

Inspiratieboek Warmtenetten en netcongestie

September 2025

Jylles van der Vliet,
Jana Suilen,
George Worpel

MSG Sustainable Strategies, In opdracht van
Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO)
op verzoek van de Topsector Energie Urban Energy.



Inhoud

- 1 Inhoud
- 2 Samenvatting
- 3 Inleiding
- 4 Systeemkeuzes: een integrale aanpak om netcongestie te verminderen
- 5 Netbewuste opties voor warmtenetten
- 6 Overzicht van de praktijkvoorbeelden en hun netbewuste maatregelen
- 7 Literatuurlijst

Colofon

Tekst en redactie

Jylles van der Vliet, Jana Suilen,
George Wurpel - MSG Sustainable
Strategies

Vormgeving

Vrije Stijl Utrecht

In opdracht van Rijksdienst voor Onder-
nemend Nederland (RVO) op verzoek van
de Topsector Energie Urban Energy.

- Sabine Lenkeek (RVO)
- Harmke Bekkema (TKI Urban Energy)

Voor vragen over de publicatie kunt je
contact opnemen met TKI Urban Energy:
info@tki-urbanenergy.nl.

Lees meer op onze website →

Samenvatting

Warmtenetten vormen een onmisbare schakel binnen het duurzame energiesysteem van de toekomst. Door woningen en gebouwen collectief te verwarmen via duurzame bronnen, dragen warmtenetten niet alleen bij aan de reductie van CO₂-uitstoot, maar kunnen zij – mits slim ontworpen – ook helpen om netcongestie te beperken. Hoewel netbeheerders werken aan het verzwaren en uitbreiden van het net, groeit de vraag naar transportcapaciteit sneller dan het net kan bijhouden. Netcongestie betekent echter niet dat er continu geen ruimte is; het knelpunt ontstaat vooral tijdens piekmomenten, terwijl er op andere tijden wél capaciteit beschikbaar is. Door gebruik te maken van netbewuste oplossingen – zoals het verlagen van de belasting op het net tijdens piekuren en het slim combineren van bronnen en buffers – kunnen kansen worden gecreëerd, zelfs in overbelaste gebieden.

Dit inspiratieboek laat aan de hand van meerdere praktijkvoorbeelden zien hoe warmtenetten wél gerealiseerd kunnen worden in gebieden met netcongestie. We illustreren welke technische en organisatorische keuzes je als initiatiefnemer kunt maken om flexibel met beperkte netcapaciteit om te gaan, en geven inzicht in succesvolle samenwerkingen met netbeheerders en andere partijen. De voorbeelden maken duidelijk welke maatregelen bewezen effectief zijn: van grootschalige warmteopslag, het toepassen van flexibele aansturing en energiemanagementsystemen, tot contractvormen die flexibel omgaan met netcapaciteit. Juist de combinatie van techniek, lokaal maatwerk en samenwerking blijkt essentieel.

Lessen uit de praktijk

Warmtenetten verbruiken zelf ook elektriciteit, onder andere voor pompen, warmteopwekking met warmtepompen, warmte-afleversets en aansturing. Ieder warmtenet heeft hierin zijn eigen profiel, afhankelijk van bron, configuratie, en schaalgrootte. Dit vraagt bij ontwerp en uitrol om integraal nadenken over elektriciteitsvraag, de mogelijkheden om flexibiliteit in te bouwen, en een goede afweging tussen centrale en decentrale oplossingen. Zo is er in sommige regio's nog aansluitcapaciteit op het middenspanningsnet, ook als het laagspanningsnet vol is.

Bij het ontwerpen van een warmtenet in een gebied met netcongestie, is het essentieel om te zoeken naar integrale oplossingen waarin techniek, contracten én samenwerking samenkomen. Flexibiliteit is hierbij van grote waarde: warmtebuffers en slimme sturing zorgen ervoor dat de productie van warmte kan worden losgekoppeld van de warmtevraag, waardoor elektriciteit afgenomen kan worden op momenten dat het net niet vol zit.

In de praktijk blijkt ook dat mensenwerk en maatwerk doorslaggevend zijn. Vroegtijdig contact met de netbeheerder, goede samenwerking tussen gemeente, warmtebedrijf en bewoners, én het actief betrekken van eindgebruikers maken het verschil.

Met deze voorbeelden hopen we je te inspireren om – ook in gebieden met netcongestie – te blijven zoeken naar kansen voor duurzame warmte. Zo maken we samen de energietransitie mogelijk, ondanks de grenzen van het elektriciteitsnet.

Hoofdstuk 1.

Inleiding

Warmtenetten zijn een essentiële pijler voor een duurzame en betaalbare energietransitie. Ze zijn op veel plekken de meest kosten- en energetisch efficiënte oplossing om van het aardgas af te komen ([Algemene rekenkamer, 2025](#)), maar hun groei stagneert door uiteenlopende uitdagingen – variërend van maatschappelijke acceptatie tot technische en beleidsmatige knelpunten.

Een van de grote obstakels is netcongestie: het overbelaste elektriciteitsnet belemmert de realisatie en uitbreiding van nieuwe warmtenetten, waardoor projecten vaak worden vertraagd of zelfs niet doorgaan. Zoals de Zuid-Hollandse gedeputeerde Berend Pjoter het treffend verwoordt: *“We kunnen warmtenetten nu niet uitrollen omdat er sprake is van netcongestie, terwijl ze juist een oplossing kunnen zijn”*. ([Architectenweb, 2025](#)).

Onderzoek wijst uit dat warmtenetten woningen en gebouwen op een duurzame manier kunnen verwarmen, en daarbij ook kunnen bijdragen aan het beperken van netcongestie ([CE Delft, 2024](#); [Algemene Rekenkamer, 2025](#)), indien deze gebruik maken van duurzame bronnen en netbewust ontworpen zijn.

Het elektriciteitsnet is overvol. Dat heeft grote impact op zowel verduurzaming als de economische ontwikkeling. Netbeheerders werken hard aan netverzwaring en uitbreiding, maar de vraag naar transportcapaciteit groeit sneller dan het net kan worden aangepast. Netcongestie betekent niet dat het net altijd vol is: het probleem speelt vooral tijdens piekmomenten, waardoor er op andere tijden vaak nog wel ruimte beschikbaar is. Ga voor meer informatie over netcongestie naar het [Loket Netcongestie](#) van RVO en de [website van het Landelijk Actieprogramma Netcongestie](#).

Door gebruik te maken van netbewuste oplossingen, het elektriciteitsnet minder te belasten tijdens piekmomenten en daarnaast te streven naar een goede samenwerking met o.a. netbeheerders, is er vaak meer mogelijk en kan het elektriciteitsnet beter benut worden.

Dit inspiratieboek is bedoeld om initiatiefnemers van warmtenetten te inspireren en ondersteunen bij het ontwikkelen van projecten in gebieden met netcongestie. Het schetst een aantal belangrijke systeemkeuzes, biedt mogelijke opties voor netbewuste warmtenetten en laat aan de hand van praktijkvoorbeelden zien hoe netbewuste warmtenetten kunnen worden gerealiseerd ondanks bestaande beperkingen op het elektriciteitsnet.

Elektriciteitsverbruik van warmtenetten

Hoewel warmtenetten kunnen bijdragen aan het beperken van netcongestie ([CE Delft, 2024](#); [Algemene Rekenkamer, 2025](#)), hebben ze zelf ook elektriciteit nodig voor hun werking. Elk warmtenet is anders geconfigureerd en kan daardoor ook verschillende hoeveelheden stroom gebruiken om warmte te produceren, te distribueren en af te leveren. Hieronder staan de hoofdonderdelen die stroom gebruiken binnen een warmtenet opgesomd.

- **Warmtebron:** Een warmtebron, zoals geo- of aquathermie, heeft van nature een bepaalde temperatuur. Afhankelijk van de gewenste aflevertemperatuur kan deze worden opgewaardeerd, bijvoorbeeld met een warmtepomp. Dit kost elektriciteit. Hoeveel stroom dit kost is afhankelijk van het verschil tussen de bron- en aflevertemperatuur en de grootte van de installatie. Daarnaast vereist het aanleggen van een bron ook energie, bijvoorbeeld voor de boorwerkzaamheden die nodig zijn bij een geothermiebron.
- **Pompen:** In het warmtenet, het leidingnetwerk dat de warmte van de bron naar de woningen transporteert, zijn pompen nodig om het warme water rond te pompen. Deze pompen verbruiken elektriciteit.
- **Warmte-afleverset:** In de woning bevindt zich de warmte-afleverset, die de warmte overdraagt aan het verwarmingssysteem van de woning en het warme tapwater. Deze warmte-afleverset bevat vaak een pomp die het water door de leidingen van de woning laat circuleren, en verbruikt elektriciteit, zowel voor de circulatie als eventuele warmteopslag.

- **Individuele warmteopwekking:** Soms wordt de warmte in de woning nog opgewaardeerd met bijvoorbeeld een warmtepomp of een boiler. Ook dit verbruikt elektriciteit.
- **Bemetering:** De meters die het warmteverbruik registreren, kunnen ook elektriciteit verbruiken.
- **Regelapparatuur:** Apparatuur die de warmtetoevoer regelt, zoals thermostaten, kan ook elektriciteit verbruiken.

In het [2025 eindadvies basis bedragen SDE++ \(PBL, 2025\)](#) staan een aantal technisch-economische parameters, zoals het elektriciteitsverbruik, van verschillende warmte technieken waaronder een aantal configuraties warmtenetten.

Voor collectieve systemen is vaak een aansluiting op het middenspanningsnet nodig, omdat de vermogensvraag te groot is voor het laagspanningsnet. Het laagspanningsnet (230/400V) is bedoeld voor huishoudens en kleine bedrijven. Grotere installaties, zoals collectieve warmtepompen en geothermieprojecten, vereisen vaak een aansluiting op het middenspanningsnet (3–25 kV). In sommige regio's is er nog ruimte op het middenspanningsnet, terwijl het laagspanningsnet al vol zit. Dit kan betekenen dat projecten met een grotere netaansluiting soms wel doorgang kunnen vinden, terwijl kleinere projecten (op laagspanning) vastlopen door congestie.

Hoofdstuk 2.

Systeemkeuzes: een integrale aanpak om netcongestie te verminderen

Een integrale aanpak, waarbij alle relevante aspecten in samenhang worden beschouwd, is cruciaal voor het realiseren van een 'netbewust' warmtenet.

Bij het opstellen van dit inspiratieboek is gebruik gemaakt van literatuuronderzoek en de inzichten uit gesprekken met diverse experts uit de warmte- en energiesector, zoals initiatiefnemers, netbeheerders en praktijkdeskundigen. Dit hoofdstuk beschrijft de belangrijkste inzichten uit de deskresearch en de gevoerde gesprekken en gaat in op de factoren die van belang zijn bij het realiseren van netbewuste warmtenetten.

In algemene zin kan er gesteld worden dat warmtenetten een essentiële rol kunnen spelen bij het verminderen van netcongestie, mits de systeemkeuzes op technisch, organisatorisch en contractueel vlak zorgvuldig en toekomstgericht worden gemaakt.

In de volgende paragrafen worden de belangrijkste aspecten toegelicht: warmtevraag, warmtebronnen, opslagmogelijkheden, een integrale aanpak en samenwerking.

2.1 De warmtevraag

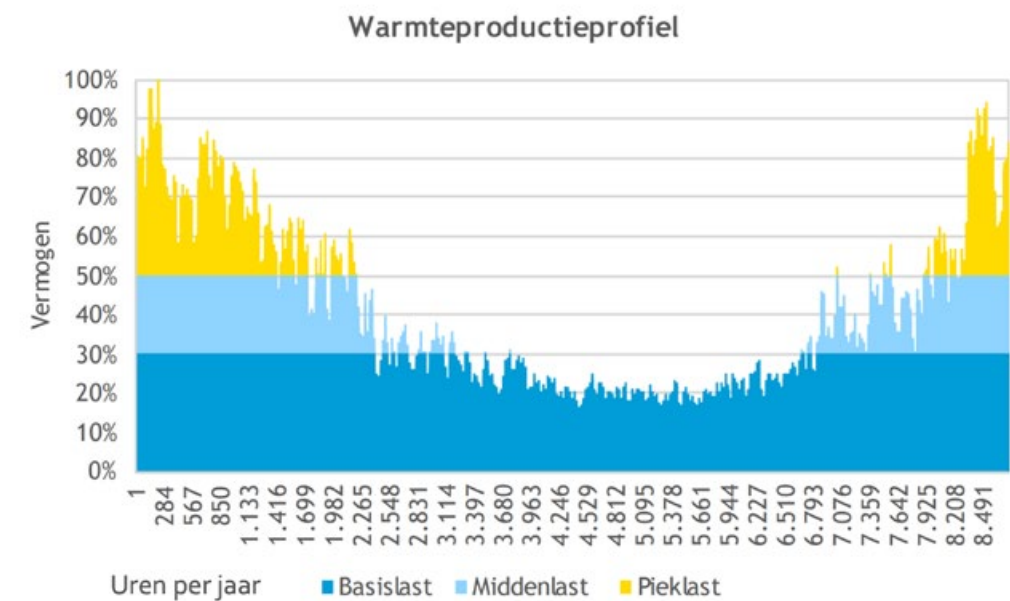
Het ontwikkelen van een warmtenet start met een grondige analyse van de warmtevraag. Het is aan te raden om samen met netbeheerder en eindgebruikers te onderzoeken waar flexibiliteit mogelijk is, bijvoorbeeld door vraagreductie of de vraag te spreiden in de tijd

- **Omvang en profiel:** Hoe groot is de totale vraag, wie zijn de afnemers en wat is het profiel van hun warmtevraag (dag/nacht, seizoenen, pieken)? Een tool om het warmteprofiel te berekenen is: [de warmteprofielgenerator \(TNO\)](#).
- **Flexibiliteit:** In hoeverre is er flexibiliteit in de timing en omvang van de warmtevraag? Kan bijvoorbeeld de warmtelevering aan bepaalde gebruikers worden verschoven?
- **Relatie met netbelasting:** Als initiatiefnemer van een warmtenet is het belangrijk om inzicht te hebben in de lokale netsituatie, bijvoorbeeld in welke kabels er in een congestiegebied liggen en welke bedrijven met elkaar verbonden zijn, maar ook waar en wanneer er mogelijk nog ruimte op de kabel is. Met de [Energie Buurtscan van Liander](#) kun je binnen Liander gebied op detailniveau inzicht krijgen in de lokale netcapaciteit en congestie. De tool geeft informatie over:
 - *Nettopologie:* Welke kabels en verbindingen er in de buurt liggen.
 - *Netbelasting en capaciteit:* Hoe zwaar het net belast is en waar nog ruimte is.
 - *Schaarste en samenwerkingsmogelijkheden:* Waar bedrijven mogelijk kunnen samenwerken om het net beter te benutten.
- **Netvlak:** Het is belangrijk om niet alleen te kijken naar het warmtevraagprofiel en de belasting van het elektriciteitsnet, maar ook te bepalen op welk netvlak (laag-, midden- of hoogspanningsnet) de transportcapaciteit mogelijk beperkend is.
- **Toekomstige warmtevraag:** Je wilt ook schattingen kunnen maken over de toekomstige warmtevraag in een gebied. Houd daarbij rekening met geplande woningbouw, verduurzaming, renovatie en veranderingen in energievraag door klimaatverandering, gedrag, regelgeving en technologie. Werk met verschillende groeiscenario's (hoog/laag tempo isoleren, overschot of tekort aan warmtebronnen, dalende warmtevraag, stijgende koudevraag) zodat je flexibel kunt inspelen op een veranderende vraag.

