

Duurzame scholen

Duurzaam schoolontwerp koppelt energiezuinigheid aan comfort

Bij tachtig procent van de scholen is de binnenlucht-kwaliteit onvoldoende.¹ Zowel bij oud- als bij nieuwbouw. Dit komt hoofdzakelijk door gebrekkige ventilatievoorzieningen. Zijn er oplossingen die de eisen van Frisse Scholen combineren met een energiezuinig ontwerp? En waarom wordt er meestal nieuw gebouwd, terwijl er zo veel bestaande onderwijsgebouwen zijn?

Tekst

Niek Kunnen,
Paressa Loussos,
Annebeth Muntinga

De luchtkwaliteit in scholen is vaak moeilijk te controleren. De bezettingsgraad in de klaslokalen is bijna altijd hoog. In oudere gebouwen moet er natuurlijk worden geventileerd door onvoldoende, te kleine ventilatieroosters. Het openen van ramen leidt veelal tot tochtklachten. Veel nieuwe gebouwen worden luchtdicht gebouwd om het energieverlies te beperken, wat als consequentie heeft dat de ventilatiebehoefte groter wordt. Dit moet echter wel een energiezuinig geheel opleveren. 'Programma van Eisen Frisse Scholen' geeft veel aanwijzingen om een duurzame school te realiseren, zoals aandacht voor energiegebruik, de kwaliteit van de binnenlucht, akoestiek en visueel comfort. Door al deze aspecten mee te nemen in het ontwerp, krijg je een gebouw dat niet alleen duurzaam is in energetische zin, maar ook sociaal. Daardoor zal het waarschijnlijk langer meegaan. Het evenwicht tussen energiezuinigheid en een goed comfort is echter lastig te bereiken.

Duurzaamheid voor verschillende typen scholen

Een schoolgebouw is in principe ieder gebouw waarin onderwijs wordt gegeven. Dit kan een basisschool zijn, maar ook een universiteit of een kunstacademie. Er is daarom niet één oplossing voor een duurzame school. De 'standaard verduurzaming', waaronder hoge isolatiewaarden, warmteretrouwingswinning en efficiënt materiaalgebruik, werkt bij alle schooltypen. Verschillende vormen van onderwijs hebben daarnaast echter hun eigen potenties voor verduurzaming. Het aantal basisscholen daalt al jaren, vooral in de randgebieden van Nederland. In veel nieuwbouwwijken neemt het aantal leerlingen eerst toe en daarna weer af. Een potentie voor

duurzaamheid voor basisscholen zit dan ook in flexibele gebouwen, vooral in gebouwen die kunnen uitbreiden of inkrimpen. Ook hergebruik van materialen, of nog beter: elementen, biedt kansen. Het aantal middelbare scholen is constanter. Middelbare scholen zijn vaak groter, waardoor ze beter met fluctuerende aantallen leerlingen kunnen omgaan. Anders dan bij een basisschool is een klaslokaal niet de hele dag in gebruik, maar verschilt de bezettingsgraad per uur. Hierdoor wordt de benodigde hoeveelheid ventilatie variabel en kan decentraal geregelde ventilatie een aanzienlijke energiebesparing opleveren, gecombineerd met een goed binnenklimaat. In het hoger onderwijs huisvesten gebouwen zeer verschillende functies, van collegezalen voor vijfhonderd man tot kleine werkruimtes. Tegelijkertijd staan instellingen voor hoger onderwijs vaak op een campus, waardoor samenwerking tussen de verschillende gebouwen mogelijk wordt. Dit geeft mogelijkheden om duurzaamheid op campusniveau, ofwel stedenbouwkundig niveau, te benaderen. Daarnaast is er binnen het hoger onderwijs vaak een groter budget voor verduurzaming en ligt de ambitie hoger.

Kengetallen voor energiegebruik

De verschillen tussen de onderwijsvormen zie je terug in de kengetallen voor energiegebruik. Het energiegebruik in het primair onderwijs is lager en de spreiding tussen scholen is beperkt. Bij hoger of universitair onderwijs zijn niet alleen de absolute verbruiken hoger, maar zijn ook de verschillen groter tussen de instellingen. Dit maakt het primair onderwijs wellicht geschikter om oplossingen meer te standaardiseren en daarom beter beschikbaar te maken. Het

hoger onderwijs kent een grotere concentratie van gebruikers, wat complexere oplossingen mogelijk maakt om duurzaam te bouwen.

