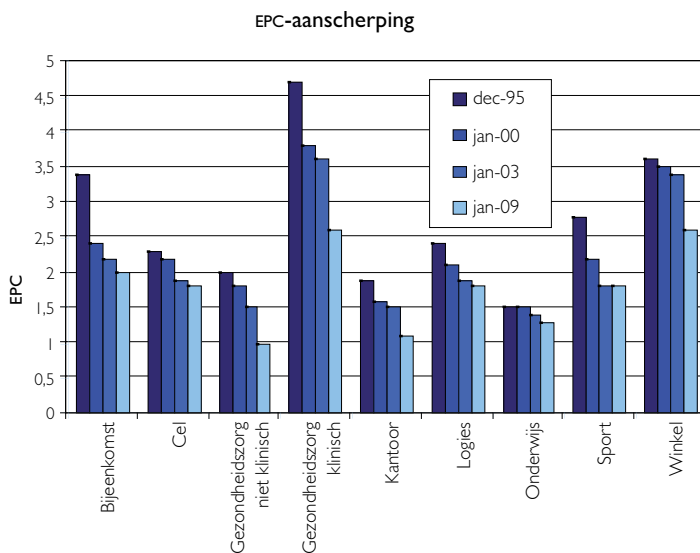


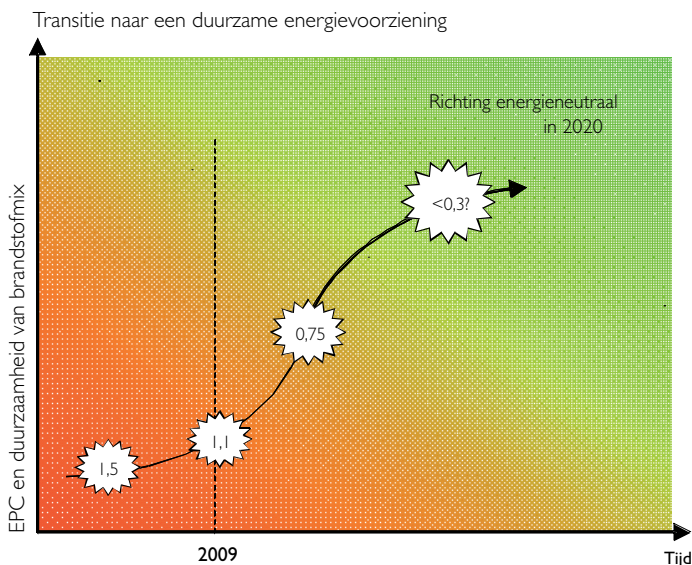
Energietransitie: na vorm nu de inhoud

ir. E.M.M. Willems

De eisen aan de energieprestatiecoëfficiënt die de overheid voorschrijft voor de utiliteitsbouw (EPU) worden op 1 januari 2009 [1] verder aangescherpt. Daardoor moeten de meeste utiliteitsgebouwen ongeveer 20 procent zuiniger worden. Dit is de eerste stap op weg naar het doel om in 2017 nieuwe winkels, kantoren en gezondheidszorggebouwen de helft energiezuiniger te maken dan nu.



1. De aanscherping van de EPC-eisen van de afgelopen jaren voor utiliteitsgebouwen.



2. Transitie aan de hand van de EPC: naar duurzame energiebronnen en een andere brandstofmix.

Op basis van onderzoek uit 2005 van de adviesbureau DGMR [2] heeft de overheid geconcludeerd dat een kosteneffectieve aanscherping van de EPC in de utiliteit met gemiddeld 20 procent mogelijk is. Voor een aantal gebruiksfuncties (bijeenkomst, onderwijs, logies) zullen gebouwen relatief eenvoudig aan de nieuwe EPC-eisen kunnen voldoen. Voor andere nieuwe gebouwen, bijvoorbeeld voor de gezondheidszorg of kantoren, zijn meerdere maatregelen noodzakelijk om de eisen te halen. Daarom komt er op initiatief van de projectgroep Duurzame Energie Projectontwikkeling [3] en SenterNovem binnenkort een toolkit Duurzame Kantoren [4] (in navolging van de toolkit Duurzame Woningbouw en de toolkit Bestaande Bouw) waarin uiteenlopende concepten op een aantal ambitieniveaus zijn doorgerekend. Bouwen met een gasgestookte hr-ketel kan nog wel, hoewel een grotere ontwerpvrijheid kan ontstaan door toepassing van de Trias Energetica en duurzame energietoepassingen.

