel comfort gehanteerd. Vele reglementeringen en Belgische of Europese normen schrijven inderdaad grenzen voor, bijvoorbeeld het ARAB eist 300 tot 500 lx voor kantoorwerk, 750 lx voor tekenkamers, 1000 lx voor precisiewerk. Indien ze gecombineerd wordt met een taakverlichting, kan de algemene verlichting beperkt worden tot 200 lx.

Verder wordt een goede lichtverdeling geëist (uniformiteit beter dan 0,7).

6.1.2 Verblinding vermijden

Het aantal lux is makkelijk verifieerbaar, maar eigenlijk reageert ons oog op de helderheid van een oppervlak (de luminantie).

Bij de uitvoering van een visuele taak in optimale comfortvoorwaarden blijft de verhouding van de luminantie van het

taakvlak (beeldscherm of papier) tot die van de directe achtergrond (bureaublad of wand achter het computerscherm) het best binnen de perken: tussen 3:1 en 1:1. Te grote luminantieverschillen leiden tot aanpassingsproblemen voor het oog. Om het comfort te verbeteren kunnen nog aanvullende voorwaarden opgelegd worden aan de helderheid van de wanden en het plafond. Ook het helderheidscontrast tussen lichtarmatuur en plafond is het best niet te groot, net zomin als dat tussen het raamvlak en het kader.

Om verblinding en hinderlijke reflecties op beeldschermen te vermijden is een goede afscherming van de lichtbronnen nodig: lamparmaturen en lichtregeling van de daglichtopeningen. Naakte lampen en zelfs opaline lampenkappen (Figuur 58) zijn dus eigenlijk uit den boze.



Fig. 58: Slechte lichtprestaties met opaline afschermkappen (PROBE, vóór renovatie).



Fig. 59: Hinderlijke reflectie van de lampenkap in een beeldscherm.

Ook de opstelling van het werkvlak (beeldscherm) ten opzichte van de lichtbronnen speelt een belangrijke rol. Een opstelling van het beeldscherm dwars op het raamvlak en de lichtarmaturen, evenwijdig met het raam, is aan te bevelen.

Als de gebruiker aanvullende middelen ter beschikking heeft om zijn individuele lichtomgeving aan te passen, dan wordt dat zeker hoog geapprecieerd: schakelmogelijkheid van de algemene verlichting, aanvullende taakverlichting, persoonlijke aankleding van de werkomgeving, ... zijn psychologisch belangrijke troeven. De tijd is voorbij dat de werkplek moest worden ontdaan van alle mogelijke prikkels. Een kale en neutrale werkomgeving wordt als saai en weinig stimulerend ervaren.

Enkele lichttechnische grootheden:

- Lichtstroom

Het lichtvermogen of de hoeveelheid licht die per tijdseenheid door een lichtbron wordt uitgestraald, uitgedrukt in lumen (lm). Als deze lichtstroom vergeleken wordt met het elektrisch vermogen van de lichtbron (in Watt) dan geeft dit het verlichtingsrendement of de lichtopbrengst van de bron (uitgedrukt in lm/W).

- Lichtsterkte

Dit is de lichtstroom die in een bepaalde richting per ruimtehoekenheid wordt uitgestraald. De lichtsterkte wordt uitgedrukt in candela ($1 \text{ cd} = 1 \text{ lm/sr}$).

- Verlichtingssterkte

De totale lichtstroom die op een bepaald oppervlak valt, uitgedrukt in lux ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$).

- Luminantie

De helderheid van een verlicht oppervlak of een lichtbron zoals het oog die waarneemt, uitgedrukt in cd/m^2 .

- Daglichtfactor

De verhouding in % tussen de verlichtingssterkten op een horizontaal vlak binnen en buiten (bij overtrokken hemel).

- Kleurtemperatuur

Deze maat voor de beleving van het licht wordt uitgedrukt in Kelvin (K): een hoge kleurtemperatuur, bv. daglicht van 6500 K, geeft

een blauwachtig, koelwit licht, terwijl het warmwit, roodachtig licht van een gloeilamp een lage kleurtemperatuur (2800 K) heeft.

- Kleurweergave-index (Ra)

In welke mate kleuren waarneembaar blijven is een eigenschap van de lichtbron: monochromatisch licht (een natriumlamp bv.) laat geen kleurweergave toe ($R_a=0$) terwijl een gloeilamp of daglicht de kleuren correct weergeven ($R_a=100$).

6.2 Daglicht hoeft niets te kosten

Het is zo evident dat we er niet meer bij stilstaan: daglicht is de meest directe vorm van zonne-energie en de belangrijkste toepassing ervan in gebouwen. Een goede integratie van daglichtgebruik in het concept van het gebouw kan dan ook een grote besparing op de elektriciteitsrekening betekenen. Maar daglicht heeft een erg wisselend karakter: het aanbod kan verschillen van het ene moment tot het andere en varieert sterk over de seizoenen. Een correcte afstemming van de kunstverlichting op het (wisselende) aanbod van daglicht is dus vereist.

Daglicht wordt bovendien ervaren als de aangenaamste vorm van licht. Kleuren worden natuurgetrouw weergegeven. Daglichtopeningen verzekeren ook het visueel contact met de buitenomgeving: een uitzicht op de directe omgeving en de ervaring van de natuurlijke wisselingen in het daglichtaanbod hebben hun invloed op het psychisch evenwicht van de mens.

Maar, ook al is daglicht gratis energie, toch moet er aandachtzaam mee worden omgesprongen. Te veel daglicht leidt tot verblinding en hinder bij het werken, vooral op beeldschermen. En bovendien betekent zonlicht ook zonnewarmte in het gebouw, nuttig tijdens het stookseizoen, maar teveel draagt bij tot oververhitting en dus tot een zware belasting op de energierekening voor koeling. Ook hier dringt de noodzaak voor een aangepaste regeling van de hoeveelheid licht zich op (zonwering, lichtwering).

6.2.1 Daglicht en architectuur

Daglicht is een van de favoriete thema's die architecten graag bespelen in creatieve ontwerpen. De lichtbeleving bepaalt voor een groot deel de charme van een gebouw. In kantoorgebouwen verdient de lichtarchitectuur bovendien een functiegerichte benadering.

Daglicht wordt binnengehaald via transparante delen van de gebouwschil: ramen in de gevels, daklichten, serres, atria, ... Glas en andere transparante of translucide materialen zijn dan ook de aangewezen materialen in de lichtarchitectuur. Maar ook de reflecterende eigenschappen van de omgeving, zowel binnen als buiten, dragen bij tot de lichtbeleving. Zo zal een lichtkleurige afwerking van de wanden in een kantoor een belangrijke invloed hebben op de verdeling van daglicht in de ruimte.

Hoeveel daglicht beschikbaar is op de werkplek, hangt af van het gevelontwerp, de keuze van glas en zonwering, de diepte van de werkplek t.o.v. het raam, de eigenschappen van de omgeving, ... De daglichtfactor (DF) is hiervoor een goed beoordelingscriterium. De DF geeft de verhouding (in %) van de verlichtingssterkte (lux) op de werkplek tot die op een horizontaal vlak buiten bij een zwaarbewolkte hemel. Een DF van 3 % betekent dat gedurende 60 % van de tijd meer dan 300 lux op de werkplek wordt gehaald (10.000 lux

buiten), terwijl de verlichtingssterkte dan nog 40 % van de tijd boven 500 lux zal liggen en 80 % boven 150 lux.

Een eenvoudig ontwerp van daglichtopeningen in de gevel, gecombineerd met een heldere afwerking van de binnenoppervlakken geeft goede resultaten voor ondiepe ruimten. Helder glas gecombineerd met een lichtkleurige zonwering is een goede optie. Indien geen buitenzonwering mogelijk is, biedt selectieve beglazing een aanvaardbaar alternatief: een behoorlijke zon(warmte)wering en toch nog zeer lichtdoorlatend. (bijvoorbeeld 70% lichttransmissie bij 35% energetische transmissie), eventueel aangevuld met een binnenzonwering voor de verbetering van het visueel comfort.

Meer geavanceerde ontwerpen kunnen gebruik maken van speciale beglazing: prismatisch of holografisch glas bijvoorbeeld stuurt de lichtstralen via het plafond diep in de kamer. Ook de reflecterende constructies op de ramen die men in het Engels 'lightshelves' noemt (zie figuur 29), zorgen tegelijkertijd voor een structurele beschaduwing in de raamzone en voor een goede lichtverdeling in de kamer door weerkaatsing van het opvallend licht op het plafond.

