Gemeente Maastricht

> RETOURADRES Postbus 1992, 6201 BZ

BEZOEKADRES
Mosae Forum 10
6211 DW Maastricht

POSTADRES
Postbus 1992
6201 BZ

Aan de dames en heren,
leden van de gemeenteraad

ONDERWERP	DATUM	BIJLAGEN
Haalbaarheidsonderzoek warmtenet TregaZinkwit	10 september 2025 Verzonden: 11-09-2025	1
BEHANDELD DOOR	TELEFOONNUMMER	ONZE REFERENTIE
MGW (Mathieu) Cock, de	06 25525663	Raadsvoorstel 71-2025 Principebesluit warmtenet TregaZinkwit 2025.03213
E-MAILADRES	FAXNUMMER	UW REFERENTIE
Mathieu.de.Cock@maastricht.nl		--

Raadsinformatiebrief

Geachte raadsleden,

In de domeinvergadering fysiek van 2 september jl. is inzage gevraagd in het uitgevoerde haalbaarheidsonderzoek voor warmtenet TregaZinkwit. Naar aanleiding van dit verzoek laat ik u het in opdracht van Enpuls Warmte Infra ("Enpuls") en Gemeente Maastricht opgestelde Schetsontwerp warmtenet TregaZinkwit Maastricht toekomen (het "Haalbaarheidsonderzoek", zie bijlage).

Zoals beschreven in het Memorandum behorende bij het Principebesluit warmtenet TregaZinkwit (het "Memorandum") zijn met Enpuls 6 varianten voor een warmtenet uitgewerkt. Deze zijn beschreven in het Haalbaarheidsonderzoek dat op 12 mei 2025 is opgeleverd.

Variant 7a,b staat niet in dit rapport. Deze variant is een optimalisatie die is ontstaan door variant 3 en 6 uit het Haalbaarheidsonderzoek te combineren. Door deze combinatie scoort deze variant gelijkmatig en hoog op vrijwel alle criteria (netcongestie, CO2-emissie, koeling, leveringszekerheid etc.) waarmee de verschillende varianten met elkaar vergeleken zijn, zie paragraaf 3.2 op pagina 15 van het Memorandum. Bij deze variant is ook rekening gehouden met een alternatief voor een gas gestookte piek- en backup voorziening voor het warmtenet. Het warmtenet mag vanwege de milieuvergunning geen stikstof uitstoten. Ten tijde van het opstellen van het Haalbaarheidsonderzoek was dit nog niet bekend.

De leveringszekerheid van zowel Koninklijke Mosa b.v. ("Koninklijke Mosa") als rioolwaterzuiveringsinstallatie Limmel ("RWZI Limmel") is groot, omdat voor beide organisaties de continuïteit van hun processen van groot belang is. Bij de weging van de warmtebronnen (leveringszekerheid) op lange termijn spreekt voor zich dat de RWZI Limmel in stand blijft zolang mensen aan de oostelijke kant van Maastricht wonen en werken. Bij de Koninklijke Mosa bepalen andere factoren de beschikbaarheid van de restwarmte in de toekomst.

De volgende stap in het proces is de uitwerking van een voorontwerp van het warmtenet op basis van RWZI Limmel en Koninklijke Mosa als uitgangspunt voor de warmtelevering.

DATUM
10 september 2025

Voor de openbaarmaking van het Haalbaarheidsonderzoek ben ik Enpuls, Waterschap Limburg en Koninklijke Mosa erkentelijk voor hun medewerking ten behoeve van het democratische besluitvormingsproces.

Hoogachtend,

John Aarts,
Wethouder Mobiliteit, Stadsbeheer, Vastgoed, Duurzaamheid en Hospitality

Raadsinformatiebrief

Schetsontwerp warmtenet TregaZinkwit Maastricht

Gemeente Maastricht

12 mei 2025

Leeswijzer: klik op bovenstaande inhoudsopgave om snel te kunnen schakelen tussen de hoofdstukken.
In de hoofdstukken kunt u bladeren door de pijlen links (vorige pagina) en rechts (volgende pagina).

innoforte sustainable value

enpuls warmte infra

Schetsontwerp warmtenet TregaZinkwit Maastricht

Opdrachtgever: Enpuls en gemeente Maastricht

Contactpersonen Enpuls: Bart Bogaerts
Emiel Zwiep
Matthias Peters
Martijn Wenmeckers

Contactpersonen Gemeente: Peter Out
Mathieu de Cock
Audrey Luhulima

Status rapport: definitief

Datum: 12 mei

Contactpersonen Innoforte: Wim Mans
Han Verheul
Max Verwoerdt
Sander van Beuningen

Adviesbureau Innoforte is sinds 2003 actief met het ondersteunen van overheden, ontwikkelaars en warmtebedrijven op het gebied van beleid, ontwikkeling en exploitatie van duurzame warmte- en koudesystemen. Onze missie is bij te dragen aan transparante, duurzame meerwaarde voor alle betrokkenen. De naam Innoforte is een acroniem en staat voor **INNO**vating **FO**r **R**enewable **T**hermal **E**nergy. Wij zijn creatieve denkers met een brede kennis van de warmtemarkt en een gezonde dosis ambitie. Onze dienstverlening bestaat uit:

- planvorming: conceptontwikkeling en haalbaarheidsstudies
- samenwerking: procesbegeleiding, aanbesteding en contractvorming
- businesscases: inrichting control, tarieven en financiering
- wetten en normen: compliance en certificaten
- audits: risk assessment en due diligence

Uitgangspunten

Gebied en gebouwen:
- Studie gericht op het ontwikkelingsgebied TregaZinkwit. Het betreft fase 1a, 1b en fase 2 (1.108 woningen)
- Nabijgelegen bestaande wijken Limmel en Nazareth niet meegenomen in de berekeningen.
- Koeling voor sociale woningbouw wenselijk, voor koopwoningen zeer wenselijk.

Warmtebronnen:
- Koninklijke Mosa BV.
- RWZI Limmel (rioolwaterzuiveringsinstallatie).
- Warmte Koude Opslag (WKO) is niet mogelijk.

Concepten:
- Zeer Lage Temperatuur (ZLT), Lage Temperatuur (LT) en Midden Temperatuur (MT) concepten.

Economische uitgangspunten:
- Vermogenskostenvoet van 6%.
- Huidige energieprijzen, prijspeil Q1 2025

Uitgangspunten

Afwegingscriteria en weging

In deze variantenstudie worden meerdere concepten voor verwarming en koeling van de woningen onderzocht. Zie hoofdstuk concepten voor een beschrijving van deze concepten. Deze concepten zijn technisch-economisch uitgewerkt tot een schetsontwerp. In het hoofdstuk MCA (Multi Criteria Analyse) worden de concepten geëvalueerd aan de hand van een aantal criteria met corresponderende wegingsfactoren. De criteria en de hoogte van de wegingsfactoren zijn gebaseerd op een gemiddelde van de opgaven van de beleidsmedewerkers van gemeente Maastricht en besproken met Enpuls. Deze laatste is de beoogde partner voor de realisatie van de warmte (en koude) systemen. De criteria en de wegingsfactoren zijn als volgt (in volgorde van afnemend gewicht):

- **Netcongestie/aansluitvermogen**. Het elektrische aansluitvermogen van de installaties is van groot belang. Enexis heeft aangegeven dat het benodigde vermogen voor dit project ook van belang is voor de elektriciteitsvoorziening elders in Maastricht. De wegingsfactor is hoog: 9,4
- **Koude**. Koudelevering is voor nieuwbouw niet noodzakelijk. De bouwregelgeving stelt echter wel eisen aan de maximale binnentemperatuur in de zomer, de zogenaamde TO juli eis. Praktisch gesproken betekent dit dat de keuzemogelijkheid bestaat tussen bouwkundige en installatietechnische maatregelen om de temperatuur in de woning in de zomer te beperken: dakoverstekken, oriëntatie ramen, zomernacht ventilatie, buitenzonwering en dergelijken. Met name in appartementen is dit in de praktijk erg lastig. Vanwege de koelmogelijkheden van de referentie (individuele warmtepomp per woning), de moeilijkheid om aan de TO-juli eis te voldoen bij appartementen en de comforteisen van de bewoners wordt de mogelijkheid van koudelevering hoog gewaardeerd in de weging: een factor 9.
- **Leveringszekerheid.** De betrouwbaarheid van de energievoorziening is een gevolg van de technische robuustheid van het ontwerp, maar ook met de beschikbaarheid van de warmtebron op korte en, met name, lange termijn. De wegingsfactor van leveringszekerheid is hoog: 8,8
- **Effectief gebruik bronnen.** Duurzame en betaalbare warmtebronnen zijn schaars en dus van groot belang voor de toekomstige energievoorziening van heel Maastricht. Naarmate wijken ouder zijn, is de warmtevraag relatief hoog en is er veelal ook behoefte aan een hogere temperatuur van de warmtebron. Gemeente Maastricht heeft daarom een voorkeur voor de inzet van lage temperatuurbronnen voor nieuwbouw en midden temperatuurbronnen voor bestaande wijken. De wijze waarop de inzet van warmtebronnen voor Trega/Zinkwit past in de transitie van heel Maastricht wordt relatief zwaar gewogen: factor 8,2.
- **Kosten**. De kosten worden berekend door de kapitaallasten (rente en afschrijving) van alle investeringen, de kosten voor beheer, onderhoud en organisatie (facturatie) en de energiekosten voor elk concept te berekenen per gemiddelde woning per jaar. Deze kosten worden ook wel TCO genoemd: Total Costs of Ownership. De weging van de kostenfactor is met 6,4 relatief hoog.