TRANSITIE

De invoering van de EPN blijkt een van de succesvolste sturingsinstrumenten voor energiebesparing voor nieuwbouw te zijn. Sinds de introductie in 1996 zijn de EPC-eisen aangescherpt (afbeelding 1).

In de afgelopen jaren hebben winkels, kantoren en gezondheidszorggebouwen de grootste aanscherping ondergaan. Logies-, onderwijs-, sport- en bijeenkomstgebouwen hebben met mildere eisen te maken gekregen. Desondanks is bij alle gebouwfuncties energie een van de leidende thema's in het ontwerpproces geworden.

Is aanvankelijk vooral ingezet op het besparen van aardgas, nu blijkt dat meer creativiteit nodig is om de eisen te halen en dat andere energiedragers het gemakkelijk kunnen opnemen tegen de typisch Nederlandse gasreferentie. Deze EPC-aanscherping is een stap op weg naar het doel om in 2015 nieuwe winkels en kantoren de helft energiezuiniger te maken dan nu. Aanvankelijk werd gevreesd voor een inperking van de ontwerpvrijheid voor architecten. Nu blijkt dat duurzaam bouwen een ware inspiratiebron is voor zowel architecten als projectontwikkelaars. Hierbij is een sleutelrol weggelegd om

de dominante afhankelijkheid van aardgas als energiedrager op te heffen door een transitie naar een mix van kolen (elektriciteit), zonne-energie, windenergie en ook aardgas. Centraal daarbij staat dat de overgang naar duurzame energievoorzieningen (afbeelding 2) mogelijk via elektriciteit als energiedrager zou kunnen plaatshebben. Over de nadelen van de aanstaande EPC-aanscherping per 1 januari 2009 wordt dan ook niet lang nagedacht, wel over de kansen die het biedt, zoals verhoging van kwaliteit, verlaging van energiekosten, financieringsconstructies door outsourcing en lease en opheffing van de split-incentives bij verhuur en projectontwikkeling.

Bovendien hebben projectontwikkelaars en aannemers, bij monde van hun brancheverenigingen NVB/Neprom en Bouwend Nederland, op eigen initiatief voor de volle breedte van de nieuwbouwproductie met het ministerie van Vrom het Lenteakkoord Energiebesparing in de nieuwbouw [5] afgesloten: 25 procent CO₂-reductie in 2011 (EPC circa 1,1) en 50 procent in 2015 (EPC circa 0,75 ten opzichte van Bouwbesluit 2003).

Dat een marktsector zo nadrukkelijk het initiatief neemt, geeft blijk van de kansen die energie-efficiënt bouwen nationaal en internationaal biedt. De ondertekenaars van het akkoord streven tevens naar energieneutraal bouwen in 2020.

CONCEPT

Het energiegebruik voor klimatisering en verlichting is in de afgelopen 25 jaar zeer sterk afgenomen (afbeelding 3). Lag het primaire gebruik in 1975 voor een referentiekantoor nog rond de 1500 MJ/m² per jaar, vanaf 1 januari zal het gebruik zijn afgenomen tot circa 450 MJ/m² per jaar. Dit ondanks de sterk toegenomen koelvraag vanwege de toepassing van kantoorapparatuur en de hogere eisen die aan het zomercomfort worden gesteld. Deze niet geringe ontwikkeling is tot stand gekomen door aanscherping van de regelgeving waardoor nieuwe besparende maatregelen via de EPC-aanscherping tot stand van techniek zijn verheven. In eerste instantie door toegenomen isolatie-eisen, momenteel in de vorm van de energieprestatieregelgeving.

