

Kenmerken

Project	21870 Verdieping gebiedsontwikkeling Noordpoort	Datum	17 sep. 2024
Auteur	Rick Douma	Co-lezer	Lambert den Dekker
Onderwerp	Afweging warmtetechniek Noordpoort	Status	Definitief
		Kenmerk	21870-998949

Afweging warmtetechniek Noordpoort

De gemeente wil een onderbouwde afweging maken voor een passende warmtetechniek voor Noordpoort. Een multi-criteria analyse wordt gebruikt om te komen tot deze onderbouwde afweging. In deze notitie staat beschreven wat de verschillende criteria zijn, wat de verschillende warmteconcepten zijn en hoe de verschillende warmteconcepten aan de hand van de criteria worden beoordeeld. Als laatste wordt de conclusie van de multi-criteria analyse beschreven.

1. Criteria

De verschillende warmteconcepten ontvangen per criterium punten. Hoe meer punten, hoe beter de techniek aansluit bij de wensen van de stakeholder. De puntenschaal is van 1 tot en met 5. Waarbij 1 staat voor *slecht/niet verkiesbaar* en 5 staat voor *goed/verkiesbaar*. Per criterium wordt hieronder beschreven wat het criterium inhoudt en wat slecht/niet verkiesbaar is en wat goed/verkiesbaar is.

Criterium – Totale warmtekosten

De totale warmtekosten (TCO) zijn alle kosten die gemaakt worden om 30 jaar de woningen van warmte te voorzien. Dit betreft dus zowel de investeringskosten als de jaarlijks terugkomende exploitatiekosten (energie, onderhoud, beheer). Deze kosten komen via de koopsom of huur van de woning en de exploitatiekosten uiteindelijk terecht bij de eindgebruiker. Hierdoor is de TCO een goede graadmeter voor de uiteindelijke totale kosten die de eindgebruiker gaat maken. Het blijkt dat een warmtetechniek die goedkoop is in de aanschaf, vaak hogere exploitatiekosten met zich mee brengt. En een dure warmtetechniek in de aanschaf, brengt vaak lagere exploitatiekosten met zich mee. De gemeente moet toezien dat de ontwikkelaar eerlijk zijn kosten doorberekent aan de eindverbruiker.

De totale warmtekosten zijn beoordeeld op een berekening die DWA heeft uitgevoerd. DWA gebruikt hiervoor het eigen ontwikkelde energiekostenmodel. Let op: dit geeft een eerste indicatie van de kosten, maar het kan niet gebruikt worden om een projectbegroting te maken. Het warmteconcept met de laagste kosten scoort een 5. De andere warmteconcepten scoren punten ten opzichte van de laagste kosten. Er wordt recht evenredig punten afgetrokken op basis van het procentuele verschil ten opzichte van de laagste kosten.

Criterium – CO₂-uitstoot en energiegebruik

CO₂-uitstoot is een graadmeter voor duurzaamheid. Minder uitstoot is verkiesbaar. CO₂-uitstoot is direct evenredig met het energieverbruik van de woning. Dit omdat er CO₂ wordt uitgestoten ten behoeve van de energieopwekking.

De CO₂-uitstoot wordt met het energiekostenmodel van DWA berekend door het energiegebruik te vermenigvuldigen met de CO₂-uitstootfactor van de betreffende energiedrager. Het warmteconcept met de laagste CO₂-uitstoot/energieverbruik scoort een 5. De andere warmteconcepten scoren punten ten opzichte van

het laagste CO₂-uitstoot/energieverbruik. Er wordt recht evenredig punten afgetrokken op basis van het procentuele verschil ten opzichte van het laagste CO₂-uitstoot/energieverbruik.

Criterium – Ruimtegebruik

Ruimtegebruik is verdeeld in drie sub-criteria:

- Ruimtegebruik in de woning/het gebouw
- Ruimtegebruik in de straat (met name de energie-infrastructuur)
- Ruimtegebruik in de openbare ruimte (met name centrale technische ruimten)

Bij dit criterium wordt het warmteconcept en de afmetingen van de benodigde installaties afgezet tegen de benodigde ruimte in de woning, op straat en in de openbare ruimte.

De scores worden kwalitatief beoordeeld. Een 5 wordt gescoord als het warmteconcept geen ruimte nodig heeft. Een 1 als er zeer veel ruimte nodig is. Verder geldt dat er altijd techniek aanwezig is in de woning, een 5 wordt daarom niet gegeven. Bij ruimtegebruik in de straat en ruimtegebruik in de openbare ruimte wordt een 1 gegeven als er een aanzienlijke hoeveelheid techniek nodig is die aanzienlijke hoeveelheid ruimte inneemt en een 5 wanneer er geen extra ruimte benodigd is.

Criterium – Geluidsbelasting bij/in de woning

Geluid wordt door iedereen anders ervaren. Hierdoor is het lastig om dit criterium op basis van een feitelijke geluidswaarde (decibel) te beoordelen. Want het gaat bij dit criterium om geluidshinder door bewoners. Verder zijn er in de regelgeving eisen gesteld aan geluid waaraan fabrikanten/gebouweigenaren moeten voldoen. Daarbij komt dat er ook technische maatregelen genomen kunnen worden om het geluidsniveau te verlagen.

De beoordeling gebeurt kwalitatief op basis van de aanwezige geluidsbronnen bij/in de woning. Hierbij geldt dat een 5 gescoord wordt door de warmteconcepten die geen geluidsbron hebben (cv-pompen worden niet gezien als geluidsbron). Een 1 wordt gegeven aan het warmteconcept met de meeste geluidsbronnen. De overige warmteconcepten zitten tussen de 1 en 5 in.

Criterium – Netcongestie

Het criterium *Netcongestie* is verdeeld in twee sub-criteria.

- Elektrisch benodigd vermogen in de winter (bij -10°C)
- De mogelijkheid tot slim sturen op warmteopwekking en warmtevraag (peakshifting).

Het elektrisch benodigd vermogen in de winter zegt wat over de capaciteit op het elektriciteitsnet die het warmteconcept inneemt. De mogelijkheid tot peakshifting zegt wat over de mogelijkheid van het warmteconcept om netcongestie te verminderen. Goed om te realiseren is dat netcongestie in de eerste plaats een probleem is dat tijd en plaats afhankelijk is, want het gaat over de capaciteit in het net om op hetzelfde moment elektrische vermogen te leveren.

De beoordeling van elektrisch benodigd vermogen in de winter gebeurt op basis van totaal op te stellen warmtevermogen in combinatie met de systeemefficiëntie van het warmteconcept. Dit gebeurt kwalitatief. Een 5 wordt gegeven aan het warmteconcept dat geen vermogen nodig heeft. Dit komt in de praktijk niet voor. Verder geldt: hoe minder elektrisch benodigd vermogen, hoe hoger de score. De beoordeling van peakshifting gebeurt kwalitatief, waarbij warmteconcepten die de mogelijkheid tot aanzienlijke peakshifting (6 uur shift) in zich hebben een 5 scoren. Warmteconcepten die een aanzienlijke hoeveelheid extra techniek nodig hebben voor peakshifting, scoren een 1.

