

# Groen, groener, groenst?

*In de jaren '80 wees het Brundtland-rapport 'Our Common Future' ons op de noodzaak om zuinig te zijn met het milieu. Dit resulteerde in de opkomst van het duurzaam bouwen. Na een periode van veelvuldig experimenteren daalde de interesse in het milieuvriendelijk bouwen weer. Tot Al Gore's 'An Inconvenient Truth' iedereen weer wakker schudde. Sinds het uitkomen van zijn film staat duurzaam bouwen weer op de agenda. Ontwerpers, ingenieurs en projectontwikkelaars integreren duurzame energie en milieuvriendelijke materialen weer in hun gebouwen om een "groen" (= positief!) imago uit te dragen.*

*Maar wat is een "groen gebouw" precies? Hierover verschillen de meningen sterk. Dit blijkt niet alleen uit de verschillende definities van een groen gebouw, maar ook uit de diverse beschikbare beoordelingsmethoden. In vier Master-projecten, uitgevoerd aan de Technische Universiteit van Eindhoven [1,2,3,4] zijn vijf beoordelingsinstrumenten toegepast op verschillende case studies om na te gaan wat de onderlinge verschillen zijn. Er bestaan overigens nog meer beoordelingsinstrumenten; zie bijvoorbeeld [5,6].*

*- door mevr. ir. R.C.P. Vreenegoor\* \*\*, T. Krikke\*,  
B.P. van Mierlo\*, ing. W.M.P. van der Pluijm\*,  
R. Poortvliet\*, prof.dr.ir. J.L.M. Hensen\* en  
dr.ir. M.G.L.C. Loomans\**



1° rij: van links naar rechts: T. Krikke, mevr. ir. R.C.P. Vreenegoor, prof.dr.ir. J.L.M. Hensen. 2° rij van links naar rechts: dr.ir. M.G.L.C. Loomans, B.P. van Mierlo, R. Poortvliet, ing. W.M.P. van der Pluijm

Tegenwoordig is een "groene" uitstraling van een gebouw hot bij ontwerpers, ingenieurs en projectontwikkelaars. Duurzame energiebronnen en gerecyclede materialen worden gebruikt als uithangbord voor bedrijven over heel de wereld om hun werknemers en het publiek te laten zien dat ze om het milieu geven. Ondanks een verhoogde aandacht voor duurzame gebouwen, blijft de definitie van een "groen" gebouw een punt van discussie. Een snelle zoektocht op Internet laat al snel twaalf verschillende definities zien voor de term "green building". En er bestaan minstens evenveel instrumenten om de duurzaamheid van een gebouw te meten. Het doel van deze instrumenten varieert van het bepalen van de energie consumptie tot het beoordelen van elk aspect van het gebouw in ontwerp- tot en met gebruiksfase. Afgevraagd kan worden of een gebouw net zo duurzaam is wanneer het met verschillende instrumenten wordt beoordeeld. In de Master-projecten is getracht hierop antwoord te geven.

## ONDERZOEKSAANPAK

In een door de studenten gezamenlijk uitgevoerd vooronderzoek is bepaald welke beoordelingsinstrumenten in het Master-project worden gebruikt. Er is gekozen voor de volgende, zowel op nationaal als internationaal niveau, in de praktijk veel gebruikte tools:

- EPN (Energie Prestatie Norm) [7, 8, 9, 10];
- BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) [11];
- LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) [12];
- GreenCalc<sup>+</sup> [13];
- EcoQuantum VO-tool [14].

\* Faculteit Bouwkunde, Technische Universiteit Eindhoven

\*\*De Twee Snoeken Bouwplantoets

	EPN	BREEAM	LEED	GreenCalc+	EcoQuantum
land	NL	GB	VS	NL	NL
methodiek	berekening	checklist	checklist	berekening	berekening
toepassing	nieuwbouw woningen & utiliteit	meerdere versies voor diverse gebouwtypen	meerdere versies voor diverse gebouwtypen	bestaande- en nieuwbouw woningen & utiliteit	nieuwbouw woningen
onderwerpen	- energie	- management - gezondheid & comfort - energie - transport - water - materiaalgebruik - landgebruik & ecologie - vervuiling	- duurzame landontwikkeling - waterbesparing - energie & atmosfeer - materiaalgebruik - binnenmilieu	- energie - materiaalgebruik - water (- mobiliteit)	- energie - emissies - materialen - afval
uitkomst	EPC of Q <sub>tot</sub> /Q <sub>toel</sub> (multifunctioneel gebouw)	percentage behaal- de punten en label voldoende, goed, zeer goed of excellent	aantal behaalde punten en label certificatie, zilver, goud of platinum	milieu-, eigen- gebouw- of wijk- index. Milieulabel en milieukosten t.o.v. referentie uit 1990	beoordeling 12 milieu-impact categorieën, 4 milieu metingen of 1 EcoQuantum totaal score
doelgroep	bouwkundig ingenieurs	eigenaren, gebrui- kers, architecten, projectontwikke- laars, adviseurs en overheid	architecten, vast- goedontwikkelaars, ingenieurs, over- heidsinstel- lingen	architecten, ingenieurs-, en adviesbureaus, opdrachtge- vers en beleidsmedewerkers	ontwerpers, adviseurs & gemeenten
beschikbaarheid	software is te koop bij Normalisatie Instituut	checklist is vrij verkrijgbaar	checklist is vrij verkrijgbaar	software is te koop bij stichting Sureac	vrij te downloaden (vanwege staken onderhoud)