2.2 De warmtebronnen

Behalve de warmtevraag moeten ook de beschikbare warmtebronnen en de verdeling van de warmteproductie over de basis-, midden- en pieklast helder in beeld zijn. Voor meer informatie zie: [Verduurzaming bronnen voor warmtenetten \(NVDE, 2024\)](#). De beschikbaarheid van verschillende bronnen en de keuze voor opwaardeersystemen beïnvloeden de belasting van het elektriciteitsnet. Als deze systemen elektriciteit gebruiken, en vooral actief zijn tijdens piekmomenten, vergroten zij het risico op netcongestie. Indien er flexibiliteit mogelijk is in vraag en opwek, bijvoorbeeld door de warmtevraag of opwaardering te verschuiven naar momenten met een lage netbelasting, dan kan dit juist bijdragen aan een netbewuste oplossing. Het is dus essentieel om de volgende aspecten rondom warmtebronnen goed in beeld te brengen:

- **Type bronnen:** Denk aan restwarmte, geothermie, aquathermie, zonthermie, biomassa of elektrische bronnen zoals e-boilers en warmtepompen. Warmtebronnen worden vaak ingedeeld in basislast-, middenlast- en pieklastbronnen. Basislastbronnen leveren het hele jaar door warmte, vaak tot circa 6.000 vollasturen per jaar. Middenlastbronnen kunnen de periodes opvangen waar de warmtevraag stijgt. Pieklastbronnen worden alleen ingezet tijdens korte perioden waarin tijdelijk extra warmte nodig is, bijvoorbeeld op bijzonder koude dagen (zie figuur 1).
- **Temperatuurniveaus:** Wat is het temperatuurniveau van de bron en welke afgiftetemperatuur is aan de gebruikerszijde nodig? Is opwaardering door bijvoorbeeld een warmtepomp noodzakelijk?
- **Elektriciteitsverbruik:** Systemen die elektriciteit verbruiken (zoals e-boilers en warmtepompen) kunnen het elektriciteitsnet extra belasten, zeker als ze vooral tijdens piekuren draaien. Door deze systemen slim aan te sturen, bijvoorbeeld met een energiemanagementsysteem, kan de inzet verschoven worden naar momenten met veel duurzaam aanbod en lage netbelasting.
- **Flexibiliteit in productie:** Het benutten van flexibiliteit in de productie (bijvoorbeeld warmte maken als er overschot aan stroom is) helpt om aanbodcongestie te voorkomen en duurzame bronnen optimaal te benutten. De mate waarin deze flexibiliteit te bereiken is, is afhankelijk van de warmtebron en het opslag- en opwaardeersysteem.



Figuur 1: Illustratie van een warmteproductieprofiel voor een groot bestaand warmtenet (CE Delft, 2023)

2.3 De mogelijkheden voor opslag

Warmteopslag is een krachtig instrument om pieken in vraag en aanbod van elektriciteit te dempen, de belasting op het elektriciteitsnet te verlagen en de duurzaamheid van het systeem te vergroten (zie [warmteopslag](#)). Het is daarom aan te bevelen mogelijkheden voor warmteopslag in combinatie met het warmtenet te verkennen, daarbij komen een aantal aandachtspunten naar voren:

- **Verschillende typen opslag:**
 - [Buffervaten](#) (voor uren tot dagen, geschikt voor pieken op korte termijn).
 - [Seizoensopslag](#) (zoals WKO of pit thermal storage), geschikt voor het overbruggen van zomer-winter verschillen).
 - [Latente en thermochemische opslag](#) (voor hogere energiedichtheid en langere opslagduur).
- **Implementatie-uitdagingen:** Fysieke inpassing/plaatsing afhankelijk van beschikbare ruimte in onder- en bovengrond. Daarnaast zijn ook de langdurige en complexe vergunningstrajecten en technische integratie met het bestaande systeem zaken om rekening mee te houden.
- **Temperatuur niveau:** Van belang zijn zowel de leveringstemperatuur als de gewenste temperatuur voor warmtelevering. Hoe groter het temperatuurverschil tussen een ‘ontladen’ (lege) en een ‘geladen’ (volle) buffer, hoe meer warmte de buffer kan opslaan. Bij opslag van hoogtemperatuur-warmte kan daardoor in hetzelfde opslagvolume meer energie worden opgeslagen. Daartegenover staan echter ook grotere warmteverliezen bij hogere temperaturen.
- **Netbewuste piekvoorziening:** Indien aanvullende piekvoorzieningen nodig zijn, is het belangrijk deze netbewust in te richten, bijvoorbeeld door gebruik te maken van alternatieve warmtebronnen zoals warmte geproduceerd met een gasketel of een WKK.
- Voor meer informatie over verschillende typen warmteopslag, kijk naar het [Kennisdossier: groot-schalige en compacte warmteopslag \(Topsector Energie\)](#) of de [Innovatieroadmap warmteopslag voor de gebouwde omgeving in Nederland \(TNO, 2024\)](#).

2.4 Integrale aanpak en een robuust systeem

Uiteindelijk zorgt de combinatie van verschillende aspecten en onderdelen van een warmtenet ervoor dat het weerbaar wordt en het problemen zoals bijvoorbeeld netcongestie op kan vangen. Een integrale aanpak betekent ook dat het warmtenet, het elektriciteitsnet en andere energiesystemen niet los van elkaar worden beschouwd, maar juist als één samenhangend energiesysteem. Een veerkrachtig warmtenet vraagt daarom om een integrale benadering waarbij alle onderdelen – vraag, bronnen, opslag, aansturing en infrastructuur – in samenhang worden ontworpen en geoptimaliseerd:

- **Combinatie van bronnen:** Door verschillende bronnen te combineren (bijvoorbeeld restwarmte i.c.m. geothermie of zonnewarmte) wordt het systeem flexibeler en minder afhankelijk van één bron.
- **Slimme aansturing:** Met energiemanagementsystemen kan het gebruik van warmtebronnen en opslag afgestemd worden op de actuele situatie op het elektriciteitsnet.
- **Schaal en gelijktijdigheid:** Hoe groter het warmtenet, hoe lager de gelijktijdigheidsfactor, waardoor piekbelasting op het net afneemt.

GOPACS platform

GOPACS is een platform waar netbeheerders en marktpartijen flexibel vermogen uitwisselen om netcongestie te voorkomen of op te lossen. Marktpartijen passen hun verbruik of opwekking tijdelijk aan op verzoek van de netbeheerder en ontvangen daarvoor een financiële vergoeding. Wanneer een warmtenet beschikt over voldoende flexibel vermogen, bijvoorbeeld door de toepassingen van opslag, kunnen er mogelijkheden ontstaan om deel te nemen aan dit platform. Behalve voldoende flexibel vermogen, moet het systeem ook geschikt zijn om snel te reageren op signalen van de netbeheerder.

Meer informatie: [GOPACS](#).

2.5 Samenwerking: kennis bundelen en samen zoeken naar oplossingen

Naast alle technische innovaties rondom netcongestie en warmtenetten, blijkt uit de praktijkvoorbeelden ook dat het mensenwerk en maatwerk is. Daarbij is een gezonde – regionale – samenwerking van groot belang voor het succes van netbewuste warmtenetten:

- **Kennisdeling:** Door kennis en ervaring te bundelen (bijvoorbeeld via provinciale warmtebedrijven of regionale samenwerkingsverbanden) kunnen gemeenten en ontwikkelaars sneller en efficiënter werken.
- **Afstemming met netbeheerders:** Vroegtijdige en structurele samenwerking met netbeheerders is cruciaal om knelpunten in het elektriciteitsnet tijdig te signaleren en gezamenlijk oplossingen te ontwikkelen.
- **Betrekken van eindgebruikers:** Door eindgebruikers actief te betrekken en te stimuleren tot netvriendelijk gedrag (bijvoorbeeld via flexibele tarieven of beloningen) kan de flexibiliteit in het systeem verder worden vergroot.



Hoofdstuk 3.

Netbewuste opties voor warmtenetten

Netbewust is het rekening houden met de capaciteit en beperkingen van het elektriciteitsnet bij het ontwerpen van systemen, zoals warmtenetten. Dit betekent aansluiten bij de beschikbare netcapaciteit, het beperken van de belasting van het elektriciteitsnet en het treffen van maatregelen om gelijktijdige piekbelasting te voorkomen. Het doel is het elektriciteitsnet efficiënt te benutten en bij te dragen aan het voorkomen van netcongestie.

Door een samenwerkingsverband van TKI Urban Energy, Stedin, Alliander, Enexis, Netbeheer Nederland, Provincie Utrecht, Provincie Gelderland, Techniek Nederland en Bouwend Nederland zijn ontwerpprincipes opgesteld voor de netbewuste nieuwbouw wijk. Hierin worden netbewuste principes bij warmte behandeld: [Ontwerpprincipes voor de netbewuste wijk \(2025\)](#).

Er zijn verschillende netbewuste opties die behulpzaam kunnen zijn om een warmtenet tóch te realiseren, uit te breiden of te verduurzamen, wanneer netcongestie en beperkingen in transport-capaciteit op het elektriciteitsnet een rol spelen. Dit hoofdstuk zet een aantal van deze mogelijkheden op een rij:



Warmteopslag

- Korte termijn warmteopslag
- Lange termijn warmteopslag



Cable pooling en MLOEA



Slimme warmtepompen

- Centrale warmtepomp in combinatie met het warmtenet (collectief)
- Decentrale warmtepompen in combinatie met het warmtenet (individueel)



Directe lijnen



Flexibele contractvormen

- Capaciteitsbeperkingscontract
- Non-firm Aansluit- en Transportovereenkomst



Energiemanagementsysteem (EMS)



Energy hub

3.1 Warmteopslag

Warmteopslag toegepast bij warmtenetten kan de belasting op het elektriciteitsnet verminderen en kosten van de geleverde warmte verlagen. Verder biedt het mogelijkheden om de duurzaamheid van het systeem te verhogen.



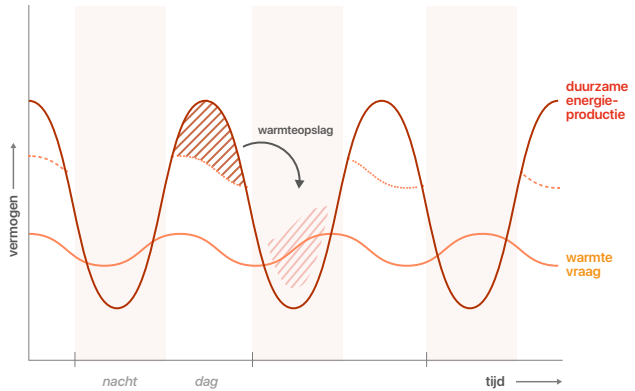
Warmteopslag is een beproefde en veelzijdige oplossing om de belasting op het elektriciteitsnet te verminderen bij de ontwikkeling en exploitatie van warmtenetten. Door warmte tijdelijk op te slaan in bijvoorbeeld grote buffervaten, ondergrondse warmte-koudeopslag (WKO), of innovatieve oplossingen zoals thermochemische opslag, ontstaat er flexibiliteit in het systeem. Dit betekent namelijk dat warmte kan worden geproduceerd op momenten dat duurzame elektriciteit ruim voorhanden en goedkoop is, en pas later aan de gebruikers wordt geleverd wanneer de vraag naar warmte stijgt of het elektriciteits-net zwaarder belast is.

Warmteopslag kan plaatsvinden over uiteenlopende tijdsperiodes: van enkele uren of dagen tot aan opslag over meerdere weken of zelfs een volledig seizoen. Daarnaast is ook opslag van koude mogelijk. Voor meer informatie over verschillende typen warmteopslag zie het [‘Kennisdossier: grootschalige en compacte warmteopslag TKI Urban Energy’](#).

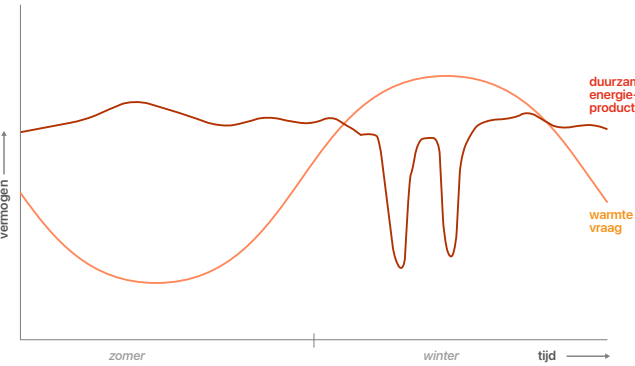
Korte- en lange termijn opslag dragen beide bij aan vermindering van de belasting van het elektriciteits-net, maar op een andere manier:

- **Korte termijn warmteopslag:** van enkele uren tot dagen, biedt een oplossing voor de fluctuaties in de vraag naar warmte en het aanbod aan energie. Zo kan duurzame elektriciteit die gedurende de dag wordt opgewekt in de vorm van warmte worden opgeslagen. Deze warmte kan vervolgens 's avonds of 's nachts gebruikt worden, wanneer de productie van duurzame elektriciteit lager is. Op deze manier heeft korte termijn opslag een dempende werking op de dagelijkse piekbelasting van het elektriciteitsnet.
- **Lange termijn warmteopslag:** variërend van meerdere weken tot seizoensopslag, maakt het mogelijk om niet benutte energie uit warmere periodes zoals de zomer, bijvoorbeeld uit zonnethermie, te gebruiken voor de warmtebehoefte in koudere periodes zoals de winter. Omgekeerd kan koude uit de winter worden opgeslagen voor koeling in de zomer. Dit gebeurt bijvoorbeeld in ondergrondse warmte-koudeopslag (WKO). Lange termijn opslag zorgt voor een structurele verlichting van het elektriciteitsnet, al kan het laden en ontladen van seizoensopslag wel veel vermogen vragen.

Dempende werking warmteopslag



Seizoensgebonden fluctuatie warmtevraag



Figuur 2: Korte- en lange termijn warmteopslag (bron: Kennisdossier: grootschalige en compacte warmteopslag TKI Urban Energy’).

Het onderzoek 'Power-to-Heat en warmteopslag in warmtenetten' (CE Delft, 2023) bespreekt de mogelijkheden om elektriciteit om te zetten naar warmte op momenten wanneer er veel hernieuwbare opwek is en deze warmte op te slaan voor gebruik op een later moment.

Volgens een studie van Kalavasta & InvestNL (2024), waarbij verschillende warmtenet configuraties onderzocht zijn, draagt warmteopslag niet alleen bij aan het oplossen van netcongestie, maar verlaagt het ook de kosten van warmteproductie en verhoogt het de leveringszekerheid. Door slim te sturen op opslag en afgifte, kunnen warmtenetten efficiënter en duurzamer opereren. Daarnaast leidt het tot minder CO₂-uitstoot, omdat duurzame bronnen optimaal worden benut en piekcentrales minder vaak hoeven bij te springen. Binnen het leer- en ontwikkelprogramma van Nieuwe Warmte Nu is een rekenmodel ontwikkeld om inzicht te geven in het effect van buffering op de kostprijs van een warmtenet (meer informatie: [de kansen van warmtebuffering in een warmtenet](#)).

3.2 Slimme warmtepompen

Warmtepompen met een hoge seizoensgebonden prestatiecoëfficiënt (SCOP) en slimme aansturing bieden belangrijke kansen om netcongestie bij warmtenetten te beperken. We maken hier onderscheid tussen collectieve (centrale) en individuele warmtepompen, met aandacht voor hun specifieke netimpact en sturingsmogelijkheden.



Onder een slimme warmtepomp verstaan we een efficiënte warmtepomp (met een hoge SCOP) die tevens aanstuurbaar is. De SCOP van een warmtepomp geeft aan hoeveel kilowattuur warmte een warmtepomp gemiddeld levert per verbruikte kilowattuur elektriciteit, over een volledig stookseizoen. Hoe hoger de SCOP, hoe lager de elektriciteitsvraag en dus de netbelasting. Lucht-water warmtepompen scoren gemiddeld tussen 4,0 en 5,2. Uit praktijkmetingen blijkt dat water-water (bodem) warmtepompen consistent hogere SCOP-waarden behalen (vaak tussen 4,0 en 5,6, met uitschieters tot 6,0 onder optimale omstandigheden) dan lucht/water-systemen. Dit komt omdat de temperatuur van de bron het hele jaar door veel constanter is.