Het gevolg van deze ontwikkeling is dat op dit moment uit energetisch en klimaattechnisch oogpunt sprake is van een totaal ander gebouw dan 25 jaar geleden. Een situatie waar de bouwwereld zich steeds beter van bewust is. De eerste stappen op het gebied van energiebesparing bestonden uit verbetering van individuele componenten en apparaten, zoals beter isolerend glas, verbeterde kierdichtheid en beter presterende cv-ketels. Vervolgens heeft de nadruk gelegen

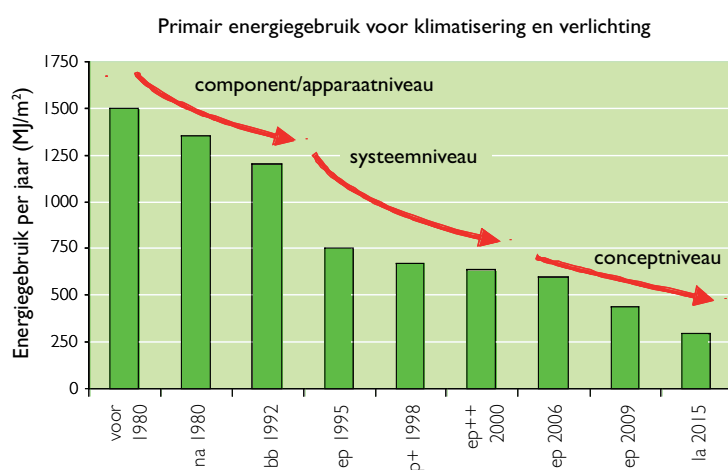
gebruiksfunctie	EPC-eis 2003 ¹⁾	EPC-eis 2009 ²⁾	bruto EPC-verlaging	EPC-verlaging effectief ³⁾
bijeenkomst	2,2	2,0	9 %	9 %
cel	1,8	1,8	0 %	0 %
gezondheidszorg niet klinisch	1,5	1,0	33 %	28 %
gezondheidszorg klinisch	3,6	2,6	28 %	24 %
kantoor	1,5	1,1	27 %	23 %
logies	1,9	1,8	5 %	5 %
onderwijs	1,4	1,3	7 %	7 %
sport	1,8	1,8	0 %	0 %
winkel	3,4	2,6	24 %	20 %

¹⁾ Bouwbesluit per 1 juli 2003.

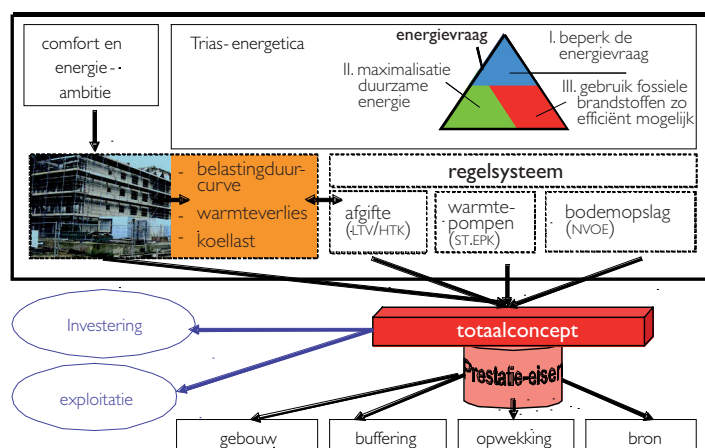
²⁾ Bouwbesluit per 1 januari 2009.

³⁾ De effectieve aanscherping is voor sommige gebruiksfuncties ongeveer 5 procent lager omdat de EPC lager uitvalt naarmate de gestelde eis lager is.

Tabel 1. De oude en nieuwe EPC-eisen voor utiliteitsgebouwen.



3. Bij het zoeken naar energiebesparende opties blijkt dat alleen door verbeteringen op conceptniveau nog winst kan worden geboekt.



