

Duurzame scholen

Zonder duurzaamheid geen toekomst

De term 'duurzaam schoolgebouw' kan op verschillende manieren worden uitgelegd: een school, waarin mensen zich prettig voelen, waar het goed toeven is; een school die zo min mogelijk het milieu belast, bij realisatie, tijdens gebruik en in de sloopfase; een schoolgebouw dat energiezuinig is; een schoolgebouw dat lange tijd een andere functie kan hebben; een school in de woonwijk (basisschool) of naast het station (voortgezet onderwijs).

*- door prof.ir. W. Zeiler**

In 1996 startten *Novem* en de SEV het programma Nationale Voorbeeldprojecten Duurzaam en Energiezuinig Bouwen. De staatssecretaris redeneerde in die tijd dat voorbeeldprojecten nodig waren om Duurzaam bouwen een 'schaalsprong' te laten maken. In dat kader zij er subsidies bij vijf duurzame schoolprojecten toegekend.

Deze projecten laten zien wat er in de praktijk op het gebied van duurzaam bouwen nu al mogelijk is. Dat is het doel van het programma Voorbeeldprojecten Duurzaam en Energiezuinig Bouwen. De Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting (SEV) en de Nederlandse onderneming voor energie en milieu (*Novem*) voerden dit programma uit in opdracht van de ministeries van VROM en EZ. Het programma liep eind 1999 af. Het betrof de volgende schoolprojecten [1]:

- het Van Hall Instituut in Leeuwarden; een agrarische hogeschool. Naast nieuwbouw is ook een deel van de bestaande bouw gebruikt

voor de huisvesting. Het gebouw valt op door het gebruik van verschillende soorten inlands hout, zoals lariks, beuken en walnoot (voor de balie), in totaal 500 m³ gezaagd hout. Hier vindt niet alleen waterbesparing, maar ook waterzuiveringsplaats. Er is veel aandacht voor groenvoorzieningen in de directe omgeving;

- het Educatorium in Utrecht kenmerkt zich door een bijzondere vorm van materiaalbesparing. De collegezaal, met een overspanning van 20 meter, heeft een betonnen dak van slechts 20 cm dik. Deze neemt de drukkrachten op. De wapening, die de trekkrachten opneemt, is tot maximaal 1 meter naar onderen getrokken. Hierdoor wordt veel materiaal bespaard;

- het Peuterpalet in Leiden: een kinderopvangcentrum. Het gebouw is 38 % energiezuiniger dan vereist. Er zijn zonnecollectoren in combinatie met vier HR-ketels toegepast. Er is voor meerdere systemen gekozen, omdat dan 'gewone' systemen uit de



Prof. ir. W. Zeiler

woningbouw konden worden gebruikt, wat aanzienlijke kostenbesparingen met zich meebrengt;

- hogeschool Limburg in Heerlen met een grote vijver die de bezoeker bij binnenkomst van het gebouw moet overbruggen. Water uit deze vijver wordt na filtering gebruikt voor toiletspoelingen. Daarnaast fungeert deze vijver als tijdelijke buffer voor de infiltratie van regenwater in de bodem via een afwateringsbeek;

- scholencomplex Rijkerswoerd in Arnhem huisvest drie basisscholen. Dit project kenmerkt zich door flexibel ruimtegebruik. De schoolwoningen kunnen zonder al te grote ingrepen worden verbouwd tot woningen. Ook kunnen alle lokalen door de drie scholen onderling worden uitgewisseld. Alle voorzieningen worden gezamenlijk gebruikt en in

* TU/e Building Services, Kropman Installatietechniek, voorzitter afdeling Elektrotechniek TVWL

de gymzaal kunnen ook sociaal-culturele activiteiten plaatsvinden.

Bij de projecten kan onderscheid worden gemaakt in een 'high-tech' gebouw en een 'low-tech' gebouw [1]. Bij een hightech gebouw zijn het vooral de installaties die een grote energiebesparing opleveren. Voorbeelden van high-tech maatregelen zijn optimalisering van daglichttoetreding, klimaatgevel, dimregeling licht, lange-termijn energieopslag in de bodem, warmtepompen, laagtemperatuur-verwarmingssystemen en hoogtemperatuurkoelsystemen, energiezuinige ventilatie door toerenregeling en warmteterugwinning. Een low-tech gebouw is een installatiearm gebouw, waarbij de energiebesparing vooral met bouwkundige maatregelen wordt gerealiseerd. Voorbeelden hiervan zijn goede isolatie ($R_c > 3 \text{ m}^2\text{K/W}$), grote gebouwmassa en optimalisering daglichttoetreding. Alle Voorbeeldscholen zijn energie-efficiënt gebouwd. Het scholencomplex Rijkerswoerd en het Peuterpalet hebben *eenvoudige* installaties en kunnen worden gerekend tot de low-tech [1]

In 2001 zijn de projecten geëvalueerd [2]. Het thema energie heeft bij alle projecten veel aandacht gekregen. In het onderwijs wordt gewerkt met erg krappe budgetten. De Voorbeeldscholen laten echter zien dat het wel degelijk mogelijk is om met weinig geld een duurzaam schoolgebouw te realiseren. Ter vergelijking: de dubo-meerkosten bij de Voorbeeldscholen varieerden van 1,3 - 7,6 % van de totale bouwkosten, bij de Voorbeeldkantoren projecten van het ministerie lag dit percentage tussen de 3 en de 25, met een gemiddelde van 11,2 %. De Voorbeeldscholen moesten voldoen aan een groot aantal milieueisen. Bij alle Voorbeeldscholen zijn deze ambitieuze doelstellingen grotendeels bereikt dankzij de onderlinge stimulatie tussen de betrokken partijen. Eén duidelijke voortrekker is daarom moeilijk aan te wijzen. Toch is het vooral de opdrachtgever die zich in eerste instantie sterk moet maken voor duurzaam bouwen. Hij of zij is immers degene die uiteindelijk de knopen doorhakt en de budgetten vergeeft. Hij is dus ook degene die kan kiezen voor een dubo-adviseur of een architect met ervaring in duurzaam bouwen [2].