Criterium – Flexibiliteit

Het criterium *Flexibiliteit* is verdeeld in twee sub-criteria. Dit is

- Faseerbaarheid
- Risico van uitloop

Faseerbaarheid zegt wat over het bouwtempo en de mate waarin de projectontwikkelaar vrij is om een eigen bouwtempo toe te passen. Het risico van uitloop zegt wat over het risico dat een ontwikkelaar loopt wanneer het project gaat uitlopen en hoe groot de gevolgen daarvan zijn.

De beoordeling van de faseerbaarheid gebeurt op basis van of de warmtetechniek een bouwtempo moet volgen van de ontwikkeling van het gebied of dat de warmtetechniek onafhankelijk van een bouwtempo geplaatst kan

worden. Aanzienlijke afhankelijkheid wordt beoordeeld met een 1. Aangezien een projectontwikkelaar pas gaat ontwikkelen als de afhankelijkheden goed in kaart zijn gebracht is een concept dat een 1 scoort niet realistisch. De beoordeling van het risico van uitloop gebeurt op basis van de verwachte gevolgen bij stagnatie in het bouwtempo in het gebied. Hierbij wordt een 5 gegeven aan de warmtetechniek die geen gevolgen ondervindt van de stagnatie doordat de warmtetechniek/woning gewoon opgeleverd kan worden. Een 1 wordt gegeven bij die warmtetechnieken die een aanzienlijke hoeveelheid maatregelen moeten nemen om de woning/het gebouw te kunnen voorzien van warmte, zodat de opleverdatum niet verlaat wordt.

Criterium – Bewonerservaring

Het criterium *bewonerservaring* is verdeeld in drie sub-criteria.

- Warmtecomfort,
- Ontzorging
- Bewoners keuzevrijheid leveranciers

Warmtecomfort zegt iets over of de woning comfortabel warm wordt en of de bewoner met warm water gebruik rekening moet houden met een warm water buffervat die leeg kan raken (bij aanzienlijk warm water verbruik). Ontzorging zegt iets over hoeveel inspanning (en kosten) de bewoner heeft bij het oplossen van een storing en bij het defect raken van de warmtevoorziening. Bewoners keuzevrijheid leveranciers: bewoners ervaren het als negatief wanneer ze geen keus hebben om over te stappen naar een andere leverancier. Wel is het zo dat bewoners in geen enkel energienetwerk (warmte, elektriciteit, gas) de keuze hebben om te kiezen tussen netwerkbeheerders, dus helemaal een vrije keuze bestaat in Nederland niet.

De beoordeling van het warmtecomfort start bij elke warmtetechniek bij een 5. Immers de ruimteverwarmingscomfort moet aan wet en regelgeving voldoen. De technieken verschillen wel bij warm tapwater comfort. Bij de technieken waarbij een boilervat wordt gebruikt wordt er 1 punt afgetrokken. Ontzorging kan bij elke techniek, want installateurs bieden onderhoudscontracten aan. In dit onderzoek gaan we uit dat bewoners een onderhoudscontract afsluiten. Deze technieken scoren een 3. De warmtetechnieken die een warmte-exploitant hebben worden nog meer ontzorgd, dit omdat de warmte-exploitant leververplichting heeft. Hier wordt een 4 aan gegeven. Een 5 wordt niet gegeven omdat een bewoner altijd inspanningen moet verrichten als er een storing is. De beoordeling van de bewonersafhankelijkheid/keuzevrijheid van leveranciers gebeurt op basis van de keuzes die bewoners kunnen maken om over te stappen naar een andere leverancier. Gezien het feit dat vrije keuze niet bestaat met betrekking tot het energienetwerk in Nederland, kan geen enkele warmtetechniek een 5 krijgen en geen enkele warmtetechniek een 1 krijgen. Een 4 wordt gegeven aan die technieken waarin het mogelijk is om van energieleverancier (voor warmte) te wisselen, een 2 wordt gegeven aan die technieken waarin het niet mogelijk is om te wisselen van energieleverancier (voor warmte).

Criterium – Organisatie van de warmtetechniek met het oog op gemeentelijke inspanning/risico

Bij dit criterium wordt per warmteconcept de benodigde inspanning die de gemeente moet leveren voor het juist implementeren van de warmtetechniek, beoordeeld. Voor deze inspanning moet tijd en menskracht vrijgemaakt worden. Verder, bij de inspanning die de gemeente moet leveren, komen ook risico's kijken die voor de gemeente zijn. Voorbeelden van inspanningen zijn: bodemplan opstellen, warmte-exploitant selecteren en organiseren, etc.

De beoordeling van organisatie van de warmtetechniek met het oog op gemeentelijke inspanning/risico gebeurt op basis van de verwachte inspanning die de gemeente moet doen voor het slagen van de ontwikkeling in het gebied. Hierbij wordt een 1 gegeven als deze inspanningen aanzienlijk zijn en een 5 gegeven als er nauwelijks inspanningen/risico's zijn. De mate van inspanning wordt onderling vergeleken, waarbij de warmtetechniek die de meeste gemeentelijke inspanningen nodig heeft een 5 krijgt.

Criterium – Interferentie van de warmtetechniek in de bodem

Bij dit criterium wordt per warmteconcept de interferentie in de bodem (de onderlinge invloed van bodemenergiesystemen op elkaar) beoordeeld. Bij veel interferentie moeten er veel maatregelen genomen worden om de onderlinge negatieve beïnvloeding op te heffen. Bij geen interferentie is er geen probleem en kan de warmtetechniek zonder problemen worden geïmplementeerd.

De warmtetechniek krijgt een 5 als de techniek geen bodemenergiesystemen heeft. Een 1 wordt gegeven aan die techniek waarvan er uitzonderlijk veel maatregelen moeten worden genomen om de negatieve onderlinge beïnvloeding in de bodem op te heffen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij situaties dat er veel bodemlussen in een relatief klein gebied geplaatst moeten worden.

Criterium – Milieubelasting

Het criterium *milieubelasting* is verdeeld in drie sub-criteria:

- Materiaal gebruik
- Koudemiddelgebruik
- Recyclebaarheid.

Deze onderverdeling legt de nadruk op de verschillende aspecten van milieubelasting. Goed om te realiseren is dat energiegebruik de grootste impact maakt op milieubelasting. Daarom is energiegebruik ook een eigen criteria. Een methode om te bepalen wat de milieubelasting is is Life Cycle Analysis (LCA). Echter zijn deze methodes lastig en specifiek voor één bepaalde installatie. Algemene rapporten met data met betrekking tot het milieu-effect van materialen van energieconcepten, zijn schaars. Hierdoor is de beoordeling de expert opinion van DWA.

Het materiaalgebruik wordt beoordeeld op basis van het onderzoek *LCA warmteconfiguraties vervolgstudie vergelijking warmtenetconfiguraties door Deltares 6 juli 2023*. Echter is dit onderzoek ook niet volledig toereikend op de ontwikkeling en warmtetechniek van Noordpoort. Hierdoor is de beoordeling de expert opinion van DWA. Het koudemiddelgebruik wordt beoordeeld op basis van kennis van DWA, dit wordt gedaan op basis van het natuurlijke koudemiddel propaan (R290). Aangezien elke warmtepomp koudemiddelen gebruikt is een 5 geven niet logisch. Recyclebaarheid wordt beoordeeld op basis van de materialen die niet weg/los te halen zijn. Voorbeeld zijn de bodemplussen. De warmtetechniek krijgt een 5 als alle componenten van de warmtetechniek weg/los te halen en een 1 indien aanzienlijke hoeveelheid materiaal achterblijft.