Slimme warmtepompen kunnen flexibel worden aangestuurd op basis van netcapaciteit, de actuele warmte- of koudevraag, de stroomprijzen en het aanbod van duurzame energie. Deze flexibiliteit vraagt om integratie met energiemanagementsystemen (EMS) en communicatieprotocollen zoals het S2-protocol, dat apparaten in staat stelt om efficiënt samen te werken met het net en andere energiesystemen. Voor meer informatie over het S2-protocol zie het [artikel warmte365](#).

3.2.1 Centrale warmtepomp in combinatie met het warmtenet (collectief)

Een centrale warmtepomp wordt op wijk- of buurt niveau geplaatst en voedt het hele warmtenet met warmte, vaak opgewaardeerd uit een lokale bron (zoals restwarmte, zonthermie, aquathermie of geothermie). Het toepassen van een centrale warmtepomp heeft een aantal gevolgen voor de netimpact:

- De elektriciteitsvraag wordt geconcentreerd op één locatie, wat de belasting verschuift van het laagspanningsnet naar het middenspanningsnet.

- Door de schaalgrootte kan het systeem vaak efficiënter worden ingericht, maar warmteverliezen in het net drukken de effectieve SCOP. Dit komt door het warmteverlies dat na de opwaardering in het warmtenet plaatsvindt. Technisch gezien is de temperatuur van het water de belangrijkste factor voor warmteverlies in het warmtenet. Vanuit de praktijk blijkt dat warmtenetten in het algemeen op jaarbasis warmteverliezen hebben van 20-30% ([Topsector Energie, 2025](#)).
- De piekvraag blijft bestaan, maar kan door centrale sturing en buffering deels worden afgevlakt.

Bij een centrale warmtepomp maakt centrale aansturing het mogelijk om de warmtepomp optimaal te laten draaien op momenten van lage netbelasting of hoge duurzame energieproductie. Daarnaast zullen buffervaten op wijkniveau functioneren als thermische batterij, waarmee de centrale warmtepomp tijdelijk meer of minder kan produceren afhankelijk van de netcapaciteit. Er zijn ook aandachtspunten bij een centrale warmtepomp. Zo blijft de benodigde netcapaciteit substantieel, vooral bij grotere warmtenetten. De aanleg van de infrastructuur vraagt veel coördinatie en investeringen: de centrale warmtepomp moet namelijk ergens in de omgeving komen te staan. Om een beter idee te krijgen van de ruimtegebruik van een warmtetechniek heeft het NPLW recentelijk de [vergelijkingstool](#) ontwikkeld. Hiermee kun je warmtealternatieven met elkaar vergelijken op ruimtegebruik.

3.2.2 Decentrale warmtepompen in combinatie met het warmtenet (individueel)

Individuele warmtepompen worden per woning of gebouw geplaatst, bijvoorbeeld in combinatie met een (zeer) laagtemperatuur bronnet. Per aansluiting zorgen individuele warmtepompen voor het gewenste temperatuurniveau in de woning of het gebouw. Rondom de netimpact van individuele warmtepompen gelden andere implicaties dan voor centrale warmtepompen:

- De elektriciteitsvraag wordt verspreid over het laagspanningsnet.
- De piekvraag kan lokaal tot problemen leiden. Dit komt vooral voor wanneer veel warmtepompen gelijktijdig inschakelen en door winterse omstandigheden een lage COP hebben (lucht-water warmtepompen functioneren met lage COP als aanvoer/buitentemperatuur laag is).

'Slimme' individuele warmtepompen kunnen door [energiemanagementsystemen \(EMS\)](#) en via protocollen als S2 slim worden aangestuurd. Het S2-protocol is een officiële Europese communicatiestandaard voor energieflexibiliteit. Dit houdt in dat fabrikanten van omvormers, batterijen, warmtepompen en laadpalen gebruik kunnen maken van deze taal om hun apparaten te laten communiceren met een Home Energy Management System (HEMS).

Buffervaten per woning vergroten de flexibiliteit en maken het mogelijk om in te spelen op dynamische energieprijzen en netcapaciteit. Hoewel er op huisniveau dus slim gestuurd kan worden, is het vaak lastig om controle te hebben over de collectieve aansturing van de warmtepompen, omdat elke eigenaar een eigen systeem heeft. Het bedrijf 'De Warmtemaatschappij' heeft deze uitdaging opgelost doordat hun warmtenet bestaat uit clusters van minimaal vier tot maximaal 12 woningen die samen zijn aangesloten op één control hub welke in wezen een veldkast is waar data, stroom en bronwarmte samen komen. Voor meer informatie zie het voorbeeld in [Hilversum](#). Zonder slimme aansturing neemt de kans op lokale netproblemen toe bij grootschaligere uitrol.

3.3 Energiemanagementsysteem (EMS)

Energiemanagementsystemen (EMS) vormen een digitale oplossing voor netcongestie bij warmtenetten en andere duurzame energiesystemen. Een EMS is software – vaak gekoppeld aan hardware – dat op basis van slimme algoritmen het energieverbruik, de inzet van warmteopwekking (zoals warmtepompen of e-boilers), opslag en soms zelfs decentrale opwek regelt.



Een EMS monitort continu de actuele status van het energiesysteem, bijvoorbeeld de warmtevraag, buitentemperatuur, elektriciteitsprijzen en beschikbare netcapaciteit. Op basis van deze gegevens stuurt het systeem real-time aangesloten apparaten aan. Denk aan:

- **Warmtepompen:** draaien wanneer er voldoende netcapaciteit of veel duurzame elektriciteit beschikbaar is. Op deze momenten is de elektriciteitsprijs doorgaans ook laag.
- **Warmteopslag(buffers):** worden geladen in periodes met overschot aan (duurzame) elektriciteit op het net.
- **Onbalansmanagement:** door installaties tijdelijk uit of juist in te schakelen, blijven piekbelastingen achterwege.

Op deze manier ontstaat flexibiliteit in het warmtenet: het verbruik verschuift van piek- naar dalmomenten, wat direct bijdraagt aan het verminderen van netcongestie.

Op collectief niveau bieden EMS binnen energy hubs, warmtenetten, utiliteitsgebouwen of woonwijken de mogelijkheid om het energieverbruik van meerdere gebruikers onderling te coördineren. Door apparaten van verschillende aansluitingen gezamenlijk aan te sturen, ontstaat er flexibele capaciteit die als geheel beter ingezet kan worden om op netcongestie in te spelen.

Moderne EMS-software maakt gebruik van zelflerende algoritmen. Deze systemen zijn in staat patronen in verbruik en opwek te herkennen en leren hoe ze het best kunnen sturen om optimaal gebruik te maken van duurzame bronnen en netcapaciteit. Hierdoor verbeteren de prestaties van het EMS gaandeweg en wordt automatisch ingespeeld op veranderende omstandigheden. Uptempo.nu (onderdeel TKI Urban Energy) heeft op haar website een vergelijkingstool van verschillende energiemanagementsystemen: zie [EMS Wizard](#).

In de praktijk zijn er enkele belangrijke aandachtspunten bij de inzet van EMS. Een succesvolle implementatie vraagt om duidelijke afspraken tussen alle betrokken partijen over wie het recht heeft om te sturen en wie het eigenaarschap heeft over de beschikbare flexibiliteit. Wanneer meerdere partijen toegang hebben tot het EMS, is het waarborgen van privacy en databeveiliging essentieel om ongewenste inzage of sturing te voorkomen. Ook de acceptatie door eindgebruikers speelt een grote rol: zij moeten baat hebben bij het systeem, bijvoorbeeld door direct financieel voordeel van flexibel gedrag te ervaren. Tot slot is het belangrijk dat het systeem robuust en storingsbestendig is ontworpen. Bij storingen of verkeerde configuraties kunnen immers pieken ontstaan, bijvoorbeeld wanneer veel apparaten na een onderbreking tegelijkertijd inschakelen. Fail-safe functies en slimme herstartstrategieën zijn daarom noodzakelijk om dergelijke situaties te voorkomen. Raadpleeg [Top Sector Energie](#) voor meer informatie over EMS.

3.4 Energy hub

Een energy hub is een lokaal energiesysteem waarin opwek, opslag, conversie, verbruik en uitwisseling van energie slim worden afgestemd. Door samenwerking tussen meerdere partijen ontstaat een flexibel geheel dat netbewust kan functioneren en voor meerdere partijen voordelen kan bieden.



Een energy hub is een slim gestuurd, decentraal energiesysteem waarin lokale opwek, consumptie, opslag en conversie van verschillende energiedragers – zoals elektriciteit, warmte en soms waterstof – optimaal op elkaar worden afgestemd binnen een bepaald gebied. Door deze integrale aanpak ontstaat een flexibel en efficiënt systeem dat het bovenliggende elektriciteitsnet ontlast en netcongestie helpt voorkomen. Meer informatie over energiehubs is te vinden op [Kennisplatform Energiehubs](#).

In sommige energy hubs wordt er geen elektriciteit uitgewisseld, maar warmte. Dit wordt ook wel een vijfde generatie uitwisselingsnet genoemd (zie voor meer informatie: [Praktijk voorbeeld Heerlen op de website van het NPLW](#)). Door bijvoorbeeld restwarmte van een datacenter of fabriek te benutten voor verwarming van gebouwen, en koude terug te leveren voor koeling van de servers in het datacenter, worden verschillende stromen van warmte en koude slim gecombineerd. Warmtepompen kunnen hierbij warmte uit het net halen en op de juiste temperatuur brengen, terwijl buffers (zoals zwembaden of warmteopslag tanks) fungeren als tijdelijke opslag voor warmte of koude. Zo wordt het potentieel van lokale duurzame bronnen maximaal benut en gaat er zo min mogelijk energie verloren (zie voor meer informatie: [Praktijkvoorbeeld Aalsmeer op de website van het NPLW](#)).

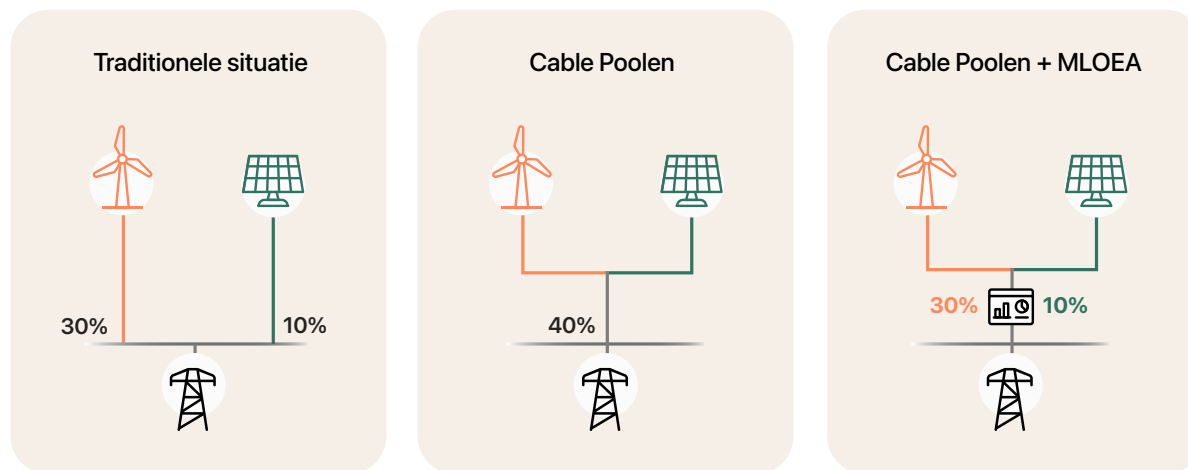
3.5 Cable pooling en MLOEA

Cable pooling en MLOEA (Meerdere Leveranciers Op Eén Aansluiting) zijn kansrijke oplossingen om de beschikbare netcapaciteit optimaal te benutten bij de realisatie en exploitatie van warmtenetten.



Bij cable pooling delen meerdere installaties – bijvoorbeeld een zonnepark en een windpark – één fysieke netaansluiting. Omdat de productiepieken van zon en wind zelden samenvallen, kan de gezamenlijke aansluiting veel efficiënter worden benut dan wanneer elke installatie een eigen aansluiting zou hebben. Door deze maatregel kunnen meer duurzame projecten worden aangesloten en worden investeringen in netverzwaring uitgesteld of zelfs overbodig.

Een MLOEA-regeling maakt het daarnaast mogelijk dat verschillende partijen of installaties op één aansluiting hun eigen energieleverancier kiezen. Hierdoor kunnen partijen hun opwek en verbruik afzonderlijk administreren. Zo kan bijvoorbeeld een centrale warmtepomp van een warmtenet via cable pooling worden aangesloten op de bestaande aansluiting van een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI). Dankzij de MLOEA-regeling kan het elektriciteitsverbruik, van zowel de centrale warmtepomp als de RWZI, gescheiden worden. Op die manier kan de warmtepomp door de beheerder van het warmtenet worden aangestuurd, terwijl de hoofdgebruiker (de RWZI) ook gebruik kan blijven maken van het elektriciteitsnet. In congestiegebieden biedt MLOEA extra mogelijkheden om toch een aansluiting te kunnen krijgen ([zie voorbeeld Culemborg](#)).



Via Netbeheer Nederland ([pdf online](#))

3.6 Directe lijnen

Directe lijnen bieden initiatiefnemers van warmtenetten een alternatieve route om toegang te krijgen tot elektriciteit, zonder gebruik te maken van het openbare elektriciteitsnet. Ze ontlasten het net en maken lokale, duurzame opwek direct bruikbaar, bijvoorbeeld voor warmtenetten.



Een directe lijn is een fysieke elektriciteitskabel tussen een producent (zoals een zonnepark, windpark, WKK, etc.) en een specifieke afnemer, zoals een collectieve warmtepomp voor een warmtenet. Deze directe lijn staat volledig los van het regionale elektriciteitsnet en daarom dragen de initiatiefnemers de kosten voor de aanleg van de infrastructuur.

Het grote voordeel van directe lijnen is dat ze het mogelijk maken om lokaal opgewekte duurzame energie direct te benutten, zonder afhankelijk te zijn van de beschikbare capaciteit op het reguliere net. Dit versnelt de verduurzaming van warmtenetten en maakt het mogelijk om overtollige duurzame elektriciteit om te zetten in warmte via een e-boiler of warmtepomp, waardoor duurzame opwek niet verloren gaat.

Een afnemer (in dit geval het warmtenet) is door de hernieuwbare stroom geleverd via de directe lijn al deels voorzien in zijn of haar elektriciteitsvraag. Hierdoor is de resterende elektriciteitsvraag aan het regionale elektriciteitsnet dus lager. De afnemer kan daardoor met een kleinere aansluiting op het regionale net toch warmte blijven produceren en leveren.

Bij een directe lijn betaalt de producent en afnemer zelf voor de aanleg en het onderhoud van de infrastructuur die nodig is om de stroom direct van de producent naar de afnemer te transporteren. In ruil daarvoor hoeven ze geen netbeheerkosten te betalen die normaal gesproken via de energieleverancier worden verrekend. De totale investeringskosten zijn doorberekend naar een prijs per megawattuur (MWh) energie getransporteerd over de gedeelde kabel. De verwachte kosten voor een directe lijn zijn tussen de € 0 en € 3 per MWh getransporteerde energie (RVO, 2024).