De brede school Forum 't Zand te Utrecht door Venhoeven CS architecten, 2007.

- FIGUUR 1 -

Als duurzaam bouwen vanaf het begin als randvoorwaarde wordt beschouwd, dan kan in het geval van budgetoverschrijding, integraal worden onderzocht hoe zoveel mogelijk doelstellingen toch kunnen worden gerealiseerd. Zo blijft het concept voor een duurzaam gebouw overeind. De voorbeeldscholen laten zien hoe op een creatieve manier met geld is omgegaan om een duurzaam schoolgebouw te kunnen realiseren, dat dus duurzaam bouwen ook met een bescheiden budget mogelijk is [2].

Een duurzame school kan op verschillende manieren worden gebouwd en ook de redenen om duurzaam te bouwen zijn vaak divers: maatschappelijke binding kan een reden zijn, of het imago van het gebouw of van de organisatie. Maar ook bijvoorbeeld goede arbeidsomstandigheden en productiviteit op de werkvloer kunnen een motief zijn om een duurzaam schoolgebouw neer te zetten [2].

“Sustainable design incorporates culture, art, society, economics – a quality of life. It’s not just a simple issue of energy efficiency”
- McDonough [3]

Tot voor kort kwam duurzaam huisvesten in de utiliteitsbouw niet verder dan het streven naar energiebesparing.

Energiebesparende maatregelen betalen zichzelf tijdens de gebruiksfase meestal terug. De laatste paar jaar is duurzaam huisvesten in de utiliteitsbouw echter aanmerkelijk verbreed. Ook aan andere thema's wordt steeds meer aandacht besteed: water, materialen, binnenmilieu, afval en niet in de laatste plaats omgeving en sociale interactie.

Het onderwijs staat midden in de maatschappij, maatschappelijk ontwikkelingen, visies op opvoeding en onderwijs, normen en waarden. Stond vroeger de primaire huisvesting centraal nu gaat het om veel meer: ondersteuning van de onderwijsvisie, vitaliseren woonwijken en het faciliteren van maatschappelijke functionaliteiten op het gebied van zorg en cultuur. Een school als het nieuwe hart voor de wijk [4]. De Stichting Architecten Research Onderwijsgebouwen (Staro) heeft in haar publicatie 'De school in de 21^e eeuw', een analyse beschrijven van de maatschappelijke ontwikkelingen die van invloed zijn op het ontwerp en de inrichting van onderwijs-huisvesting. De Staro is een bundeling van circa 110 architectenbureaus die actief zijn op het gebied van de scholenbouw en in dit verband onderzoek doen en kennis en ervaring uitwisselen. De school kan fungeren als nieuw sociaal-maatschappelijk brandpunt, door meer intensieve relaties te leggen tussen basisonderwijs, kinderopvang, medische voorzieningen, culturele instellingen en dergelijke. Een goed voorbeeld hierbij is de brede school Forum 't Zand te Utrecht door Venhoeven CS architecten [5], winnaar van de Rietveldprijs 2007, zie figuur 1.

Het is een brede school met sporthal, kinderdagverblijven, buitenschoolse opvang en twee basisscholen. Het is gelegen aan een archeologisch park met romeinse resten, te midden van oude tuinbouwkassen als overblijfsel van een recent tuinderverleden. Het sciencefiction ontwerp vormt een nieuw aansprekend cultureel hart voor de nieuwbouwwijk. Met de groeiende aandacht voor nieuwe onderwijsmethoden, en de opkomst van brede scholen, willen steeds meer architecten van naam een school ontwerpen [6]. Kees Plomp van het architectenbureau Venhoeven CS verantwoordelijk voor de school Forum 't Zand in Leidse Rijn stelt:

“De opgave is veel interessanter geworden. Vroeger was het een verzameling lokalen en als je geluk had was er nog geld over voor een aula. Verder had je als architect weinig mogelijkheden om er een interessante draai aan te geven. Dat is nu anders” [6].

De inrichting van scholen ziet er binnen enkele decennia geheel anders uit [7]. Het onderwijs is aan het veranderen, en gaat in de komende decennia nog veel meer en sneller veranderen om aantrekkelijk te zijn voor de generatie die is opgegroeid met de muis, i-pod en joystick. Wim Veen, hoogleraar educatie en technologie TU Delft, gaf tijdens de Nationale Onderwijstentoonstelling (NOT) 2007 de volgende versie [7]:

“De school zoals we die nu kennen heeft zijn vorm gekregen ten tijde van de industriële revolutie. Bedoeld om het volk te alfabetiseren en ingericht overeenkomstig de toen opkomende bedrijven: Hiërarchisch, gericht op massaproductie en controle. Honderd jaar later is de economie veranderd in een kennisintensieve economie, maar zijn de scholen nog altijd op dezelfde leest geschoeid. Het onderwijs moet zich dus razend snel aanpassen aan de nieuwe eisen die het bedrijfsleven stelt”.

Als gevolg daarvan krijgt de school van de toekomst een bredere functie, Veen stelt [7]:

“De school van de toekomst is niet alleen bestemd om te leren, maar vooral om te leven. Dat betekent ontspanningsruimten, loungegelegenheden, sportaccommodaties en de aanwezigheid van fruitautomaten. Leerlingen moeten er kunnen chillen en plannen bedenken die een antwoord bieden op onderwijskundige vragen. Of op de vragen die zij van het bedrijf meekrijgen waar zij praktijkervaring opdoen’.