Criterium – Koppelkans in de buurt van Noordpoort

Het criterium *Koppelkans in de buurt van Noordpoort* is verdeeld in twee sub-criteria.

- Koppelkans bestaande bouw
- Koppelkans Meppel Energie

Goed om te realiseren is dat dit criterium een andere invalshoek heeft dan de voorgaande criteria. Dit criterium kijkt naar de warmtetechniek met het oog op heel Meppel en de andere criteria kijken naar de warmtetechniek met het oog op Noordpoort. Het criterium koppelkans bestaande bouw kijkt ernaar of de warmtetechniek uitgebreid kan worden naar de omliggende bestaande bouw. Koppelkans Meppel Energie kijkt naar de kans dat de warmtetechniek mogelijkheid heeft om Meppel Energie te versterken.

Bij de beoordeling van de koppelkans bestaande bouw wordt er gekeken naar de mate waarin de warmtetechniek zich leent om de bestaande bouw aan te sluiten op de warmtetechniek. Hierbij wordt gekeken naar het temperatuurniveau van de warmte die de warmtetechniek heeft en of het een collectieve warmtetechniek is. Per definitie heeft een individuele warmtetechniek geen koppelkans en krijgt deze warmtetechniek een 1. Een warmtetechniek krijgt een 5 wanneer de warmtetechniek een collectieve techniek is met een temperatuurniveau van minimaal 70°C.

De koppelkans Meppel Energie wordt beoordeeld op het feit of de warmtetechniek gebruik kan maken van de kennis die is opgedaan bij Meppel Energie en gebruik kan maken van de organisatiestructuren van Meppel Energie. Omdat dit niet een doel op zich is, kan hier maar maximaal 3 punten worden gegeven wanneer de warmtetechniek raakvlakken heeft met Meppel Energie en krijgt de warmtetechniek 1 punt wanneer die raakvlakken er niet zijn.

2. Warmtetechniek

Dit hoofdstuk geeft veralgemeniseerde/gangbare¹ warmteconcepten weer die kunnen worden toegepast bij nieuwbouwprojecten. De warmteconcepten worden in bijlage 2 'Warmteconcepten uitgelegd' uitgebreid behandeld.

Gangbare warmteconcepten

De totale set van gangbare warmteconcepten zijn²:

- A. Individuele buitenluchtwarmtepomp met koeling.
- B. Individuele bodemlussen met bodemwarmtepomp met koeling.
- C. ZLT-warmtenet met individuele bodemwarmtepomp met koeling.
- D. LT-warmtenet met elektrische naverwarming van tapwater in de woning (met een zogenaamde TE-booster) zonder koeling.
- E. LT-warmtenet met elektrische naverwarming van tapwater in de woning (met een zogenaamde TE-booster) met koeling.
- F. LT-warmtenet met boosterwarmtepomp in de woning voor warm tapwater zonder koeling.
- G. LT-warmtenet met boosterwarmtepomp in de woning voor warm tapwater met koeling.
- H. MT-warmtenet zonder koeling.
- I. MT-warmtenet met koeling.

Vanuit de totale set van gangbare warmteconcepten is op basis van de expert opinion vijf kansrijke warmteconcepten gekozen. In hoofdstuk 3 wordt de beoordeling van de vijf kansrijke warmteconcepten aan de hand van de hierboven beschreven criteria behandeld. De keuze om te komen tot de vijf warmteconcepten staat hieronder beschreven.

Keuze warmteconcepten

De eerste twee concepten in de lijst (A en B) zijn individuele oplossingen en drie tot en met negen (D tot en met I) zijn collectieve oplossingen. DWA ziet dat ontwikkelaars beide individuele warmtetechnieken toepassen bij nieuwbouw.

Bij collectief kiezen we om alle temperatuurniveaus (MT, LT en ZLT) te onderzoeken, omdat DWA in de markt ziet dat ontwikkelaars alle opties bekijken. Verder, gezien de hogere temperaturen in het land (klimaatverandering) wordt koeling steeds belangrijker en daarom verwacht DWA dat in toekomstige ontwikkelingen koeling in de woningen minimaal als wens en wellicht als eis wordt gezien. Hierdoor verdiepen we de warmteconcepten die koeling hebben. De individuele technieken kunnen ook koelen.

De verschillen in de TE-booster³ en boosterwarmtepomp⁴ zijn de grootte van de installatie (ruimtegebruik), investeringskosten en het energiegebruik. DWA ziet in de markt dat ontwikkelaars kiezen voor die systemen die weinig ruimte innemen en lagere investeringskosten met zich meebrengen. Daarom kiezen we ervoor om de variant met de TE-booster verder uit te werken.

¹ De warmteconcepten zijn op werkingsprincipe veralgemeniseerd. Binnen een warmteconcept zijn er echter nog verschillende technische keuzes mogelijk. Al deze verschillende nuances zijn te gedetailleerd (en geven te veel ruis) voor een eerste verkenning. DWA heeft de meest gangbare werking van de warmteconcepten beschreven.

² In deze notitie wordt als uitgangspunt gehanteerd dat het hele gebied hetzelfde warmteconcept krijgt. Dit is voor de eerste verkenning een gangbaar uitgangspunt. Een ontwikkelaar kan in een later stadium van het project verschillende warmteconcepten kiezen naar gelang de voordelen van de techniek ten opzichte van de nadelen en het type woning. Een voorbeeld: er komt een MT-warmtenet voor de appartementen en een individuele buitenluchtwarmtepomp voor de grondgebonden woningen.

³ Zie bijlage 2 hoofdstuk D voor uitleg van de TE-booster

⁴ Zie bijlage 2 hoofdstuk F voor uitleg van de boosterwarmtepomp

Kansrijke warmteconcepten

Op basis van voorgaande afwegingen beschouwen we de volgende warmteconcepten als kansrijk:

- 1 Individuele buitenluchtwarmtepomp (techniek A)
- 2 Individuele bodemplussen met bodemwarmtepomp (techniek B)
- 3 ZLT-warmtenet met bodemwarmtepomp met koeling (techniek C)
- 4 LT-warmtenet met TE-booster met koeling (techniek E)
- 5 MT-warmtenet met koeling (techniek I)

Let op: alle gekozen warmteconcepten kunnen koelen. Voor de leesbaarheid wordt de annotatie 'met koeling' niet overal meer in de technieknaam opgenomen.

In het volgende hoofdstuk beoordelen we deze kansrijke warmteconcepten op basis van de criteria zoals in voorgaande beschreven.

3. Multi-criteria analyse

In de multi-criteria analyse worden de kansrijke warmteconcepten uit hoofdstuk 2 beoordeeld aan de hand van de criteria uit hoofdstuk 1. De beoordeling bestaat uit een puntentoekenning tussen 1 en 5 punten per criterium. Hoe de puntentoekenning tot stand is gekomen is beschreven in hoofdstuk 1. Het afwegingskader met de puntentoekenning per criterium staat in bijlage 1.

