

Schetsontwerp en businesscase WKO-systeem Noordereiland Zwolle

BK5441

Project related

Klaas Bootsma, Joost Poldervaart, Martijn de Jong,

Anish Bosch

10 juni 2025



Schetsontwerp en businesscase WKO-systeem Noordereiland Zwolle

In opdracht van de Gemeente Zwolle

Projectnummer: BK5441
Referentie: BK5541-101-100
Datum: 10 juni 2025
Status: **definitief**

Royal HaskoningDHV
Laan 1914 no 35
3818 EX, Amersfoort
Nederland
KVK nummer: 56515154

T: +31 88 348 7000
E: info@rhdhv.com
W: www.royalhaskoningdhv.com

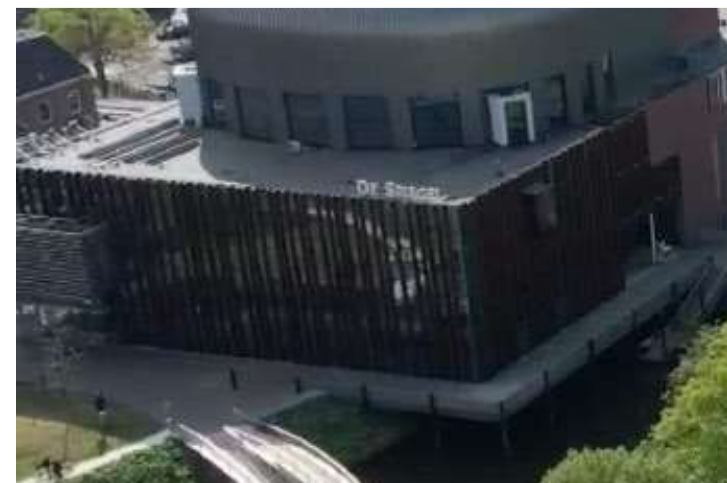
Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and OHSAS 18001:2007.

Inhoudsopgave

Inleiding	<u>Pag. 4</u>
1. Uitgangspunten, scenario's en warmtesysteem	<u>Pag. 7</u>
2. Regeneratiebron en systeemkeuze	<u>Pag. 12</u>
3. Technische uitwerking	<u>Pag. 17</u>
4. Financiële uitwerking	<u>Pag. 26</u>
5. Organisatiestructuur	<u>Pag. 38</u>
6. Conclusies en aanbevelingen	<u>Pag. 42</u>
7. Bijlages	<u>Pag. 46</u>

Inleiding



De beste financiële, technische, organisatorische en duurzame oplossing voor Noorderkwartier

De Gemeente heeft als ambitie in 2040 een energie neutrale en aardgasvrije stad te zijn. In lijn met deze doelstelling is het Noorderkwartier kansrijk voor het ontwikkelen van een WKO-systeem, gezien dit gebied nog moet worden ontwikkeld en daarom verplicht aardgasvrij moet zijn.

Vooraf aan deze studie is 2024 een energievisie studie van het Noorderkwartier uitgevoerd door Merosch. Zij bevelen aan om een collectief WKO-systeem voor de levering van warmte en koude verder uit te werken in een Schetsontwerp en deze te onderbouwen met een Businesscase. In bijlage A is ons stappenplan toegelicht.

Doel van het onderzoek

In dit onderzoek wordt het idee van een bronnet met WKO en duurzame regeneratiebron verder ingevuld. Concreet is dit een nader onderzoek naar de beste financiële, technische, organisatorische en duurzame oplossing voor het warmte- en koudesysteem voor het Noorderkwartier op basis van een bronnet met WKO in de aanloopfase en voor de toekomst. De volgende vragen staan centraal in het onderzoek:

1. Wat is de meest gunstige locatie van de WKO-bronnen en infiltratiepunten gebaseerd op het Bodemenergieplan?
2. Welke regeneratiebron is technisch, ruimtelijk en financieel het meest geschikt?
3. Welk systeemprincipe is technisch, ruimtelijk en financieel gezien het meest interessant voor het WKO-systeem?
4. Is een back-up voorziening noodzakelijk en als dit het geval is: hoe ziet dit eruit?
5. Wat is de meest gunstige locatie voor een technische ruimte en hoe ziet dit eruit?
6. Hoe ziet het distributienet eruit?
7. Hoe ziet het in pandige deel van het systeem eruit en welke voorwaarden moeten hieraan gegeven worden?
8. Hoe ziet de businesscase eruit van het WKO-systeem?
9. Wat zijn de financiële consequenties van het beoogde WKO-systeem?

10. Welke (Rijks)subsidies zijn er mogelijk bij dit project?

11. Welke gevoeligheden zijn van wezenlijk belang op de businesscase in dit project en in welke mate hebben deze een effect op het resultaat van de businesscase?

12. Wat zijn de effecten van de keuze van de governance? Wat zijn de voor- en nadelen van verschillende organisatievormen? In hoeverre kunnen daarmee de maatschappelijke doelen geborgd worden?

13. Wat is het effect van de fasering en/of de verandering van de bouwontwikkelingen op het schetsontwerp en de businesscase?

14. Welke demarcaties voor het collectieve systeem zijn er mogelijk en wat zijn de consequenties hiervan voor de gemeente, projectontwikkelaar, exploitant en bewoner?

15. Welke vergunningen en meldingen zijn er benodigd voor het aanleggen van een WKO-systeem?

Het eindresultaat

Een technisch schetsontwerp van het voorkeurs WKO-systeem met een financiële onderbouwing in de vorm van een businesscase waarmee de gemeente een Programma van Eisen kan opstellen voor de aanbesteding van het WKO-systeem.



De leeswijzer

Hieronder wordt de opbouw van het rapport beschreven:

1. Uitgangspunten, Scenario's en warmtesysteem

Hier wordt het geplande bouwprogramma omschreven van de gebouwen A t/m E, samen met de verwachte warmte en koude vraag. Daarna komen de uitgangspunten van het beoogde warmte- en koudesysteem, alsook die van de WKO, welke ten grondslag liggen aan deze studie.