Tijdens hetzelfde NOT 2007 congres stelde Huibert Coonen, decaan van de Faculteit Gedragswetenschappen van de Universiteit Twente en deeltijd hoogleraar Innovatiemanagement in de Educatieve Sector aan de Open Universiteit, wat er voor nodig is om de transformatie van de huidige situatie te bereiken [7];

“Een samenspel van interdisciplinaire denkers; architecten, leerpsychologen, kunstenaars, kenners van jeugdculturen, technologen en niet te vergeten de jongeren zelf. Zij dienen zich te buigen over de vraag hoe je de professie van leraar naar een hoger niveau kunt tillen.”

Kortom er is behoefte aan een integrale benadering van de problematiek om de kansen te benutten die de noodzakelijke transformatie van de huidige scholen naar de duurzaam maatschappelijk verankerde leef/leeromgeving als hart van de buurt. In een goede inleiding op dit gebied is het recent verschenen scholenboek “Ruimte en leren” van Herman Hertzberger [8]. Hij bouwde ruim dertig scholen en hij beschouwde scholen als een van de weinige deelgebieden binnen de architectuur waarbij de ontwerper nog de menselijke condities kan bepalen en beïnvloeden. Hierbij dient er evenwicht te zijn tussen gebruik, functionaliteit en de architectuur van schoolgebouwen met haar ruimtelijke context. Er dient een positieve wisselwerking te zijn tussen architectuur, onderwijssysteem en onderwijs. In zijn nieuwe boek geeft Herman Hertzberger een theoretische beschouwing over de ruimtelijke condities van leren, gebaseerd op zijn ruime kennis en

ervaring.

Duurzaamheid heeft veel gezichten [9], er dient met vele aspecten gedurende de gehele levenscyclus rekening te worden gehouden. ‘Zonder integrale ontwerp oplossingen kom je er echt niet meer’, volgens Frans van Ekerschot coördinator klimaat- en energiebesparingsbeleid bij VROM [9]. Ekerschot: ‘Wat betreft het integraal ontwerpen, het van het begin af aan rekening houden met de energiezuinigheid van een gebouw, daar valt nog een wereld te winnen.’ Belangrijk is volgens Alexander Pastoors van de BNA om te kijken naar de gehele levenscyclus van een gebouw [9]; ‘Een gebouw dat nu door investeringen in duurzaamheid duur lijkt, is over de hele levensduur gekeken misschien juist een alternatief. Als je dat zichtbaar kunt maken, kunnen investerings- en ontwerpbeslissingen meer gedegen worden afgewogen.’

Het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (OCW) organiseert dit jaar voor de negende keer de Scholenbouwprijs, het thema van de scholenbouwprijs is “*Het duurzame schoolgebouw, kwaliteit in samenhang*”. Duurzaam slaat op het onderwijsconcept, het ontwerp, de plaats van de school in de omgeving en de fysieke vertaling in duurzaam bouwen en het materiaalgebruik. Duurzaam denken zou centraal moeten staan bij het ontwerpen van scholen; onderwijs staat niet meer op zichzelf maar meer en meer in relatie met de omgeving. Centraal staat daarbij of het een gezond gebouw is, dat ook duurzaam is in materiaalgebruik en energiegebruik. Maar naast dat het binnenmilieu in het gebouw goed is geregeld, dient het ook een slim en economisch gebouw te zijn, waarin ruimten makkelijk hergebruikt en mede gebruikt kunnen worden. Bovendien dient het gebouw in een aantrekkelijke omgeving te worden geplaatst, die uitnodigt om er naar toe te komen. Kwaliteit in samenhang bepaalt de uiteindelijke waardering in het gebruik in de tijd. Het overgrote deel van de nieuwe scholen werd tot voor kort, op een paar uitzonderingen na zoals de beroemde openluchtschool van Jan Duiker van begin 20^e eeuw en de vernieuwende montessorischolen van Herman Hertzberger in de jaren zeventig, ontworpen door gespecialiseerde scholenbouwers. Deze worden

door hun vakcollega's vaak als wat middelmatiger architecten beschouwd, daarin is een verschuiving op getreden. De laatste jaren zijn meer en meer scholen gereed gekomen die zijn ontworpen door architecten van naam [6]. Kenmerkend in deze context is de uitspraak van Theo Kupers van N2 Architecten, jurylid en zelf oud-winnaar van de Scholenbouwprijs [6]:

"Voor het eerst waren alle acht genomineerde goede architectenbureaus."

Het wordt ook politiek interessant om er op gemeentelijk niveau mee te scoren [6]:

"Je ziet ook vanuit scholen en gemeenten dat er meer aandacht is voor architectuur. Iedereen wil een gebouw dat de eigen identiteit versterkt. Elk dorp wil zijn eigen pronkstuk".

De nadruk op de architectuur door architecten van naam te kiezen blijft helaas niet zonder gevolgen. Een "prachtig" voorbeeld is het Metzjo College in Doetinchem van EEA Architects. Erik van Egeraat bouwde een vmbo-college als een imposante piramide in Doetinchem (winnaar onder meer van de Scholenbouwprijs 2006 voortgezet onderwijs). De problemen rond deze school, lekkages en oververhitting, zijn inmiddels dermate groot dat de binnenplaats wordt overkapt en de gevels worden voorzien van zonwerende folie en er is noodkoeling aangebracht. Het dak, het folie en ook de noodkoeling zijn allemaal tijdelijke maatregelen. Een structurele oplossing komt er pas nadat duidelijk is wie verantwoordelijk is voor de ongemakken, de architect of de uitvoerder. In het dagblad de Gelderlander is een heel relaas van alle ellende te lezen. Triest wat er gebeurt als een architect onvoldoende wil luisteren naar andere deskundigen in het bouw proces. Erick van Egeraat heeft inmiddels een reputatie opgebouwd binnen ons vakgebied! Er is maar een goede remedie tegen al deze ellende en dat is het interdisciplinaire samenspel van denkers en ontwerpers, integraal ontwerpen 'pur sang'. Waar blijft nu de techniek zal menig

lezer is nu wellicht afvragen in al deze maatschappelijke ontwikkelingen? Nog even geduld, de techniek is immers dienend en niet een doel op zich, we kijken dus eerst naar de waarde die we willen creëren met de techniek. Een van de basiswaarden is hierbij het creëren van een gezonde comfortabele leef/leeromgeving. Hoewel techniek dienend is geeft het voorwaarde aan dat we dit niet moeten verwarren met een passieve reactieve houding in het ontwerpproces. Daarmee komen we er niet, we zullen ons meer en meer als volwaardige ontwerpers binnen het ontwerpsteam moeten gaan gedragen.