Uitgangspunten

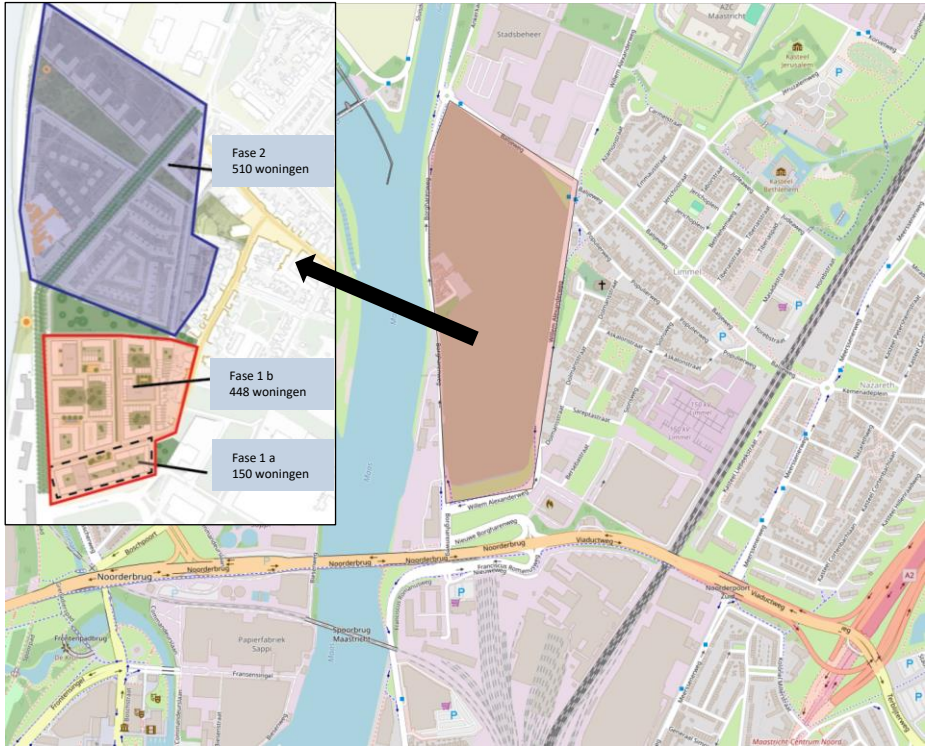
- **Doorkijk groei bestaande bouw.** Gemeente Maastricht acht de ontwikkeling van een warmtenet voor dit project belangrijk als daarmee mogelijkheden worden verruimd voor de uitbreiding van dit warmtenet richting nabijgelegen wijken als Limmel en Nazareth. Een en ander heeft nog wel te maken met het te kiezen temperatuurregime en de warmtebronnen. De weging van dit criterium is gemiddeld: factor 6,2
- **Bewezen techniek/ risico's innovatie.** De vraag naar koude zonder de inzet van opslag in de bodem (WKO) kan creativiteit en innovaties vergen. Dit kan een extra risico opleveren met betrekking tot bijvoorbeeld onvoorziene kosten of een lagere leverbetrouwbaarheid. In een volgende fase kunnen deze risico's nader worden onderzocht en geborgd. De wegingsfactor is gemiddeld: factor 6.
- **Beheer warmtecentrales**. De mogelijkheden, moeite en kosten voor beheer, onderhoud en storingsopvolging zijn afhankelijk van het aantal en de plaats van de installaties. Hoe centraler en grootschaliger de installaties, hoe meer mogelijkheden voor optimalisatie en hoe gemakkelijker het beheer kan plaatsvinden. Indien de installaties (deels) in de woningen staan is het beheer een stuk moeilijker. Dit laatste is eventueel op te lossen in de vorm van aparte toegangsdeuren voor de installaties per woning. De wegingsfactor is niet zo hoog: 2,8.
- **Ruimtelijke inpassing gebied**. Maatregelen op gebiedsniveau zijn bijvoorbeeld een warmtecentrale en een warmtenet. Met name de plaatsing van een warmtecentrale heeft een negatieve invloed op de ontwikkelmogelijkheden op gebiedsniveau. De wegingsfactor is echter niet zo hoog: 2,6.
- **Ruimtelijke inpassing gebouw/woning**. Techniek te plaatsen in een appartementsgebouw kan ten koste van het aantal te realiseren woningen. De plaatsing van een (booster) warmtepomp en boilervat in een nieuwbouwwoning vergt ook de nodige ruimte. De wegingsfactor is relatief laag: 2,6
- **CO2 emissie**. Deze is berekend volgens de methode NTA 8800 (wettelijke norm gehanteerd bij nieuwbouw). De weging van de CO2 emissie is relatief laag (factor 2,4). De reden is dat in alle concepten sprake is van de inzet van elektriciteit welke in de toekomst zal bestaan uit 100% duurzame energie. Een hogere CO2 emissie is daarom slechts tijdelijk, terwijl het elektriciteitsverbruik ook wordt meegewogen in twee andere criteria: kosten en netcongestie.
- **Klimaatbestendigheid/hittestress**. Een uitgangspunt voor het project is dat het gebruik van bodemenergie niet mogelijk is. Indien de bij de koudeproductie vrijgekomen warmte aan de lucht nabij de woning wordt afgestaan, kan op windstille dagen extra warmte ophoping in de buitenruimte ontstaan. Een en ander heeft nog wel te maken met de plaatsing van de luchtkoelers. De weging van dit criterium is laag: een factor 1,6
- **Geluid.** Een warmtepomp in de woning zorgt voor een mogelijk (kleine) geluidsbron die echter goed is in te passen. Er zijn echter ook geluidsbronnen buiten die hinderlijk kunnen zijn: luchtkoelers of luchtwarmtepompen. Vanwege de mogelijke technische oplossingen is de weging van dit criterium erg laag: 1,6

Gebied en gebouwen

- Het ontwikkelgebied TregaZinkwit is opgedeeld in 2 fases. Er zijn twee varianten ontwikkeld die slechts weinig van elkaar verschillen. We gaan in deze studie uit van het minimale scenario. Fase 1 bevat 598 woningen en fase 2 bevat 510 woningen, in totaal 1.108 woningen. De woningen bestaan uit appartementen en verschillende typen grondgebonden woningen.

		m² GBO	m² BVO	Minimum-variant
EGW				
rijwoning	duur 3 laags plat	122	147	208
eindwoning	2 laags plat			
eindwoning	duur 3 laags plat	122	151	69
2-kapper		150	200	33
Patio	2 laags	114	139	43
vrijstaand		200	267	0
rijwoning	middeldure huur	77	102	0
SUBTOTAAL				**353**
MGW				
appartementen	studenten	18	24	0
appartementen	sociaal	50	67	222
appartementen	middeldure huur	55	74	102
appartementen	koop	50	68	60
appartementen	koop	60	81	171
appartementen	koop	75	101	0
appartementen	koop	90	122	0
appartementen	koop	100	135	93
appartementen	koop	110	149	89
appartementen	koop	130	173	0
penthouse	koop	200	263	18
SUBTOTAAL				**755**
TOTAAL				**1.108**

Bij de maximale variant worden 60 reguliere appartementen omgezet naar 180 studentenwoningen



Warmte-en koudevraag

- Voor de warmte en koude vraag zijn de uitgangspunten in de volgende tabel weergegeven. De uitgangspunten voor warmtapwater zijn in de tweede tabel apart weergegeven.

Uitgangspunten warmtevraag	Ruimteverwarming MJ/m2	Ruimteverwarming kW/m2	Tapwater kW/woning	Koudevraag MJ/m2	Koudevraag kW/m2
Appartement	108	0,030	24	54	0,02
Grondgebonden	120	0,035	24	54	0,02

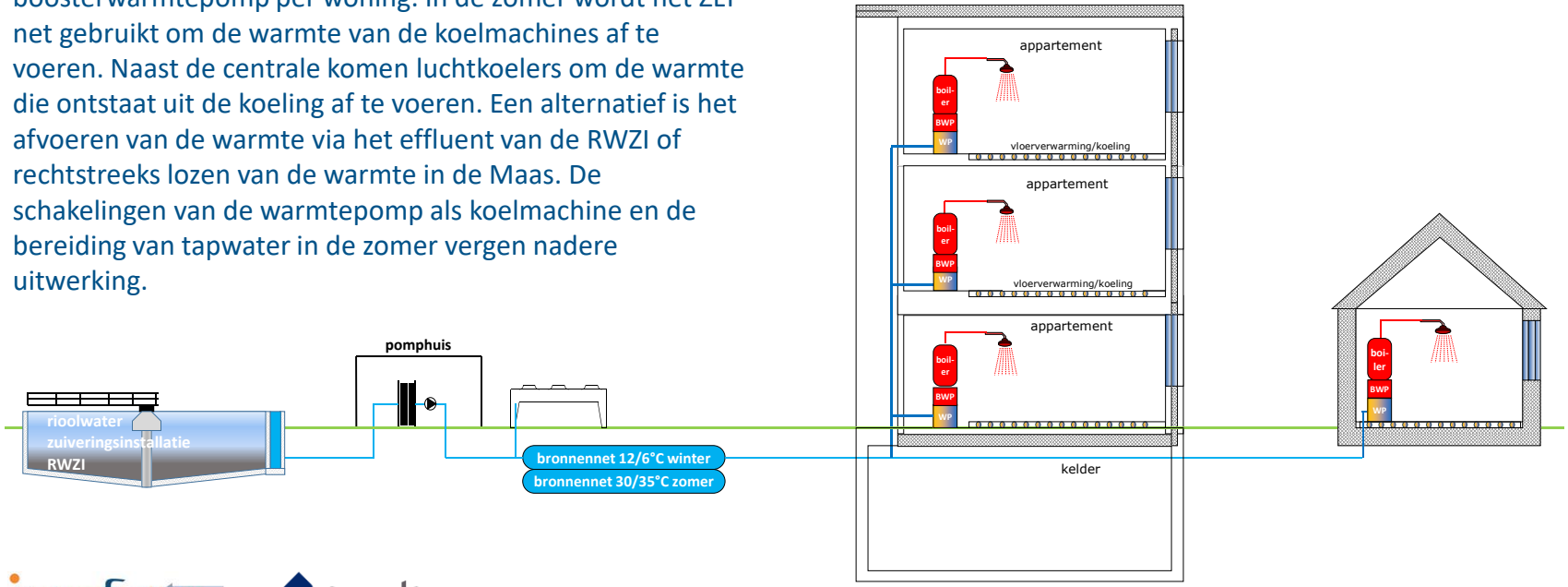
warmtapwater	Warmtevraag GJ/jaar
Rijwoning	7,5
2-o-1 kapwoning	7,5
Appartement	5,0
Penthouse	7,5

- De totale warmtevraag en koudevraag is in onderstaande tabel weergegeven.

Uitgangspunten warmtevraag	Warmtevraag GJ totaal	Warmtevraag kW totaal gelijktijdig*	Koudevraag GJ totaal	Koudevraag kW totaal
Grondgebonden	7.891	1.707	2.357	698
Appartementen	9.516	1.876	2.844	843
Gebouwen totaal	**17.407**	**2.508**	**5.201**	**1.541**
* gelijktijdig vermogen telt niet op tot het totaal vanwege de gelijktijdigheid in ruimteverwarming en tapwater				

Concept 1:

