

# Simulatie van warmtenetten

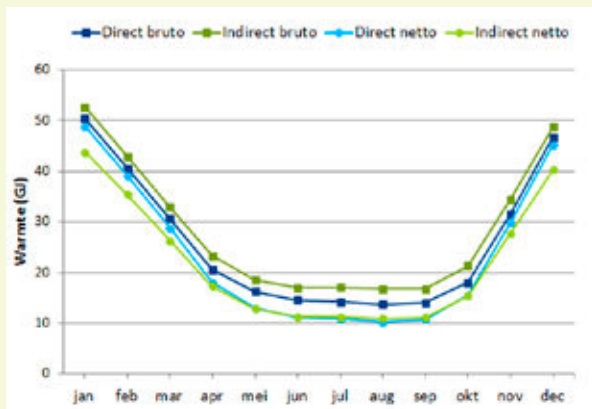
De toenemende aandacht voor energie-efficiëntie en hernieuwbare energiebronnen in de woningbouw veroorzaakt ook in onze streken een hernieuwde belangstelling voor het toepassen van warmtenetten. Deze belangstelling gaat gepaard met vele vragen over het ontwerp en de prestaties van dergelijke warmtenetten, in het bijzonder wanneer deze gecombineerd worden met hedendaagse woningen waarvan de verwarmingsbehoefte sterk gereduceerd is. In dit artikel worden simulatieresultaten voorgesteld ter ondersteuning van het ontwerp en de prestatiebeoordeling van een warmtenet voor een CO<sub>2</sub>-neutrale woonwijk in Kortrijk, in het kader van het Europese demonstratieproject ECO-Life.

Ir.-arch. E. (Eline) Himpe (PhD-student), ir. J.E. (Julio) Vaillant Rebollar en prof. dr. ir.-arch. A. (Arnold) Janssens, Onderzoeksgroep Bouwfysica, Constructie en Klimaatbeheersing, Universiteit Gent

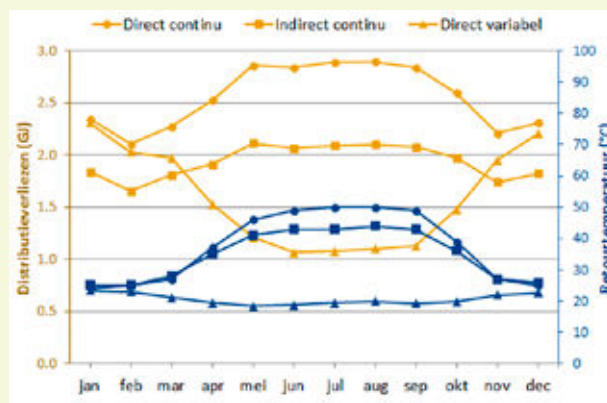
De toepassing van warmtenetten voor de distributie van warmte van een centrale producent naar verder afgelegen afnemers, kent reeds een eeuwenlange geschiedenis. Vanaf de industriële revolutie werd volop geëxperimenteerd met hoge temperatuurnetten, waarbij stoom of water onder hoge druk wordt getransporteerd. Onder invloed van de energiecrisis zouden warmtenetten voor gebouwen enorm aan belang winnen in de jaren zeventig van de vorige eeuw, vaak onafhankelijk van de aanwezigheid van industriële restwarmte. In verschillende Oost-Europese landen en in Scandinavië is vandaag meer dan de helft van de woningen aangesloten op een warmtenet, terwijl in andere landen zoals België en Nederland ze nog steeds maar vrij uitzonderlijk voorkomen. Echter, in de transitie naar een energie-efficiënte en duurzame samenleving, is ook in onze streken een hernieuwde belangstelling voor warmtenetten ontstaan.

Dit met het oog op het benutten van warmte die beschikbaar is op een specifieke locatie of efficiënter kan worden omgezet op middelgrote schaal (bijvoorbeeld restwarmte uit de industrie, warmte uit allerlei vormen van biomassa). De randvoorwaarden voor warmtenetten zijn ook sterk geëvolueerd sinds de jaren zeventig. Hogere energie-efficiëntie-eisen hebben een impact op de energieopwekking en het warmtenet, maar ook op de eindgebruiker. In nieuwe of vernieuwde woningen ligt de warmtevraag typisch een stuk lager dan vroeger, waardoor distributieverliezen relatief zwaarder doorwegen en ook de economische condities wijzigen [1]. Anderzijds worden steeds meer lage temperatuur verwarmingssystemen gebruikt, wat het mogelijk maakt om de aanvoertemperatuur in de warmtenetten te reduceren en andere opwekkingstechnologieën toe te passen. In hedendaagse ontwikkelingen zien

we dus een evolutie naar lage temperatuursystemen, waarvan de warmtevraag en de vereiste aanvoertemperatuur eerder gedomineerd worden door de productie van warm tapwater dan door ruimteverwarming. Deze systemen vragen een ontwerp met meer aandacht voor het beperken van allerlei energieverliezen in het systeem, door middel van doorgedreven isolatie, reductie van de leidingdiameters, efficiënte regeling, efficiëntie van het etagestation etc. [2-4] In de hier beschreven studie werden de mogelijkheden van simulaties voor warmtenetten onderzocht aan de hand van een kleine gevalstudie, waarbij een aantal ontwerpparameters gevarieerd werden. Daarmee is ze de voorloper van een studie ter ondersteuning van het ontwerp en de prestatiebeoordeling van een warmtenet voor een CO<sub>2</sub>-neutrale woonwijk in Kortrijk (zie kadertekst op de laatste pagina van dit artikel).