Het realiseren van een directe lijn brengt de nodige uitdagingen met zich mee. Je hebt te maken met complexe technische vraagstukken, strenge veiligheidseisen en diverse vergunningen en regelgeving. Bovendien kunnen de kosten aanzienlijk zijn. Het is daarom verstandig om u goed te laten adviseren en tijdig specialisten in te schakelen om de haalbaarheid van uw plannen te onderzoeken. Zie ook [ACM eigen netwerk of directe lijn](#) en [Energien, 2024](#) voor meer informatie.

Voor zover bekend bestaat er nog geen warmtenet dat gebruik maakt van een directe lijn om hun systeem te laten draaien.

3.7 Flexibele contractvormen

Flexibele contractvormen, zoals capaciteitsbeperkingscontracten en non-firm ATO's, bieden mogelijkheden om in ruil voor financiële voordelen of lagere tarieven het elektriciteitsverbruik flexibel in te richten.



In gebieden met netcongestie, bieden netbeheerders verschillende flexibele contracten of congestiemanagementcontracten aan. Deze contractvormen zorgen ervoor dat schaarse netruimte efficiënter wordt benut en er meer ruimte ontstaat voor nieuwe aansluitingen en duurzame initiatieven. Voor initiatiefnemers van warmtenetten betekent dit dat zij, door flexibel om te gaan met hun elektriciteitsvraag, hun warmtenet netbewust kunnen inrichten en sneller kunnen aansluiten op het net. Door de financiële voordelen van deze contractvormen verbetert de businesscase en kunnen de kosten voor warmte- en koudeproductie en -levering worden verlaagd.

Warmtenetten kunnen in aanmerking komen voor een flexibel contract, indien zij over voldoende flexibel vermogen beschikken en hoog genoeg op de wachtlijst staan voor een elektriciteitsaansluiting. Een warmtenet dat voldoende flexibiliteit kan bieden beschikt bijvoorbeeld over warmtebuffering en slim aanstuurbare warmtepompen om snel te kunnen schakelen (zie [Warmteopslag](#) en [Slimme warmtepompen](#)). Er zijn verschillende flexibele contracten mogelijk. Voor warmtenetten zal in de meeste gevallen een capaciteitsbeperkingscontract of eventueel een non-firm ATO contract van toepassing zijn.

3.7.1 Capaciteitsbeperkingscontract

In een capaciteitsbeperkingscontract (CBC) spreken partijen met de netbeheerder af om op afgesproken momenten of op afroep tijdelijk minder elektriciteit te verbruiken of terug te leveren.

In ruil voor deze flexibiliteit ontvangen zij een financiële vergoeding. Op deze manier stemmen bedrijven en collectieven hun elektriciteitsvraag flexibel af op de beschikbare netcapaciteit, waardoor het net minder wordt belast tijdens piekmomenten.

Er zijn verschillende varianten van capaciteitsbeperkingscontracten. Zo kan de beperking bijvoorbeeld gelden op vaste tijdstippen, zoals dagelijks tussen 16.00 en 19.00 uur. De vergoeding kan bestaan uit een vaste maandelijkse betaling, een vergoeding per afroep, of een vergoeding per MWh, eventueel gekoppeld aan de actuele stroomprijs. Ook kan compensatie plaatsvinden voor gemiste subsidies of certificaten.

3.7.2 Non-firm Aansluit- en Transportovereenkomst

Naast CBC's bestaan ook zogenaamde non-firm Aansluit- en Transportovereenkomsten (non-firm ATO's). De term 'non-firm' verwijst naar transportcapaciteit die niet gegarandeerd beschikbaar is. In een non-firm Aansluit- en Transportovereenkomst (ATO) wordt vastgelegd dat het recht op het gebruik van transportcapaciteit niet altijd gegarandeerd is: de netbeheerder mag het gebruik beperken of zelfs onderbreken op momenten van netcongestie, zonder dat daar altijd een vergoeding tegenover staat. In ruil daarvoor

betalen gebruikers een lager nettatarief. Non-firm ATO biedt financiële voordelen en kan snellere aansluiting op het elektriciteitsnet mogelijk maken. Het vereist echter nog meer flexibiliteit van het warmtenet, omdat de transportcapaciteit niet altijd gegarandeerd is. Voor warmtenetten met een warmtebuffer, die groot genoeg is om voldoende flexibel vermogen te bieden, is een non-firm ATO mogelijk. De warmtepomp draait wanneer het kan, en de buffer overbrugt de periodes van beperkte netcapaciteit.

Hoofdstuk 4.

Overzicht van de praktijkvoorbeelden en hun netbewuste maatregelen

-  Toegepast
-  Bufferen in het leidingstelsel van het warmtenet of de boiler in de woning
-  Onderzocht (nog niet mogelijk)
-  Wordt onderzocht

	 Warmteopslag	 Efficiënte en aanstuurbare warmtepompen	 Energiemanagementsysteem (EMS)	 Energy hub	 Cable pooling & MLOEA	 Directe lijnen	 Flexibele contractvormen
<u>Hilversum</u>							
<u>Culemborg</u>							
<u>Apeldoorn</u>							
<u>Delft</u>							
<u>Deventer</u>							
<u>Veenendaal</u>							
<u>Groningen</u>							
<u>Wierden</u>							



Hilversum - De Meent

Smart Thermal Grid met bodemenergie in de wijk De Meent

In de Hilversumse wijk De Meent zijn 21 woningen aangesloten op een kleinschalig, modulair en netbewust warmtenet. Uiteindelijk is de bedoeling dat de hele wijk met 624 woningen van bodemwarmte wordt voorzien door toepassing van een netbewust ‘smart thermal grid’.



De Meent Hilversum

Aantal aansluitingen:	21 woningen
Geplande uitbreiding:	624 woningen
Ontwikkelingsfase:	Pilot operationeel, uitbreiding gepland
Warmtebron:	Bodemenergie
Temperatuurniveau:	Brontemperatuur: ca. 10 °C (opwaardering: individueel)

Start als pilot met betaalbare verduurzaming

De Hilversumse woningbouwcorporaties stelden de vraag: hoe kunnen we onze woningen op een betaalbare manier van het gas afkrijgen? In hun zoektocht om verduurzamingdoelstellingen op een haalbare en betaalbare manier te realiseren, kwamen Hilversumse woningcorporaties De Alliantie en Het Gooi en Omstreken terecht bij De Warmte Maatschappij.

Binnen het Programma Aardgasvrije Wijken zijn in eerste instantie 21 woningen aangesloten op een collectief zeer laagtemperatuur-warmtenet (ZLT-warmtenet). Dit ZLT-warmtenet is modulair en kan per huizenblok uitgebreid worden. Uiteindelijk is de bedoeling dat de hele wijk De Meent met 624 woningen op deze manier van bodemwarmte kan worden voorzien. De Warmte Maatschappij heeft de technische oplossingen ontwikkeld en beheert het warmtenet. Aanvankelijk sluiten vooral woningen van woningcorporaties aan, maar ook particuliere wonin-

gen in de wijk kunnen aansluiten op het warmtenet. Bij de zoektocht naar een duurzame manier om de woningen in de wijk De Meent te verwarmen, stonden meerdere afwegingen centraal. Betaalbaarheid woog zwaar, net als het beperken van overlast bij de aanleg, ruimtegebruik in de woning en de wens om geluid en onderhoud zoveel mogelijk te beperken. Ook moest de oplossing geschikt zijn voor bestaande bouw. Netcongestie speelde bij aanvang van het initiatief nog minder een rol, maar is de laatste jaren urgenter geworden. Uiteindelijk viel de keuze al snel op een collectief, modulair ZLT-warmtenet. Vergeleken met traditionele warmtenetten met hogere distributietemperaturen, biedt het systeem in De Meent belangrijke voordelen: het maakt gebruik van bodemwarmte als duurzame bron, is compatibel met diverse warmtebronnen, beperkt warmteverlies en is stapsgewijs uit te breiden.

Gebruik van bodemenergie voor clusters van woningen

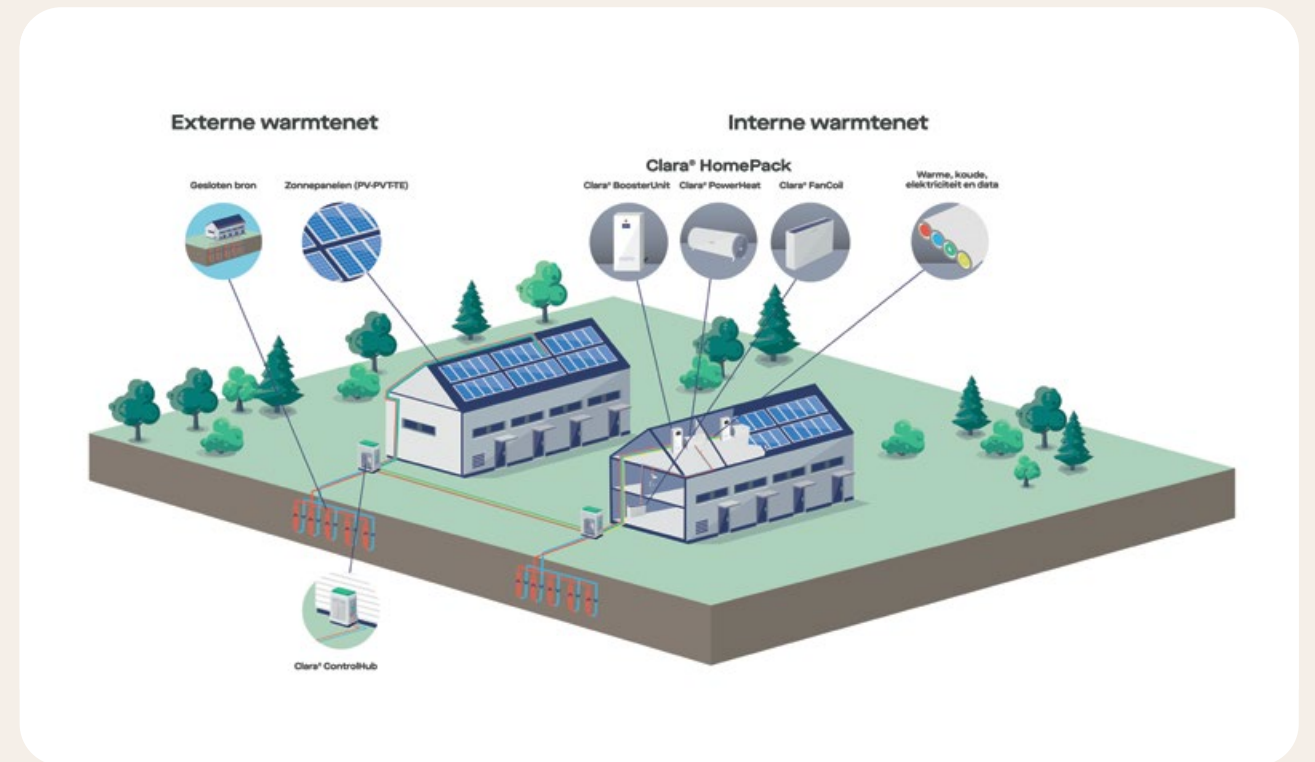
Het warmtenet bestaat uit clusters van minimaal vier tot maximaal 12 woningen die samen zijn aangesloten op één control hub (EMS) die eigenlijk een veldkast is waar data, stroom en bronwarmte samen komen. Deze control hubs zijn onderling verbonden door een ZLT-wijknet, een horizontaal leidingsysteem waarin water van bodemtemperatuur (circa 10°C) stroomt. Een booster-warmtepomp zorgt voor de gewenste temperatuur voor verwarming, tapwater en eventueel koeling in de aangesloten woningen. Doordat het water in het leidingsysteem bodemtemperatuur heeft, is isolatie van de leidingen niet nodig en blijft warmteverlies beperkt. Het netwerk kan daardoor doormiddel van gestuurde boringen en zonder zware graafwerkzaamheden gerealiseerd worden. Gelijktijdig met het leidingsysteem, wordt ook een stroomkabel en een datakabel voor het warmtenet aangelegd. Omdat het om een gesloten bodemenergiesysteem gaat, kan de realisatie relatief snel. Uiteindelijk is het systeem rendabel vanaf zo'n 40 woningen.

Smart thermal grid

Om collectieve voordelen volledig te benutten én te kunnen concurreren met andere warmtetechnieken, was een flexibel systeem nodig. Het ZLT-warmtenet is een zogenaamd 'smart thermal grid', een slim netwerk waarin energiemanagement op wijkniveau mogelijk is. Dankzij een eigen stroomkabel kan het systeem gebruikmaken van de grootste kleinverbruik aansluiting op het laagspanningsnet, wat de stroomkosten verlaagt. Met een datakabel worden alle elektrische componenten voor de opwek en distributie van warmte en koeling centraal gemonitord en aangestuurd. Hierdoor wordt energieflexibiliteit op wijkniveau ontsloten.

Op deze manier is slimme afstemming tussen vraag en aanbod van energie mogelijk en kan het systeem heel netbewust opereren. Zo kun je bijvoorbeeld regelen dat de boiler op gunstige momenten opwarmt, zodat piekverbruik, zoals 's ochtends bij het douchen, worden afgevlakt. Ook in het buizennetwerk van het warmtenet kan warmte tijdelijk opgeslagen worden. Dit gebeurt door de distributietemperatuur iets te verhogen, seizoensopslag is er niet, maar binnen 48 uur wordt de warmteproductie slim uitgebalanceerd. Ook zonnepanelen en laadpalen passen binnen het 'smart thermal grid', waarbij er in geval van laadpalen ook batterijopslag toegepast wordt.

“Woningcorporaties staan voor de uitdaging om hun woningen te verduurzamen en van het gas af te halen, maar moeten ook de betaalbaarheid voor huurders waarborgen. In de zoektocht naar een haalbare en betaalbare oplossing kwamen ze bij De Warmte Maatschappij terecht.”



Lessen voor andere projecten

- Houd al in een vroeg stadium rekening met aanvullende infrastructuur, zoals bijvoorbeeld laadinfrastructuur.
- Het goed meenemen van particulier bezit soms een uitdaging. Dit warmtenet kwam vooral tot stand in samenwerking met woningcorporaties en bewoners. Voor wijken met veel particulier bezit is de gemeentelijke regie vaak onmisbaar om stappen te zetten richting een netbewuste warmteoplossing.

Meer weten?

www.dewarmtemaatschappij.nl



Culemborg - EVA-Lanxmeer

Bewonerscoöperatie ThermoBello beheert een warmtenet dat warmte uit drinkwater gebruikt

Het Thermo Bello warmtenet in de Culemborgse wijk EVA-Lanxmeer implementeert verschillende technische en operationele maatregelen die bijdragen aan het verminderen van netcongestie. Thermo Bello, een coöperatief wijkenergiebedrijf dat sinds 2009 volledig in handen is van de bewoners, is de eerste bewonerscoöperatie in Nederland die een volledig warmtenet beheert en biedt waardevolle inzichten in hoe een ouder warmtenet zich kan voorbereiden op het energiesysteem van de toekomst.

Warmtepomp en Thermische Energie uit Drinkwater (TED)

Een grote buurtwarmtepomp van 1000 kW—die warmte onttrekt aan een reinwaterbassin van drinkwaterbedrijf Vitens—vormt het hart van het Thermo Bello systeem. Deze TED-technologie (Thermische Energie uit Drinkwater) biedt een stabiele warmtebron met een constante brontemperatuur van ongeveer 12-13 °C. Door gebruik te maken van deze constante temperatuurbron kan de collectieve warmtepomp efficiënt opereren zonder de variabiliteit in brontemperatuur die gepaard gaat met lucht-water warmtepompen. De warmtepomp produceert verwarmingswater op een variabele stooklijn tussen 20°C en 50°C, afhankelijk van de buitentemperatuur. Het maximale temperatuurniveau van 50°C wordt alleen bereikt bij extreme kou van -10°C, terwijl bij mildere temperaturen boven 20°C slechts 20°C aanvoertemperatuur nodig is. Het systeem maakt gebruik van een EMS waarmee de warmtepomp, de omliggende pompen (reinwaterbassin, verdampers en condensoren), de gasketel en de distributiepompen aan wordt gestuurd.

