

# **Duurzaam energiegebruik in kantoorgebouwen : een optimalisatieproces met beperkende randvoorwaarden**

*Prof. Filip Descamps*

*Daidalos Peutz bouwfysisch ingenieursbureau*

*Vrije Universiteit Brussel, vakgroep architectuur*

## **Inleiding**

### **Comfort als primaire toetssteen**

Binnenluchtkwaliteit

Daglichttoetreding

Zomercomfort

Gebruikersgedrag: interne warmtewinsten door personen en apparatuur

Regelmogelijkheden

### **Energieprestatie als secundaire toetssteen**

Energieprestatie als niet-universele en partiële kostenfunctie

Hiërarchie van maatregelen

### **Besluit**

## Inleiding

Bij het ontwerp van een gebouw starten de bouwheer en het ontwerpteam van een programma van eisen dat via een proces van voortdurend kiezen en beslissen wordt omgezet in plannen en bestekken. Bij het vastleggen van de ontwerpkeuzes moet het ontwerpteam elke deeloplossing en elk samenhangend scenario van deeloplossingen beoordelen op zijn intrinsieke kwaliteiten, op zijn economische haalbaarheid en op zijn interactie met andere ontwerpaspecten. Ontwerpkeuzes gebeuren immers binnen een strikt kader van randvoorwaarden: kosten, wettelijke en functionele eisen, technische mogelijkheden en veiligheidseisen, betrouwbaarheid, stedenbouwkundige eisen en duurzaamheidsaspecten.

Duurzaam bouwen vergt een multidisciplinaire ontwerpbenadering waarbij uiteenlopende aspecten geïntegreerd worden:

- functionele duurzaamheid ;
- minimaal en ecologisch materiaalverbruik ;
- rationeel waterverbruik ;
- onderhoudsvriendelijkheid;
- comfort, rationeel energiegebruik en het gebruik van duurzame energiebronnen.

De multi-disciplinariteit van duurzaam bouwen vergt het verzoenen van uiteenlopende prestatiecriteria. Het is essentieel dat de interactie tussen de deeldisciplines ten volle in rekening wordt gebracht. Het optimum voor een deeldiscipline ligt niet altijd bij scenario's die voor het volledige gebouw een optimale duurzaamheid opleveren. Focussen op een deeldiscipline levert gehandicapte gebouwen op: niemand waardeert een energiezuinig gebouw met een slechte geluidisolatie, of een gebouw met een goed contact binnen-buiten waar de binnentemperatuur tijdens de zomer niet te harden is. Het is daarom als ontwerpteam essentieel om te blijven voor ogen houden dat energiezuinig bouwen weliswaar een belangrijke deeldiscipline is, maar toch slechts een deeldiscipline in het multidisciplinaire 'duurzaam bouwen'.

We zien duurzaam bouwen dus als een optimalisatieproces, waarbij een 'constrained optimum' gezocht worden. Dit heeft twee consequenties:

- het is essentieel de (beperkende) randvoorwaarden duidelijk vast te leggen en grondig te bespreken. De belangrijkste randvoorwaarden zijn het beoogde comfort en het aantal gebouwgebruikers en hun aanwezigheidsduur.
- de te optimaliseren functie moet duidelijk gespecificeerd en gekwantificeerd worden: de criteria die in de weegschaal liggen om het optimalisatieproces te sturen, moeten in overleg met de bouwheer strak vastgelegd worden in het programma van eisen.

Binnen de ruimere context van 'duurzaam bouwen' gaan we in deze tekst in op twee aspecten die duurzaam bouwen concreet maken: het comfort en de energieprestatie. De Vlaamse implementatie van de Europese energiepresterichtlijn heet niet toevallig EPB: *EnergiePrestatie* en *Binnenklimaat*. We concentreren ons op kantoorgebouwen.

## **Comfort als primaire toetssteen**

Het comfort van mensen, of de klimaatcondities die vereist zijn omwille van het gebruik van de ruimte (musea, operatiekamers, ...) primeren op energiezuinigheid: het streven naar een laag energieverbruik mag niet ten koste gaan van het gebruikerscomfort. Het gebruikerscomfort moet bij de start van het ontwerpproces daarom strikt vastgelegd worden in een programma van eisen, en het moet tijdens het ontwerpproces voortdurend als primaire toetssteen gebruikt worden.

We geven een beknopt overzicht van de comfortaspecten met een belangrijke impact op energieverbruik: binnenluchtkwaliteit, daglichttoetreding, zomercomfort en regelmogelijkheden.