Aanpak verduurzaming in bestaande schoolgebouwen

Het Economisch Instituut voor de Bouw geeft aan dat scholen in het primair en voortgezet onderwijs gemiddeld 38 jaar oud zijn. Driekwart van het bestaande onderwijsvastgoed dat een energielabel heeft, heeft energielabel C of lager. Ook heeft een kwart van het volume onderwijsvastgoed een label G.² Door deze bestaande schoolgebouwen energetisch aan te pakken kan veel verbeterd worden.

Bij het energiezuinig ontwikkelen van schoolgebouwen zou echter niet alleen naar het directe energiegebruik van het gebouw moeten worden gekeken, maar ook naar de indirecte energie die zit opgeslagen in het materiaal. Dan heeft renovatie veel voordelen. Het geeft een milieuwinst, omdat er geen materiaal nodig is voor de fundering en constructie. Maar waarom geeft men eigenlijk zo vaak de voorkeur aan nieuwbouw? Dat zit in de financiering. Normvergoedingen gaan uit van regulier onderhoud of vervangende nieuwbouw, maar niet van verbouw.³ Zo is het moeilijk om voor een upgrade van een bestaand gebouw financiering te krijgen, terwijl dit uiteindelijk goedkoper en duurzamer kan zijn dan nieuwbouw. Vanuit de overheid zou er dan ook meer financiële steun voor verbouw moeten komen. Ook komt de stagnatie van het verduurzamen van bestaande onderwijsgebouwen wellicht door de langetermijnprognose voor het aantal leerlingen en de tendens om scholen te clusteren in nieuwe samen-

Thema: Onderwijs De bouwopgave binnen de onderwijsgebouwen verschuift langzaam maar zeker van nieuwbouw naar verbouw of aanpassing aan nieuwe functies. Dit geldt vooral voor het basisonderwijs, waar de opvangmogelijkheden worden uitgebreid, soms zelfs voor de hele buurt.

werkingen. Het bouwen van een nieuw MFA lijkt gemakkelijker steun te krijgen dan het opwaarderen van een bestaande school.

Innovatie bij renovatie

Bij nieuwbouw van scholen ligt er een heel arsenaal aan bouwmethoden en technieken om een duurzaam gebouw te maken. Bij bestaande bouw zijn er vaak beperkende factoren, te beginnen bij de vorm en hoofdstructuur van het gebouw. Er is daardoor meer behoefte aan innovatieve oplossingen. Het *Infoblade energie-neutrale scholen en kantoren* reikt een aantal verbeteringsstappen aan die ook goed toepasbaar zijn op bestaande bouw:

- Opwekking van energie: gebruik hernieuwbare (duurzame) energie door bijvoorbeeld PV-panelen, lokale windmolens, wko (warmte-koudeopslag in de bodem) of koppelingen met andere gebruikers in de omgeving.
- Gebiedsniveau: kijk naar moge-

Het verbruik van gas en elektriciteit in verschillende gebouwsoorten							
Omschrijving	Type	Gas (m ³ /(m ² /jaar))			Elektriciteit (kWh/(m ² /jaar))		
		laag	gemiddeld	hoog	laag	gemiddeld	hoog
Onderwijs	Basisonderwijs	6	9	10	26	39	42
	Middelbare scholen	8	11	14	29	33	37
	MBO + HBO	8	22	36	23	60	97
	Universiteiten	7	11	15	34	89	144
Kantoren	200 - 500 m ²	7	21	35	37	107	175
	500 - 10.000 m ²	6	13	20	32	85	138
	> 10.000 m ²	6	10	14	28	79	82
	Bank en verzekering	6	15	24	14	129	160
Zorg	Verpleging + gehandicapten	11	24	38	11	66	121
	Verzorgingstehuizen	16	22	29	13	60	108
	Ziekenhuizen	16	50	85	26	95	164
	Geestelijke Gezondheidszorg	18	23	27	37	46	63

Bron HEVO – 's-Hertogenbosch

lijkheden op het niveau van de omgeving. Wellicht is het gebruik van restwarmte of gezamenlijk gebruik van een wko-installatie mogelijk.

- Bij nieuwbouw of grondige renovatie is het gebruik van een wko-installatie met warmtepomp ook een geschikte optie. Wanneer het

schoolgebouw voldoende geïsoleerd is en gebruikmaakt van warmteretrouwingswinning, kan er verwarmd en gekoeld worden met dit systeem.