2. Regeneratiebron en systeemkeuze

In hoofdstuk 2 worden de mogelijkheden van regeneratiebronnen uiteengezet met voor- en nadelen. Vervolgens wordt voor ieder scenario een regeneratiebron gekozen die technisch haalbaar is en het meest financieel aantrekkelijk. Daarnaast worden de in pandige systeemvarianten ook uiteengezet en vervolgens een keuze gemaakt voor een best passend systeem.

3. Technische uitwerking

In hoofdstuk 3 worden de 3 scenario's met de uitgangspunten en de regeneratiebron- en systeemkeuzes technisch uitgewerkt. Hierin worden de technische resultaten weergegeven zoals, de op te stellen vermogens (WP en piek) inclusief de plaatsing daarvan in de technische ruimte, de benodigde elektrische aansluitingen, de leiding lengtes met bijbehorende diameters, de vermogens en debieten van de WKO-bronnen.

4. Financiële uitwerking voorkeursvariant

Op basis van alle technische gegevens uit de hiervoor genoemde hoofdstukken is een financieel model gemaakt. De resultaten als investerings- en operationele kosten, warmtetarieven en aansluitkosten worden in dit hoofdstuk gepresenteerd. Ook is dit uitgewerkt voor het geval dat er geen bodemverontreiniging zou zijn.

5. Organisatiestructuur

De factoren die van belang zijn bij het bepalen van de meest geschikte organisatievorm voor het WKO-bronnet worden benoemd. Daarnaast worden de benodigde vergunningen benoemd en een beeld gegeven van de vereisten en doorlooptijd.

Conclusies en aanbevelingen

Afsluitend wordt teruggekoppeld op de 15 hoofdvragen die gesteld zijn vooraf aan dit onderzoek. De belangrijkste conclusies en aanbevelingen worden gepresenteerd.

1. Uitgangspunten, Scenario's en warmtesysteem



Beschrijving bouwprogramma Noorderkwartier

Het gebied Noorderkwartier is onderdeel van het Noorderkwartier en bevindt zich tussen de Assiesstraat en de Achtergracht op het Noordereiland. De gemeente is voornemens dit gebied te herontwikkelen, waardoor er ruimte komt voor woningbouw, ondernemers en recreatie. De bedoeling is dat dit een binnenstadsbuurt wordt die aansluit op het fijnmazige weefsel van straten en pleinen en de pandsgewijze bebouwing van de binnenstad. Daarnaast wordt dit gebied autovrij, duurzaam, groen, sociaal-inclusief en energie-neutraal. Dit houdt in dat er zowel koop- als huurwoningen gerealiseerd worden. Ook zal er ruimte zijn voor sociale huur.

Er komen appartementen, grondgebonden woningen en ruimte voor ondernemers in de plinten van de hoogbouw. De bebouwing zal drie tot zes bouwlagen bevatten met op een enkele plek een hoogteaccent van tot twaalf bouwlagen. Onder de nieuwbouw zal een half verdiepte parkeergarage ontstaan. Het plaatje rechtsboven illustreert de nieuwbouwplannen.

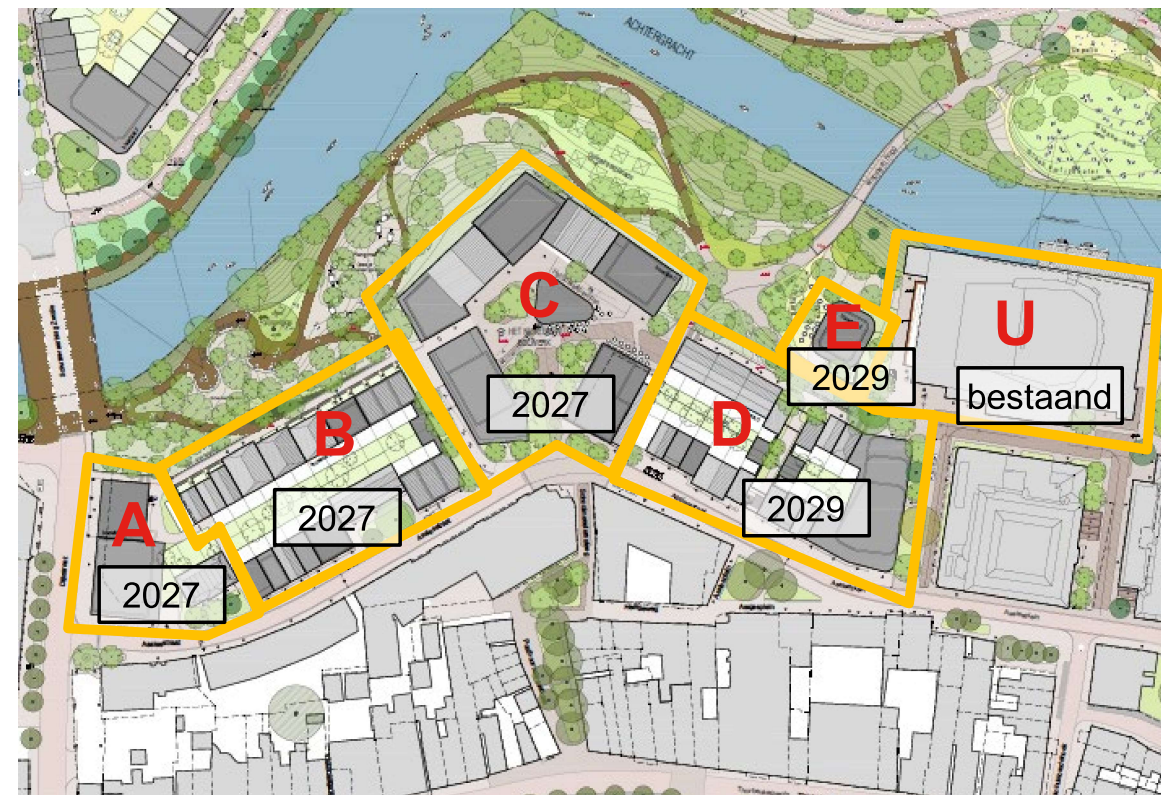
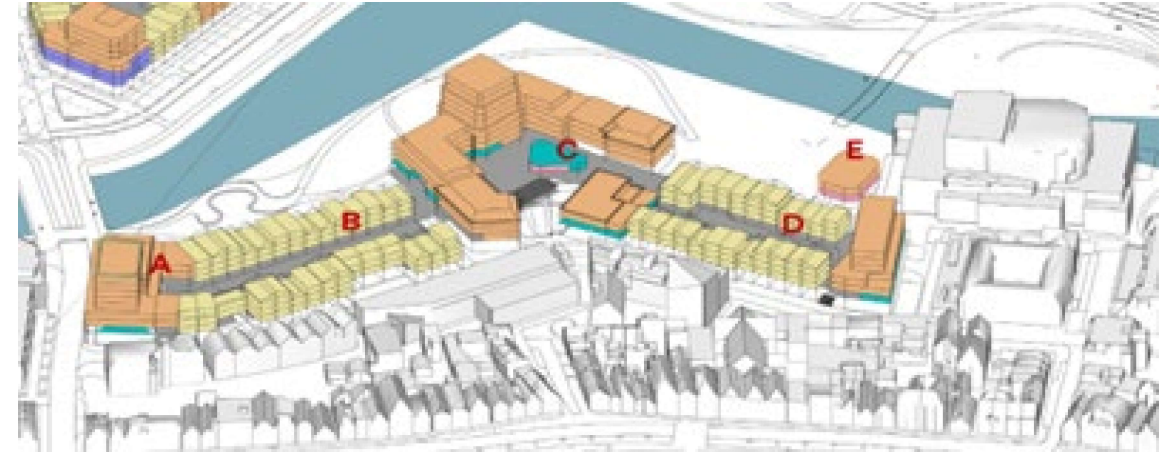
In Bijlage B1 is een tabel opgenomen met het totaal aantal woningen, appartementen en BVO utiliteit dat we als uitgangspunten hebben gebruikt in deze studie.