-Figuur 1- Maandelijkse bruto-energiebehoefte en netto geleverde energie voor het direct en indirect systeem



-Figuur 2- Distributieverliezen en retourtemperatuur voor systemen met continue en intermitterende debietsregeling

## SIMULATIES

Het onderwerp van de studie is een collectief warmtedistributiesysteem met 2x 125m leidinglengte en met een aanvoertemperatuur van ongeveer 55°C. Het systeem distribueert warmte naar 25 lage-energie appartementen met een ontwerpvermogen van elk ongeveer 2 kW voor ruimteverwarming en een energievraag voor warm tapwater van gemiddeld 5,3 kWh/dag. Er worden twee versies van warmtenetten gedimensioneerd en gesimuleerd. In het ene scenario wordt ter plaatse van de aansluiting van het net met de individuele woningen een 'direct' etagestation zonder warmte-opslag geplaatst. In het andere scenario worden 'indirecte' etagestations met een geïntegreerde warmtebuffer (175 l) voorzien voor de opslag van warmte voor warm tapwater aan de warme (primaire) zijde van het etagestation, alsook een bypass tussen de buffer en de lage-temperatuurverwarming voor extra koeling van het retourwater. Bij de dimensionering van het warmtedistributiesysteem worden watersnelheden tot 2 m/s toegelaten, wat een reductie van de leidingdiameters en dus van de warmteverliezen mogelijk maakt [2, 3]. Er wordt uiteraard rekening gehouden met de randvoorwaarden van het etagestation: gezien de grotere piekdebieten, zullen de leidingsecties groter zijn in het directe systeem. Wat betreft de regeling van het distributiesysteem, wordt voor beide varianten gekozen voor continue recirculatie van warmte door het systeem, zij het dan aan een minimumdebiet wanneer er geen warmtevraag is. De leidingen worden sterk geïsoleerd, hetgeen resulteert in lineaire warmteverliescoëfficiënten tussen 0,07 en 0,14 W/mK. De simulaties van de werking van de etagestations en het

leidingennet werden geïmplementeerd in de Trnsys-simulatieomgeving. Gezien de focus op de eigenschappen van het distributiesysteem, werd het type warmte-opwekking niet verder gespecificeerd, hoewel deze in de praktijk het systeemontwerp wel zal beïnvloeden. Meer details over de simulatiemethode zijn terug te vinden in [5].

## RESULTATEN

Figuur 1 geeft de warmtebehoefte weer van het collectief warmtedistributiesysteem met de twee typen etagestations. De netto-energievraag is de energie die door de gebruiker of woning gevraagd wordt aan het systeem. Hoewel deze hetzelfde is in beide gevallen, blijkt de door het directe etagestation geleverde energie jaarlijks netto 7% hoger te zijn, wat te wijten is aan verschillen in het geleverde comfort door de regeling van de etagestations. Ondanks dit verschil in netto geleverde energie, zien we dat de bruto-energiebehoefte – dit is de energie die door de warmte-opwekkingsinstallatie aan het warmtenet wordt geleverd – van het directe systeem lager ligt dan deze van het indirecte systeem. Het systeemrendement van het directe systeem bedraagt 88% en wordt hoofdzakelijk beïnvloed door de warmteverliezen in het sterk geïsoleerde distributiesysteem. In het indirecte systeem zijn de distributieverliezen weliswaar kleiner, maar wordt het minder goede systeemrendement van 77% mede bepaald door de bijkomende warmteverliezen van de lokale warmtebuffers. De warmteverliezen in het distributiesysteem bedragen maximum 10% van de bruto-energiebehoefte, wat toont dat de distributieverliezen eerder beperkt zijn indien een performante isolatie wordt toegepast (zie

figuur 2). In het indirecte systeem liggen de verliezen ongeveer 30% lager, ten gevolge van de kleinere leidingdiameters in dit ontwerp. Uit het jaarlijks verloop van de distributieverliezen bij een continue debietsregeling blijkt dat deze in de zomer een stuk hoger liggen dan tijdens de winter, wat het gevolg is van de recirculatie van warmte door het systeem op het moment dat de warmtevraag laag is. Door het debiet te laten variëren in functie van de vraag (intermitterende regeling: geen vraag = geen debiet), kan de retourtemperatuur ook tijdens de zomermaanden verlaagd worden en kunnen de distributieverliezen nog verder dalen (40%). Een lage retourtemperatuur kan bovendien ook het opwekkingsrendement van bijvoorbeeld een warmtepomp, gunstig beïnvloeden.