### *Binnenluchtkwaliteit*

Een goede binnenluchtkwaliteit wordt aanzien als een essentieel element van een comfortabel binnenklimaat. Voor utiliteitsgebouwen legt EN 13779 4 binnenluchtkwaliteitsklassen vast, waarvan IDA 1 (de hoogste kwaliteit) tot IDA 3 (basiskwaliteit) in Vlaanderen toegelaten worden. Hogere binnenluchtkwaliteiten vergen hogere verse luchtdebieten: een overstap van IDA 3 naar IDA 1 komt ongeveer overeen met een verdubbeling van het verse luchtdebiet. De impact van de keuze van de binnenluchtkwaliteitsklasse op het energieverbruik is dan ook relatief groot. Een verstrenging van de binnenluchtkwaliteitseisen betekent daarom een verhoogde aandacht voor de prestaties van energierecuperatiesystemen op het ventilatieluchtdebiet.

In gebouwen waar de mens de belangrijkste bron van verontreiniging is, wordt in veel gevallen de CO<sub>2</sub>-concentratie gehanteerd als een aanduiding voor de binnenluchtkwaliteit:

- IDA 1: < 400 ppm CO<sub>2</sub> boven het buitenniveau
- IDA 2: 400-600 ppm CO<sub>2</sub> boven het buitenniveau
- IDA 3: 600-1000 ppm CO<sub>2</sub> boven het buitenniveau
- IDA 4: > 1000 ppm CO<sub>2</sub> boven het buitenniveau

Het buitenniveau bedraagt ongeveer 400 ppm.

### *Daglichttoetreding*

Daglichttoetreding zorgt voor een aangenaam contact met buiten, een levendige en variabele omgeving, en een daling van het energieverbruik voor kunstverlichting. Bij beeldschermwerk moeten verblinding en hinderlijke reflecties echter absoluut worden voorkomen. Energetisch optimale benutting van daglichttoetreding veronderstelt maximale kunstlichtdimming in de gevelzones: op bewolkte dagen met een opgetrokken zonne- en lichtwering, op zonnige dagen ook met gesloten zonnewering. In het kantoren is het daarom zinvol een minimale gemiddelde daglichtfactor in het programma van eisen op te nemen. Een gemiddelde waarde van de daglichtfactor rond 2 % is hierbij een zinvol uitgangspunt.

### *Zomercomfort*

Voor de beoordeling van het thermisch zomercomfort gaan we uit van de Nederlandse ATG-methode (Adaptieve TemperatuurGrenswaarden), zoals vastgelegd in ISSO publicatie 74. Deze methode vult de methode van Fanger aan met adaptieve componenten. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen gebouwen met een hoge mate van gebruikersinvloed, en gebouwen met een beperkte mate van gebruikersinvloed. Het onderscheid tussen beide is gebaseerd op drie gedragsmatige adaptatiemogelijkheden: temperatuurregeling, te openen

ramen en kledingaangepassing. De prestatieclassen voor thermische behaaglijkheid zijn in de tabel aangegeven.

Gebouwprestatie	Klasse A zeer goed	Klasse B goed	Klasse C redelijk	Klasse D minder goed
% ontevreden	< 6 %	< 10 %	< 15 %	< 15 %
PMV-indicatie	PMV = 0.5 overschreden tijdens maximaal 2 % van de gebruikstijd	PMV = 0.5 overschreden tijdens maximaal 5 % van de gebruikstijd	PMV = 0.5 overschreden tijdens maximaal 10 % van de gebruikstijd	
Indicatie gewogen temperatuur- overschrijdingsuren	< 100	100 - 150	150 - 200	> 200

*Tabel 1. Kwaliteitsniveaus thermisch zomercomfort.*

#### *Gebruikersgedrag: interne warmtewinsten door personen en apparatuur*

Interne warmtewinsten vormen in kantoorgebouwen een uiterst belangrijke parameter met een belangrijke invloed op de koellasten en op de haalbaarheid van de toepassing van passieve klimaattechnieken.

Het is daarom essentieel bij het begin van het ontwerp duidelijke afspraken te maken rond de ontwerpbezetting van lokalen, en rond opgestelde (kantoor)apparatuur. In de tabellen 2 en 3 wordt een aanzet tot een typologische benadering gegeven. Om de functionele duurzaamheid van het gebouw niet in gevaar te brengen, moeten de interne warmtewinsten niet vastgelegd worden voor de eerste gebruiker, maar wel voor een met voldoende zekerheid overzienbare gebruiksperiode van het gebouw.