Naast een puntentoekenning wordt er een zogenaamde weging toegepast. De weging is in dit geval opgesteld vanuit de combinatie van het perspectief van de gemeente, bewoner, ontwikkelaar en onafhankelijk adviseur. Het zwaartepunt van de weging ligt bij drie elementen: de TCO (totale warmtekosten), de bewonerservaring en de CO₂-uitstoot. Er wordt minder zwaarte gegeven aan flexibiliteit, organisatie van warmtetechniek en koppelkans. Dit omdat de risico's/moeilijkheden die met deze criteria meekomen sterk verminderd worden door een goede project organisatie. In bijlage 1 is een overzicht gegeven van de wegingsfactoren die bij de verschillende criteria gehanteerd zijn. Het resultaat van de confrontatie van de warmteconcepten, de puntentoekenning aan de hand van de criteria en de weging, is in onderstaand overzicht weergegeven.

Uitkomst multi-criteria analyse	Buitenlucht-warmtepomp	Bodemplussen met bodemwarmtepomp	ZLT-warmtenet met bodemwarmtepomp	LT-warmtenet met TE-booster	MT-warmtenet
Totaal punten	313	351	339	353	365
Delta	53	14	26	12	0
Cijfer	4,42	4,85	4,71	4,87	5,00

Op basis van de uitkomsten wordt geconcludeerd dat het MT-warmtenet met koeling (techniek I) de voorkeur heeft, zeker voor gebieden met een hoge woningdichtheid en gestapelde bouw. Voor individuele woningen die op relatief grote afstand van elkaar staan is de individuele warmtepomp met bodemplussen een goede oplossing. Wat deze methode ook laat zien zijn de aandachtspunten per warmtetechniek. De aandachtspunten zijn die criteria waarop de warmtetechniek relatief laag scoort in het afwegingskader. Hieronder is weergegeven wat de punten zijn van het MT-warmtenet met koeling per criterium.

	MT-warmtenet
Totale warmtekosten (TCO)	5,0
CO₂-uitstoot en energiegebruik	2,5
Ruimtegebruik	2,3
In de woning/gebouw	4
In de straat	1
In de openbare ruimte	2
Geluidsbelasting bij/in de woning	5,0
Netcongestie	3,9
Elektrisch vermogen in winter	3,3
Mogelijkheid tot peakshifting	4,5
Flexibiliteit	1,5
Faseerbaarheid	2
Risico van uitloop	1
Bewonerservaring	3,7
Warmtecomfort	5
Ontzorging	4
Bewoners keuzevrijheid leveranciers	2,0
Organisatie van de warmtetechniek	1,0
Interferentie in de bodem	3,0
Milieubelasting	3,7
Materiaal gebruik	4
Koudemiddel gebruik	4
Recyclebaarheid	3
Koppelkans	4,0
Bestaande bouw	5
Meppel Energie	3

Op basis van de afwegingskader moet er bij het MT-warmtenet met koeling extra aandacht besteed worden aan (dit zijn de criteria met een 2 of minder):

- Ruimtegebruik in de straat en ruimtegebruik in de openbare ruimte
- Flexibiliteit
- Bewoners keuzevrijheid leveranciers
- Organisatie van de warmtetechniek

Andersom geldt ook. De criteria waarop het MT-warmtenet met koeling 4 of hoger scoort zijn de criteria waarop het MT-warmtenet voordeel heeft, dit zijn:

- Totale warmtekosten (TCO)
- Geluidbelasting bij/in de woning
- Mogelijkheid tot peakshifting
- Warmtecomfort en ontzorging
- Materiaal gebruik en koudemiddel gebruik
- Koppelkans met de bestaande bouw

Bijlage 1 – Verdieping Multicriteria analyse

Hieronder is het afwegingskader weergegeven. De beoordeling bestaat uit een puntentoeckenning tussen 1 en 5 punten per criterium en de 'zwaarte' (weging) van het criterium. Hoe de puntentoeckenning tot stand is gekomen is beschreven in hoofdstuk 1. Hoe de zwaarte tot stand is gekomen is beschreven in hoofdstuk 3.

Multi-criteria analyse	Weging	weging subcategorie	Buitenlucht-warmtepomp	Bodemlussen met bodemwarmtepomp	ZL T-warmtenet met bodemwarmtepomp	LT-warmtenet met TE-booster	MT-warmtenet
Totale warmtekosten (TCO) (Bewoners, gebouw, warmtenet)	20		4,1	4,7	4,5	4,9	5,0
CO2/Energiegebruik	15		2,4	5,0	4,4	2,9	2,5
Ruimtegebruik	10		3,2	3,2	2,6	2,7	3,0
In de woning/gebouw		12	2	2	2	3,5	4
In de straat		5	5	5	3	1	1
In de openbare ruimte		3	5	5	4	2	2
Geluidsbelasting bij/in de woning	10		1,0	3,0	3,0	5,0	5,0
Netcongestie	10		2,0	2,5	2,5	3,9	4,2
Elektrisch vermogen in winter		5	2	4	4	3,7	3,3
Mogelijkheid tot peakshifting		15	2	2	2	4	4,5
Flexibiliteit	2,5		4,0	4,0	3,0	1,3	1,3
Faseerbaarheid		2	4	4	3	2	2
Risico van uitloop		3	4	4	3	1	1
Bewonerservaring	15		3,7	3,7	3,2	3,0	3,2
Warmtecomfort		5	4	4	4	4	5
Ontzorging		10	3	3	3	4	4
Bewoners keuzevrijheid leveranciers		15	4,0	4,0	3,0	2,0	2,0
Organisatie van de warmtetechniek	2,5		5,0	4,0	1,0	1,0	1,0
Interferentie in de bodem	5		5,0	1,0	3,0	3,0	3,0
Milieubelasting	7,5		3,7	1,7	3,0	3,0	3,7
Materiaal gebruik		5	4	2	4	2	4
Koudemiddel gebruik		5	2	2	2	4	4
Recyclebaarheid		5	5	1	3	3	3
Koppelkans	2,5		1,0	1,0	3,0	3,0	4,2
Bestaande bouw		3	1	1	3	3	5
Meppel Energie		2	1	1	3	3	3
Totaal	100		313	351	339	353	365
Verskil in punten met hoogste			53	14	26	12	0
Cijfer van 1 tot 5			4,4	4,8	4,7	4,9	5,0