### Verschillen tussen de beoordelingsinstrumenten.

- TABEL 1 -

	EPN	BREEAM	LEED	Green Calc+	Eco Quantum
woongebouw	EPC ≤ 0,80	≥ 36 %	≥ 45	n.v.t.	**
kantoorgebouw	EPC ≤ 1,50	≥ 30 %	≥ 26	≥ 163 (D- label)*	n.v.t.
sportgebouw	Q/Q ≤ 1,00	≥ 30 %	≥ 26	≥ 163 (D- label)*	n.v.t.
schoolgebouw	Q/Q ≤ 1,00	≥ 30 %	≥ 29	n.v.t.	**

\*Milieu-index, wanneer dit groter is dan 100 betekent dit dat de verborgen milieukosten van het gebouw lager zijn dan zijn referentiegebouw uit 1990. De milieu-index kan worden vertaald in een milieu-label, waarbij label D de norm anno 2007 is.

\*\*Een gemiddelde nieuwbouwwoning scoort 150-175 punten (hoe lager hoe beter)

### Minimale eisen per beoordelingsinstrument en gebouwtype.

- TABEL 2 -

Deze vijf duurzaamheidsinstrumenten zijn eerst onderzocht in een literatuuronderzoek. Hiermee werden de eerste verschillen tussen instrumenten zichtbaar (zie tabel 1 en 2). Vervolgens zijn de instrumenten toegepast in vier verschillende case studies. Per case studie is een ander gebouwtype onderzocht

met vier verschillende beoordelingsinstrumenten. In de onderzoeksprojecten is gekeken naar een woon-, kantoor-, sport- en schoolgebouw. Elk van deze gebouwen bestaat uit een basis- en een "groene" variant. De basisvariant gaat uit van de huidige situatie van het gebouw. In de groene variant zijn

zowel maatregelen genomen om het gebouw energiezuiniger als duurzamer te maken. Dus naast thermische isolatie en/of energie efficiënte installaties zijn ook maatregelen genomen zoals gerecycled materiaalgebruik, extra parkeerplaatsen voor hybride wagens en waterbesparende douchekoppen.

Samengevat worden de instrumenten op de volgende onderdelen vergeleken:

- inhoud (literatuuronderzoek);
- gebruik (case studies);
- resultaat basis variant;
- resultaat "groene" variant;
- verschil tussen basis & "groene" variant.

### CASE STUDIES

#### Woongebouw

In deze studie is gebruik gemaakt van het Fellowtell, een in 1998 opgeleverd appartementengebouw te Eindhoven. Het woongebouw bevat 115 woon-eenheden, bestaande uit 1-, 2- en 3-kamer appartementen, waar studenten

en buitenlandse gasten van de Technische Universiteit verblijven.

#### *Basis variant*

Alle constructies hebben een Rc-waarde van  $4,5 \text{ m}^2\text{K/W}$  en bij de ramen is HR<sup>+</sup>-glas toegepast. De hoogtemperatuurverwarming en bereiding van warmtapwater wordt verzorgd door een HR-107 ketel. Het gebouw wordt geventileerd door een gebalanceerd ventilatiesysteem.

#### *“Groene” variant*

De thermische isolatie van de gevels is verhoogd tot een Rc-waarde van  $5,5 \text{ m}^2\text{K/W}$  en het glas is vervangen door HR<sup>++</sup>-glas. Om de hoeveelheid zontoe-treding te verlagen, is het percentage glas verlaagd van 35 % naar 20 % en is zonwering aangebracht. De installatie voor ruimteverwarming en warmtapwater is veranderd in een collectieve warmtepomp met bodemwarmte als bron. Op het dak is  $100 \text{ m}^2$  aan PV-panelen én zonnecollectoren aangebracht. Naast energiemaatregelen zijn er ook “belevings” veranderingen opgenomen. Dit betekent dat ervan uit is gegaan dat door het groener maken van het gebouw ook meer kennis en beleving bij de bewoners en ontwikkelaars is ontstaan.

#### **Kantoorgebouw**

In deze studie is gebruik gemaakt van het Bouwkunde gebouw van de Technische Universiteit Eindhoven, genaamd Vertigo. Dit in 1965 gereali-

seerde gebouw is in 2002 grondig gerenoveerd. In Vertigo bevinden zich de kantoorruimtes van docenten, het laboratorium, atelierruimtes, kantine en tentoonstellingsruimte.