Als we nu kijken hoe wij daarin in de afgelopen decennia zijn geslaagd, dan moeten we eerlijk naar ons toe vaststellen dat we collectief hebben gefaald. De problemen van vooral de onvoldoende ventilatie zijn inmiddels bekend, in veel Nederlandse scholen worden kinderen, juffen en leraren ziek van de ongezonde lucht [10], te veel CO₂ in tachtig procent van de klaslokalen [11] en dat vormde onder meer de reden voor het SenterNovem-project Frisse Scholen.

Het onderwijs staat samen met gezondheid en veiligheid hoog op de politieke agenda. Het kabinet gaat zich samen met schoolbesturen en gemeenten inzetten voor een beter binnenmilieu in basisscholen. Dat heeft de ministerraad besloten op voorstel van minister Cramer van VROM, staatssecretaris Dijkema van OCW, minister Vogelaar voor WWI en minister Klink van VWS. Het heeft even geduurd maar in de brief van 22 januari 2008 heeft het kabinet haar visie op het binnenmilieu van basisscholen vastgelegd [12,13]. Deze visie is gebaseerd op de, in opdracht van de Rijksoverheid, uitgevoerde onderzoeken:

- onderzoek naar CO₂-gestuurde ventilatiesystemen (TNO, juli 2006) en aansluitend onderzoek gericht op de mogelijke relatie tussen ventilatie in een klaslokaal en de cognitieve prestaties van leerlingen (TNO, januari 2007) [14];
- schaalvergroting van de GGD-pilots naar een landelijke aanpak met ventilatieadvies-op-maat (GGD, juni 2007) [15];
- literatuurstudie scholen en kindercentra: binnenmilieu, gezondheid, leerprestaties (TU Delft, juni 2007)

[16];

- onderzoek naar de kwaliteit van het binnenmilieu op basisscholen (Lichtveld Buis & Partners, juli 2007) [17].

Uit de onderzoeken kan worden geconcludeerd dat de kwaliteit van het binnenmilieu in basisscholen te wensen overlaat voor wat betreft de aspecten: luchtkwaliteit tijdens het stookseizoen, (stoor)geluid en de temperatuur in de lokalen in de zomerperiode. Volgens de kabinetvisie ligt de oorzaak in gebouwtechnische aspecten (onder andere te weinig ventilatievoorzieningen en zonwering) en in het onvoldoende gebruiken van aanwezige voorzieningen. Volgens het kabinet zijn de leerkrachten zich onvoldoende bewust van de problematiek. Verder blijkt uit de recente onderzoeken dat een aanzienlijk percentage van de nieuw gebouwde basisscholen bij oplevering niet voldoet aan de eisen voor ventilatie, zoals die zijn opgenomen in het Bouwbesluit. Naleving van deze voorschriften door het bouwbedrijfsleven en handhaving door de gemeenten laat te wensen over [13].

Kort samengevat komen de door het kabinet voorgestelde maatregelen er op neer dat schoolbesturen en gemeenten zich in het kader van de bestuurlijke samenwerking meer moeten inzetten voor een beter binnenmilieu. Daarom krijgt de komende vijf jaar elke basisschool met natuurlijke ventilatie een bezoek van een vertegenwoordiger van de GGD met een CO₂ meter, verder behelst het de volgende punten [13]:

- **Stimuleringsregeling**

Het ministerie van OCW geeft alle scholen in het primair onderwijs een eenmalige financiële bijdrage voor het realiseren van aanpassingen die het binnenmilieu verbeteren. Deze beperkte bijdrage kan slechts voorzien in de aanschaf van buitenzonwering, of het doorvoeren van kleine bouwkundige ingrepen.

- **Toezicht**

Het Ministerie van VROM wil de naleving van de regelgeving, de kwaliteit van de vergunningverlening en het toezicht op de bouw van woningen en basisscholen verhogen door de komende jaren het binnenmilieu de nodige aandacht te geven.