- Indien er geen bodemopslag mogelijk is, kan ijsverwarming een uitkomst zijn. Dit systeem wordt nog maar beperkt in Nederland toegepast vanwege de hogere initiële kosten, maar biedt zeker mogelijkheden door de beperkte exploitatiekosten.
- Warm tapwater: gebruik van warmtepompboilers of zonneboilers.

Met ijsverwarming wordt overtollige warmte in de zomer opgeslagen in een ondergrondse waterbuffer. Vanaf het begin van de winterperiode wordt het water afgekoeld tot onder het vriespunt. Doordat er een faseverandering optreedt van water naar ijs, komt er veel latente energie vrij die gebruikt kan worden. In de zomer kan kou aan de buffer onttrokken worden om het gebouw te koelen.

Elektriciteit

- Verlichting: maximaal gebruik van daglicht door voldoende ramen of bijvoorbeeld daklichten.

- Kunstlicht vervangen door ledverlichting (zie ook kader Financiering).
- Apparatuur: gebruik energiezuinig kantoor- en kantineapparatuur. Laptops zijn zuiniger in gebruik dan desktops.

Comfort

- Verwarming: buffer de warmte die apparatuur en mensen afgeven. Buiten gebruikstijden kan de ruimte hiermee worden opgewarmd. Dit kan door warmtebuffering in bijvoorbeeld PCM's (Phase Changing Materials), die opgenomen kunnen worden in plafonds of wanden.
 - Koeling: gebruik zonwerende folies zodat de koellast verminderd wordt. De ontwikkeling van folies heeft ertoe geleid dat er een goede verhouding tussen zontoetredingen en lichttoetreding (ZTA/LTA) mogelijk is.
 - Geforceerde zomernachtventilatie kan gebruikt worden om de ruimte af te koelen. Wanneer toch gekoeld moet worden, is een warmte-koudeopslagsysteem met hoge temperatuurkoeling een energiezuinige optie.
- Het spanningsveld tussen frisse lucht



Definitie duurzaamheid (1)

Er worden met betrekking tot duurzaamheid veel verschillende termen gebruikt.

De meest voorkomende zijn:

CO₂-EMISSIEVRIJ GEBOUW – een gebouw dat netto geen CO₂-uitstoot.

en energiezuinigheid hebben diverse bedrijven proberen te verminderen door innovatieve oplossingen met betrekking tot ventilatie.

- Ventilatie: verbruik van ventilatoren beperken door decentrale systemen met CO₂-sturing. Gebruik natuurlijke ventilatie wanneer dit mogelijk is.

TNO heeft een ventilatieconcept ontwikkeld waarbij verse lucht binnen door een systeemplafond in plaats van door roosters en ramen het lokaal wordt ingeleid. Hierdoor kan verse lucht over het gehele plafond de ruimte in gebracht worden en is er minder tocht. Boven het plafond zit een luchtverdeelstelsel, inclusief

ventilator. In het systeem kan warmteterugwinning worden opgenomen. Dit systeem is al toegepast in het Scheepvaart en Transport College (STC) in Brielle. Hierbij werd eveneens een VRF (Variable Refrigerant Flow) systeem gebruikt, een compleet klimaatstelsel voor koelen, verwarmen, ventileren en warm tapwater met behulp van een warmtepomp. Hierbij is een laag energiegebruik mogelijk doordat per ruimte de gewenste temperatuur geregeld kan worden, mede door middel van energie uitwisseling met andere ruimtes. Zo kan bijvoorbeeld een vertrek te warm zijn, waarbij deze warmte getransporteerd wordt naar een