#### *Basis variant*

Vertigo is tijdens de renovatie geheel gestript. De nieuwe gebouwschil bestaat uit een volledig glazen vliesgevel, voorzien van een zeefdruk. Ter plaatse van de kantoren en op de kopse gevels zijn aan de binnenzijde dichte gevelementen geplaatst. Vertigo is aangesloten op het collectieve WKO-systeem van de TU/e campus. Bij onvoldoende capaciteit wordt dit systeem aangevuld met HR-107 ketels. Het gebouw wordt verwarmd en geventileerd door een gebalanceerd ventilatiesysteem met warmteterugwinning. In de kantoren zijn klimaatplafonds aanwezig om het klimaat lokaal te kunnen aanpassen.

#### *“Groene” variant*

In de groene variant worden alleen gerecyclede materialen toegepast, die eventueel kunnen worden hergebruikt indien het gebouw wordt gesloopt. Om het gebouw energiezuiniger te maken is op het dak ruim  $3.800 \text{ m}^2$  aan PV-panelen aangebracht. Het aantal parkeerplaatsen voor gehandicapten, carpoolers en milieuvriendelijke auto's is uitgebreid. Alle installaties zijn handmatig bedienbaar geworden zodat gebruikers naar wens het binnenklimaat kunnen aanpassen.

#### **Sportgebouw**

In deze studie is gekozen voor het vier gebouwlagen tellende,  $9.200 \text{ m}^2$  grote sportcomplex van de TU/e campus. Het in 1967 gebouwde sportcomplex is na enkele kleine renovaties diverse malen uitgebreid in 1981, 1996, 2001 en 2006. Het sportcomplex wordt gebruikt door de werknemers en studenten van de TU/e en Fontys Hogeschool.

#### *Basis variant*

De schil bestaat grotendeels uit een spouwconstructie van betonblokken met isolatie. De kantoren hebben een glazen scheidingsconstructie en de laatst gerealiseerde uitbreiding, een constructie van betonblokken, isolatie en een houten gevelbekleding. Warmtapwater wordt geleverd door twee grote gasgestookte ketels. Het complex wordt, met uitzondering van de kantoren, verwarmd en geventileerd door luchtverwarming. De kantoren worden verwarmd met radiatoren. Het water en de lucht van het zwembad worden verwarmd door een warmtepomp die is aangesloten op het collectieve WKO-systeem van de TU/e Campus.

#### *“Groene” variant*

In de groene variant wordt het gehele sportcomplex aangesloten op de warmtepomp en het collectieve WKO-systeem. De douches hebben waterbesparende douchekoppen gekregen. De kunstverlichting is vervangen door een zuinigere variant. Om het binnenmilieu te verbeteren is het ventilatievoud verhoogd. Op het dak wordt ongeveer  $4.000 \text{ m}^2$  aan PV-panelen aangebracht voor de productie van elektriciteit. Tot slot wordt het afval gesorteerd.

#### **Schoolgebouw**

Het Auditorium op de TU/e Campus is in deze studie gebruikt als referentie voor een schoolgebouw. Het Auditorium is in 1966 gebouwd en na een brand in 1992 in 1996 weer herbouwd. In het gebouw bevinden zich collegezalen, een congreszaal en de kantine.

#### *Basis variant*

De constructie bestaat grotendeels uit ongeïsoleerd beton. Voor de isolatie van gevel en vloer is een Rc-waarde van  $0,75 \text{ m}^2\text{K/W}$  aangehouden en



Foto van het Bouwkunde gebouw (Vertigo).

- Foto 1 -

woongebouw	kantoorgebouw	sportgebouw	schoolgebouw
EPW (NPR5129:2005)	EPU v2.02 (NPR2917:2005)	EPU v2.02 (NPR2917:2005)	EPU v2.02 (NPR2917:2005)
BREEAM-Ecohomes	BREEAM-Office	BREEAM-Industrial buildings 2008	BREEAM-school
LEED-for homes	LEED-NC v2.2	LEED-NC v2.2	LEED-school
EcoQuantum VO-tool	-	-	EcoQuantum VO-tool
-	GreenCalc+ v2.1.0	GreenCalc+ v2.1.0	-

#### Gebruikte versies instrumenten in de case studies.

- TABEL 3 -

	EPN	BREEAM	LEED	GreenCalc+	EcoQuantum
gebruik	++	0	—	-	++
kosten	++	-	—	0	++
betrouwbaarheid	-	++	++	—	—
volledigheid	-	++	++	0	0
complexiteit	+	-	—	0	++

#### Kwalitatieve analyse duurzaamheid beoordelingsinstrumenten.

- TABEL 4 -

voor het dak 2,00 m<sup>2</sup>K/W. Het Auditorium is aangesloten op het WKO-systeem van de TU/e campus om het gebouw te verwarmen en koelen. Voor het bereiden van warmtapwater is een VR-ketel toegepast. Ventilatie vindt plaats via balansventilatie met warmterugwinning.