- **Kennisopbouw en onderzoek**

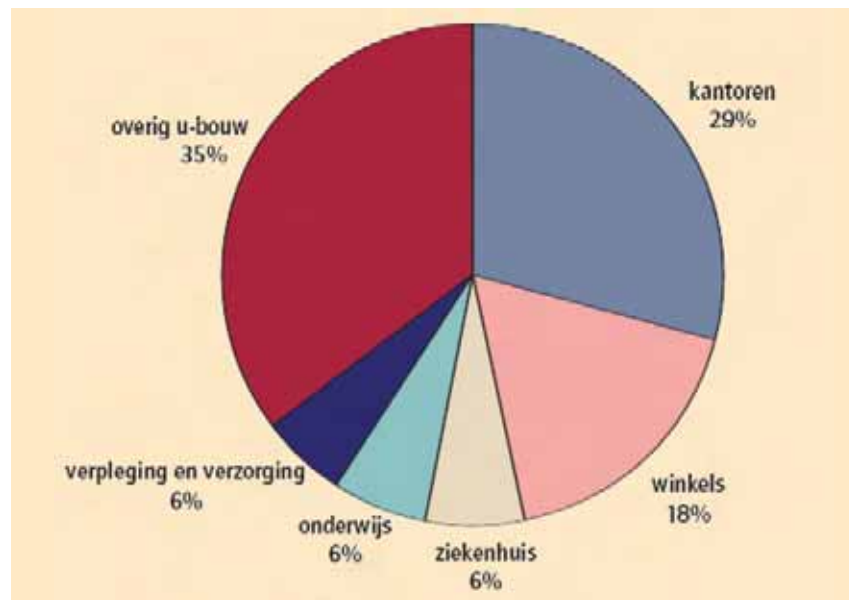
De expertise op het gebied van het

binnenmilieu zal de komende jaren verder worden opgebouwd. Volgens Henk Versteeg van het ingenieursbureau dat 60 basisscholen in opdracht heeft van de ministeries van VROM, OCW, SZW en VWS zijn de maatregelen van het kabinet veel te mager [18]:

“Alle scholen moeten een fullprof ventilatiesysteem krijgen, natuurlijk of mechanisch, dat altijd goed werkt. Maar dat is niet overal op korte termijn te realiseren.De structurele aanpak van het probleem zal jaren duren en kost vele tientallen miljoenen.”

Voorlopig schuift dus het kabinet het probleem voor zich uit en probeert met lapmiddelen de gebruiker van de ergste problematiek bewust te maken. Een positieve uitzondering vormt de opmerkingen dat de betrokkenheid van de expertises van architecten en installatietechnici in het beginstadium (indienen van de aanvraag, formulering van programma van eisen) noodzakelijk is. Alleen zo kan voldoende aandacht worden gewaarborgd voor het binnenmilieu in de aanvraag en het Programma van Eisen en zo, zowel de bouwtechnische als de installatietechnische invalshoek meenemen. Om dit te bereiken kan het nodig zijn dat architecten en installatietechnici meer bekend raken met de problematiek en de oplossingsrichtingen (een bijdrage daaraan is dit themanummer!). Daarnaast zijn er wellicht (financiële) prikkels nodig om deze expertises in een vroeg stadium bij de bouwplannen te betrekken. Wat dit laatste betreft is het wachten waarmee het kabinet zal komen. Kortom het Nederlandse beleid steekt toch wel erg mager af tegen het actieve beleid in de ons omringende landen. Dringende verbetering is nodig gezien de dramatische actuele situatie in vele scholen, die direct bedreigend is voor de gezondheid en de leerprestaties van de leerlingen. Milieu en duurzaamheid krijgen wat minder aandacht [19].

[kop] Hoe groot is het aandeel scholen Het totale primaire energiegebruik in de Nederlandse utiliteitsbouw was ruim 306 PJ in 2000 (ECN, 2002). Dit is 10 % van het totale gebruik (3067 PJ in 2000; CBS, 2006) in



Verdeling energiegebruik in Nederland verdeeld over de verschillende segmenten, bron ECN 2002 [20].

- FIGUUR 2 -

Nederland. In figuur 2 is te zien hoe het energiegebruik (in primaire termen) is verdeeld over de verschillende segmenten.

De figuur verduidelijkt ook het belang van de verschillende segmenten ten opzichte van elkaar, duidelijk wordt dat het aandeel van de schoolgebouwen op zich met 6 % relatief beschei-

den is ten opzichte van bijvoorbeeld kantoren met 29 %. Ten behoeve van de invoering van de EPBD is in 2006 onderzocht hoeveel utiliteitsgebouwen er zijn (zie tabel 1).

Op basis van de beschikbare gegevens is het gemiddelde energiegebruik per m² bepaald, zie tabel 2 [20].

Segment	Aantal gebouwen
Kantoren	60.000
Onderwijs	13.700
Winkels	144.000
Ziekenhuizen	1.300
Verpleging	5.000

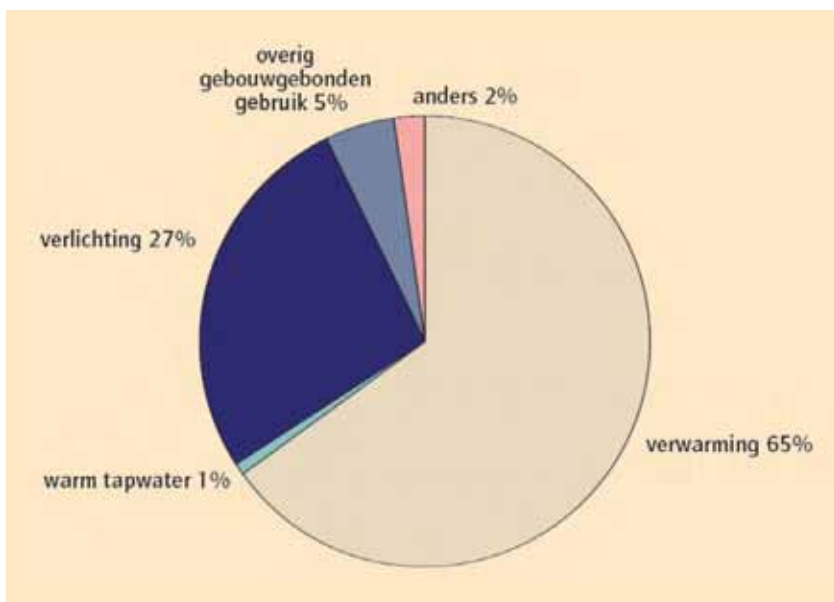
Aantal gebouwen in Nederland [20] Bron: Prendergast (2006)

- TABEL 1 -

Gebruik in 2005 (tussen haakjes het aantal respondenten)	Kantoren	Onderwijs	Winkels	Ziekenhuizen	Verpleging
Gasverbruik in m ³ per m ²	15(86)	15(169)	14(81)	27(11)	22(74)
Elektriciteitsverbruik kWh/m ²	88(130)	31(262)	139(117)	104(14)	73(122)
Totaalproject MJ/m ²	1.250(78)	820(154)	1.938(65)	2.075(8)	1.366(65)

Gemiddeld energiegebruik van diverse categorieën gebouwen in Nederland [20].