De fasering van de aanleg van het projectgebied

De nieuwbouw zal gefaseerd aangelegd worden. Gestart zal worden met gebouw A welke door woningcorporaties beheerd zal worden. De planning en fasering voor de deelgebieden binnen Noorderkwartier zien er in concept als volgt uit:

- Blok A-C: start bouw; 2027, oplevering 2029
- Blok D/E: start bouw; 2029, oplevering 2031
- U (De Spiegel) is een bestaand theater

In het plaatje rechtsonder is dit geïllustreerd, waarbij de start van de bouw is aangegeven.



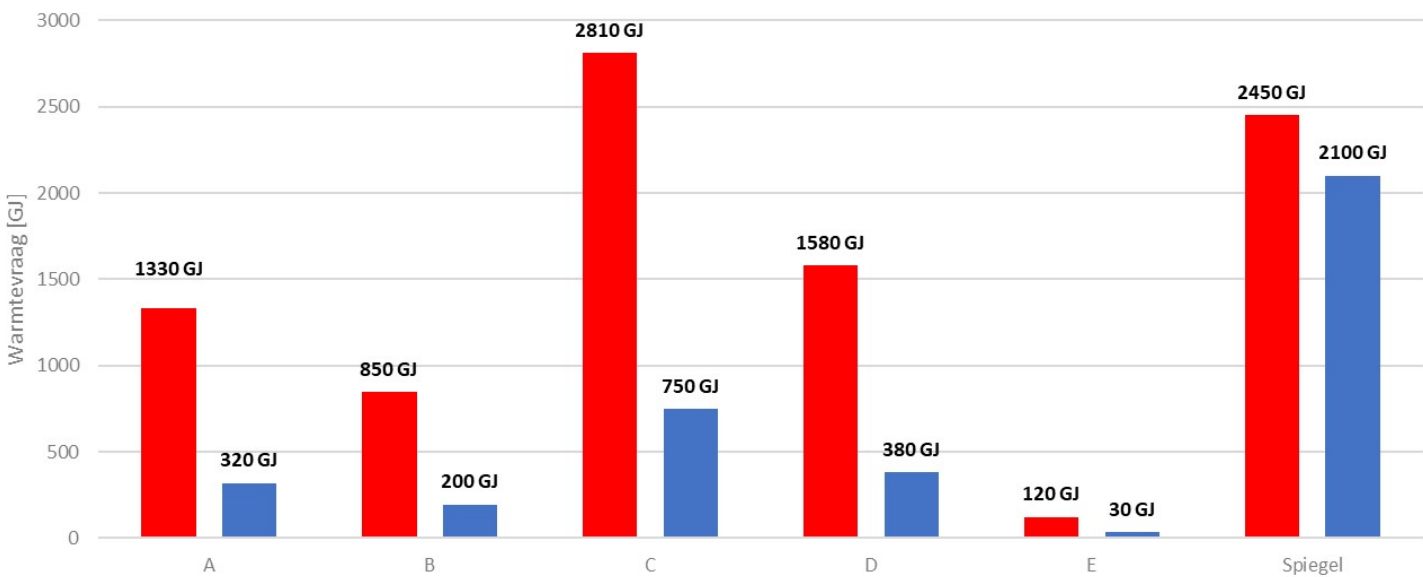
Warmte en koudevraag

Warmte- en koude op basis van de BENG-norm

Voor nieuwbouw geldt op dit moment de BENG-norm. BENG staat voor Bijna Energie Neutrale Gebouwen. De BENG-norm beschrijft het maximaal toelaatbare energieverbruik per woning. In Bijlage B3 wordt de BENG-methodiek verder toegelicht. Wij hebben gebruikt gemaakt van deze norm om de warmte- en koudevraag van de nieuwbouw te bepalen. De inschatting van de warmte- en koudevraag van de Spiegel is gebaseerd op de concept Energievisie Noorderkwartier Zwolle (Merosch, 2024).