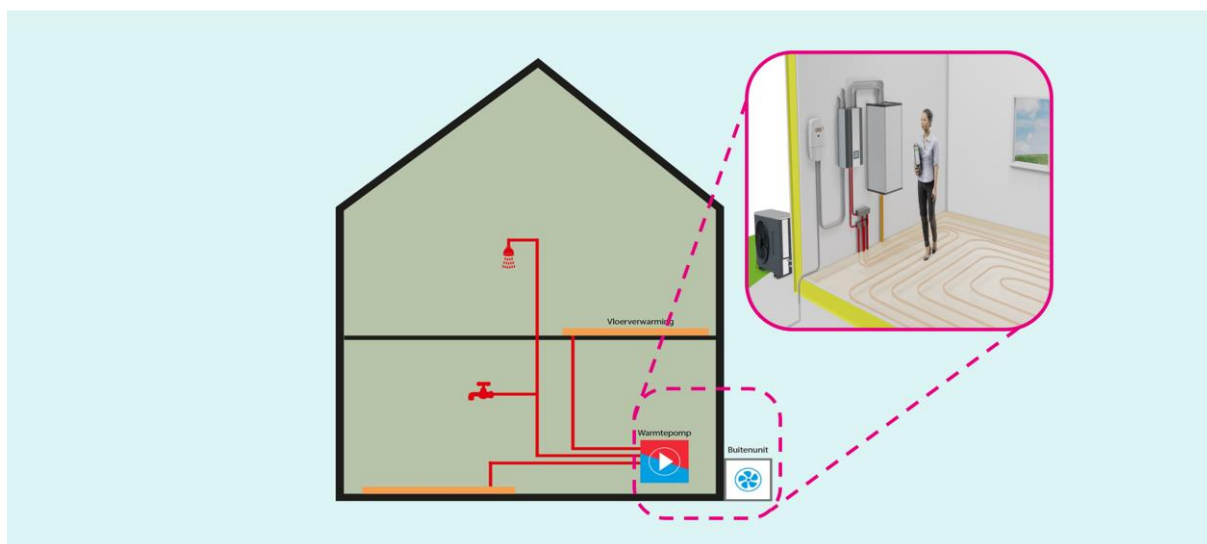
Bijlage 2 - Warmteconcepten uitgelegd

A. Individuele buitenluchtwarmtepomp met koeling

Met dit warmteconcept wordt elk appartementsblok voorzien van een collectieve buitenluchtwarmtepomp en elke grondgebonden woning van een individuele buitenluchtwarmtepomp. Deze buitenluchtwarmtepomp levert de benodigde warmte voor verwarming en warm tapwater. Bij de appartementen wordt voor het leveren van warm tapwater een TE-booster of boosterwarmtepomp geplaatst, zie de warmteconcepten D voor uitleg van de TE-booster en F voor uitleg van de boosterwarmtepomp. Daarnaast levert de individuele buitenluchtwarmtepomp ook in de zomer de koude voor de koeling van de woning. De warmtepomp draait in dat geval als koelmachine. In een appartementsblok kan ook gekoeld worden indien er een koudedistributiesysteem (naast het cv-distributiesysteem) aangebracht wordt.

Het nadeel van dit concept is de relatief hoge elektriciteitsvraag, omdat het rendement in de winter laag is. Dat vraagt dan een hoog elektrisch aansluitvermogen in de winter. Een belangrijk aandachtspunt is de geluidsproductie van de buitenluchtwarmtepompen buiten de woningen. Daarnaast wordt in dit concept de warmte die vrijkomt bij koeling aan de buitenlucht afgegeven. Dit leidt tot een hogere warmtebelasting in de zomer (hittestress).

Een voordeel van dit concept is dat er geen sprake is van collectieve voorzieningen in het gebied. Er is dus geen sprake van voorinvesteringen wanneer het project wordt ontwikkeld in verschillende fases. Ook heeft de individuele buitenluchtwarmtepomp de laagste investeringskosten. Bewoners van koopwoningen kunnen het als prettig ervaren dat de warmtepomp van hen zelf is en dat ze niet gebonden zijn aan een derde partij voor warmte.



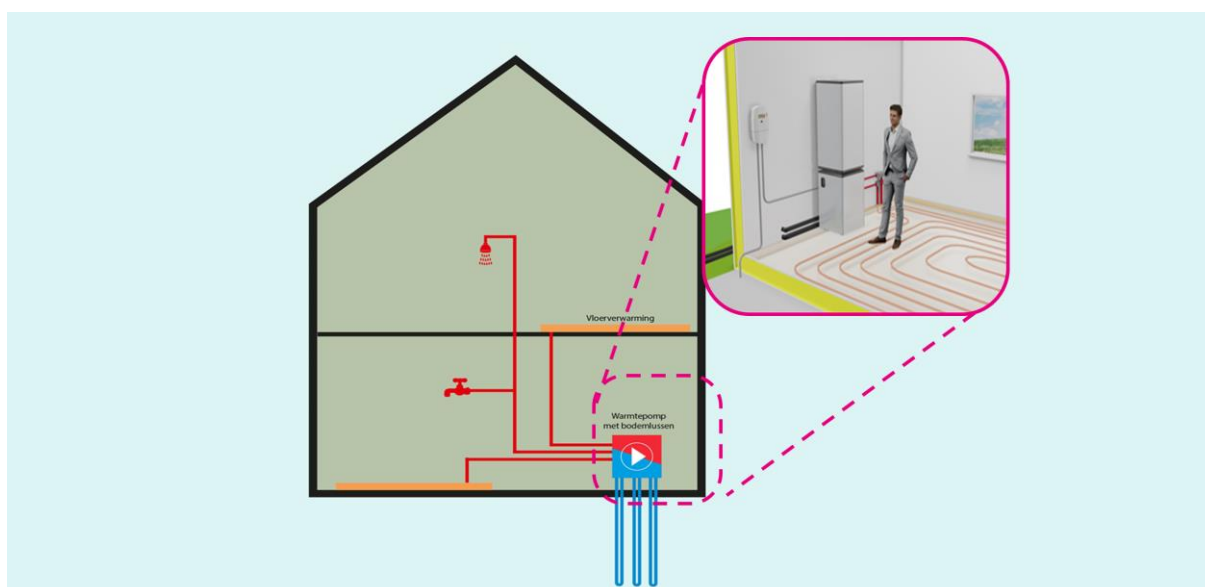
Schetsmatige weergave van het systeem. Alleen het detailplaatje is op schaal

B. Individuele bodemplussen met bodemwarmtepomp met koeling

Hierbij krijgt elk appartement in een appartementsblok en elke grondgebonden woning een eigen warmtepomp in combinatie met een eigen bodemlus voor grondgebonden woningen en (een) collectieve bodemlus(sen) per appartementsblok. De warmtepomp levert de warmte voor ruimteverwarming. Voor tapwater is een tapwaterbuffervat nodig. De warmte voor tapwater wordt opgewekt door de warmtepomp. In de zomer kan de bodemlus ingezet worden voor zeer energie zuinige koeling, in jargon vrije koeling.

Energetisch gezien levert dit concept winst op ten opzichte van de buitenluchtwarmtepomp, omdat met name in de winter het rendement fors beter is en er met de bodemlus zeer energie-efficiënt gekoeld kan worden. Bij kleine bodemsystemen hoeft de bodem niet actief in thermische balans te worden gebracht (regeneratie). Bij geen regeneratie is wel het gevaar dat de bodem te veel afkoelt en dat het systeem energetisch slechter gaat presteren. Door in de zomer te koelen wordt een deel van de onbalans opgeheven. De installateur is verantwoordelijk voor het aantonen dat het ontworpen systeem goed presteert en blijft presteren.

Een voordeel is dat deze optie geen buitenunit nodig heeft waardoor geluidsproductie buiten de woning nihil is. Het voordeel van geen voorinvestering is ook voor dit warmteconcept geldig. Een technische belemmering: de bodemplussen mogen niet te dicht bij elkaar geboord worden, omdat anders te veel interferentie ontstaat in de bodem tussen de lussen. Dit zorgt ervoor dat de bodemplussen sterk verslechterde prestatie leveren. De installateur is verantwoordelijk voor het juist plaatsen van de lussen. Dit is vooral voor appartementsblokken een aandachtspunt. Mogelijk is er niet genoeg ruimte onder het appartementsblok om de lussen te realiseren; voorbeeld appartementen met veel verdiepingen en geen grond rondom het appartement. Het eigendom van de bodemlus en bodemwarmtepomp ligt bij de koper/VVE/verhuurder van de woning.