Type	rekenwaarde (m <sup>2</sup> /persoon)	rekenwaarde (m <sup>2</sup> /persoon)	rekenwaarde (m <sup>2</sup> /persoon)
Densiteit	zeer hoog	hoog	laag
Landschapskantoor	8	10	15
Individueel kantoor	12	15	20
Vergaderruimte	2.5	3	4

*Tabel 2. Bezettingsgraad (netto vloeroppervlakte per persoon, m<sup>2</sup>/persoon).*

Type lokaal	rekenwaarde (W/m <sup>2</sup> )
lokalen met beperkte uitrustingsgraad ( <i>grote vergaderruimten, kantoren met lage bezetting</i> )	10.0
lokalen met gemiddelde uitrustingsgraad ( <i>individuele en landschapskantoren met hoge bezetting, kleine vergaderuimten</i> )	20.0
lokalen met hoge uitrustingsgraad ( <i>pc-lokaal, call-center</i> )	40.0
lokalen met specifieke uitrusting ( <i>serverlokalen, patchpanel-lokalen</i> )	lokaalafhankelijk

*Tabel 3. Interne warmtewinsten voor apparatuur: typologie van ruimten*

### *Regelmogelijkheden*

Onderzoek toonde aan dat lokale regelmogelijkheden een belangrijke rol spelen in het oordeel van gebouwgebruikers over het binnenklimaat. Het is daarom zinvol lokale regelmogelijkheden voorzien:

- openen van ramen in de buitengevel, met mogelijkheden tot het vastzetten in weinig geopende positie om tochtklachten te vermijden ;
- individuele bediening van de daglichttoetredingsregeling, bijvoorbeeld met lamellen met instelbare hellingshoek ;
- beperkte grootte van de regelzones van warmte- en koudeafgiftesystemen ;
- individuele werkplekverlichting.

Regelmogelijkheden bieden de gebruiker de mogelijkheid om alleen comfort te realiseren op plekken waar dit vereist is, en op tijdstippen waarop mensen aanwezig zijn. Zonering, tijdsschakeling, bij voorkeur aangevuld met aanwezigheidssturing van klimaat- en verlichtingssystemen zijn elementen die in het geval van intermitterend gebruik zonder comfortvermindering belangrijke energiebesparingen kunnen opleveren.

### **Energieprestatie als secundaire toetssteen**

Tot voor kort was de evaluatie van de energetische kwaliteit van een gebouw alleen gebaseerd op de thermische isolatiekwaliteit van de gebouwschil. Europees en internationaal groeide de consensus rond een energieprestatiebenadering van gebouwen. Bij deze aanpak blijft de thermische isolatiekwaliteit van de gebouwschil belangrijk, maar wordt ook aandacht besteed aan de energetische consequenties van ventilatie, koeling, bezonning en verlichting. Het is een boekhoudkundige benadering van het energieverbruik, die veel invoer vereist, en waarbij de impact van individuele maatregelen relatief klein is.

De aanpak is al sterk ingeburgerd in de energiewetgeving van onze buurlanden. Sinds 1 januari 2006 zijn de Vlaamse EPB-eisen van kracht. Ook Brussel en Wallonië moeten de Europese richtlijn in de lokale regelgeving opnemen.

### *Energieprestatie als niet-universele en partiële kostenfunctie*

De energieprestatiebenadering brengt op een integrale manier de interactie tussen de verschillende energiestromen in een gebouw in rekening. Dit maakt van deze methode het hulpmiddel bij uitstek om de impact van zeer diverse ontwerpmaatregelen op het energieverbruik van het gebouw te evalueren en tegenover elkaar af te wegen.

De energieprestatiebenadering is een vorm van definiëren van een (binnen de comfortbeperkingen) te optimaliseren 'kostenfunctie'. De 'kostenfunctie' is echter niet universeel, en partieel:

- sommige gebruiksgelinkte parameters (interne warmtewinsten, branduren kunstverlichting) zijn gestandaardiseerd, maar zijn niet voor alle gebouwen geschikt.
- ze brengt alleen energieverbruik in rekening, terwijl andere duurzaamheidsaspecten over het hoofd gezien worden.

Dit betekent dat op basis van een energieprestatiebenadering gemiddeld over het gebouwenpark wel een optimaal energieverbruik in gebouwen kan gerealiseerd worden, maar dat individuele karakteristieken van specifieke gebouwen niet altijd voldoende in rekening worden gebracht. Ontwerpers moeten daarom, los van de energieprestatiewetgeving, de individuele karakteristieken van een ontwerp in de ontwerpbeslissingen blijven betrekken.

