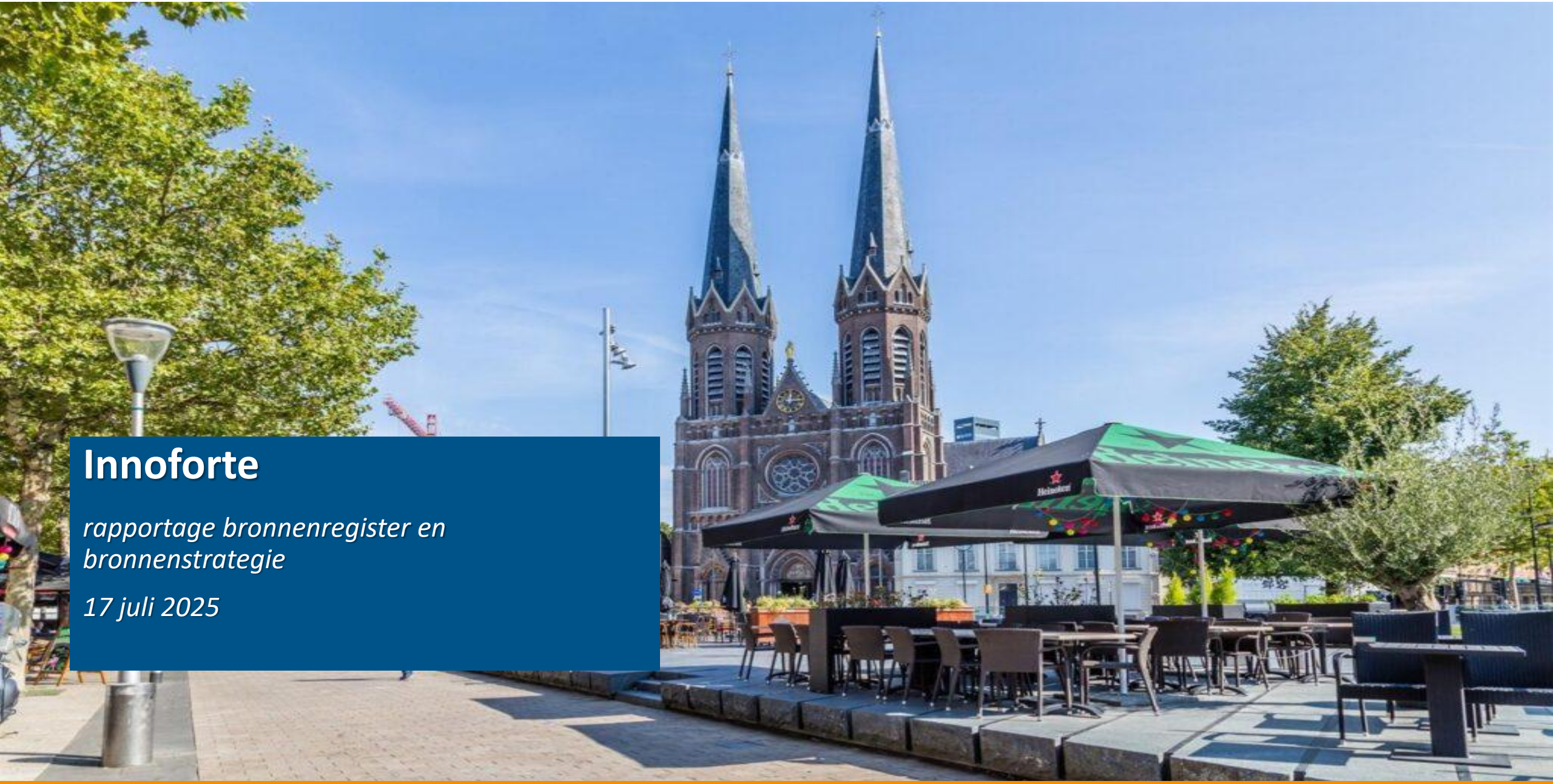


Innoforte

rapportage bronnenregister en bronnenstrategie

17 juli 2025

innoforte sustainable value

GEMEENTE TILBURG

Inleiding

In oktober 2024 heeft Innoforte het Tilburgs Bronnenregister opgeleverd. Het register bestaat uit GIS-bestanden, Excel databestand en een toelichtende rapportage.

De gemeente heeft afgelopen jaar het register in gebruik genomen en hier zijn enkele opmerkingen en wensen uit voort gekomen.

De gemeente Tilburg heeft Innoforte gevraagd om het register te updaten. Deze rapportage is de definitieve toelichtende rapportage aangevuld met updates van de GIS-bestanden en het Excel-bestand. De updates zijn weergegeven op volgende pagina’s.

Update Bronnenregister: GIS

- De TEO gegevens zijn aangevuld met diepe plassen en de Ley a.d.h.v. de Aquathermieviewer.
- Restwarmte:
  - LT restwarmte (LT en MT) gegevens aangepast a.d.h.v. update warmteatlas (Bronnen waarvan het thermische vermogen is aangepast van 0 naar 24 MWth zijn niet geüpdatet naar 24 MWth. Dit is onrealistisch.)
  - LT restwarmte bronnen waar geen gegevens van bekend zijn toegevoegd (Van Iersel, Ziekenhuizen, slagers, voedingsmiddelen).
- Gemalen:
  - De foutieve gegevens van Gemaal Moerburgen zijn aangepast én er zijn 3 gemalen toegevoegd.
  - Naam aangepast naar riothermie.
- De ondiepe geothermie gegevens zijn geüpdatet op basis van nieuw onderzoek.
- Kunstgrasvelden zijn toegevoegd. De velden op 1 sportcomplex zijn samengevoegd als 1 bron.
- PV, PT en PVT carports zijn toegevoegd.
- PV-daken Readar:
  - Getallen geüpdatet a.d.h.v. nieuwe dataset Readar.
  - Katsbogten opgesplitst naar Katsbogten en T58.
  - Vossenberg opgesplitst naar Vossenberg en Albion.
- PVT-velden: attribuut WEQ toegevoegd.
- PV-velden nieuw: Kempenbaan toegevoegd.
- Attributen minimale WEQ, informatiebron en datum informatiebron zijn toegevoegd

Update Bronnenregister: Excel

- De gegevens zijn geüpdatet op basis van de wijzigingen benoemd op vorige pagina.
- Minimale benodigde WEQ toegevoegd aan de Excel Totaal-sheet
- Informatiebron en datum van de informatiebron toegevoegd aan de Excel Totaal-sheet

Update Bronnenregister: Rapportage

- De gegevens zijn geüpdatet op basis van de wijzigingen benoemd op vorige pagina.
- Er is een prognose van de ontwikkeltermijnen per bron toegevoegd op pagina 57. Dit dient als aanvulling voor de ontwikkeltermijnen weergegeven in de GIS.
- “TEA (+ LT WP, +MT WP): Thermische energie uit rioolwater” aangepast naar “Riothermie: Thermische energie uit rioolwater”.
- Kunstgrasvelden toegevoegd aan pagina 41: asfaltcollectoren. De techniek is identiek aan dat van asfaltcollectoren.
- Carport PV benoemd op pagina 46. De techniek is identiek aan PV op veld.
- Carport PT benoemd op pagina 29. De techniek is identiek aan PT zonder opslag op veld.
- Carport PVT benoemd op pagina 47. De techniek is identiek aan PVT op veld.
- Geschiktheid pieklast, basislast en regeneratie opmerking toegevoegd aan pagina 8.

Inhoud

- Introductie aanpak bronnenregister
- Uitgangspunten
- Overzicht bronnen
- Introductie GIS omgeving
- Bronnenstrategie

Aanpak bronnenregister

- Brabants bronnenregister, REKS en vele andere informatiebronnen
- Bepalen aard, locatie, potentie
- Berekeningen kosten en duurzaamheid
- Bepalen andere factoren: ontwikkelpotentie, ontwikkeltermijn

Uitgangspunten technisch-economisch (1)

- De capaciteit (kW) en de hoeveelheid bronwarmte (GJ/jaar) is berekend op basis van m³/h, delta T en vollasturen. De brontemperatuur wordt (indien nodig) verhoogd met een warmtepomp tot een gewenste productietemperatuur voor het warmtenet (ZLT, LT en MT). Het warmteverlies van het leidingnet is geraamd op 0% (ZLT), 15% (LT) en 25% (MT) ten opzichte van de productie. De warmtevraag is geraamd op **15 GJ/jaar (ZLT), 20 GJ/jaar (LT) en 30 GJ/jaar (MT)** per woningequivalent.
- Aantal woningequivalenten. Per bron is een match gemaakt tussen de beschikbare hoeveelheid en capaciteit van de warmtebron en het aantal woningequivalenten die hiermee van warmte voorzien kunnen worden waarbij of de hoeveelheid of de capaciteit de bepalende factor is.
- Capex: Investering (op basis van kostenkengetallen van Innoforte) van de warmtebron en (indien nodig) warmtepomp voor het op hogen naar de gewenste temperatuur (LT of MT) inclusief de benodigde voorzieningen (leidingen, appendages, pompen, elektrische voeding, schakelvaten, expansievaten, isolatie en technische ruimte. De piekvoorziening en de warmteleidingen naar de gebouwen zijn niet meegenomen in de kostenraming.
- De kapitaallasten van de bron en voorzieningen zijn bepaald op basis van een **rentepercentage van 7%** en afschrijftermijn (tussen de 15 en 50 jaar afhankelijk van de verwachte levensduur van de voorziening in €/jaar.
- Opex: De onderhoudskosten zijn geraamd op basis van een percentage (0,5% – 6%) van de investering per voorziening en in €/jaar weergegeven.
- Energiekosten: De kosten voor het verbruik van elektriciteit zijn bepaald op basis van **een elektriciteitstarief van 0,25 €/kWh**.
- Energieopbrengst: De opbrengst voor het terug leveren van elektriciteit zijn bepaald op basis van een **teruglevertarief van 0,06 €/kWh**.
- Bronkosten De specifieke bronkosten zijn berekend in €/GJ op basis van de jaarlijkse kosten van de bron per GJ geleverde (nuttige) warmte.
- De SDE++ **subsidie is niet meegenomen**.
- De Capex, kapitaallasten, Opex en energiekosten zijn per woningequivalent berekend en per GJ.
- E vermogen: Voor het leveren van de warmte is elektriciteit nodig voor de circulatiepompen, hulpenergie en warmtepompen. Het aansluitvermogen hiervan is berekend en opgegeven in MWe.

Uitgangspunten technisch-economisch (2)

- Specifiek e-vermogen (aansluitvermogen elektriciteit/ warmtecapaciteit) in MWe/MWth is berekend
- Vollasturen: Het aantal vollasturen dat de warmtecentrale nuttige warmte levert is per warmtebron aangegeven. Deze vollasturen kunnen anders zijn dan de beschikbare vollasturen van de warmtebron.
- Het elektriciteitsverbruik van de warmtecentrale is berekend op basis van de vollasturen en de elektrische capaciteit in MWhe/jaar. Dit verbruik is tevens omgerekend naar verbruik per woningequivalent in kWhe/(jaar*weq)
- Fpdel: De energetische eigenschappen van de warmtebron en warmtecentrale zijn berekend volgens de NTA 8800 en uitgedrukt in de hoeveelheid primaire energie per hoeveelheid gevraagde warmte. De eventuele warmtenet verliezen zijn hierin meegenomen.
- Het elektriciteitsverbruik is omgerekend volgens de NTA 8800 naar een **CO_2 emissie per/GJ met een primaire energiefactor van elektriciteit van 1,45**.
- Biogastarief 2,0 €/m³ aardgasequivalent
- WKO doublet : 50 m³/h
- Afstand tussen de bron en de warmtecentrale : 100 meter
- Opbrengst zonthermische collectoren per m² collector: 2,16 GJ/m² (MT) en 1,37 (LT)
- Grondoppervlakte voor zonthermische panelen: 2 m² per m² collector.

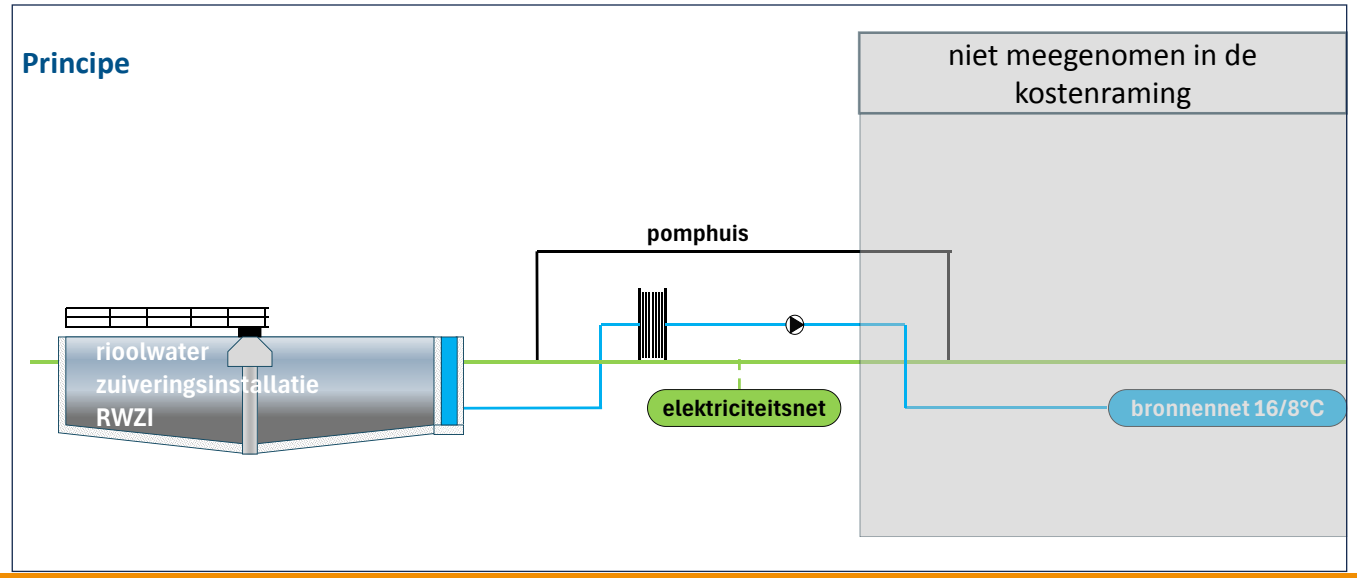
- De E-boiler is geschikt voor pieklast en basislast.
- Alle MT warmtebronnen zijn geschikt voor basislast. De piekvoorziening en een eventuele buffer vallen buiten het bronnenregister.
- Alle LT warmtebronnen zijn geschikt voor basislast. De piekvoorziening en een eventuele buffer vallen buiten het bronnenregister.
- De ZLT warmtebronnen TEO, TED, asfaltcollectoren, PVT-collectoren zijn geschikt voor regeneratie, omdat deze seizoensafhankelijk zijn. De overgie ZLT warmtebronnen zijn geschikt voor basislast van het ZLT-net en/of regeneratie.

TEA: Thermische energie uit afvalwater RWZI

Beschrijving

Het effluent van de rioolzuiveringsinstallatie (RWZI) wordt gebruikt voor ZLT-warmtelevering. De warmtevoorziening bestaat uit afvalwaterpompen, warmtewisselaars en transportpompen voor een bronnennet. De potentiële warmtehoeveelheid (GJ/jaar) en warmtecapaciteit (kW) van de RWZI is bepaald op basis van de specifieke capaciteit van de RWZI (gemiddelde hoeveelheid afvalwater per dag x soortelijke warmte van water (4,19 kJ/kgK) en een uitkoeling van 5K. De watertemperatuur is in de winter voldoende (ca. 10°C) waardoor het hele jaar warmte geleverd kan worden. Het effluentdebiet van een RWZI varieert sterk. Om de warmte zoveel mogelijk nuttig te kunnen gebruiken is een extra buffer en toerengeregelde pompen nodig. Het aantal woningen dat aangesloten kan worden op de RWZI installatie is gebaseerd op de jaarlijkse nuttige warmtehoeveelheid (GJ/jaar) van de RWZI en de jaarlijkse vraag aan bronwarmte voor de woningen (15 GJ).

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

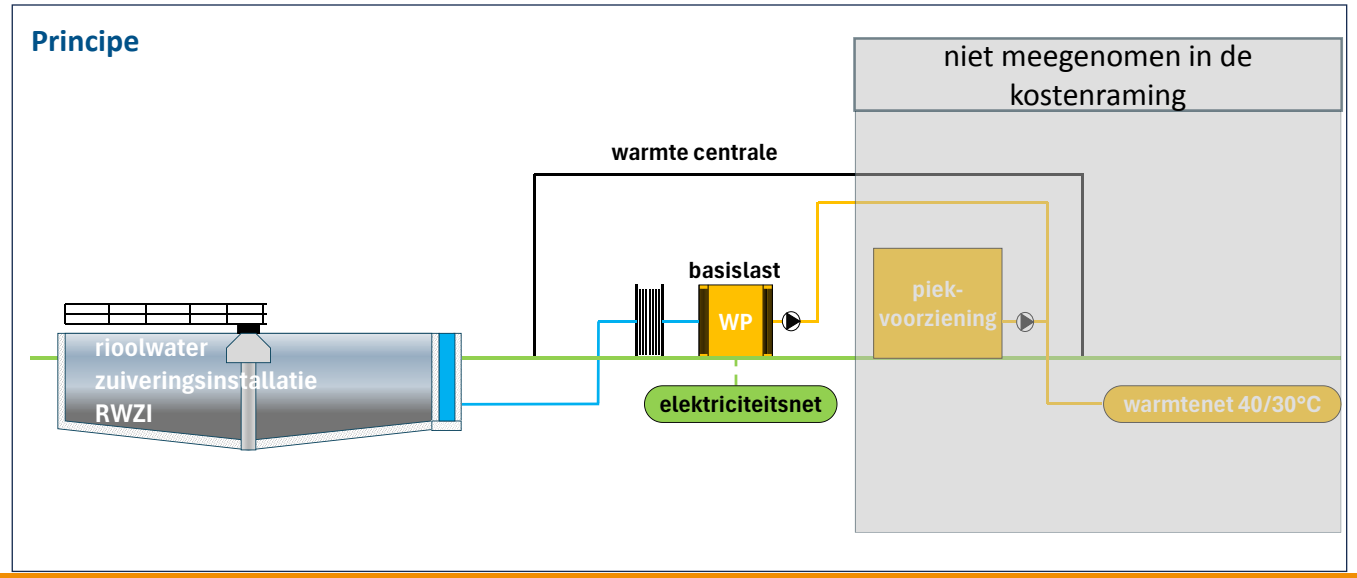
Het effluent van de TEA is het hele jaar beschikbaar met een temperatuur van 10°C (winter) en 25°C (zomer). Het afvalwaterdebiet is afhankelijk een dagelijks gebruikspatroon: (pieken in de ochtend en 's nachts een zeer laag debiet) en regenwater. De installatie dient de beschikbare warmte zoveel mogelijk in te zetten voor de dynamische warmtevraag. De techniek is relatief eenvoudig (pompen, warmtewisselaars en regeling). De complexiteit zit in de ontwikkeling van een warmtenet, samenwerking partijen en financiering. De RWZI is gelegen op een daarvoor geschikt terrein. De warmtebron blijft beschikbaar voor lange termijn. De locatie van de RWZI zal niet zomaar verplaatst gaan worden en het zuiveren van afvalwater nodig zal blijven in de toekomst.

TEA + LT-WP: Thermische energie uit afvalwater RWZI met LT-WP

Beschrijving

Het effluent van de rioolzuiveringsinstallatie (RWZI) wordt gebruikt voor bronwarmte van een LT-warmtepomp. De warmtevoorziening bestaat uit afvalwaterpompen, warmtewisselaars, warmtepompen voor de basislast en een piekvoorziening. De capaciteit van de WP is bepaald op basis van de beschikbare broncapaciteit van de RWZI. De bronwarmte wordt via een warmtepomp opgewaardeerd tot LT warmte met COP van de WP van 4,9. De warmtepomp levert de basislast warmte om zoveel mogelijk gebruikt te maken van de beschikbare warmte van de RWZI. De piekvoorziening levert de piekhoeveelheid en is verder buiten beschouwing gelaten. Het aantal woningen dat aangesloten kan worden is gebaseerd op de jaarlijkse nuttige warmte (GJ/jaar) door de LT warmtepomp geleverd en de jaarlijkse LT warmtevraag van de woningen (20 GJ + 15% verlies).