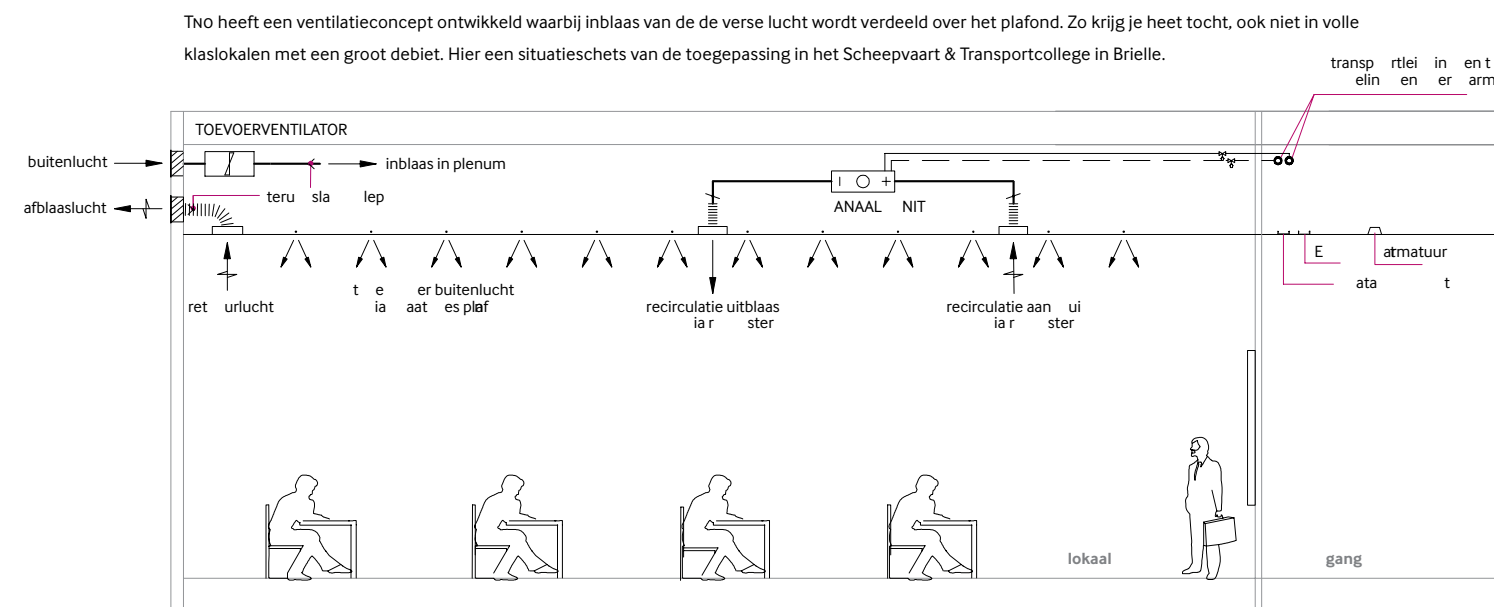
andere ruimte die juist te koud is. Andere decentrale systemen met warmteterugwinning, waarbij op het plafond of de wand een unit wordt geplaatst voor het regelen van ventilatie, zijn geschikt voor bestaande bouw en nieuwbouw. De regeling van het CO₂-gehalte en de verwarming of koeling zorgt voor een goed binnenklimaat. Deze systemen zijn relatief goedkoop, nemen weinig ruimte en zijn flexibel in gebruik. Vooral in middelbare scholen, waar de CO₂-gehalte per lesuur en per ruimte kan verschillen, is een goed te reguleren decentraal ventilatiesysteem een groot voordeel. Deze concepten worden inmiddels ook in een leaseconstructie aangeboden.

Wanneer de buitentemperatuur en luchtkwaliteit dit toelaten, is het slim om natuurlijk te ventileren. Zo kan een hybride ventilatiesysteem ook een goede oplossing zijn voor onderwijsgebouwen. Met behulp van CO₂- en temperatuursensoren kan bepaald worden wanneer mechanische ventilatie nodig is, of wanneer natuurlijke ventilatie mogelijk is. Er zijn voldoende technieken voorhanden om bestaande gebouwen voor de lange termijn geschikt te maken als schoolgebouw en daarbij ook de eisen voor Frisse Scholen te respecteren. Het aanpassen van bestaande scholen zou meer aandacht mogen krijgen.

Definitie duurzaamheid (2)

CO₂-NEUTRAAL GEBOUW – een gebouw dat alle uitgestoten CO₂ compenseert door voorzieningen in het gebouw of externe voorzieningen.

ENERGIENEUTRAAL – het gebouw verbruikt niet meer energie dan door duurzame bronnen wordt aangeleverd op jaarbasis.



Regelgeving en certificering

De huidige regelgeving is nog niet gericht op energieneutrale scholen. In 2020 mag er echter alleen nog (bijna) energieneutraal gebouwd worden (EPC 0). Door nu energieneutraal te bouwen, anticipeert men op de veranderingen in de nabije toekomst en blijft de waarde van het schoolgebouw behouden.

