



Het risico op klimaatopwarming vormt een bedreiging voor het fragiele evenwicht van ons ecosysteem en moet dus op mondiaal niveau aangepakt worden. Hiertoe dient de uitstoot van broeikasgassen (vooral CO₂), die deels gerelateerd is aan het energieverbruik van onze gebouwen, verminderd te worden. Diverse studies gaan er dan ook van uit dat de meeste gebouwen tegen 2050 energieneutraal of zelfs energiepositief zullen zijn door het terugdringen van hun energiebehoeften en het veelvuldige gebruik van hernieuwbare energie. In dit artikel worden er een aantal scenario's voorgesteld waarbij de warmtebehoeften tegen 2050 volledig gedekt zouden kunnen worden door hernieuwbare energie. We bekijken hiervoor eerst de energieproductie en de distributienetten en nadien nemen we de gebouwen en de installaties zelf onder de loep.

Hoe gaan we ons verwarmen in 2050?

All-electric op individuele basis?

Als we vandaag over energieneutrale woningen spreken, dan gaat dit vaak over **nieuwbouwwoningen waarbij er gezocht wordt naar een balans tussen hernieuwbare-elektriciteitsproductie en elektrisch verbruik**. Dit concept past goed binnen het huidige juridische en financiële kader en houdt nog maar weinig uitdagingen in op technisch vlak. **Door de combinatie van een goede isolatie, luchtdicht bouwen en een kwalitatieve ventilatie kunnen het vermogen en het energieverbruik van een warmteopwekker immers verkleind worden**. Een warmtepomp met een elektrisch vermogen van 2 kW (thermisch vermogen van circa 8 kW) kan bv. volstaan om een individuele woning te verwarmen en van sanitair warm water te voorzien. De zonnepanelen op het dak kunnen meestal zodanig gedimensioneerd worden dat ze in staat zijn om zowel het elektriciteitsverbruik voor de verwarming als voor de huishoudtoestellen te dekken.

Bij een correct ontwerp van dit type woningen meten de elektriciteitstellers, die terugdraaien bij een elektriciteitsproductieoverschot, inderdaad een nulverbruik op jaarbasis op. Zolang het piekvermogen onder 10 kW blijft, wor-

den de huidige randvoorwaarden voor de aansluiting op het elektriciteitsnet vervuld en kan dit net als buffer gebruikt worden. **Wanneer deze oplossing echter massaal op wijk- of nationaal niveau geïmplementeerd zou worden, dan zou de all-electric-configuratie wellicht talloze problemen met zich meebrengen**, zoals:

- een overbelasting van het elektriciteitsnet op zonnige lente- en zomerdagen door een piekende productie van de zonnepanelen en een laag elektriciteitsverbruik voor verwarming. Tijdens koude winterochtenden daarentegen zouden bijna alle elektrische warmteopwekkers in de wijk gelijktijdig draaien en een grote piekverbruik veroorzaken (bovenop het normale verbruik)
- een onevenwicht op korte termijn tussen de productie en het verbruik van hernieuwbare energie op nationaal niveau (bv. tijdens de verbruikspieken 's morgens, 's avonds als de zon al onder is, of bij een niet te verwaarlozen afnamebehoefte tijdens windluwe nachten)
- een onbalans op seizoensbasis. In energiezuinige woningen komt de verwarmingsbehoefte bijna volledig in de winterperiode te liggen, terwijl er op dat ogenblik net weinig zonne-energie te oogsten valt. Ook de andere

elektrische verbruikers blijven 's winters werken. In de lente en zomer is er dan weer een groot overschot aan geproduceerde zonne-energie.

De problemen op korte termijn (overbelasting of onbalans op kwartier-, uur- of dagbasis) kunnen verzacht worden door een slim elektriciteitsnet (smart grid), waarbij elektrisch gebruik ontmoedigd wordt tijdens verbruikspieken en aangemoedigd wordt tijdens momenten met een toereikende hernieuwbare-energieopwekking. **De opslag van warmte in waterbuffers of in de gebouwstructuur en de opslag van elektriciteit in een batterij (of een elektrische wagen) kunnen hiertoe bijdragen** (zie ook p. 7-9). Deze maatregelen vereisen vaak bijkomende investeringen in buffers en in het slim maken van de woning en het elektriciteitsnet, maar verlagen uiteindelijk wel de kostprijs van de energieproductie en -distributie. Het is echter niet evident om dit in alle gebouwen toe te passen. Dit geldt des te meer voor slecht geïsoleerde bestaande woningen met hogere energiebehoeften die uitgerust zijn met installaties met een aanzienlijk vermogen.