Het Thermo Bello warmtenet levert lage temperatuur verwarmingswater via een ondergronds distributiesysteem aan 227 woningen en 7 bedrijfspanden. Deze lage temperatuurverwarming is specifiek geschikt voor vloer- en wandverwarming systemen die in de wijk zijn geïnstalleerd.

Deze lage temperatuurverwarming is efficiënt en heeft een lage elektriciteitsvraag omdat het temperatuurverschil tussen de bron en het afgiftesysteem relatief klein is. Hoe lager de benodigde aanvoertemperatuur, hoe minder hard de warmtepomp hoeft te werken en hoe minder elektriciteit de compressor verbruikt. Hierdoor stijgt het rendement en daalt het stroomverbruik. De COP lag in 2023 en 2024 gemiddeld op 4,6.

Bufferstrategieën

Een gewenste uitbreiding van het Thermo Bello systeem is de implementatie van thermische buffers die helpen bij het beheren van pieken in de warmtevraag. Zoals onderzoek van [CE Delft](#) aantoont, heeft de grootte van de buffer directe invloed op het

EVA-Lanxmeer Culemborg

Aantal aansluitingen:	21 woningen
Geplande uitbreiding:	624 woningen
Ontwikkelingsfase:	Pilot operationeel, uitbreiding gepland
Warmtebron:	Bodemenergie
Temperatuurniveau:	Brontemperatuur: ca. 10 °C (opwaardering: individueel)

gasgebruik en kan een grotere buffer de warmtepomp in staat stellen om meer warmte te produceren tijdens daluren of midden op de dag. Deze flexibiliteit in productietijdstip vormt een belangrijke bijdrage aan het verminderen van netcongestie.

De huidige buffercapaciteit van Thermo Bello stelt hen in staat om een beperkte hoeveelheid warmte op te slaan in het systeem wanneer de elektriciteitsvraag laag is en deze warmte te gebruiken tijdens piekuren. In de toekomst zouden zij deze capaciteit graag vergroten.

Piekvoorziening

Thermo Bello beschikt over een hybride systeem met twee gasgestookte piekketels voor bijverwarming bij extreem koud weer en als back-up bij uitval van de warmtepomp. Deze configuratie voorkomt dat het systeem volledig afhankelijk is van elektriciteit tijdens piekbelasting perioden. Door de gasketels strategisch in te zetten tijdens de koudste dagen, kan de elektriciteitsvraag van het warmtenet beperkt worden op momenten dat het elektriciteitsnet al zwaar belast wordt door verhoogd energieverbruik. Momenteel doet het warmtenet dit nog niet: er is nog geen verdienmodel om dat te doen. Mocht deze prikkel er wel komen dan kan het systeem hierop worden ingericht.

Thermo Bello geeft aan op dit moment het systeem zo te hebben ingericht dat er alleen gas wordt gestookt als het echt niet anders kan, hierdoor is het warmtenet zo duurzaam als momenteel mogelijk.

Collectieve benadering versus individuele benadering

De collectieve benadering van Thermo Bello biedt voordelen ten opzichte van individuele warmtepompen wat betreft netcongestie. Waar individuele (niet-aanstuurbare) warmtepompen kunnen leiden tot gelijktijdige piekbelasting wanneer alle huishoudens tegelijk hun verwarming aanschakelen, biedt het centrale systeem van Thermo Bello meer mogelijkheden voor spreiding en optimalisatie van de elektriciteitsvraag.

MLOEA

Thermo Bello onderzoekt de mogelijkheid om een MLOEA-regeling (Meerdere leveranciers op een aansluiting) toe te passen. Door twee aparte energiemeters te gebruiken (één voor de warmtepomp en één voor de elektriciteitskast die de overige pompen van stroom voorziet), kan het elektriciteitscontract worden ontkoppeld van Vitens. Dit maakt rechtstreekse aankoop van duurzame energie (bijv. wind) mogelijk. Door een zelfstandig energiecontract wordt buffering des te interessanter voor Thermo Bello. De huidige buffer van 50 m³ zou dan in theorie kunnen worden vergroot naar 1000 m³ zodat de warmteproductie 8 uur vervroegt kan worden en dus ontkoppeld wordt van het moment van levering. Dit levert grote flexibiliteit op ten aanzien van netcongestie, en het kan financieel interessant zijn voor Thermo Bello.

“Het Thermo Bello warmtenet bestaat al vanaf 2001. Het werd ontworpen zonder rekening te houden met netcongestie, omdat dat toen nog niet aan de orde was. Tegenwoordig houd je bij het ontwerp van een warmtenet rekening met netcongestie, en richt je daar de buffercapaciteit en regelstrategie op in.”

Lessen voor andere projecten

- Houd bij het ontwerp van een warmtenet vroegtijdig rekening met netcongestie. Het Thermo Bello warmtenet bestaat al vanaf 2001. Het werd ontworpen zonder rekening te houden met netcongestie, omdat dat toen nog niet aan de orde was.
- Thermo Bello heeft samen met Vitens beschikking over een gegarandeerd aansluitvermogen, en zal daarbinnen creatief moeten zijn. Tegenwoordig houd je bij het ontwerp van een warmtenet rekening met netcongestie, en richt je daar de buffercapaciteit en regelstrategie op in.
- Ook oudere warmtenetten kunnen bijdragen aan vermindering van netcongestie. Thermo Bello onderzoekt de ruimte die zij hebben om hun net te verduurzamen en netbewuster in te richten en laat zien dat je ook met een ouder ontwerp stappen kunt zetten die het net ontlasten.

Meer weten?

www.thermobello.nl



Kerschoten Apeldoorn

Aantal aansluitingen:	2.600 aansluitingen (gepland)
Ontwikkelingsfase:	Vorbereidingsfase
Warmtebron:	Thermische Energie uit Afvalwater (TEA) van de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI)
Temperatuurniveau:	Brontemperatuur: ca. 10-25°C (opwaardering tot 70°C)
Warmtebuffer:	14.000 m³ (620 MWh)

Apeldoorn - Kerschoten

Warmtenet Kerschoten gaat warmte uit de rioolwaterzuiveringsinstallatie gebruiken voor wijkverwarming

In Apeldoorn wordt een warmtenet met 2600 aansluitingen voorbereid. In 2023 is een principebesluit genomen om de naoorlogse woonwijk Kerschoten te verwarmen met warmte van de nabijgelegen rioolwaterzuiveringsinstallatie. In het najaar van 2025 wordt de investeringsbeslissing verwacht en kunnen de partners aan de slag met de aanleg.

Een warmtenet in ontwikkeling

Er wordt een lokaal warmtebedrijf opgericht, waar gemeente Apeldoorn en het Gelders Warmte Infra-bedrijf aandeelhouder van zijn. Het productiebedrijf Linthorst Energy is verantwoordelijk voor de warmteproductie, vanuit restwarmte met een warmtepomp en een grote centrale warmtebuffer. De buffer zorgt voor een ontkoppeling tussen de elektriciteitsvraag van de warmtepomp en de warmtevraag van de wijk, waardoor het systeem netbewust opereert en de belasting op het stroomnet gespreid wordt.

Het verduurzamen van de wijk is een langgekoesterde wens van Kerschoten Energieneutraal. Het warmtenet gaat er - naar verwachting - komen door deze samenwerking van de gemeente met de woningcorporaties Ons Huis, De Goede Woning en de Woonmensen, Waterschap Vallei en Veluwe, Firan, de Jacobus Fruytier Scholengemeenschap en Linthorst Energy. In de eerste fase (2026-2027) worden circa 1000 woningen en enkele scholen aangesloten. Het uiteindelijke doel is om in 2030 de hele wijk Kerschoten (ca. 2600

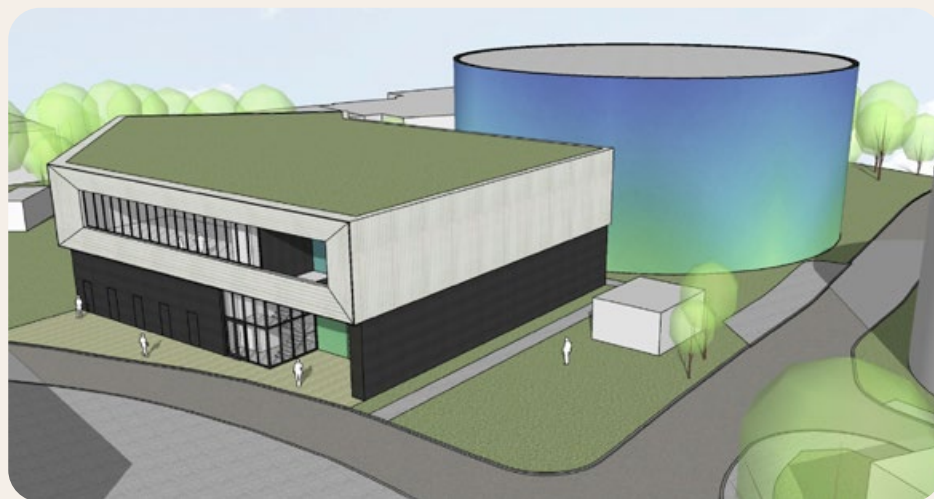
woningen) aan te sluiten. De ambitie van de stad is om lokale warmtebronnen voor collectieve warmtesystemen te benutten, waar het kan en mogelijk is. De studie naar de warmteronde laat een potentieel zien tot 50.000 aansluitingen in de bestaande stad. Er is gekozen voor een middentemperatuur warmtenet, zodat huishoudens kunnen aansluiten zonder eerst te hoeven isoleren en ze hun bestaande radiatoren kunnen behouden. Het effluent uit de RWZI heeft een temperatuur van circa 10-25 °C. De centrale warmtepomp brengt het water op een temperatuur van 70 °C voor distributie naar de woningen en gebouwen. De retourtemperatuur zal naar verwachting rond de 40 °C liggen.

Omgaan met netcongestie

Twee jaar geleden kondigde Liander netcongestie af voor het gebied. Hierdoor was de noodzakelijke grootverbruikaansluiting voor de aansluiting van de collectieve warmtepomp niet meer vanzelfsprekend. Door intensief overleg met de netbeheerder kon het initiatief toch doorgaan. Het was nodig om aan te

tonen dat door het warmtenet minder netverzwaring nodig zal zijn, dan wanneer er gekozen zou worden voor individuele elektrische warmteoplossingen in de wijk. Daarbij was het essentieel dat het warmtenet kan optreden als een netcongestie-verzachter en gebruik kan maken van een non-firm ATO contract waarbij er geen stroom wordt afgenomen op drukke momenten. Hierbij was om een elektriciteitsaansluiting te kunnen krijgen het toepassen van een warmtebuffer noodzakelijk.

De warmtebuffer die Linthorst ontwierp is groter dan nodig voor het aantal aansluitingen dat aanvankelijk is voorzien. Met een capaciteit van 14.000 m³ kan de buffer op koude dagen bijna een week lang warmte leveren. Deze grote buffer wordt continu op een zo efficiënt en duurzaam mogelijke manier opgewarmd. Doordat er bijvoorbeeld in de zomer veel zonne-energie is en in het najaar veel windenergie, zijn de kosten voor warmte op die momenten laag. Door juist op die momenten elektriciteit om te zetten in warmte, die later in woningen wordt gebruikt, kan Kerschoten pieken op het elektriciteitsnet afvlakken en bijdragen aan het verminderen van netcongestie. De warmtebuffer is geplaatst op het terrein van het Waterschap, bij de rioolwaterzuiveringsinstallatie. Daardoor veroorzaakte de locatiekeuze geen overlast of problemen voor de wijk.



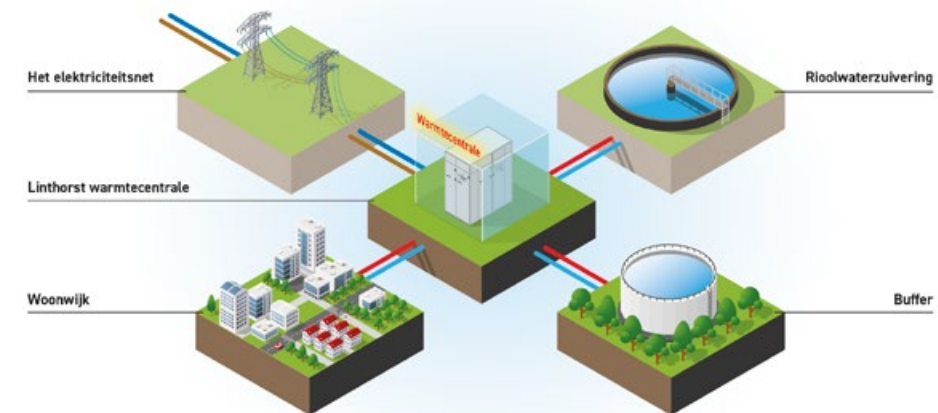
Visualisatie van de warmte-productie centrale in Apeldoorn

Innovaties

De volgende onderdelen van dit project zijn vernieuwend:

- Een grote warmwaterbuffer (14.000 m³). Voordeel hiervan is dat er warmte wordt geproduceerd en kan worden opgeslagen, als de elektriciteitsprijzen laag zijn.
- Een industriële warmtepomp met een hoog rendement
- Slimme EMS software op basis van AI, die de efficiëntie van het hele systeem optimaliseert
- Beheersen van de retourtemperatuur
- Lagere verliezen in het distributienet

“We ontwikkelen het warmtenet niet alleen als een systeem dat warmte levert, maar ook als een systeem dat netcongestie kan verminderen. Dit kan bovendien financieel aantrekkelijk zijn voor zowel het warmtebedrijf als haar klanten.”



Schematische weergave van het warmtenet in de wijk Kerschoten

Lessen voor andere projecten

- Produceer duurzame warmte zo goedkoop mogelijk. Kijk daarbij naar verschillende bronnen, zoals restwarmte. Produceer de benodigde warmte bij voorkeur op momenten dat de elektriciteitsprijs laag is, zodat de kostprijs van warmte daalt. Hiervoor is wel een grote buffer en een warmtepomp met extra capaciteit nodig, zodat je altijd warmte kunt leveren en de productie kunt afstemmen op de vraagmomenten.
- Stem goed af met de netbeheerder van elektriciteit. Analyseer bij de ontwikkeling van een warmtenet het elektriciteitsvraagprofiel van het systeem en vergelijk dit met de profielen van het net waarop je aansluit. Zoek samen met de netbeheerder naar lokale mogelijkheden binnen het net. Hiervoor is specialistische en gedetailleerde kennis van de verschillende netvlakken vereist. Met de Energie Buurtscan (voor het Liander-gebied) kun je tegenwoordig informatie over netvlakken en beschikbare ruimte bij de burens ophalen.
- Ontwikkel het warmtenet niet alleen als een systeem dat warmte levert, maar ook als een systeem dat netcongestie kan verminderen. Dit kan bovendien financieel aantrekkelijk zijn voor zowel het warmtebedrijf als haar klanten.

Meer weten?

kerschotenenergieneutraal.nl/warmtenet/



Delft - TU Delft en aangrenzende woonwijken

Warmtenet met geothermie, seizoensbuffer en slim aanstuurbare warmtepompen voor duurzame stadsverwarming

Het Hoge Temperatuur Open-bodemenergie (HTO) systeem van de TU Delft vertegenwoordigt een benadering voor het verminderen van netcongestie door slim gebruik te maken van warmteopslag en flex-maatregelen.