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

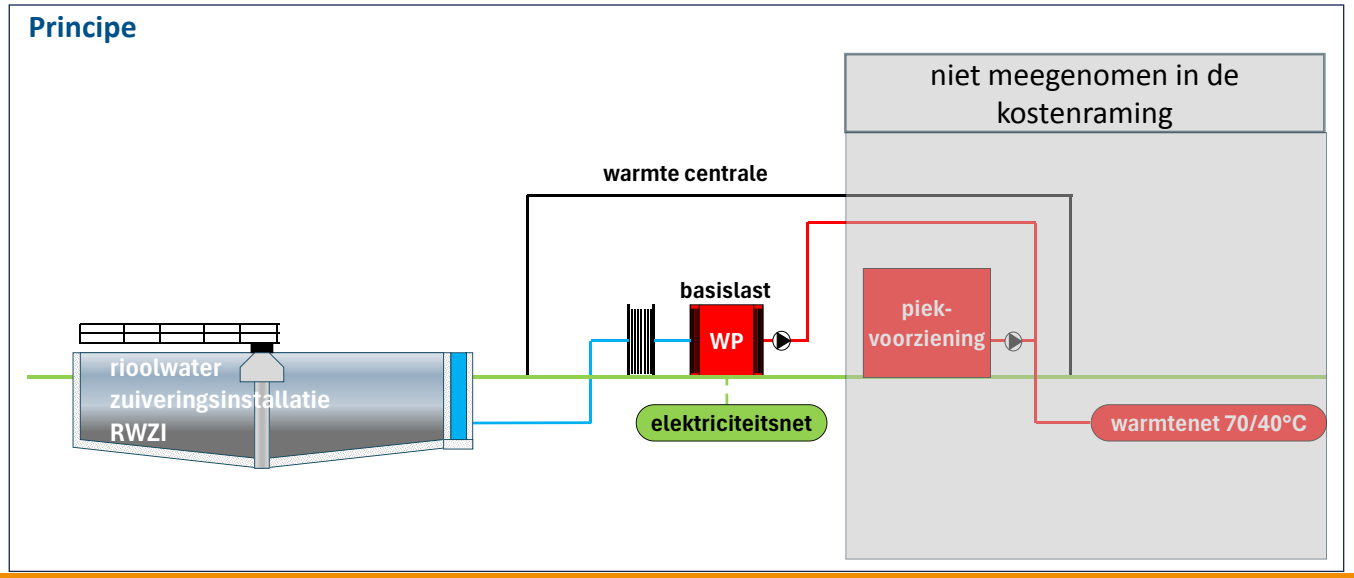
Het effluent van de TEA is het hele jaar beschikbaar met een temperatuur van 10°C (winter) en 25°C (zomer). Het afvalwaterdebiet is afhankelijk een dagelijks gebruikspatroon: (pieken in de ochtend en 's nachts een zeer laag debiet) en regenwater. De installatie dient de beschikbare warmte zoveel mogelijk in te zetten voor de dynamische warmtevraag. De techniek is relatief eenvoudig (pompen, warmtewisselaars, warmtepompen en regeling). De complexiteit zit in de ontwikkeling van een warmtenet, samenwerking partijen en financiering. De RWZI is gelegen op een daarvoor geschikt terrein. De warmtebron blijft beschikbaar voor lange termijn. De locatie van de RWZI zal niet zomaar verplaatst gaan worden en het zuiveren van afvalwater nodig zal blijven in de toekomst.

TEA + MT-WP: Thermische energie uit afvalwater RWZI met MT-WP

Beschrijving

Het effluent van de rioolzuiveringsinstallatie (RWZI) wordt gebruikt voor bronwarmte van een MT-warmtepomp. De warmtevoorziening bestaat uit afvalwaterpompen, warmtewisselaars, warmtepompen voor de basislast en een piekvoorziening. De capaciteit van de WP is bepaald op basis van de beschikbare broncapaciteit van de RWZI. De bronwarmte wordt via een warmtepomp opgewaardeerd tot MT warmte met COP van de WP van 2,8. De warmtepomp levert de basislast warmte om zoveel mogelijk gebruikt te maken van de beschikbare warmte van de RWZI. De piekvoorziening levert de piekhoeveelheid en is verder buiten beschouwing gelaten. Het aantal woningen dat aangesloten kan worden is gebaseerd op de jaarlijkse nuttige warmte (GJ/jaar) door de MT warmtepomp geleverd en de jaarlijkse MT warmtevraag van de woningen (30 GJ + 25% verlies).

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

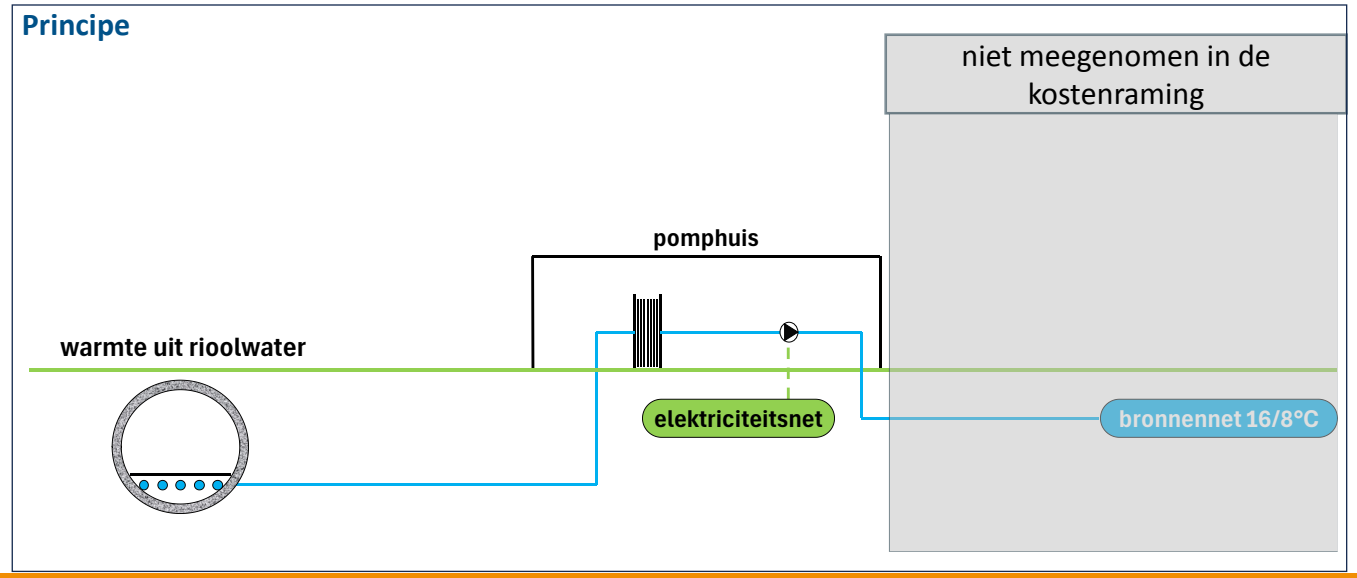
Het effluent van de TEA is het hele jaar beschikbaar met een temperatuur van 10°C (winter) en 25°C (zomer). Het afvalwaterdebiet is afhankelijk een dagelijks gebruikspatroon: (pieken in de ochtend en 's nachts een zeer laag debiet) en regenwater. De installatie dient de beschikbare warmte zoveel mogelijk in te zetten voor de dynamische warmtevraag. De techniek is relatief eenvoudig (pompen, warmtewisselaars, warmtepompen en regeling). De complexiteit zit in de ontwikkeling van een warmtenet, samenwerking partijen en financiering. De RWZI is gelegen op een daarvoor geschikt terrein. De warmtebron blijft beschikbaar voor lange termijn. De locatie van de RWZI zal niet zomaar verplaatst gaan worden en het zuiveren van afvalwater nodig zal blijven in de toekomst.

Riothermie: Thermische energie uit rioolwater

Beschrijving

Het afvalwater in de riolering (influent) wordt op een aantal plaatsen verzameld en via een pompinstallatie afgevoerd naar de RWZI. De warmte in het effluent wordt gebruikt voor ZLT-warmtelevering. De rioolbuis is aan de onderzijde voorziening een verdikking waarin een buizenstelsel is aangebracht. Het systeem bestaat uit warmtewisselaars en transportpompen voor een bronnennet. De potentiële warmtehoeveelheid (GJ/jaar) en warmtecapaciteit (kW) van het afvalwater is bepaald op basis van de gemiddelde capaciteit van de afvalwaterpompen en een uitkoeling van het afvalwater van 1,5K (vanwege een beperkte warmtewisselend oppervlak). De afvalwatertemperatuur is ook in de winter voldoende hoog (>10°C) waardoor het hele jaar warmte geleverd kan worden. Het aantal woningen dat aangesloten kan worden op deze installatie is gebaseerd op de jaarlijkse vraag aan bronwarmte voor de woningen (15 GJ).

Principe



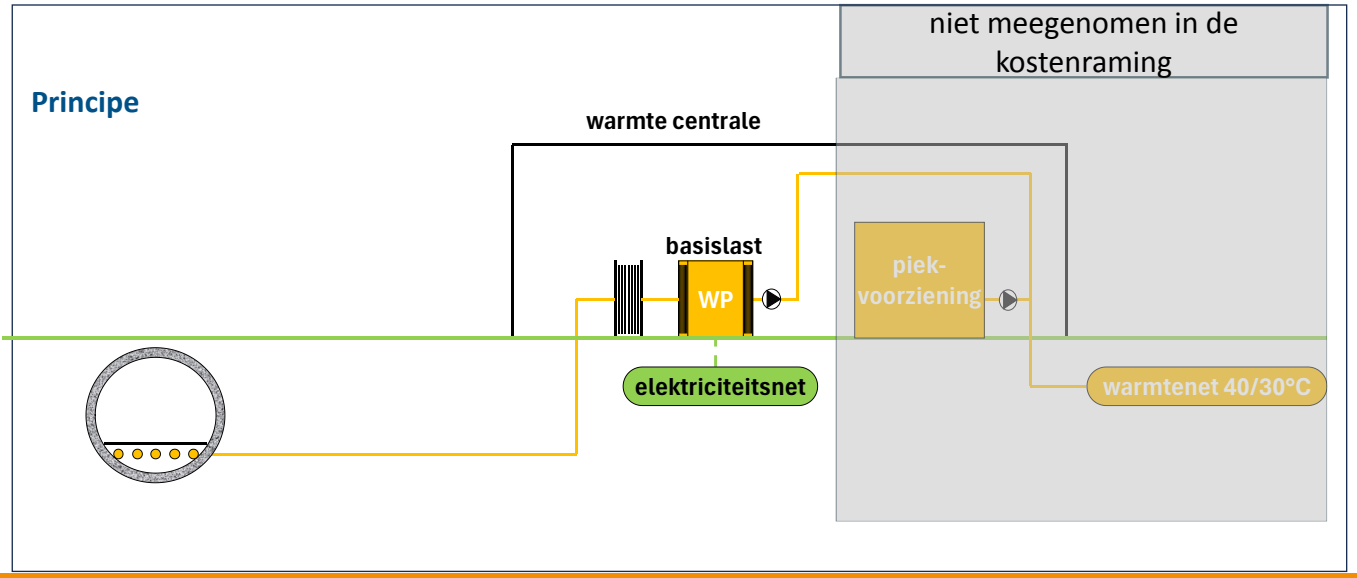
Ontwikkelkansen < 5 jaar

Het influent van de riolering is het hele jaar beschikbaar met een temperatuur van 10°C (winter) en 25°C (zomer). Het afvalwaterdebiet is afhankelijk een dagelijks gebruikspatroon: (pieken in de ochtend en 's nachts een zeer laag debiet) en regenwater. De installatie dient de beschikbare warmte zoveel mogelijk in te zetten voor de dynamische warmtevraag. De techniek is relatief eenvoudig (pompen, warmtewisselaars en regeling). De complexiteit zit in de ontwikkeling van een warmtenet, samenwerking partijen en financiering. Het pompstation is gelegen op een daarvoor geschikt terrein. De warmtebron blijft beschikbaar voor lange termijn. De locatie van het pompstation zal niet zomaar verplaatst gaan worden en het transporteren van afvalwater nodig zal blijven in de toekomst.

Riothermie+ LT-WP: Thermische energie uit rioolwater met LT-WP

Beschrijving

Het afvalwater in de riolering (influent) wordt op een aantal plaatsen verzameld en via een pompinstallatie afgevoerd naar de RWZI. De warmte in het effluent wordt gebruikt voor LT-warmtelevering via een warmtepomp. De rioolbuis is aan de onderzijde voorziening een verdikking waarin een buizenstelsel is aangebracht. Het systeem bestaat uit warmtewisselaars, warmtepompen en transportpompen voor een LT-warmtenet. De potentiële warmtehoeveelheid (GJ/jaar) en warmtecapaciteit (kW) van het afvalwater is bepaald op basis van de gemiddelde capaciteit van de afvalwaterpompen en een uitkoeling van het afvalwater van 1,5K (vanwege een beperkte warmtewisselend oppervlak) als bronwarmte voor de warmtepomp. De afvalwatertemperatuur is ook in de winter voldoende hoog (>10°C) waardoor het hele jaar warmte geleverd kan worden. Het aantal woningen dat aangesloten kan worden is gebaseerd op de jaarlijkse nuttige warmte (GJ/jaar) door de LT warmtepomp geleverd en de jaarlijkse LT warmtevraag van de woningen (20 GJ + 15% verlies).



Ontwikkelkansen < 5 jaar

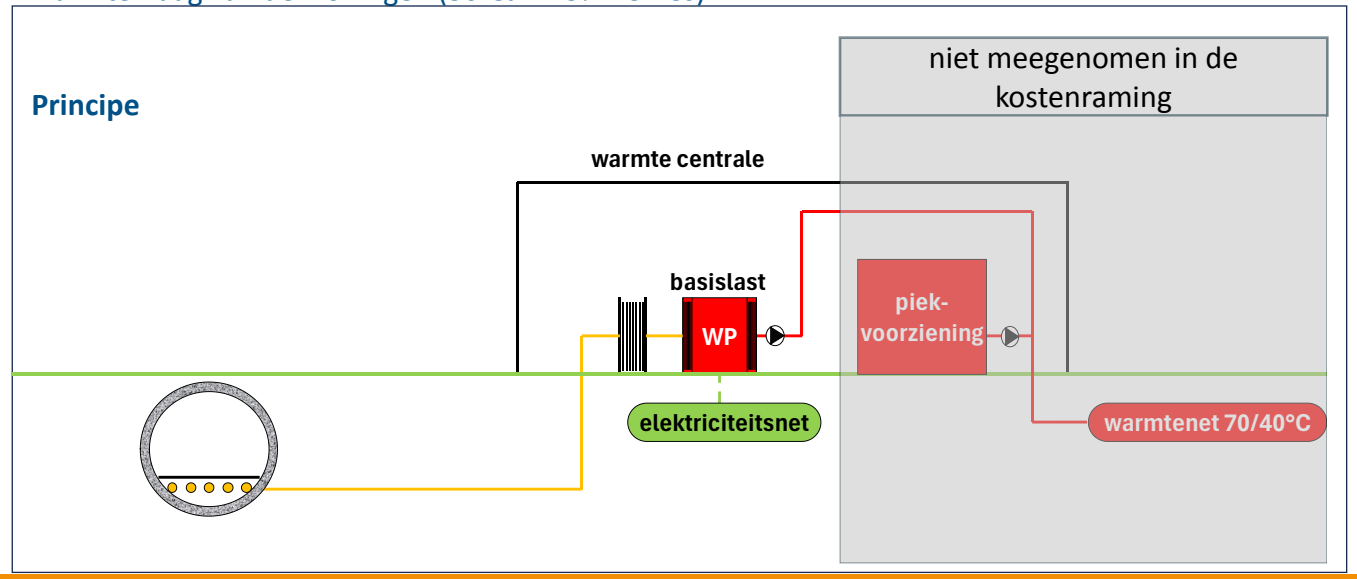
Het influent van de riolering is het hele jaar beschikbaar met een temperatuur van 10°C (winter) en 25°C (zomer). Het afvalwaterdebiet is afhankelijk een dagelijks gebruikspatroon: (pieken in de ochtend en 's nachts een zeer laag debiet) en regenwater. De installatie dient de beschikbare warmte zoveel mogelijk in te zetten voor de dynamische warmtevraag. De techniek is relatief eenvoudig (pompen, warmtewisselaars en regeling). De complexiteit zit in de ontwikkeling van een warmtenet, samenwerking partijen en financiering. Het pompstation is gelegen op een daarvoor geschikt terrein. De warmtebron blijft beschikbaar voor lange termijn. De locatie van het pompstation zal niet zomaar verplaatst gaan worden en het transporteren van afvalwater nodig zal blijven in de toekomst.

Riothermie + MT-WP: Thermische energie uit rioolwater met MT-WP

Beschrijving

Het afvalwater in de riolering (influent) wordt op een aantal plaatsen verzameld en via een pompinstallatie afgevoerd naar de RWZI. De warmte in het effluent wordt gebruikt voor LT-warmtelevering via een warmtepomp. De rioolbuis is aan de onderzijde voorziening een verdikking waarin een buizenstelsel is aangebracht. Het systeem bestaat uit warmtewisselaars, warmtepompen en transportpompen voor een LT-warmtenet. De potentiële warmtehoeveelheid (GJ/jaar) en warmtecapaciteit (kW) van het afvalwater is bepaald op basis van de gemiddelde capaciteit van de afvalwaterpompen en een uitkoeling van het afvalwater van 1,5K (vanwege een beperkte warmtewisselend oppervlak) als bronwarmte voor de warmtepomp. De afvalwatertemperatuur is ook in de winter voldoende hoog (>10°C) waardoor het hele jaar warmte geleverd kan worden. Het aantal woningen dat aangesloten kan worden is gebaseerd op de jaarlijkse nuttige warmte (GJ/jaar) door de MT warmtepomp geleverd en de jaarlijkse MT warmtevraag van de woningen (30 GJ + 25% verlies).

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

Het influent van de riolering is het hele jaar beschikbaar met een temperatuur van 10°C (winter) en 25°C (zomer). Het afvalwaterdebiet is afhankelijk een dagelijks gebruikspatroon: (pieken in de ochtend en 's nachts een zeer laag debiet) en regenwater. De installatie dient de beschikbare warmte zoveel mogelijk in te zetten voor de dynamische warmtevraag. De techniek is relatief eenvoudig (pompen, warmtewisselaars en regeling). De complexiteit zit in de ontwikkeling van een warmtenet, samenwerking partijen en financiering. Het pompstation is gelegen op een daarvoor geschikt terrein. De warmtebron blijft beschikbaar voor lange termijn. De locatie van het pompstation zal niet zomaar verplaatst gaan worden en het transporteren van afvalwater nodig zal blijven in de toekomst.

TEO: Thermische energie uit oppervlaktewater

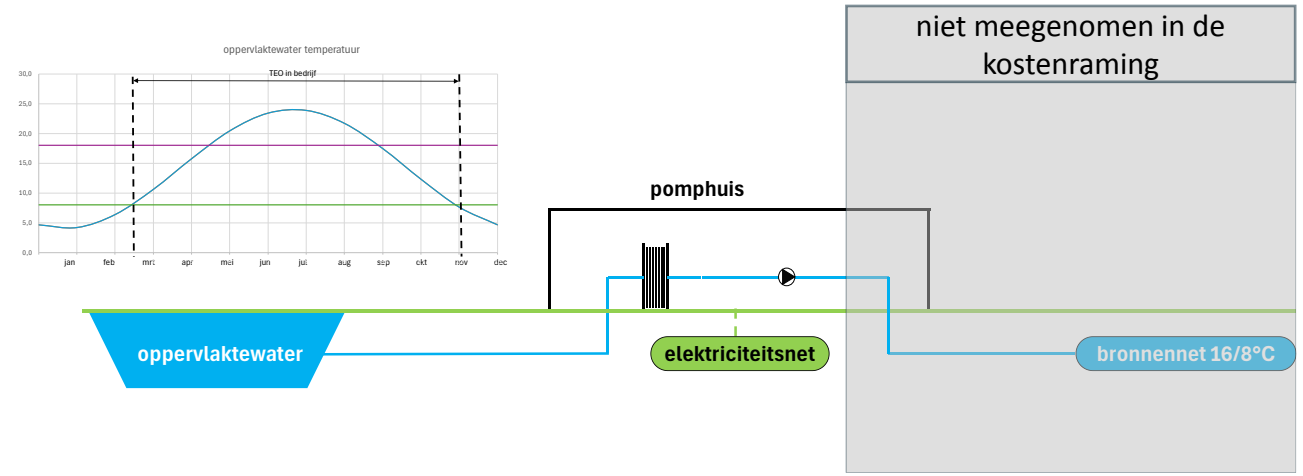
Beschrijving

Oppervlaktewater wordt gebruikt voor de levering van ZLT warmte. De warmtevoorziening bestaat uit vuilwaterpompen, warmtewisselaars, en regelingen. De warmtehoeveelheid en warmtecapaciteit van het oppervlaktewater is bepaald op basis van:

- stilstaand water: 1,5 GJ/m² per jaar en 2.500 vollasturen.
- stromend water: gemiddelde jaarlijkse debiet (m³/uur) x soortelijke warmte van water (4,19 kJ/kgK) en een uitkoeling van 5K en 2.000 vollasturen.

De warmte van het oppervlaktewater kan nuttig worden gebruikt bij een voldoende hoge temperatuur van het water. De dynamiek/beschikbaarheid van de warmte is weergegeven in de grafiek. In de winter is de watertemperatuur te laag voor om als bronwater voor een warmtepomp of te gebruiken. Hierdoor worden TEO systemen veelal uitgevoerd met een WKO.