Schetsmatige weergave van het systeem. Alleen het detailplaatje is op schaal

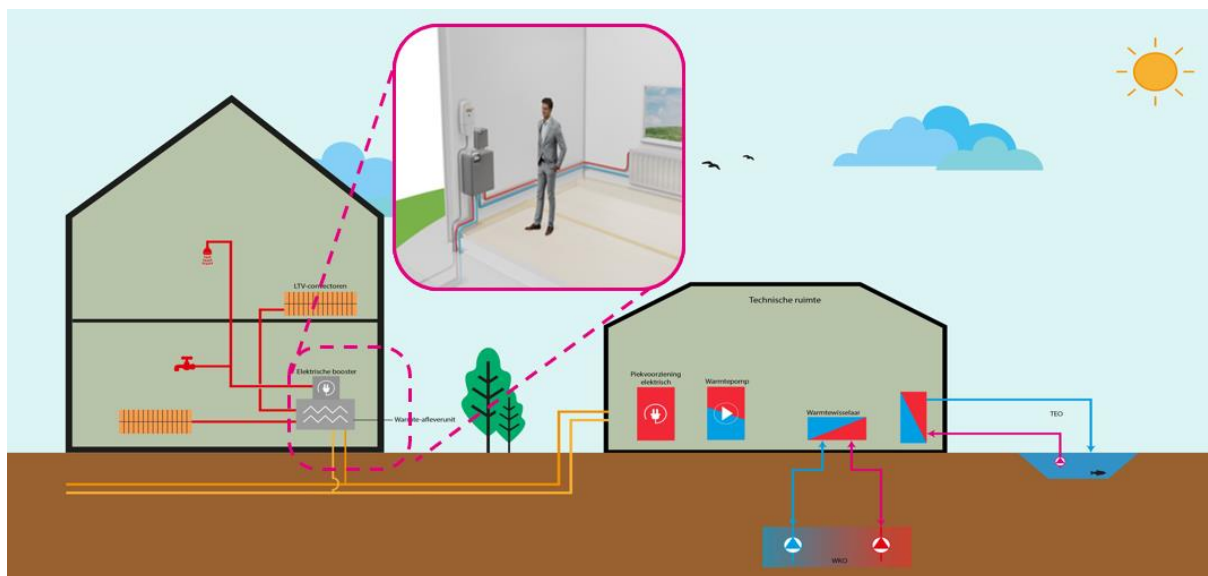
D. LT-warmtenet met TE-booster zonder koeling

Hierbij wordt een wko gerealiseerd van waaruit warmte wordt gewonnen. Deze warmte wordt door collectieve warmtepompen opgewaardeerd naar 50°C (hoog-/midentemperatuur). Per warmteleverancier verschilt het welke configuratie de warmtepompen hebben, maar meestal bestaan de warmtepompen deels uit bodemwarmtepompen en deels uit buitenluchtwarmtepompen met daarbovenop een elektrische piekvoorziening.

Omdat er sprake zal zijn van een onbalans tussen warmte en koude in de wko-bron, is er een regeneratievoorziening nodig. Dit kan door een koppeling aan een centraal TEO-systeem op het 'Politiepat' of de Drentse Hoofdvaart of met een koppeling op de RWZI van Meppel. De warmte komt de grondgebonden woning en het appartement binnen door middel van afleversets. Echter is deze warmte niet geschikt om veilig warm tapwater te produceren. In dit concept wordt naast de afleversets een TE-booster geplaatst.

Een TE-booster is in feite een klein boilervat waar de warmte vanuit het warmtenet opgewaardeerd wordt naar hogere veilige tapwatertemperaturen (> 60°C). Wanneer er warm tapwater gevraagd wordt, stroomt eerst dit hete, veilige water door de leidingen en daarna warm tapwater dat direct wordt gevoed met warmte uit het net, dus met een lagere temperatuur (50°C). De eerste stap wordt thermisch desinfecteren genoemd. Dit systeem voldoet aan de normen voor warm tapwater. Het voordeel van een TE-booster ten opzichte van de warmtepompboiler is het ruimtegebruik. De TE-booster is aanzienlijk kleiner en onderhoudsvriendelijker. Het nadeel is de slechtere energetische prestatie.

Energetisch gezien levert een laagtemperatuurnet voordelen op ten opzichte van een middentemperatuurnet. De voordelen zijn: er zijn minder energieverliezen in het warmtenet en de warmtepompen wekken de warmte efficiënter op. Verder gezien het feit dat het nieuwbouwwoningen zijn met hoge isolatie-eisen is hoog temperatuur ook helemaal niet noodzakelijk om de woningen comfortabel warm te krijgen. Het nadeel ten opzichte van een middentemperatuurnet is dat er een warmtepompboiler in de woningen komt. Dit zorgt voor meer ruimtegebruik en onderhoud achter de voordeur. Als laatste zal het warmtenet voor een groot deel voorgefinancierd moeten worden.

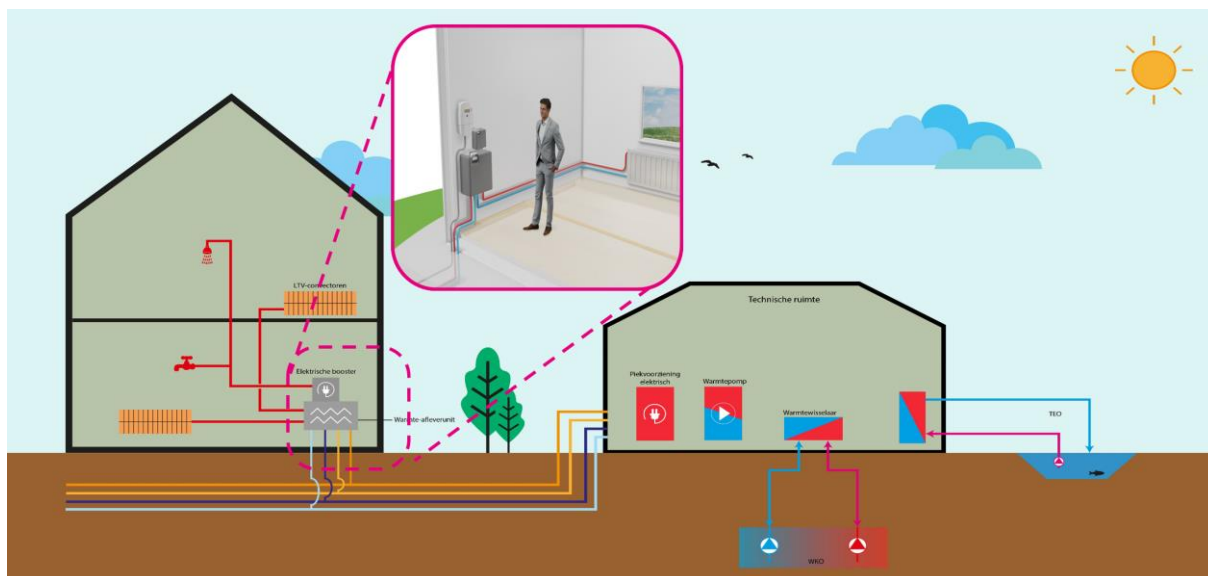


Schetsmatige weergave van het systeem. Alleen het detailplaatje is op schaal

E. LT-warmtenet met TE-booster met koeling

Dit concept heeft hetzelfde verwarmingsprincipe en voor- en nadelen als het laagtemperatuurwarmtenet, zoals beschreven bij D.