TU Delft en aangrenzende woonwijken	
Aantal aansluitingen:	6.000 woningen en campus TU Delft (eerste fase t/m 2027)
Geplande uitbreiding:	15.000 aansluitingen
Ontwikkelingsfase:	Implementatiefase (operationeel vanaf eind 2026)
Warmtebron:	Geothermie
Temperatuurniveau:	Brontemperatuur geothermiebron: ca. 75°C (opwaardering tot max. 90°C)
Warmtebuffer:	500.000 m³

Dit uitgebreide ondergrondse warmteopslagsysteem, dat operationeel wordt tegen eind 2026, combineert geothermie met geavanceerde opslagtechnologie om niet alleen de campus van de TU Delft te verduurzamen, maar ook om een significante bijdrage te leveren aan de warmtetransitie in de regio. Het systeem vormt een integraal onderdeel van de warmtetransitie in Delft en zal uiteindelijk warmte leveren aan ongeveer 15.000 afnemers in de wijken Voorhof, Buitenhof en de TU Campus.

Technische configuratie

Het HTO-systeem op de TU Delft campus bestaat uit een geavanceerd ondergronds opslagsysteem met 2 hete bronnen en 3 lauwe bronnen, strategisch gepositioneerd op verschillende locaties binnen het campusterrein. De hete bronnen bevinden zich op de groenstrook ten noorden van de Balthasar van der Polweg en opereren bij temperaturen tussen 75-90°C, terwijl de lauwe bronnen bij de inrit van parkeergarage P5 functioneren op temperaturen van 40-55°C

met maxima tot 64°C. Het totale systeem heeft een indrukwekkende opslagcapaciteit van ongeveer 500.000 m³ water en kan maximaal 275 m³ grondwater per uur verwerken, wat neerkomt op 1.445.000 m³ grondwater per jaar.

Deze bronnen geven toegang tot het derde water-voerende pakket op een diepte van 120 tot 180 meter beneden maaiveld, waarbij gebruik wordt gemaakt van de natuurlijke geologische eigenschappen van de bodem. De proefboringen hebben aangetoond dat er bruikbare, waterdoorlatende zandlagen aanwezig zijn die ideaal geschikt zijn voor het HTO-systeem, wat essentieel is voor de efficiënte opslag en terugwinning van thermische energie. Het systeem is ontworpen om jaarlijks circa 40 TJ aan warmte op te slaan en weer vrij te geven, wat een substantiële bijdrage levert aan de energievoorziening van de campus.

Integratie met het geothermische energiesysteem van de TU Delft

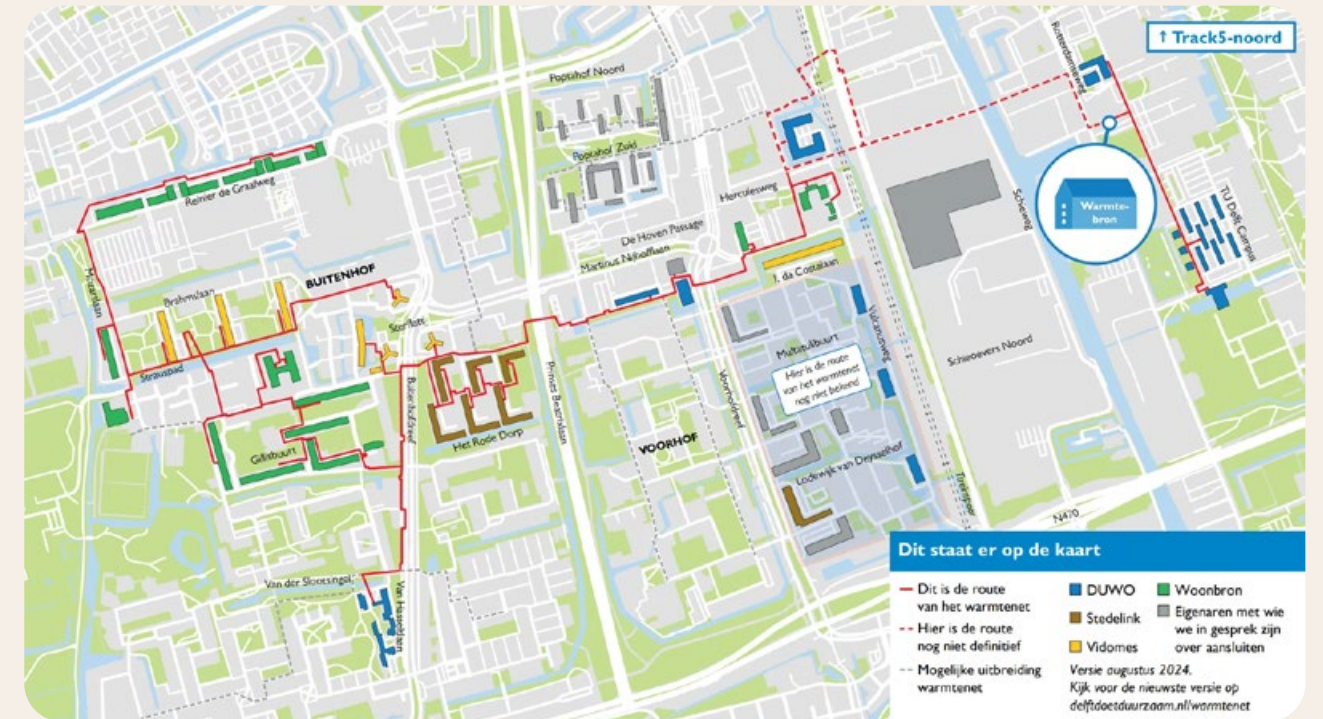
Het HTO-systeem vormt een geïntegreerd onderdeel van het bredere geothermische energiesysteem op de TU Delft campus, waarbij warmte wordt opgewekt uit een gesteentelaag op ruim 2,3 kilometer diepte. De geothermiebron produceert constant warm water van ongeveer 78°C, dat via een warmtepompcentrale wordt gedistribueerd naar zowel het bestaande warmtenet van de TU Delft als het nieuwe Open Warmtenet Delft. In perioden van overcapaciteit van het geothermiesysteem wordt het HTO-systeem ingezet om deze geothermische warmte op te slaan in de ondiepe ondergrond, waardoor de potentie van de geothermiebron aanzienlijk wordt vergroot. De warmtepompcentrale heeft een tweeledige functie binnen dit geïntegreerde systeem. Ten eerste faciliteert het de directe warmtelevering van de geothermiebron naar het warmtenet, en ten tweede kan het de temperatuur opwaarderen wanneer de aanvoertemperatuur hoger moet zijn dan wat de geothermische bron natuurlijk levert.

Ontlasting van het net door slimme warmteopslag

Een van de meest innovatieve aspecten van het HTO Delft systeem is de capaciteit om bij te dragen aan het verminderen van netcongestie door flexibele inzet van power-to-heat technologieën. Het systeem kan strategisch worden ingezet tijdens perioden van lage of negatieve elektriciteitsprijzen, wanneer er een overschot aan hernieuwbare energie beschikbaar is op het elektriciteitsnet. Tijdens deze momenten kunnen elektrische warmtepompen worden geactiveerd om extra warmte te produceren en op te slaan in het HTO-systeem, zelfs wanneer er geen directe warmtevraag is.

Deze benadering transformeert het warmtenet van een passieve energieconsument naar een actieve participant in het energiesysteem die kan helpen bij het balanceren van vraag en aanbod op het elektriciteitsnet. Door elektriciteitsoverschotten om te zetten in thermische energie en deze ondergronds op te slaan, fungeert het HTO-systeem als een vorm van grootschalige energiebuffer die netcongestie helpt voorkomen. Deze thermische opslag kan vervolgens worden benut tijdens perioden van hoge elektriciteitsprijzen of netwerkbelasting, waardoor de druk op het elektriciteitsnet wordt verminderd.

“Door warmteopslag en slimme sturing van warmtepompen kun je pieken in elektriciteitsvraag vermijden en het net ontlasten. Ook is het belangrijk om voor schaal te kiezen: grotere buffers en gezamenlijke bronnen maken het systeem robuuster en efficiënter.”

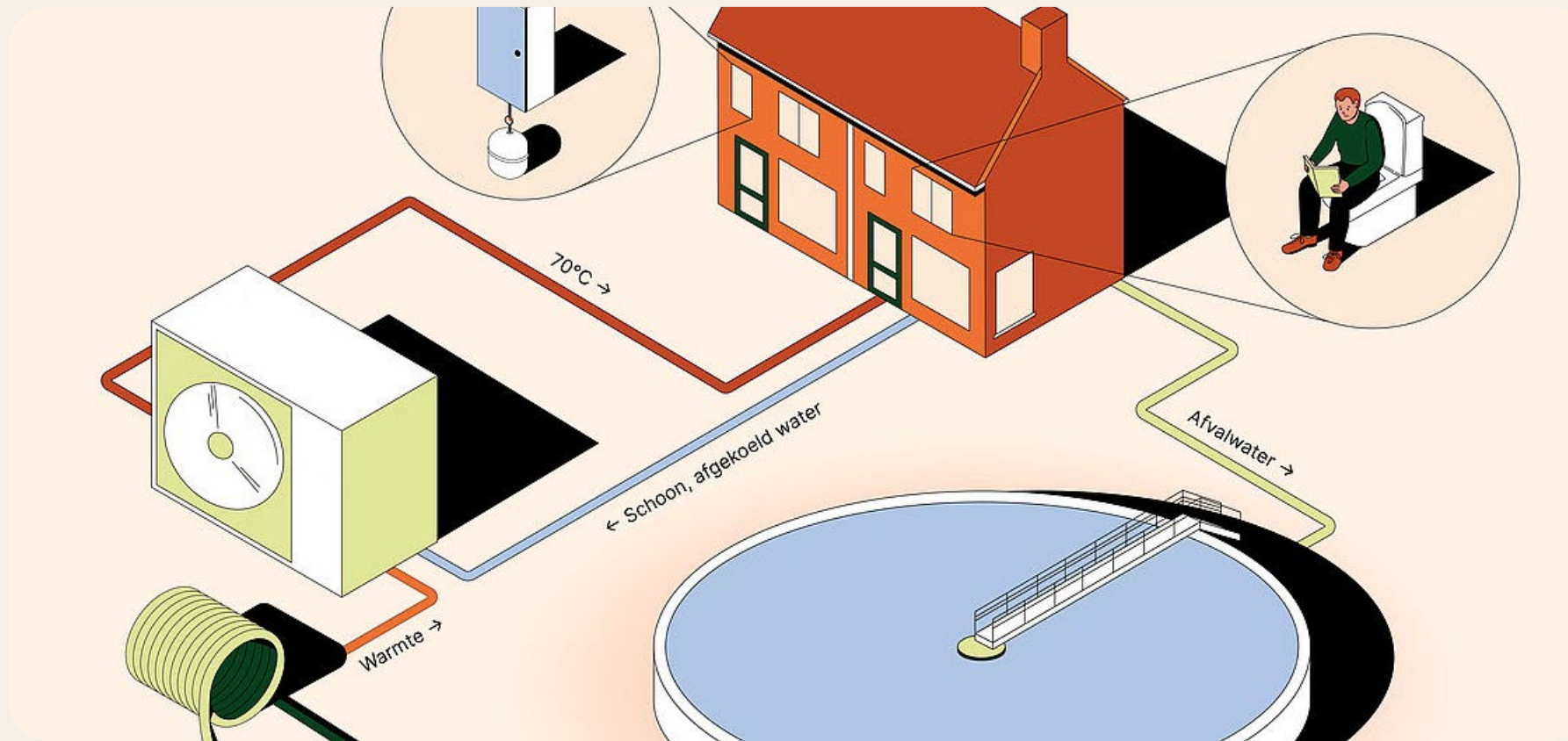


Lessen voor andere projecten

- Door warmteopslag en slimme sturing van warmtepompen kun je pieken in elektriciteitsvraag vermijden en het net ontlasten.
- Kies voor schaal. Grotere buffers en gezamenlijke bronnen maken het systeem robuuster en efficiënter, ook bij netcongestie.
- Een hoogwaardige warmtebron zoals geothermie heeft een relatief hoge temperatuur en zorgt daardoor voor een hoge COP.
- Ruimtelijke inpassing is maatwerk: Houd rekening met beperkte ruimte in de stad en wees flexibel in ontwerp en planning.

Meer weten?

www.geothermiedelft.nl



Zandweerd Deventer

Aantal aansluitingen:	275 woningen
Geplande uitbreiding:	2.200 woningen
Ontwikkelingsfase:	Operationeel
Warmtebron:	Thermische Energie uit Afvalwater (TEA) van de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI)
Temperatuurniveau:	Brontemperatuur: ca. 8-25°C (opwaardering tot 70°C)

Deventer - Zandweerd

Slim warmtenet Zandweerd gebruikt warmte uit de rioolwaterzuiveringsinstallatie

In de wijk Zandweerd in Deventer zijn inmiddels ongeveer 275 woningen aangesloten op een warmtenet met restwarmte van de nabijgelegen rioolwaterzuiveringsinstallatie. Het duidelijk inzichtelijk maken van de (toekomstige) netbelasting van verschillende warmtealternatieven bleek een goed hulpmiddel bij het aanpakken van de problemen rondom netcongestie.

Kansrijke bron in de buurt

In de transitievisie warmte (2021) werd de wijk Zandweerd in Deventer aangewezen als kansrijke locatie voor een warmtenet. Belangrijke factoren waren de nabijgelegen rioolwaterzuiveringsinstallatie als warmtebron, corporatiewoningen die verduurzaamd moeten worden en geplande aardgasvrije nieuwbouw. Deze combinatie van factoren vormde een goede basis om de mogelijkheden voor een warmtenet in deze wijk verder te onderzoeken en te ontwikkelen. Inmiddels zijn ongeveer 275 woningen aangesloten op het zeer laagtemperatuur-warmtenet 'Slim warmtenet Zandweerd'. De ontwikkeling verloopt gefaseerd, met als doel om uiteindelijk 2.200 huur- en koopwoningen op het warmtenet aan te sluiten. De nabijgelegen rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) van waterschap Drents Overijsselse Delta is de belangrijkste warmtebron. Deze RWZI levert warmte van 8 tot 25°C aan een warmtepompcentrale in de wijk, waar ook een gasgestookte piekvoorziening beschikbaar is. Vanuit deze centrale wordt de warmte via het

warmtenet naar de wijk gedistribueerd. Voor bestaande bouw wordt de temperatuur opgewaardeerd tot 70°C via twee warmtepompcentrales, waarvan de eerste inmiddels gerealiseerd is. Nieuwbouwwoningen gebruiken individuele warmtepompen om verwarming en warm tapwater van de gewenste temperatuur te krijgen. Het warmtenet heeft ook de mogelijkheid om koeling te leveren.

Netcongestie

Bij de ontwikkeling van het warmtenet in Zandweerd speelde ook netcongestie een rol. Voor de uitkoppeling van warmte bij de RWZI kon nog een netaansluiting worden gerealiseerd. Helaas was de aansluiting van de warmtepompcentrale op het middenspanningsnet niet meer mogelijk. Dat vroeg om goede samenwerking binnen het projectteam en met betrokken partijen. Uiteindelijk besloot het projectteam drie alternatieven voor duurzame verwarming van de wijk naast elkaar te zetten en daarbij de gevolgen voor het elektriciteitsnet inzichtelijk te maken.

Hierbij kozen ze voor de volgende warmtealternatieven:

1. Een all-electric oplossing, waarbij een groot deel van de wijk individuele warmtepompen gaat gebruiken.
2. Het warmtenet zoals gepland, waarbij het warmtenet dat al in ontwikkeling is wordt uitgebreid tot minimaal 2.200 woningen.
3. Het warmtenet met toekomstige mogelijkheden om het energieverbruik verder te optimaliseren en zo ook de netbelasting nog verder omlaag te brengen.

Voor elk van de alternatieven is de netbelasting doorgerekend, zowel voor de huidige situatie als de toekomst. Het duidelijk aantonen van de consequenties voor de netbelasting, ook voor de lange termijn, was uiteindelijk doorslaggevend om alsnog een netaansluiting te kunnen krijgen voor de warmtepompcentrale. Een warmtenet in de wijk Zandweerd zou namelijk uiteindelijk neerkomen op een duidelijk lagere belasting van het elektriciteitsnet dan bij een all-electric oplossing met individuele warmtepompen.

