

# Energie neutraal bouwen vraagt om engineering 2.0

Met de realisatie van het DSK II scholencomplex, is de gemeente Haarlem een frisse, energie neutrale school rijker. Het project loopt hiermee voor op de doestelling van de gemeente om in 2015 geheel klimaatneutraal te bouwen. Lage EPG-waarden halen is met de huidige stand van de techniek niet moeilijk. De grote uitdaging ligt echter in het wegwerken van de laatste 20%. Daarbij ontstaat schaarste en komt engineering 2.0 om de hoek kijken.

Ir J.J. (Jeroen) Verwer, Royal HaskoningDHV

Het complex beslaat circa 3.900 m<sup>2</sup> vloeroppervlak en biedt onderdak aan een kinderdagverblijf, een gymzaal en twee scholen; de O.B.S. Martin Luther King school en de S.B.O. Hilbrand school. Vanwege de stedelijke planning was er niet veel ruimte beschikbaar voor het complex. Om de twee scholen te kunnen huisvesten moest er compact worden gebouwd. Daarnaast moest er rekening gehouden worden met een appartementencomplex dat, als onderdeel van de gebiedsontwikkeling DSKII, in de toekomst aan de school zal worden vastgebouwd. Dit heeft geresulteerd in het ontwerp van een 3-laags gebouw met een grotendeels blinde gevel aan één zijde.

## ■ UKP NESK

De DSKII maakt gebruik van de NESK-subsidie. NESK staat voor 'Naar energie neutrale scholen en kantoren', een subsidieregeling van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). Het is bedoeld om projecten te stimuleren die zich onderscheiden door energiezuinigheid, duurzaamheid en organisatorische innovaties in de bouwkolom. Naast de subsidie doen Stichting Spaarnesant en de gemeente Haarlem een extra investering om het project energie neutraal te maken.

## ■ EPG=0

Een voorwaarde bij de UKP NESK-subsidie

is dat de gebouwgebonden energievraag neutraal moet zijn. Dit wil zeggen dat de energie die het gebouw gebruikt, zelf wordt opgewekt. Om dit te bereiken is de gebouwgebonden energievraag tot een absoluut minimum gebracht. Om een EPG van 0 te behalen wordt de resterende energie vraag door pv-zonnecellen opgewekt. Het gebouw is hiermee de op één na duurzaamste school van Nederland. Ondanks de ingrijpende energiebesparende maatregelen voldoet het gebouw op vrijwel alle punten aan klasse B of hoger van de richtlijn Frisse scholen.

De energievraag van het gebouw wordt beperkt door optimale oriëntatie ten opzichte van de zon en de goede isolatie van de gebouwschil ( $R_c = 8 \text{ m}^2\text{K/W}$ ). In het gebouw wordt de ventilatie CO<sub>2</sub>-gestuurd en zijn de luchtkanalen extra groot uitgevoerd om ventilatorenergie te beperken. Verder wordt er gebruik gemaakt van hoog rendement warmteterugwinning (90%) en energiezuinige ventilatoren en pompen. De verlichting wordt uitgevoerd met aanwezigheids- en daglichtregeling. De energie voor verlichting is verder laag gehouden door toepassing van led-verlichting. De warmte- en koudevraag wordt opgewekt door middel van een bodemopslagsysteem in combinatie met een warmtepomp. Ondanks alle maatregelen zijn de werkelijke bouwkosten minder dan 1.275 euro per m<sup>2</sup>

BVO (excl. BTW). De meerkosten die toegerekend kunnen worden aan de ambitie om energie neutraal te bouwen bedragen circa 20%.

## ■ ENGINEERING 2.0

Lage EPG-waarden halen is met de huidige stand van de techniek niet moeilijk. De grote uitdaging ligt echter in het wegwerken van de laatste 20%. Hierbij is ofwel het dakoppervlak ofwel het budget, de beperkende factor. Dit leidt tot de engineering 2.0, waarbij schaarste de grootste uitdaging vormt.

Door de compacte bouw was in dit project het beperkte dakoppervlak de grote uitdaging gebleken. De marge op de energiebalans was zo klein dat het effect van iedere ontwerpkeuze speciaal getoetst moest worden. Vanwege de invloed die verschillende maatregelen op elkaar hebben kon er niet gewerkt worden met standaard inputgegevens om de energiebesparingen te berekenen. Iedere maatregel moest daarom apart doorberekend worden.

Een voorbeeld hiervan is het beperken van ventilatie-energie. Overgedimensioneerde toevoerkanalen en luchtafvoer via het atrium dragen bij aan een lage drukval. Qua installatie keuze is er gekozen voor een luchtbehandelingskast die als één van de weinigen een gelijkwaardigheidsverklaring heeft voor 90% warmteterugwinning. In het gamma van die leverancier zitten twee ventilatoren. Eén van

Optie	W/m <sup>2</sup>	Opstelling	Max. m <sup>2</sup> zonder looppad	benodigd voor EPC=0 (m <sup>2</sup> )	Haalbaar?
1	145	horizontaal	1.000	859	ja
2	150	102 O-W-oriëntatie	944	853	ja
3	150	102 Z-oriëntatie	588	819	nee
4	150	352 Z-oriëntatie	323	785	nee