Het voordeel van dit systeem met koeling ten opzichte van hetzelfde systeem zonder koeling, is dat de comfortbeleving van de bewoners omhooggaat door koelen. Verder voldoen ontwikkelaars met actieve koeling aan de maximale temperatuuroverschrijdingseis die wordt voorgeschreven in de energielabelmethodiek. Hierdoor hoeven ontwikkelaars geen maatregelen te treffen in de woning om te voldoen aan de eis. Dit scheelt in de ontwikkelkosten. Koeling heeft ook een positieve impact op de warmte-/koudebalans in de wko. Hierdoor hoeft er minder energie verbruikt te worden om de wko in balans te maken. Het nadeel zijn de fors hogere investeringskosten voor het warmtebedrijf. Echter kunnen deze kosten door koude-vastrecht verrekend worden met de bewoners.

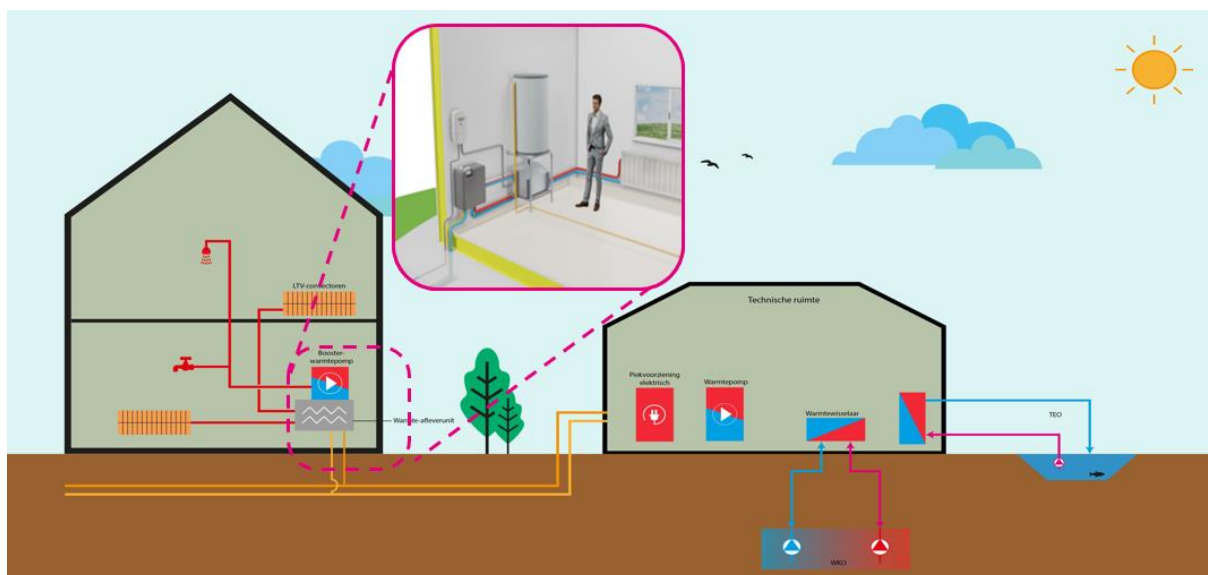


Schetsmatige weergave van het systeem. Alleen het detailplaatje is op schaal

F. LT-warmtenet met boosterwarmtepomp zonder koeling

Dit concept heeft hetzelfde verwarmingsprincipe en voor- en nadelen als het laagtemperatuurwarmtenet, zoals beschreven bij D. Wel is de in dit concept een boosterwarmtepomp gebruikt voor veilig bereiden van warm tapwater in plaats van een TE-booster.

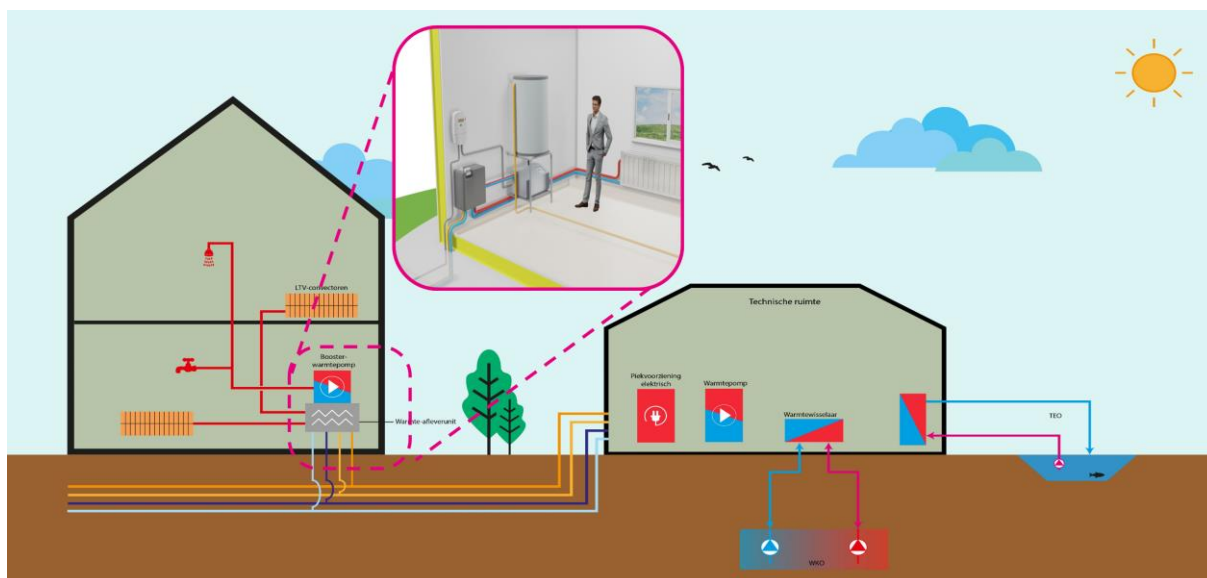
Een boosterwarmtepomp is in feite een aangepaste kleine bodemwarmtepomp met daarbij een boilervat. Het voordeel van de boosterwarmtepomp over een TE-booster is het hoge energetische rendement. Wel neemt een boosterwarmtepomp dezelfde ruimte in als een normale bodemwarmtepomp met boilervat. Dit is dus aanzienlijk meer dan een TE-booster. Daarbij komt dat de investering in een boosterwarmtepomp ook hoger is dan de TE-booster.



Schetsmatige weergave van het systeem. Alleen het detailplaatje is op schaal

G. LT-warmtenet met boosterwarmtepomp met koeling

Dit concept heeft hetzelfde verwarmingsprincipe en voor- en nadelen als het laagtemperatuurwarmtenet, zoals beschreven bij punt F en hetzelfde koelingsprincipe met dezelfde voor- en nadelen, zoals beschreven bij punt E.