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

Het oppervlaktewater Wilhelmina kanaal en de Piushaven zijn de voornaamste TEO warmtebronnen in de Gemeente Tilburg. Het water stroomt echter niet of zeer beperkt waardoor de te onttrekken warmtehoeveelheid relatief laag is (bij stromend water is dit aanzienlijk hoger) en de temperatuur sterk beïnvloed wordt door de zoninstraling. In de winterperiode is de temperatuur te laag om te gebruiken als bronwarmte voor een warmtepomp of regeneratie van een WKO. De techniek is relatief eenvoudig. De complexiteit zit in de ontwikkeling van een warmtenet, samenwerking partijen en financiering. Het ruimtebeslag is afhankelijk van de grootte van de installatie. Het inname punt van het oppervlaktewater en uitlaatpunt liggen ver van elkaar verwijderd om kortsluiting te voorkomen in stilstaand water. Daarbij is een technische ruimte nodig voor het pompstation en warmtewisselaars. De verwachting is dat gezien de vaste ligging van de kanalen ook in de toekomst TEO installaties blijven bestaan. Uitgaande van een capaciteit van 250 m³/h kunnen ca. 50 warmtecentrales worden gerealiseerd met TEO uit het Wilhelminakanaal. Het kanaal is 12,5 km lang, om de 250 meter kan een centrale gerealiseerd worden.

TEO + WKO: Thermische energie uit oppervlaktewater i.c.m. warmte koude opslag

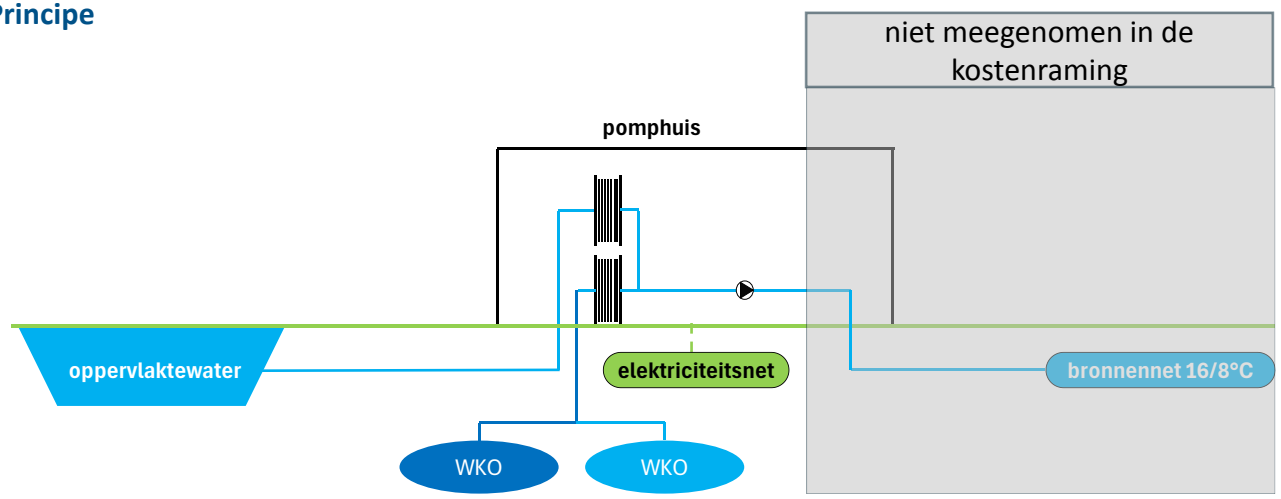
Beschrijving

Oppervlaktewater wordt gebruikt voor de levering van ZLT warmte. De warmtevoorziening bestaat uit vuilwaterpompen, warmtewisselaars, een WKO en regelingen. De warmtehoeveelheid en warmtecapaciteit van het oppervlaktewater is bepaald op basis van:

- stilstaand water: 1,5 GJ/m² per jaar en 2.500 vollasturen.
- stromend water: gemiddelde jaarlijkse debiet (m³/uur) x soortelijke warmte van water (4,19 kJ/kgK) en een uitkoeling van 5K en 2.500 vollasturen.

De warmte uit het oppervlaktewater wordt of direct of indirect via de WKO geleverd. Door het gebruik van de WKO kan de beschikbare warmte ook nuttig gebruikt worden ingezet voor de levering van bronwarmte aan warmtepompen in de winter. In de zomer wordt het overschot aan warmte gebruikt voor het regenereren van de WKO. In de winter, bij lage watertemperaturen, wordt de WKO ingezet voor de levering van bronwarmte.

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

Het oppervlaktewater Wilhelmina kanaal en de Piushaven zijn de voornaamste TEO warmtebronnen in de Gemeente Tilburg. Het water stroomt echter niet of zeer beperkt waardoor de te onttrekken warmtehoeveelheid relatief laag is (bij stromend water is dit aanzienlijk hoger) en de temperatuur sterk beïnvloed wordt door de zoninstraling. In de winterperiode is de temperatuur te laag om te gebruiken als bronwarmte voor een warmtepomp of regeneratie van een WKO. De techniek is relatief eenvoudig. De complexiteit zit in de ontwikkeling van een warmtenet, samenwerking partijen en financiering. Het ruimtebeslag is afhankelijk van de grootte van de installatie. Het inname punt van het oppervlaktewater en uitlaatpunt liggen ver van elkaar verwijderd om kortsluiting te voorkomen in stilstaand water. Daarbij is een technische ruimte nodig voor het pompstation en warmtewisselaars. De verwachting is dat gezien de vaste ligging van de kanalen ook in de toekomst TEO installaties blijven bestaan. Uitgaande van een capaciteit van 2 MW kunnen ca. 39 warmtecentrales worden gerealiseerd met TEO uit het Wilhelminakanaal. Het kanaal is 12,5 km lang, om de 320 meter kan een centrale gerealiseerd worden.

TEO + WKO + LT-WP: Thermische energie uit oppervlaktewater i.c.m. warmte koude opslag en LT warmtepomp

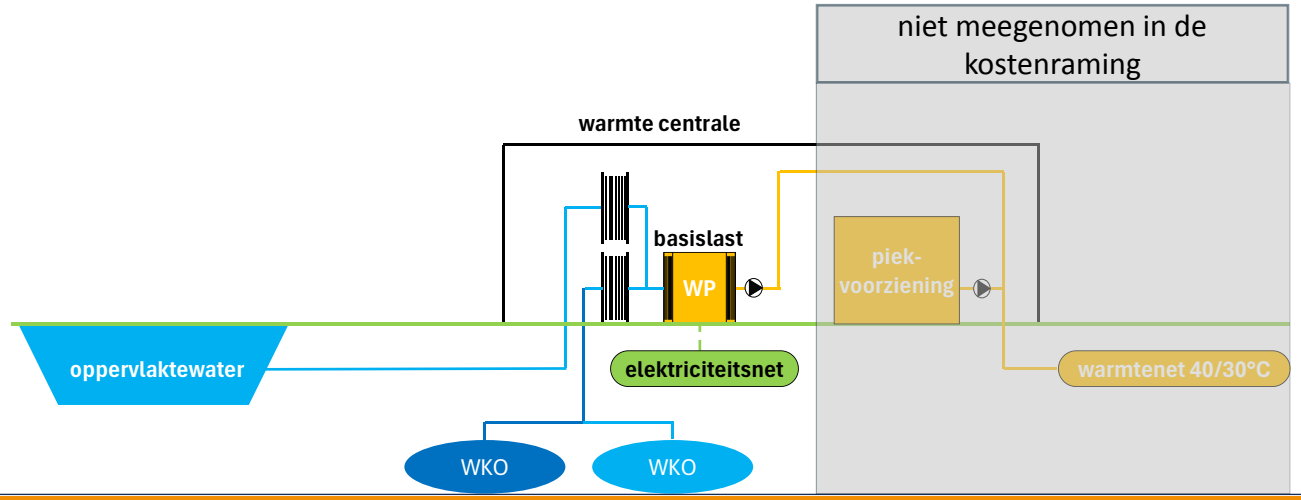
Beschrijving

Oppervlaktewater wordt gebruikt voor de levering van ZLT warmte. De warmtevoorziening bestaat uit vuilwaterpompen, warmtewisselaars, een WKO en regelingen. De warmtehoeveelheid en warmtecapaciteit van het oppervlaktewater is bepaald op basis van:

- stilstaand water: 1,5 GJ/m² per jaar en 2.500 vollasturen.
- stromend water: gemiddelde jaarlijkse debiet (m³/uur) x soortelijke warmte van water (4,19 kJ/kgK) en een uitkoeling van 5K en 2.500 vollasturen.

De warmte uit het oppervlaktewater wordt in de zomer direct aan een warmtepomp geleverd en een gedeelte wordt gebruikt om de WKO te regenereren. In de winter wordt de WKO gebruikt om bronwarmte voor de warmtepomp te leveren. Een centrale LT warmtepomp met een COP van 4,3 verwarmt het water tot 40grC.

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

Het oppervlaktewater Wilhelmina kanaal en de Piushaven zijn de voornaamste TEO warmtebronnen in de Gemeente Tilburg. Het water stroomt echter niet of zeer beperkt waardoor de te onttrekken warmtehoeveelheid relatief laag is (bij stromend water is dit aanzienlijk hoger) en de temperatuur sterk beïnvloed wordt door de zoninstraling. In de winterperiode is de temperatuur te laag om te gebruiken als bronwarmte voor een warmtepomp of regeneratie van een WKO. De techniek is relatief eenvoudig. De complexiteit zit in de ontwikkeling van een warmtenet, samenwerking partijen en financiering. Het ruimtebeslag is afhankelijk van de grootte van de installatie. Het inname punt van het oppervlaktewater en uitlaatpunt liggen ver van elkaar verwijderd om kortsluiting te voorkomen in stilstaand water. Daarbij is een technische ruimte nodig voor het pompstation, warmtewisselaars, warmtepompen en buffers. De verwachting is dat gezien de vaste ligging van de kanalen ook in de toekomst TEO installaties blijven bestaan. Uitgaande van een capaciteit van 2 MW per centrale kunnen ca. 39 warmtecentrales worden gerealiseerd met TEO uit het Wilhelminakanaal. Het kanaal is 12,5 km lang, om de 320 meter kan een centrale gerealiseerd worden.

TEO + WKO + MT-WP: Thermische energie uit oppervlaktewater i.c.m. warmte koude opslag en MT warmtepomp

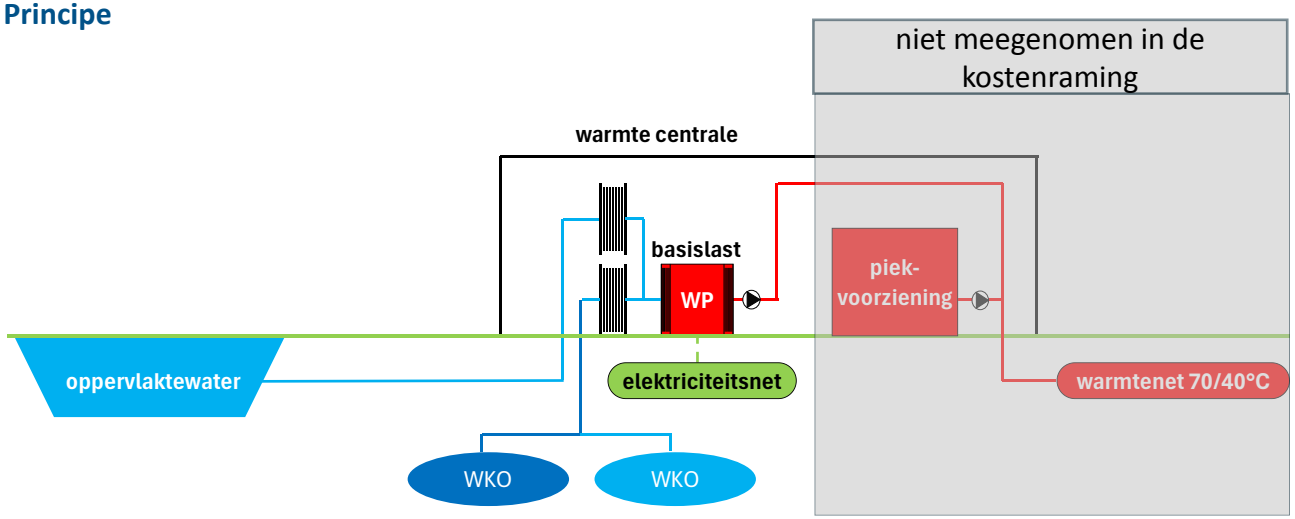
Beschrijving

Oppervlaktewater wordt gebruikt voor de levering van ZLT warmte. De warmtevoorziening bestaat uit vuilwaterpompen, warmtewisselaars, een WKO en regelingen. De warmtehoeveelheid en warmtecapaciteit van het oppervlaktewater is bepaald op basis van:

- stilstaand water: 1,5 GJ/m² per jaar en 2.500 vollasturen.
- stromend water: gemiddelde jaarlijkse debiet (m³/uur) x soortelijke warmte van water (4,19 kJ/kgK) en een uitkoeling van 5K en 2.500 vollasturen.

De warmte uit het oppervlaktewater wordt in de zomer direct aan een warmtepomp geleverd en een gedeelte wordt gebruikt om de WKO te regenereren. In de winter wordt de WKO gebruikt om bronwarmte voor de warmtepomp te leveren. Een centrale LT warmtepomp met een COP van 2,8 verwarmt het water tot 70grC.

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

Het oppervlaktewater Wilhelmina kanaal en de Piushaven zijn de voornaamste TEO warmtebronnen in de Gemeente Tilburg. Het water stroomt echter niet of zeer beperkt waardoor de te onttrekken warmtehoeveelheid relatief laag is (bij stromend water is dit aanzienlijk hoger) en de temperatuur sterk beïnvloed wordt door de zoninstraling. In de winterperiode is de temperatuur te laag om te gebruiken als bronwarmte voor een warmtepomp of regeneratie van een WKO. De techniek is relatief eenvoudig. De complexiteit zit in de ontwikkeling van een warmtenet, samenwerking partijen en financiering. Het ruimtebeslag is afhankelijk van de grootte van de installatie. Het inname punt van het oppervlaktewater en uitlaatpunt liggen ver van elkaar verwijderd om kortsluiting te voorkomen in stilstaand water. Daarbij is een technische ruimte nodig voor het pompstation, warmtewisselaars, warmtepompen en buffers. De verwachting is dat gezien de vaste ligging van de kanalen ook in de toekomst TEO installaties blijven bestaan. Uitgaande van een capaciteit van 2 MW kunnen ca. 39 warmtecentrales Het kanaal is 12,5 km lang, om de 320 meter kan een centrale gerealiseerd worden.

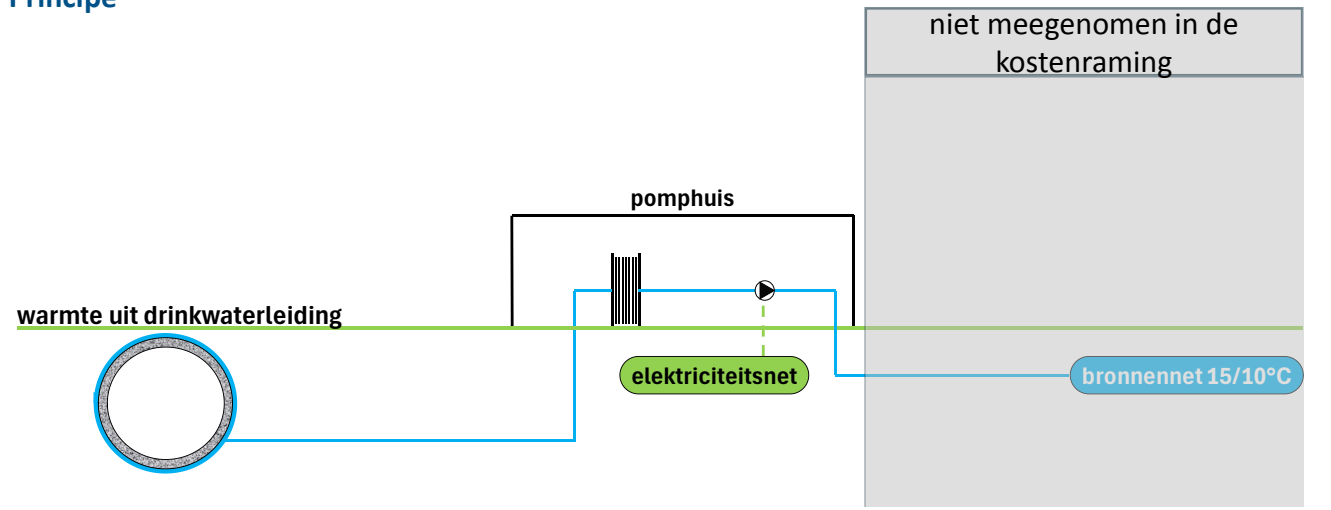
TED: Thermische energie uit drinkwater

Beschrijving

Drinkwater wordt gebruikt voor de levering van ZLT warmte. De warmtevoorziening bestaat uit warmtewisselaars, waterpompen en regelingen. De warmtehoeveelheid en warmtecapaciteit van het drinkwater is bepaald op basis van een gemiddelde jaarlijkse debiet (m³/uur) x soortelijke warmte van water (4,19 kJ/kgK) en een uitkoeling van 5K en 2.000 vollasturen.

De warmte van het drinkwater kan nuttig worden gebruikt bij een voldoende hoge temperatuur van het water. In de winter is de watertemperatuur te laag om als bronwater voor een warmtepomp of te gebruiken. Hierdoor worden TED systemen veelal uitgevoerd met een WKO.

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

Het drinkwater heeft een totaal debiet van bijna 15 miljoen m3 per jaar. In de winterperiode is de temperatuur te laag om te gebruiken als bronwarmte voor een warmtepomp of regeneratie van een WKO. De techniek is relatief eenvoudig. De complexiteit zit in de ontwikkeling van een warmtenet, samenwerking partijen en financiering. Daarbij is een technische ruimte nodig voor het pompstation en warmtewisselaars. De verwachting is dat gezien de vaste ligging van de drinkwaterleidingen ook in de toekomst TED installaties blijven bestaan.

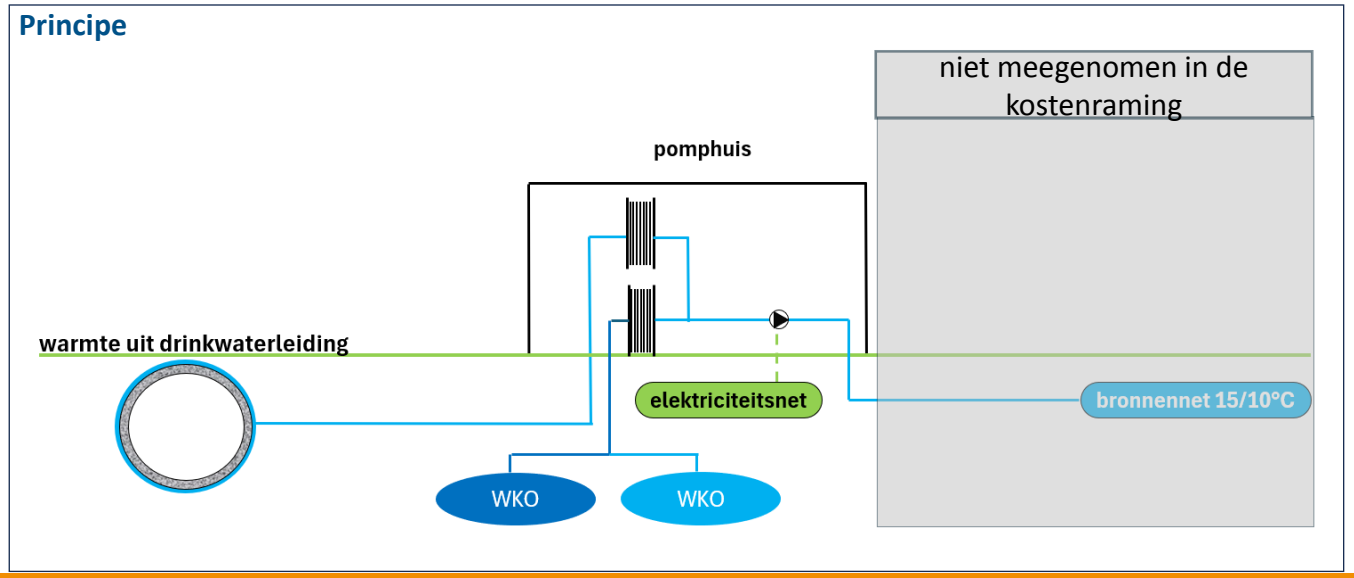
TED + WKO: Thermische energie uit drinkwater i.c.m. warmte koude opslag

Beschrijving

Drinkwater wordt gebruikt voor de levering van ZLT warmte. De warmtevoorziening bestaat uit warmtewisselaars, waterpompen, een WKO en regelingen. De warmtehoeveelheid en warmtecapaciteit van het drinkwater is bepaald op basis van een gemiddelde jaarlijkse debiet (m^3/uur) x soortelijke warmte van water (4,19 kJ/kgK) en een uitkoeling van 5K en 2.500 vollasturen.