Rechts is de warmte- en koudevraag weergegeven van de gebouwen A t/m E en de Spiegel. In het rood is de totale warmtevraag (ruimteverwarming+warm tapwater) weergegeven en in het blauw de koudevraag. Theater de Spiegel heeft in verhouding een grote koudevraag. Dit uitgangspunt is reden geweest om Theater de Spiegel op te nemen in het warmte- en koudesysteem voor de nieuwbouw. De toepassing van het warmte- en koudesysteem wordt op de volgende pagina verder toegelicht.

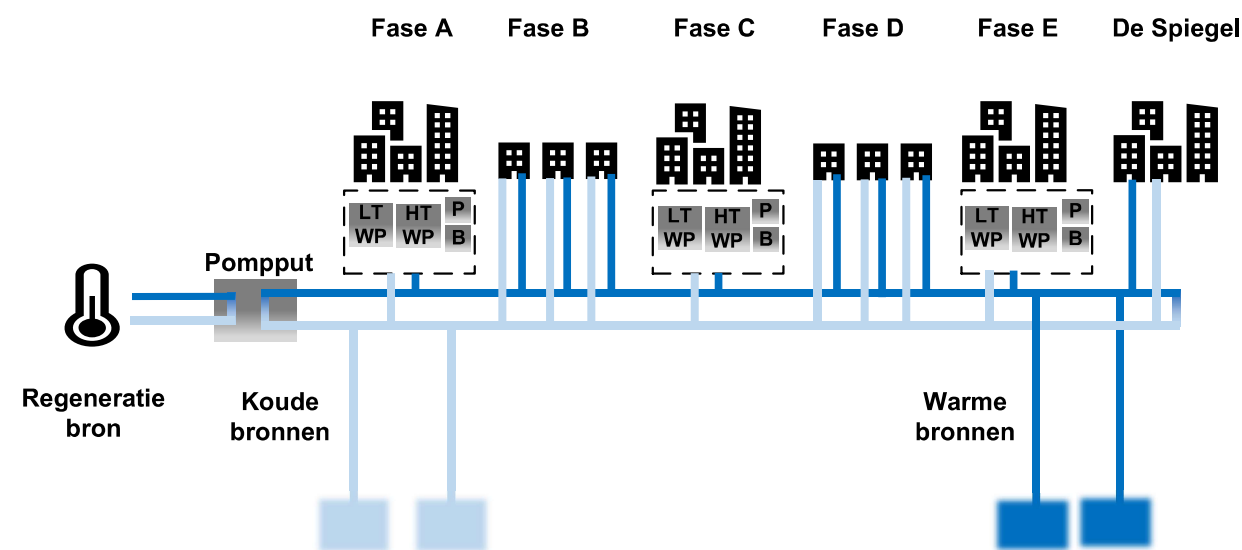
In Bijlage B2 is een overzichtstabel opgenomen met de uitgangspunten voor ruimteverwarming, warm tapwater en koude voor deze studie.



NB: Rood = warmtevraag; blauw = koudevraag

Het beoogde warmte- en koudesysteem

Uit de eerdere quickscan van Merosch uit 2024 is aanbevolen om een **collectief WKO systeem** te ontwikkelen voor de nieuwbouw op het Noorderkwartier. Dit vormt dan ook de basis van het warmte- en koudesysteem. Het plaatje hieronder geeft het beoogde basissysteem voor het Noorderkwartier aan.



Er zijn **twee WKO doubletten** benodigd. Dit wordt op de volgende pagina verder toegelicht. Verder is er een **regeneratievoorziening** benodigd, omdat de warmtevraag van het systeem groter is dan de koudevraag. De grondgebonden woningen worden met een eigen water/water warmtepomp aangesloten op het bronnet. Deze warmtepomp voorziet in ruimteverwarming, warm tapwater en de piekvoorziening. De appartementen worden via een collectieve warmtepomp aangesloten. In de appartementen komt alleen een afleverset te hangen.

Per appartementengebouw komt een technische ruimte waar de opwaardering van de warmte plaats vindt. Een **lage temperatuur warmtepomp** verzorgt de centrale ruimteverwarming. Een **hoge temperatuur warmtepomp** in combinatie met een buffervat verzorgt het warme tapwater. Daarnaast staan daar nog de **piek- en back-up voorziening**.

Hoe de warmte en koude van de technische ruimte naar de appartementen getransporteerd wordt, zijn meerdere systeemopties voor. Deze worden in hoofdstuk 2 op pagina 15 en 16 nader toegelicht.

Daarnaast zijn er voor de regeneratievoorziening meerdere opties mogelijk. Deze zijn ook in de quickscan van de Merosch studie benoemd. Te weten: Aquathermie uit oppervlaktewater, droger koelers en koelwarmte uit de Spiegel. Hierbij zijn in deze studie ook riothermie en PVT als extra regeneratieopties meegenomen. De uitwerking van de best passende regeneratieoptie staat in hoofdstuk 2 op pagina 13 en 14. In Bijlagen C1 - C5 staan uitgebreide uitwerkingen van de regeneratieopties.

Een toelichting op de totstandkoming van de scenario's

In deze studie hebben we voor drie verschillende scenario's het warmte- en koudesysteem uitgewerkt. In de basis moesten we een warmte- en koudesysteem voor de gebouwen A t/m E verder uitwerken. De koelwarmte van de Spiegel als regeneratie voor de WKO inzetten, werd als logisch gezien en passen we sowieso toe. Dit vormde **scenario 1**. De huidige cv installatie van de Spiegel is aan vervanging toe. Dus ontstond de vraag of het WKO systeem ook warmte kon leveren aan de Spiegel. Dit werd **scenario 2**. Tevens werd aangegeven dat gebouw A al vrij snel ontwikkeld zal worden. Dit kan betekenen dat het omwille van de planning van de projectontwikkelaar toch een eigen warmte- en koudevoorziening gaat realiseren onafhankelijk van het collectieve WKO net. De warmtevraag van gebouw A komt dan vrij en dus werd de vraag gesteld of er dan ook niet bestaande bouw aan de Assiesstraat op het WKO systeem aangesloten kon worden. Dat werd **scenario 3**.