4. Proces van geïntegreerde ontwerp aanpak van energieconcepten.



Bouwkundig	Ventilatie	Installaties: verwarming, koeling, warmtapwater	Verlichting
<ul style="list-style-type: none"> thermische isolatie <ul style="list-style-type: none"> - R_c-gevel, dak, vloer - U_{raam}, U_{glas} luchtdoorlatendheid <ul style="list-style-type: none"> - $q_{v,10}$-waarde orientatie zontoetreding thermisch open plafond klimaatgevel / dubbele huid gietbouw houtskeletbouw zonwering 	<ul style="list-style-type: none"> natuurlijk gebalanceerd vraaggestuurd ventilatoren zomernachtventilatie te openen ramen 	<ul style="list-style-type: none"> gasgestookte cv-ketels hoogtemperatuur <ul style="list-style-type: none"> - radiatoren/ luchtverwarming laagtemperatuur <ul style="list-style-type: none"> - betonkernactivering / vloerverwarming warmtepompsysteem <ul style="list-style-type: none"> - lucht, water, bodem warmtelevering koeling zonneboiler bemetering leidinglengten buffering 	<ul style="list-style-type: none"> daglichttoetreding geïnstalleerd vermogen werkplekverlichting daglichtverlichting SL/PL, LED

5. Aspecten die een rol spelen bij de overgang van de keuze voor componenten naar concepten.

op de ontwikkeling van systemen, zoals HR++-beglazing, KWO-systemen en hoge temperatuurkoeling, geïsoleerde gevelsystemen en goed regelbare HF-verlichtingssystemen. Echter, de inzet van energie-efficiënte componenten en systemen alleen, is momenteel niet meer toereikend om aan de wettelijke energieprestatie-eisen te voldoen. Het wordt nu noodzakelijk om de energiezuinigheid en het binnenklimaat van een utiliteitsgebouw vanuit een integraal concept te beschouwen. In deze integrale benadering wordt gekeken naar het samenspel van op elkaar afgestemde en geoptimaliseerde bouwkundige en installatietechnische systemen, die gezamenlijk leiden tot een hoge energiezuinigheid en een goed binnenklimaat.

TRIAS ENERGETICA

Vertrekpunt voor het ontwerp is de te bereiken prestatie op het gebied van comfort en energiezuinigheid. Deze zijn integraal en onlosmakelijk met elkaar verbonden. Hierbij wordt bijvoorbeeld door Cauberg-Huygen voor de energie-

zuinigheid de aanpak gevolgd volgens de Trias Energetica, waarbij in drie stappen het gebruik van eindige energiebronnen wordt gereduceerd.

- Beperk het energiegebruik door beperking van de vraag (goed geïsoleerd en luchtdicht bouwen, wtw, vraagsturing op ventilatie en verlichting enzovoorts).
- Gebruik duurzame energiebronnen (omgevingswarmte en -koude uit water, lucht en bodem, zonne-energie, daglicht, wind, biomassa enzovoorts).
- Gebruik eindige energiebronnen efficiënt (hoog rendement opwekking).

Dit geldt niet alleen voor het gebouw, maar ook voor de technische installaties en de omgevingsbronnen. Dit vereist deskundigheid van uiteenlopende disciplines: bouwfysica, installatietechniek en geo(hydro)logie. In de integrale afweging van maatregelen – en daarmee samenhangende kostenoptimalisatie – kan het immers zinvol zijn extra bouwkundig te isoleren om de bodembron beperkt te houden. Andersom kan het zijn dat in de zomerperiode extra zonnewarmte in het gebouw wenselijk is om de bron weer te kunnen regenereren. Uiteraard moet dit alles wel in overeenstemming blijven met het gewenste binnenklimaat.