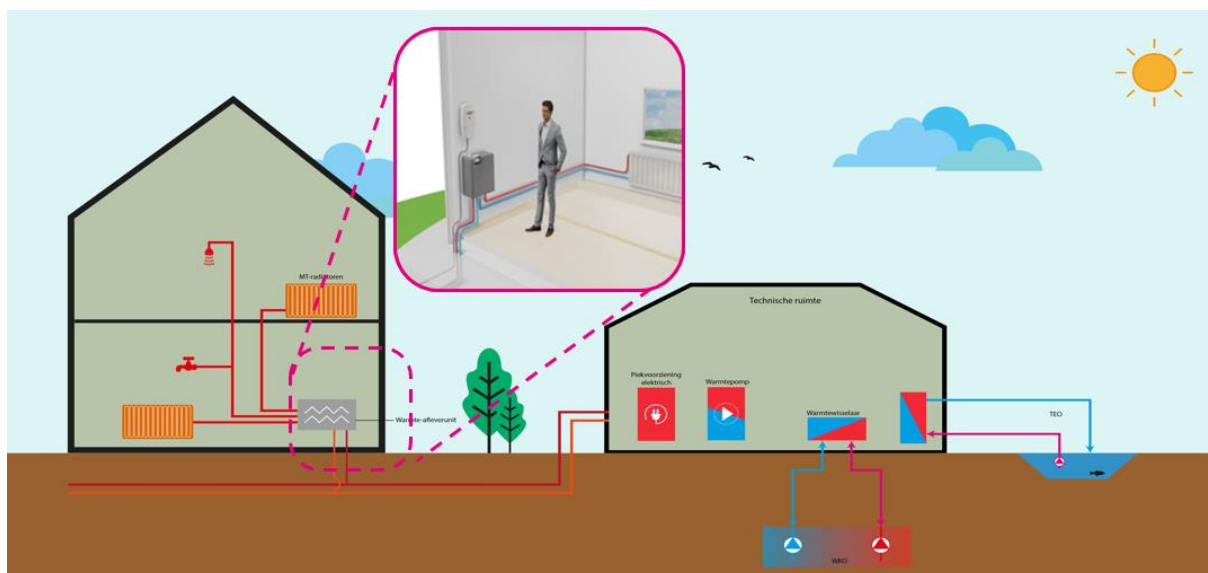


Schetsmatige weergave van het systeem. Alleen het detailplaatje is op schaal

H. MT-warmtenet zonder koeling

Hierbij wordt een wko gerealiseerd van waaruit warmte wordt gewonnen. Deze warmte wordt door collectieve warmtepompen opgewaardeerd naar een temperatuur van maximaal 80°C (midden temperatuur). Per warmteleverancier verschilt het welke configuratie de warmtepompen hebben, maar meestal bestaan de warmtepompen deels uit bodemwarmtepompen en deels uit buitenluchtwarmtepompen met daarbovenop een elektrische piekvoorziening. Omdat er sprake zal zijn van een onbalans tussen warmte en koude in de wko-bron, is er een regeneratievoorziening nodig. Dit kan door een koppeling aan een centraal TEO-systeem op het 'Politiegat' of de Drentse Hoofdvaart of met een koppeling op de RWZI van Meppel. De warmte komt de grondgebonden woning en het appartement binnen door middel van afleversets.

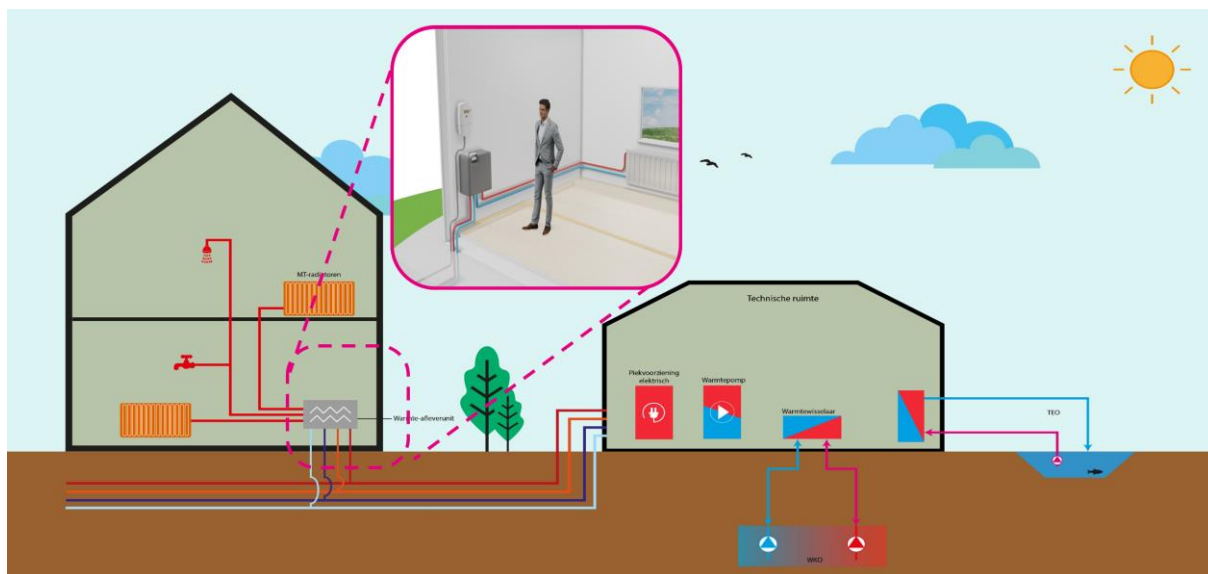
Het grootste voordeel van dit concept is dat hoogwaardige warmte (>60°C) direct beschikbaar is voor veilige tapwaterbereiding. Dit zorgt voor minimale techniek in de woningen. Ontwikkelaars en verhuurders vinden dit aantrekkelijk, doordat ontwikkelaars minder ruimte hoeven te reserveren voor techniek en dus meer gebruiksoppervlakte kunnen verkopen en verhuurders hoeven hierdoor nauwelijks achter de voordeur te komen voor onderhoud. Hiertegenover staan relatief slechte energetische prestaties. Ten eerste omdat er jaarrond tapwatervraag is, moet het warmtenet jaarrond op hoge temperatuur zijn. Dit zorgt voor warmteverlies in het warmtenet. Ten tweede is midden temperatuur opwekken met warmtepompen minder energie efficiënt dan laag temperatuur opwekking (dit is een natuurkundig principe, namelijk van de carnot efficiency). Als laatste zal het warmtenet voor een groot deel voorgefinancierd moeten worden.



Schetsmatige weergave van het systeem. Alleen het detailplaatje is op schaal

I. MT-warmtenet met koeling

Dit concept heeft hetzelfde verwarmingsprincipe en voor- en nadelen als het middentemperatuurwarmtenet, zoals beschreven bij H en hetzelfde koelingsprincipe met dezelfde voor- en nadelen, zoals beschreven bij E.



Schetsmatige weergave van het systeem. Alleen het detailplaatje is op schaal