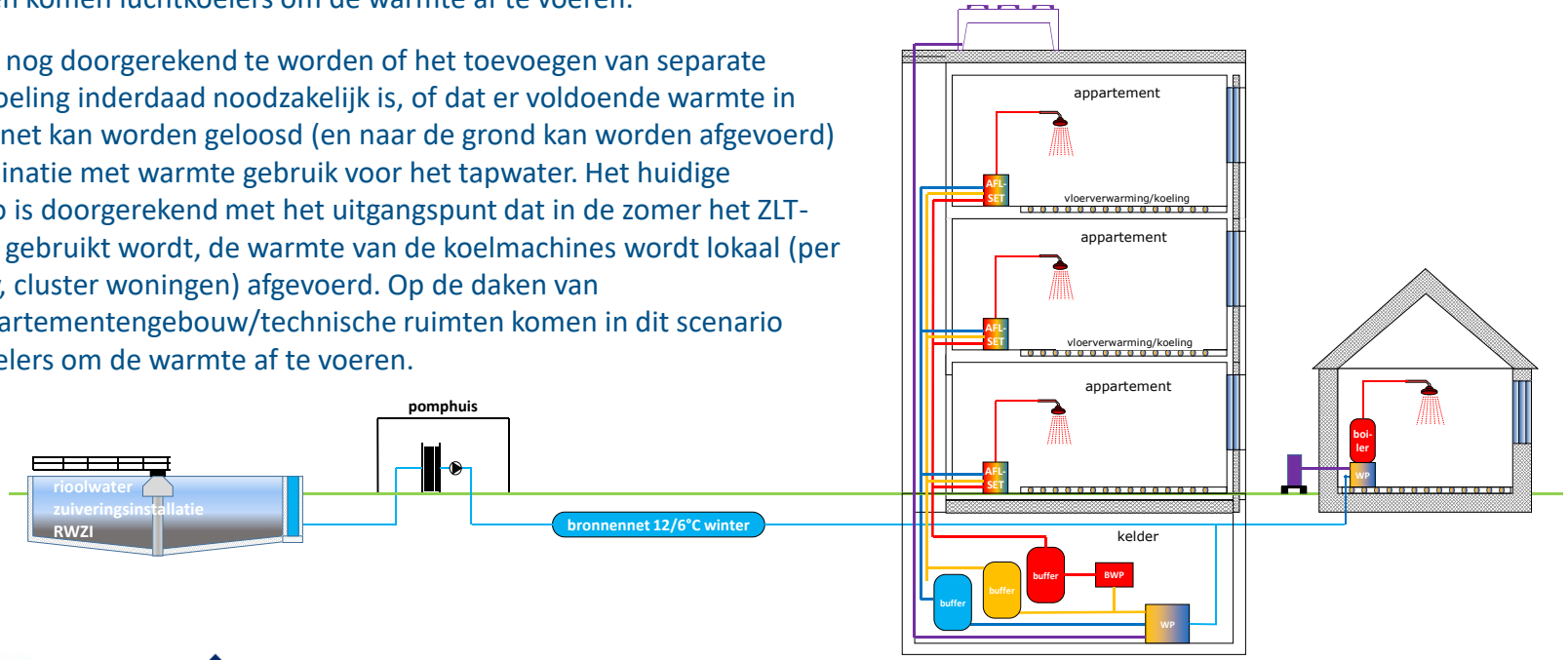
ZLT-restwarmte uit RWZI Limmel, ZLT distributieleidingen in het gebied, een warmtepomp/koelmachine en boosterwarmtepomp per woning. In de zomer wordt het ZLT-net gebruikt om de warmte van de koelmachines af te voeren. Naast de centrale komen luchtkoelers om de warmte die ontstaat uit de koeling af te voeren. Een alternatief is het afvoeren van de warmte via het effluent van de RWZI of rechtstreeks lozen van de warmte in de Maas. De schakelingen van de warmtepomp als koelmachine en de bereiding van tapwater in de zomer vergen nadere uitwerking.



Concept 2:

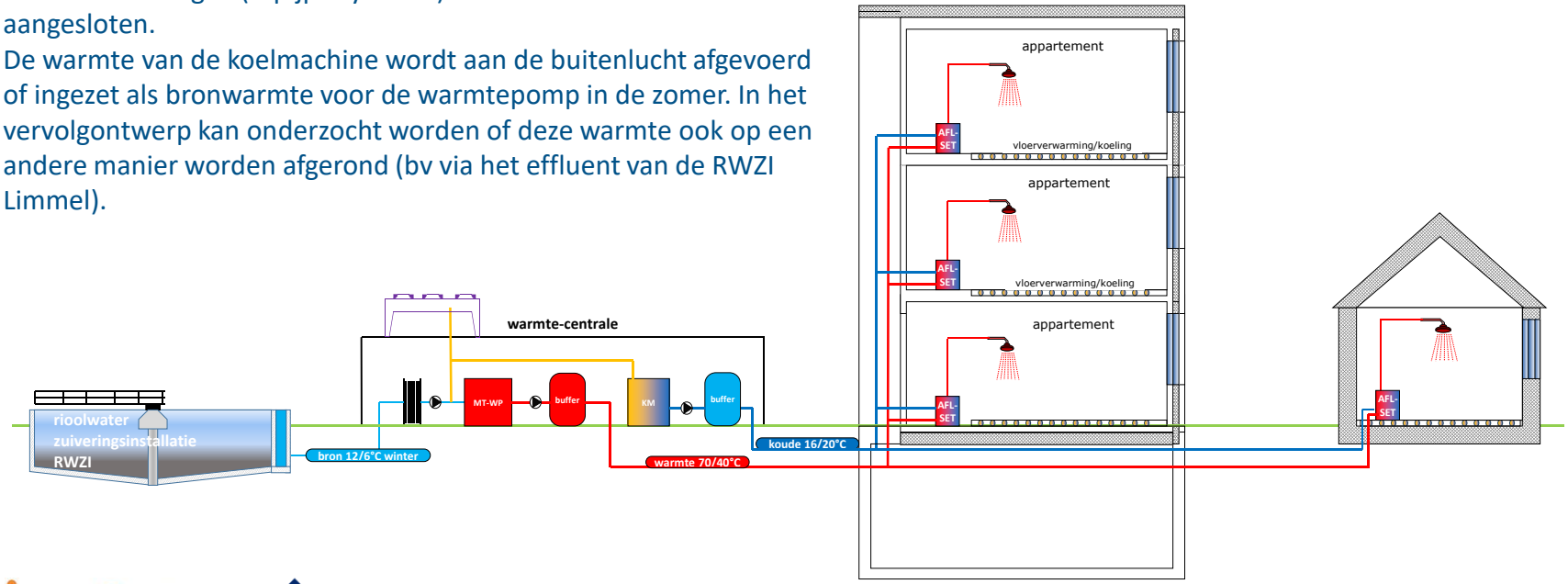
ZLT-restwarmte uit RWZI Limmel, ZLT distributieleidingen in het gebied, een warmtepomp/koelmachine en boosterwarmtepomp per gebouw. In de zomer wordt het ZLT-net niet gebruikt, de warmte van de koelmachines wordt lokaal (per gebouw, per woning) afgevoerd. Op de daken van het appartementengebouw en in de tuinen van de grondgebonden woningen komen luchtkoelers om de warmte af te voeren.

Er dient nog doorgerekend te worden of het toevoegen van separate lucht- koeling inderdaad noodzakelijk is, of dat er voldoende warmte in het ZLT-net kan worden geloosd (en naar de grond kan worden afgevoerd) in combinatie met warmte gebruik voor het tapwater. Het huidige scenario is doorgerekend met het uitgangspunt dat in de zomer het ZLT-net niet gebruikt wordt, de warmte van de koelmachines wordt lokaal (per gebouw, cluster woningen) afgevoerd. Op de daken van het appartementengebouw/technische ruimten komen in dit scenario luchtkoelers om de warmte af te voeren.



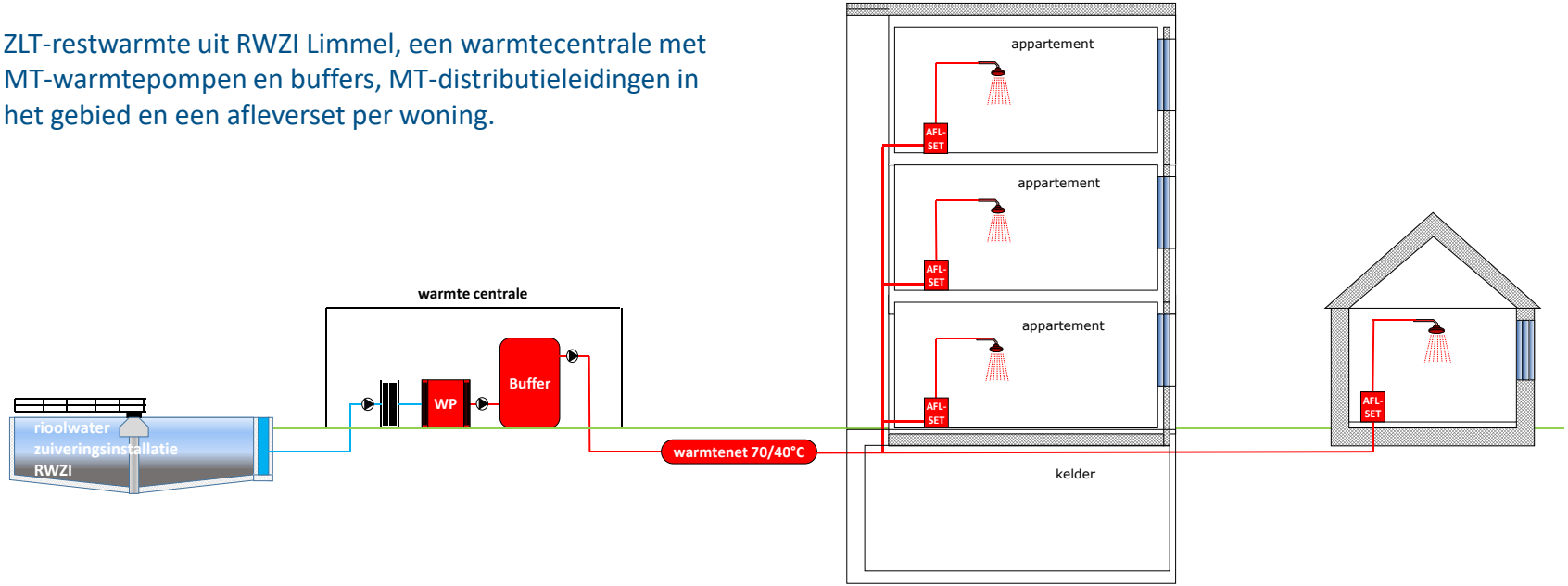
Concept 3:

ZLT-restwarmte uit het effluent van RWZI Limmel, een collectieve warmtepomp en koelmachine per gebied. De woningen worden via distributieleidingen (4-pijps-systeem) voor warmte en koude aangesloten.
De warmte van de koelmachine wordt aan de buitenlucht afgevoerd of ingezet als bronwarmte voor de warmtepomp in de zomer. In het vervolgontwerp kan onderzocht worden of deze warmte ook op een andere manier worden afgerond (bv via het effluent van de RWZI Limmel).