De warmte uit het drinkwater wordt of direct of indirect via de WKO geleverd. Door het gebruik van de WKO kan de beschikbare warmte ook nuttig gebruikt worden ingezet voor de levering van bronwarmte aan warmtepompen in de winter. In de zomer wordt het overschot aan warmte gebruikt voor het regenereren van de WKO. In de winter, bij lage watertemperaturen, wordt de WKO ingezet voor de levering van bronwarmte.

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

Het drinkwater heeft een totaal debiet van bijna 15 miljoen m3 per jaar. In de winterperiode is de temperatuur te laag om te gebruiken als bronwarmte voor een warmtepomp of regeneratie van een WKO. De techniek is relatief eenvoudig. De complexiteit zit in de ontwikkeling van een warmtenet, samenwerking partijen en financiering. Daarbij is een technische ruimte nodig voor het pompstation en warmtewisselaars. De verwachting is dat gezien de vaste ligging van de drinkwaterleidingen ook in de toekomst TED installaties blijven bestaan.

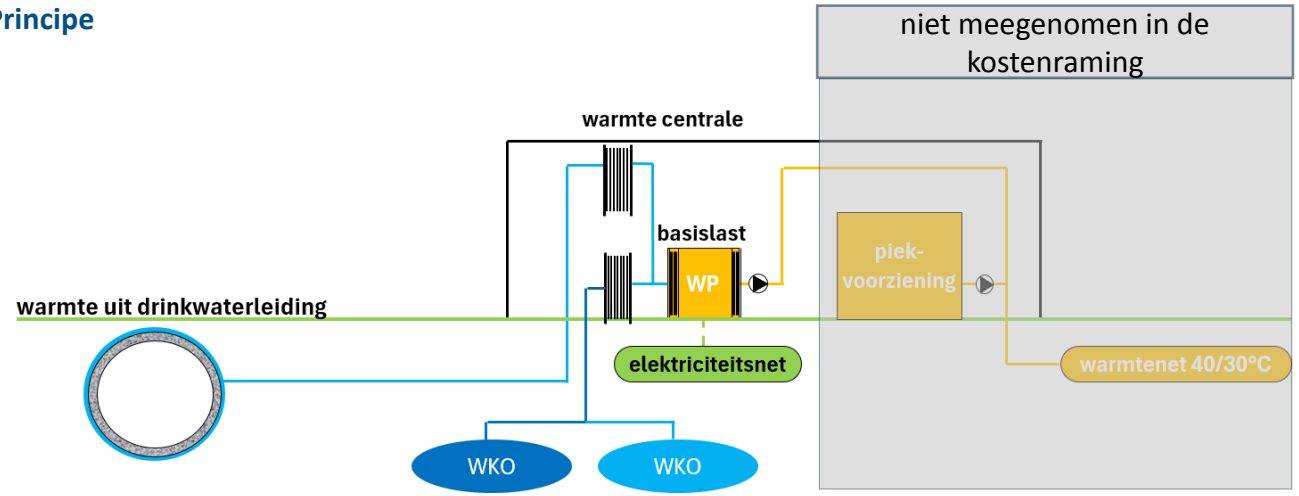
TED + WKO + LT-WP: Thermische energie uit drinkwater i.c.m. warmte koude opslag en LT warmtepomp

Beschrijving

Drinkwater wordt gebruikt voor de levering van ZLT warmte. De warmtevoorziening bestaat uit warmtewisselaars, waterpompen, een WKO en regelingen. De warmtehoeveelheid en warmtecapaciteit van het oppervlaktewater is bepaald op basis van een gemiddelde jaarlijkse debiet (m^3/uur) x soortelijke warmte van water (4,19 kJ/kgK) en een uitkoeling van 5K en 2.500 vollasturen.

De warmte uit het drinkwater wordt in de zomer direct aan een warmtepomp geleverd en een gedeelte wordt gebruikt om de WKO te regenereren. In de winter wordt de WKO gebruikt om bronwarmte voor de warmtepomp te leveren. Een centrale LT warmtepomp met een COP van 4,3 verwarmt het water tot 40grC.

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

Het drinkwater heeft een totaal debiet van bijna 15 miljoen m3 per jaar. In de winterperiode is de temperatuur te laag om te gebruiken als bronwarmte voor een warmtepomp of regeneratie van een WKO. De techniek is relatief eenvoudig. De complexiteit zit in de ontwikkeling van een warmtenet, samenwerking partijen en financiering. Daarbij is een technische ruimte nodig voor het pompstation, warmtewisselaars, warmtepompen en buffers. De verwachting is dat gezien de vaste ligging van de drinkwaterleidingen ook in de toekomst TED installaties blijven bestaan.

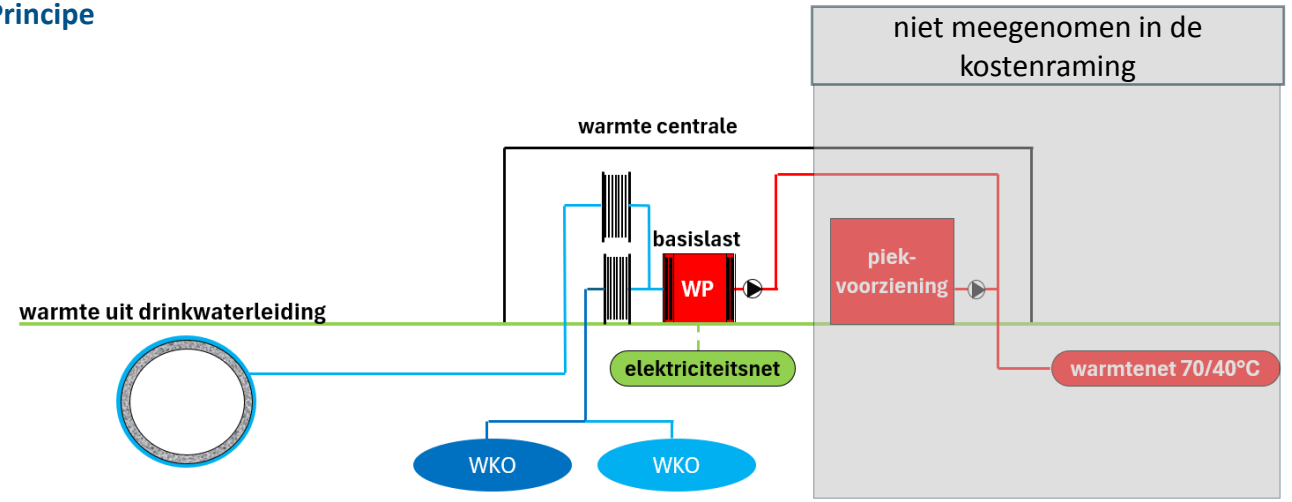
TED + WKO + MT-WP: Thermische energie uit drinkwater i.c.m. warmte koude opslag en MT warmtepomp

Beschrijving

Drinkwater wordt gebruikt voor de levering van ZLT warmte. De warmtevoorziening bestaat uit warmtewisselaars, waterpompen, een WKO en regelingen. De warmtehoeveelheid en warmtecapaciteit van het oppervlaktewater is bepaald op basis van een gemiddelde jaarlijkse debiet (m³/uur) x soortelijke warmte van water (4,19 kJ/kgK) en een uitkoeling van 5K en 2.500 vollasturen.

De warmte uit het drinkwater wordt in de zomer direct aan een warmtepomp geleverd en een gedeelte wordt gebruikt om de WKO te regenereren. In de winter wordt de WKO gebruikt om bronwarmte voor de warmtepomp te leveren. Een centrale LT warmtepomp met een COP van 2,8 verwarmt het water tot 70grC.

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

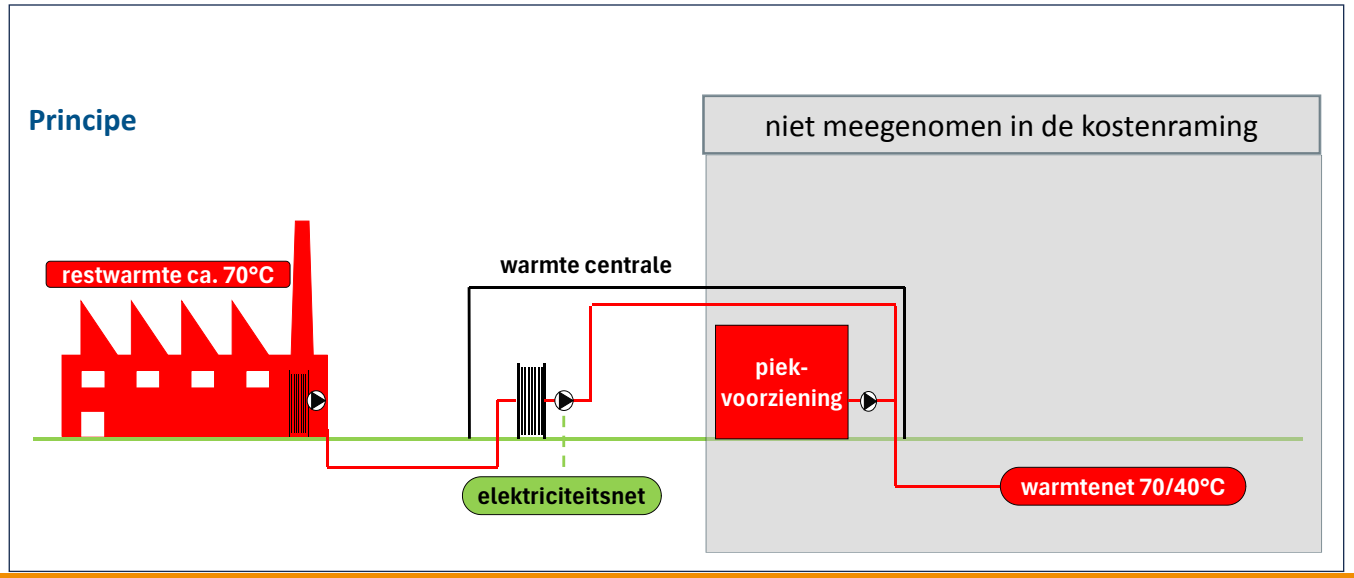
Het drinkwater heeft een totaal debiet van bijna 15 miljoen m3 per jaar. In de winterperiode is de temperatuur te laag om te gebruiken als bronwarmte voor een warmtepomp of regeneratie van een WKO. De techniek is relatief eenvoudig. De complexiteit zit in de ontwikkeling van een warmtenet, samenwerking partijen en financiering. Daarbij is een technische ruimte nodig voor het pompstation, warmtewisselaars, warmtepompen en buffers. De verwachting is dat gezien de vaste ligging van de drinkwaterleidingen ook in de toekomst TED installaties blijven bestaan.

MT restwarmte

Beschrijving

De capaciteiten, temperaturen en hoeveelheden restwarmte zijn overgenomen uit het bronnenregister van Brabant. Deze gegevens zijn niet generiek en zijn per industrieel bedrijf anders. In het bronnenregister van Brabant is maar 1 industriële MT warmtebron aangegeven. De onderbouwing van de beschikbare gegevens ontbreekt. Innoforte heeft de warmteproductie in kW berekend op basis van 4.000 vollasturen van de bron en de warmtehoeveelheid uit het bronnenregister. Het aantal aan te sluiten woningequivalenten is bepaald op basis van de gelijktijdige capaciteitsvraag per woningequivalent. Er is geen rekening gehouden met de reductie van potentiële restwarmte door verduurzamingsmaatregelen, omdat het zeer moeilijk is om dit te bepalen.

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

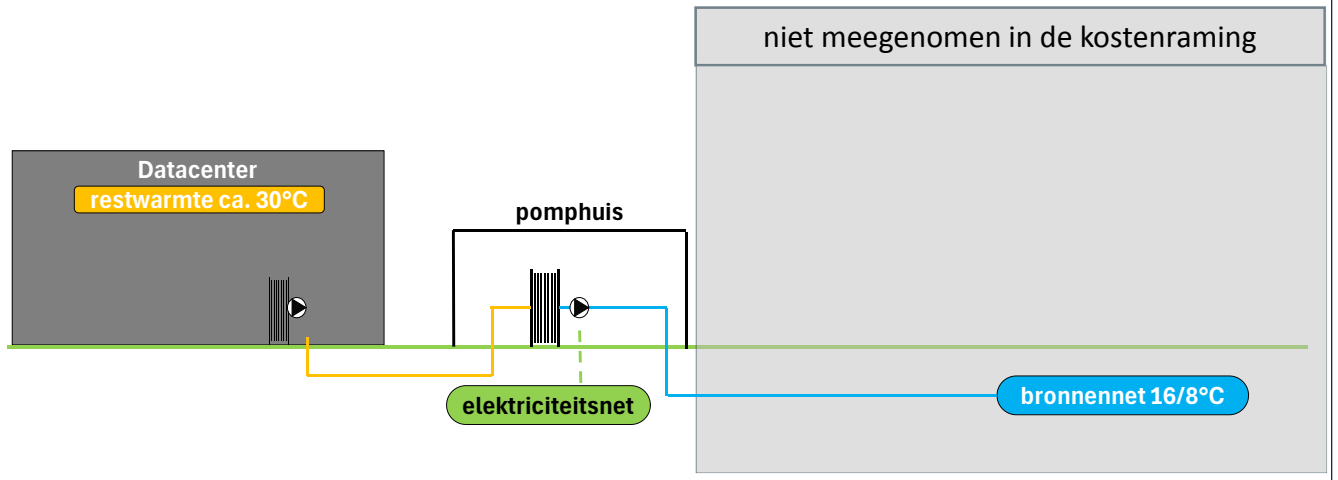
De dynamiek van de beschikbare capaciteit en hoeveelheid restwarmte is afhankelijk van de bedrijfstijden en bezettingsgraad van het productieproces. De bedrijfstijden van het productieproces kunnen bijvoorbeeld 24 uur per dag en 7 dagen in de week zijn of bijvoorbeeld 5 dagen in de week en 8 uur per dag. In de winter bij een grote warmtevraag kan bijvoorbeeld het productieproces tijden de kerstperiode stoppen of niet. De techniek is relatief eenvoudig. De complexiteit zit in de ontwikkeling van een warmtenet, samenwerking partijen en financiering. Voor het uitkoppelen van warmte zijn leidingen en warmtewisselaars nodig op of direct buiten het terrein van de industrie. Industrieën met restwarmte zijn terughoudend met het aangaan van langdurige leveringscontracten (bijvoorbeeld 30 jaar) wat een voorwaarde is voor het ontwikkelen van een warmte. Het gebruik maken van meerdere restwarmtebronnen in de buurt zal de leveringszekerheid vergroten.

Restwarmte datacenter ZLT

Beschrijving

Restwarmte uit datacenters komt veelal vrij uit koelwater van koelmachines die het hele jaar nodig zijn om de racks te koelen. De restwarmte is bepaald met de volgende kengetallen: 0,5 kW/m²gebruiksoppervlakte, ca. 30°C en 8.760 uur/jaar beschikbaar, 4.000 vollasturen. Het aantal aan te sluiten woningen is bepaald op basis van het beschikbare hoeveelheid warmte van het datacenter en de benodigde bronwarmtehoeveelheid van de warmtepomp in de woning.

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

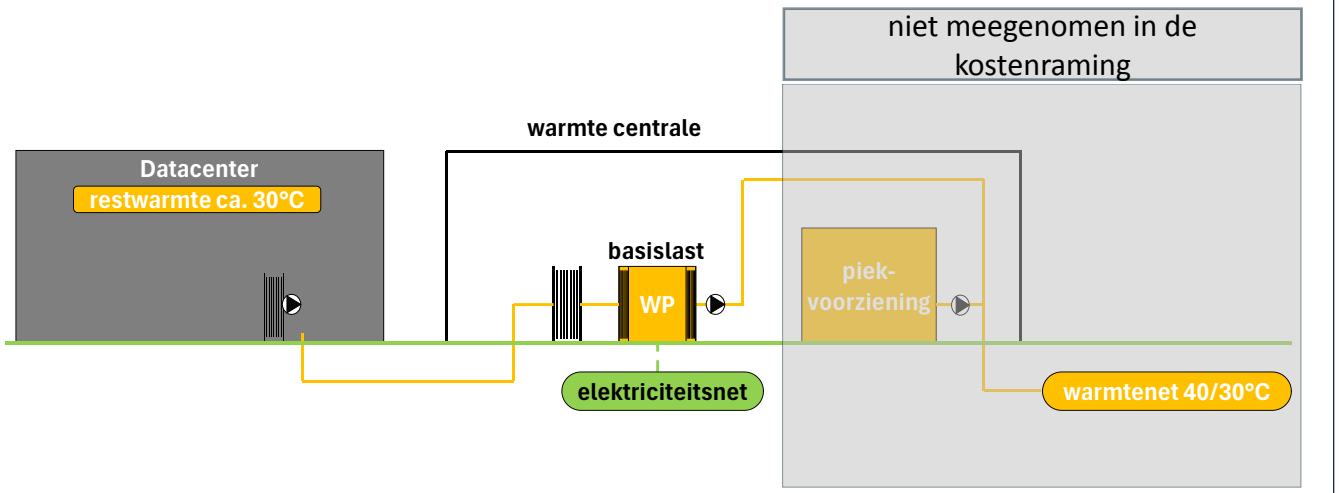
De restwarmte is het hele jaar beschikbaar. De gegevens hierover zijn veelal niet openbaar (bedrijfsgevoelige informatie). De restwarmtebron is veelal koelwater van ca. 30grC dat via koeltorens wordt teruggekoeld naar ca. 20grC. De techniek is relatief eenvoudig. De complexiteit zit in de ontwikkeling van een warmtenet, samenwerking partijen en financiering. Voor het uitkoppelen van warmte zijn leidingen en warmtewisselaars nodig op of direct buiten het terrein van het datacenter. Datacenters met restwarmte zijn terughoudend met het aangaan van langdurige leveringscontracten (bijvoorbeeld 30 jaar) wat een voorwaarde is voor het ontwikkelen van een warmte. Het gebruik maken van meerdere restwarmtebronnen in de buurt zal de leveringszekerheid vergroten.

Restwarmte datacenter ZLT + LT warmtepomp

Beschrijving

Restwarmte uit datacenters komt veelal vrij uit koelwater van koelmachines die het hele jaar nodig zijn om de racks te koelen. De restwarmte is bepaald met de volgende kengetallen: 0,5 kW/m²gebruiksoppervlakte, ca. 30°C en 8.760 uur/jaar beschikbaar, 4.000 vollasturen. Met een LT warmtepomp wordt de restwarmte opgewaardeerd tot 40°C.

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

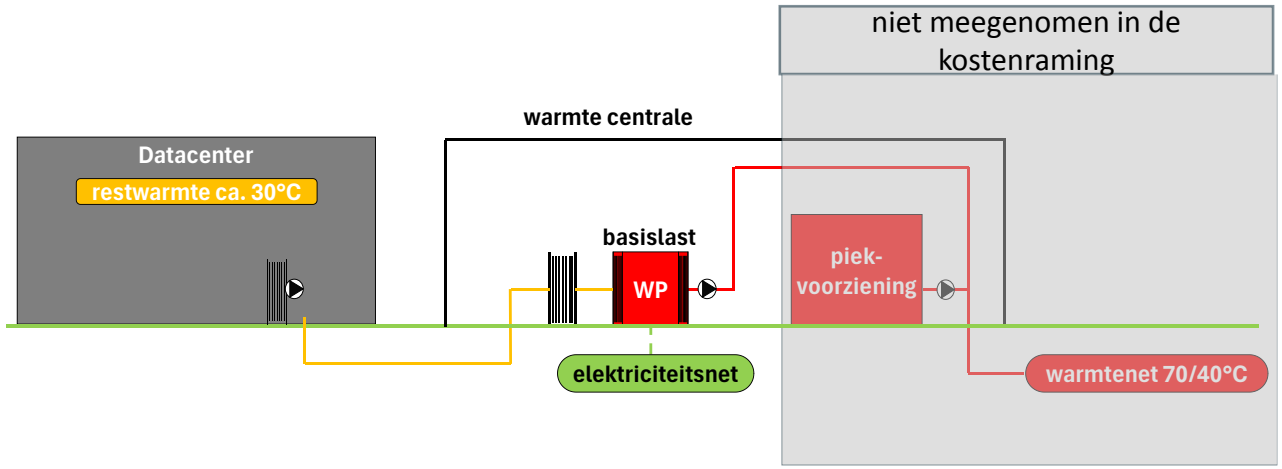
De restwarmte is het hele jaar beschikbaar. De gegevens hierover zijn veelal niet openbaar (bedrijfsgevoelige informatie). De restwarmtebron is veelal koelwater van ca. 30grC dat via koeltorens wordt teruggekoeld naar ca. 20grC. De techniek is relatief eenvoudig. De complexiteit zit in de ontwikkeling van een warmtenet, samenwerking partijen en financiering. Voor het uitkoppelen van warmte zijn leidingen en warmtewisselaars nodig op of direct buiten het terrein van het datacenter. Datacenters met restwarmte zijn terughoudend met het aangaan van langdurige leveringscontracten (bijvoorbeeld 30 jaar) wat een voorwaarde is voor het ontwikkelen van een warmte. Het gebruik maken van meerdere restwarmtebronnen in de buurt zal de leveringszekerheid vergroten.