Om ook binnenruimten te verlichten kunnen atria of lichtputten voor aanvullende lichtopbrengst zorgen. Via de ramen die op deze binnenruimten uitkomen kan secundair licht in de ruimte gebracht worden. Ook hier verdient een afdoende bescherming tegen oververhitting uiteraard alle aandacht.

6.2.2 Daglicht en zonwering

De DF neemt sterk af met de afstand tot het raam. Ook de toepassing van een zonwering geeft een flinke knauw aan de hoeveelheid daglicht die in de ruimte komt. Op zich is dat niet zo'n probleem omdat de zonwering toch maar gebruikt wordt op zonnige momenten en de hoeveelheid licht op de gevel dan vele malen groter is dan normaal. Nochtans zal bij een te donkere zonwering het licht toch aan moeten. Minstens een deel van wat u dan wint op de koellast aan verminderde zonnewinsten, zult u opnieuw inboeten aan extra warmtelasten door de kunstverlichting. Een goed evenwicht is dus nodig en de keuze van de zonwering speelt daarbij een cruciale rol.

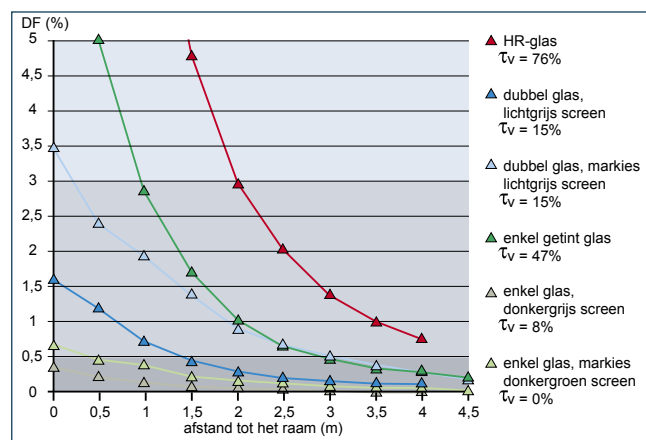


Fig. 60: Beschikbaarheid van daglicht in het PROBE-gebouw voor verschillende gevelsystemen (uitgedrukt in de daglichtfactor).

De grafiek van figuur 60 toont voor het PROBE-gebouw aan hoe belangrijk de keuze van het raamsysteem (glas + zonwering) en van de plandiepte is. De HR-beglazing presteert beduidend beter dan de originele enkele, getinte beglazing. De kleur van de zonwering blijkt een grote invloed te hebben. Wat boven de lijn van 3 % zit, kan als zeer goed verlicht beschouwd worden, wat boven 0,5 % zit met zonwering is nog steeds goed verlicht omdat de verlichtingssterkte buiten dan veel hoger is (tot 100.000 lux bij felle bezonning op de gevel geeft dus nog 500 lux binnen).

6.2.3 Daglicht en lichtwering

Directe bezonning of een te heldere hemel kunnen verblinding veroorzaken. Om zulke visuele hinder bij het werk tegen te gaan is een lichtwering zinvol. Daarvoor kunt u gebruik maken van de (buiten)zonwering of van een lichtscherm aan de binnenzijde. Let dan wel op de volgende zaken:

- De gebruikers moeten het systeem kunnen bedienen naar eigen behoefte. Automatisch gestuurde buitenzonweringen worden wellicht uitgeschakeld bij wind, regen en vrieskou en geven dan geen bescherming tegen lichthinder.
- Heldere en doorschijnende zonweringen, gekozen om maximaal daglicht toe te laten, kunnen bij fel zonlicht toch nog verblinding veroorzaken. Ook zonnetenten (uitvalschermen,...) geven, afhankelijk van de stand van de zon, soms maar een gedeeltelijke schaduw op het raam. Heldere lichtvlekken kunnen zeer hinderlijk zijn. Voor een zuidelijke oriëntatie van het raam kunnen schermen met regelbare horizontale lamellen een goede bescherming bieden, met behoud van doorzicht naar buiten. Voor andere oriëntaties zijn verticale lamellen meer aangewezen.

Afhankelijk van de eisen voor visueel comfort (maximaal toegelaten luminantie, helderheidscontrast, ...) kan een optimale keuze van zon- en lichtwering gemaakt worden. Meer hierover in Het Programma van Eisen

6.2.4 Daglicht en doorzicht

Behalve natuurlijk licht binnenhalen is een daglichtopening ook bedoeld om het visueel contact met de omgeving te verzekeren. Een zon- of lichtwering is dan ook een belemmering voor het uitzicht. Lamellenzonweringen, zonnetenten of transparante screens laten toch nog uitzicht op de omgeving. Hoe meer open de structuur is, hoe beter het doorzicht, maar ook hoe meer zonnewinsten en dus hoe meer kans op oververhitting en op verblinding.

6.2.5 Regeling van daglicht

Een lichtwering wordt het best manueel bediend, naar gelang van de individuele behoefte. Zonweringen daarentegen worden het best automatisch gestuurd (op basis van lichtmeting op de gevel, eventueel op basis van de temperatuur). Een automatische zonwering die ook als lichtwering dient, moet ook manueel kunnen worden bediend. Op het moment dat de beveiliging begint te functioneren bij wind, regen, sneeuw, is er geen bescherming tegen visuele hinder.

6.3 Kunstlicht kan veel beter met minder energie

Als daglicht niet meer toereikend is voor een comfortabele verlichting, doen we een beroep op een efficiënte kunstverlichting. Daarbij spelen de opstelling en de technologie van de lamp, de armatuur en de regeling een belangrijke rol. En ook hier zijn de comfortcondities bepalend voor de keuze. Optimale aanpassingsmogelijkheden van het verlichtingsniveau aan de wisselende behoefte van de gebruikers, naar gelang van de specifieke taak die moet worden vervuld, is een goed uitgangspunt bij het ontwerp. De richtlijnen die hier gegeven worden zijn zowel bij nieuwbouw als bij renovatie van toepassing. Overgaan tot relighting is één van de meest rendabele renovatiemaatregelen die een bouwheer of uitbater van een kantoorgebouw kan treffen: het energiegebruik daalt flink en het (visueel en thermisch) comfort wint er sterk bij. Altijd prijs dus.

6.3.1 Ontwerpwaarden: rekening houden met veroudering

De ontwerpwaarden voor kunstverlichting zijn dezelfde als die voor daglichtgebruik. Wel moet rekening gehouden worden met de veroudering van de toestellen, zodat bij het ontwerp hogere startwaarden moeten worden aangehouden (10 % meer).

Bovendien wordt het best rekening gehouden met de hogere eisen van oudere mensen. Vanaf 50 jaar is 500 lux geen overbodige luxe, terwijl jongeren het met 300 tot 400 lux kunnen stellen. Regelmogelijkheden zijn dus gewenst. Eventueel kan een algemene basisverlichting aangevuld worden met een individuele taakverlichting.

6.3.2 Lamptechnologie: een wereld van verschil

Van de primitieve gloeilamp die 95 % van de opgenomen elektrische energie als warmte afgeeft naar de moderne hoogfrequent gestuurde fluorescentiebuisen is een grote technologische sprong. Tabel 3 geeft karakteristieken voor een aantal combinaties van lamptype en ballast. Daaruit blijkt dat er zeer grote verschillen in lichtopbrengst bestaan tussen de verschillende technologieën.

6.3.3 Efficiënte armaturen

Om het licht optimaal te geleiden zijn aangepaste verlichtingstoestellen nodig. Naakte armaturen of de oude diffuserende kappen (zie bijvoorbeeld figuur 58) zijn nu toch wel uit den boze. De eerste wegens visueel comfort, de andere wegens de efficiëntie. Deze gesloten lichtkappen absorberen een groot deel van het licht en leiden bovendien tot sterke opwarming binnen de kap waardoor het lichtrendement weer daalt.