De grootste problemen worden evenwel veroorzaakt door de seizoensonbalans: de huidige technologie laat immers

Door de combinatie van een goede isolatie, luchtdicht bouwen en een kwalitatieve ventilatie worden het vermogen en het energieverbruik van een warmteopwekker verkleind.



niet toe om zonne-energie op lange termijn (bv. 6 maanden) **op te slaan in individuele woningen**. Hoewel het met ondiepe geothermie weldegelijk mogelijk is om warmte (en koude) voor lange perioden te stockeren, zal men in de winter nog altijd een zekere hoeveelheid elektrische energie nodig hebben om de warmtepomp te laten draaien. Uit het artikel over warmtebuffering (zie p. 7-9) is gebleken dat opslagvormen op individuele basis tot zeer grote en dure systemen zouden leiden. De *all-electric*-oplossing op individueel niveau is volgens ons dus niet echt haalbaar.

Ondanks het feit dat er momenteel ook onderzoek gevoerd wordt naar collectieve elektrische opslagsystemen op wijkniveau, zijn het vooral de thermische opslagsystemen die veel compacter en efficiënter worden naarmate er een groter aantal gebouwen op aangesloten wordt. Deze vormen van collectieve warmteopslag vragen echter om een andere aanpak.

Collectieve productie en distributie

Als we kijken naar de hernieuwbare

energiebronnen die in de winter voorradig zijn, komen we naast geothermie ook uit bij windenergie en biomassa. Voor windenergie is het energetisch en financieel interessanter om een paar grote windturbines op het elektriciteitsnet aan te sluiten dan elke woning van een kleine windmolen te voorzien. **Collectieve warmtenetten laten bovendien ook toe om de volgende warmtebronnen maximaal te benutten:**

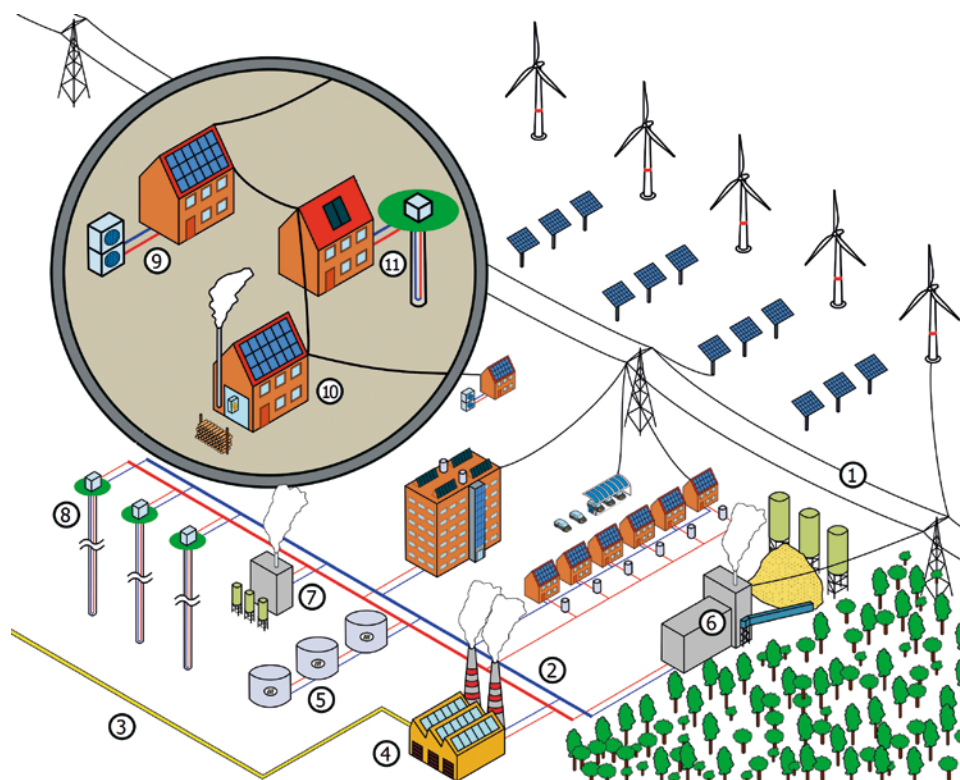
- **diepe geothermie** (waarbij warmte op hoge temperatuur uit de diepe aardlagen opgepompt wordt); hiertoe is er altijd een warmtedistributienet vereist
- **ondiepe geothermie**; ook in dit geval kan een (lage temperatuur) warmtenet nuttig zijn, aangezien een collectieve installatie de kosten kan drukken en de warmteverliezen kan terugdringen (de warmte en koude worden immers voor langere perioden opgeslagen)
- **gas** dat we niet uit de ondergrond halen, maar via biologische processen opwekken (groengas) of synthetisch aanmaken op plaatsen waar en momenten dat er een overschot aan hernieuwbare energie is (bv. syngas); deze energie is kostbaar, aangezien ze warmte op zeer hoge temperatuur kan genereren. Deze hoogwaardige