DUURZAME ENERGIE

Het maken van de juiste keuzes bij een integraal bouwkundig en installatieconcept, blijkt in de praktijk voor veel ontwerpende partijen niet eenvoudig (afbeelding 5). Een keuze van energiebesparende voorzieningen met een goede prestatie op EPC-punten blijkt (meestal) niet te leiden tot een goed binnencomfort en soms ook niet tot de gewenste CO₂-reductie. Uiteraard spelen daarnaast ook de investeringskosten een grote rol. Het dan ook wenselijk dat deze kosten al in een vroeg stadium van het beslisproces helder zijn.

TOOLKIT DUURZAME KANTOREN

Op initiatief van de projectgroep Duurzame Energie Projectontwikkeling en SenterNovem verschijnt binnenkort een



6. Voorbeeld van bouwfysisch en materiaalkundig geoptimaliseerd concept voor een kantoorgebouw te Driebergen (bron: opMAAT architecten, Delft).



gebouwmvang	EPC*		aanscherping [%]	maatregelen verwarming	ventilatiesysteem	koeling	verlichting [W/m ²]	overig
	eis van	1,1						
Referentie	1,3	1,40	nvt	HR107 + CKM	gebalanceerd	dec.	10	
BVO 4.000 m ²	0,91	0,86	24%	WP bodem	natuurlijke toevoer	dec.	8	buitenlucht en retourlucht als bron HR wtw, R _c =5, U _{raam} =1,8, LTV R _c =4, U _{raam} =1,8 idem + 900 m ² PV-panelen (voldaks)
	1,10	1,04	27%	WP bivalent lucht	natuurlijke toevoer	dec.	8 + dagl.	
	1,11	1,05	26%	HR107 + CKM	gebalanceerd	dec.	7 + dagl.	
	0,92	0,87	39%	WP bivalent bodem	gebalanceerd	dec.	8 + dagl.	
	0,63	0,57	58%	WP + WKO	gebalanceerd	lucht	8 + dagl.	
BVO 13.000 m ²	1,13	1,09	25%	WP + WKO	gebalanceerd	lucht	8 + dagl.	HR wtw, R _c =4, U _{raam} =1,8 betonkernactivering, hybride ventilatie idem + 2400 m ² PV-panelen (voldaks)
	1,11	1,07	26%	HR107 + CKM	gebalanceerd	dec.	10	
	0,94	0,90	37%	WP + WKO bivalent	gebalanceerd	lucht	8 + dagl.	
	0,91	0,88	39%	WP + WKO	gebalanceerd	dec.	8	
	0,90	0,86	40%	WP + WKO bivalent	gebalanceerd	dec.	8	
BVO 24.000 m ²	1,11	1,07	26%	HR107 + CKM	gebalanceerd	lucht	8 + dagl.	R _c =4, U _{raam} =1,8 betonkernactivering overdruk, 3 voudig glas (U _{raam} =1,4) 2 ^e huid gevel idem + 3200 m ² PV-panelen (voldaks)
	1,12	1,08	25%	WKK + abs.koeling	gebalanceerd	dec.	8	
	1,12	1,08	25%	bioWKK + abs.koeling	gebalanceerd	dec.	8	
	1,04	1,00	31%	WP + WKO bivalent	gebalanceerd	dec.	10	
	1,01	0,97	33%	WP + WKO	gebalanceerd	lucht	8	
	0,92	0,88	39%	WP + WKO bivalent	gebalanceerd	lucht	8 + dagl.	
	0,86	0,83	43%	WP + WKO	gebalanceerd	dec.	8	
	0,68	0,65	55%	WP + WKO	gebalanceerd	dec.	8	

* Opmerking: de aanscherping is ca. 5%-punt minder zwaar omdat de hoogte van de EPC ook afhankelijk van de gestelde eis. Dit blijkt uit de lagere EPC-waarde die is berekend bij EPC=1,1