Type	Lichtkleur	Kleurweergave	Rendement (lm/W)	Vermogen (W)	Lichtstroom (lm)	Levensduur (h)
Gloeilampen						
Gloeilampen	Extra warm wit	Zeer goed	8 - 15	15 - 300	120 - 4850	1000
Halogeenlampen	Warm wit	Zeer goed	12 - 35	20 - 100	350 - 2400	2000 - 4000
Fluorescentielampen (Lagedrukkwiklampen)						
Compact, klassiek ballast ('spaarlamp')	Extra warm wit tot koelwit	Goed tot zeer goed	30 - 65	11 - 44	250 - 2900	10.000
Compact, hoogfrequent ballast	Extra warm wit tot koelwit	Goed tot zeer goed	40 - 80	6 - 62	250 - 4800	12.500
Buislamp, klassiek ballast	Extra warm wit tot koelwit	Goed tot zeer goed	45 - 76	10 - 75	450 - 5200	12.000
Buislamp, hoogfrequent ballast	Extra warm wit tot koelwit	Goed tot zeer goed	70 - 93	20 - 55	1400 - 5700	16.000
Hogedruklampen						
Kwikdamplampen	Warm wit tot neutraal wit	Matig	30 - 50	56 - 1040	1800 - 58.500	12.000 - 18.000
Metaaliodidelampen	Warm wit tot neutraal wit	Matig tot goed	60 - 90	275 - 2050	17.000 - 190.000	20.000
Natriumdamplampen	Geel tot geelwit	Slecht tot goed	60 - 130	61 - 1020	3400 - 130.000	28.000
Inductielampen						
Inductielampen	Warm wit tot neutraal wit	Goed	60 - 70	55 - 85	3600 - 6000	100.000

Tabel 3: De meest voorkomende lamp-ballastcombinaties en hun karakteristieken.

De moderne verlichtingstoestellen blinken uit door hun zeer goede optische prestaties. De reflector is nu meestal vervaardigd van goed weerkaatsend aluminium met een uitgeknipte vormgeving die ervoor zorgt dat het licht optimaal naar het werkvlak geleid wordt en zo weinig mogelijk in de verkeerde richting uitgestraald wordt of gevangen blijft in de lichtarmatuur. Lenzen of lamellenroosters moeten verblinding of weerkaatsing in computerschermen tegengaan.

Voor sfeer- of accentverlichting wordt nog steeds graag teruggegrepen naar de populaire halogeenspotjes die een warm, schitterend licht geven, maar erg energieverblindend zijn in vergelijking met de fluorescentielampen. Nochtans zijn er voldoende alternatieven voorhanden met veel betere energetische prestaties. Er zijn allereerst verlichtingstoestellen in de handel die probleemloos kunnen worden uitgerust met compact-fluorescerende lampen (spaarlampen), of die er zelfs speciaal voor ontworpen zijn: inbouwspotjes, up- of downlighters, staanlampen, decoratieve wandverlichting, ...

6.3.4 Opstelling

Directe verlichting is het meest efficiënt om het werkvlak te verlichten. Met goede afschermroosters bieden deze toestellen

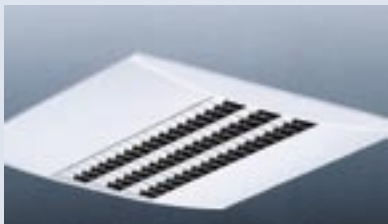
bovendien een zeer goed visueel comfort voor computergebruikers. Nadeel is dat het bovendeel van de kamer minder goed verlicht wordt en dat er een zogenaamd 'keldereffect' optreedt. Om dat te voorkomen is het nuttig om ook wat indirect licht te verdelen via het plafond en de wanden. Die moeten dan wel wit aangekleed zijn.

Een andere energie-efficiënte optie is om een beperkte algemene verlichting te installeren (bijvoorbeeld op 300 lux), aangevuld met een taakverlichting per werkplek. Het laat bovendien een individuele controle over het eigen visuele comfort toe.

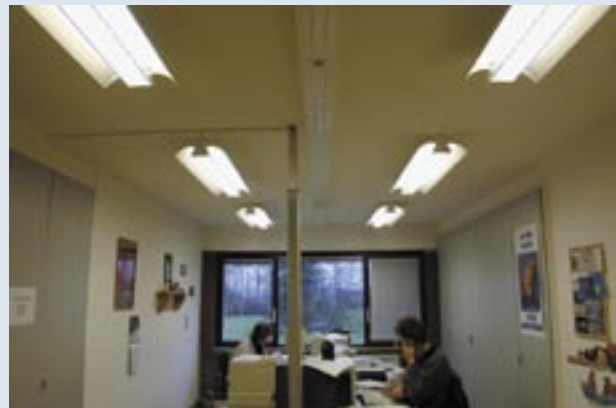
6.3.5 Intelligente sturing

Verlichten waar en wanneer het nodig is, en zo mogelijk toegesneden op de persoonlijke behoefte van elke gebruiker, is de opgave voor elke rationele stuurstrategie. Een centrale aan-uitregeling voor het hele gebouw of per verdieping is af te raden, behalve bij gebouwen met een vaste bezetting op vaste tijden. In dat geval wordt zo'n sturing het best aangevuld met een schemerschakeling of met een centrale daglichtmeting. Toch zijn dergelijke gebouwen vaak een baken van energieverstopping in het landschap. Bovendien is er geen mogelijkheid tot individueel aanpassen aan de behoefte.

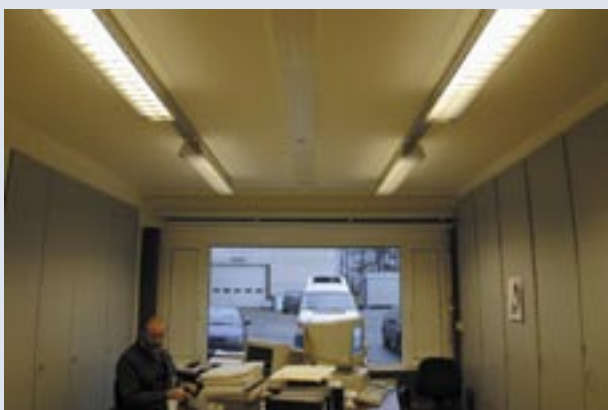
Fig. 61: Verschillende energie-efficiënte verlichtingstoestellen zoals toegepast in het demonstratiegebouw PROBE:



a) opbouw of inbouw met T5-lampen.



b) een voorbeeld van directe verlichting.



c) twee voorbeelden van direct-indirecte verlichting, allemaal met daglichtcompensatie.



Fig. 62: Draadloze manuele schakelaar.

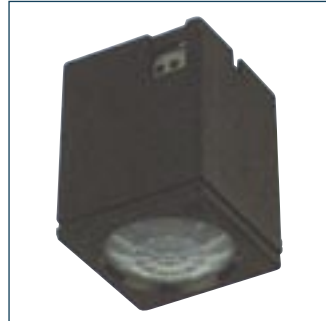


Fig. 63: Infraroodsensor voor aanwezigheids- of afwezigheidsdetectie.

Manuele schakeling per kantoor of per zone is wellicht de meest eenvoudige en een redelijk zuinige optie, op voorwaarde dat elk individu de discipline opbrengt om het licht aan of uit te schakelen wanneer het verwacht wordt. Om te vermijden dat het licht toch onnodig blijft branden kan op bepaalde tijdstippen een centrale puls over het net gestuurd worden om alle lichten te doven. Waar nodig kan er dan manueel opnieuw aangeschakeld worden.

Wanneer dit in een werkomgeving moeilijk haalbaar is, kan naar meer intelligente automatische regelingen gekeken worden.

6.3.6 Aanwezigheidsdetectie

Een infraroodsensor die beweging en warmte detecteert, schakelt de verlichting aan zodra iemand in de buurt komt, bij het verlaten van de ruimte wordt er weer uitgeschakeld. Zeker voor kantoren met wisselende bezetting is dit een interessante optie. Anderzijds vormt het permanente verbruik van de aanwezigheidsdetectie een nadeel. Let erop dat het permanent opgenomen vermogen van de sensor niet boven 1 W komt.

6.3.7 Afwezigheidsdetectie

Een meer rationele sturing is wellicht een manuele aan- uitschakeling gecombineerd met een automatische afwezigheidsdetectie. De gebruiker heeft dan volledige controle, en het licht zal niet onnodig blijven branden. Ook bij voldoende daglicht wordt het niet opnieuw aangeschakeld. Bovendien is er geen basisverbruik van de sensor wanneer de verlichting is uitgeschakeld.

6.3.8 Daglichtcompensatie

In goed ontworpen kantooromgevingen kan daglicht gedurende een groot deel van de dag voor een substantieel deel van de verlichting zorgen. De elektrische verlichting moet daar dan wel op kunnen inspelen. Er zijn verschillende systemen met daglichtsensoren op de markt die zorgen dat het vermogen van de verlichting automatisch wordt gedimd naar gelang van het beschikbare daglicht.

De sensor meet via de luminantie van het oppervlak, de totale verlichtingssterkte op het werkvlak, en stuurt de ballast van de fluorescentieverlichting tot een vooraf ingestelde waarde van de lichtstroom bereikt wordt. Ofwel gebeurt de meting centraal per ruimte (Figuur 64), ofwel per verlichtingstoestel (Figuur 65). Op die manier wordt er niet nodeloos elektrisch vermogen ingezet bij voldoende daglicht.