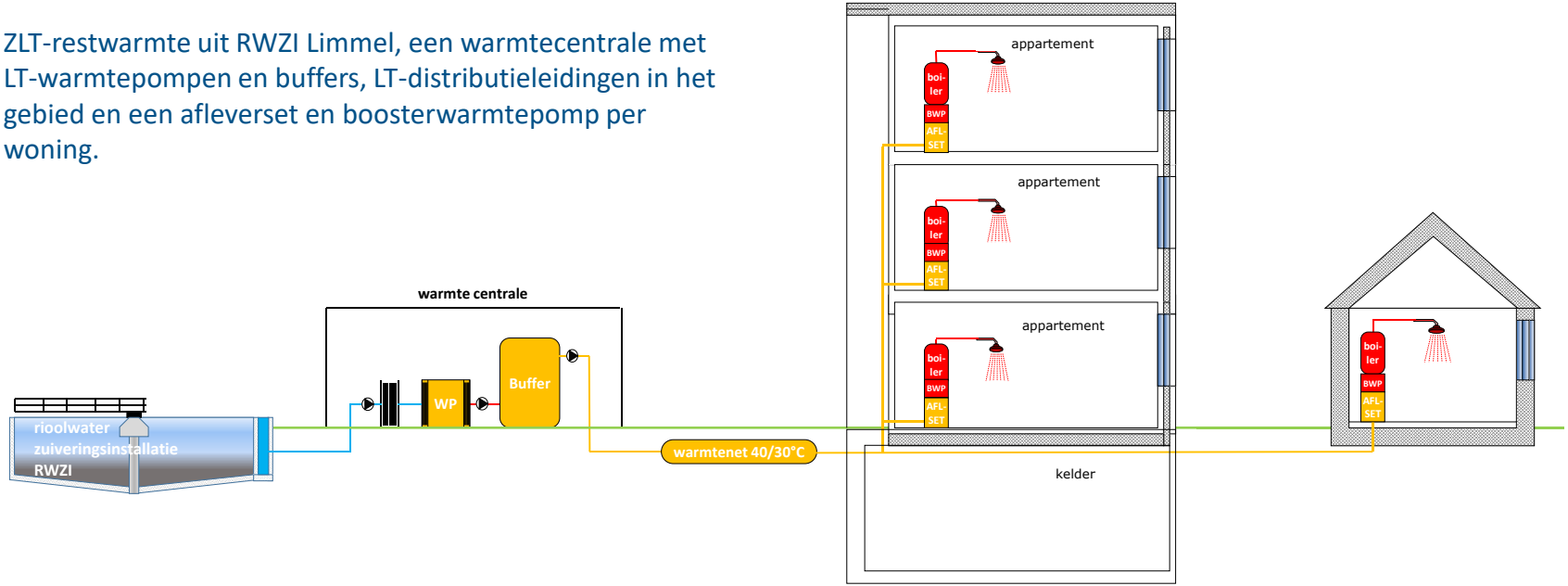
Concept 4:

ZLT-restwarmte uit RWZI Limmel, een warmtecentrale met MT-warmtepompen en buffers, MT-distributieleidingen in het gebied en een afleverset per woning.



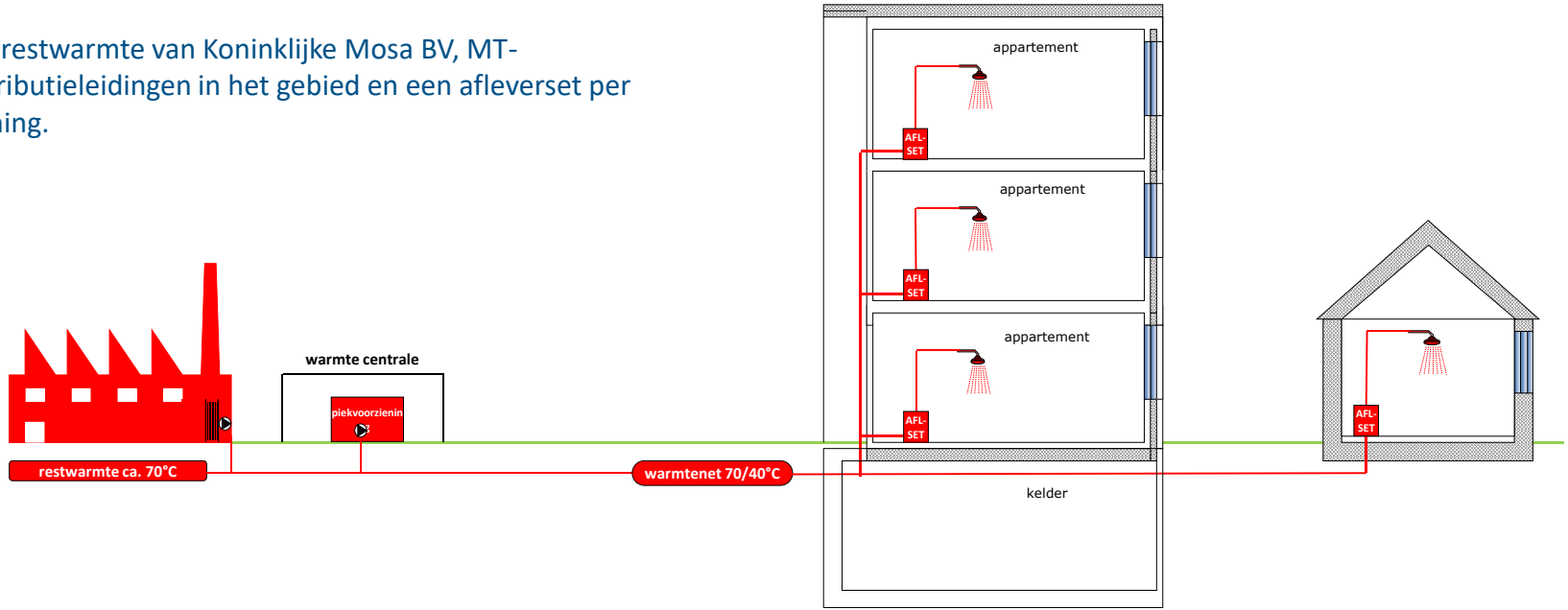
Concept 5:

ZLT-restwarmte uit RWZI Limmel, een warmtecentrale met LT-warmtepompen en buffers, LT-distributieleidingen in het gebied en een afleverset en boosterwarmtepomp per woning.



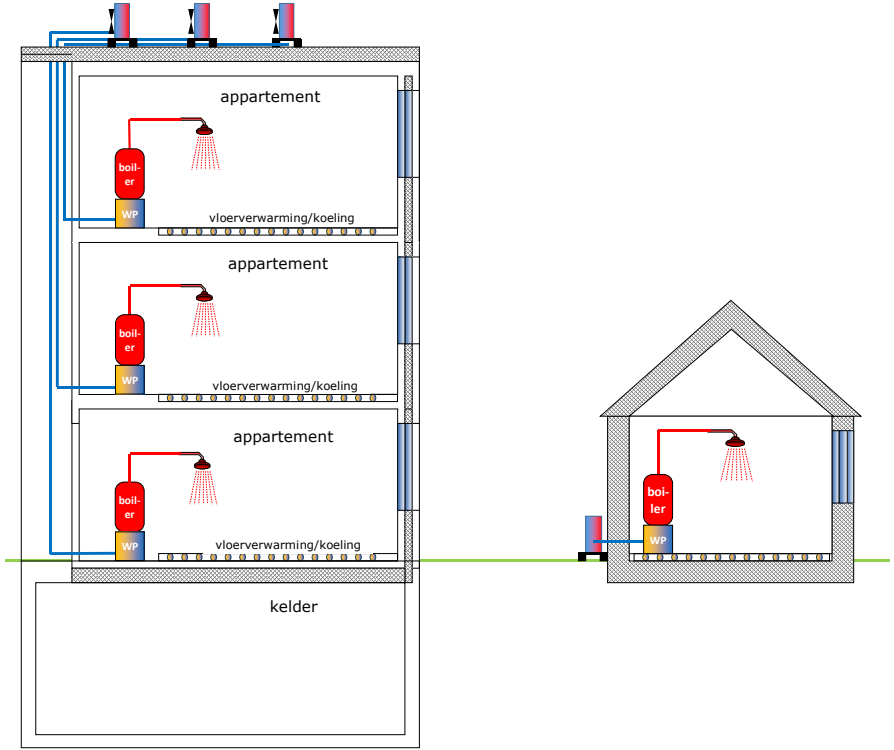
Concept 6:

MT-restwarmte van Koninklijke Mosa BV, MT-distributieleidingen in het gebied en een afleverset per woning.



Referentie: individuele warmtepomp

Een warmtepomp per woning voor ruimteverwarming, warmtapwater en koeling. De bronwarmte wordt verkregen uit buitenlucht (buiten-unit).



Leidingnet

- Het leidingnettracé is ontworpen op basis van de tekeningen uit de gebiedsvisie van oktober 2024 met daarin de gebouwen. Het tracé geeft een indicatie van de leidinglengtes om een investeringsraming op te stellen. In de tabel hieronder zijn de lengtes weergeven van het leidingnet indien RWZI Limmel of Koninklijke MOSA BV als warmtebron wordt gebruikt. In de afbeelding hiernaast is het leidingtracé vanaf RWZI Limmel uitkoppellocatie 1 weergegeven ter illustratie.

Leidingnet	Lengte [m] RWZI	Lengte [m] MOSA
Distributienet	4.539	4.371
Aansluitleidingen	3.459	3.459

- De dimensionering van het leidingnet is afhankelijk van het temperatuurregime. In deze studie worden MT, LT en ZLT concepten onderzocht. De lengtes per DN-maat van het distributienet zijn bepaald op basis van de verdeling in de tabel hieronder.

Distributienet	MT	LT	ZLT
DN50	60%	60%	
DN65			60%
DN80	20%	10%	
DN100			10%
DN125	20%	10%	
DN150			10%
DN200		20%	
DN250			20%

- Voor de DN-maat (nominale diameter) van de aansluitleidingen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:
  - MT-warmtenet: DN25 voor grondgebonden woningen en DN40 voor appartementsgebouwen;
  - LT-warmtenet : DN32 voor grondgebonden woningen en DN65 voor appartementsgebouwen;
  - ZLT-warmtenet: DN40 voor grondgebonden woningen en DN65 voor appartementsgebouwen.

Energie en CO_2-emissie, uitgangspunten

- In de volgende dia's is de energiebalans per concept weergegeven. Hierin staat de warmtevraag, rendementen en het elektriciteitsverbruik van de verschillende concepten.
- De COP (Coefficiënt of Performance, een maat voor het rendement) van de warmtepompen zijn berekend op basis van de Carnotfactor afhankelijk van de bron- en afgiftetemperatuur en een Carnot-rendement van 50%.
- Uitgaande van voldoende beschikbare restwarmte van Koninklijke Mosa BV en RWZI Limmel.

- De duurzaamheid van het warmtenet is berekend volgens de NTA 8800 (Nederlandse Technische Afspraak, energieprestatie van gebouwen) met de volgende uitgangspunten:
  - Energiefactoren volgens de primaire energie factor elektriciteit 1,45 kWh/kWh. Voor de levering van 1 kWh elektriciteit is 1,45 kWh fossiele energie nodig.
  - De specifieke CO_2 emissie voor elektriciteit is 0,34 kg/kWh. De verwachting is dat deze in de toekomst zal dalen
  - De energiezuinigheid en de duurzaamheid van een warmtenet wordt vastgesteld met 3 energieprestatiefactoren:

1. $f_{p;del}$: De primaire fossiele energiefactor. Deze factor wordt berekend door de totale hoeveelheid primaire (fossiele energie) voor het warmtenet te delen door de hoeveelheid geleverde warmte. Hoe lager de f_{Pdel}, hoe minder fossiele energie gebruikt wordt, hoe energiezuiniger het warmtenet is.