Restwarmte datacenter ZLT + MT warmtepomp

Beschrijving

Restwarmte uit datacenters komt veelal vrij uit koelwater van koelmachines die het hele jaar nodig zijn om de racks te koelen. De restwarmte is bepaald met de volgende kengetallen: 0,5 kW/m²gebruiksoppervlakte, ca. 30°C en 8.760 uur/jaar beschikbaar, 4.000 vollasturen. Met een MT warmtepomp wordt de restwarmte opgewaardeerd tot 70°C met een COP van 3,0.

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

De restwarmte is het hele jaar beschikbaar. De gegevens hierover zijn veelal niet openbaar (bedrijfsgevoelige informatie). De restwarmtebron is veelal koelwater van ca. 30grC dat via koeltorens wordt teruggekoeld naar ca. 20grC. De techniek is relatief eenvoudig. De complexiteit zit in de ontwikkeling van een warmtenet, samenwerking partijen en financiering. Voor het uitkoppelen van warmte zijn leidingen en warmtewisselaars nodig op of direct buiten het terrein van het datacenter. Datacenters met restwarmte zijn terughoudend met het aangaan van langdurige leveringscontracten (bijvoorbeeld 30 jaar) wat een voorwaarde is voor het ontwikkelen van een warmte. Het gebruik maken van meerdere restwarmtebronnen in de buurt zal de leveringszekerheid vergroten.

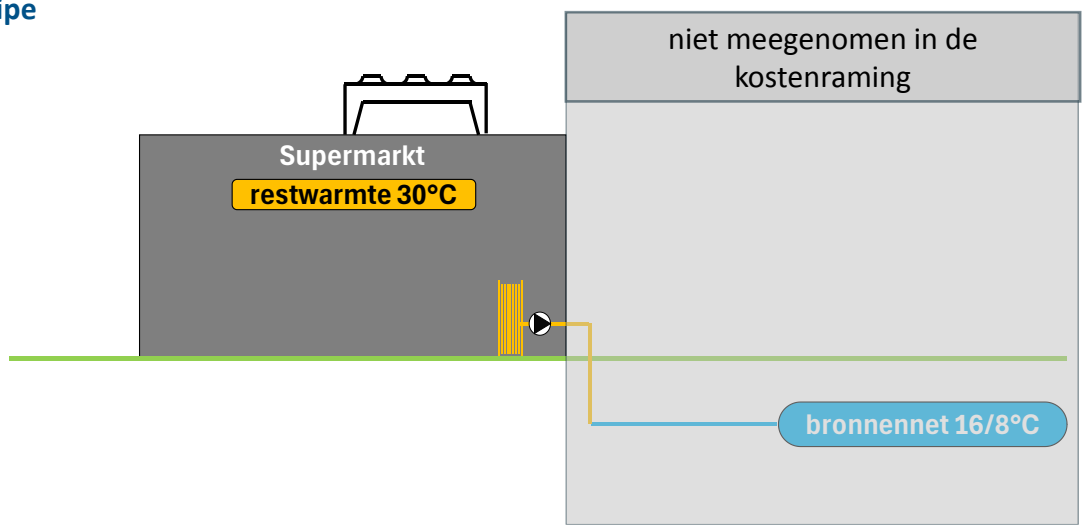
Restwarmte supermarkten

Beschrijving

De koel-/vriesinstallaties van de supermarkten voeren warmte af aan de buitenlucht via veelal luchtgekoelde condensors op het dak. Door het tussenplaatsen van een warmtewisselaar in het koelsysteem kan de warmte worden afgevoerd, via een watercircuit, aan een warmtenet. De restwarmte is het hele jaar beschikbaar immers de koel- en vriesvitrines van de supermarkt hebben het hele jaar koeling nodig. De volgende kengetallen zijn gehanteerd:

- condensorcapaciteit van een supermarkt is 0,3 kW per m² gebruiksoppervlakte
- de temperatuur van het opgewarmde water is onvoldoende voor directe levering aan een LT en MT warmtenet. De warmte wordt ingezet voor het regenereren van WKO bronnen en/of leveren van warmte aan een 5G warmtenet.

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

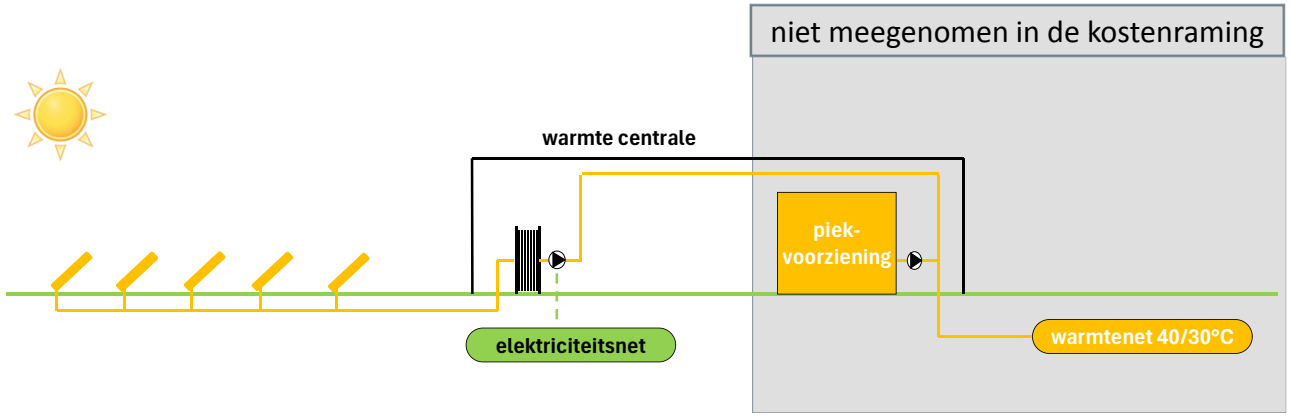
De restwarmte uit de koel/vriesmeubels van een supermarkt is het hele jaar beschikbaar. De capaciteit zal tijdens openingstijden (open/dicht maken van de koel/vries meubels) van de winkel hoger zijn dan na sluitingstijd. Grotere winkels hebben veelal een koel/vriescentrale waar warmte uitgekoppeld kan worden. Kleinere winkels hebben veelal individuele koel/vriesmeubelen die niet geschikt zijn voor warmteterugwinning. Voor het uitkoppelen van warmte zijn leidingen en warmtewisselaars nodig op of direct buiten het terrein van de supermarkt. Een supermarkt gaat vaak geen contracten voor langere tijd aan en kunnen failliet gaan/verplaatsen. Het gebruik maken van meerdere restwarmtebronnen in de buurt zal de leveringszekerheid vergroten.

Zonthermie (veld) zonder seizoensopslag LT

Beschrijving

De warmtevoorziening bestaat in hoofdlijnen uit zonnecollectoren, warmtewisselaars en een piekvoorziening. De zonnecollectoren leveren ca. 1.4 GJ per m² collector. De geleverde capaciteit (kW) van de collectoren varieert sterk afhankelijk van de stand van de zon, bewolking, buitentemperatuur en watertemperatuur. Uitgangspunt is dat de aanwezige zonnewarmte direct nuttig kan worden gebruikt bijvoorbeeld in een warmtenet (met een dag/nacht buffervat) van voldoende grootte. De pompcapaciteit is berekend met een COP van 50. Het aantal woningen dat aangesloten kan worden op dit systeem is gerelateerd aan de hoeveelheid warmte en de warmtevraag van de woningen. Om de warmte nuttig te gebruiken moeten veel woningen worden aangesloten

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

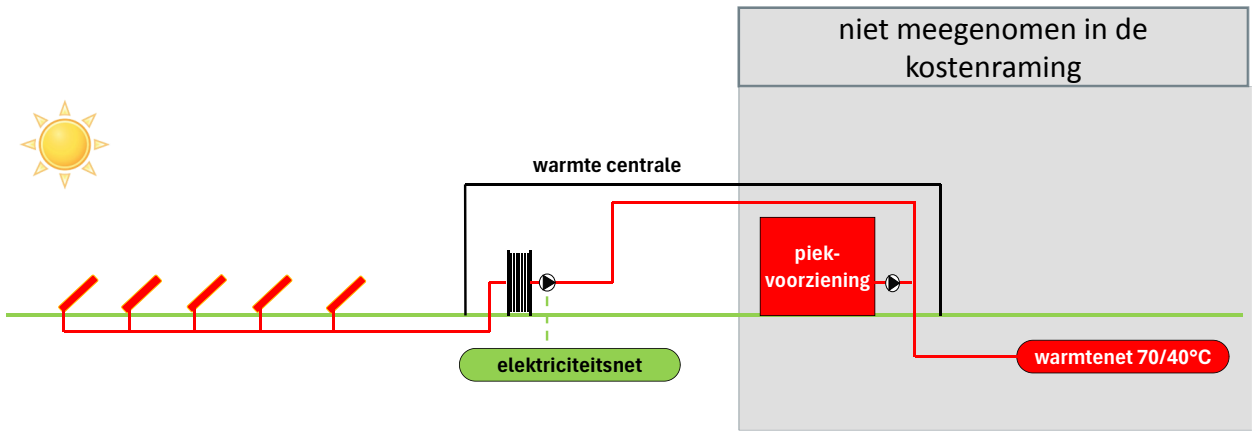
De zonnewarmte is voornamelijk in de zomer overdag aanwezig. Een relatief groot warmtenet is nodig (in combinatie met dag/nacht buffers) om alle warmte nuttig (in de zomer warmtapwater en warmteverlies) te kunnen gebruiken. De techniek is relatief eenvoudig. De complexiteit zit in het vinden van een geschikte locatie, vergunningen en de ontwikkeling van een warmtenet, samenwerking partijen en financiering. Afhankelijk van de brontemperatuur (LT of MT) is een oppervlakte nodig van 60 m² (MT) en 23 m² (LT) per woning. De zon is een duurzame en beschikbare warmtebron.

Zonthermie (veld en carport) zonder seizoensopslag MT

Beschrijving

De warmtevoorziening bestaat in hoofdlijnen uit zonnecollectoren, warmtewisselaars en een piekvoorziening. De zonnecollectoren leveren ca. 1 GJ per m² collector op MT. De geleverde capaciteit (kW) van de collectoren varieert sterk afhankelijk van de stand van de zon, bewolking, buitentemperatuur en watertemperatuur. Uitgangspunt is dat de aanwezige zonnewarmte direct nuttig gebruikt wordt bijvoorbeeld in een warmtenet (al dan niet met een buffervat) van voldoende grootte. De pompcapaciteit is berekend met een COP van 50. Het aantal woningen dat aangesloten kan worden op dit systeem is gerelateerd aan de hoeveelheid warmte en de warmtevraag van de woningen. Om de warmte nuttig te gebruiken moeten veel woningen worden aangesloten.

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

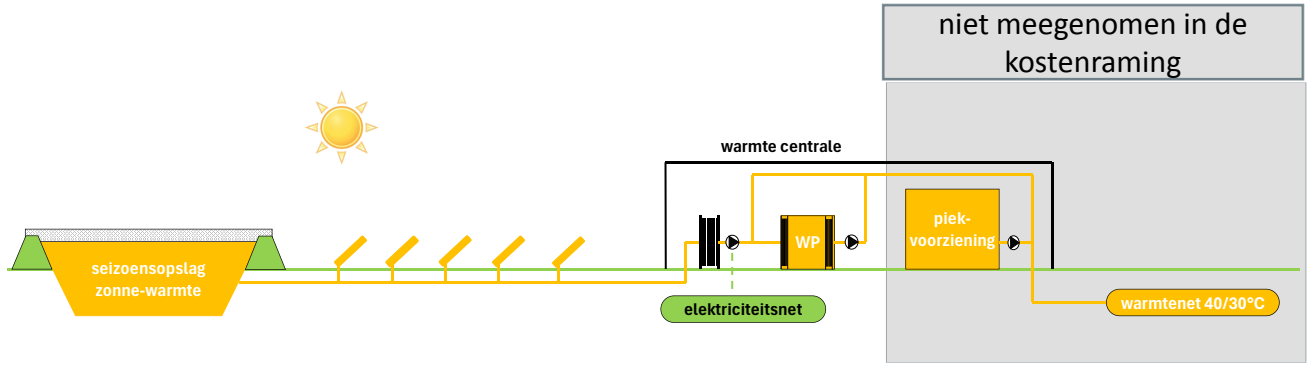
De zonnewarmte is voornamelijk in de zomer overdag aanwezig. Een relatief groot warmtenet is nodig (in combinatie met dag/nacht buffers) om alle warmte nuttig (in de zomer warmtapwater en warmteverlies) te kunnen gebruiken. De techniek is relatief eenvoudig. De complexiteit zit in het vinden van een geschikte locatie, vergunningen en de ontwikkeling van een warmtenet, samenwerking partijen en financiering. Afhankelijk van de brontemperatuur (LT of MT) is een oppervlakte nodig van 60 m² (MT) en 23 m² (LT) per woning. De zon is een duurzame en beschikbare warmtebron.

Zonthermie met seizoensopslag LT

Beschrijving

De warmtevoorziening bestaat in hoofdlijnen uit zonnecollectoren, seizoensopslag “pitstorage”, warmtewisselaars, warmtepomp en een piekvoorziening. De zonnecollectoren leveren ca. 1.4 GJ per m² collector aan LT-warmte. De geleverde capaciteit (kW) van de collectoren varieert sterk afhankelijk van de stand van de zon, bewolking, buitentemperatuur en watertemperatuur. In de zomer wordt het overschot aan zonnewarmte opgeslagen, in de winter wordt de warmte rechtstreeks of via een warmtepomp benut. De pompcapaciteit is berekend met een COP van 50. De COP van de warmtepomp is 5,8. Het aantal woningen dat aangesloten kan worden op dit systeem is gerelateerd aan de hoeveelheid warmte en de warmtevraag van de woningen. De piekvoorziening is niet meegenomen.

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

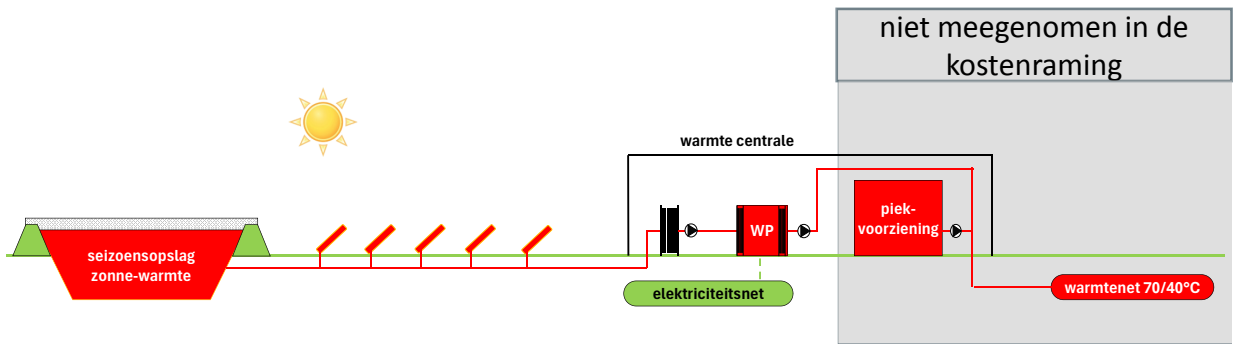
De zonnewarmte is voornamelijk in de zomer overdag aanwezig. Door het overschot in de zomer te bufferen voor de herfst, winter en lente kan alle warmte nuttig worden gebruikt. De techniek is relatief eenvoudig. De complexiteit zit in het vinden van een geschikte locatie, vergunningen en de ontwikkeling van een warmtenet, samenwerking partijen en financiering. Afhankelijk van de brontemperatuur (LT of MT) is een oppervlakte nodig van 60 m² (MT) en 23 m² (LT) per woning.

Zonthermie met seizoensopslag MT

Beschrijving

De warmtevoorziening bestaat in hoofdlijnen uit zonnecollectoren, seizoensopslag “pitstorage”, warmtewisselaars, warmtepomp en een piekvoorziening. De zonnecollectoren leveren ca. 1,0 GJ per m² collector aan MT-warmte. De geleverde capaciteit (kW) van de collectoren varieert sterk afhankelijk van de stand van de zon, bewolking, buitentemperatuur en watertemperatuur. In de zomer wordt het overschot aan zonnewarmte opgeslagen, in de winter wordt de warmte rechtstreeks of via een warmtepomp benut. De pompcapaciteit is berekend met een COP van 50. De COP van de warmtepomp is 3,7. Het aantal woningen dat aangesloten kan worden op dit systeem is gerelateerd aan de hoeveelheid warmte en de warmtevraag van de woningen. De piekvoorziening is niet meegenomen.

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

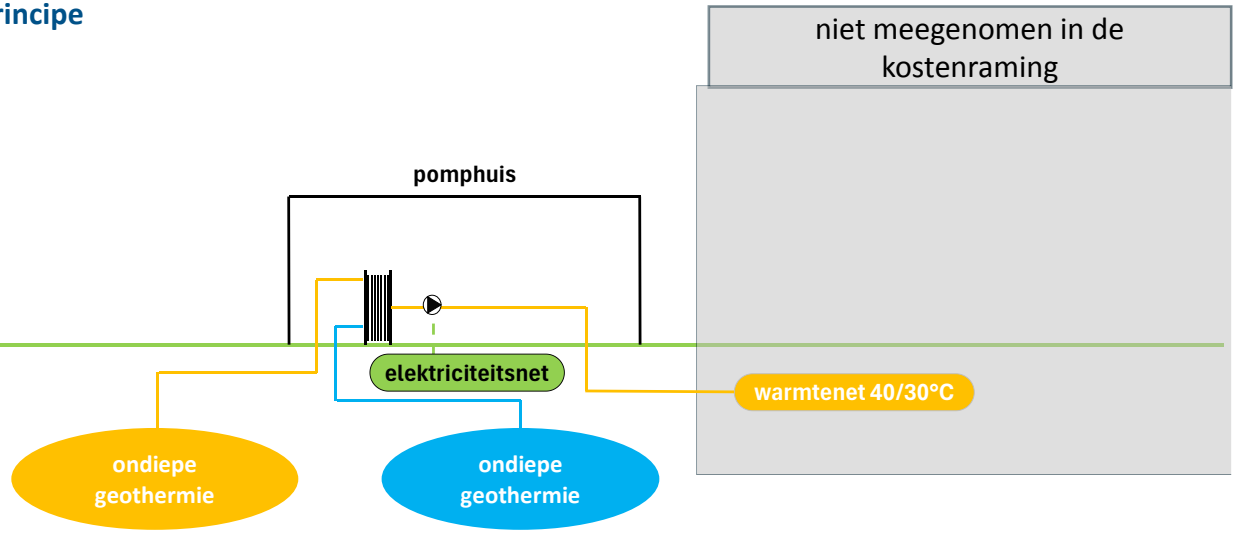
De zonnewarmte is voornamelijk in de zomer overdag aanwezig. Door het overschot in de zomer te bufferen voor de herfst, winter en lente kan alle warmte nuttig worden gebruikt. De techniek is relatief eenvoudig. De complexiteit zit in het vinden van een geschikte locatie, vergunningen en de ontwikkeling van een warmtenet, samenwerking partijen en financiering. Afhankelijk van de brontemperatuur (LT of MT) is een oppervlakte nodig van 60 m² (MT) en 23 m² (LT) per woning.

Ondiepe geothermie LT

Beschrijving

De warmtevoorziening bestaat in hoofdlijnen uit ondiepe geothermie (tussen de 500 en 1.500 meter) en warmtewisselaars. De geothermische bron levert afhankelijk van de bodemeigenschappen warmte aan het bronnennet met een COP van 26,4. Het aantal woningen dat aangesloten kan worden op dit systeem is berekend op basis van de productie hoeveelheid warmte en de warmtevraag van de woningen.