De Nederlandse regelgeving richt zich vooral op energiegebruik en CO₂-uitstoot. Er zijn echter ook andere punten waaraan duurzaamheid getoetst kan worden, zoals toekomstwaarde, watergebruik en recycling. Nederland kent vier duurzaamheidslabels voor vastgoed: BREEAM, LEED, GPR-Gebouw en Energielabel. Energielabel is alleen voor bestaande bouw, de overige drie zijn ook voor nieuwbouw. Energielabel kijkt voorts alleen naar het energieverbruik van het object; de andere ook naar aspecten als gezondheid en materiaalgebruik.

Voor scholen wordt nog relatief weinig gebruikgemaakt van de mogelijkheid tot certificering. De angst voor de kosten van een certificaat weerhoudt opdrachtgevers van deze mogelijkheid. Het blijkt echter dat het ontwerp beter wordt van het hanteren van de eisen van een certificaat, de bouwkwiteit wordt beter en de uiteindelijke exploitatiekosten worden lager. Certificering is daarmee bij uitstek een mogelijkheid om het eindproduct op een hoger plan te krijgen.



Financieringsconstructies

De opdrachtgever voor de bouw of verbouw van een schoolgebouw is vaak het schoolbestuur. Een zittend schoolbestuur geeft meestal maar één keer opdracht tot bouw of verbouw van de school en is daardoor een onervaren opdrachtgever.⁵ Het opdrachtgeverschap wordt daarom vaak uitbesteed aan een adviesbureau dat wel over kennis en ervaring beschikt. Hierdoor gaat het directe contact tussen de architect en de opdrachtgever verloren. Gevolg: de visie van het schoolbestuur staat minder centraal, tijd en geld des te meer.

In onze ogen is het de verantwoordelijkheid van het ontwerpteam om een duurzaam gebouw neer te zetten. Dit team moet bereid zijn concessies te doen aan het ontwerp als ze een groter ontwerp kunnen opleveren. Integraal ontwerpen, BIM en system engineering zijn beschikbare middelen om als team een beter, duurzamer product te kunnen leveren.

De budgetten voor nieuwbouw of verbouw van het schoolgebouw zijn vaak krap. Er is geen geld voor dure installaties of ingewikkelde oplossingen, ook al leveren deze op lange termijn een geldbesparing op. Hierdoor wordt de ambitie van de opdrachtgever op het gebied van duurzaamheid lager. Vaak lijkt het aantrekkelijker om te investeren in een opvallend gebouw dat meer leerlingen aantrekt dan in een duurzaam ontwerp. Om de financiering toch te realiseren, zetten schoolbesturen vaak eigen geld in of lenen geld, onder andere bij de gemeente. Ook geld van derden is een optie, bijvoorbeeld subsidies.⁶ Een nieuwe ontwikkeling is de samenwerkingsovereenkomst tussen Ruimte-OK, het kenniscentrum voor onderwijs en kinderopvang en Het Klimaatverbond. Deze 'Green Deal Verduurzaming Scholen' heeft als doel het op grote schaal

versnellen van duurzame schoolgebouwen. Uitgangspunt hierbij zijn budget neutrale investeringen. Hierbij is 'duurzaam' een toekomstbestendig leer- en werkklimaat, beheer, onderhoud en financiering en exploitatie.⁷

Op diverse locaties worden scholen met een dBFM0-traject opgericht. In dit type project worden verschillende aspecten van de levenscyclus van een gebouw gezamenlijk vastgelegd: ontwerp, realisatie, financiering, onderhoud en exploitatie/beheer. Dit lijkt een oplossing voor de opdrachtgevers om de markt meer te betrekken bij het zoeken naar de juiste oplossing. Daarbij gaat het niet langer alleen om hoger onderwijs maar ook om primair onderwijs. De vraag is of dit op de lange termijn een haalbaar model is in het kader van de demografische veranderingen van de maatschappij. Een voorbeeld van een dBFM0-project is Campus Internationale School Eindhoven, waarbij op de campus onder meer een basis- en voortgezet onderwijsgebouw is.⁸ In totaal werden vijf monumentale panden gerenoveerd en vier nieuwe gebouwen gerealiseerd. De partijen hebben een dBFM0-contract gedurende dertig jaar voor ontwerp, bouw, financiering, onderhoud en exploitatie. Onlangs heeft de ISE het BREEAM Good certificaat toegekend gekregen, voor de verbouwing van het project.⁹

Inmiddels zijn er ook voor het primair onderwijs proefprojecten om dBFM0 in te zetten om nieuwe scholen te realiseren. Bijvoorbeeld in Amsterdam, Zeeburgereiland. Op specifieke onderdelen zoals verlichting zijn initiatieven ontstaan als Pay per Lux en Greenfox, waarmee financiering van goede en duurzame verlichting mogelijk is. Het is noodzakelijk dat deze nieuwe mogelijkheden goed aansluiten bij de financieringsstructuren.