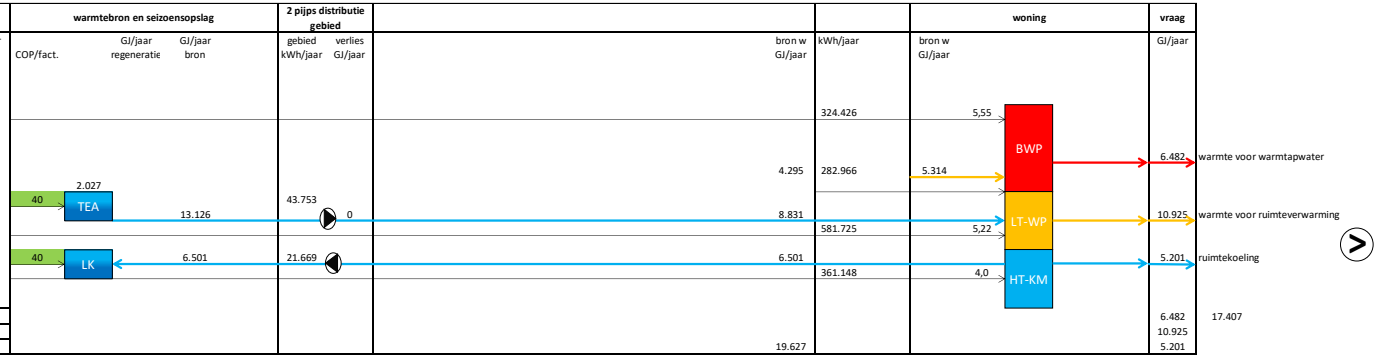
2. $f_{p;ren}$: De primaire hernieuwbare energiefactor. Deze wordt berekend door de hoeveelheid hernieuwbare energie die wordt ingezet voor de productie van de warmte voor het warmtenet te delen door de totale hoeveelheid verbruikte energie (fossiel plus hernieuwbaar). Hoe hoger de $f_{Pren,}$ hoe meer hernieuwbare energie en hoe duurzamer het warmtenet.

3. K_{CO2}: De specifieke CO_2-emissie per geleverde hoeveelheid warmte.

Energie en CO_2-emissie, concept 1

concept 1: ZLT-net + ind. WP/K

naam	CO_2 emissie	primaire energie	hern.b. energie	elektr.-verbruik
	kg/jaar	GJ/jaar	GJ/jaar	kWh/jaar
BWP	110.305	1.694	0,0	324.426
bronwarmte MT			4.295	
TEA warmte (naar rato)	10.142	156	0,0	29.829
LT-WP	96.208	1.477	0	282.966
TEA distributiepomp	14.876	228	0	43.753
TEA warmte (naar rato)	20.850	320	0	61.324
LT-WP	197.787	3.037	0	581.725
bronwarmte LT			8.831	
lucht koeler	15.349	236	0	45.143
KM	122.790	1.885	0	361.148
TEA distributiepomp	7.367	113	0	21.669
totaal warmtapwater	216.655	3.326	4.295	637.222
totaal ruimteverwarming	233.513	3.585	8.831	686.802
totaal koeling	145.506	2.234	0	427.960
				1.751.984



Energieprestatiefactoren	K_{CO2}	f_{gdel}	f_{gren}
warmtapwater	0,120	0,52	0,56
ruimteverwarming	0,077	0,33	0,71
koeling	0,101	0,43	0,00

1.581

TEA 2.027 kW
TEA 290 m³/h

	595.674	9.145	13.126
Energieprestatiefactoren	K_{CO2}	f_{gdel}	f_{gren}
geheel	0,095	0,41	0,58

Energie en CO_2-emissie, concept 2, appartementen.

aantal appartm.	755
pompenergie K	0,0090 kWe/kWth
pompenergie LT	0,0072 kWe/kWth
warmteverlies MT	2,12 GJ/app
warmteverlies LT	2,00 GJ/app

distributie energie: 0,012

concept 2a: ZLT-net appartementen

naam	CO_2 emissie	primaire energie	hern.b. energie	elektr.-verbruik
	kg/jaar	GJ/jaar	GJ/jaar	kWh/jaar
distributiepomp MT	3.694	57	0,0	10.864
BWP	92.440	1.419	0,0	271.882
bronwarmte MT (naar rato)			3.600	
TEA warmte (naar rato)	8.499	130	0,0	24.998
LT-WP (naar rato)	80.627	1.238	0	237.137
TEA distributiepomp	9.981	153	0	29.355
TEA warmte (naar rato)	12.294	189	0	36.158
LT-WP (naar rato)	116.620	1.790	0	342.999
bronwarmte LT (naar rato)			5.207	
lucht koeler	8.393	129	0	24.684
KM	67.142	1.031	0	197.475
TEA distributiepomp	4.028	62	0	11.849
totaal warmtapwater	185.260	2.844	3.600	544.882
totaal ruimteverwarming	138.894	2.132	5.207	408.512
totaal koeling	79.563	1.222	0	234.008
				1.187.402

warmtebron en seizoensopslag	COP/fact.	GJ/jaar regeneratie	GJ/jaar bron
TEA	40	2.027	8.806
LK	40		3.555

2 pijps distributie gebied	gebied kWh/jaar	verlies GJ/jaar
TEA	29.355	0
LK	11.849	

warmte-centrale in gebouw	vol. uren	bron w GJ/jaar	COP	vermogen kW	aandeel	productie GJ/jaar
BWP		4.453	5,55			5.432
LT-WP		8.806	5,22			10.895
HT-KM			4,0			2.844
buffer (BWP)						5.432
buffer (LT-WP)						6.442
buffer (HT-KM)						2.844
						14.717

6 pijps distributie gebouw	pomp kWh/jaar	verlies GJ/jaar 30%
BWP	10.864	1.604
LT-WP	12.883	754
HT-KM	7.109	0
		2.358

woning	GJ/jaar
BWP	3.829
LT-WP	5.687
HT-KM	2.844
AFLS	

vraag	GJ/jaar	
BWP	3.829	warmte voor warmtapwater
LT-WP	5.687	warmte voor ruimteverwarming
HT-KM	2.844	ruimtekoeling
totaal warmtapwater	3.829	9.516
totaal ruimteverwarming	5.687	
totaal koeling	2.844	
	12.360	

Energieprestatiefactoren	K_{CO2}	f_{gdel}	f_{gzen}
warmtapwater	0,174	0,75	0,55
ruimteverwarming	0,088	0,38	0,70
koeling	0,101	0,43	0,00

TEA	2.027	kW
TEA	290	m³/h

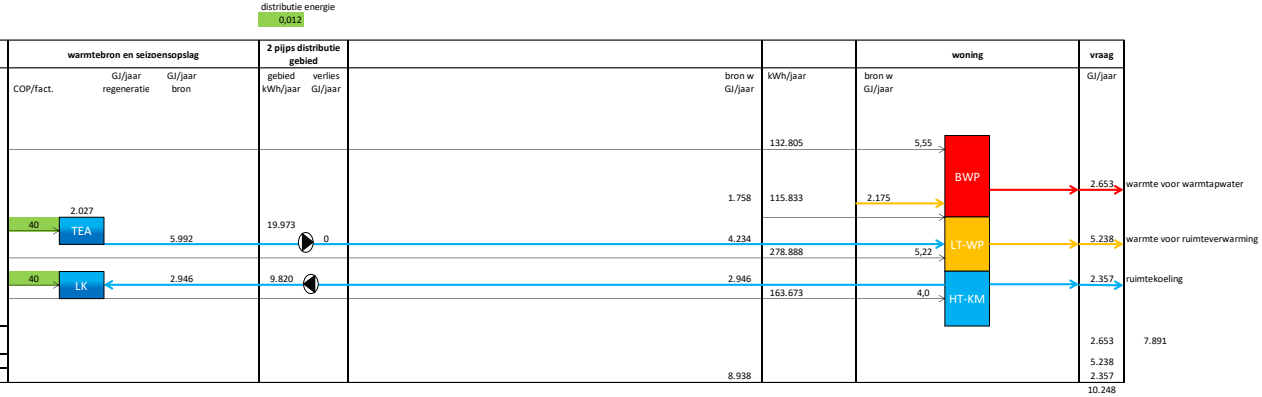
GJ/jaar	3.555	
delta T	25	K
Volume	33.934	m³
Oppervlakte	6.787	bij 5 meter diepte
LxB	82	
	30,63	m³/weq

	403.717	6.198	8.806
Energieprestatiefactoren	K_{CO2}	f_{gdel}	f_{gzen}
geheel	0,118	0,51	0,58

Energie en CO_2-emissie, concept 2, grondgebonden woningen

concept 2b: ZLT-net g. geb. woningen

naam	CO_2 emissie	primaire energie	hern.b. energie	elektr.-verbruik
	kg/jaar	GJ/jaar	GJ/jaar	kWh/jaar
BWP	45.154	693	0,0	132.805
bronwarmte MT			1.758	
TEA warmte (naar rato)	4.152	64	0,0	12.211
LT-WP	39.383	605	0	115.833
TEA distributiepomp	6.791	104	0	19.973
TEA warmte (naar rato)	9.996	153	0	29.399
LT-WP	94.822	1.456	0	278.888
bronwarmte LT			4.234	
lucht koeler	6.956	107	0	20.459
KM	55.649	854	0	163.673
TEA distributiepomp	3.339	51	0	9.820
totaal warmtapwater	88.689	1.362	1.758	260.850
totaal ruimteverwarming	111.609	1.714	4.234	328.261
totaal koeling	65.944	1.012	0	193.952
				783.062



Energieprestatiefactoren	K_{CO2}	f_{pdel}	f_{pren}
warmtapwater	0,120	0,52	0,56
ruimteverwarming	0,077	0,33	0,71
koeling	0,101	0,43	0,00

707

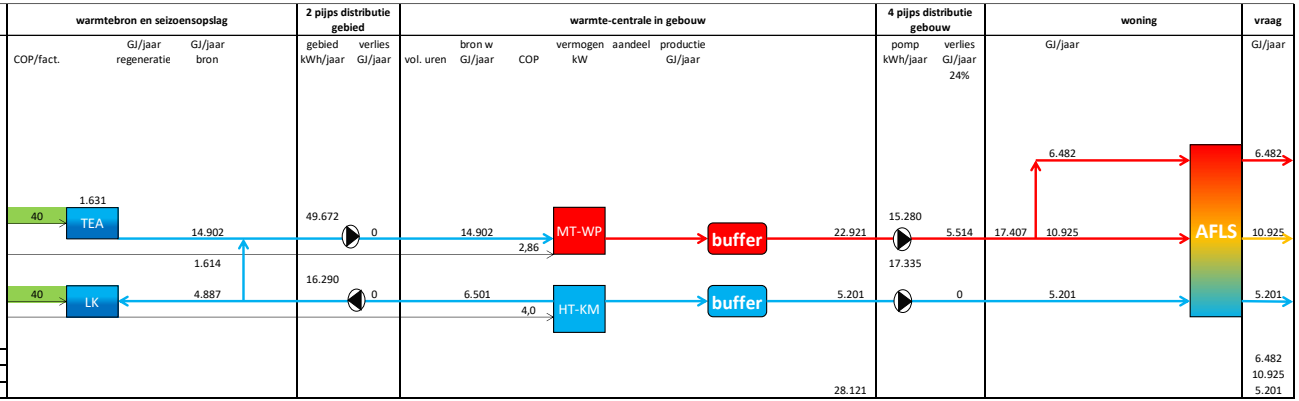
TEA 2.027 kW
TEA 290 m³/h

	266.241	4.088	5.992
Energieprestatiefactoren	K_{CO2}	f_{pdel}	f_{pren}
geheel	0,094	0,40	0,59