#### “Groene” variant

In de groene variant is energie bespaard door de isolatie van de gevels te verhogen tot een Rc-waarde van 2,5 m<sup>2</sup>K/W. De luchtdichtheid is verbeterd tot het huidige niveau vereist voor balansventilatie. De efficiëntie van de systemen is verhoogd door het rendement van de warmterugwinunit te verhogen tot 75 % en een pompregeling op te nemen in het koel- en verwarmingssysteem. Op de kunstverlichting is energie bespaard door op gezette tijden de lichten in het gebouw te doven (veegpulsschakeling) en door een daglichtschakeling/-regeling.

#### INSTRUMENT VERSIES

De meeste beoordelingsinstrumenten hebben voor elk gebouwtype een geschikte versie beschikbaar. Omdat LEED (nog) geen aparte versie voor kantoor- en sportgebouwen heeft, is hier gekozen voor LEED-NC (nieuwbouw gebouwen). Bij de studie van het sportgebouw is gebruik gemaakt van BREEAM-industrial buildings omdat er geen aparte versie is voor sportgebouwen en deze versie het beste past bij dit gebouw. In tabel 3 zijn de instrument versies gebruikt in de case studies te vinden.

#### RESULTATEN

##### Gebruik

Van alle beoordelingsinstrumenten is een kwalitatieve analyse uitgevoerd. Tabel 4 laat een overzicht zien van de resultaten van deze analyse. De aspecten zijn beoordeeld op een schaal van 1 tot 5 (—/-/0/+ / ++), waarbij – negatief is en + positief. In onderstaande tekst wordt tabel 4 toegelicht.

Met ‘gebruik’ wordt het gebruiksgemak van het beoordelingsinstrument bedoeld. De checklist in LEED en BREEAM is erg simpel. Maar LEED verwijst veel naar standaarden en publicaties waarin moet worden opgezocht of bepaalde criteria in het project van toepassing zijn. In BREEAM zijn de meeste regels geïntegreerd in de handleiding, wat het gebruiksgemak verhoogt. De EPN en EcoQuantum VO-tool zijn eenvoudig te gebruiken en begrijpbaar. GreenCalc+ is complexer omdat naast de EPN-berekening ook materiaalgebruik en wateraspecten moeten worden ingevoerd.

Met ‘kosten’ wordt de (reken)tijd, het aantal mensen en hoeveelheid geld benodigd om een beoordeling te maken bedoeld. Bij LEED en BREEAM moeten veel invoergegevens worden uitgezocht. Daarbij komt dat toetsingen alleen door geaccrediteerde personen mogen worden uitgevoerd. Dit maakt deze tools tijdrovend en kostbaar. Met de EPN en VO-tool van EcoQuantum kan snel een berekening worden gemaakt. Voor GreenCalc+ moet wat meer tijd worden uitgetrokken om ook het materiaalgebruik goed in kaart te brengen.

Met ‘betrouwbaarheid’ wordt de gevoeligheid van én mogelijkheid tot invoer van verkeerde data bedoeld. De beoordeling van LEED en BREEAM is veelomvattend waardoor de uitkomst veel minder gevoelig is voor verkeerd ingevoerde data dan de andere instrumenten. De checklist maakt LEED en BREEAM ook veel transparanter dan de rekenmethoden van EPN, EcoQuantum en GreenCalc+. De NEN 5128 en NEN 2916 beschrijven duidelijk welke algoritmen worden uitgevoerd in de EPN-berekening, maar bij EcoQuantum en GreenCalc+ is dit onduidelijk.

Met ‘volledigheid’ wordt het aantal meegenomen aspecten bedoeld die van belang zijn voor de beoordeling. EPN beoordeelt enkel het aspect energieprestatie. EcoQuantum voegt daaraan nog het materiaalgebruik toe. En GreenCalc+ beoordeelt naast energie en materialen ook het aspect water. LEED en BREEAM beoordelen veruit de meeste aspecten van de onderzochte instrumenten.

	EPN		BREEAM		LEED		GreenCalc <sup>+</sup>		EcoQuantum	
	score	t.o.v. eis	score	t.o.v. eis	score	t.o.v. eis	score	t.o.v. eis	score	t.o.v. eis
woongebouw	0,78	+2,5%	48 %	+33 %	72	+60 %	-	-	86	n.v.t.
kantoorgebouw	2,01	-34 %	36 %	+20 %	22	-15 %	154 E-label	-6 %	-	-
sportgebouw	1,76	-76 %	32 %	+7 %	18	-31 %	104303, *	*	-	-
schoolgebouw	1,184	-18 %	34 %	+13 %	25	-14 %	-	-	252	n.v.t.

\*geen referentiegebouw gebruikt, daarom hier verborgen milieukosten in euro.

