

Innovatie geboren uit noodzaak

Lex van der Wagt

Het Koning Willem I College in Den Bosch heeft onlangs een innovatieve klimaatinstallatie in gebruik genomen. Het systeem is opgebouwd rondom een hybride warmtepomp die gelijktijdig warmte kan winnen uit drie verschillende bronnen: de buitenlucht, de gebouwkoeling en een speciaal aangelegd energiedak. Met deze oplossing wordt naar verwachting jaarlijks bijna 60 procent bespaard op het totale aardgasverbruik.

Het Koning Willem I College is een regionaal opleidingscentrum (ROC) dat opleidingen verzorgt voor zo'n 13.000 leerlingen. De Campus Vlijmenseweg, de hoofdlocatie van het instituut, is gevestigd op het terrein en in de gebouwen van een voormalige kazerne in Den Bosch. De opleidingen zijn gehuisvest in vijftien gebouwen, waarvan zeven oorspronkelijke kazernegebouwen. Deze oude, karakteristieke panden geven de campus een unieke uitstraling, maar ze voldoen in energetisch opzicht niet meer aan de eisen van de tijd. De energierekening voor het complex bedroeg jaarlijks meer dan een half miljoen euro. Dat bood een flink besparingspotentieel, maar het nemen van energiebesparende maatregelen bleek niet zo eenvoudig.

DUBBELE HANDICAP

'Toen we werden gevraagd om de energiebesparingsmogelijkheden van het complex te onderzoeken, wilden we natuurlijk allereerst proberen de energievraag terug te dringen', vertelt Ruud Reinders van adviesbureau Volantis, dat het nieuwe klimaatsysteem voor de campus heeft ontwikkeld. 'In eerste instantie denk je dan aan het isoleren van de gebouwen. Dat viel echter af vanwege de hoge kosten die dat voor deze monumentale panden met zich mee zou brengen. Een andere tegenvaller was het feit dat warmte- en koudeopslag in de bodem niet mogelijk was vanwege de bestaande opslagsystemen in de omgeving, een aangrenzend



Het ketelhuis in gebouw G met het leidingwerk voor het wko-systeem.



natuurgebied en waterwinning in het gebied door een grote brouwerij. Bij aanvang van het project was dus meteen duidelijk dat we rekening moesten houden met een hoge warmtevraag, terwijl we de meest voor de hand liggende, duurzame energiebron niet konden toepassen. Door deze dubbele handicap kwamen er echter wel andere technieken in beeld die juist in deze situatie een oplossing boden.'

IN EEN NOTENDOP

Uiteindelijk is gekozen voor een concept met veel innovatieve elementen. De primaire warmtebron wordt gevormd door de warmte die vrijkomt bij gebouwkoeling en koeling van de centrale serverruimte. Daarnaast is voor een nieuw gebouw op het complex een energiedak ontworpen waarmee zonnewarmte kan worden opgevangen. De warmte uit het gebouw en het energiedak wordt door een warmtepomp opgewaardeerd voor verwarming. Eventuele overtollig opgewekte warmte kan worden opgeslagen in twee buffervaten voor later gebruik. Door gebruik te maken van een hybride warmtepomp kan nog een derde warmtebron worden toegepast: de buitenlucht.

Toepassing van een warmtepomp stelt uiteraard specifieke eisen aan het afgiftesysteem. Dankzij de ruime overdimensionering van de bestaande cv-installatie kon worden volstaan met aanpassing van de bestaande verwarmingsregelingen. Het systeem wordt gecompleteerd door een nieuw gebouwbeheersysteem, waarmee het functioneren van de installatie eenvoudig kan worden gecontroleerd waardoor onnodig energieverlies kan worden voorkomen.

TERUGGEWONNEN ENERGIE

'In elk gebouw, nieuw of oud, kun je de warmte die vrijkomt door koeling hergebruiken en bij het Koning Willem I College hebben we deze energiebron uiteraard ook benut' zegt Reinders. 'De hoeveelheid warmte die we hiermee terugwinnen is aanzienlijk en zorgt voor circa 40 procent van de totale besparing. Dat bereiken we door de warmte uit de serverruimte van de campus en de warmte uit de ventilatielucht van de gebouwen via een warmtewisselaar centraal aan te bieden aan de warmtepomp. Door de warmteterugwinning van alle gebouwen te koppelen kunnen we de beschikbare energie optimaal benutten en met de teruggewonnen warmte zoveel mogelijk in de warmtevraag voorzien.'

ENERGIEDAK MET BUFFER

Een van de meest in het oog springende innovaties in het concept is het energiedak van een nieuw gebouw, dat tege-



De warmtepomp staat opgesteld in gebouw Z, Koning Willem I College.