-Tabel 1- Afweging opstelling pv-panelen

	Goede isolatie/kierdichting	Zeer goede isolatie/kierdichting	Uitstekende isolatie/kierdichting
Rc-waarde gevel	6 m <sup>2</sup> /K/W	8 m <sup>2</sup> /K/W	10 m <sup>2</sup> /K/W
Infiltratie	0,4 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	0,3 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	0,15 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>
Compensatie m <sup>2</sup> pv	40 m <sup>2</sup>	13 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
Geschatte meerkosten	12k€	45k€	80k€

-Tabel 2- Afweging isolatiewaarde

deze ventilatoren gebruikt minder energie dan de andere, maar produceert hierbij meer geluid. Normaal gesproken valt dit weg in de marge, maar nu niet. Het ontwerp van de geluidemper wordt ineens cruciaal voor het project. Deze moet de extra geluidsproductie dempen maar mag de drukval van het systeem niet te veel verhogen. Met extra berekeningen heeft is de juiste combinatie gemaakt en bespaard op de ventilatorenergie.

Een ander aspect van het ontwerpproces wat verandert wanneer de EPG op nul moet uitkomen, is hoe omgegaan wordt met de terugverdientijd van onderdelen. Normaal gesproken wordt er bekeken of een duurdere optie interessant is aan de hand van de extra opbrengsten die deze met zich meebrengt. In dit project was het dakoppervlak echter zo schaars dat de impact van de ontwerpkeuzes werd uitgedrukt in een toe- of afname van het benodigde aantal m<sup>2</sup> pv-paneel. Ter illustratie: het verhogen van de isolatiewaarde van de gevel van het gebouw leidde tot een afname van het benodigde aantal m<sup>2</sup> pv-panelen. Normaal gesproken ligt, als men kijkt naar de terugverdientijd, het optimum voor de isolatiewaarde rond een R<sub>c</sub>-waarde van 6.0 m<sup>2</sup>K/W. Hier is een R<sub>c</sub>-waarde van 8.0 m<sup>2</sup>K/W gehanteerd, omdat dit tot een besparing van 27 m<sup>2</sup> aan pv leidde (tabel 1); een hele andere kijk op de ontwerpogave met afwijkende uitkomsten.

### PV-CELLEN EN COLLECTOR

Om het beschikbare dakoppervlak maximaal te benutten is er voor gekozen om de pv-panelen op Oost-Westoriëntatie te plaatsen. De panelen liggen in rijen van twee tegen elkaar onder een hoek van 10 graden. Hoewel deze oriëntatie niet ideaal is voor maximale zon inval, halen de panelen nog altijd een opbrengst van 80% van de energie, ten opzichte van een paneel onder ideale oriëntatie. Het grote voordeel van dergelijke plaatsing

is dat er geen onderlinge schaduwwerking optreedt. Dit in tegenstelling tot plaatsing van panelen op de zuidzijde, onder een hoek van 36°. Bij een dergelijke oriëntatie vangen de pv-cellen weliswaar meer zonlicht, maar er treedt ook een behoorlijke schaduwwerking op. Hierdoor wordt het dakoppervlak niet goed benut. In dit geval bleek alleen de oplossing met horizontaal en O-W-oriëntatie onder 10° haalbaar (figuur 1). Het blijft echter een grote uitdaging om zoveel vierkante meters kwijt te kunnen, want looppaden (bijvoorbeeld 1 per 4 rijen) levert een te groot verlies aan oppervlak op om binnen de EPG=0,0 te blijven. Naast pv is er voor de douches van de gymzaal 10 m<sup>2</sup> aan zonnecollectoren op het dak geplaatst. De collectoren verwarmen het tapwater voor de douches en de keuken.

### FRISSE SCHOLEN

Een gebouw is pas duurzaam als het gebruikt kan worden voor het doel waarvoor het gemaakt is. Wordt hier niet aan voldaan, dan mag het gebouw wel energiezuinig zijn, maar is het niet duurzaam. Tijdens het ontwerp is de energievraag daarom nooit verlaagd ten koste van het comfort. Het gebouw voldoet aan de klasse B van de richtlijn Frisse scholen. Zo laat de monitoring zien dat de CO<sub>2</sub>-concentratie in de lokalen onder de 1.000 ppm blijft en de temperatuur binnen de gestelde bandbreedte.

### PRESTATIEBORGING

Om er zeker van te zijn dat de energieprestaties ook daadwerkelijk worden gehaald is er contractueel een monitoringsperiode vastgelegd. Hierbij dient de aannemer gedurende twee jaar aan te tonen dat de installatie de beoogde rendementen behaalt. Er wordt bij oplevering een aantal testen gedaan en de belangrijkste waarden worden gedurende de twee jaar gemeten en gelogd.

De wijze van meten, zoals frequentie en gevoeligheid van de meting, is bestekmatig vastgelegd. Zo worden in een aantal referentieruimten de temperatuur en CO<sub>2</sub>-concentratie geregistreerd. Daarnaast wordt het energiegebruik van elke verdeler vastgelegd en worden enkele onderdelen, zoals de warmtepomp, apart gemeten.

Het schoolgebouw is sinds september in gebruik genomen. Momenteel wordt de bron geladen en ingeregeld. Hierdoor kan de warmtepomp nog niet altijd op vol vermogen draaien, maar door de nauwlettende monitoring is al een aantal optimalisaties uitgevoerd. De verwachting is dat de school de beoogde energieprestatie ook daadwerkelijk gaat behalen.



Ir J.J. (Jeroen) Verwer