In onderstaande tabel zijn de scenario's samengevat. In Bijlage B4 wordt dit gevisualiseerd.

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Aangesloten gebouwen	A t/m E + koude Spiegel	A t/m E + W & K Spiegel	B t/m E + W & K Spiegel + warmte bestaande bouw Assiesstraat
Warmtevraag	6.700 GJ	9.100 GJ	18.300 GJ
Koudevraag	3.800 GJ	3.800 GJ	3.500 GJ

Uitgangspunten van de WKO bronnen

De uitgangspunten die zijn gebruikt voor de WKO doubletten volgen uit de studie die in het kader van het bodemenergieplan is uitgevoerd door Royal HaskoningDHV.

Het aantal benodigde doubletten

Uit de studie is gebleken dat er in totaal maximaal 2 doubletten nodig zijn ervan uitgaande dat het volledige benodigde thermische vermogen door de WKO-bronnen geleverd moet worden, inclusief een warmtepomp. In de praktijk zal een deel van het vermogen door een piekvoorziening geleverd worden waardoor minder bronvermogen nodig is.

De locatie van de WKO bronnen

Op basis van een effectenberekening is bepaald wat de optimale locaties zijn voor de warme en koude bronnen. Hierbij is rekening gehouden met een minimale afstand van 118 meter tussen de koude en warme bronnen, in verband met het voorkomen van thermische beïnvloeding.

De aanwezigheid van grondwaterverontreiniging

De belangrijkste reden voor het opstellen van een bodemenergieplan is de aanwezigheid van een grondwaterverontreiniging in het gebied door de vroegere aanwezigheid van een gasfabriek op de plek waar nu het parkeerterrein gevestigd is op het Noordereiland, zie de figuur rechts. Om de risico's op ongewenste verspreiding en optimale condities voor het afbreken van de verontreiniging te borgen zijn gebruiksregels vastgelegd in een bodemenergieplan.

Uitgangspunten van de WKO bronnen

- Het benodigde aantal doubletten is berekend met een doorlatendheid (Kh) van 28 m/d
- Er wordt gerekend met een filterlengte van 20 m in het 1^{ste} watervoerende pakket, realiseerbaar over het traject tussen NAP -45 m en NAP -90 m. Er kan niet dieper dan 90 meter geboord worden in verband met een scheidende kleilaag die intact gehouden moet worden, zodat de grondwaterverontreiniging zich niet dieper in de ondergrond kan verplaatsen.
- De boorgaten hebben een diameter van 600 mm.



Figuur: inpassing WKO doubletten op basis van de voorkeursvariant (scenario 8) uit het bodem energieplan



Figuur: Inschatting (Gemeente Zwolle) van de locatie van de benzeen en andere verontreinigingen aangegeven met de blauw gearceerde gebieden.

2. Regeneratiebron en systeemkeuze



Toepasbare regeneratietechnieken



- Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) uit de Achtergracht heeft een hoge potentie vergeleken met de warmtevraag (91.765 GJ).
- Kan dienen als regeneratiebron voor de WKO's als de water temperatuur > 18 °C.
- Kan rechtstreeks worden ingezet als warmtebron als de temperatuur in de gracht in de tussenseizoenen voldoende hoog is (~12 - 18 °C).
- Benodigd onttrekkingsdebiet is ca. 50 - 250 m3/uur afhankelijk van de toegestane lozingstemperatuur. Bijbehorende diameter buis is ca. 100-250 mm bij gem. stroomsnelheid.
- Totaal te onttrekken debiet oppervlaktewater ca. 480.000 m3/jaar bij dT van 5C (1.200.000 m3/jaar bij dT van 2C).
- De kosten zijn ~ 500.000 EUR/MW.

- +** Hoge duurzaamheid vanwege hogere temperatuur regeneratiewarmte, In te zetten als basisbron zonder WKO in de tussenseizoenen;
- Hoge CAPEX, Inpassing TEO systeem mogelijk uitdagend, Extra netcapaciteit benodigd voor pompenergie, Gebruik openbare ruimte



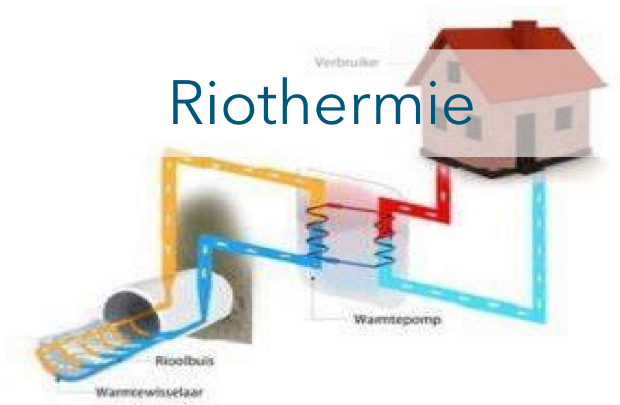
- Photovoltaic thermal (PVT) = PV (de "gewone zonnepaneel") + terugwinning warmte.
- PVT kan hele jaar warmte leveren, echter met lagere opbrengst in winter.
- Kan direct warmte leveren, ook in winter.
- Warmte met een temperatuur tussen 40 - 80 °C.
- Kan jaarlijks 9.000 GJ leveren als 50% van het dak van A t/m E wordt gebruikt.
- PVT is ca. 2x duurder dan een PV. Als 50% van het dakoppervlak zou worden bekleed met PV (zonder warmte) dan kost dit ongeveer 0,5 miljoen EUR. Voor alleen regeneratie moet ca. 33% tot 50% uitgevoerd worden in PVT.
- PVT is ongeveer 50% zwaarder dan PV panelen per m2.
- De kosten zijn ~ 300.000 EUR/MW.