De dakopstelling van de units op gebouw Z, Koning Willem I College.

lijk met het nieuwe klimaatsysteem op de campus is gerealiseerd. 'Het energiedak is opgebouwd uit een isolatieplaat met verwarmingslangen en aluminiumplaatmateriaal ter vergroting van het warmte-uitwisselend oppervlak. De zon verwarmt het water in de slangen en deze warmte gebruiken we om het complex te verwarmen', legt Reinders uit.

Met het energiedak kan in het voorjaar, de herfst en de winter zonnewarmte worden gewonnen. Ook op bewolkte dagen kan nog zonnestraling worden opgevangen. De warmte



Het leggen van het energiedak op de nieuwbouw van het Koning Willem I College.

van het energiedak wordt gebruikt als aanvulling op de warmte uit het gebouw en draagt voor circa 10 procent bij aan de energiebesparing. Beide warmtebronnen zijn gekoppeld aan het watercircuit op de warmtepomp.

'De warmte vanuit het gebouw wordt verhoogd met behulp van het energiedak waardoor het rendement van de warmtepomp wordt geoptimaliseerd. Eventuele overtollige warmte kan enkele dagen worden opgeslagen in twee geïsoleerde buffertanks van in totaal 220 m³. De warmte uit de buffer kan vervolgens worden gebruikt als het dak niet of niet voldoende warmte rechtstreeks aan de warmtepomp kan leveren, bijvoorbeeld 's avonds of op koude of bewolkte dagen.'

OPTIMALE PRESTATIES

Wanneer de gebouwkoeling en het energiedak samen onvoldoende warmte leveren, kan de warmtepomp ook warmte uit de buitenlucht halen. Reinders verwacht een dergelijke situatie als het buiten kouder wordt dan circa 10 °C, wat voor Nederland niet ongewoon is.

'Om ervoor te zorgen dat de warmtepomp ook bij lage

Geert-Jan van der Aa, manager bouwzaken Koning Willem I College: 'De aanleiding van het project was de nieuwbouw voor de opleiding Gezondheidszorg. Dat moest een duurzaam, innovatief en energetisch verantwoord gebouw worden, ook al omdat we vinden dat we een voorbeeldfunctie naar onze leerlingen hebben. We zitten nu in het aanloopjaar, maar we zien nu al duidelijk dat het gasverbruik gaat teruglopen en we zijn bezig dat verder te optimaliseren. Bovendien hebben we al veel complimenten gehad over de verbetering van het binnenklimaat.'

buitentemperaturen optimaal presteert, hebben we deze door de leverancier op maat laten maken. Daardoor is het aandeel in de energiebesparing van de warmte uit de buitenlucht ongeveer 40 procent op jaarbasis. Net zoveel als we met de warmte uit de gebouwen realiseren.'

Een warmtepomp levert warmte van lage temperatuur. Het rendement van een warmtepomp – en daarmee de energiebesparing die hiermee wordt behaald – is sterk afhankelijk van het temperatuurverschil tussen warmtebron en afgiftesysteem: hoe kleiner het temperatuurverschil, hoe hoger het rendement. De warmtepomp op het Koning Willem I College warmt retourwater van circa 45 °C op tot circa 55 °C. Dit betekent wel dat het bestaande afgiftesysteem geschikt moest worden gemaakt voor dit temperatuurbereik.

OVERDIMENSIONERING

De oude cv-systemen in de gebouwen op de campus zijn ontworpen voor hoge watertemperaturen (90 °C in en 70 °C uit). Desondanks bleken deze systemen – met enkele aanpassingen – toch prima aan de warmtepomp te koppelen. Door de ruimere bepaling van de warmtebehoefte die vroeger werd gehanteerd, bleek de installatie behoorlijk overgedimensioneerd. Er werd bijvoorbeeld in het verleden geen rekening meegehouden dat wanneer een gebouw in gebruik was, de warmtebehoefte al snel 30 procent lager lag. 'Om het systeem geschikt te maken hebben we de drieweg-injectiemengregelingen vervangen door tweewegregelingen en zijn de ongeregelde transportpompen vervangen door toerengeregelde pompen. Hiermee zijn we in staat om te regelen op de hoeveelheid water die door de radiatoren stroomt, in plaats van op temperatuur, zoals vroeger. Dankzij de grotere radiatoroppervlakken kan ook bij lagere temperaturen voldoende warmte worden afgegeven. We kunnen

Investingering en subsidie

Vanwege het innovatieve karakter van het toegepaste installatieconcept is dit project ondersteund door SenterNovem met subsidie in het kader van het eos Demo-programma, gericht op projecten op het gebied van duurzame energie of energiebesparing die gebruikmaken van een voor Nederland nieuwe of vernieuwende technologie, een nieuw systeem of een combinatie van nieuwe en bestaande technologie (www.senternovem.nl/eos).