#### Resultaten basis varianten.

- TABEL 5 -

	EPN		BREEAM		LEED		GreenCalc <sup>+</sup>		EcoQuantum	
	score	t.o.v. eis	score	t.o.v. eis	score	t.o.v. eis	score	t.o.v. eis	score	t.o.v. eis
woongebouw	0,53	+34 %	55 %	+53 %	89	+98 %	-	-	89,5	n.v.t.
kantoorgebouw	1,77	-16 %	47 %	+57 %	32	+23 %	158 E-label	-3 %	-	-
sportgebouw	0,89	+11 %	41 %	+37 %	23	-12 %	63.686,- *		-	-
schoolgebouw	0,864	+14 %	37 %	+23 %	27	-7 %	-	-	213	n.v.t.

\*geen referentiegebouw gebruikt, daarom hier verborgen milieukosten in euro.

#### Resultaten groene varianten.

- TABEL 6 -

Met 'complexiteit' wordt de vereiste ervaring en het aantal gerefereerde standaarden en regelingen bedoeld. Bij de toelichting van 'gebruik' is reeds aangegeven dat LEED en BREEAM veel verwijzen naar standaarden en regelingen. Voor EPN en de VO-tool van EcoQuantum is beperkte ervaring vereist. GreenCalc<sup>+</sup> is complexer en vraagt daarmee om een zeker ervaringsniveau.

#### *Verschillen basis varianten*

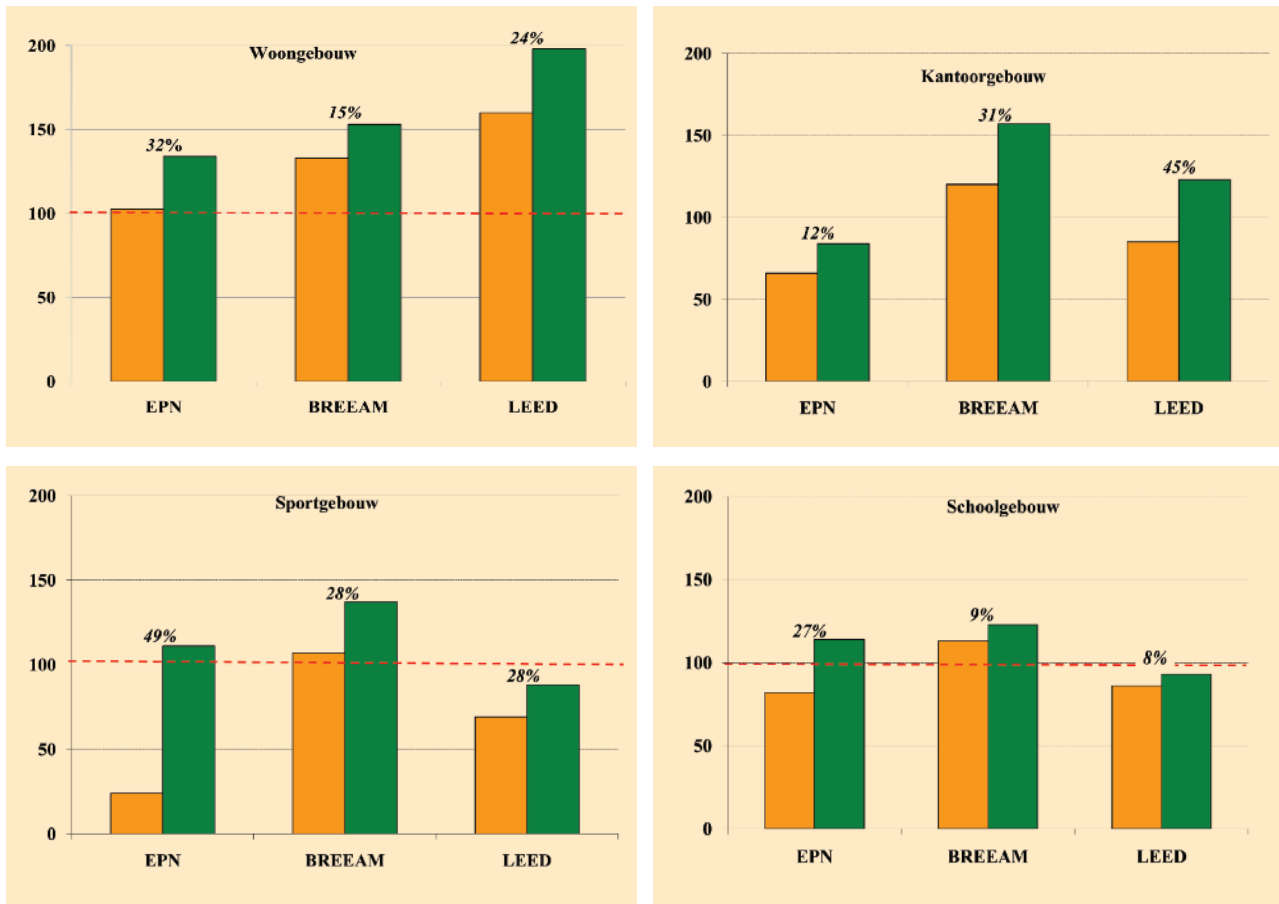
De basis varianten van het woon-, kantoor-, sport- en schoolgebouw zijn ieder beoordeeld met vier instrumenten. Tabel 5 laat de uitkomsten zien van deze beoordeling. Het woongebouw voldoet bij EPN, BREEAM en LEED aan de minimale eisen. In EcoQuantum scoort een gemiddelde nieuwbouwwoning tussen de 150 en 175 punten. Met 86 punten is het woongebouw ongeveer tweemaal zo groen. Het kantoorgebouw voldoet bij geen enkel instrument aan de minimale eis. Met BREEAM worden wel voldoende punten behaald maar wordt