warmte kan best eerst aangewend worden voor industriële processen of voor elektriciteitsopwekking. De laagwaardige warmte die daarbij vrijkomt (restwarmte op lage temperatuur) kan dankzij een warmtenet verdeeld worden naar de woningen die dergelijke warmte vragen

- dezelfde redenering geldt voor **biomassa**: hout of andere brandbare restfracties kunnen perfect aangewend worden in kachels of ketels, maar in een collectieve installatie kan het energetische potentieel ervan op een betere manier ingezet worden en kan men de fijnstofemissie bovendien beperken.

Een warmtenet biedt dus vooral flexibiliteit en de mogelijkheid om verschillende hernieuwbare energiebronnen op een kostenefficiënte manier te combineren.

Het onderstaande schema geeft de belangrijkste hernieuwbare energiebronnen weer, evenals de energieomzettingen die kunnen plaatsvinden op individueel (binnen het gebouw) en op collectief niveau door wisselwerkingen met het elektriciteits-, warmte- en gasnet.



Schematisch concept voor warmtelevering.

1. Elektriciteitsnet
2. Warmtenet
3. Gasnet
4. Recuperatie van restwarmte vanuit de industrie
5. Collectieve warmtebuffering
6. Warmte-krachtkoppelingseenheid
7. Biomassaopslagplaats
8. Diepe geothermische boringen
9. Lucht-waterwarmtepomp
10. Rechtstreekse verwarming met biomassa
11. Ondiepe geothermische boring



Indien het gasnet enkel nog bedrijven en decentrale collectieve systemen (bv. WKK's) van gas zou moeten voorzien, dan zou de omvang ervan progressief verkleind kunnen worden. De warmtenetten zouden daarentegen sterk uitgebreid moeten worden en dit, vooral in steden en gemeenten waar de warmtevraag het meest geconcentreerd is en men het warmtenet compact kan houden. Het zou in dit geval bij voorkeur over warmtenetten op lage temperatuur moeten gaan, omdat de distributieverliezen hierbij veel beperkter zijn. Lagetemperatuurwarmtenetten bieden bovendien ook meer kansen voor de valorisatie van restwarmte of ondiepe geothermie (met of zonder mogelijkheid tot opslag). In het geval van een (dreigende) oververhitting kunnen de warmteoverschotten ten slotte zelfs opnieuw geïnjecteerd worden in het net.

Hoewel het schema op de vorige bladzijde een overzicht geeft van de diverse mogelijkheden, bestaat er geen *one-size-fits-all-oplossing*. De productie-, opslag- en distributiewijze die uiteindelijk weerhouden wordt voor de energie, zal immers verschillen van gebouw tot gebouw. Bovendien zal er naar de toekomst toe meer flexibiliteit nodig zijn om tussen verschillende oplossingen te kunnen kiezen. Het gebruik van ICT-tools met intelligente stuursystemen (zie p. 26-27) zou hierbij een belangrijke rol kunnen gaan spelen omdat ze toelaten om te allen tijde de optimale oplossing te selecteren, rekening houdend met de mogelijke variabiliteit van de tarieven voor afname en teruglevering. Deze laatste zouden immers op elk moment kunnen verschillen in functie van de vraag naar en de beschikbaarheid van (hernieuwbare) energie.