- +** Hogere duurzaamheid vanwege hogere temperatuur regeneratiewarmte, In te zetten als basisbron zonder WKO;
- Zeer hoge CAPEX, Inpassing systeem op daken Dakconstructie moet meer gewicht aankunnen



- Geschikt voor daken van gebouwen.
- Wint passief warmte uit de buitenlucht met een water-lucht warmtewisselaar.
- Geluidsproductie = 57 - 75 dB(A). Low noise optie ~ 39 dB(A). Gewenst geluidsniveau op gevels is typisch 55 dB(A). Mogelijk in de Spiegel is hier minder last van.
- Ongeveer is er 60 - 80 m2 (~1-2% van A-E) aan bruto dakoppervlak voor dry-coolers nodig.
- Een 120 kWth unit weegt 335 kg.
- ~ 83.000 EUR/MW. Daar bovenop komen nog kosten voor de uitkoppeling van de warmte.

- +** Gemiddelde duurzaamheid, Lage CAPEX Inpassing op daken gemakkelijk, Weinig tot geen gebruik van openbare ruimte, Inpassing systeem modulair op te bouwen;
- Mogelijk geluidshinder.



- Riothermie (Rio) kan warmte onttrekken uit het rioolwater, dat door de nabijgelegen Dijkstraat loopt.
- Kan dienen als regeneratiebron voor de WKO's als de riool temperatuur > 18 °C.
- Kan rechtstreeks als warmtebron dienen als de riooltemperatuur voldoende is (12 °C - 18 °C).
- Heeft een potentie van 316.5 kW o.b.v. de aangeleverde informatie (Studie riothermie Syntraal, 2025)
- De kosten zijn ~ 500.000 EUR/MW.

- +** Hoge duurzaamheid vanwege hogere temperatuur regeneratiewarmte, In te zetten als basisbron zonder WKO in de tussenseizoenen;
- Hoge CAPEX, Inpassing RIO systeem mogelijk uitdagend, Extra netcapaciteit benodigd voor pompenergie, Gebruik openbare ruimte.

Keuze regeneratiesysteem per scenario

Scenario 1 Dry-coolers

- De aquathermie regeneratiebronnen (TEO en Rio) zijn dure bronnen als er weinig warmtevraag is. Doordat dit scenario een relatief kleine warmtevraag heeft zijn deze ongeschikt.
- PVT is zo'n 4x duurder dan dry-coolers per geïnstalleerd vermogen. Hoewel deze bron meer uren per jaar direct kan leveren, weegt dit niet op tegen de kosten.
- Dry-coolers zijn een kosten-efficiënte regeneratiebron voor kleine systemen. Ze zijn eenvoudig te implementeren en vereisen slechts ~0,3% van het dakoppervlak van gebouwen A t/m E.

Scenario 2 Riothermie

- De aquathermie regeneratiebronnen schalen goed in kosten naarmate het warmtesysteem groter wordt.
- Dry-coolers zijn nog steeds een goede optie hier, echter zijn de kosten hoger dan dat van Rio.
- Dry-coolers zijn vooralsnog goedkoper dan TEO.
- Door de hogere temperaturen in het rioolwater vergeleken met dat van de Achtergracht kan Rio jaarrond meer warmte leveren dan TEO.
- In scenario 2 is daarom Riothermie daarom geprefereerd.

Scenario 3 TEO

- Scenario 3 is een groot warmtesysteem. Dit maakt een aquathermie regeneratiebron financieel de meest aantrekkelijke optie.
- Riothermie heeft onvoldoende potentieel vermogen beschikbaar om de woningen in dit scenario te voorzien van warmte.
- In scenario 3 heeft TEO daarom de voorkeur.