niet aan de minimaal vereiste criteria voldaan en daarmee geen certificaat behaald. Het sportgebouw voldoet niet volgens EPN en LEED. Met BREEAM worden wel voldoende punten behaald maar wordt niet aan alle vereiste criteria voldaan. De beoordeling met GreenCalc<sup>+</sup> is uitgevoerd zonder vergelijking met een referentiegebouw omdat geen goede referentie aanwezig was. Hierdoor kan de GreenCalc<sup>+</sup> score niet worden vergeleken met het minimaal vereiste. Het schoolgebouw voldoet niet volgens EPN en LEED. Wel worden voldoende punten behaald voor een BREEAM-certificaat. Volgens EcoQuantum scoort het schoolgebouw slechter dan een gemiddelde nieuwbouwwoning. Maar een woning is geen goed vergelijkingsmateriaal voor een schoolgebouw.

#### *Verschillen "groene" varianten*

Na het toepassen van maatregelen om het gebouw duurzamer en energiezuiniger te maken zijn de gebouwen nogmaals met dezelfde instrumenten

beoordeeld. Tabel 6 laat de resultaten van de groene varianten zien. Het woongebouw wordt door bijna alle instrumenten nog duurzamer beoordeeld. Alleen EcoQuantum geeft de groene variant een slechtere beoordeling. Dit wordt veroorzaakt door een vergrootte milieulast voor afval en emissies. Waarschijnlijk vanwege het plaatsen van PV-panelen en zonnecollectoren op het dak. Het kantoorgebouw wordt nu volgens BREEAM en LEED als groen beoordeeld. Met GreenCalc<sup>+</sup> wordt net niet voldaan aan het niveau van 2007 en volgens de EPN zijn nog een aantal meer maatregelen nodig om te kunnen voldoen aan de EPC-eis. Het sportgebouw voldoet met de aanvullende maatregelen aan de minimale eisen volgens de EPN en BREEAM. Voor een LEED-certificering ontbreken nog drie punten. Het schoolgebouw voldoet volgens EPN en BREEAM, volgens LEED wordt net niet voldaan aan de certificeringseisen. De EcoQuantum score van de groene variant is met 39 punten (18 %) verbeterd t.o.v. de basis variant.



**Verschillen tussen basis en groene variant voor EPN, BREEAM en LEED.**

- FIGUUR 1 -

### ***Verschillen basis en groene variant***

De resultaten van de basis en groene variant zijn met elkaar vergeleken. Omdat voor EPN, BREEAM en LEED de meeste gegevens aanwezig waren om te kunnen vergelijken, worden hier enkel deze instrumenten besproken. Voor het woongebouw geven dezelfde aanpassingen een verduurzaming variërend van 15 % (BREEAM) tot 32 % (EPN). De resultaten van het kantoorgebouw laten een nog grotere spreiding zien van 12 % (EPN) tot 45 % (LEED). Het sportgebouw heeft gemiddeld genomen de grootste verbetering variërend van 28 % (LEED en BREEAM) tot 49 % (EPN). En het schoolgebouw gemiddeld de kleinste verbetering variërend van 8 % (BREEAM) tot 27 % (EPN). Figuur 1 geeft de score ten opzichte van de eis per gebouwtype voor de basis en groene variant, aangevuld met het verbeteringspercentage. De rood gestreepte lijn (100 %) stelt de eis voor. Indien minder dan 100 % wordt behaald, wordt niet voldaan aan de eis.

### **DISCUSSIE**

#### ***Basis varianten***

Opvallend is dat een gebouw door het éne instrument wel groen wordt bevonden en door het andere niet. In dit onderzoek hebben alle gebouwen voldoende punten behaald voor een BREEAM-certificaat. Bij sommige BREEAM-versies zijn minimaal vereiste criteria ingesteld waardoor, ondanks voldoende punten, geen certificaat kan worden afgegeven. De EPN lijkt de gebouwen het strengst te beoordelen. Ook zijn er grote verschillen te vinden in de mate van duurzaamheid. Zo voldoet het woongebouw maar net volgens de EPN, terwijl met LEED het woongebouw ruim 1,5 maal beter scoort dan het minimaal vereiste. Het sportgebouw zal bijna tweemaal zo (energie)zuinig moeten worden om aan de EPN te kunnen voldoen terwijl bij LEED maar 30 % meer punten nodig zijn.