Principe



Ontwikkelkansen 5 < 10 jaar

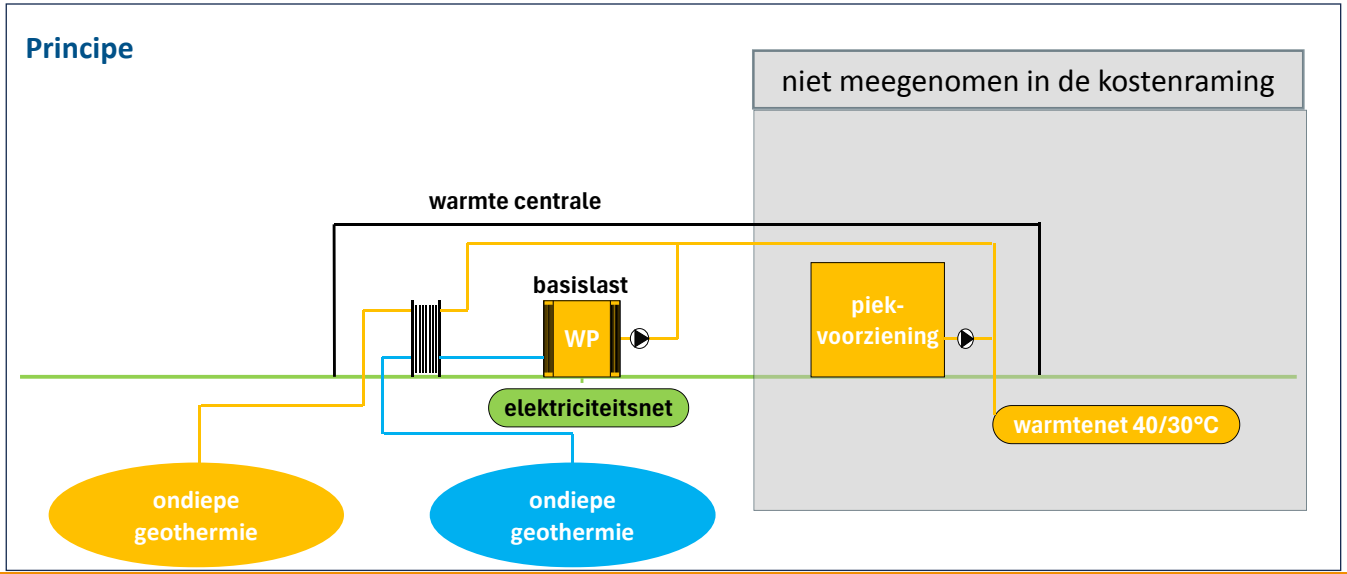
De beschikbaarheid van geothermie is afhankelijk van de bodemgeschiktheid, laagdikte en porositeit van de ondergrond. Afhankelijk van de locatie varieert deze van slecht tot goed. Geothermie levert het hele jaar (8.760 uur/jaar) de ontwerpcapaciteit. Bovengronds is een tijdelijke ruimte van ca. 0,5ha nodig voor de boorinstallatie en grondopvang. Na de boring is een technische ruimte van ca. 500 m² nodig. In de ondergrond is een grondoppervlakte van ca. 4 km² nodig.

Ondiepe geothermie LT + LT warmtepomp

Beschrijving

De warmtevoorziening bestaat in hoofdlijnen uit ondiepe geothermie (tussen de 500 en 1.500 meter), warmtewisselaars, warmtepomp en een piekvoorziening. De geothermische bron levert afhankelijk van de bodemeigenschappen warmte aan het warmtenet. De warmtepomp koelt de geothermische warmte af tot 10°C. De geothermische pompcapaciteit is berekend met een COP van 26,4. De COP van de warmtepomp is 4,9. Het aantal woningen dat aangesloten kan worden op dit systeem is afhankelijk van het aangesloten warmtenet.

Principe



Ontwikkelkansen 5 < 10 jaar

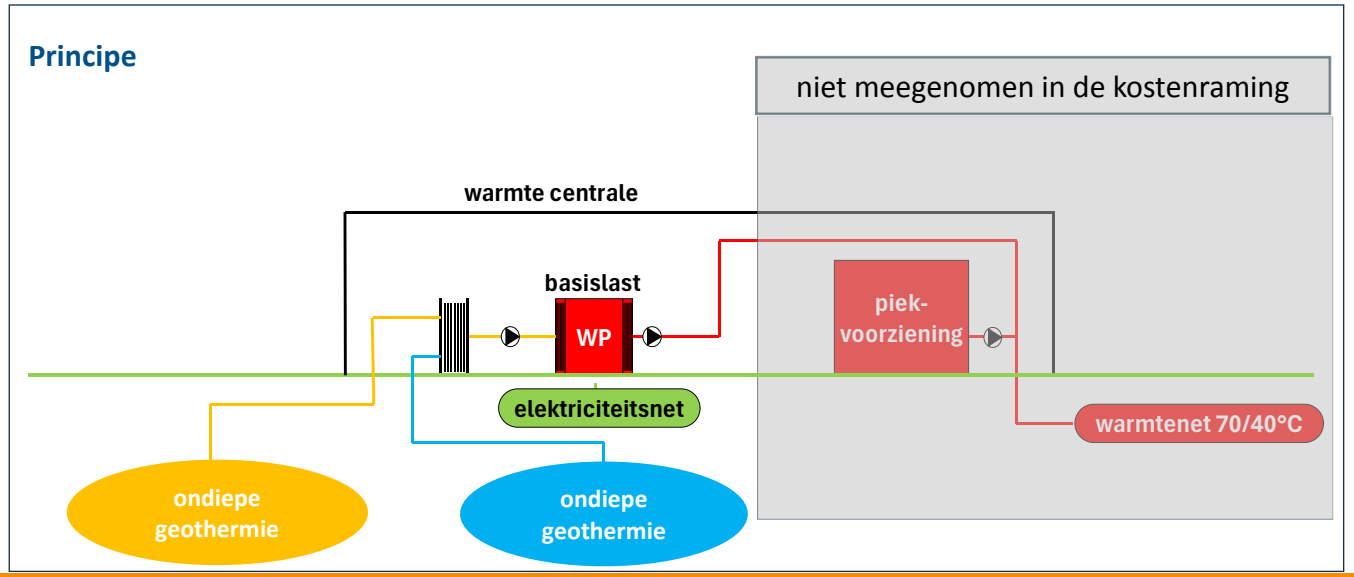
De beschikbaarheid van geothermie is afhankelijk van de bodemgeschiktheid, laagdikte en porositeit van de ondergrond. Afhankelijk van de locatie varieert deze van slecht tot goed. Geothermie levert het hele jaar (8.760 uur/jaar) de ontwerpcapaciteit. Bovengronds is een tijdelijke ruimte van ca. 0,5ha nodig voor de boorinstallatie en grondopvang. Na de boring is een technische ruimte van ca. 500 m² nodig. In de ondergrond is een grondoppervlakte van ca. 4 km² nodig.

Ondiepe geothermie LT + MT warmtepomp

Beschrijving

De warmtevoorziening bestaat in hoofdlijnen uit ondiepe geothermie (tussen de 500 en 1.500 meter), warmtewisselaars, warmtepomp en een piekvoorziening. De geothermische bron levert afhankelijk van de bodemeigenschappen warmte aan het warmtenet. De warmtepomp koelt de geothermische warmte af tot 10°C. De geothermische pompcapaciteit is berekend met een COP van 26,4. De COP van de warmtepomp is 3,2 voor de levering van MT-warmte. Het aantal woningen dat aangesloten kan worden op dit systeem is berekend op basis van de productie hoeveelheid warmte en de warmtevraag van de woningen.

Principe



Ontwikkelkansen 5 < 10 jaar

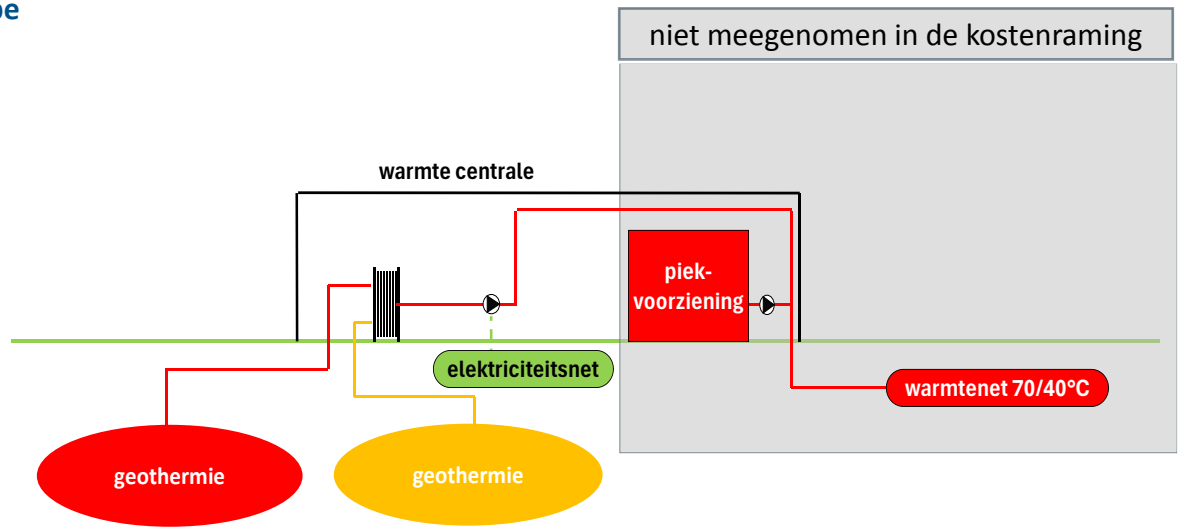
De beschikbaarheid van geothermie is afhankelijk van de bodemgeschiktheid, laagdikte en porositeit van de ondergrond. Afhankelijk van de locatie varieert deze van slecht tot goed. Geothermie levert het hele jaar (8.760 uur/jaar) de ontwerpcapaciteit. Bovengronds is een tijdelijke ruimte van ca. 0,5ha nodig voor de boorinstallatie en grondopvang. Na de boring is een technische ruimte van ca. 500 m² nodig. In de ondergrond is een grondoppervlakte van ca. 4 km² nodig.

Geothermie MT

Beschrijving

De warmtevoorziening bestaat in hoofdlijnen uit geothermie (tussen de 1.500 en 3.000 meter), warmtewisselaars, warmtepomp en een piekvoorziening. De geothermische bron levert afhankelijk van de bodemeigenschappen warmte aan het warmtenet. De warmtepomp koelt de geothermische warmte af tot 20°C. De geothermische pompcapaciteit is berekend met een COP van 20. Het aantal woningen dat aangesloten kan worden op dit systeem is berekend op basis van de productie hoeveelheid warmte en de warmtevraag van de woningen.

Principe



Ontwikkelkansen < 10 jaar

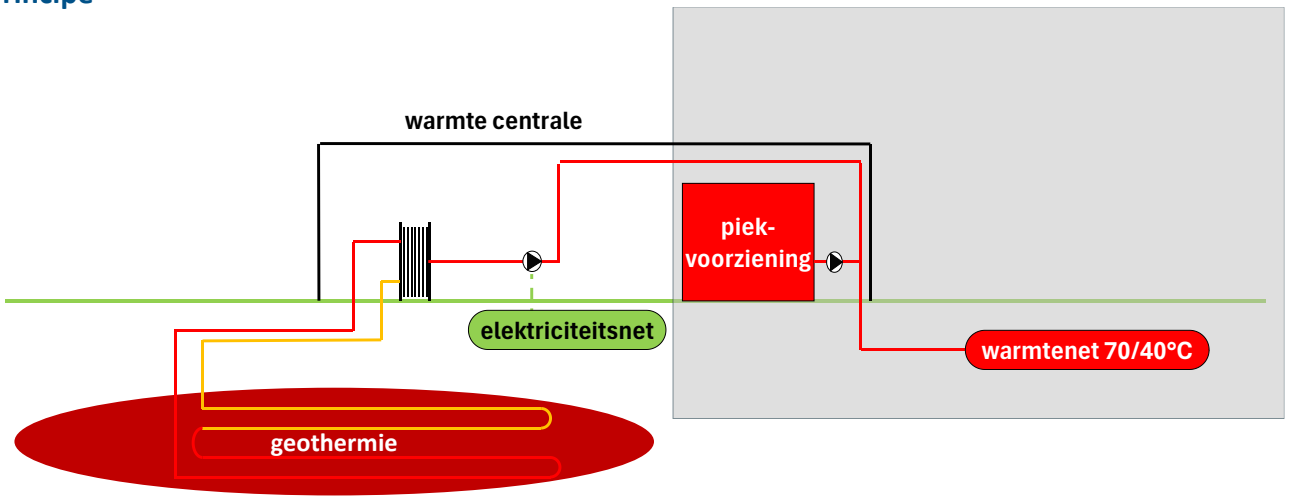
De beschikbaarheid van geothermie is afhankelijk van de bodemgeschiktheid, laagdikte en porositeit van de ondergrond. Afhankelijk van de locatie varieert deze van slecht tot goed. Geothermie levert het hele jaar (8.760 uur/jaar) de ontwerpcapaciteit. Bovengronds is een tijdelijke ruimte van ca. 0,5ha nodig voor de boorinstallatie en grondopvang. Na de boring is een technische ruimte van ca. 500 m² nodig. In de ondergrond is een grondoppervlakte van ca. 4 km² nodig.

Geothermie Eavor HT

Beschrijving

De warmtevoorziening bestaat in hoofdlijnen uit een gesloten systeem met een warmtewisselaar in de ondergrond op ca. 3-4 km diepte en een piekvoorziening. De geothermische bron levert afhankelijk van de bodemeigenschappen warmte op een temperatuur > 95°C aan het warmtenet. De geothermische pompcapaciteit is berekend met een COP van 12,5. Het aantal woningen dat aangesloten kan worden op dit systeem is berekend op basis van de productie hoeveelheid warmte en de warmtevraag van de woningen.

Principe



Ontwikkelkansen < 10 jaar

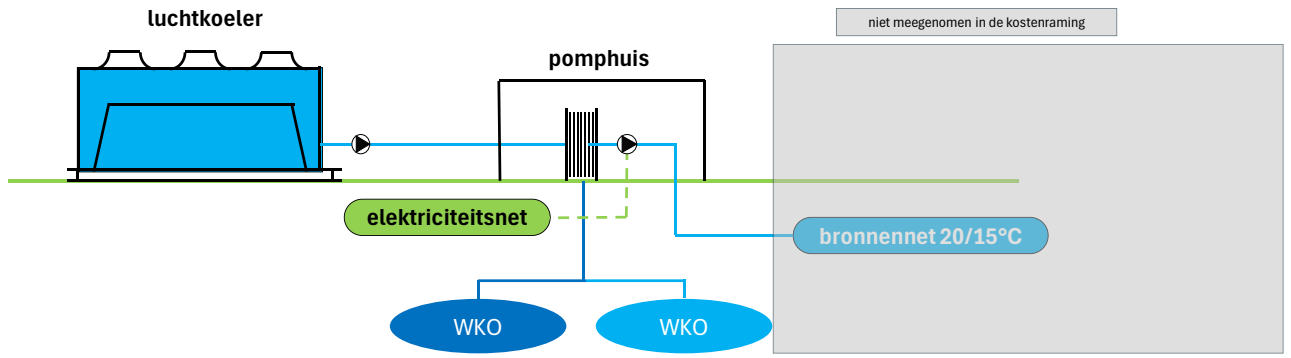
De beschikbaarheid van geothermie is afhankelijk van de bodemgeschiktheid, laagdikte en porositeit van de ondergrond. Afhankelijk van de locatie varieert deze van slecht tot goed. Geothermie levert het hele jaar (8.760 uur/jaar) de ontwerpcapaciteit. Bovengronds is een tijdelijke ruimte van ca. 0,5ha nodig voor de boorinstallatie en grondopvang. Na de boring is een technische ruimte van ca. 500 m² nodig. In de ondergrond is een grondoppervlakte van ca. 2,5 km² nodig.

Luchtkoeler

Beschrijving

Luchtkoelers worden ingezet voor het regenereren van WKO bronnen. In dit concept wordt de luchtkoeler aangesloten op een bronnennet.

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

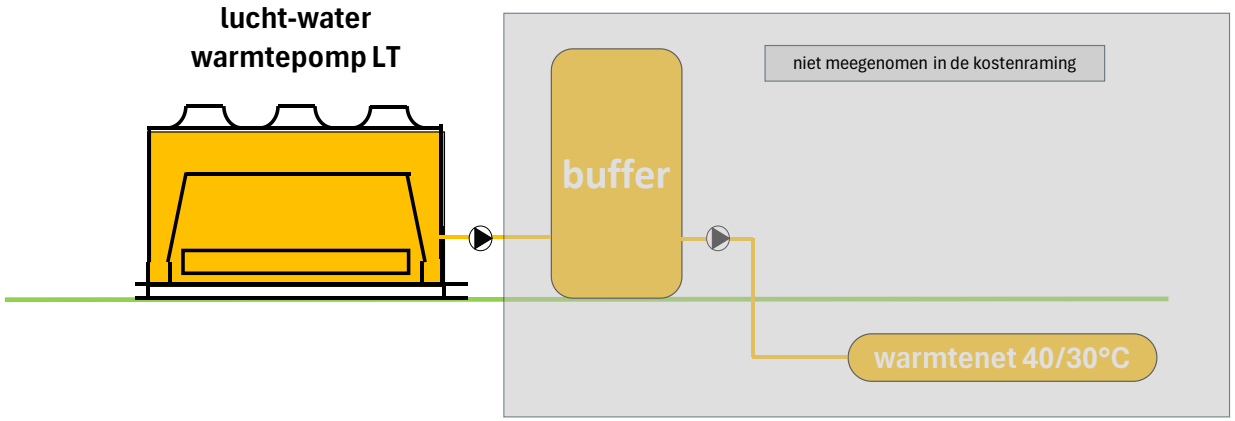
Buitenlucht is voldoende en het hele jaar aanwezig. De temperatuur van de buitenlucht is evenredig met het energetische rendement van de warmtepomp. Bij een lage buitentemperatuur is het energetisch rendement laag en de warmtevraag hoog.

Lucht-water warmtepomp LT

Beschrijving

De lucht-water warmtepomp levert warmte aan een LT-warmtenet. De warmtebron lucht is overal aanwezig, zelfs bij lage buitentemperaturen kan de warmtepomp nog steeds warmte onttrekken uit de buitenlucht. Het energetisch rendement van de warmtepomp is sterk afhankelijk van de buitentemperatuur en afgiftetemperatuur. In de attributen van het bronnenregister is een voorbeeld van een 5 MW warmtepomp opgenomen, 4.000 vollasturen en een jaargemiddelde COP van 3,4. Het aantal woningen dat aangesloten kan worden op dit systeem is berekend op basis van de productie hoeveelheid warmte en de warmtevraag van de woningen.

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

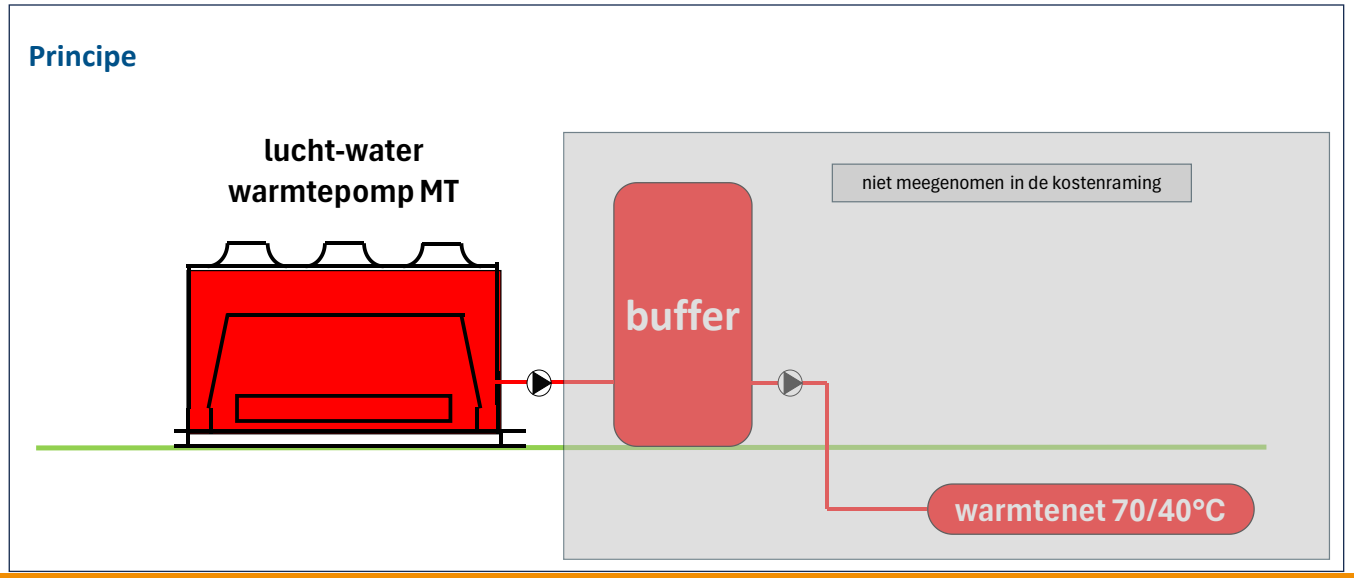
Buitenlucht is voldoende en het hele jaar aanwezig. De temperatuur van de buitenlucht is evenredig met het energetische rendement van de warmtepomp. Bij een lage buitentemperatuur is het energetisch rendement laag en de warmtevraag hoog.