Fig. 64: Daglichtsensor voor centrale meting per kantoorruimte.



Fig. 65: Daglichtsensor op verlichtingstoestel.



Fig. 66: Een kleine sensor in het verlichtingstoestel meet de luminantie op het werkopervlak en regelt het vermogen van het kunstlicht naar gelang van het beschikbare daglicht.

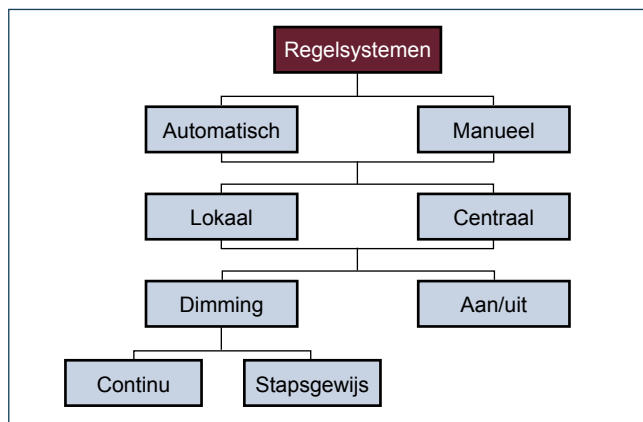


Fig. 67: Verschillende regelstrategieën zijn mogelijk om het verlichtingsniveau aan te passen aan de behoefte.

6.3.9 Energiegebruik

Wereldwijd is elektrische verlichting verantwoordelijk voor meer dan 2000 TWh elektriciteit en 2,9 miljard ton CO₂-emissie per jaar. Kantoorverlichting kan tot een derde van het totale primaire energieverbruik van het gebouw voor haar rekening nemen. Daar kan wat aan gedaan worden. Verschillende technologieën, lampen, verlichtingstoestellen, controlestrategieën zijn voorhanden en worden nog voortdurend verbeterd en verder op punt gesteld. Uitkijken is dus de boodschap en een goed gefundeerd advies van een verlichtingsdeskundige is zeker een verantwoorde opdracht. Ook bij de verschillende energiezuinige opties kunnen nog belangrijke verschillen in energiegebruik en in het resulterend visueel comfort optreden.

Zo kon bij de renovatie van het PROBE-gebouw het gemiddeld lichtvermogen teruggedrongen worden van 25 naar 11 W/m². Figuur 68 toont echter dat het ene systeem beter presteert dan het andere. 2,5 W per m² en per 100 lux is een bovengrenswaarde die aan nieuwe systemen moet worden gesteld. Onder 2 W per m² en per 100 lux kan men spreken van een energie-efficiënte installatie.

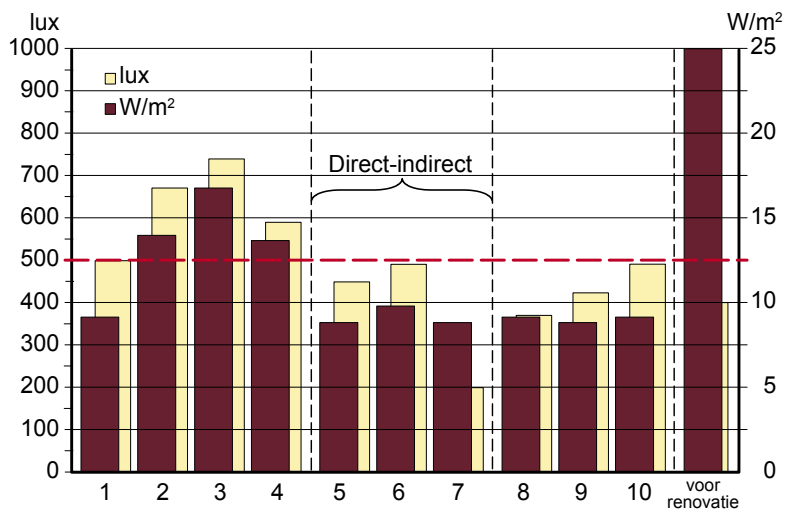


Fig. 68: In het PROBE-gebouw werden bij de renovatie 10 verschillende verlichtingssystemen gedemonstreerd. Zowel in de resulterende verlichtingssterkte (in lux) als in het geïnstalleerde vermogen (in W/m²) zijn er opmerkelijke verschillen. De schalen zijn zo gekozen dat 500 lux overeenkomt met 12,5 W/m², wat neerkomt op 2,5 W per m² en per 100 lux. Waar de bruinrode balk onder de gele blijft, presteert het systeem beter dan deze waarde.

6.3.10 Verlichting = elektrische verwarming

Vergeet ook niet dat alle elektrische energie van de verlichting uiteindelijk gedissipeerd wordt als laagwaardige warmte en dus bijdraagt tot de warmtehuishouding van de ruimte. 's Winters kan dit nog beschouwd worden als een (inefficiënte) bijdrage tot de verwarmingsbehoefte. Vaak echter zal deze vorm van elektrische verwarming een extra last betekenen om het thermisch comfort binnen de grenzen te houden en zal deze energie moeten worden weggekoeld. Een reden te meer dus om er zo zuinig mogelijk mee om te springen, niet alleen door een efficiënte verlichtingsinstallatie, maar ook door een doordacht ontwerp dat optimaal gebruikmaakt van daglicht.

7 Kantoorapparatuur

7.1 Informatica toepassingen

Computers, printers, faxen en kopieerapparaten: ze zijn al een tijdje niet meer weg te denken uit de kantooromgeving en ze worden steeds talrijker. Al deze toestellen verbruiken energie en geven warmte af. Zeker in de zomer kan deze apparatuur zorgen voor oververhitting. Bij het kiezen van nieuwe kantoorapparatuur, is het in het belang van het milieu om te kijken naar meer dan alleen maar elementen als prijs, snelheid en betrouwbaarheid van PC, beeldschermen, printers, faxen en kopieerapparaten. De conventionele kantoorapparatuur met een vergelijkbare snelheid, functionaliteit en betrouwbaarheid, gebruikt soms 10 keer meer dan de energiezuinige.

Jaarlijks energiegebruik van een kantoor		
Apparaat	Gewoon kantoor (kWh/jaar)	Energie-efficiënt kantoor (kWh/jaar)
10 PC's	1920	880
1 printer	185	115
1 kopieerapparaat	800	500
1 fax	205	60
Totaal verbruik	3110	1525

Energiegebruik kantoorapparatuur		
Apparaat	Opgenomen vermogen bij actief gebruik (Watt)	Stand-by vermogen (Watt)
PC's en monitors	120	30 - 45
PC's	40	20 - 30
Monitors	80	10 - 15
LCD-scherm	28	4
Laserprinters	90 - 130	20 - 30
Kopieerapparaat	120 - 1000	30 - 250
Fax	30 - 40	10
Drankenautomaat	350 - 700	300

Bron: *Effect, Vakblad voor energie-efficiency in Rijksgebouwen, jaargang 9, 2001, nr 1, blz 5.*

7.2 Wat is Powermanagement?

Recent ontwikkelde kantoorapparatuur is uitgerust met powermanagement. Dit betekent dat dit systeemonderdeel automatisch uitgeschakeld wordt, als het apparaat niet actief gebruikt wordt. In veel gevallen echter is de powermanagementfunctie uitgeschakeld. Een belangrijke taak is weggelegd voor de installateurs van kantoorapparatuur om de powermanagementfunctie in te schakelen en aan de gebruiker mee te geven hoe ze ermee moeten omspringen. Een PC met powermanagement bespaart tot 60 procent energie.

7.3 Hoe energiezuinige kantoorapparatuur herkennen?

Voor de leverancier en inkoper van kantoorapparatuur is er nog geen eenduidig energielabel. In het buitenland is al wel een begin gemaakt van een energielabel van energie-efficiënte kantoorapparatuur. Zo is in de VS voor fabrikanten van zuinige kantoorapparatuur het 'Energy Star label' te verdienen en wordt in Zwitserland het 'Energy 2000 label' gebruikt. Kantoorapparatuur voorzien met het Energy Star-logo kost over het algemeen niet meer dan andere apparatuur. Computers die gebruik maken van dit label hebben een langere levensduur dan conventionele producten vermits ze een groot deel van hun tijd in slaapstand staan. Anderzijds produceren ze veel minder warmte. Dit heeft een positieve impact op de werkomgeving en op de koelbehoeften.