- TABEL 2 -



Het gebouw gebonden energiegebruik van schoolgebouwen, bron ECN 2002 [20].

- FIGUUR 3 -

De gas- en elektriciteitsverbruiken zijn bepaald met gegevens van alleen die gebouwen, waarbij zowel een gas- als elektriciteitsverbruik beschikbaar is. Het is dus niet mogelijk het totale gebruik te berekenen uit de hier gepresenteerde energie deelgebruiken.

Het elektriciteitsverbruik kent uitschieters bij winkels en het onderwijs. Het lage verbruik in onderwijsgebouwen zou onder meer het gevolg kunnen zijn van relatief korte gebruikstijden, veel daglicht gebruik (wat samenhangt met een laag verlichtingsniveau).

Het totale primaire energiegebruik in het onderwijs kan als relatief laag worden beschouwd maar is stijgend [20]. Door de stijging in het aantal leerlingen, waardoor het verbruik verder stijgt. Tussen 2001 en 2005 is het aantal leerlingen/studenten toegenomen met 4 %. Binnen het voortgezet onderwijs is de absolute toename (bijna 44.000 leerlingen, 5 %) het grootst.

De andere invloed op het totale verbruik is het gemiddelde verbruik per m² dat in het segment onderwijs stijgt. Dit als gevolg van de stijging van het aantal leerlingen en de stijging van het gemiddelde elektriciteitsverbruik [20]. Het totale energiegebruik van onderwijsgebouwen kan worden onderverdeeld in gebouwgebonden en niet-gebouwgebonden gebruik. Het gebouwgebonden gedeelte heeft veruit het grootste aandeel (ca. 98 %) en bestaat hoofdzakelijk uit verwarming. Verlichting en niet nader gespecificeerde gebouwgebonden apparatuur (electriciteit) zijn samen goed voor ca. 32 %, bron ECN, 2002 [20]. De verwachting is dat deze verdeling nog steeds - in grote lijnen - actueel is anno 2006, zie figuur 3.

Het gemiddelde energiegebruik van onderwijsgebouwen bedroeg 820 MJ per m² vloeroppervlakte in 2006, bron SenterNovem, 2006 [20]. Hiervan komt 62 % ten laste van het

aardgasverbruik en 38 % ten laste van het elektriciteitsverbruik. Het elektriciteitsverbruik is fors toegenomen met ca. 20 % in de periode 2002-2006. De stijging in het elektriciteitsverbruik hangt samen met een toename in het bezit en gebruik van elektrische apparatuur, waaronder koelsystemen [20].

De gebouwvoorraad van het segment onderwijs bestaat in 2006 uit ca. 13.700 gebouwen, waarvan 52 % is verhuurd [21]. Uit het U-bouwpaneel [22] blijkt dat 48 % van de onderwijsgebouwen in of na het jaar 2000 is gebouwd of gerenoveerd. De overige onderwijsgebouwen zijn nooit gerenoveerd (10 %), of niet in de afgelopen 5 jaar (43 %). In onderstaande tabel 3 is de leeftijdsopbouw van de gebouwvoorraad van het segment onderwijs weergegeven [20].

Een schoolvoorbeeld van energiebesparing [23] is het complex aan de Vlijmenseweg in 's-Hertogenbosch van het Koning Willem I College voor middelbaar beroepsonderwijs. Het hoge energiegebruik maakte het noodzakelijk om door energie besparingsmogelijkheden de duurzaamheid van het complex weer aanvaardbaar te maken. Het door Volantis gehanteerde credo van 'Passion to innovate' leidde tot een energiezuinig ontwerp, met een hybride warmtepomp met een hoog rendement, een energiedak als directe warmtebron en maximale warmte-uitwisseling tussen de gebouwen, dat is genomineerd voor 'de Vernufteling 2008' [24].

Een interessant overzicht van de huidige state of the art op het gebied van scholen biedt het PEB (Project educational buildings) Compendium of exemplary educational facilities 3rd edition. In deze publicatie staan 65 recente gereed gekomen of gerenoveerde scholen beschreven uit meer dan 20 verschillende landen [25]. Het OCED (Organisation for Economic Co-operation and Development) is verantwoordelijk voor deze publicatie. Het OECD vormt een uniek forum waarin de regeringen van 30 verschillende landen, waaronder Nederland, Amerika, Noorwegen etc. samen werken. De publicatie geeft speciale aandacht aan hoe effectief de schoolgebouwen aan de behoefte van de gebruikers (studenten, leraren, ouders en de samenleving als geheel) voldoen.

Leeftijd gebouwvoorraad onderwijs in 2006	
1996-2005	8 %
1986-1995	10 %
1976-1985	20 %
1960-1975	35 %
<1960	28 %

Overzicht leeftijdsopbouw onderwijsgebouwen in Nederland [20].

- TABEL 3 -

In Amerika staan de scholen volop in de belangstelling van ons vakgebied. Zo heeft het ASHRAE Journal in de afgelopen jaren diverse speciale themanummers uitgebracht over scholen. Maar het belangrijkste 'wapenfeit' van onze Amerikaanse collega's is wel het uitbrengen van een publicatie voor het energie-efficiënt ontwerpen van schoolgebouwen. In Amerika gaat ongeveer 16 % van de controleerbare kosten naar energie [26]. De publicatie is bedoeld om met technologie die inmiddels algemeen verkrijgbaar is, 30 % of meer aan energie te besparen. De ASHRAE heeft 14.000 exemplaren van deze publicatie naar de schoolbesturen in Amerika gestuurd en hebben na al meer dan 20.000 mensen gebruik gemaakt van de mogelijkheid om de publicatie gratis te downloaden van Internet [27];

www.ashrae.org/freedaedg. Kortom een zeer goed initiatief en een groot succes! De publicatie geeft voor iedere klimaatzone in Amerika gemakkelijk te volgen aanbevelingen over hoe bepaalde technieken zijn te implementeren en voorbeelden door case studies.