2050 begint nu

Hoe de warmtelevering er voor een specifiek gebouw gaat uitzien in 2050, is natuurlijk niet te voorspellen. **Voor alle scenario's die sterk steunen op hernieuwbare energiebronnen zouden er echter eerst diverse energiebesparingstechnieken toegepast moeten worden op het volledige gebouwenpark.** Verder zouden er op het bestaande woningpark in de mate van het mogelijke een hele reeks maatregelen op het vlak van iso-

We moeten snel onze koers bepalen, opdat de huidige nieuwbouw- en renovatieprojecten compatibel zouden zijn met de oplossingen van morgen.

latie, luchtdichtheid, zuinige ventilatie, slim warmwaterbeheer ... toegepast moeten worden. Hierdoor zouden niet alleen de verwarmingsbehoeften, maar ook het warmtevermogen en de benodigde investeringen voor de productie en de buffering van hernieuwbare energie beperkt kunnen worden.

De focus op energiebesparing mag evenwel niet ten koste gaan van de flexibiliteit. We moeten ook opletten dat een verregaande vermindering van de warmtebehoeften in de winter, niet leidt tot een grotere koelbehoefte in de zomer. Bovendien mogen we niet vergeten dat door de reductie van de verwarmingsbehoeften het aandeel van sanitair warm water in het verbruik van het gebouw steeds groter wordt. Zelfs wanneer men de energiebehoeften fors kan laten dalen door bepaalde van de voormelde besparingstechnieken toe te passen en te combineren met zonthermische systemen (zonneboiler), zal men nog steeds andere energiebronnen nodig hebben (zie p. 13-15). Systemen zoals combilussen (zie p. 10-12) zijn makkelijk aansluitbaar op een warmtenet, maar vereisen momenteel nog wel warmte op hogere temperaturen (meer dan 60 °C).

In het algemeen is het aan te raden om de systeemtemperaturen zo laag mogelijk te houden teneinde de prestaties van de eventueel hierop aangesloten warmtepomp te maximaliseren en het gebouw rechtstreeks aan het lagetemperatuurwarmtenet te kunnen koppelen. Dit is mogelijk met op lage temperatuur gedimensioneerde afgiftetoestellen, maar ook met vloer-, wand- en plafondverwarmingssystemen of zelfs betonkernactivering. Een beperking van het piekvermogen voor verwarming laat toe om deze systemen toe te passen of de regimetemperatuur nog verder te

verlagen. Het WTCB doet momenteel onderzoek naar een lageretemperatuurregime waarbij men de legionellaontwikkeling toch onder controle zou kunnen houden (zie p. 13-15). In gevallen waar er voortdurend hogere temperaturen vereist zijn, kunnen *boosterwarmtepompen* een uitweg bieden. Deze pompen maken gebruik van warmte op lagere temperatuur (bv. 40 °C) en herverdelen deze aan 60 °C.

Hoewel er noch voor nieuwbouwwoningen noch voor doorgedreven renovaties in de eerste (dertig) jaar al gestreefd zal worden naar een volledige warmtelevering door hernieuwbare energie, moeten er wel reeds voorbereidingen getroffen worden om klaar te zijn voor 2050 (de warmte- en koellast terugdringen, de gebouwen preferentieel uitrusten met een lagetemperatuuremissiesysteem en eventueel nadenken over een toekomstige warmtenetaansluiting). Een in 2020 geplaatste ketel zal in 2050 namelijk al lang vervangen zijn, terwijl het gebouw en het emissiesysteem een levensduur hebben die 2050 (ver) kan overstijgen.

Het uitbouwen van warmtenetten vergt tijd, geld en een visie over meerdere decennia. **Toch moeten we snel onze koers bepalen, opdat de huidige nieuwbouw- en renovatieprojecten compatibel zouden zijn met de oplossingen van morgen.** Zoals u reeds kon lezen in het artikel over de integratie van technieken (zie p. 24-25), heeft dit ook belangrijke implicaties voor de installateur zelf. De toekomst begint nu!

J. Van der Veken, ir., en X. Kuborn ir., projectleiders, en P. Van den Bossche, ing., laboratoriumhoofd, laboratorium Verwarming en ventilatie, WTCB