Energie en CO_2-emissie, concept 3

naam	CO_2 emissie	primaire energie	hern.b. energie	elektr.-verbruik
	kg/jaar	GJ/jaar	GJ/jaar	kWh/jaar
MT-WP (naar rato)	282.021	4.330	0	829.472
bronwarmte MT (naar rato)			5.549	
TEA warmte (naar rato)	13.102	201	0,0	38.536
TEA distributiepomp	16.889	259	0	49.672
TEA warmte (naar rato)	22.082	339	0	64.948
MT-WP (naar rato)	475.316	7.298	0	1.397.989
bronwarmte MT (naar rato)			9.353	
lucht koeler	11.538	177	0	33.937
KM	122.790	1.885	0	361.148
Lk distributiepomp	5.538	85	0	16.290
totaal warmtapwater	295.123	4.531	5.549	868.008
totaal ruimteverwarming	514.287	7.896	9.353	1.512.610
totaal koeling	139.867	2.147	0	411.374
				2.791.992

Energieprestatiefactoren	K_{CO2}	f_{gebel}	f_{gren}
warmtapwater	0,164	0,70	0,55
ruimteverwarming	0,169	0,73	0,54
koeling	0,097	0,42	0,00



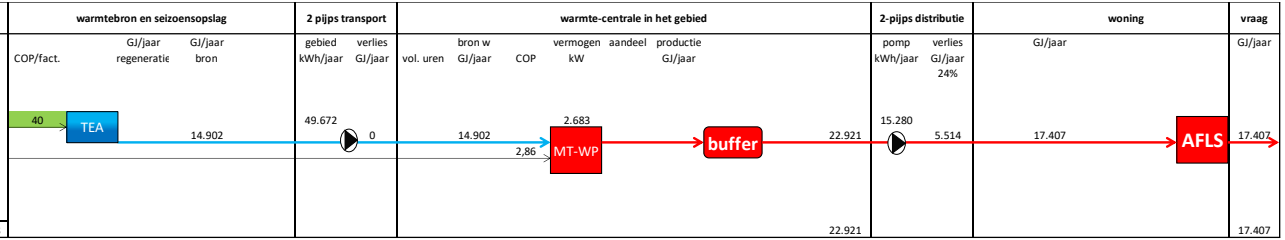
TEA 1.631 kW
TEA 233 m³/h

GJ/jaar 4.887
delta T 25 K
Volume 46.653 m³

Energie en CO_2-emissie, concept 4

concept 3: RWZI MT-net

naam	CO_2 emissie	primaire energie	hern.b. energie	elektr.-verbruik
	kg/jaar	GJ/jaar	GJ/jaar	kWh/jaar
TEA distributiepomp	16.889	259	0	49.672
TEA warmte	35.185	540	0	103.484
MT-WP	757.337	11.627	0	2.227.462
bronwarmte MT			14.902	
totaal ruimteverwarming	809.410	12.427	14.902	2.380.618



Energieprestatiefactoren	K_{CO2}	f_{pdel}	f_{gren}
verwarming	0,167	0,72	0,54

2.149

TEA 1.744 kW

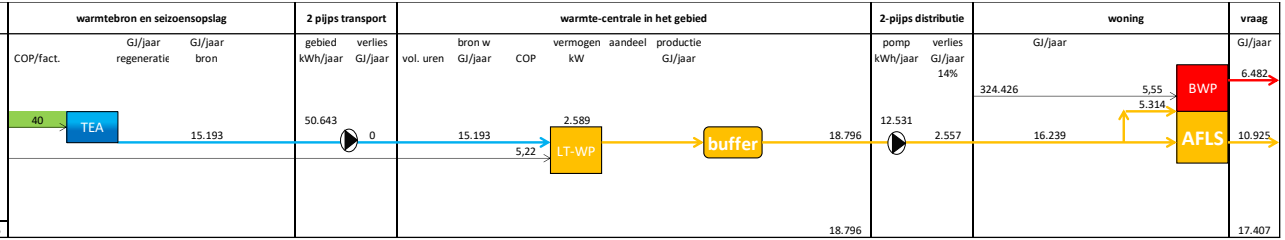
TEA 250 m^3/h

verlies kW
175

Energie en CO_2-emissie, concept 5

concept 4: RWZI- LT-net

naam	CO_2 emissie	primaire energie	hern.b. energie	elektr.-verbruik
	kg/jaar	GJ/jaar	GJ/jaar	kWh/jaar
BWP	110.305	1.694	0	324.426
TEA distributiepomp	17.218	264	0	50.643
TEA warmte	35.872	551	0	105.505
MT-WP	340.286	5.224	0	1.000.842
bronwarmte MT			15.193	
totaal verwarming	503.681	7.733	15.193	1.481.416



Energieprestatiefactoren	K_{CO2}	f_{pdel}	f_{gren}
verwarming	0,104	0,45	0,66

1.337

TEA 2.093 kW

TEA 300 m³/h

verlies kW
81

Energie en CO_2-emissie, concept 6

concept 5: Mosa + MT-net

naam	CO_2 emissie	primaire energie	hern.b. energie	elektr.-verbruik	warmtebron en seizoensopslag					2-pijps gebied		woning	vraag
	kg/jaar	GJ/jaar	GJ/jaar	kWh/jaar	COP/fact.	GJ/jaar regeneratie	GJ/jaar bron			pomp kWh/jaar	verlies GJ/jaar 24%	GJ/jaar	GJ/jaar
restwarmte distributiepomp	5.195	80	0	15.280		2.683							
rest warmte	151.531	2.326	22.921	445.678	14	RW	22.921	22.921	22.921	15.280	5.514	17.407	17.407
totaal ruimteverwarming	156.726	2.406	22.921	460.958					22.921				17.407

AFLS

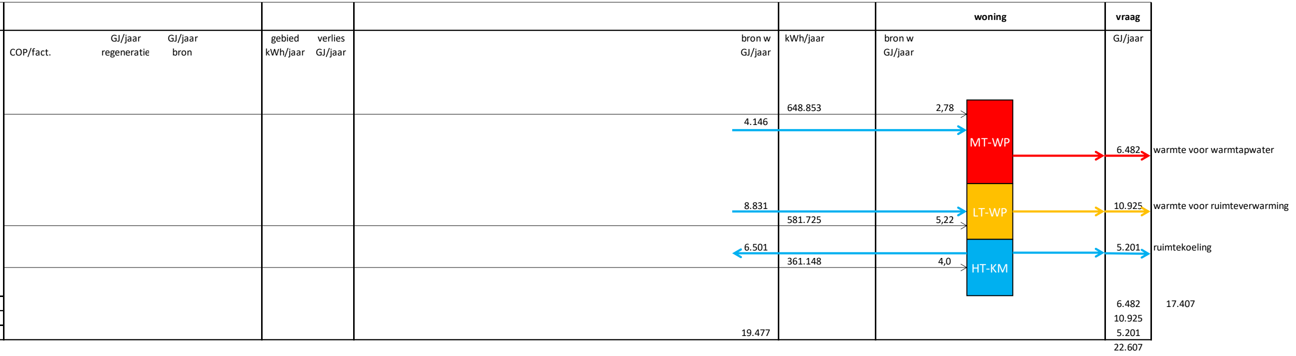
Energieprestatiefactoren	K_{CO2}	f_{pdel}	f_{gren}
verwarming	0,032	0,14	0,90

416

verlies kW
175

Energie en CO_2-emissie, referentie

naam	CO_2 emissie	primaire energie	hern.b. energie	elektr.-verbruik
	kg/jaar	GJ/jaar	GJ/jaar	kWh/jaar
MT-WP	220.610	3.387	0,0	648.853
bronwarmte MT			4.146	
LT-WP	197.787	3.037	0	581.725
bronwarmte LT			8.831	
KM	122.790	1.885	0	361.148
totaal warmtapwater	220.610	3.387	4.146	648.853
totaal ruimteverwarming	197.787	3.037	8.831	581.725
totaal koeling	122.790	1.885	0	361.148
				1.591.725



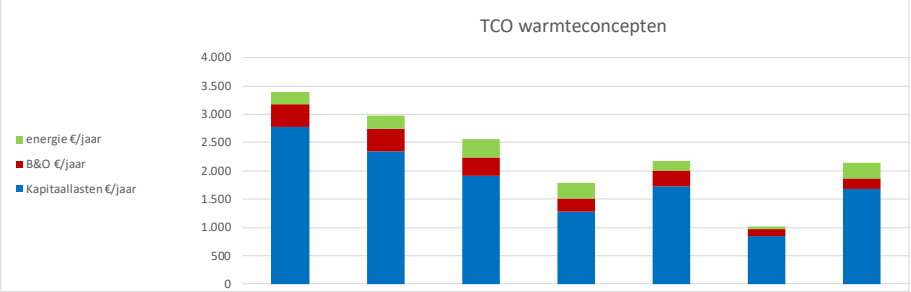
Energieprestatiefactoren	K_{CO2}	$f_{p;del}$	$f_{p;ren}$	
warmtapwater	0,123	0,53	0,55	1.437
ruimteverwarming	0,065	0,28	0,74	
koeling	0,085	0,37	0,00	

innoforte sustainable value
enpuls warmte infra

TCO: Total Costs of Ownership

Uitgangspunten van de TCO berekeningen

- kapitaalrente 6%
- Elektriciteitsprijs 0,13 €/kWh voor collectieve voorziening en 0,20 €/kWh voor individuele lucht warmtepomp.
- CO_2 emissie 0,34 kg/kWh elektriciteit.
- Leidingen aanbrengen in de ondergrond incl. graven en dichten, exclusief kosten voor bestrating e.d.
- Project toeslag: 30%
- Nauwkeurigheid fase schetsontwerp: ± 40%
- Afschrijftermijn: 15-30 jaar afhankelijk van het installatie deel.
- B&O: 0,5%-3% van de investering afhankelijk van het installatie deel.
- Facturatie, administratie warmtebedrijf: 125 €/jaar per woning.
- Het elektrische aansluitvermogen van het gebied is alleen ten gevolge van de warmte-/koude voorzieningen. E-vermogen voor elektrisch laden, koken, PV-panelen etc. is niet meegenomen.
- De concepten 1 en 2 en de referentie leveren naast warmte ook koeling.
- De investeringen zijn gebaseerd op de warmte/koude voorzieningen van het gebied en gebouwen zoals omschreven. Voorinvesteringen voor eventuele toekomstige uitbreidingen zijn niet meegenomen.
- Mogelijke manieren om te verduurzamen met groene elektriciteit door inkoop van elektriciteit in flexuren is niet meegenomen.