Over het gebruik van kantoorapparatuur in stand-by doen veel mythen de ronde, die mensen ervan weerhouden om minder energie te gebruiken:

- Fabel 1: "Het is slecht voor de computer als je hem steeds aan en uit zet."

Regelmatig aan- en uitzetten van een computer kan absoluut geen kwaad.

- Fabel 2: "Als een computer een tijdje in stand-by staat, kunnen bestanden verloren gaan."

De meeste fabrikanten van Energy Star computers testen hun apparaten hierop met populaire, algemeen verkrijgbare software. Vraag bij twijfel bij de fabrikant informatie op over tests van software die op het aan te schaffen systeem zal worden gebruikt.

- Fabel 3: "We gebruiken al een screen-saver."

Een screen saver bespaart geen energie. Hij beschermt enkel het scherm tegen inbranden van het beeld, door het continu wisselen van de beelden.

8 Waarom worden deze interessante opties dan niet massaal toegepast?

Weerstand en barrières tegen energiezuinige oplossingen kunnen omzeild worden door:

- Correcte prestatiebepaling
- De winst in werkklimaat rechtvaardigt eventuele meerkosten
- Lagere exploitatiekosten
- Een energiezuinig gebouw heeft een meerwaarde
- Het programma van eisen omschrijft de verwachtingen van de bouwheer
- Controle van de gerealiseerde prestaties bij oplevering
- Energiediensten stimuleren
- Geïntegreerd ontwerpen: het bouwteam coördineert

De techniek en de knowhow zijn voorhanden om de oplossingen die in de voorgaande hoofdstukken worden aangedragen toe te passen bij nieuwe bouwprojecten of verbouwingen. Moderne kantoorgebouwen zouden dus goede energieprestaties kunnen

v□

e□

Het l□

indicatie van de belangrijkste belemmeringen.

8.1 Geen eenduidige procedures om prestaties in te schatten

Vaak ontbreken eenduidige procedures om de kosten en de baten van REG-investeringen in te schatten. Dit probleem ligt onder andere op het vlak van energiezuinige verlichting, passieve koeling, vraaggestuurde ventilatie, de integratie van zonne-energiesystemen in gebouwen, en andere geavanceerde technologieën.

Aangepaste procedures zijn vereist voor de prestatie-evaluatie van nieuwe gebouwssystemen, technologieën en ontwerpstrategieën. De nieuwe energieprestatieregelgeving biedt hiervoor een kader via de gelijkwaardigheidsverklaring.

8.2 De energiekosten zijn marginaal

De energiekosten maken slechts een marginaal onderdeel uit van de totale bedrijfskosten. In kantoren is gemiddeld slechts 2% van de personeels- en werkingskosten voor energie. Dat heeft tot gevolg dat er maar weinig aandacht is voor mogelijke besparingen op de energiefactuur, zelfs wanneer die op zich zeer rendabel zijn. Dit betekent dat het investeringsgedrag enkel drastisch zal veranderen wanneer de energiefactuur ondraaglijk wordt, of wanneer de sociale druk te hoog wordt.

In een aantal landen en bedrijven is energiezuinigheid in de bedrijfspolitiek een vrij belangrijke factor in het kader van imagovorming van het bedrijf naar de buitenwereld en naar de werknemers. Energiezuinigheid is dan niet zozeer een economisch thema maar een thema in het kader van milieuvriendelijkheid.

In de voorgaande hoofdstukken is aangetoond dat energiezuinige technieken ook hand in hand gaan met een verbetering van het binnenklimaat. Een aangenaam werkklimaat en een milieuvriendelijk imago kunnen een belangrijke impact hebben op de prestaties van de werknemers en op de aantrekkingskracht van het bedrijf naar nieuwe medewerkers.

8.3 Verschillende prioriteiten bij bouwheer en gebruiker

Een groot gedeelte van het gebouwenpark wordt gerealiseerd door projectontwikkelaars en wordt doorverhuurd of verkocht aan bedrijven. Dit betekent dat de investeerder en de gebruiker verschillend zijn. Investerings in energiezuinigheid komen dus niet ten goede aan de investeerder maar aan de gebruiker. Hier bestaat een belangrijke niet-technische barrière. Enkel indien er voldoende druk komt van de kopers of huurders van deze gebouwen om ook de energie- en klimaataspecten van nieuwe gebouwen te waarderen, zal de investeerder geneigd zijn om hier een inspanning te doen.

Energiecertificatie kan een belangrijk hulpmiddel zijn als stimulans voor verbeteringen bij herverhuur, bij renovatie,...

In het kader van de energieprestatieregelgeving (vanaf 2006) zal het mogelijk zijn om uit de berekening van de energieprestatie van nieuwe gebouwen een certificaat af te leveren.

Momenteel wordt door de Vlaamse Overheid een referentiekader uitgewerkt voor het invoeren van een energieprestatiecertificaat bij verhuur en verkoop van gebouwen.

8.4 De ontwerper correct vergoeden

De verloning van architecten en studiebureaus bij het ontwerp van nieuwe gebouwen gebeurt meestal procentueel op basis van de kostprijs van het gebouw of van de technische installaties. Vooral bij klimaatinstallaties betekent het gebruik van installatiearme concepten enerzijds meer studiewerk en risico voor de ontwerper en anderzijds lagere inkomsten door het uitsparen van installaties.

Een alternatief ontwerp gebruiken, zelfs wanneer dit vele voordelen heeft, brengt risico's met zich mee. Het is over het algemeen gemakkelijker voor de ontwerper om geaccepteerde standaardpraktijken te volgen, in het bijzonder als zijn honorarium in beide gevallen gelijk blijft.

Hier zijn alternatieve vergoedingsmechanismen op hun plaats waarbij de ontwerpers loon naar werken krijgen. Dat kan bijvoorbeeld door een forfaitaire vergoeding op basis van de totale gebouwkosten, onafhankelijk van de grootte van de technische installatie, of door een progressief tarief toe te passen dat expliciet rekening houdt met de uiteindelijke exploitatiekosten van het gebouw en zo energiezuinigheid belooft.

8.5 Prestaties correct omschrijven

De bouwheer heeft vage verwachtingen van het gebouw dat hij wil laten optrekken. Om de opdracht aan het ontwerpteam goed te omschrijven moet hij die verwachtingen kunnen vertalen in een concreet programma van eisen dat prestatiegericht is. In de huidige praktijk is het nog geen gemeengoed om eisen aan het binnenklimaat en aan de exploitatievoorwaarden, o.a. het energiegebruik, te expliciteren. De communicatie tussen ontwerper en bouwheer verloopt nog eerder via algemeenheden en impliciete of onuitgesproken verwachtingen. Het is dan ook moeilijk om achteraf het resultaat te toetsen aan deze verwachtingen. Het ontwerpteam heeft tenslotte de opdracht om deze eisen om te zetten in een rationeel gebouwontwerp en in concrete specificaties voor materialen, componenten en uitvoeringswijzen.

8.6 Wie controleert de prestaties?

Om de milieudoelstellingen te halen en om de engagementen t.o.v. de internationale gemeenschap na te komen legt de overheid eisen of beperkingen op aan het energiegebruik van gebouwen. Uit diverse studies blijkt dat de reële energiestatistiek van gebouwen in de praktijk dikwijls mijlenver staan van wat men zou kunnen verwachten.

Voor de isolatieregelgeving worden in het Vlaamse Gewest zowel administratief als in situ controles uitgevoerd.

Een belangrijk aspect is het wettelijke kader voor het tijdstip van controle. Momenteel doet de overheid een nazicht van het formulier dat bij de bouwtoelating wordt voorgelegd. Tijdens het bouwproces kan een steekproefsgewijze werfcontrole volgen om na te gaan of de voorziene maatregelen uitgevoerd worden.

In het kader van de nieuwe energiestatistiekregulering (zie 9.2.) wordt het tijdstip van bewijsvoering verschoven. Op het einde van de werkzaamheden moet de bouwheer aantonen dat het gebouw (zoals uitgevoerd) voldoet aan de geldende eisen. De overheid zal dit aangifte document enerzijds administratief controleren. Anderzijds zal de overheid steekproefsgewijs na afloop van het bouwproces controleren of alles is uitgevoerd zoals beschreven en of het ganse gebouw effectief voldoet aan de eisen. Hiervoor zullen de controle-ambtenaren zich onder andere baseren op hun gedane vaststellingen tijdens de bouwwerken.