#### ***“Groene” varianten***

Ook bij de groene varianten zijn grote verschillen te zien tussen de instrumenten. Het kantoorgebouw voldoet

wel volgens BREEAM en LEED, maar niet volgens EPN. Anderzijds voldoen het sportgebouw en het schoolgebouw wel volgens EPN (en BREEAM), maar weer niet aan LEED. Alle gebouwen kunnen een BREEAM-certificaat krijgen, dit geldt ook voor de EPN met uitzondering van het kantoorgebouw. LEED lijkt nu het strengste beoordelingsinstrument. De mate van duurzaamheid verschilt ook bij de groene varianten. Het woongebouw behaalt met LEED tweemaal zoveel punten dan vereist terwijl met de EPN-methode 1,3 maal beter wordt gescoord dan de eis.

#### ***Basis vs. groen***

De verbeteringen van de groene varianten ten opzichte van de basisvarianten verschillen per gebouwtype en per instrument. De vergelijking van de basis en groene varianten laat geen eenduidige trend zien. De éne keer is een gebouw volgens LEED het groent en de andere keer volgens BREEAM. Dit kan worden verklaard door de diverse gebouwtypen en verschillende toegepaste instrumentversies. Maar

ook door het verschil in duurzame en energiezuinige maatregelen toegepast per gebouwtype.

#### *Woongebouw*

Bij het woongebouw zijn vooral maatregelen getroffen om het energiegebruik te verlagen. Dit verklaart ook waarom de grootste verbetering is te zien in de resultaten van de EPN. De instrumenten LEED, BREEAM en EcoQuantum beoordelen meer aspecten en laten daardoor een minder grote verbetering zien. Opvallend is het verschil tussen BREEAM en LEED. Verwacht werd dat de verbeteringen van deze instrumenten dicht bij elkaar zouden liggen omdat LEED gebaseerd is op BREEAM. Het opvallende verschil wordt veroorzaakt door de waardering van de PV-panelen en zonnecollectoren. Deze technieken worden door LEED veel hoger gewaardeerd dan door BREEAM.

#### *Kantoorgebouw*

Bij het kantoorgebouw zijn maatregelen getroffen die niet alleen verbetering tot gevolg heeft voor het energiegebruik maar ook voor het materiaalgebruik en de mobiliteit. De verbetering bepaald met de EPN is duidelijk minder groot dan de verbetering in BREEAM en LEED. Dit komt doordat bij de laatstgenoemde instrumenten ook bij andere aspecten punten zijn verdiend. In GreenCalc<sup>+</sup> is de verbetering slechts 3 % terwijl hier naast energie ook materiaalgebruik wordt beoordeeld. De energiewinst, die wordt behaald met de PV-panelen, wordt tenietgedaan door de extra milieubelasting voortkomend uit de productie van deze panelen. De eventuele positieve en negatieve effecten als gevolg van combinaties van maatregelen hebben in GreenCalc<sup>+</sup> wel degelijk invloed op de eindscore. In tegenstelling tot LEED en BREEAM waar de eindscore wordt bepaald door maatregelen te stapelen.

#### *Sportgebouw*

Bij het sportgebouw is gekozen voor maatregelen die naast de energieprestatie ook andere aspecten verbeteren. Door het totale sportcomplex aan te sluiten op de warmtepomp en het collectieve WKO-systeem wordt dusdanig veel energie bespaard dat dit voor de EPN een verbetering van bijna 50 % oplevert. De instrumenten LEED

en BREEAM kunnen de andere maatregelen wel beoordelen maar kennen minder punten toe aan de warmtepompinstallatie waardoor maar een verbetering van 28 % wordt behaald. GreenCalc<sup>+</sup> gebruikt voor het aspect energie de EPN-rekenmethode, waardoor een vergelijkbare verbetering kan worden verwacht. Dit blijkt zelfs meer te zijn. Naast energie wordt ook op het gebied van waterbeheer een verbetering gerealiseerd.

#### *Schoolgebouw*

Bij het schoolgebouw zijn voornamelijk energiebesparende maatregelen getroffen. Dit verklaart de duidelijk betere waardering volgens EPN. De instrumenten LEED en BREEAM beoordelen meer dan alleen het aspect energie. De behaalde energiebesparing wordt daardoor minder goed gewaardeerd door deze instrumenten. De verbetering is minder groot dan met de EPN.

### **CONCLUSIE**

Het grote nadeel van de vele verschillende “groene” beoordelingsinstrumenten is dat een gebouw in het ene geval duurzaam wordt bevonden en in het andere geval niet. Welk instrument bepaalt nu het beste de duurzaamheid van een gebouw? De instrumenten zijn onderling slecht met elkaar te vergelijken omdat ze zich op verschillende aspecten concentreren t.o.v. elkaar en de waardering hiervan verschilt.