		concept 1	concept 2	concept 3	concept 4	concept 5	concept 6	ref
bron		RWZI	RWZI	RWZI	RWZI	RWZI	Mosa	lucht
leidingnet		ZLT	ZLT	MT-K	MT	LT	MT	n.v.t.
warmte		ind. WP	gmsch. WP	coll. WP	col WP	col WP+BWP	afleverset	ind. WP
koude		KM	KM	KM	geen	geen	geen	KM
Investering	€	29.280	26.763	23.469	15.441	19.985	10.429	16.250
Kapitaallasten	€/jaar	2.770	2.339	1.916	1.275	1.726	844	1.673
B&O	€/jaar	412	403	320	235	273	121	188
energie	€/jaar	205	230	327	278	173	54	287
totaal	€/jaar	3.387	2.972	2.563	1.788	2.172	1.019	2.148

gebied:	aansluitvermogen	kWe	1.602	1.602	877	939	1.050	115	2.197
per woning	elektriciteitsverbruik	kWh/jaar	1.581	1.778	2.520	2.149	1.337	416	1.437
per woning	CO_2 emissie	kg/jaar	538	605	857	731	455	141	488

innoforte sustainable value

enpuls warmte infra

MCA: Multi Criteria Analyse

warmtebron warmtenet locatie warmtepomp koeling		RWZI ZLT woning/appartement koelmachine	RWZI ZLT gebouw koelmachine	RWZI MT gebied koelmachine	RWZI MT gebied geen	RWZI LT gebied + gebouw geen	Mosa MT geen geen	lucht n.v.t. woning/appartement warmtepomp
Criterium	**Weegfactor**	**concept 1**	**concept 2**	**concept 3**	**concept 4**	**concept 5**	**concept 6**	**ref**
netcongestie/aansluitvermogen	9,4	6	6	8	8	8	10	3
koude	9	10	10	10	0	0	0	10
leveringszekerheid	8,8	8	8	8	8	8	2	8
effectief gebruik bronnen	8,2	8	8	6	8	8	4	8
kosten	6,4	5	6	6	7	6	10	7
doorkijk groei bestaande bouw	6,2	8	8	10	8	8	8	0
bewezen techniek / risico's innovatie	6	4	8	8	8	8	8	8
beheer warmtencentrales	2,8	6	6	8	8	7	10	5
ruimtelijke inpassing gebouw/woning	2,6	6	6	10	10	7	10	6
ruimtelijke inpassing gebied	2,6	6	6	6	6	6	8	10
CO2 emissie	2,4	7	6	5	5	9	10	8
klimaatbestendigheid / hittestress	1,6	8	4	8	10	10	10	4
geluid	1,6	8	6	8	10	10	10	6
		481	495	533	463	456	437	436
gewogen gemiddeld		7,1	7,3	7,9	6,9	6,7	6,5	6,4

MCA toelichting concept 1

warmtebron warmtenet locatie warmtepomp koeling		RWZI ZLT woning/appartement koelmachine
Criterium	**Weegfactor**	**concept 1**
netcongestie/aansluitvermogen	9,4	6
koude	9	10
leveringszekerheid	8,8	8
effectief gebruik bronnen	8,2	8
kosten	6,4	5
doorkijk groei bestaande bouw	6,2	8
bewezen techniek / risico's innovatie	6	4
beheer warmtencentrales	2,8	6
ruimtelijke inpassing gebouw/woning	2,6	6
ruimtelijke inpassing gebied	2,6	6
CO2 emissie	2,4	7
klimaatbestendigheid / hittestress	1,6	8
geluid	1,6	8
		481
gewogen gemiddeld		7,1

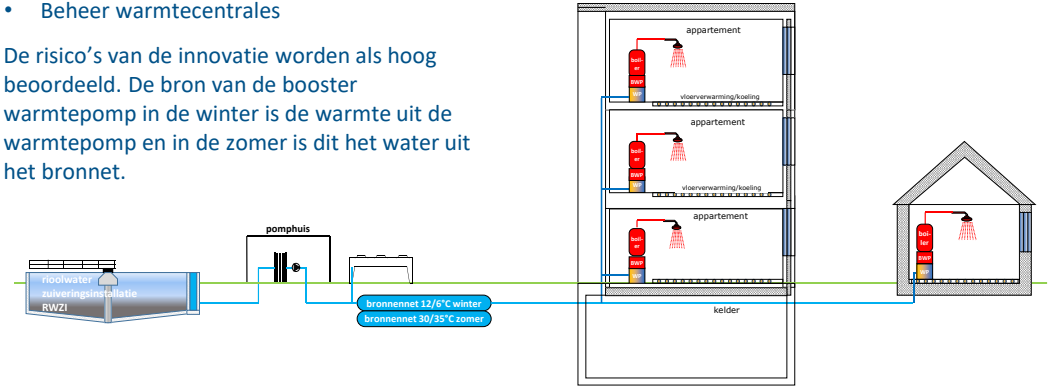
Dit concept scoort goed vanwege:

- De koudelevering
- Leveringszekerheid: het bronnet is betrouwbaar. Storingen op woningniveau te beheersen
- Klimaatbestendigheid: afvoer van warmte in de zomer buiten het woongebied (hittestress)
- CO2 emissie
- Geluid: alleen een (eventuele) luchtkoeler nabij de warmtecentrale
- Doorgroei bestaande bouw. Het bronnet kan worden uitgebreid ter voeding van een nabijgelegen MT-net dat via een warmtepomp op MT kan worden gevoed, evt. in combinatie met Mosa
- Effectief gebruik bronnen: lage temperatuurbron voor nieuwbouw. MT bron Koninklijke Mosa BV blijft beschikbaar voor bestaande bouw

Dit concept scoort gemiddeld op het gebied van:

- Kosten
- Netcongestie
- Ruimtelijke inpassing gebied en gebouw
- Beheer warmtecentrales

De risico's van de innovatie worden als hoog beoordeeld. De bron van de booster warmtepomp in de winter is de warmte uit de warmtepomp en in de zomer is dit het water uit het bronnet.



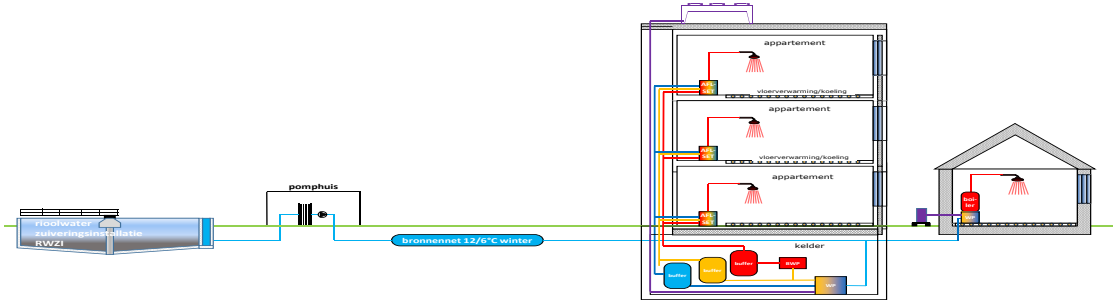
MCA toelichting concept 2

warmtebron warmtenet locatie warmtepomp koeling		RWZI ZLT gebouw koelmachine
Criterium	**Weegfactor**	**concept 2**
netcongestie/aansluitvermogen	9,4	6
koude	9	10
leveringszekerheid	8,8	8
effectief gebruik bronnen	8,2	8
kosten	6,4	6
doorkijk groei bestaande bouw	6,2	8
bewezen techniek / risico's innovatie	6	8
beheer warmtencentrales	2,8	6
ruimtelijke inpassing gebouw/woning	2,6	6
ruimtelijke inpassing gebied	2,6	6
CO2 emissie	2,4	6
klimaatbestendigheid / hittestress	1,6	4
geluid	1,6	6
		495
gewogen gemiddeld		7,3

Ten opzichte van concept 1 zijn er twee belangrijke verschillen: de restwarmte uit de koude wordt per gebouw afgevoerd aan de buitenlucht en de complexe techniek is uit het appartement gehaald en in een centrale technische ruimte per appartementsgebouw overgebracht. De complexiteit is hierdoor beter beheersbaar. Voor grondgebonden woningen is een luchtkoeler nodig. Dit is eigenlijk ongewenst bij een oplossing met een bronnet.

Ten opzichte van concept 1 scoort zijn dit de belangrijkste scoringsverschillen:

- Concept 2 scoort minder op het gebied van hittestress en geluid vanwege de luchtkoelers in de zomer
- De bezwaren van innovatie risico's zijn hier minder groot



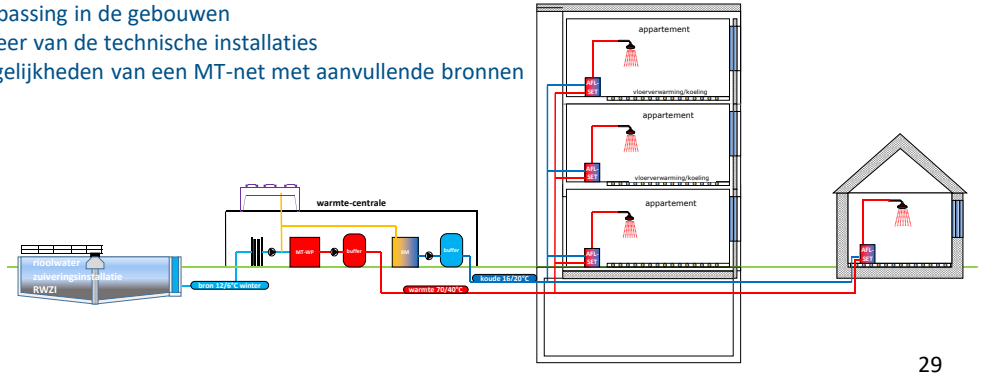
MCA toelichting concept 3

warmtebron warmtenet locatie warmtepomp koeling		RWZI MT gebied koelmachine
Criterium	**Weegfactor**	**concept 3**
netcongestie/aansluitvermogen	9,4	8
koude	9	10
leveringszekerheid	8,8	8
effectief gebruik bronnen	8,2	6
kosten	6,4	6
doorkijk groei bestaande bouw	6,2	10
bewezen techniek / risico's innovatie	6	8
beheer warmtencentrales	2,8	8
ruimtelijke inpassing gebouw/woning	2,6	10
ruimtelijke inpassing gebied	2,6	6
CO2 emissie	2,4	5
klimaatbestendigheid / hittestress	1,6	8
geluid	1,6	8
		533
gewogen gemiddeld		7,9

Om concept 2 te verbeteren qua kosten (de 6-pijps distributie inpandig is duur) en qua systeem (koeler bij grondgebonden woningen zijn niet gewenst) is concept 3 ontwikkeld. Om de luchtkoelers uit de woningen te halen is het noodzakelijk om ook de warmtepomp uit de woning te halen. Besloten is om deze niet onder te brengen in een appartementsgebouw, maar helemaal centraal voor het gebied. De 6-pijps distributie is vervangen door een 4-pijps systeem. Dit bespaart kosten, maar gaat iets ten koste van de duurzaamheid.