Ontwerpers van gebouwen met laag energieverbruik moeten ook de toepassingsgrenzen van de Vlaamse energieprestatiebenadering beseffen: de wetgeving legt een basiskwaliteit op die niet mag onderschreden worden. Het brengt een hele reeks maatregelen die in innovatieve energietechnologiën in gebouwen kunnen toegepast worden, niet of amper in rekening. Dit is voor de Vlaamse overheid een bewuste keuze: het is macro-economisch niet zinvol die vooruitstrevende technologiën voor elk gebouw te verplichten. Om innovatieve technologiën echter een faire kans te geven, is het belangrijk dat het gelijkwaardigheidskader op korte termijn vorm krijgt. De keerzijde van de keuze van de Vlaamse overheid voor basiskwaliteit is uiteraard dat gebouwen die aan de wetgeving voldoen, daarom helemaal niet optimaal energiezuinige gebouwen zijn. Het is daarom belangrijk dat betere kwaliteit wordt gestimuleerd, via fiscale maatregelen of subsidies, of via de koppeling met een energieprestatiecertificaat of energieprestatielabeling. Dit instrument objectiveert kwaliteit en kan zo commerciële waarde krijgen.

Door de snelle technologische evolutie, die door de invoering van de energieprestatieregelgeving overigens wordt gestimuleerd, is het belangrijk dat de energieprestatie-eisen gradueel voldoende verstrengen om als stimulans tot kwaliteitsverbetering niet te verwateren. In Vlaanderen is daarom een tweejaarlijkse beoordeling van de eisen in de wet voorzien.

#### *Hiërarchie van ontwerpmaatregelen*

Er bestaat een hiërarchie in de toe te passen ontwerpmaatregelen. De hiërarchie ontstaat uit de verschillen in levensduur tussen maatregelen, en uit de afhankelijkheid van de effectiviteit van sommige maatregelen van de randvoorwaarden.

De *Trias Energetica* legt drie hiërarchische niveaus vast:

- beperk het energieverbruik door beperking van de vraag ;
- gebruik duurzame energiebronnen ;
- gebruik eindige energiebronnen efficiënt.

In eerste instantie pogen we steeds de behoefte te minimaliseren. Een goede daglichttoetreding en een aanwezigheids- en daglichtgestuurde kunstverlichting, een regelbare zonnewering, een goede isolatiekwaliteit van de gebouwschil, en een aangepaste ventilatiestrategie zijn hierbij de cruciale factoren. Gebouwschilmaatregelen hebben een zeer lange levensduur en vormen een noodzakelijke voorwaarde voor de toepassing van passieve klimaattechnieken.

In tweede instantie moet nagegaan worden op welke manier eventueel kan gebruik gemaakt worden van hernieuwbare energiebronnen. Op gebouwniveau vormen thermische en fotonvoltage zonne-energie, windenergie, biomassa en koude- en warmteopslag in de bodem, de basismogelijkheden.

Pas als derde en laatste stap worden maatregelen ingezet om de eindige energiebronnen op een efficiënte manier in te zetten:

- energie-efficiënte verlichtingstoestellen ;
- lage temperatuur verwarmingssystemen en hoge temperatuur koelsystemen ;
- hybride ventilatie (combinatie mechanische - natuurlijke ventilatie) ;
- vrije koeling ;

- warmterecuperatie uit ventilatiestromen en lokalen met permanente interne warmtewinsten
- frequentiesturing op motoren, pompen, ventilatoren en het beperken van snelheden in leidingen en kanalen om de drukverliezen te beperken en zo het hulpenergieverbruik te minimaliseren ;

De implementatie van een energiezorgsysteem, gebaseerd op energieverbruiksmetingen vormt hiervan het sluitstuk.

### **Besluit**

De invoering van de energieprestatiebenadering is een uitgelezen kans om, binnen de beperkende comfortrandvoorwaarden, het energieverbruik in gebouwen te optimaliseren. De energieprestatiebenadering is een instrument dat in de handen ligt van de ontwerpers. Laten we de energieprestatie daarom niet zien als een administratieve klus, maar als een kans om het kennis- en kwaliteitsniveau in de bouwsector op te tillen. Laten we als ontwerpers zelf de trekkers zijn voor de innovatieve productontwikkeling die door de energieprestatiebenadering kan op gang gebracht worden.