De belangrijkste aanbevelingen zijn:

- zorg voor daglicht toetreding in de leslokalen en de gymzalen zodat de verlichting het grootste deel van de dag uitgeschakeld kan blijven. Ontwerp dit zodanig dat er geen extra koeling noodzakelijk wordt, dus wel licht naar binnen maar geen warmte;
- ontwerp de verlichting met geavanceerde regelingen en met de meest energie-efficiënte lampen die er verkrijgbaar zijn;
- bestuur de installaties op basis van aanwezigheid en gebruik van de ruimtes. Dit maakt het noodzakelijk om zonering in de school toe te passen;
- ontwerp een goede isolerende gevel, inclusief goede wand en dakisolatie en isolerende beglazing;
- gebruik hoog efficiënte verwarming en koelapparatuur.

De maatregelen zijn voorbeelden van stappen om LEED energie-credits en aanvullende strategieën te verwerven, om nog meer dan de beoogde 30 % energiebesparing te realiseren.

In 1998 lanceerde het U.S. Green Building Council (USGBC) het Leadership in Energy and Environmental Design building assessment system for new construction, oftewel

LEED-NC [28]. In de Verenigde Staten is dit vrijwillige systeem geaccepteerd als nationale standaard voor hoge performance van duurzame gebouwen. De performance van het gebouw wordt geëvalueerd door punten toe te kennen aan zes categorieën wanneer aan bepaalde vereisten is voldaan. De categorieën zijn: duurzame locaties, waterefficiëntie, energie en atmosfeer, materialen en bronnen, omgevingskwaliteit binnen, innovatie en design. Naar aanleiding daarvan wordt een certificatie afgegeven; Certified, Silver, Gold of Platinum. Hoe meer punten, hoe hoger de certificatie [29].

Een mogelijke tekortkoming van het LEED-systeem is dat de focus ligt op het gebouw met weinig of geen punten, die kunnen worden gegeven voor de bouwplaats, regionale context, brownfield properties (verlaten of braakliggende grond), financieel succes of leefbaarheidsaspecten [30]. Kosten voor dit systeem zitten onder andere in certificaten, registraties, een eventuele LEED-consultant en tijd. In vergelijking met normale constructie kunnen de kosten 2 tot 10 % hoger liggen, maar deze zouden afwegen tegen de besparingen en efficiëntievoordelen van een optimaal bouwresultaat [31]. Voor meer informatie over LEED zijn er diverse Internet sites [32, 33].

Ook in Engeland staat het ontwerpen van scholen volop in de belangstelling van onze Engelse collega's. Momenteel is er een zeer omvangrijk programma vanuit de regering om op grote schaal tot nieuwbouw en renovatie te komen van scholen. *Het Building Schools for the Future (BSF)* programma zal de komende 10 tot 15 jaar lopen, en heeft een omvang die nog niet eerder is vertoond, in totaal ongeveer 3.500 scholen [34]! In Engeland zijn de scholen verantwoordelijk voor 15 % van het energiegebruik van openbare en commerciële gebouwen. Om de doelstelling van de Engelse overheid, een reductie met 60 % ten opzichte van 1990 te halen, is een nieuwe ontwerp-aanpak noodzakelijk, gericht op vermindering van de CO₂-uitstoot.

Een zeer interessant initiatief was de ontwerp-opgave die door elf ontwerpteams in juni 2003 werd uitgewerkt in

het kader van het 'Building Schools for the future', de zeer interessante resultaten zijn vastgelegd in de publicatie *'Exemplar Designs concepts and ideas'*[35]. Het project werd gesteund door de toenmalige minister of state for school standards: David Miliband. Echt de moeite waard om eens uitgebreid te bestuderen als voorbereiding op een ontwerp-opgave voor een school.

De politieke agenda heeft voor 2016 'zero carbon' scholen voorzien! Aan dergelijke beleidsdoelstellingen kan Nederland een voorbeeld nemen! Dit leidt ook tot verplichtingen bij onze Engelse collega's. Daarom heeft CIBSE een speciale School Design Group opgericht met als doelstelling te komen tot een betere kennisoverdracht en ontwikkeling voor alle betrokken stakeholders: installatieontwerpers, architecten, bouwmanagers, gemeentelijke instanties en gebouwgebruikers. Een goed initiatief dat navolging verdient in Nederland! Wellicht dat dit themanummer aan de discussie daarover een bijdrage kan leveren. Vooruit lopend op dit mogelijke initiatief heeft de groep Building Services van de unit BPS (Building Physics and Systems) van de faculteit Bouwkunde van de TU/e als één van onderzoekspeerpunten juist de schoolgebouwen genomen. 