8.7 Wie verdient aan minder energie?

Energieleveranciers hebben er op dit ogenblik weinig of geen belang bij om energiebesparingen te stimuleren bij hun klanten. Meer verkoop van energie betekent immers meer omzet en meer winst. Momenteel ontbreken de stimuli om de energiebedrijven te belonen voor het aanbieden van energiediensten die leiden tot rationeel energiegebruik.

8.8 Openbare aanbestedingen en REG vaak tegenstrijdig

Meestal kiest men bij een aanbesteding voor de laagste aanbidding. Vaak zijn bestekomschrijvingen weinig prestatiegericht wat ervoor kan zorgen dat minderwaardige apparatuur en materialen worden gebruikt. Op lange termijn kunnen hierdoor hogere kosten opduiken als men rekening gaat houden met de energiekosten en de exploitatiekosten.

8.9 Het imago en de energiezuinigheid

Gebouwen functioneren nog steeds als het visitekaartje van een bedrijf. Nog te vaak worden de gevel en de inkomhal van een kantoorgebouw ontworpen met oog voor de uitstraling, maar zijn binnenklimaat en energieverbruik van de kantoren ondergeschikte doelstellingen.

Het moet een uitdaging worden voor architecten om een goede architectuur te combineren met een goed binnenklimaat en een aanvaardbaar energiegebruik.

8.10 Installaties zijn vaak te groot

In bestaande en nieuwe kantoorgebouwen worden technische installaties bij de ontwerpfasen vaak overgedimensioneerd om er zeker van te zijn dat deze installaties voldoende prestaties kunnen leveren in extreme omstandigheden. Overdimensionering geeft aanleiding tot lagere rendementen bij deellast en bijgevolg tot overmatig energiegebruik.

8.11 Het economisch plaatje

Op het vlak van REG-investeringen wordt vaak de pay-back-methode gehanteerd. De criteria om te beslissen of een investering voldoende winstgevend is, geven vaak aanleiding tot het schrappen van heel wat, nochtans rendabele REG-investeringen. Vaak worden op het vlak van investeringen terugverdientijden van hooguit 1 à 2 jaar geëist, wat voor REG-investeringen soms te kort is.

8.12 De tijdshorizon

REG-investeringen worden meestal over een termijn van meerdere (3 à 10) jaren terugverdiend. In een systeem van jobrotatie kan dat ervoor zorgen dat men deze langetermijnprojecten uit de weg gaat, aangezien men binnen x aantal jaar vaak niet meer verantwoordelijk is voor die projecten.

9 Nieuwe sporen voor energiezuinige gebouwen met goed binnenklimaat

9.1 Het programma van eisen

9.1.1 Bouwen is een ingrijpende zaak

Ontwerpen, bouwen of verbouwen van woon- of utiliteitsgebouwen is voor een opdrachtgever, een gebruiker en het milieu meestal een ingrijpende zaak, waarmee doorgaans ook belangrijke investeringen gepaard gaan. De gebouwen hebben immers een belangrijke impact op het gebruik zelf van het gebouw en op het comfortgevoel van de gebruikers. Door zijn betrekkelijk lange levensduur heeft een gebouw bovendien een grote invloed op de fysieke en sociale omgeving. Opdrachtgevers en gebruikers zullen tevreden zijn als aan al deze eisen, verwachtingen en wensen voldaan wordt.

9.1.2 Bouwen is kwaliteit leveren

Kwaliteit leveren is bijgevolg leveren wat er gevraagd of verwacht wordt. Deze kwaliteit wordt geleverd wanneer het gebouw voldoet aan wat vooraf overeengekomen werd met de opdrachtgever of de gebruiker. Om die kwaliteit te kunnen leveren moeten de partners in dit bouwproces de vraag van de opdrachtgever of gebruiker zeer goed kennen. De uitvoerders moeten in principe de kwaliteit leveren die gevraagd wordt.

Het aangegeven middel om die vraag vrij goed te kennen is het programma van eisen (PVE). In deze optiek is het PVE dan ook een van de belangrijkste documenten in het bouwproces. Zoals blijkt uit tabel 4 is het opmaken van dit PVE een activiteit die helemaal vooraan staat in het bouwproces en alle andere activiteiten en fasen in dit proces beïnvloedt en die meegroeit met de verschillende fasen van het bouwproces.

9.1.3 Het PVE als geschikt communicatiemiddel

De opdrachtgever en de gebruikers moeten door middel van het PVE zo goed mogelijk hun wensen en eisen kunnen bekendmaken. Het is duidelijk dat het PVE alle nodige informatie moet bevatten om alle ontwerpbeslissingen zo goed mogelijk en zo veel mogelijk in één keer te kunnen nemen.

Het probleem is dat er echter maar weinig opdrachtgevers en gebruikers in staat zijn om heel duidelijk en precies te formuleren aan welke eisen hun gebouw moet voldoen. Vaak gaat het immers om een kwaliteit waarvan zij zich in de dagelijkse praktijk bewust zijn, maar die zij moeilijk expliciet kunnen formuleren. Opdrachtgevers en gebruikers moeten zich daarom ook kunnen laten adviseren bij het opstellen van een PVE.

9.1.4 Het PVE bepaalt het hele bouwproces van ontwerp tot uitvoering

Het PVE vertaalt de behoeften, wensen, eisen en verwachtingen van de opdrachtgever of de gebruiker zodat ze het ontwerpproces kunnen sturen. Het PVE is geen vragenlijstje vooraf, maar een document dat aansluit bij de principes van projectmatig werken. Het bevat de fasegewijze ontwikkeling van een gebouw, in samenwerking met het ontwerp. De PVE-ontwikkeling loopt steeds een stap vooruit op de ontwerpontwikkeling.

9.1.5 Het PVE als permanent evaluatiekader bij het ontwerpproces

Het PVE vormt naderhand ook het evaluatiekader voor de diverse stadia van het ontwerp, aangezien het PVE zich in de loop van het proces – en in nauwe samenhang met de evolutie van het ontwerp – moet ontwikkelen van globaal detailniveau tot fijner uitgewerkte eisen, die moeten passen binnen de kaders die op het vorige niveau zijn vastgelegd. De evaluatieresultaten van elke fase moeten telkens vastgelegd worden in een fasegebonden formele status van het PVE zodat dit evolutief PVE zijn waarde als evaluatiekader voor het volgende ontwerpstadium blijft behouden.

Hoofdactiviteiten in het bouwproces	Fasen in het bouwproces					
	Opdracht	Ontwerp	Uitwerking	Voorbereiding	Uitvoering	Oplevering
Programma	Evolutief PVE					PVE Check
Ontwerp		Ontwerp				
Technische uitwerking			Bestek	Uitvoeringsplan		
Uitvoering					Bouwen	
Ingebruikname					Dossier as-built	

Tabel 4: De plaats van het programma van eisen (PVE) in het bouwproces.

9.1.6 Het PVE als instrument voor oplevering en onderhoud

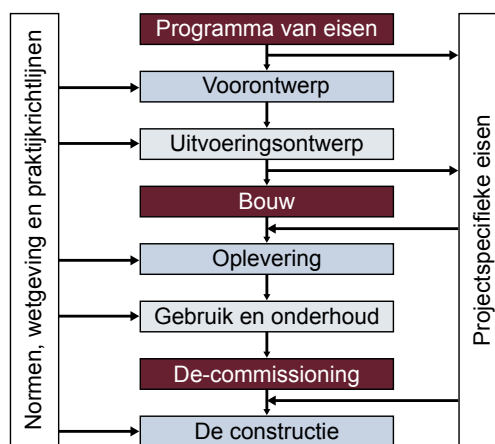


Fig. 69: Mogelijke impact van normen, reglementen en projectspecifieke eisen op het bouwproject.

Bij het ontwerp is het PVE een hulp bij het definiëren van de ontwerpdoeleinden en de prestatiecriteria. Bij de oplevering van gebouw en de installaties kan het PVE dienen als instrument voor het testen van systemen en componenten, waarbij de resultaten getoetst worden aan de gestelde criteria van het PVE. Ook in een latere fase kan het PVE dienen voor het beheren van het gebouw en de installaties, namelijk voor het checken van de prestaties van systemen en componenten na onderhouds- of herstellingswerkzaamheden.

9.2 Energieprestatieregelgeving als wetgevend kader vanaf 2006

Momenteel is de Vlaamse isolatieregelgeving enkel van toepassing op woongebouwen. Om de CO₂-emissies te beperken en het energieverbruik te verminderen zijn dringend maatregelen nodig. Gezien het nog beschikbare besparingspotentieel bij gebouwen, worden vanaf 2006 de eisen en het toepassingsgebied van de Vlaamse isolatieregelgeving uitgebreid.