De totale bruto investering voor het klimaatstelsel bedraagt 1.500.000 euro. Hierin is nog geen rekening gehouden met vermeden toekomstige onderhoudskosten ter grootte van circa 300.000 euro. De jaarlijkse besparingen zijn berekend op circa 188.000 euro, waardoor de investering in zes à zeven jaar kan worden terugverdiend. Dankzij de eos-subsidie van circa 250.000 euro wordt deze terugverdientijd met ongeveer 1,5 jaar teruggebracht.

nu water van 55 °C naar de gebouwen sturen en het ook langzamer rondpompen, zodat de retourtemperatuur voldoende omlaag gaat. Daardoor halen we zoveel mogelijk rendement uit de warmtepomp en is er ook veel minder energie nodig voor de pompen.'

GBS

De nieuwe klimaatinstallatie is voorzien van een modern gebouwbeheersysteem. Volgens Reinders is dat geen overbodige luxe. 'Ik ben ervan overtuigd dat zonder GBS de berekende besparingen nooit werkelijk kunnen worden gehaald. Dat merk je meteen zodra je het systeem opstart. Op de tekentafel ga je ervan uit dat de bestaande installaties goed functioneren. In de praktijk word je echter geconfronteerd met allerlei storingen, zoals lekkende kleppen of luchtbehandelingskasten die geen lucht verplaatsen. Met een GBS zie je dat meteen en kun je ingrijpen. Bovendien vereist een oplossing als deze, nauwkeurige instellingen. Voor de warmtepomp, die met verschillende warmtebronnen werkt, gelden bijvoorbeeld voor elke weerssituatie andere karakteristieken. Dat kun je niet optimaliseren zonder GBS. Dit geldt ook voor het nauwkeurig regelen van bedrijfstijden zodat de installatie niet onnodig in bedrijf is. Als je terugreken van wat er voorheen allemaal fout ging, kun je stellen dat 10 procent van de besparingen op het conto van het GBS kan worden geschreven.'

CONCEPT MET TOEKOMST

De nieuwe klimaatinstallatie van het Koning Willem I College is een maatwerkoplossing voor een bijzondere situatie. Toch gelooft Reinders dat het ontwikkelde concept op meer plaatsen uitkomst kan bieden. 'Kijk, als je warmte- en koudeopslag kunt toepassen, dan heb je de buitenlucht niet meer nodig. Een warmtepomp op lucht heeft nu eenmaal een minder hoge opbrengst dan een warmtepomp op water. Maar je ziet dat de regelgeving voor langetermijnergieopslag in de bodem steeds strenger wordt en dat het steeds lastiger wordt een vergunning te krijgen. In dat opzicht staat dit project niet op zich en biedt het aanknopingspunten voor de toekomst.'

'Je ziet ook dat wanneer je de warmtevraag niet kunt terugdringen er toch aanzienlijke energie- en kostenbesparingen mogelijk zijn, bijvoorbeeld met het energiedak, een veelbelovende nieuwe techniek voor nieuwbouw of renovatie. Maar misschien is de belangrijkste constatering wel dat ook bij traditionele – al dan niet overgedimensioneerde – cv-installaties, toch een groot deel van de energie duurzaam kan worden opgewekt.'

Auteur Lex van der Wagt

Fotografie Ad Siemons

Projectgegevens	
opdrachtgever	Koning Willem I College, Den Bosch
ontwerp energieconcept	Volantis Green Energy, Venlo-Eindhoven-Maastricht
gebouwkenmerken	15 gebouwen, 33.000 m ² bvo
aardgasverbruik oude situatie	786.000 m ³ /jr
energieverbruik nieuwe situatie	316.000 m ³ /jr
totale besparing	470.000 m ³ /jr
Hybride warmtepomp	
leverancier	GEA Grenco, 's-Hertogenbosch
watertemperaturen condensor in / uit	45 °C / 55 °C
maximaal verwarmingsvermogen	833 kW
compressor	frequentieregeld
COP bij warmte uit buitenlucht	3,62 of hoger
COP bij traject gekoeld water 18 / 11 °C	4,64
COP bij traject gekoeld water 11,5 / 6,5 °C	4,10
Energiedak	
leverancier	schiebroek Dakbedekkingen, Best
oppervlakte	circa 1.000 m ²
medium	water / glycol
maximaal verwarmingsvermogen	circa 197 kW
maximaal koelvermogen	circa 168 kW