## CONCLUSIES

De hedendaagse context van duurzaam bouwen veroorzaakt belangrijke verschuivingen in de randvoorwaarden voor het ontwerp van warmtenetten. Enerzijds maken zij het mogelijk om een aantal specifieke warmtebronnen te benutten, anderzijds worden er hogere verwachtingen gesteld aan hun prestatie door de lagere warmtebehoefte van de warmteafnemers en de hogere energie-efficiëntie eisen. Deze verkennende studie toont aan dat de interactie en opeenvolging van de verschillende systeemcomponenten en regelingen een belangrijke invloed hebben op het systeemrendement van het warmtenet. Simulaties van het volledige systeem, vanaf de individuele afnemer tot de energiebron, zijn dan ook zeer nuttig voor het optimaliseren van het volledige systeem en het beoordelen van de haalbaarheid van een warmtenet in een specifieke context. Als het warmtenet eenmaal

is gerealiseerd, kunnen simulaties in combinatie met energiemetingen gebruikt worden voor het opsporen van fouten en het beoordelen van de prestatie van het net in de praktijk.

## DANKWOORD

Dit werk werd mogelijk gemaakt dankzij het Milieu- en energietechnologie Innovatie Platform MIP Vlaanderen, in het kader van de MIP3-Haalbaarheidsstudie 2011 'Onderzoek naar de economische haalbaarheid van een business model voor valorisering van restwarmte uit rioolwater'. Meer informatie: <http://www.mipvlaanderen.be>.

Het ECO-Life project loopt van 2010-2015 en maakt deel uit van het Concerto-initiatief van de Europese Commissie (FP7), ter ondersteuning van lokale gemeenschappen bij de ontwikkeling en demonstratie van duurzame en energie-efficiënte ingrepen. Meer informatie: <http://www.ecolife-project.eu/>

## LITERATUUR

1. Zinko, H., B. Bohm, H. Kristjansson, U. Ottosson, M. Rama, and K. Sipila, 'District heating distribution in areas with low heat demand density', R&D Programme on 'District heating and Cooling, including the integration of CHP': IEA, 2008
2. Olsen, P.K., H. Lambertsen, R. Hummelshoj, B. Bohm, C.H. Christiansen, S. Svendsen, C.T. Larsen, and J. Worm, 'A new low-temperature district heating system for low-energy buildings', The 11th International

Symposium on District Heating and cooling, Reykjavik, Iceland, 2008

3. Dalla Rosa, A., H. Li, and S. Svendsen, 'Method for optimal design of pipes for low-energy district heating, with focus on heat losses', Energy Vol. 36, No. 5, 2011, pp. 2407-2418
4. Christiansen, C.H., A. Dalla Rosa, M. Brand, P.K. Olsen, and J.E. Thorsen, 'Results and experiences from a 2-year study with measurements on a new low-temperature

district heating system for low-energy buildings', The 13th International Symposium on District Heating and Cooling, Copenhagen, 2012

5. Himpe, E., J.E. Vaillant Rebollar, and A. Janssens, 'Heat losses in collective heat distribution systems: comparing simplified calculation methods with dynamic simulations', 13th International Conference of the International Building Performance Simulation Association, Chambéry, 2013

## ECO-LIFE PROJECT

Het Concerto ECO-Life project is een Europees demonstratieproject over 'Sustainable zero-carbon ECO-town developments improving quality of life across EU'. In Denemarken, Litouwen en België worden CO<sub>2</sub>-neutrale en duurzame wijken ontworpen en gebouwd. Tijdens de bouwfase en in de eerste jaren na ingebruikname wordt de prestatie van de wijken geëvalueerd in termen van uitvoeringskwaliteit, energieprestatie en comfort, en op technisch, sociaal en economisch vlak.

In Kortrijk wordt de sociale woonwijk Venning getransformeerd tot een CO<sub>2</sub>-neutrale wijk met ca. 200 woningen. Daarnaast wordt een CO<sub>2</sub>-neutraal appartementsgebouw Pottenbakkershoek gebouwd met ongeveer 25 appartementen. De passiefhuisprincipes worden als leidraad genomen voor de isolatiekwaliteit en luchtdichtheid van de gebouwschil. Wat betreft de ventilatie komen in de woonwijk zowel collectieve als individuele mechanische ventilatiesystemen met warmtewisselaars voor, evenals individuele vraaggestuurde systemen met mechanische extractie. Reeds in de projectbeschrijving werd een lage temperatuur warmteverdeelnet vooropgesteld. In de Venningwijk wordt dit gevoed door een centrale biomassa-installatie, terwijl in het appartementsgebouw aan de Pottenbakkershoek geopteerd werd voor een warmtepomp. Om verschillende redenen werd in dit ontwerp uiteindelijk gekozen voor directe etagestations zonder lokale warmteopslag. De elektriciteitsbehoefte wordt op jaarlijkse basis gecompenseerd door fotovoltaïsche opwekking. Met behulp van kwaliteitstesten in situ, een doorgedreven (energie)monitoring en dynamische simulaties van de gebouwen en systemen, zullen de prestaties van de woonwijk geëvalueerd worden.



-Figuur 3- ECO-Life Venningwijk te Kortrijk (impressie Buro Il & Archi+I)