Uitgangspunten

infiltratie	qv10;kar/m2 = 0,2 dm3/s
thermische massa	>= 400 kg/m2
typeplafond	thermisch gesloten, uitgezonderd betonkernactivering
beglazing en kozijnen	hr++ in metalen kozijnen
zta-beglazing	N: 0,6 - Z, O, W: 0,35
raampercentage	circa 30-40 procent bij koeling met lucht
buitenzonwering	geen
luchtbevochtiging	geen
warmtapwaterverwarming	elektrisch, <= 3 m
ventilatoren	werkelijk opgesteld vermogen en toerenregeling
ventilatie	te openen ramen bij koelbehoefte
verlichting	aanwezigheidsdetectie
verwarming	individuele regeling per vertrek
pompen	warm- en koudwatercircuit; >50 procent automatische toerenregeling
inblaastemperatuur zomer	18 °C, boven buitentemperatuur 28 °C
zomernachtventilatie	meelopen met buitentemperatuur tot 18 °C binnentemperatuur

Afkortingen

bvo	bruto vloeroppervlakte
hr107	gasgestookte cv-ketel
wp bodem	elektrische warmtepomp met gesloten bodemwarmtewisselaars
wp bivalent	elektrische warmtepomp en hr107-ketel voor pieklasten
wko	warmtekoelopslag in aquifers (grondwater)
wkk	warmtekrachtkoppeling
biowkk	warmtekrachtkoppeling gestookt op biomassa
abs. koeling	absorptiekoeling
ckm	compressie koelmachine
dagl.	daglichtregeling op verlichting

Tabel 2. Overzicht van energieconcepten voor verschillende ambitieniveaus.

toolkit Duurzame Kantoren [3]. Hierin zijn verschillende concepten op een aantal ambitieniveaus doorgerekend en beschreven. In de toolkit staat het formuleren van ambities centraal. Deze keuzes leiden tot een beoogd kwaliteitsprofiel voor het te ontwerpen gebouw. Bij een gekozen kwaliteitsprofiel kan een energieconcept worden geselecteerd dat is doorgerekend op de hoogte van energieprestatie en de kwaliteit van het thermisch comfort. Op deze wijze wordt snel inzicht verkregen in de randvoorwaarden, bouwkundige uitvoering, energiegebruik en kosten (tabel 2).

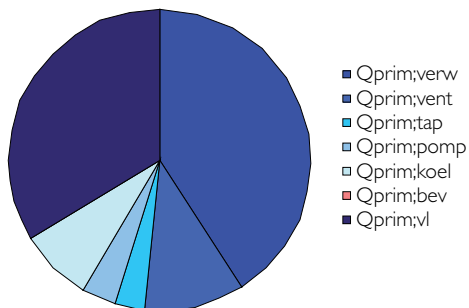
In de verschillende concepten worden keuzes gemaakt ten aanzien van het ventilatiesysteem, de warmteopwekking, het temperatuurniveau, het afgiftesysteem, de eventuele koudeopwekking, het afgiftesysteem van de koude en het verlichtingssysteem. Deze zijn vooraf bepaald aan de hand van rationale (logische) combinaties van installatietechnische en

bouwkundige voorzieningen, in relatie tot de projectgrootte, het comfort en de energieprestatie.

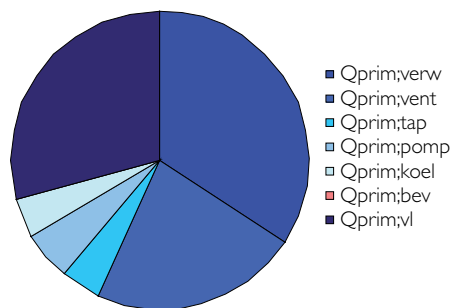
Bij vloerverwarming/betonkernactivering zijn er bijvoorbeeld randvoorwaarden aan het type ventilatiesysteem (tocht), maar ook aan de gevelisolatie (koudeval). Daarnaast speelt koeling met water een rol ten aanzien van het thermisch evenwicht in de bodem. Bovendien houdt een goede isolatie en luchtdichtheid de capaciteit van de warmtepomp beperkt (en daarmee ook de kosten).