Vlaanderen volgt hierin de Europese richtlijn betreffende de energieprestatie van gebouwen (goedgekeurd op 16 december 2002), die een verbetering van de energieprestaties van gebouwen nastreeft. De richtlijn legt op dat elke lidstaat onder andere minimumeisen stelt aan de energieprestaties van gebouwen, een energieprestatiecertificaat én een regelmatige keuring van centrale verwarmingsketels en koelinstallaties invoert. De lidstaten dienen uiterlijk tegen 4 januari 2006 aan de richtlijn te voldoen. Voor de invoering van het energieprestatiecertificaat kunnen de lidstaten drie jaar uitstel aanvragen.

Op 7 mei 2004 heeft de Vlaamse regering het Energieprestatiedecreet bekrachtigd. Dit is het decreet houdende eisen en handhavingmaatregelen op het vlak van de energieprestaties en het binnenklimaat voor gebouwen én tot invoering van een energieprestatiecertificaat.

Het Voorontwerp van besluit van de Vlaamse regering tot vaststelling van de eisen op het vlak van de energieprestaties en het binnenklimaat voor gebouwen is principieel goedgekeurd op 26 maart 2004. Meer informatie vindt u terug op www.energiesparen.be/energieprestatie.

De energieprestatieregelgeving legt energieprestatie-eisen op aan gebouwen waarin ten behoeve van mensen (woon-, werk-omgeving, ...) een specifiek binnenklimaat wordt gerealiseerd en waarvoor vanaf 2006 een stedenbouwkundige vergunning wordt aangevraagd.

De energieprestatieregelgeving schenkt aandacht aan de energetische aspecten van gebouwen, de technische uitrusting (verwarmings-, koelings- en verlichtingsinstallaties, ...) en aan diverse aspecten van het binnenklimaat (zomercomfort, invloed van interne warmtewinsten, ...). Het toepassingsgebied van de regelgeving wordt conform de richtlijn uitgebreid naar school- en kantoorgebouwen, industriële gebouwen, ziekenhuizen, hotels en restaurants, sportvoorzieningen, ...

Voor nieuwe kantoorgebouwen gelden eisen met betrekking tot de maximale U-waarden van de constructiedelen, het maximaal globale isolatiepeil (K-peil) van het gebouw, de minimale ventilatievoorzieningen en de maximale energetische prestatie (E-peil). Deze

verplichtingen zijn ook van toepassing bij een volledige heropbouw en voor grondige verbouwingen van kantoorgebouwen. Wanneer een kantoorgebouw deel uitmaakt van een ander gebouw worden, onder bepaalde voorwaarden, de eisen beperkt.

De praktische werkwijze en de handhaving worden vanuit de opgedane ervaringen met de isolatieregelgeving substantieel gewijzigd:

- De uiteindelijke bewijsvoering van de conformiteit met de energieprestatie-eisen wordt geleverd na de ingebruikname van het gebouw. De bouwheer wordt hiervoor bijgestaan door een verslaggever, die de gegevens omtrent de energieprestatie van het gebouw (isolatie van de gebouwschil, compactheid, technische installatie, ventilatievoorzieningen, ...) correct rapporteert.
- Het voorstel van energieprestatiedecreet voorziet een eigen handhavingkader. Overtredingen worden met administratieve boetes, evenredig met de kostprijs van de investering waarmee de bouwheer aan de opgelegde energieprestatie kon voldoen, bestraft.

Deze regelgeving is vanaf januari 2006 van kracht. De inwerkingtreding van de regelgeving wordt vanuit de overheid ondersteund met diverse opleidingen, sensibiliseringsacties en een softwarepakket voor de berekeningen.

Het Energieprestatiedecreet voorziet eveneens de wettelijke basis voor de invoering van een energieprestatiecertificaat. Voor nieuwe gebouwen wordt samen met de bewijsvoering voor het voldoen aan de energieprestatie eisen een energieprestatiecertificaat opgemaakt. Ook bij de verkoop of verhuur moet de verkoper of verhuurder een energieprestatiecertificaat voorleggen aan de potentiële koper of huurder. Dit certificaat informeert over de energie-efficiëntie en het energieverbruik van zowel nieuwe als bestaande gebouwen. Kopers of huurders krijgen hierdoor een beter inzicht in de energie-efficiëntie van het gebouw en kunnen uiteindelijk bewuster kopen of huren.

De energieprestatieregelgeving streeft niet enkel het behalen van de Kyotodoelstellingen en een vermindering van het energieverbruik en de CO₂-emissies na maar draagt ook fundamenteel bij tot het verbeteren van de woon- en werkkwaliteit en het binnenklimaat van het Vlaamse gebouwenbestand. De gebruiker heeft het voordeel van een lagere energiefactuur, waardoor de gemaakte investering zich na verloop van tijd terugverdient.

10 Meer informatie

10.1 E-GiDS: een VLIET-bis-project

Deze brochure staat in het kader van het 'E-GiDS'-project.

'E-GiDS' staat voor 'Energiezuinige Gebouwen in de Dienstensector' en is een beleidsvoorbereidend onderzoek in het kader van het VLIET-bis-programma, met steun van het Vlaams Gewest, onder beheer van het IWT. Hulpmiddelen moeten bouwheren, architecten en studiebureaus in staat stellen om prestatie-eisen voor een kantoorgebouw te definiëren, zodat het resultaat energetisch zeer gunstig is. Naast het definiëren van kwaliteitsvereisten voor een goed comfort, werd bijzondere aandacht besteed aan de relatie tussen binnenklimaat en energieverbruik. Eisen, normen en prestaties op het vlak van het te realiseren binnenklimaat en de randvoorwaarden voor het energiegebruik werden aangegeven.

Projectpartners

Dit onderzoek werd uitgevoerd door:

- Cenergie cvba Centrum Energie-efficiëntie – Studiebureau Duurzaam Bouwen:
projectcoördinator en uitvoerder van het luik 3 'Lastenboek-teksten'.

Meer informatie vindt u op website: www.cenergie.be/e-gids

- WTCB Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf, uitvoerder van de luiken:
 - 1 Moderne kantoren: meer comfort met minder energie (uitgave ministerie van de Vlaamse Gemeenschap en WTCB, deze brochure).
 - 2 Het programma van eisen, instrument voor kwaliteitsbeheersing (uitgave WTCB).
- Inter-Regies: overkoepelende vereniging van de openbare gas, elektriciteits- en kabeldistributie met de steun van het Vlaamse Gewest (IWT).

10.2 Wat gebeurt er met bestaande kantoren?

10.2.1 Energiediensten: de toekomst?

Sinds de jaren 80 worden de eerste voorzichtige stappen gezet op het vlak van de levering van energiediensten in de vorm van derdepartijfinanciering (third party financing), met als doel energiebesparingen op een snellere en eenvoudiger manier te realiseren.

Energiedienstenleveranciers zijn private of publieke ondernemingen die een complete waaier aan technische, commerciële en financiële diensten aanbieden volgens de behoeften van het bedrijf. De energiedienstenleverancier gaat voor het bedrijf op zoek naar rendabele investeringen op het vlak van energie. In het geval van derdepartijfinanciering financiert de energiedienstenleverancier alle kosten voor de investering (studies, engineering, materialen, arbeid, aanbesteding, tot en met de follow-up en de evaluatie van de resultaten), en neemt hij de technische verantwoordelijkheid voor de installatie.

Het grote voordeel van energiediensten en derde-partijfinanciering is dat het bedrijf zelf geen experts in huis hoeft te hebben op het vlak van energiebeheer en dat het geen financiële middelen moet vrijmaken voor de investeringen. De derde investeerder neemt alle risico's die bij het project komen kijken op zich, of het nu gaat om technische of economische risico's. Ondanks technische mankementen, schommelende brandstofprijzen of rentevoeten, blijft de winst voor de klant verzekerd.

De laatste jaren bieden de energieleveranciers steeds meer en meer energiediensten aan, al dan niet in combinatie met derdepartijfinanciering. Het valt te verwachten dat in de nabije toekomst de markt van energiediensten nog aanzienlijk zal toenemen onder impuls van de liberalisering van de energiemarkten en het streven naar een grotere binding van de energieleveranciers met hun klanten.

10.2.2 Energieaudits in bestaande kantoren

Hoewel de energiekosten van een gebouw vaak aanzienlijk oplopen, verzinken deze vaak in het niets ten opzichte van de andere bedrijfskosten. Niettemin liggen hier voor bedrijven vaak rendabele investeringen zomaar voor het grijpen. Een energetische doorlichting van het gebouw kan een inzicht geven in de maatregelen die nodig zijn om het energieverbruik drastisch terug te schroeven.

