

*Houten spuwvers voeren het regenwater af naar verticale met grind gevulde betonnen rioolbuizen. Via de domotica wordt met een camera op het dak ook het ooievaarsnest in de tuin in de gaten gehouden.*

## Vakantiehuis met domotica levert energie

De dubbelzijdig werkende PV-panelen boven het witgeschilderde dak leveren meer dan genoeg energie voor de Smart-woning in Zwindorp. Die wordt gebruikt voor onder meer veel domotica. Daarnaast is er stroom voor twee elektrische auto's; de rest gaat naar de burelen.

De opdrachtgever van de energieleverende vakantiewoning in Zwindorp, Dick Rakhorst, is pionier op het gebied van domotica. Naast duurzaam en autarkisch was zijn streven het huis zoveel mogelijk zichzelf te laten regelen, waarbij tevens van alles wordt gemeten en gegevens worden opgeslagen. "We weten straks alles van het huis", legt hij uit. "Het is een Smart Home. We hebben de woning actief gemaakt, elektronisch regelen we alles naar behoefte. Alles wordt aangestuurd door sensoren: licht met bewegingssensoren, ventilatie met CO<sub>2</sub>-sturing, natuurlijke ventilatie met nachtkoeling. De ramen daarvoor worden elektrisch geopend en dat alles natuurlijk met eigen stroom. Het gaat zowel om comfort als beveiliging. Het is 'The internet of things'. Daarbij is alles gekoppeld en geïntegreerd tot één systeem; alle informatie van de sensoren van de verschillende systemen voor de beveiliging, verlichting, verwarming en ventilatie. Met één app op de telefoon of tablet kunnen we alles overzien en zo nodig bedienen of bijstellen. Het is eigenlijk allemaal een uit de hand gelopen hobby", verzucht Rakhorst.

"Aanvankelijk hadden we het doel de woning helemaal autar-

kisch te maken. Naast de voorziening in eigen energie en warmte wilden we ook ons eigen afvalwater verwerken en drinkwater maken en opslaan. Maar dat was financieel niet zinvol en daarom ook niet nuttig om als voorbeeld te realiseren."

### Gelijkspanning

Voor alle domotica, verlichting en dergelijke is een gelijkspanningsnetwerk van 48 volt aangelegd. Maar er zijn nog veel voorzieningen, zoals rondom het koken, waar je 220 volt voor nodig hebt. Dus is er naast 48 VDC ook nog een AC-netwerk met 220 volt. Beide netwerken worden van stroom voorzien door de 50 PV-panelen op het dak. Het zijn bijzondere PV-panelen: bi-facial modules, Sunprime met 380 Wp per stuk. Het licht gaat erdoorheen en reflecteert op de witgeschilderde EPDM-dakbedekking. Het terugkaatsende licht wekt nog weer opnieuw stroom op. Bovendien werkt de goed geventileerde ruimte tussen het witte dak en de panelen verkoelend. PV-panelen gaan namelijk minder presteren als ze warm worden. Op die manier leveren de 50 PV-panelen evenveel stroom op



Alle leidingen zitten buiten tegen de CLT-panelen aan, omdat de panelen binnen in het zicht blijven. (Foto: Archi Service)



De hoogrendement (tegenstroomsysteem) leemkachel is samen met de buitenhaard op een dubbelwandige rvs-afvoerpijp aangesloten.



### Duurzame vakantiewoning

// Locatie: Zwindorp, Cadzand

// Opdrachtgever: Fam. Rakhorst

// Bouwperiode: sept. 2016 – april 2017

als 97 panelen van bijvoorbeeld zeven jaar geleden. De PV-panelen leveren gelijkstroom, die dus regelrecht het 48 volt-netwerk in kan. Voor het 220 volt-netwerk is er een omvormer. Het totale vermogen van de PV-panelen is 19 kWp met een verwachte opbrengst van 19.800 kWh per jaar. Daarvan blijft naar verwachting meer dan genoeg over voor het opladen van elektrische auto's. Rakhorst heeft er een, mogelijk komt er een tweede voor zijn vrouw. Er is een tweede aansluiting voor gas-ten. Voor het bufferen van de elektriciteit zijn er Powerwall 2.0 batterijen met een gezamenlijk vermogen van 40 kWh en is er nog een aansluiting op het publieke elektriciteitsnet.

### Warmtevraag

Naast elektriciteitsgebruik is er de warmtevraag voor verwarming en warm tapwater. De benodigde warmte wordt geleverd door een warmtepomp die is aangesloten op een gesloten systeem in de bodem met twee lussen tot 70 meter diepte. Er is alleen beneden vloerverwarming en een lemen wand met wandverwarming. Dat is voldoende voor het hele huis. Een als spiegel vormend elektrisch stralingspaneel levert zo nodig tijdelijk extra warmte in de badkamer boven. Naast verwarming zorgt de warmtepomp ook voor passieve koeling met energiewinst in de zomer. Dat is geen luxe maar noodzakelijk voor het regenereren van de bronnen.

Centraal in het huis is een hoogrendement (tegenstroomsysteem) leemkachel gebouwd, waarin hout kan worden gestookt voor de gezelligheid. Deze is gecombineerd met een buitenhaard; ze zitten samen op één afvoerkanaal.

Het ventilatiesysteem bestaat naast de automatische nachtventilatie met elektrisch openende ramen, uit een systeem met natuurlijke aanvoer via muurroosters en mechanische afvoer. Architect Pijnenborgh is principieel tegen balansventilatie met WTW: het is ongezond en duur en nergens voor nodig, hooguit om de EPC op te krikken. De warmtewinst gedurende vier maanden per jaar is overbodig.

Het ruime overschot aan energie dat door de installaties in en om de woning wordt opgewekt is uiteraard mede mogelijk dankzij de goede isolatie van de schil van de woning.