Het warmtenet wordt nu volgens plan aangelegd (alternatief 2). Het derde alternatief laat zien welke kansen er zijn om het warmtenet in de toekomst nog netbewuster te maken. Zo is het de bedoeling om uiteindelijk in een later stadium van de ontwikkeling van het warmtenet een buffer toe te voegen aan het warmtenet en zou dan ook de mogelijkheid ontstaan om een non-firm ATO contract te realiseren.

"Samen zoeken naar oplossingen binnen de gestelde kaders en het gesprek vroeg in het proces aangaan met de netbeheerder, maken het verschil. Het helpt enorm om op een goede manier samen te werken."

Lessen voor andere projecten



- Zorg voor een onderbouwd inzicht in de netbelasting van verschillende warmtealternatieven om weloverwogen keuzes te kunnen maken.
- Een goede samenwerking met de netbeheerder speelt een grote rol bij het succesvol oplossen van de problemen rondom netcongestie. Samen zoeken naar oplossingen binnen de gestelde kaders en het gesprek vroeg in het proces aangaan, maken het verschil. Het formeel vastleggen van een netaansluiting is uiteindelijk doorslaggevend, en het liefst gebeurt dit zo vroeg mogelijk in het proces.

Meer weten?

www.warmtenetzandweerd.nl





Veenendaal - Groenpoort

Innovatief en flexibel warmtenet in de wijk Groenpoort

Het warmtenet in Groenpoort is een flexibel all-electric systeem, dankzij de combinatie van bodem- en luchtwarmtepompen voor warmte- en koudeopwekking, een WKO-installatie, een grote warmtebuffer en slimme sturing. Het warmtenet is aangelegd en operationeel, ondanks de uitdagingen van netcongestie. In 2024 werd het bekroond als het meest innovatieve warmtenet van Nederland.



Groenpoort Veenendaal

Aantal aansluitingen:	150 woningen
Geplande uitbreiding:	1.000 woningen
Ontwikkelingsfase:	Operationeel
Warmtebron:	Combinatie van bodemenergie, lucht-warmtepompen en WKO (Warmte Koude Opslag)
Temperatuurniveau:	Distributietemperatuur: ca. 70°C
Warmtebuffer:	1500 m³ (60 MWh)

Het warmtenet in Groenpoort

Groenpoort, een nieuwbouwwijk in Veenendaal-Oost, moest een energie neutrale wijk worden. Warmtebedrijf DEVO werd door de gebiedsontwikkelaar gevraagd de warmtevoorziening in de wijk te verzorgen, na eerdere succesvolle projecten in Veenendaal-Oost. Inmiddels staat er een volledig elektrische energiecentrale die uiteindelijk ongeveer 1000 woningen kan voorzien van warmte en koude. Dit all-electric warmtenet levert warmte op hoge temperatuur (70 °C), waardoor er in de aangesloten woningen alleen Warmte- afleverzet nodig is.

Netcongestie

Netcongestie vormde in eerste instantie een knelpunt bij de realisatie van het warmtenet in Groenpoort, maar vroege samenwerking met Liander bood uitkomst. De gereserveerde netcapaciteit voor individuele warmtevoorziening van de woningen werd herbestemd voor het collectieve warmtenet. Het warmtenet zou daarbij nog aanvullende inspanningen verrichten om piekbe-

lasting op het elektriciteitsnet nog verder te beperken. Hiervoor was het nodig om in een vroeg stadium een capaciteitsbeperkingscontract af te sluiten.

Gedurende piekmomenten heeft het warmtenet voldoende transportcapaciteit om transport van warmte en koude plaats te laten vinden en het systeem te laten functioneren, maar op deze momenten vindt er geen warmteproductie plaats. Een grote warmtebuffer vangt de piekmomenten op. Daarnaast voegen ook de combinatie van bodem- en luchtwarmtepompen voor warmte- en koudeopwekking en warmte- en koudeopslag (WKO) efficiëntie toe aan het systeem. Verder stuurt een innovatief Energiemanagementsysteem alle onderdelen slim aan. Het houdt rekening met verschillende factoren zoals weersomstandigheden, energiebehoefte en netbelasting, waardoor de beschikbare netcapaciteit optimaal wordt benut.

De warmtebuffer

De grote ondergrondse warmtebuffer van HoCoSto (1500 m³, 60 MWh capaciteit), zorgt ervoor dat de vraag naar warmte en de opwek van warmte volledig losgekoppeld is. De energiecentrale kan op gunstige momenten warmte produceren, ongeacht of er op dat moment vraag naar is. In de warmtebuffer wordt overtollige warmte vervolgens opgeslagen voor later gebruik wanneer er wel vraag is. Met de opgeslagen warmte is het mogelijk om tijdens de zomer een week lang warmte te leveren of de koudste winterdag volledig te overbruggen met warmte uit de buffer. Dit is niet alleen gunstig voor de netbelasting, maar ook voor de energieprijzen.

Het warmtenet werkt op hoge temperatuur (70 °C aanvoer en 30 °C retour). Hogere temperaturen veroorzaken meer warmteverliezen, maar creëren tegelijk een groter temperatuurverschil met het opslagmedium. Bij een groter temperatuurverschil kun je met dezelfde hoeveelheid opslagcapaciteit meer warmte opslaan. De hoeveelheid opgeslagen warmte is namelijk evenredig met het temperatuurverschil ($Q=m \cdot c \cdot \Delta T$). Door dit grotere temperatuurverschil kun je de beschikbare opslagcapaciteit dus veel efficiënter benutten.

De combinatie van bodemenergie, luchtwarmtepompen en WKO

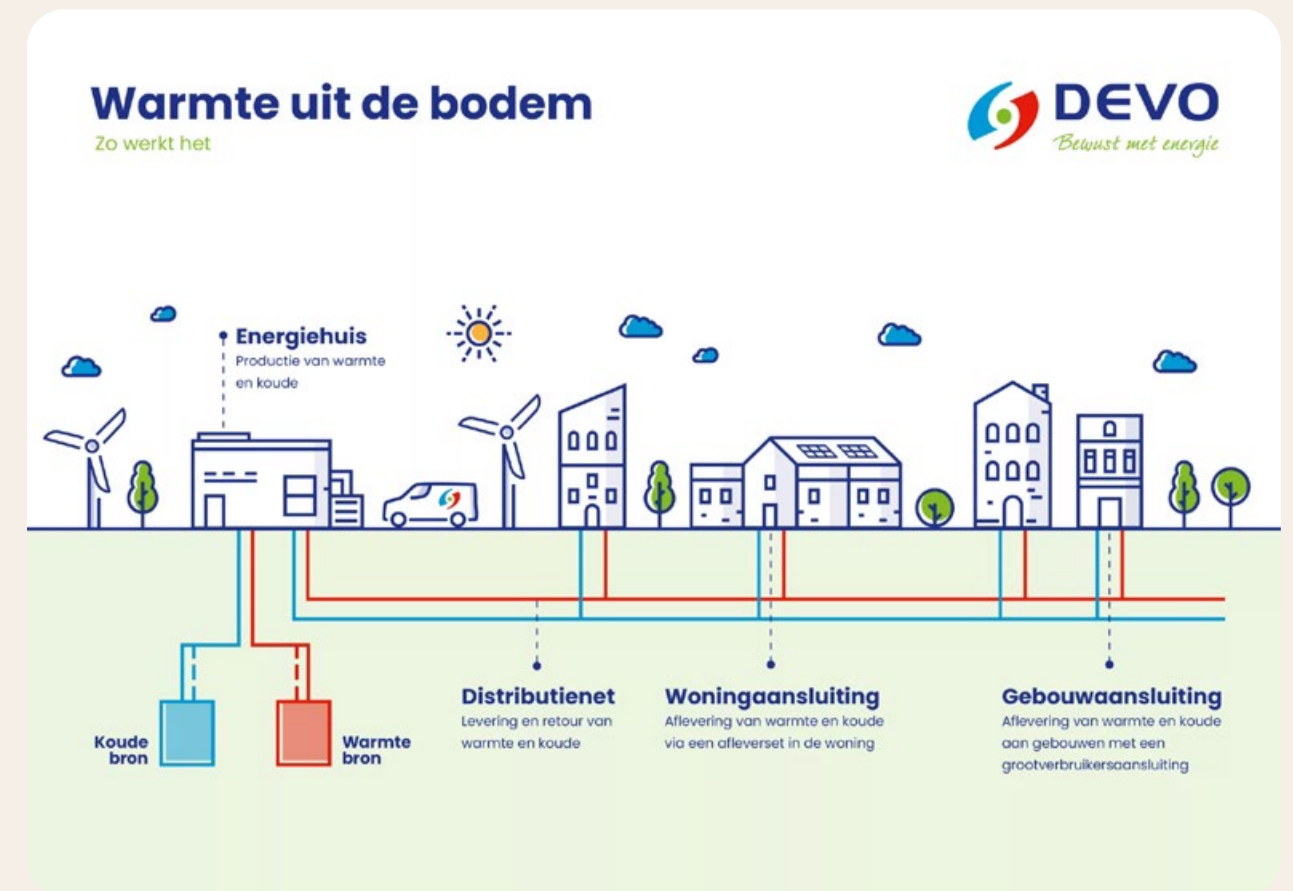
Behalve de grote warmtebuffer gebruikt het warmtenet in Groenpoort een combinatie van bodemenergie met luchtwarmtepompen. Luchtwarmtepompen, geplaatst op het dak van de energiecentrale, benutten de zomerse warmte efficiënt en brengen de WKO in balans. Deze aanpak reduceert de benodigde capaciteit van bodemwarmtepompen en maakt een regeneratievoorziening overbodig, wat investeringskosten aanzienlijk verlaagt.

Smart-grid sturing met innovatief energiemanagementsysteem (EMS)

Linthorst bouwde niet alleen de energiecentrale, maar ontwikkelde en beheert ook het innovatieve EMS dat de warmteproductie optimaliseert. Het EMS houdt rekening met factoren als de beschikbaarheid van zonne- en windenergie, netcapaciteit, energieprijzen en de weersvoorspelling met bijbehorende warmtevraag. Door deze intelligente 'smart-grid' sturing vindt warmteproductie plaats op het gunstigste moment. Het zorgt ervoor dat elke component van het warmtenet, van de grote warmtebuffer tot de warmtepompen, maximale flexibiliteit kan bieden, terwijl de belasting op het elektriciteitsnet minimaal blijft.

Verder brengt het GOPACS-platform vraag en aanbod van flexibel vermogen bij elkaar: als er in een bepaald gebied een tekort aan transportcapaciteit dreigt, kunnen marktpartijen via GOPACS aanbieden om hun verbruik aan te passen. De 'smart-grid' sturing en flexibiliteit van het warmtenet in Groenpoort maken het mogelijk om via dit platform diensten aan te bieden.

"Het succes van dit project lag in de combinatie van de verschillende assets die flexibiliteit bieden en het grote buffervolume. Meer opties betekenen betere oplossingen voor onvoorziene uitdagingen, zoals netcongestie."



Lessen voor andere projecten

- Het succes van dit project lag in de combinatie van de verschillende assets die flexibiliteit bieden en het grote buffervolume. Meer opties betekenen betere oplossingen voor onvoorziene uitdagingen.
- Een belangrijk aandachtspunt is om rekening te houden met langdurige vergunningstrajecten voor het plaatsen van een warmtebuffer.

Meer weten?

www.devo-veenendaal.nl



Groningen

WarmteStad implementeert warmtenetten voor een duurzame warmtevoorziening in de stad Groningen

WarmteStad legt in Groningen duurzame warmtenetten aan. Zij leveren inmiddels warmte aan zo’n 8.000 woningen en bedrijven en zullen in de toekomst nog sterk uitbreiden. Onder andere door warmteopslag en slimme inzet van hun installatie en daarnaast een goede samenwerking met andere partijen en de netbeheerder hopen zij de hinder van netcongestie zoveel mogelijk te beperken.



Groningen

Aantal aansluitingen:	8.000 woningen en bedrijven
Geplande uitbreiding:	30.000 aansluitingen
Ontwikkelingsfase:	Operationeel
Warmtebron:	Warmtekrachtkoppeling (WKK), Restwarmte van datacenters en zonnewarmtepark
Temperatuurniveau:	Distributietemperatuur MT-warmtenet: ca. 70 °C
Warmtebuffer:	Brontemperatuur ZLT-warmtenet: ca. 12-16 °C

Het warmtenet van WarmteStad in Groningen

WarmteStad is een publiek warmtebedrijf, dat in opdracht van de gemeente Groningen in verschillende wijken van de stad warmtenetten aanlegt. WarmteStad beheert twee verschillende typen warmtenetten, namelijk:

- Een conventioneel midden-temperatuur (MT) warmtenet dat warmte van 70 °C levert en restwarmte gebuikt van datacenters, warmte van een zonnewarmtepark en warmte-krachtkoppeling (WKK). In een warmtepompcentrale wordt de temperatuur met behulp van warmtepompen opgewaardeerd en via het warmtenet naar de aangesloten gebouwen getransporteerd. Er vindt ook opslag van warmte plaats.
- Een kleiner, vijfde generatie warmte- en koudenet, waarbij de aangesloten gebouwen onderling warmte en koude uitwisselen. Boosterwarmtepompen bij elke aansluiting verhogen de temperatuur van de laagtemperatuurbronnen. Collectieve warmte- en koudeopslag (WKO) vangt verschillen in de vraag naar warmte en koude op, bijvoorbeeld tussen de zomer en de winter.

Momenteel zijn zo’n 8.000 aansluitingen en het MT-warmtenet wordt nog verder uitgebreid. In 2035 zal het MT-warmtenet circa 30.000 aansluitingen bevatten.

Netcongestie

Een jaar geleden speelde netcongestie nog geen rol voor WarmteStad, maar inmiddels groeit de urgentie. Recent vroeg netbeheerder Enexis of WarmteStad het volledige gecontracteerde vermogen op dit moment gebruikt of dit binnenkort zal gaan doen.

Het MT-warmtenet is in ontwikkeling waardoor WarmteStad het gecontracteerde vermogen inderdaad verwacht te gaan gebruiken en uiteindelijk ook nog verder zal willen uitbreiden. Deze vraag is dus met goede onderbouwing beantwoord o.a. door de uitbreidingen die verwacht worden toe te lichten en te verwijzen naar het gemeentelijk beleid.