Met een snelle energieaudit krijgt u een eerste overzicht van de grote energieverbruikers. Indien u het energiegebeuren meer in detail wenst te bekijken, is een grondige energieaudit wenselijk.

Tal van bedrijven, gespecialiseerd in de levering van energiediensten, voeren audits uit in kantoren. Ook de energieleverancier kan hier meestal advies verlenen. Een deel van de kosten, verbonden met de uitvoering van een energieaudit, kan trouwens terugbetaald worden door de energieleverancier.

10.3 Nuttige adressen en websites

10.3.1 Overheid

**Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap,
Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie**
Koning Albert II-laan 7, 1210 Brussel
tel.: 02-553 46 00
e-mail: energie@vlaanderen.be,
website: www.energiesparen.be

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Bouwmeester
Koning Albert II-laan 20, 1000 Brussel
tel.: 02-553 74 00
e-mail: bouwmeester@vlaanderen.be

Vlaams Instituut voor de bevordering van het Wetenschappelijk Technologisch Onderzoek in de Industrie (IWT)
Bisschopshoofdlaan 25, 1000 Brussel
tel. 02-209 09 00
e-mail: info@iwt.be
website: www.iwt.be

10.3.2 Onderzoek en advies

Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf (WTCB)

Advies voor professionals, publicaties:
Lozenberg 7, 1932 Sint-Stevens-Woluwe,
tel.: 02-716 42 11
Onderzoek, bibliotheek en vorming:
Av. Pierre Holoffe 21, 1342 Limelette
tel.: 02-655 77 11
e-mail: info@bbri.be
website: www.wtcb.be

Voor alle Belgische en Europese normen over energiegebruik en binnenklimaat in gebouwen kan u terecht bij de Normenantenne 'Energie en binnenklimaat', een dienst van het WTCB, gesubsidieerd door de Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie, afdeling Concurrentievermogen. Een overzicht met toelichting van deze normen vindt u op de website: www.normen.be

Cenergie cvba, Centrum Energie-Efficiëntie - Studiebureau Duurzaam Bouwen

Gitschotellei 138, 2600 Berchem
tel.: 03/271 19 39
e-mail: info@cenergie.be
website: www.cenergie.be
voor E-GiDS: website: www.cenergie.be/e-gids/

Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO)

Boeretang 200, 2400 Mol
tel.: 014-33 59 38
e-mail: emis@vito.be
website: www.emis.vito.be

Centrum Duurzaam Bouwen

Marktplaats 7 bus 1, 3550 Heusden-Zolder
tel.: 011-51 70 51
e-mail: info@cedubo.be
website: www.cedubo.be

Provinciaal Centrum Duurzaam Bouwen en Wonen Kamp C

Britselaan 20, 2260 Westerlo
tel.: 014-27 96 50
e-mail: info@kampc.provant.be
website: www.kampc.be

10.3.3 Verenigingen en federaties

Nationale Raad van de Orde van Architecten

Livornostraat 160 bus 2, 1030 Brussel
tel.: 02-647 04 94
e-mail: secretariaat@ordevanarchitecten.be
website: www.ordevanarchitecten.be

Organisatie van Raadgevende Ingenieurs (ORI)

Kolonel Bourgstraat 105, 1030 Brussel
tel.: 02-706 05 70
e-mail: info@ori.be
website: www.ori.be

Nationaal Architectenverbond (NAV)

Spastraat 8, 1000 Brussel
tel.: 02-238 07 71
e-mail: info@nav.be
website: www.nav.be

Koninklijke Federatie der Architectenverenigingen van België (FAB)

Ernest Allardstraat 21, 1000 Brussel
tel.: 02-512 34 52

Bond van Vlaamse Architecten (BVA)

Ernest Allardstraat 21, 1000 Brussel
tel.: 02-512 34 52

Architecten-Bouwers

Twee huizenweg 75/15, 1200 Brussel
tel.: 02-770 92 22
e-mail: a-b@brenda.be
website: www.a-b.be

Vlaamse Confederatie Bouw (VCB)

Lombardstraat 42, 1000 Brussel
tel.: 02-545 57 49
e-mail: vcb@vcb.be
website: www.vcb.be

Bouwunie

Spastraat 8, 1000 Brussel
tel.: 02-238 06 05
e-mail: info@bouwunie.be
website: www.bouwunie.be

Belgische Unie voor technische goedkeuring in de bouw (BUtgb)

Wetstraat 155, 1040 Brussel
tel.: 02-287 30 53
e-mail: dgv.das@vici.fgov.be
www.butgb.be

Vereniging van bouwpromotoren (PROBAM)

Ninovesteenweg 190, 9320 Erembodegem
tel.: 053-76 85 85
website: www.probam.be

10.3.4 Andere

Organisatie voor Duurzame Energie (ODE) Vlaanderen

Leuvensestraat 7b1, 3010 Kessel-lo
tel.: 016-23 52 51
e-mail: info@ode.be
website: www.ode.be

Vlaams Instituut voor Bio-Ecologisch bouwen en wonen (VIBE)

Statiestraat 115, 2600 Berchem
tel.: 03-239 74 23
e-mail: info@vibe.be
website: www.vibe.be

Inter-Regies cv, overkoepelende vereniging van de openbare gas-, elektriciteits- en kabeltelevisiedistributie

Koningsstraat 55 – b10, 1000 Brussel

tel.: 02-217 81 17

e-mail: ir@inter-regies.be

website: www.inter-regies.be

Electrabel, Energielijn

tel.: 078-35 33 33

website: www.electrabel.com

10.4 Bronnen

J. Schietecat e.a.

Energiezuinige gezonde kantoorgebouwen.

Het Programma van Eisen, instrument voor kwaliteitsbeheersing
WTCB, Brussel.

A. De Herde

Le manuel du Responsable Energie

UCL – Institut Wallon, Ministère de la Région Wallonne, 1992.

P. Wouters, J. Demeester (ed.)

NatVent, Overcoming barriers to natural ventilation (CD-ROM)

WTCB, Brussel, 1999.

E. Perrera (ed.)

Natural ventilation for offices – Guide

BRE, Watford, 1999.

F. Allard, S. Alvarez, E. Dascalaki, G. Guarracino, M. Santamouris, S. Sciuto, L. Vandaele

Natural ventilation in buildings. A design handbook

James & James, Londen, 1998.

R. Carrié, J. Andersson, P. Wouters

Improving ductwork - A time for tighter air distribution systems.

AIVC, Coventry, 1999.

M. Liddament

A guide to energy efficient ventilation

AIVC, Coventry, 1996.

M. Liddament

Low energy cooling: Technical synthesis report.

Summary of the ECBCS Annex 28 work

AIVC, Coventry, 2000.

M. Fontoynt (ed.)

Daylight performance of buildings

James & James, Londen, 1999.

N. Baker, K. Steemers

Daylight design of buildings: a handbook for architects and engineers

James & James, Londen, 2001.

M. Bodart, A. De Herde

Guide d'aide à l'utilisation de l'éclairage artificiel en complément à l'éclairage naturel

UCL – DGTRE, Ministère de la Région Wallonne, 1999.

P. Heiselberg (Ed.)

Hybrid ventilation in new and retrofitted office and educational buildings (Brochure, CD-ROM)

IEA ECBCS, 2000.

WTCB (Ed.)

Hybrid photovoltaics in buildings. Results from the JOULE project PV-HYBRID-PAS (CD-ROM)

PASLINK EEIG, Brussel, 2000.

Colofon

Samenstelling:

Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf (WTCB) – Afdeling Bouwfysica en Binnenklimaat
en

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie,

De tekst werd opgesteld door:

Luk Vandaele, WTCB,

met bijdragen van:

Bernard Vandermarcke, WenK Sint Lucas, Geert Flipts, Katrien De Baets, ANRE, Dominiek Dousselaere, IVEG, Peter Wouters, Jacques Schietecat, Stijn Schouwenaars, WTCB
in het kader van het VLIET-bis project E-GiDS, Energiezuinige gebouwen in de dienstensector,
met steun van het Vlaams Gewest (IWT)

Verantwoordelijke uitgevers:

Carlo De Pauw

Directeur-generaal
WTCB

André Van Haver

wnd. directeur-generaal
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Administratie Economie

Druk

Enschedé – Van Muyswinkel

Depotnummer: D/2004/3241/346
tweede uitgave: maart 2005