Lucht-water warmtepomp MT

Beschrijving

De lucht-water warmtepomp levert warmte aan een MT-warmtenet. De warmtebron lucht is overal aanwezig, zelfs bij lage buitentemperaturen kan de warmtepomp nog steeds warmte onttrekken uit de buitenlucht. Het energetisch rendement van de warmtepomp is sterk afhankelijk van de buitentemperatuur en afgiftetemperatuur. In de attributen van het bronnenregister is een voorbeeld van een 5 MW warmtepomp opgenomen, 4.000 vollasturen en een jaargemiddelde COP van 2,2. Het aantal woningen dat aangesloten kan worden op dit systeem is berekend op basis van de productie hoeveelheid warmte en de warmtevraag van de woningen.

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

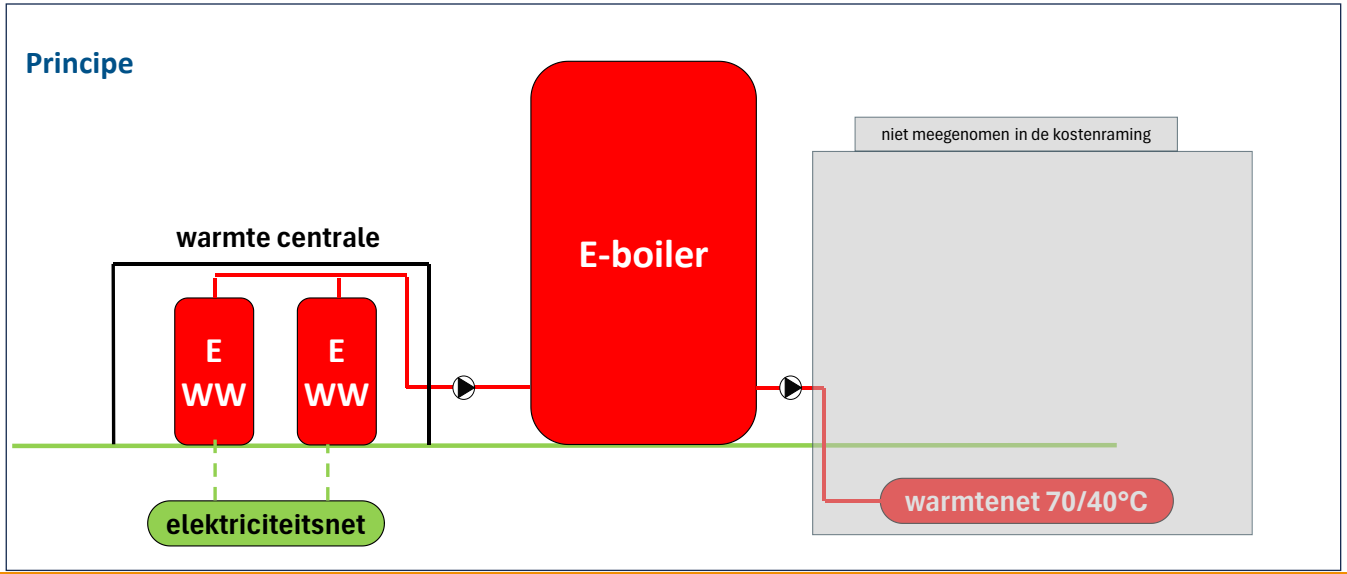
Buitenlucht is voldoende en het hele jaar aanwezig. De temperatuur van de buitenlucht is evenredig met het energetische rendement van de warmtepomp. Bij een lage buitentemperatuur is het energetisch rendement laag en de warmtevraag hoog. De elektrische aansluiting kan moeilijk te verkrijgen zijn i.v.m. netcongestie.

E-boiler

Beschrijving

Een E-boiler kan zowel als piekvoorziening als voor de basislast dienen. Wanneer de E-boiler voor basislast staat geschakeld ontstaat er een businesscase met betrekking tot de energieprijzen. Wanneer deze als piekvoorziening dient zal de elektriciteit worden ingekocht op momenten dat deze duur is.

Principe



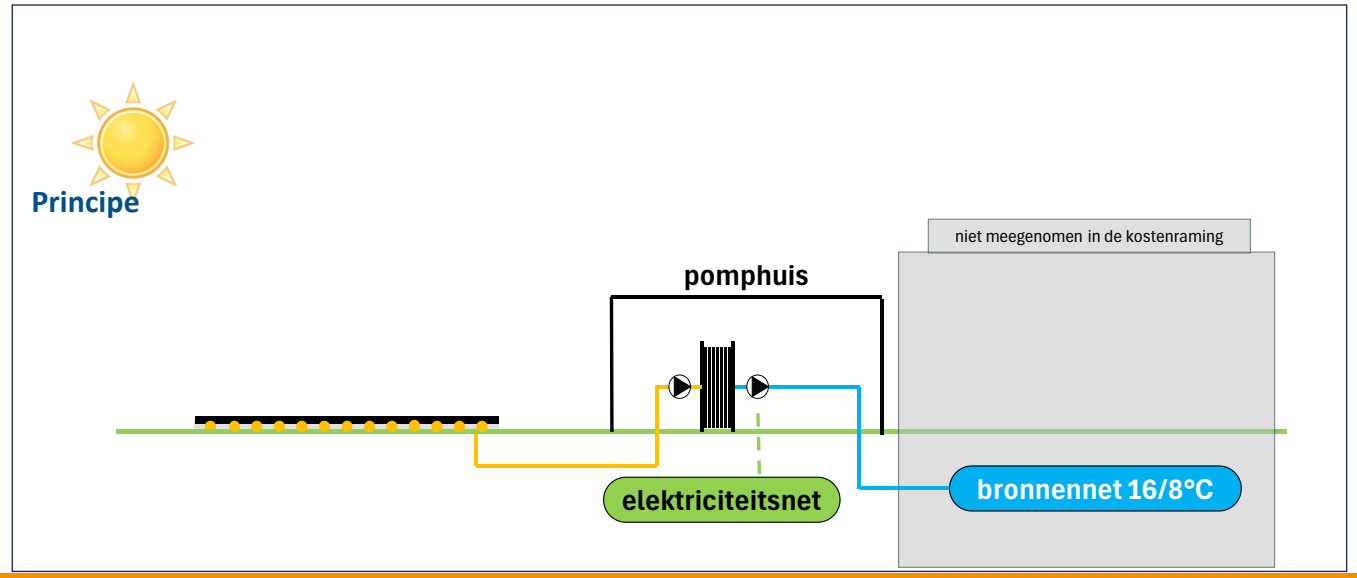
Ontwikkelkansen < 5 jaar

Het grootste struikelblok omtrent een E-boiler is de benodigde netaansluiting die, i.v.m. netcongestie, moeilijk te verkrijgen is. Het ruimtegebruik is beperkt. Een installatie heeft een oppervlakte van ongeveer 50m² nodig.

Asfaltcollectoren en kunstgrasvelden

Beschrijving

Asfaltcollectoren en kunstgrasvelden als warmtebron worden gebruikt voor de regeneratie van een WKO-bron of als bron voor een ZLT bronnen net. Het systeem bestaat uit een buizenstelsel in/onder het asfalt/kunstgras waarin een water/anti- vries mengsel stroomt. In de zomer wordt het asfal/kunstgras afgekoeld en de warmte gebruikt en/of opgeslagen (via warmtewisselaars) in de bodem (WKO).



Ontwikkelkansen < 5 jaar

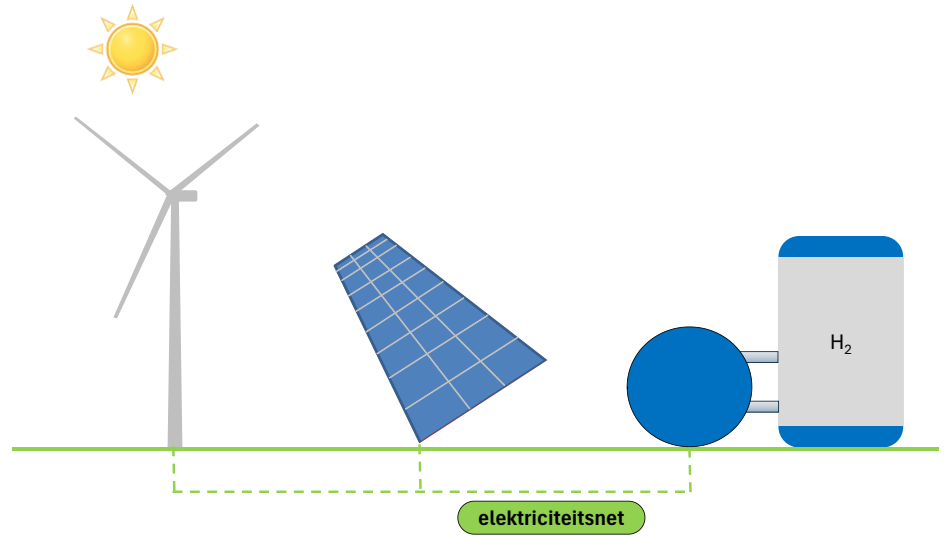
De warmte uit de asfaltcollector is beschikbaar op zonnige dagen met name in de zomerperiode. De afstand tussen het asfalt en een warmtenet is belangrijk. Er is een ontwikkelkans wanneer asfalt al aan vervanging toe is en een ZLT-net aanwezig is.

Waterstof

Beschrijving

Een electrolyzer zet elektriciteit om in waterstof met een rendement van ca. 85%. De rest komt vrij als warmte. Waterstof kan worden gebruikt in een gasketel voor het verwarmen van water en/of gebruikt worden in een brandstofcel voor de productie van warmte en elektriciteit.

Principe



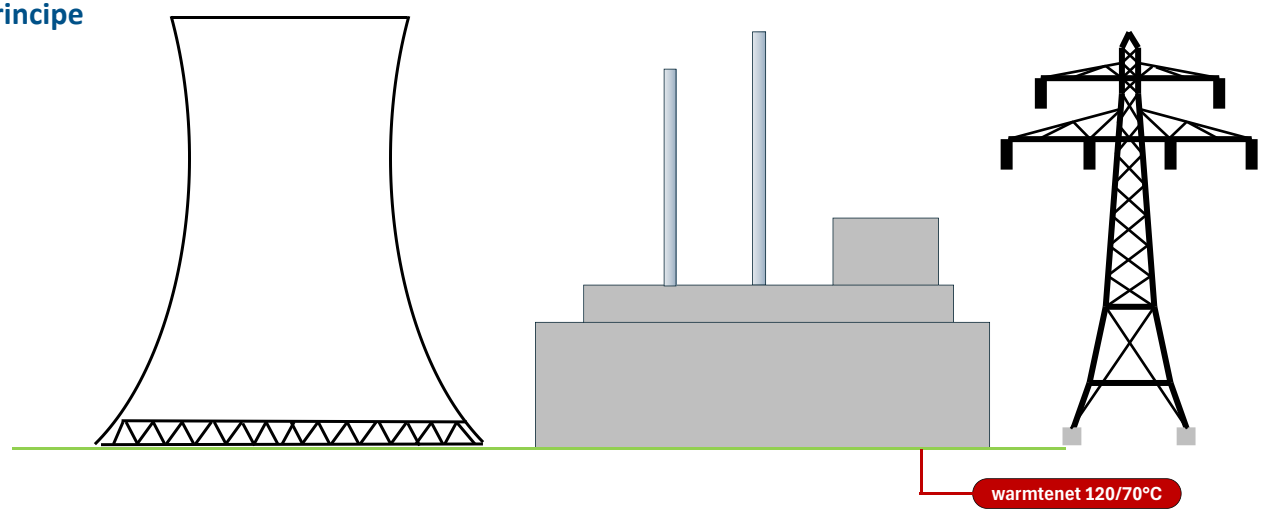
Ontwikkelkansen > 10 jaar

Amercentrale

Beschrijving

De Amercentrale levert 180 MW warmte na de ombouw voor het afvangen van het CO_2 in de rookgassen (rapport Toekomst Amernet 13 maart 2023).

Principe

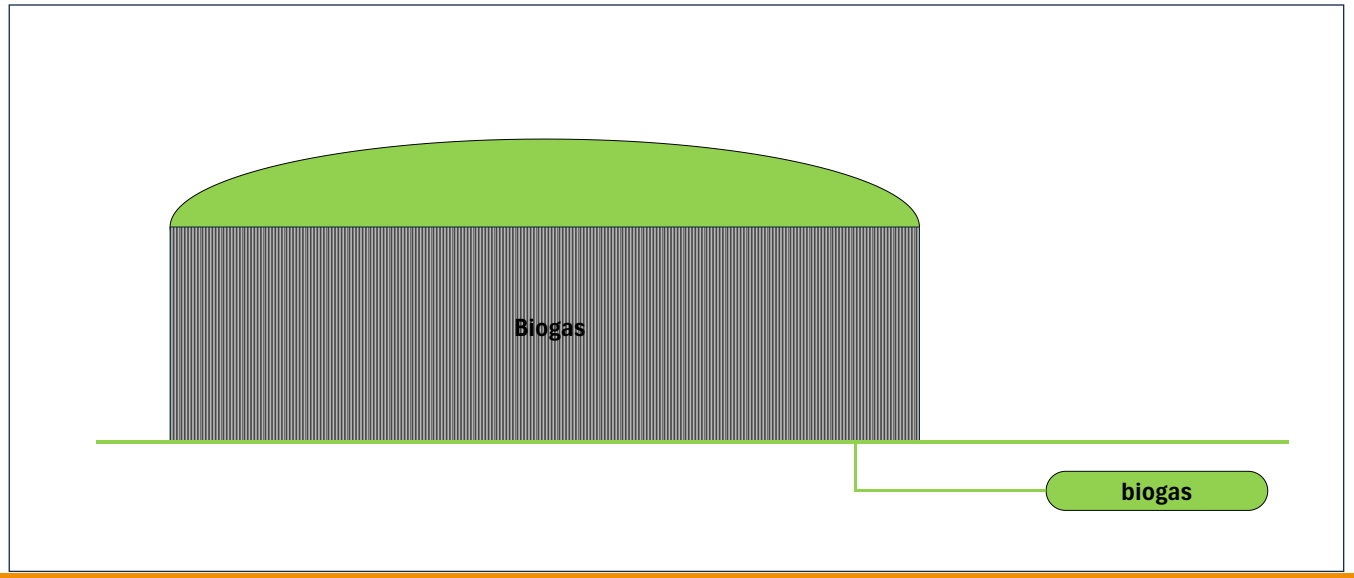


Ontwikkelkansen < 10 jaar

Biogas

Beschrijving

Principe



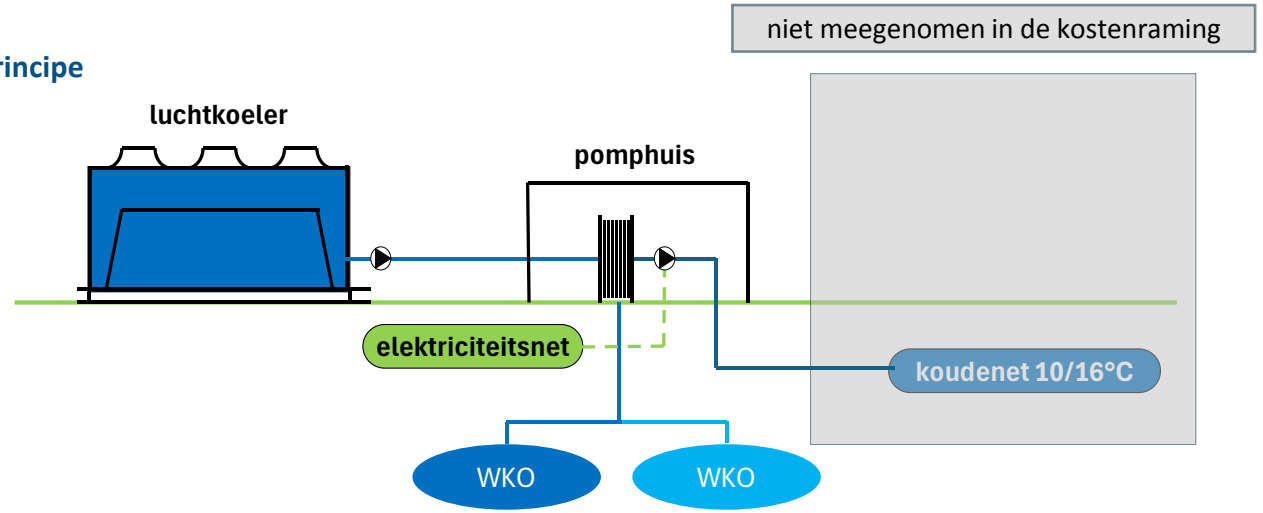
Ontwikkelkansen > 5 jaar

Koeling

Beschrijving

Luchtkoelers worden ingezet voor het vullen van koude in de winter van WKO bronnen. De WKO levert in de zomer koude.

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

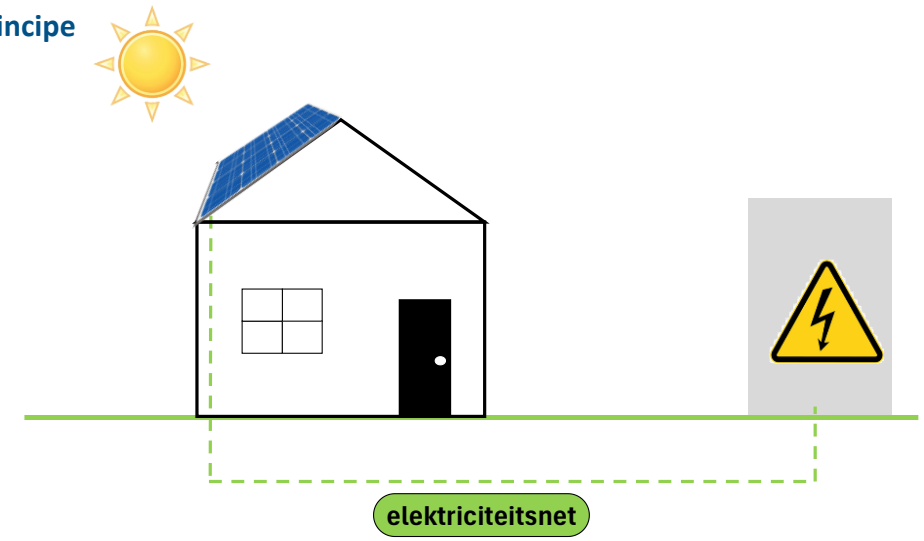
De koude uit de buitenlucht is beschikbaar in de winterperiode. De koude wordt opgeslagen in de WKO en gebruikt in de zomer voor koeling. De ontwikkeltijd is gelijk aan het ontwikkelen van een WKO. De afnemer van koude ligt in de buurt van de luchtkoeler/WKO.

PV panelen (dak en carport)

Beschrijving

De PV-panelen voor op daken zijn per wijk opgenomen in het bronnenregister. De dataset is afkomstig van Readar en bestaat uit het aantal huidige panelen met het de hoeveelheid Wattpiek en de potentiële nog te plaatsen panelen met de hoeveelheid Wattpiek en op te wekken elektriciteit. De energieopbrengst is bepaald met een teruglevertarief van 0,06 €/kWh

Principe



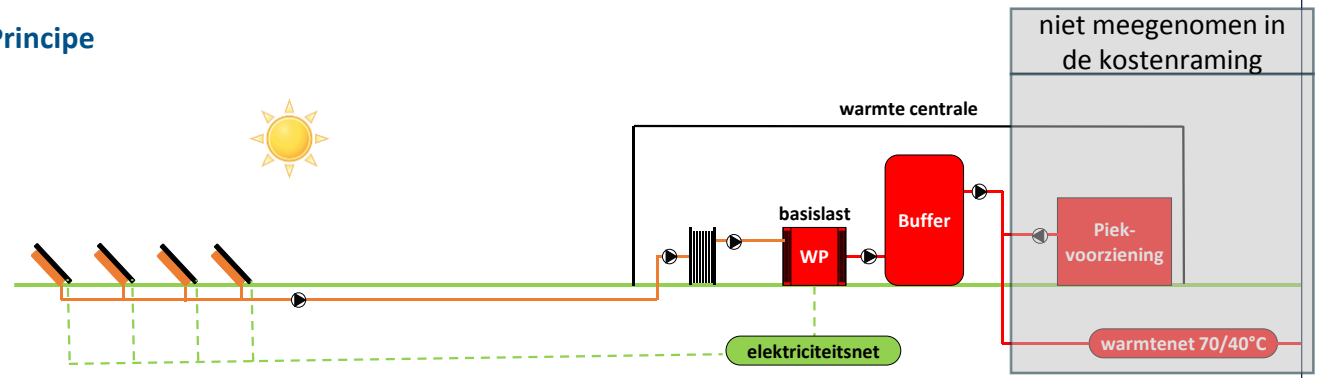
Ontwikkelkansen < 5 jaar

PVT-panelen (veld en carport)

Beschrijving

Een PVT-paneel bestaat uit een PV-paneel waarachter een thermisch component is geplaatst. Deze component functioneert op eenzelfde wijze als een luchtkoeler, echter profiteert deze component ook van de warmte van het PV-paneel. Hierdoor koelt het PV-paneel af wat ten gunste komt aan het rendement. De PVT-panelen leveren ca. 30°C direct aan de warmtecentrale. Vervolgens wordt de warmte opgewaardeerd naar 70°C.