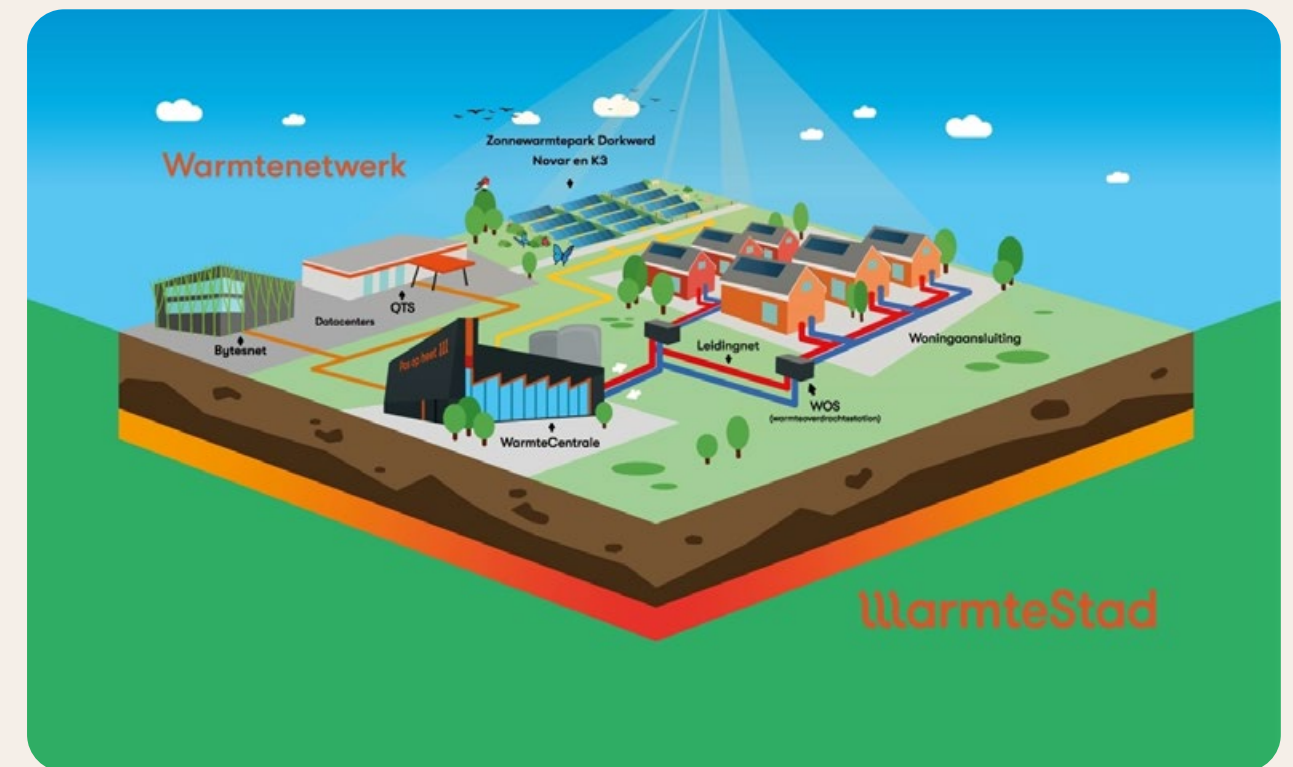
De ontwikkeling van het warmtenet en de aanvraag van een aansluiting op het elektriciteitsnet vond plaats voordat er sprake was van netcongestie. Ondanks dat de warmtenetten niet specifiek ingericht zijn op minimale netimpact, kan WarmteStad wel flexibiliteit bieden en daarmee ook bijdragen aan vermindering van netcongestie in de stad Groningen. Zo kunnen onder andere de WKK-installatie en warmteopslag ingezet worden om het elektriciteitsnet te ontlasten. Een concreet voorbeeld van deze flexibiliteit is de inzet van warmteopslag. In de zomersituatie is de warmteopslag in de tank toereikend voor ongeveer 1,5 dag aan warmtelevering. Daarnaast kan de seizoensopslag, in combinatie met warmtepompen, een hoeveelheid warmte leveren die vergelijkbaar is met het jaarlijkse verbruik van circa 1.500 stadswoningen. Het vijfde generatie warmte- en koudenet biedt ook mogelijkheden om netbewust te functioneren door de uitwisseling van warmte en koude tussen gebouwen, maar ook binnen een gebouw. Vooral in het voor- en naseizoen vindt veel uitwisseling van warmte en koude plaats in dit warmte- en koudenet, wat de netbelasting vermindert.

Ook andere bedrijven lopen tegen netcongestie aan, zoals bijvoorbeeld het naburige datacenter waar WarmteStad restwarmte van gebruikt. Zowel het datacenter als WarmteStad zullen in de toekomst uit willen breiden, maar door netcongestie is het lastig extra aansluitvermogen te krijgen. Door samen te zoeken naar oplossingen is er wellicht meer mogelijk. Dit vergt wel goede afstemming. Verbruiksprofielen moeten worden gedeeld en WarmteStad moet bijvoorbeeld haar reservecapaciteit wel kunnen gebruiken voor noodsituaties. Daarover zijn zorgvuldige afspraken nodig.

Samenwerking met de netbeheerder

WarmteStad zet ook actief in op een goede samenwerking met de netbeheerders. Voorheen werkten de partijen nog grotendeels gescheiden: Enexis focuste op elektriciteit, WarmteStad op warmte. Ze kwamen elkaar wel tegen, maar de samenwerking was nog beperkter. Dat verandert nu. De partijen gaan vaker samen om tafel zitten en zoeken elkaar proactief op. WarmteStad weegt maatschappelijke belangen zorgvuldig af. Een voorbeeld hiervan is toen bij de ontwikkeling van een specifieke locatie een situatie ontstond waarin zowel WarmteStad als de netbeheerder interesse hadden in hetzelfde terrein. Warmtestad hecht grote waarde aan de uitbreiding van hun net, maar zag ook in dat een nieuw transportverdeelstation voor elektriciteit onmisbaar is voor de omgeving en het toekomstige energiesysteem. WarmteStad trok zich uiteindelijk terug zodat de netbeheerder het terrein toegewezen kreeg.

“Enexis focuste op elektriciteit en WarmteStad op warmte. We kwamen elkaar wel tegen, maar de samenwerking was nog beperkter. Dat verandert nu. We gaan vaker samen om tafel zitten en zoeken elkaar proactief op.”



Lessen voor andere projecten

- Samenwerking is een essentieel onderdeel bij de ontwikkeling, het onderhoud en de uitbreiding van het een warmtenet.
- Op technisch vlak is er veel mogelijk en de innovaties zijn ontelbaar, maar vergeet daarbij niet om relaties te onderhouden en te zorgen voor een gezonde samenwerking met je partners.

Meer weten?

warmtestad.nl



Spinnewiel

Aantal aansluitingen:	20 appartementen
Ontwikkelingsfase:	Operationeel (pilot fase)
Warmtebron:	Bodemenergie
Temperatuurniveau:	Brontemperatuur: ca. 5-13 °C (opwaardering: individueel)

Wierden - Spinnewiel

Bodemnet van Uiteigenbodem voor appartementen aan het Spinnewiel

In Wierden is aan het Spinnewiel een innovatief bodemnet gerealiseerd dat twintig appartementen op een duurzame, aardgasvrije manier verwarmt. Dit project, een samenwerking tussen Uiteigenbodem, woningcorporatie Reggewoon en netwerkbedrijf Cogas, laat zien hoe lokale bodemenergie kan bijdragen aan de energietransitie en netcongestie kan helpen voorkomen.

“Het idee kwam van het glas-vezelnet: een ringleiding met vertakkingen, maar dan voor warmte. Zo verbinden we bodemcollectoren slim met elkaar en kunnen we stap voor stap uitbreiden.”



Hoe werkt het bodemnet?

Het hart van het systeem bestaat uit acht verticale bodemcollectoren die tot 200 meter diep warmte uit de grond halen. Deze collectoren zijn via een horizontale ringleiding met elkaar verbonden. Het water uit de bodem komt met een temperatuur van zo'n 5 °C tot 13 °C bij de warmtepomp in de woning, die deze warmte verder opwaardeert tot een comfortabel niveau voor verwarming. In de zomer kan het systeem ook koelen, doordat het relatief koele water uit de bodem direct wordt gebruikt om de woningen te verkoelen. Koeling wordt aan het Spinnewiel nog niet toegepast, maar in een volgend project dat met dezelfde partijen wordt opgezet is koeling wel inbegrepen.

Innovatie en schaalbaarheid

Het concept van Uiteigenbodem is uniek: de bodemcollectoren worden als een soort 'glasvezelnetwerk' door middel van een ringleiding met elkaar verbonden. Dit gepatenteerde systeem is eenvoudig op te schalen en uit te breiden, waardoor het risico van een te grote begininvestering wordt beperkt. Nieuwe woningen of bodemcollectoren kunnen gefaseerd worden toegevoegd, afhankelijk van de vraag. De infrastructuur is compact en flexibel in te passen in de steeds drukker wordende ondergrond, wat het bijzonder geschikt maakt voor bestaande bouw en stedelijke gebieden.

Netimpact en betaalbaarheid

Een van de grote voordelen van dit bodemnet is de minimale belasting van het elektriciteitsnet. De individuele water-waterwarmtepompen hebben een

relatief lage elektrische piekvraag (1,5 tot 2 kW; SCOP circa. 4,5 afhankelijk van de afgiftetemperatuur), wat vergelijkbaar is met een inductiekookplaat of wasmachine. Door slimme load-balancing kunnen pieken verder worden afgevlakt: wanneer bijvoorbeeld de inductiekookplaat aanstaat, kan de warmtepomp tijdelijk worden uitgeschakeld zonder comfortverlies. Dit voorkomt dat de warmtepomp een knelpunt wordt voor de netaansluiting. In de pilot in Wierden is tot nu toe geen sprake geweest van netcongestie, mede doordat tijdig een passende aansluiting is aangevraagd.

Bewoners betalen niet meer voor aardgas, maar wel een vastrecht aan Cogas voor het gebruik van het bodemnet en elektriciteitskosten voor de warmtepomp aan hun energieleverancier. Reggewoon voorziet iedere woning van zonnepanelen, waardoor het systeem niet alleen duurzaam maar ook betaalbaar is voor de bewoners.

Samenwerking en toekomst

Het project is een schoolvoorbeeld van samenwerking tussen publieke en private partijen: Cogas is eigenaar van de ondergrondse infrastructuur en verantwoordelijk voor beheer en onderhoud, Reggewoon beheert de installaties in de woningen en de gemeente Wierden verleende medewerking, o.a. door grond beschikbaar te stellen. Uiteigenbodem werkt aan verdere optimalisatie van het concept, onder meer door in volgende pilots ook actieve koeling en éénfase-warmtepompen toe te passen.

Literatuurlijst

Onderzoeken / Rapporten

- CE Delft (2018), Wijkgeoptimaliseerd energiesysteem EVA-Lanxmeer**
Haalbaarheidsonderzoek naar verstandige collectieve en individuele keuzes voor de wijk EVA-Lanxmeer in Culemborg
- CE Delft (2023), Power-to-Heat en warmteopslag in warmtenetten**
Rapport Power-to-Heat en opslag als volgende stap in de warmtetransitie.
- CE Delft (2024), Het effect van het stagneren van de groei van warmtenetten**
Rapport over de gevolgen als de ontwikkeling van warmtenetten niet op gang komt.
- Enerzien (2024), juridische mogelijkheden voor een slim energiesysteem**
Met informatie over MLOEA, cable pooling, directe lijnen
- Algemene Rekenkamer (2025), Een koud bad voor warmtenetten**
Analyse van duurzame alternatieven voor verwarming, specifiek warmtepompen en warmtenetten.
- Merosch (2024), onderzoek naar netbelasting van individuele warmtepompen**
Onderzoek toont aan dat de netbelasting van individuele warmtepompen vergelijkbaar of lager kan zijn dan die van centrale systemen.
- VNG (2023), Impact van de warmtetransitie op het lokale elektriciteitsnet**
Onderzoek naar de effecten van de warmtetransitie op het elektriciteitsnet op buurtniveau.
- NVDE (2024), Verduurzaming bronnen voor warmtenetten**
Rapport over de onrendabele top van duurzame warmtebronnen voor warmtenetten.
- Netbeheer Nederland (2025), Meta-analyse maatschappelijke (meer)waarde van warmtenetten**
Vergelijking van netcapaciteitsvraag warmtenetten versus alternatieven zoals warmtepompen.
- TKI Urban Energy, Stedin, Alliander, Enexis, Netbeheer Nederland, Provincie Utrecht en Provincie Gelderland, Techniek Nederland en Bouwend Nederland (2025), Ontwerpprincipes voor de netbewuste wijk.**
Rapport ontwikkeld door o.a. TKI Urban Energy, netbeheerders en provincies, waarin ontwerpuitgangspunten worden toegelicht voor energienetten en warmtenetten met aandacht voor netcapaciteitsbeperkingen.
- TNO (2024), De rol van slimme apparaten bij netcongestie op het laagspanningsnet**
Analyse van flexibiliteitsmogelijkheden van apparaten zoals warmtepompen en EV-laders.
- TNO (2024), Innovatieroadmap warmteopslag voor de gebouwde omgeving in Nederland**
Strategische roadmap met technische innovaties en niet-technische randvoorwaarden voor warmteopslag in de Nederlandse gebouwde omgeving.
- PBL (2025), Eindadvies Basisgedragen SDE++ 2025**
Met o.a. technisch-economische parameters van verschillende warmteoplossingen, inclusief elektriciteitsverbruik en vermogensvraag van collectieve systemen.
- PBL (2025), Informatieblad netverzwaring en netcongestie**
Overzicht van bronnen en rapporten over netcongestie in de warmtetransitie.
- Natuur & Milieu (2024), De warmtetransitie in beeld**
Analyse van transitievisies warmte van gemeenten.
- Kalavasta & InvestNL (2024), De kosten en baten van warmteopslag in warmtenetten**
Onderzoek naar de kosten en baten van warmteopslag in warmtenetten.

Webpagina's met meer informatie

- Rijksoverheid, Maatregelen tegen vol elektriciteitsnet (netcongestie)**
Overzicht van maatregelen van de overheid tegen netcongestie.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, Loket Netcongestie**
Informatie over netcongestie voor ondernemers, installateurs, provincies of gemeentes
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, Netcongestie en opslag van energie, directe lijn**
Informatie over uw stroom direct aan een bedrijf in de buurt leveren
- Autoriteit Consument & Markt, Eigen netwerk of directe lijn**
Informatie over een eigen netwerk of directe lijn
- Topsector Energie, Kennisdossier: grootschalige en compacte warmteopslag**
Kennisdossier over warmteopslag
- Topsector Energie, Kennisdossier: Warmtenetten**
Kennisdossier over warmteopslag
- Topsector Energie, Energiemanagementsystemen**
Informatie over Energiemanagementsystemen
- Kennisplatform Energiehubs**
Informatie over energiehubs
- GOPACS, Flexibiliteitsplatform van netbeheerders**
Website van GOPACS met informatie over hoe marktpartijen kunnen deelnemen via flexibel vermogen aan het oplossen van netcongestie.

Tools

- TNO, Warmteprofielgenerator**
Een tool om voor CBS buurten zo goed mogelijk de warmteprofielen te berekenen op basis van openbare data.
- Liander, Energie-Buurtscan**
Een tool die binnen Liander gebied op detailniveau inzicht geeft in de lokale netcapaciteit en congestie.
- Nieuwe Warmte Nu, De kansen van warmtebuffering in een warmtenet**
Rekenmodel dat inzicht geeft in het effect van buffering op de kostprijs van een warmtenet.
- Uptempo, EMS wizard**
Vergelijker van verschillende energiemanagementsystemen.

(Web)artikelen

- Solar365, Netcongestie veroorzaakt door individuele warmtepompen wordt vaak overschat**
Samenvatting van het Merosch-onderzoek en discussie over netbelasting van warmtepompen.
- Bouw en Installatie Hub, 'Warmtenet veroorzaakt evenveel netcongestie als warmtepompen'**
Artikel over het Merosch-onderzoek en de aannames van netbeheerders.
- Energiea, Collectieve warmtenetten versterken netcongestie**
Artikel betoogt dat nieuwe warmtenetten vaak juist méér elektriciteit verbruiken dan hybride warmtepompen.
- NPLW, praktijkvoorbeeld restwarmte uit datacenter Aalsmeer**
Artikel over het warmteuitwisselingsnet in Aalsmeer
- NPLW, praktijkvoorbeeld restwarmte uit datacenter Heerlen**
Artikel over het warmte- en koudeuitwisselingsnet in Heerlen
- Architectenweb, Zuid-Holland wil voorrang warmtenetten bij aansluiting op vol net**
De provincie wil warmtenetten prioriteit geven bij netaansluitingen omdat deze bijdragen aan vermindering van netcongestie.
- Warmte365, Het S2-protocol laat slimme warmtepompen praten**
Artikel over het S2-protocol: een standaard waarmee warmtepompen kunnen communiceren.