LITERATUUR

1. Bergen P.J., Ubbels A.Q., 1999, *Duurzame schoolgebouwen. Wat leren de Voorbeeldprojecten ons?* SEV Rotterdam, http://duurzaam bouwen.senternovem.nl/uploaded/publicaties/Duurzame_schoolgebouwen.pdf.
2. Bergen P.J., Ubbels A.Q., *Duurzame Schoolgebouwen, Wat leren de voorbeeldprojecten ons?*, uitgave Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting, SEV, Novem en Nationaal DuboCentrum, 2001.
3. Barista D., 2001, *Living machine, University environmental studies building hopes to create more energy than it consumes*, Building Design and Construction, 4/1/2001.
4. Greef K. de, 2004, *De school in de 21^{ste} eeuw, het nieuwe hart van stad en dorp*, Blad van Nederlandse Architecten, december 2004.
5. Frijtens E., *Ontdekking van de*

- avontuurlijke ruimte*, Brede school 'Forum 't Zand', architectenwebmagazine, maart 2006.
6. Hulten M.van, 2007, *Huiswerk maken in een jungle, de architectuur van Scholen*, de Volkskrant, 22 maart 2007.
 7. Oeffelt T. van, *Leeromgeving voor leerling en leraar*, Bland van Nederlandse Architecten, januari/februari 2007.
 8. Hertzberger H., 2008, *Ruimte en leren*, Uitgeverij 010, Rotterdam.
 9. Luijten A., 2007, *Duurzaamheid heeft veel gezichten*, BNABLAD 08/07.
 10. SenterNovem, *Honderste Frisse Scholen Doos*, Nieuwsblad Sromen, nummer 22, 15 december 2006.
 11. NEN, *Te veel CO₂ in tachtig procent klaslokalen*, NormalisatieNieuws, jaargang 16, februari 2007.
 12. Brugman A., 2008, *Een beter binnenmilieu begint bij de basis(school)!*, Bouwfysica nr.1 2008, pp.6-11.
 13. *Kabinetsvisie binnenmilieu basisscholen*, brief 15 februari 2008, <http://www.vrom.nl/docs/SAS%202007121677.doc>.
 14. Gids W.de, Oel C.J. van, Phaff J.C., Kalkman A., *Het effect van ventilatie op de cognitieve prestaties van leerlingen op een basisschool*, TNO-rapport 2006-D-1078/B, 2 januari 2007, www.vrom.nl/docs/milieu/200701_tno_binnenmilieu.pdf.
 15. Habets T., Ass M.van, Duijm F., Geelen L., Haans L., Brederode N.van, 2006, *GGD-Richtlijn Beoordelen van ventilatie scholen*, definitieve versie 20-12-2006, <http://www.rivm.nl/milieuportaal/images/Richtlijn%20Beoordelen%20van%20ventilatie%20scholen%2020-12-2006%20definitief%20%2B%20act%202008.pdf>.
 16. Meijer A., Hasselaar E., Snepvangers C.A.M., *Literatuurstudie scholen en kindercentra, Binnenmilieu, gezondheid en leerprestaties*, Delft, 18 juni 2007, www.vrom.nl/docs/200706-eindrapport-bijlage-literatuurlijst.pdf.
 17. Versteeg H., *Onderzoek naar de kwaliteit van het binnenmilieu in basisscholen*, samenvattende rapportage VROM 8047, januari 2008, www.vrom.nl/pagina.html?id=2706&sp2&dn=8047.
 18. Bouwfysica, 2008, *Ook luchtkwaliteit nieuwe scholen ver onder de maat*, Bouwfysica nr.1, 2008, pp.19.
 19. Kurstjens T., Mak J., 2003, *5 redenen voor duurzame scholenbouw, Schoolgebouw als 3D-leerboek*, Duurzaam Bouwen, juni 2003.
 20. *EnergieBesparingsMonitor gebouwde omgeving 2006*, Rapportage van SenterNovem in opdracht van VROM/DGW in het kader van Kompas, energiebewust wonen en werken. Utrecht, december 2006, http://duurzaambouwen.senternovem.nl/uploaded/publicaties/EnergieBesparingsMonitor_gebouwde_omgeving.pdf.
 21. Prendergast E., Maréchal Y., 2006, *Aantal utiliteitsgebouwen in Nederland, Methodiek en resultaten voor 2005*, Mobius Consult, in opdracht van SenterNovem.
 22. Hoevenagel R., Brammer K., 2006, *Energiebesparingsmonitor Utiliteitsbouw, uitkomsten vierde meting*, Hoevenagel, in opdracht van SenterNovem.
 23. Poppel T. van, 2008, *Schoolvoorbeeld van energiebesparing*, Volantis-Hollman realiseert zuinig verbruik voor Koning Willem I College, De Ingenieur, 23 mei 2008, pp.36-37.
 24. Reinders R., 2008, *Computers leveren energie, warmteterugwinning door slimme warmtepomp en energiedak*, bedrijfsbrochure Volantis 2008.
 25. *PEB(Project Educational Buildings) Compendium of exemplary educational facilities 3rd Edition*, OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), www.worldarchitecturenews.com/news_images/exemplar.pdf.
 26. Angel W., 2008, *New Publication Provides Energy Efficiency Guidance for K-12 Schools*, Pres release ASHRAE January 21, 2008.
 27. Turner F., 2008, *Spreading the word*, ASHRAE Journal May 2008.
 28. Kibert C.J., 2005, *Sustainable Construction – Green Building Design and Delivery*. 1st Ed., John Wiley, New Jersey.
 29. Frej, A.B. e.a. 2005, *Green Office Buildings*. Urban Land Institute, Washington D.C.
 30. Wedding, G.C., Crawford-Brown, D. (2006). *Measuring site-level success in brownfields redevelopments: A focus on sustainability and green building*. Journal of Environmental Management 85, pp. 483-495.
 31. Zezima K., 2007, *Certifiably Green*. Journal of Property Management, mar/apr 2007.
 32. <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CategoryID=19>.
 33. <http://www.usgbc.org/>.
 34. Building Services Journal, 2008, *A test we can't afford to fail, The aims of CIBSE's newly launched School Design Group explained by members*, June 2008.
 35. *Exemplar designs concepts and ideas, School for the future*, 2004, Schools for the future, Department for Education and Skills, february 2004, www.teachernet.gov.uk/_doc/6113/Exemplar%20Designs%20compendium.pdf.