Principe



Ontwikkelkansen < 5 jaar

PVT-panelen kunnen geplaatst worden in velden, maar PV-panelen kunnen ook omgebouwd worden tot PVT-panelen. Hierbij wordt het thermische component achter het PV-paneel geplaatst. Zo kunnen bestaande PV-velden optimaal gebruikt worden om ook warmte te winnen.

Ruimteverwarming en temperatuur

- De specifieke vraag naar warmte per m^2 vanuit de gebouwde omgeving is afhankelijk van de bouwkundige kwaliteit. Oudere gebouwen kennen een hogere warmtevraag én een behoefte aan een hogere temperatuur van de warmte. Verlaging van de warmtevraag kan door isolatie (dak, ramen, glas) en warmteterugwinning (douche, ventilatie). Verlaging van de temperatuur behoefte gebeurt impliciet bij verlaging van de warmtevraag, maar kan verder dalen door de installatie van grotere radiatoren of de overgang naar vloerverwarming.
- De norm voor de berekening van radiatorcapaciteit was tot 2002: 90/70°C (aanvoer/retour temperatuur). Vanaf 2002 is deze norm verlaagd (voor nieuwbouw) verlaagd naar 75/65°C.
- In de praktijk blijkt echter dat het mogelijk is om zonder comfortklachten met lagere temperaturen te werken. Empirisch onderzoek (How low can you go, Warming up 2022) wijst uit dat circa 95% van de bestaande woningen zonder verdere maatregelen nu al MT-ready is (aanvoertemperatuur 70 °C) en 60% zelfs al geschikt is voor een aanvoertemperatuur van 55°C.
- De mogelijkheden en momenten van verdere verlaging van de warmtevraag én de temperatuur van bestaande gebouwen:
    - Gelijk met de transitie naar aardgasvrije verwarming: expliciete Isolatie en renovatieprogramma's bij de transitie naar aardgasvrij. Dit kan (in een bepaalde mate) mogelijk zijn bij woningcorporaties (afstemming met gemeente). Voor particuliere woningen is dit moeilijker haalbaar, vanwege de hoge kosten (in relatie tot de terugverdiencapaciteit) en de grote impact.
    - Ná de transitie naar aardgasvrije verwarming op natuurlijke vervangingsmomenten (dak, ramen) of renovatie (verhuizing, programma woningcorporatie, levensduurverlenging).
    - Ná de transitie bij vervangende nieuwbouw

Tapwater en temperatuur

- Tapwater. Vanwege de veiligheid (besmetting legionella) is bij warmtelevering onder 60°C aanvullende naverwarming noodzakelijk. Het is denkbaar dat in de toekomst de veiligheidseisen voor tapwater op basis van andere technieken (bijvoorbeeld micro filtratie) zullen leiden tot een lagere benodigde temperatuur. KWR research voerde onderzoek uit naar de mogelijkheden voor veilig warm tapwater op een lagere temperatuur. Op basis van het onderzoek (ProVe IT-LT) wil men nagaan op welke wijze de normen zijn aan te passen.
- Conclusie: op korte termijn is bij collectieve warmte voor bestaande gebouwen naar verluidt vaak behoefte aan MT (70°C) warmte, maar in veel gevallen kan nu al op een lagere temperatuur kan worden verwarmd. De warmtevraag en de temperatuur behoefte van de huidige gebouwvoorraad zullen in de toekomst dalen, ook na de transitie naar aardgasvrije verwarming.

Warmteaanbod en temperatuur

- Traditionele warmtebronnen voor de verwarming van gebouwen hebben een hoge temperatuur (max. 90°). Voorbeelden van dergelijke warmtebronnen zijn individuele aardgas CV-ketels en hoge temperatuur warmtenetten gevoed door verbranding (biomassa, aardgas) en aftapwarmte uit elektriciteitscentrale of afvalverbrander.
- Toekomstige duurzame warmtebronnen zijn meer beschikbaar, duurzamer en goedkoper naarmate de temperatuur van de warmtelevering lager is.
- Warmtebronnen in het bronnenregister die direct warmte kunnen leveren op midden temperatuur (70°C) zijn:
    - Diepe geothermie. Naarmate de gevraagde temperatuur van de warmtelevering lager is zal echter ook een geothermische bron goedkoper en duurzamer worden vanwege de grotere uitkoeling van de geothermische warmte.
    - MT Industriële restwarmte. Naarmate de temperaratuur van industriële restwarmte hoger is, zullen er ook meer mogelijkheden zijn om het industriële proces te verbeteren door bijvoorbeeld de restwarmte terug te winnen en te hergebruiken binnen het bedrijf. Langjarige contracteerbaarheid van industriële restwarmte op midden temperatuur is daardoor vaak onmogelijk.
    - Zonthermie. Kan in principe warmte leveren op MT niveau. Veelal is hier wel een warmtepomp nodig. Zonthermie op een lagere temperatuur is ook hier duurzamer en goedkoper.
    - E-boilers, biogas, elektrolyzer, waterstofketel.
- De overige MT bronnen uit het bronnenregister zijn in feite LT of ZLT bronnen die met behulp van een warmtepomp op MT niveau worden gebracht. Denk aan: TED, TEO, TEA, datacenters, asfaltcollectoren, etc.). In het bronnenregister zijn deze MT bronnen gebaseerd op een verhoging van de temperatuur tot standaard 70°C. Naarmate het mogelijk is om de temperatuur te verlagen neemt de duurzaamheid van de born toe en de kosten af.
- Conclusie: hoe lager de temperatuur van de warmtelevering: hoe duurzamer, hoe goedkoper, hoe meer aanbod van warmte en hoe meer toekomstgericht.

Warmte, elektriciteit en waterstof

- De inzet van warmtebronnen en elektriciteitsbronnen dienen in onderling verband te worden ontwikkeld, afgestemd op:
    - De ontwikkeling van de vraag.
    - De mogelijkheden van uitstel of vervroeging van de warmtevraag in combinatie met buffering.
    - De mogelijke wederzijdse conversies tussen warmte en elektriciteit en tussen warmte en waterstof.
    - De mogelijkheden van opslag van elektriciteit, warmte en waterstof.
    - De toekomstige infra van transport en distributie van elektriciteit, warmte en waterstof.
- Gezien de noodzaak van uitbreiding van het elektriciteitsnet dient de impact van de warmtetransitie op het elektriciteitsnet zo laag mogelijk te zijn. Een lagere temperatuur van de warmtelevering en de inzet van warmtebuffers dragen hieraan bij.

Ontwerpprincipes warmtebronnen

- Ontwerp principes:
  - Behoudens diepe geothermie zijn er voor Tilburg weinig directe MT bronnen beschikbaar. De kansen op diepe geothermie zijn daarom van strategisch belang voor de toekomstige warmte infrastructuur. Ook bij diepe geothermie is er echter voordeel te behalen met de levering op lagere temperatuur. **Ontwerpprincipe 1: streef naar een zo laag mogelijke temperatuur van warmtelevering.**
  - Een LT of ZLT warmtebron met WP opgewaardeerd tot MT warmtebron: gezien de tendens tot verlaging van de temperatuur van de warmvraag is dit een “tijdelijke oplossing” om de transitie op korte termijn haalbaar te maken. De vraag is: hoe gaan we in de toekomst naar een lagere temperatuur? Een groter warmtenet kan pas naar een lagere temperatuur als alle aangesloten afnemers daar gereed voor zijn. De overgang naar een lagere temperatuur kan gemakkelijker naarmate de systemen kleiner zijn: **(ontwerpprincipe 2) opwaardering van LT of ZLT bronnen moet daarom plaatsvinden zo dicht mogelijke bij de afnemer, op zo klein mogelijke schaal en op zo laag mogelijke temperatuur, mits economisch haalbaar.** Bijvoorbeeld: beter op gebouwniveau dan op buurtniveau, beter op buurtniveau dan op wijkniveau, etc. Zodra een gebouw of cluster van gebouwen gereed is voor lagere temperatuur kunnen ze omlaag en profiteren ze van lagere kosten en grotere duurzaamheid, terwijl bijvoorbeeld gebouwen een straat verder daar pas later toe overgaan.
  - **Ontwerpprincipe 3: zorg voor een zo laag mogelijke belasting van het elektriciteitsnet door de inzet van warmtebuffers.**

Bronnen warmte ZLT

Type	Bron	Aantal [-]	Beschikbare warmte kW	Beschikbare warmte GJ/jaar	WEQ #	TCO bronkosten €/GJ	kg CO2/GJ kg/GJ
ZLT	**Datacenter ZLT**	**1**	**335**	**4.824**	**322**	**13**	**0,9**
ZLT	Utiliteit ZLT retrofit	36	12.255	44.119	2.941	21	1,0
ZLT	**Supermarkten ZLT retrofit**	**35**	**27.077**	**389.902**	**25.993**	**13**	**0,8**
ZLT	TEA ZLT	1	25.905	373.025	24.868	9	2,4
ZLT	**Gemalen ZLT**	**4**	**1.644**	**23.677**	**1.578**	**52**	**1,9**
ZLT	TEO ZLT zonder WKO	12	434.552	3.128.772	208.585	11	2,4
ZLT	**TEO ZLT met WKO**	**12**	**347.641**	**3.128.772**	**208.585**	**19**	**2,4**
ZLT	TED ZLT	1	9.766	70.312	4.687	7	0,9
ZLT	**TED ZLT me WKO**	**1**	**9.766**	**87.890**	**5.859**	**15**	**0,9**
ZLT	Kunstgras	74	135.797	977.738	65.182	29	2,1
ZLT	**Asfaltcollector**		**1.728.870**	**12.447.861**	**829.857**	**18**	**2,0**
ZLT	Luchtkoeler	1	300	2.160	144	24	4,2

- ZLT bronnen zijn geschikt voor regeneratie van ZLT (5G) warmtenetten die werken met seizoensopslag (WKO). Er zijn ruim voldoende ZLT bronnen voorhanden in Tilburg
- Asfaltcollectoren bieden het grootste perspectief qua capaciteit, maar zijn duur en kunnen alleen worden ontwikkeld bij vervanging van het asfalt
- TED is interessant vanwege de lage kosten, maar biedt beperkte capaciteit
- TEA en gemalen bieden veel capaciteit bij lage kosten en bieden daarom een goed perspectief en kunnen ook in de winter warmte leveren (geen WKO nodig)
- TEO is voor een 5G warmtenet (regeneratie) erg geschikt, maar is duurder voor kleine stand alone warmtenetten omdat een WKO nodig is
- Ook supermarkten bieden een goed perspectief bij vervanging van de koelinstallaties
- Utiliteit retrofit (ombouw van lucht naar watercondensor) kan, maar vervanging van de koeling door aansluiting op een 5G warmtenet is duurzamer (vrije koeling).
- Een luchtkoeler is in principe overal mogelijk, maar kan vanwege het elektriciteitsverbruik en de geluidsproductie het beste alleen worden ingezet in tijdelijke situaties.

Bronnen warmte LT

Type	Bron	Aantal [-]	Beschikbare warmte kW	Beschikbare warmte GJ/jaar	WEQ #	TCO bronkosten €/GJ	kg CO2/GJ kg/GJ
LT	Datacenter LT	1	392	5.651	240	35	18,8
LT	**LT restwarmte industrie LT**	**32**	**85.500**	**1.231.200**	**52.326**	**33**	**0,6**
LT	TEA LT	1	31.168	448.814	19.075	29	23,7
LT	**Gemalen LT**	**4**	**1.994**	**28.713**	**1.220**	**73**	**24,2**
LT	TEO LT met WKO	12	429.309	3.863.785	164.211	43	27,0
LT	**TED LT met WKO**	**1**	**12.060**	**108.537**	**4.613**	**40**	**25,4**
LT	Zonthermie met opslag LT	1	3.168	45.621	1.939	55	19,7
LT	**Zonthermie zonder opslag LT**	**1**	**10.729**	**54.075**	**2.298**	**6**	**1,9**
LT	Ondiepe geothermie met LT WP	5	92.869	2.674.614	113.671	24	25,0
LT	**Ondiepe geothermie zonder WP**	**5**	**74.000**	**2.131.200**	**90.576**	**6**	**3,6**
LT	WP lucht LT	1	7.127	102.624	4.362	31	31,0

- Ondiepe geothermie biedt het beste perspectief qua omvang (capaciteit), kosten en duurzaamheid
- LT restwarmte uit de industrie is interessant waar voorhanden
- Zonthermie zonder opslag scoort het beste qua duurzaamheid, maar vergt hoge kosten en ruimte
- ZLT bronnen TEA en gemalen bieden goede perspectieven: gemiddelde kosten en geen WKO nodig
- ZLT bronnen TEO en TED zijn duurder omdat WKO bronnen nodig zijn.

Bronnen warmte MT

Type	Bron	Aantal [-]	Beschikbare warmte kW	Beschikbare warmte GJ/jaar	WEQ #	TCO bronkosten €/GJ	kg CO2/GJ kg/GJ
MT	**Datacenter MT**	**1**	**446**	**6.418**	**160**	**47**	**35,4**
MT	MT restwarmte industrie	3	30.000	432.000	10.800	3	0,9
MT	**LT restwarmte industrie MT**	**32**	**110.068**	**1.584.981**	**39.625**	**19**	**18,3**
MT	TEA MT	1	35.215	507.098	12.677	42	39,9
MT	**Gemalen MT**	**4**	**2.249**	**32.393**	**810**	**82**	**40,3**
MT	TEO MT met WKO	6	450.062	4.050.561	101.264	55	42,9
MT	**TEO regionaal MT met WKO**	**1**	**27.768**	**399.861**	**9.997**	**46**	**42,9**
MT	TED MT met WKO	1	43.648	392.832	9.821	55	42,9
MT	**Zonthermie met opslag MT**	**1**	**2.732**	**39.339**	**983**	**64**	**25,9**
MT	Zonthermie zonder opslag MT	1	6.806	34.300	858	35	1,9
MT	**Zonthermie Carport**		**0**	**1.186.117**	**29.653**	**0**	**0,0**
MT	Ondiepe geothermie met MT WP	5	108.178	3.115.525	77.888	33	36,8
MT	**Diepe geothermie**	**8**	**164.150**	**4.727.520**	**118.188**	**36**	**34,9**
MT	Eavor geothermie	1	8.447	243.275	6.082	36	7,4
MT	**Diepe geothermie regionaal**	**8**	**86.800**	**2.499.840**	**62.496**	**36**	**34,9**
MT	Amercentrale	1	180.000	1.309.091	32.727	0	0,0
MT	**Attero Restwarmte (Moerdijk)**	**1**	**22.000**	**160.000**	**4.000**	**0**	**0,0**
MT	Ijzerketel	1	8.000	0	0	0	0,0
MT	**WP lucht MT**	**1**	**9.031**	**130.052**	**3.251**	**43**	**46,4**
MT	E-boiler	1	118.800	1.411.344	35.284	86	103,9
MT	**elektrolyzer**	**1**	**150.000**	**1.090.909**	**27.273**	**0**	**0,0**
MT	Brandstofcel	1	1.250	18.000	450	0	0,0
MT	**Waterstofketel**	**1**	**3.000**	**21.600**	**540**	**0**	**0,0**

- In het algemeen zijn MT bronnen duurder en minder duurzaam, zie de ontwerpprincipes
- Waar en zolang voorhanden kan MT restwarmte uit de industrie een (beperkte) bijdrage leveren
- Het beste perspectief op MT warmte bieden de geothermische bronnen
- Voor zover nodig kunnen ZLT en LT bronnen met een warmtepomp op MT niveau worden gebracht, zie de ontwerpprincipes.
- Op wat langere termijn bieden de opties met waterstof (elektrolyer en brandstofcel) perspectief.

Overzicht overige bronnen: biogas, elektriciteit en PVT-panelen

Type	Bron	Aantal [-]	Beschikbare warmte kW	Beschikbare warmte GJ/jaar	WEQ #	Energieopbrengst €/jaar	kg CO2/GJ kg/GJ	Beschikbare elektriciteit MWhe/jaar	Beschikbare elektriciteit MW	Hoeveelheid gas m3
Gas	**Attero afvalstort**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**		**0,0**	**0,0**	**1.552.215**
Gas	VTTI	1	0	0	0	0		0,0	0,0	8.604.100
Gas	**Attero vergister**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**		**0,0**	**0,0**	**4.780.105**
Gas	RWZI	1	0	0	0	0		0,0	0,0	448.797
Elektrisch	**PV daken Wijkevoort**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**		**49.000**	**54,0**	
Elektrisch	PV velden nieuw	3	0	0	0	0		11.500	11,5	
Elektrisch	**PV velden bestaand**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**		**1.630**	**1,6**	
Elektrisch	Windpark	3	0	0	0	0		156.000	52,0	
Elektrisch	**Windturbine bestaand**	**11**	**0**	**0**	**0**	**0**		**87.900**	**29,3**	
Elektrisch	PV dak per wijk		0	0	0	57.573.796		973.283	973,3	
Elektrisch	**PV caport**	**29**	**0**	**0**	**0**	**7.907.386**	**11,4**	**131.790**	**131,8**	
PVT	PVT Carport	29	0	2.332.728	97.197	7.907.448	11,4	131.791	131,8	
PVT	**PVT MT (ombouw)**		**12.400**	**215.000**	**5.375**	**0**		**11.630**	**11,6**	
PVT	PVT MT (nieuw)		10.600	184.000	4.600	0		10.000	10,0	

Raming ontwikkeltermijnen

Bron	Vooronderzoek & haalbaarheid	Ontwerp & engineering	Vergunningen & meldingen	Inkoop & levering	Installatie & aansluiting	Inbedrijfstelling & testen	Totale doorlooptijd (indicatief)
Thermische energie RWZI	3 – 6 mnd	2 – 4 mnd	1 – 3 mnd	1 – 3 mnd	1 – 2 mnd	0,5 – 1 mnd	8 – 19 maanden
Thermische energie oppervlaktewater	3 – 6 mnd	2 – 4 mnd	1 – 3 mnd	1 – 3 mnd	1 – 2 mnd	0,5 – 1 mnd	8 – 19 maanden
WKO (Warmte-Koude Opslag)	6 – 12 mnd	3 – 6 mnd	6 – 12 mnd	3 – 6 mnd	3 – 6 mnd	1 – 2 mnd	22 – 44 maanden
Restwarmte datacenter	3 – 6 mnd	2 – 4 mnd	1 – 3 mnd	1 – 3 mnd	1 – 3 mnd	0,5 – 1 mnd	8 – 20 maanden
Restwarmte supermarkt	1 – 3 mnd	1 – 2 mnd	0,5 – 1 mnd	1 – 2 mnd	1 – 2 mnd	0,5 – 1 mnd	5 – 11 maanden
Zonthermie + seizoensopslag	6 – 12 mnd	6 – 12 mnd	6 – 12 mnd	6 – 12 mnd	3 – 6 mnd	1 – 2 mnd	28 – 56 maanden
Ondiepe geothermie	3 – 6 mnd	2 – 4 mnd	3 – 6 mnd	2 – 4 mnd	2 – 3 mnd	1 – 2 mnd	13 – 25 maanden
Diepe geothermie	6 – 12 mnd	6 – 12 mnd	12 – 24 mnd	6 – 12 mnd	6 – 12 mnd	2 – 3 mnd	38 – 75 maanden
Lucht/water warmtepomp	1 – 3 mnd	1 – 2 mnd	0,5 – 1 mnd	1 – 2 mnd	1 – 3 mnd	0,5 – 1 mnd	5 – 12 maanden
Grote elektrische boiler	1 – 3 mnd	1 – 2 mnd	0,5 – 1 mnd	1 – 2 mnd	1 – 3 mnd	0,5 – 1 mnd	5 – 12 maanden
Asfaltcollector	3 – 6 mnd	2 – 4 mnd	1 – 3 mnd	2 – 4 mnd	1 – 3 mnd	0,5 – 1 mnd	9 – 20 maanden
Biogas WKK	3 – 6 mnd	2 – 4 mnd	3 – 6 mnd	2 – 4 mnd	2 – 3 mnd	1 – 2 mnd	13 – 27 maanden
Grote elektrolyzer	6 – 12 mnd	6 – 12 mnd	6 – 12 mnd	6 – 12 mnd	3 – 6 mnd	1 – 3 mnd	28 – 57 maanden
Grote waterstofketel	3 – 6 mnd	3 – 6 mnd	2 – 6 mnd	3 – 6 mnd	1 – 3 mnd	1 – 2 mnd	15 – 31 maanden

Opmerkingen: Dit zijn de doorlooptijden van het alleen realiseren van warmtebronnen. Het ontwikkelen van een geheel warmtenet is mede afhankelijk van de ontwikkeling van het leidingnet en contracteren van klanten die al dan niet paralel lopen aan de ontwikkeling van een warmtebron. Uitgegaan wordt dat de infrastructuur van de elektrische vermogens voldoende zijn.