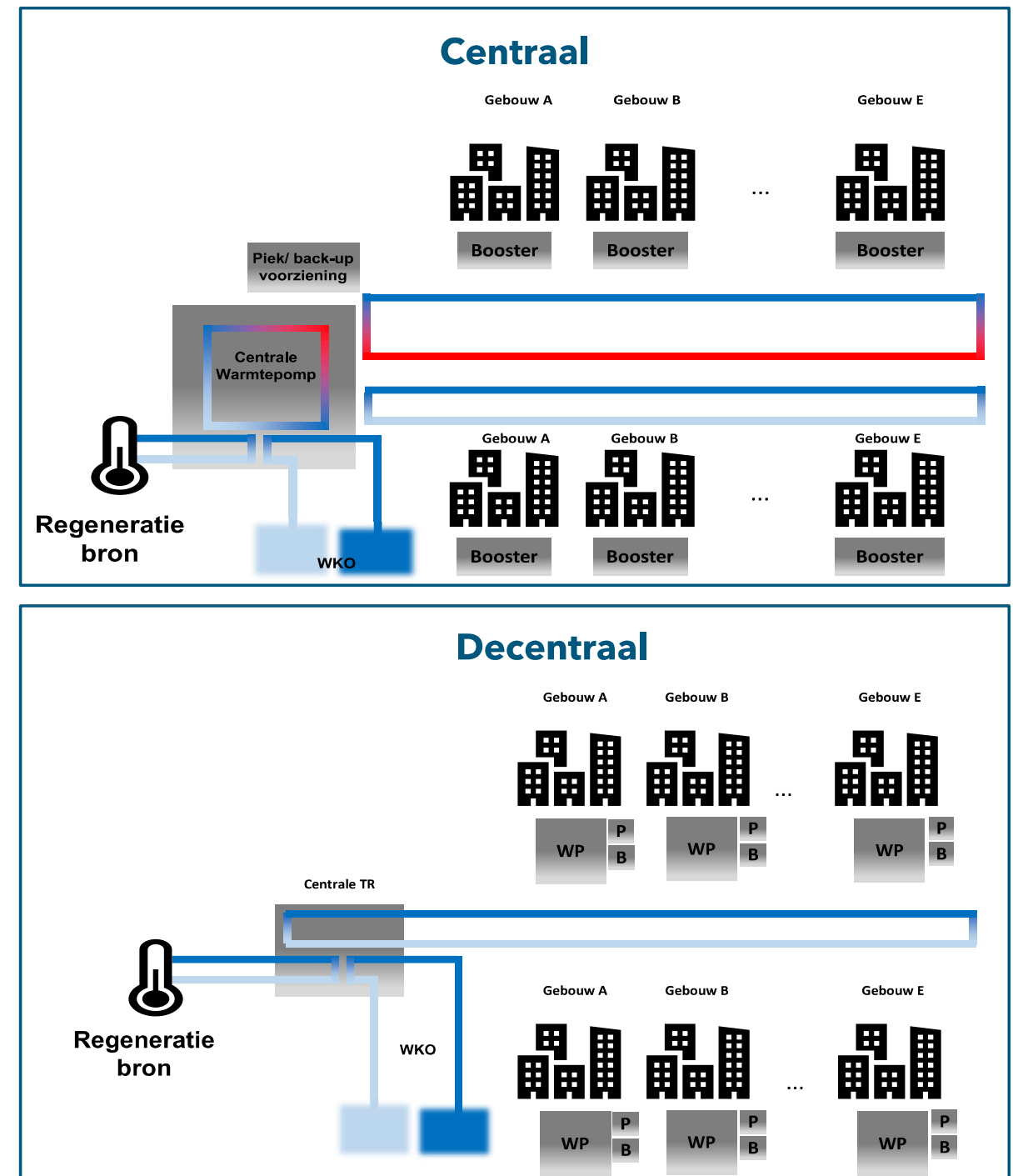
TEO	– duur met kleine warmtevraag	+ gemiddeld uren warmte levering – kosten schalen goed	+ voldoende potentie + kosten schalen goed + Maatschappelijke voordelen
PVT	– duur	– duur	– duur/onvoldoende ruimte
Dry-coolers	+ goedkoop	– kosten schalen niet	– kosten schalen niet
Rio	– duur met kleine warmtevraag	+ veel uren warmte levering + kosten schalen goed	– niet genoeg potentie

Systeemopties WKO systeem

Voor een WKO systeem kunnen meerdere systeemopties ingezet worden vanaf de warmtepomp naar de afleverset van de individuele bewoner. Er zijn 2 hoofdsystemen: het centrale en decentrale systeem. In de plaatjes hier rechts is dit gevisualiseerd.

- Het centrale systeem heeft een gemeenschappelijke warmtepomp waarmee de warmte uit de WKO wordt opgewaardeerd en op aflevertemperatuur naar de woningen wordt gebracht. De gemeenschappelijke warmtepomp staat in een aparte energiecentrale, waar ook de overige technische installaties zich bevinden. Er komt naast het WKO net ook een warmtenet (LT of MT) én een apart koudenet als er een grote koudevraag is.
- Het decentrale systeem brengt op brontemperatuur de warmte naar de woningen of appartementengebouwen. Dit wordt een bronnet of ZLT net (Zeer Lage Temperatuur net) genoemd. In de technische ruimte van de appartementengebouwen wordt de warmte opgewaardeerd naar een hogere temperatuur en via in pandig leidingwerk geleverd aan de woningen. Grondgebonden woningen worden direct op het bronnet aangesloten middels een afleverset en een eigen warmtepomp. Vaak is er nog een kleine centrale technische ruimte nodig voor pompen, filters en aansturing. In het beoogde systeem wordt deze ingevuld middels een pompput bij de WKO bronnen. Een technische ruimte is niet wenselijk door de grote afstand tussen de WKO bronnen.

Voor een centraal systeem is er één systeemvariant. Voor een decentraal systeem zijn er zes variaties. De variaties verschillen in hoe wordt omgegaan met de bereiding van warm tapwater en op welke temperatuur het water wordt aangeleverd aan de individuele woningen. Verder verschillen de variaties ook in het aantal leidingen (3 - 5) dat in pandig van de technische ruimte naar de individuele woning gaat. Op de volgende pagina worden deze varianten verder toegelicht.



Systemvarianten van het inpandige systeem

In het kader hier rechts staan alle systeemvarianten weergegeven. De bovenste variant is voor het centrale systeem. De overige zes zijn voor het decentrale systeem. In de tweede kolom zijn de belangrijkste voor- en nadelen per variant gegeven. In Bijlage D1 - D7 zijn de verschillende varianten visueel weergegeven.

Variant vijf: het change over systeem is het meest toegepaste systeem in nieuwbouw appartementencomplexen. Met name vanwege het beperkte ruimtegebruik in de woning en het efficiënt bereiden van ruimteverwarming op een centrale plek in het gebouw. Met dit systeem kan er in het tussenseizoen zowel warmte als koude geleverd worden, wanneer bijvoorbeeld de zuidkant al koeling nodig heeft en de noordkant nog verwarming. De verwarming wordt dan via het tapwater net geregeld. Alhoewel dit minder efficiënt is, weegt het op tegen het feit dat er al wel koeling geleverd kan worden. De warm tapwater is weliswaar gevuld met water van een hoge temperatuur, maar het betreft een relatief dunne leiding die geïsoleerd kan worden. En de ‘verloren’ warmte komt ten goede aan de verwarming van het gebouw. Dus exploitatie technisch gaat er weinig warmte verloren.

Er is daarom gekozen om deze systeemvariant verder uit te werken voor het warmte- en koudesysteem voor het Noorderkwartier. De verdere uitwerking staat in hoofdstuk 3.