Uitzonderingen hierop zijn de instrumenten LEED en BREEAM, die redelijk goed met elkaar kunnen worden vergeleken door de vergelijkbare aspecten die worden beoordeeld. Toch laten de resultaten van de case studies verschillen zien in de uitkomsten. Ondanks dat LEED gebaseerd is op BREEAM worden sommige criteria anders gewaardeerd. Dit kan komen doordat BREEAM is ontwikkeld voor Engelse gebouwen en LEED voor Amerikaanse gebouwen. Zo worden in LEED punten toegekend aan een ventilatiecapaciteit die in Engeland niet zou voldoen aan de bouwregelgeving. Ieder land bepaalt zelf welke criteria belangrijk zijn en dus met (meer) punten gewaardeerd moeten worden. De vereiste criteria in LEED en in enkele gevallen ook BREEAM wordt als een voordeel gezien. Indien voldoende

punten worden behaald voor een certificaat maar aan een paar (basis) criteria niet wordt voldaan, kan geen certificaat worden afgegeven. Dit levert enige mogelijkheid om energiebesparing en duurzaamheid in gebouwen te sturen zonder er directe bouwregelgeving van te maken.

De volledigheid van LEED en BREEAM hebben als groot nadeel dat het veel tijd kost om een gebouw te beoordelen. Dit, en beoordeling in de vorm van een checklist, maakt deze instrumenten tijdrovend en wellicht minder geschikt voor SO- en VO-fase. Aan de andere kant kan eenvoudig worden opgezocht met welke maatregelen, punten te verdienen zijn en welke maatregelen dus het beste kunnen worden geïntegreerd in het ontwerp. De EcoQuantum VO-tool is uitermate geschikt om in een vroeg stadium het ontwerp en/of varianten te beoordelen. Er zijn weinig invoergegevens nodig doordat gebruik wordt gemaakt van referentiewoningen. Dit maakt het instrument ook meteen minder geschikt om toe te passen bij andere bouwtypen. Voor het sportgebouw waren nog geen geschikte versies beschikbaar van LEED, BREEAM en GreenCalc<sup>+</sup>.

De EPN beoordeelt enkel de energieprestatie en is hierdoor niet geschikt om de duurzaamheid te beoordelen. GreenCalc<sup>+</sup> laat bij het kantoorgebouw zien dat de totale verbetering kan tegenvallen. Bij toepassing van PV-panelen en zonnecollectoren lijkt het gebouw erg duurzaam te worden. Maar deze technieken veroorzaken een grote milieubelasting door het energie intensieve productieproces waarvoor veel energie nodig is en grondstoffen uitgeput raken. De eventuele positieve en negatieve effecten als gevolg van combinaties van maatregelen hebben in GreenCalc<sup>+</sup> invloed op de eindscore. In tegenstelling tot LEED en BREEAM waar de eindscore wordt bepaald door maatregelen te stapelen.

### **REFERENTIES**

1. Krikke, T., *Comparison of assessment methods for energy & environmental performance for buildings*, Master project, Technische Universiteit Eindhoven, 2009.
2. Mierlo, B. P. van, *Comparison of*

- assessment methods for energy & environmental performance for buildings with sports functions*, Master project, Technische Universiteit Eindhoven, 2009.
3. Pluijm, W.M.P. van der, *Comparison of assessment methods for the built environment; EPN, LEED, BREEAM & ECO-QUANTUM*, Master project, Technische Universiteit Eindhoven, 2009.
  4. Poortvliet, R., *Comparison of assessment methods for energy & environmental performance of dwellings*, Master project, Technische Universiteit Eindhoven, 2009.
  5. DHV, *Instrumenten beoordeling en promotie duurzame kantoren*, SenterNovem, 2008.
  6. Annex 31 report, *Directory of tools, a survey of LCA tools, assessment frameworks, rating systems, technical guidelines, catalogues, checklists and certificates* ([www.annex31.org](http://www.annex31.org)), 2004.
  7. NEN 5128:2004, *Energieprestatie van woonfuncties en woongebouwen - Bepalingsmethode*, Normalisatie instituut, 2004.
  8. NPR 5129:2005, *Energieprestatie van woonfuncties en woongebouwen - Rekenprogramma (EPW) met handboek*, Normalisatie instituut, 2005.
  9. NEN 2916:2004, *Energieprestatie van utiliteitsgebouwen - Bepalingsmethode*, Normalisatie instituut, 2004.
  10. NPR 2917:2005, *Rekenprogramma energieprestatie utiliteitsbouw op CD-ROM met handboek in pdf-formaat*, Normalisatie instituut, 2005.

#### **Websites**

11. website BREEAM: [www.breeam.org](http://www.breeam.org)
12. website US Green Building Council: [www.usgbc.org](http://www.usgbc.org)
13. website GreenCalc+: [www.greencalc.com](http://www.greencalc.com)
14. website W/E met EcoQuantum informatie: [www.w-e.nl](http://www.w-e.nl)