Aan de hand van TRNSYS-gebouwsimulaties is de energiebesparing en het gerealiseerde thermisch comfort berekend bij de opgegeven glaspercentages in de gevel. Voor de decentrale koelsystemen met bodemkoeling of kwo kunnen de grotere glaspercentages worden toegestaan omdat het extra energiegebruik voor koeling uit een duurzame bron afkomstig is.

kantoorgebouw, EPC = 1,5



kantoorgebouw, EPC = 0,9



8. Verhouding tussen energieposten voor klimatiseren van een kantoorgebouw. Ventileren, verlichten en verwarmen blijven het grootste besparingspotentieel bieden.

VOORBEELDEN

Het selecteren van duurzame energieconcepten kan plaatshebben wanneer de beoogde energieambitie, het comfortniveau en de overige kwaliteitsaspecten zijn vastgelegd. Vervolgens moeten energie- en comfortuitgangspunten worden vertaald in bouw fysieke eigenschappen en installatietechnische randvoorwaarden: het totaalconcept.

Koppeling van de kwaliteitsprofielen aan de duurzame energieconcepten biedt de mogelijkheid de gemaakte keuzes in het kader van de kwaliteitslabeling door te vertalen naar prestatie-eisen waarmee integrale installatieconcepten voor kantoren kunnen worden geselecteerd. Tevens is in de toolkit Duurzame Kantoren ook een indicatie van de MIG-score volgens GreenCalc+ gegeven.

Daarnaast is er, gezien de behoefte aan kwaliteitsborging in het totale proces van de bouwketen, ook een koppeling gemaakt met ontwerp- en uitvoeringsrichtlijnen, zoals Iso- en SBR-publicaties. Op basis hiervan ontstaat een instrument waarmee, eenmaal in de definitiefase van het proces, de vastgelegde kwaliteit eenduidig wordt meegenomen naar de realisatie.

2015 EN LATER

Voor de komende jaren zijn er voldoende gebouwoplossingen en energieconcepten voorhanden om aan de nieuwe EPC-eisen te voldoen. Ontwerpen zal daarbij op conceptniveau moeten plaatshebben aan de hand van vooraf vast te

stellen kwaliteitsambities. In de toolkit Duurzame Kantoren (eerste kwartaal 2009) worden hiervoor de nodige handvatten gegeven.

Uit de verhouding van de verschillende energieposten valt af te leiden dat ondanks de lagere EPC-waarde de verhouding tussen de energieposten op hoofdlijnen niet wijzigt (afbeelding 8). Opvallend is de toename van het aandeel 'ventilatie'. Voor een verdere verlaging van de EPC-waarden na 2015 blijkt dat verwarming, verlichting en ventilatie nog steeds de belangrijkste energieposten zijn waarmee de grootste besparingen te halen zijn. Daarom mag worden verwacht dat op deze aspecten de meeste innovatie zal plaatsvinden. Naast verdere optimalisatie van het bouw fysisch ontwerp (isolatie, daglichttoetreding, zontoetreding en -wering) kan hierbij worden gedacht aan vraaggestuurde ventilatie, hogere rendementen voor warmteterugwinning en nieuwe verlichtingsconcepten op basis van LED-technologie.

Referenties

- [1] Staatsblad 2008 325, besluit 15 juli 2008, Aanscherping energieprestatiecoëfficiënt voor niet tot bewoning bestemde gebouwen.
- [2] DGMR Raadgevende Ingenieurs bv, Aanscherping EPC-eisen utiliteitsbouw, 2005.
- [3] www.pgde.nl en www.toolkitonline.nl
- [4] Toolkit Duurzame Kantoren (in voorbereiding, publicatie verwacht eerste kwartaal 2009).
- [5] NvB/Neprom, Bouwend Nederland, ministerie van Vrom, Lenteakkoord Energiebesparing in de nieuwbouw, 2008.



7. Voorbeeld van een kantoorcomplex te Zwolle, voorzien van een geoptimaliseerd installatie-ontwerp met kwo en warmtepompen (bron: PPKS architects, Verenigde Staten).

Auteur

Ir. E.M.M. Willems, senioradviseur, Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs, s-Hertogenbosch.