Definitie duurzaamheid (3)

ENERGIEPRESTATIECOËFFICIËNT – theoretisch berekend energieverbruik van een gebouw aan de hand van een genormeerde berekening. Is een dimensieloos getal en maat voor de energie-efficiëntie van een gebouw.

Definitie duurzaamheid (4)

KLIMAATNEUTRAAL – wordt vaak gelijkgesteld aan 'geen CO₂-emissie', waarmee bedoeld wordt dat het gebouw geen negatieve invloed heeft op het klimaat.

Duurzame school: Heldringschool Amsterdam

Berger Barnett Architecten

So De Heldring in Amsterdam is een school voor zeer moeilijk lerende kinderen in de leeftijd van vier tot en met dertien jaar. De school heeft speciale faciliteiten, zoals een watergewinningsbad, en huisvest ook een psycholoog, arts, logopedist en maatschappelijk deskundige. Het gebouw is aangesloten op de stadsverwarming en wordt verwarmd door vloerverwarming. Een goede warmteretourwinning in de ventilatie beperkt het warmteverlies in

de winter. Tevens wordt de warmte teruggewonnen uit het afvoerwater van de sport- en zwembaddouches door douchegootwarmteretourwinning. Het warme tapwater voor de douches wordt opgewekt met behulp van zonne-energie. De verlichting in verblijfsruimtes en sanitaire ruimtes wordt geregeld door middel van aanwezigheidsdetectie en/of daglichtregeling. De centrale ventilatie-installatie is voorzien van indirecte adiabatische koeling, waardoor in de zomer gekoeld kan worden.

Doordat het gebouw een betonnen casco heeft van alleen kolommen en vloeren, is de indeling maximaal flexibel. Verder is het mogelijk in de toekomst een dakverdieping te maken, mocht er uitbreiding nodig zijn. Doordat in zowel het architectonisch ontwerp, het constructief ontwerp als het bouwfysisch en installatietechnisch ontwerp duurzaamheid centraal stond, was het mogelijk De Heldring energie-neutraal te ontwerpen.



Links So de Heldring in Amsterdam is Energieneutraal ontworpen. Een van de bijzondere aspecten in het duurzame ontwerp zijn de zonweringsschermen. De vier meter hoge schermen zijn met computergestuurde watersnijstechniek geperforeerd naar een ontwerp van grafisch ontwerper Hansje van Halem. Ze kunnen met een afstandsbediening vanuit de lokalen worden verschoven en bepalen in grote mate de uiteindelijke verschijningsvorm van het gebouw.

Foto Marcel van der Burg

Rechts In de Amsterdamse 'transformatiewijk' Buiksloterham worden projecten geselecteerd op basis van aantoonbare duurzaamheid met de focus op energie en klimaat. So de Heldring is dan ook klimaatneutraal. Ook voldoet het gebouw aan het pVt Frisse Scholen. Bijzonder is de adiabatische koeling.

Foto Marcel van der Burg



- 1 www.eib.nl/pdf/bouwen_voor_het_onderrwijs.pdf
- 2 www.eib.nl/pdf/bouwen_voor_het_onderrwijs.pdf
- 3 [Scholenbouwatlas.nl](http://www.scholenbouwatlas.nl)
- 4 <http://energiesprong.nl/wp-content/uploads/downloads/2013/02/Infoblad-Energieneutrale-scholen-en-kantoren-def-1.0.pdf>
- 5 www.scholenbouwatlas.nl/processen/opdrachtgeverschap-cocreatie-zelfregulering-en-ondersteuning-scholenverbouw
- 6 www.bouwendnederland.nl/nieuws/36280/staatssecretaris-schoolornatie-desnoods-bij-wet-regelen
- 7 www.poraad.nl
- 8 www.breem.nl/projecten/project/internationale_scholen_eindhoven_ise
- 9 www.strukton.nl/nieuws/2014/verbouwing-ise-ontvangt-breem-good-certificaat/