Ten opzichte van concept 2 scoort dit systeem:

- Beter qua geluidsproductie (geen luchtkoelers op de gebouwen)
- Grotere CO2 emissie
- Slechter qua benutting bron (vanwege het lagere rendement is meer effluent nodig)
- Beter qua kosten
- Beter qua netcongestie. Verdere verbetering is nog mogelijk door het plaatsen van een aardgasketel
- Voorkomen van hittestress
- Ruimtelijke inpassing in de gebouwen
- Centraler beheer van de technische installaties
- Doorgroeimogelijkheden van een MT-net met aanvullende bronnen



MCA toelichting concept 4

warmtebron warmtenet locatie warmtepomp koeling		RWZI MT gebied geen
Criterium	**Weegfactor**	**concept 4**
netcongestie/aansluitvermogen	9,4	8
koude	9	0
leveringszekerheid	8,8	8
effectief gebruik bronnen	8,2	8
kosten	6,4	7
doorkijk groei bestaande bouw	6,2	8
bewezen techniek / risico's innovatie	6	8
beheer warmtencentrales	2,8	8
ruimtelijke inpassing gebouw/woning	2,6	10
ruimtelijke inpassing gebied	2,6	6
CO2 emissie	2,4	5
klimaatbestendigheid / hittestress	1,6	10
geluid	1,6	10
		463
gewogen gemiddeld		6,9

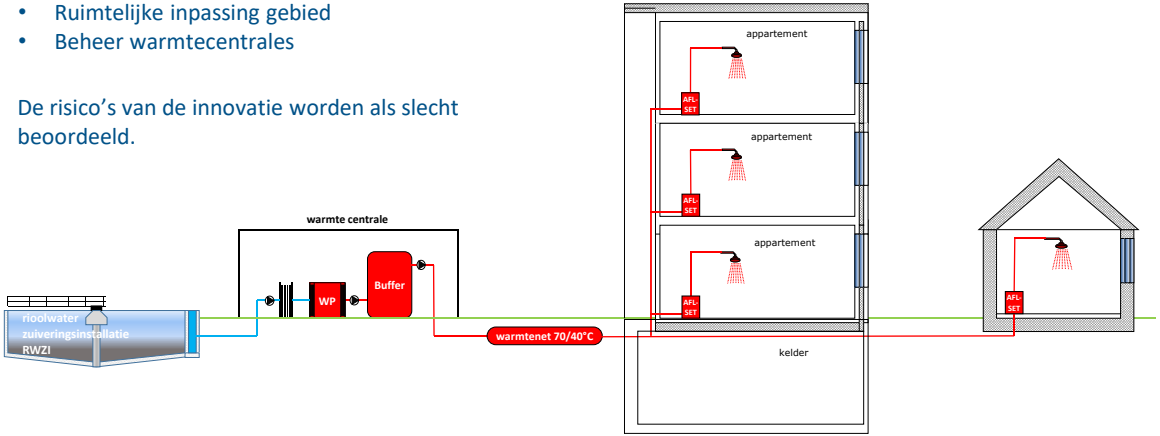
Dit concept levert geen koude. De scores zijn goed op de volgende gebieden:

- Leveringszekerheid: het bronnet is betrouwbaar. Storingen op woningniveau te beheersen
- Klimaatbestendigheid: afvoer van warmte in de zomer buiten het woongebied (hittestress)
- Geluid: alleen een (eventuele) luchtkoeler nabij de warmtecentrale
- Doorgroei bestaande bouw. Het bronnet kan worden uitgebreid ter voeding van een nabijgelegen MT-net dat via een warmtepomp op MT kan worden gevoed, evt. in combinatie met Mosa
- Effectief gebruik bronnen: lage temperatuurbron voor nieuwbouw. MT bron Mosa blijft beschikbaar voor bestaande bouw

Dit concept scoort gemiddeld op het gebied van:

- Kosten
- Netcongestie
- Ruimtelijke inpassing gebied
- Beheer warmtecentrales

De risico's van de innovatie worden als slecht beoordeeld.

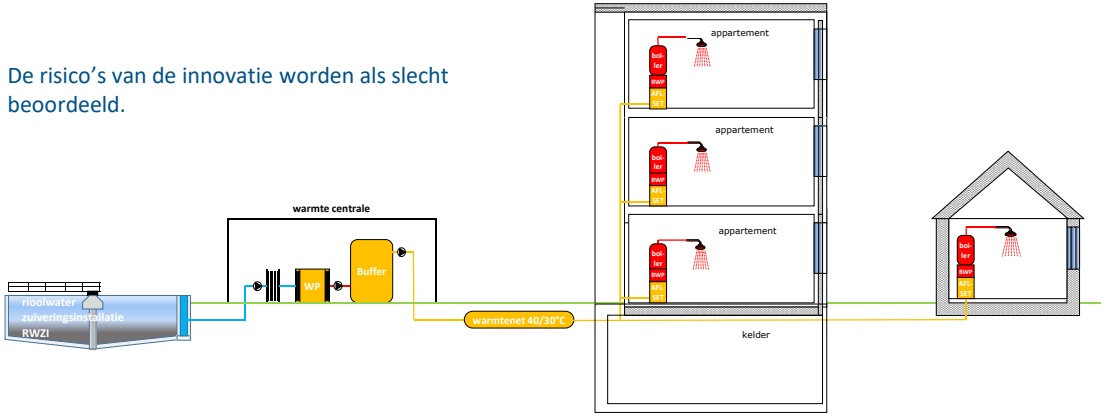


MCA toelichting concept 5

warmtebron warmtenet locatie warmtepomp koeling		RWZI LT gebied + gebouw geen
Criterium	**Weegfactor**	**concept 5**
netcongestie/aansluitvermogen	9,4	8
koude	9	0
leveringszekerheid	8,8	8
effectief gebruik bronnen	8,2	8
kosten	6,4	6
doorkijk groei bestaande bouw	6,2	8
bewezen techniek / risico's innovatie	6	8
beheer warmtencentrales	2,8	7
ruimtelijke inpassing gebouw/woning	2,6	7
ruimtelijke inpassing gebied	2,6	6
CO2 emissie	2,4	9
klimaatbestendigheid / hittestress	1,6	10
geluid	1,6	10
		456
gewogen gemiddeld		6,7

Dit concept scoort slechts goed op een aantal minder zwaarwegende criteria: bewezen techniek, hittestress en geluid. Ook de leveringszekerheid scoort goed. Met name vanwege het ontbreken van koudelevering scoort dit concept over all gezien slechts matig.

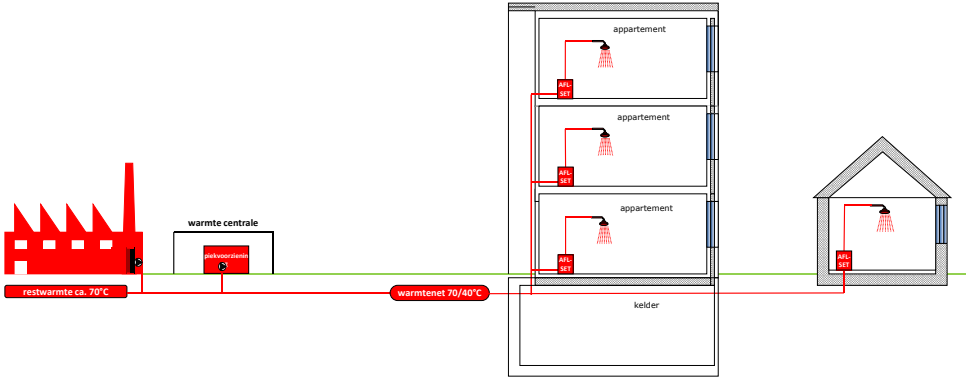
De risico's van de innovatie worden als slecht beoordeeld.



MCA toelichting concept 6

warmtebron		Mosa
warmtenet		MT
locatie warmtepomp		geen
koeling		geen
Criterium	**Weegfactor**	**concept 6**
netcongestie/aansluitvermogen	9,4	10
koude	9	0
leveringszekerheid	8,8	2
effectief gebruik bronnen	8,2	4
kosten	6,4	10
doorkijk groei bestaande bouw	6,2	8
bewezen techniek / risico's innovatie	6	8
beheer warmtencentrales	2,8	10
ruimtelijke inpassing gebouw/woning	2,6	10
ruimtelijke inpassing gebied	2,6	8
CO2 emissie	2,4	10
klimaatbestendigheid / hittestress	1,6	10
geluid	1,6	10
		437
gewogen gemiddeld		6,5

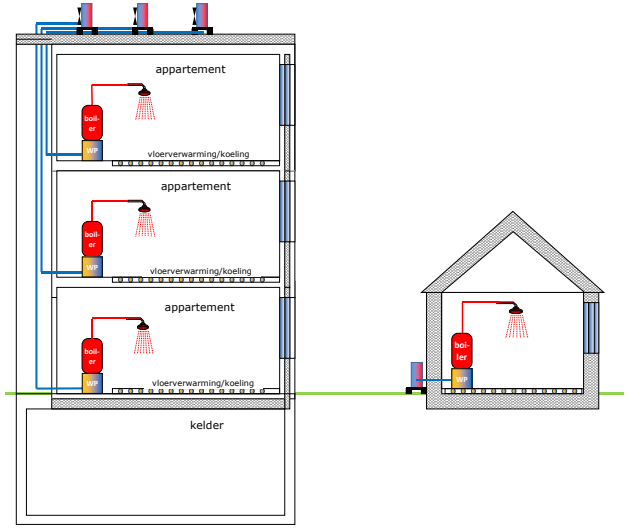
Dit concept (warmtelevering vanuit Koninklijke Mosa BV) scoort goed op vele fronten: CO2 emissie, kosten, geluid, ruimtelijk inpassing in woningen, beheermogelijkheden etc. De tekortkomingen zijn echter zwaarwegend: geen koudelevering. Ook de koppeling met Mosa scoort laag vanwege de onbetrouwbaarheid van één (commerciële) bron en vanwege de inzet van een MT voor een nieuwbouwwijk.



MCA toelichting concept ref

warmtebron		lucht
warmtenet		n.v.t.
locatie warmtepomp		woning/appartement
koeling		warmtepomp
Criterium	**Weegfactor**	**ref**
netcongestie/aansluitvermogen	9,4	3
koude	9	10
leveringszekerheid	8,8	8
effectief gebruik bronnen	8,2	8
kosten	6,4	7
doorkijk groei bestaande bouw	6,2	0
bewezen techniek / risico's innovatie	6	8
beheer warmtencentrales	2,8	5
ruimtelijke inpassing gebouw/woning	2,6	6
ruimtelijke inpassing gebied	2,6	10
CO2 emissie	2,4	8
klimaatbestendigheid / hittestress	1,6	4
geluid	1,6	6
		436
gewogen gemiddeld		6,4

Dit concept (individuele warmtepompen) is als referentie meegenomen in de studie. Met name op het gebied van netcongestie, klimaatbestendigheid scoort dit concept slecht.



Conclusies

De conclusie luidt dat het schetsontwerp van concept 3 overall is te verkiezen. Het is het enige concept dat goed scoort op het gebied van netcongestie in combinatie met koudelevering. In het voorontwerp (volgende fase) is nog te bezien in hoeverre de inzet van een piekketel op aardgas voor de komende jaren het elektrische aansluitvermogen (en de kosten) verder kunnen verlagen. Het concept scoort over all goed. De minpunten zijn de hogere CO2 emissies en het hogere vermogen dat vanuit de bron (RWZI Limmel) benodigd is.

innoforte
sustainable value

WARMTENETTEN WARMTEBRONNEN BEDRIJFSECONOMIE WETTEN & NORMEN WARMTEMETING CASES KLANT AAN HET WOORD

HET adviesbureau voor duurzame warmte en koude

Van Heemstraweg 56d
6651 KH, DRUTEN

0487-510375
info@innoforte.nl
LinkedIn
Youtube