### Evenwichtsfundering

Het huis is gebouwd op een evenwichtsfundering van schuimbeton. Het principe daarvan is dat je zware grond weghaalt en daarvoor in de plaats licht materiaal terugplaatst: het huis is even



zwaar als de grond die je hebt weggehaald. "Bij een paalfundering zul je steeds de grond rondom het huis, die in de loop van de jaren inklinkt, aan moeten aanvullen", verklaart architect Renz Pijnenborgh. "Bij een balansfundering 'drijft' het huis en zakt het met de van nature inklinkende grond mee. Ook bij Purmerend in het veen hebben we wel met schuimbeton gefundeerd. Dat gaat heel goed. We doen dat uit ecologische motieven. In schuimbeton zit veel minder materiaal. Schuimbeton weegt 500 kg/m<sup>3</sup>. Bovendien heeft het als voordeel dat het een hoge isolatiewaarde heeft." De R<sub>c</sub>-waarde van de fundering is 8 m<sup>2</sup>K/W. De schuimbetonfundering is in twee lagen (in verband met drogingskrimp) van 50 en 30 cm aangebracht. Daarbovenop ligt een 12 cm dikke druklaag van gewapend beton, waarop na de opbouw van de houten draagstructuur nog een afwerkvloer is aangebracht.

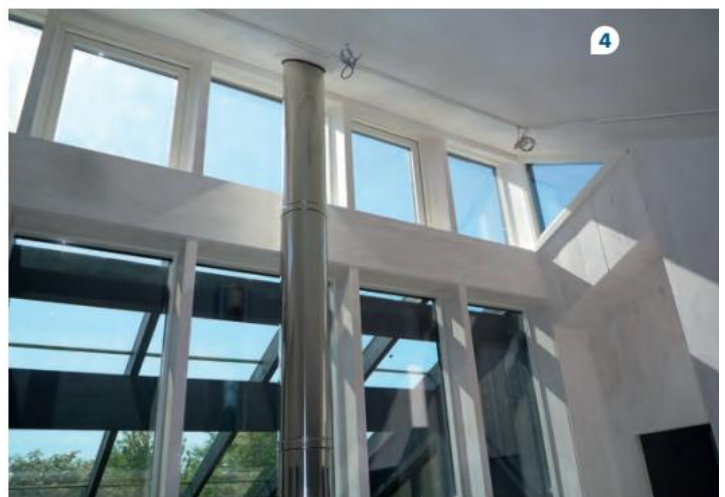
### Massiefhouten prefab structuur

De draagstructuur is opgebouwd met massiefhouten 'cross laminated timber'-panelen: CLT. "Dat is het nieuwe prefab beton", volgens Pijnenborgh. "Je kunt er al meer dan 100 meter hoog mee bouwen. Alle wanden, vloeren en ook schachten zijn daarbij van hout."

Het bouw pakket van het huis is in 3D BIM uitgewerkt en in de fabriek in Duitsland op de millimeter nauwkeurig in een week geproduceerd. Daarna stond het in drie dagen overeind. De wanden zijn 10 cm dik, de vloeren en dak 15 cm, alles van de benodigde sparingen voorzien. Het hout blijft binnen in het zicht. Er moet daarom wel voor gezorgd worden dat de leidingen goed worden weggewerkt. Deze zijn aan de buitenkant van de CLT-panelen in de geïsoleerde schil geïntegreerd. Daarvoor zijn standaard in de handel verkrijgbare houten geïsoleerde I-liggers tegen de CLT-panelen gemonteerd. Dat leverde een installatiezone op van 200 mm waarin alle leidingen zijn weggewerkt: elektra, ventilatiekanalen, afvoeren, waterleiding, verwarming, etc. Voor bevroering hoeft niet te worden gevreesd: tussen en over de leidingen heen is thermo-hennep isolatiemateriaal gedrukt, waarna alles is afgesloten door 80 mm dikke houtvezelplaten over de houten I-liggers aan te brengen. Hieromheen is op regels nog een 'regenjas' aangebracht met een waterkerend dampopen vlies en thermisch behandelde lariksdelens. Dat pakket heeft een R<sub>c</sub> van 7,5 m<sup>2</sup>K/W.

Op het dak zijn in plaats van houtvezelplaten Kooltherm isolatieplaten (resolschuim) toegepast, omdat die een geringere dikte hebben en onder de EPDM geen dampopen isolatiemateriaal nodig is. De R<sub>c</sub>-waarde van het dak is 10,3 m<sup>2</sup>K/W.

Alle leidingen zijn aan de buitenkant van de CLT-panelen in de geïsoleerde schil weggewerkt



1 // De gevelbekleding van thermisch behandelde larix is afgewerkt met antracietkleurige verf op basis van lijnolie (Allbäck). 2 // De CLT-panelen zijn binnen met een transparante witte coating afgewerkt tegen vergelen (lijnoliwax van Allbäck). 3 // Het keukenblok kan worden afgesloten door deuren die in geopende stand wegdraaien tussen de kasten. 4 // In de hal worden ramen automatisch geopend voor (nacht)ventilatie.



**Projectgegevens** // **Locatie:** Zwindorp, Cadzand // **Opdrachtgever:** Fam. Rakhorst // **Ontwerp:** Renz Pijnenborgh, Archi Service, 's-Hertogenbosch, archiservice.nl // **Uitvoering:** Fraanje aannemingsbedrijf, Lewedorp, fraanje.com // **Constructieadviseur:** Constructiebureau Keetels, Schijndel, keetels.com // **Installatieadviseur:** Syneff Consult, Helmond // **Domotica:** BeNext, benext.eu // **Bouwperiode:** september 2016 – april 2017