Collectieve WP De warmte van het hele bronnet wordt opgewaardeerd door een centrale WP.	+ Geen tapwater TSA, eenvoudige afleverset; lage CV/GKW temperaturen, hoog rendement; weinig ruimtebeslag woning i.p.v.. booster per pand; warm tapwater efficiënt te bereiden (rechtstreekse bereiding vanuit koud tapwater); - Legionella aandachtspunt; veel distributieleiding.
1) Booster WP <i>(per woning)</i> Warmte komt aan op 35 °C, wat wordt opgewaardeerd door een booster WP voor tapwater. Apart koudenet.	+ Lage CV aanvoertemperatuur, weinig verlies, hoog rendement; geen centrale change over centraal; - Meer ruimtebeslag woning; meer E-verbruik woning.
2) Elektrisch naverwarmen <i>(per woning)</i> Warmte komt aan op 50 °C, wat elektrisch wordt naverwarmd voor tapwater. Apart koudenet.	+ Hoge dT CV leidingen (kleine leidingen); geen change/over nodig centraal; temperatuur CV aanvoer relatief hoog; meer installatieruimte woning (e-boiler); - Meer e-verbruik bewoner; tapwater minder duurzaam (deels e-boiler);
3) 4 pijps systeem Vier inpandige pijpleidingen. Warmte- en koudenet apart. Warmte geleverd op 65 °C water, vermengd met koud water voor ruimte verwarming.	+ Eenvoudig in opzet; weinig ruimtebeslag woning; hoge dT CV leidingen, kleine leidingen; geen centrale change over nodig; - Geen gelijktijdige warmtelevering en warm tapwater levering; risico op verstoring CV retour door warm houd functie warmtapwater TSA; rendement laag door hoge CV temperaturen
4) 5 pijps systeem Aparte warmteleiding voor verwarming en tapwater, maar wel een gezamenlijke retour. Apart koudenet.	+ Ruimteverwarming efficiënt op lage temperatuur op te wekken; ruimteverwarming en tapwater gelijktijdig te leveren; weinig ruimte in woning; - Risico op verstoring CV retour door warm houd functie warmtapwater TSA; hoog verlies door extra CV leiding.
5) Change over systeem Vier leidingen inpandig. Warm tapwater op een apart net. Tweede net levert warmte in de winter en koeling in de zomer. Warmte verwarming in zomer geleverd door warm tapwater leiding.	+ Ruimteverwarming efficiënt te bereiden; weinig ruimtebeslag in de woning; gelijktijdig warmtelevering en warm tapwater mogelijk; - Koeling niet altijd beschikbaar; relatief veel verlies door hoge Temp leidingen; centrale change over noodzakelijk.
6) 3,5 pijps systeem in zomer wordt koude geleverd, in winter warmte ~ 40 °C. Warme leiding moet mogelijk worden bijgemengd met koud water. Levering tapwater op 65 °C.	+ Weinig leidingen; weinig ruimtebeslag in woning; - Koeling niet altijd beschikbaar; CO noodzakelijk; risico op energievernietiging.

3. Technische uitwerking



Uitwerking van het systeem

De systeemschetsen van het beoogde warmte- en koudesysteem

Op basis van alle hiervoor beschreven uitgangspunten en systeemkeuzes hebben we systeemschetsen gemaakt die weergeven hoe wij het beoogde warmte- en koudesysteem voor ons zien. In Bijlage F1 – F3 zijn de systeemschetsen voor alle drie de scenario's voor zomer, winter en tussenperiodes weergegeven. Met deze drie systeemschetsen per scenario willen we aangeven hoe het systeem werkt in een jaar. In de systeemschetsen zijn de hoofdcomponenten van het warmte- en koudesysteem ingetekend:

1. De WKO bronnen
2. Het bronnet (= distributienet)
3. De aansluitleidingen
4. De decentrale technische ruimtes met de hoofdininstallaties
5. De regeneratievoorzieningen.

Werking van het collectieve WKO systeem

- In de zomer wordt er grondwater uit de koude bronnen opgepompt om de woningen en de Spiegel passief te koelen. Het opgewarmde water wordt via de warme bronleiding naar de warme bronnen getransporteerd voor regeneratie. Daarbij vult de regeneratiebron nog extra warmte toe aan de warme bronnen. Ook de warmtevraag in de zomer, die vooral uit warm tapwater bestaat, zal worden ingevuld door de regeneratiebron.
- In het tussenseizoen staan de pompen van de WKO bronnen uit. De koudevraag van de woningen is in deze periode relatief laag en dus is er heel weinig warmte terug te winnen. Daarbij is de temperatuur van de regeneratiebron in deze periode te laag om de warme bron te kunnen regenereren. De relatief lage warmtevraag in deze periode kan direct door de regeneratiebron worden ingevuld. Deze fungeert dan als het ware als basislastbron.
- In de winter wordt het opgeslagen warme water van de warme bronnen opgepompt om de woningen te voorzien van verwarming en warm tapwater via de warmtepompen. Het afgekoelde water wordt op zijn beurt weer getransporteerd naar de koude bronnen. De regeneratievoorziening staat uit in de winter.

De benodigde vermogens per aansluiting

In de systeemschetsen is voor de verschillende appartementengebouwen en de individuele grondgebonden woning de thermische gevraagde vermogens weergegeven. Zowel voor de basislast als voor de pieklast. De warm tapwater vraag is onderdeel van de basislast. Voor de grondgebonden woningen is alleen het basislast vermogen weergegeven, omdat we er vanuit zijn gegaan dat het bronnet alleen in de basislast voorziet. De pieklast voor de individuele woningen wordt ingevuld met een buffervat. Op pagina 20 wordt dieper ingegaan op de samenstelling van de installaties in de decentrale technische ruimtes.

De dimensionering van het bronnet

In de tekeningen is ook de dimensionering van het bronnet weergegeven. Het bronnet bestaat uit de WKO leidingen en het distributienet. De WKO leidingen zijn kleiner gedimensioneerd dan het distributienet. Niet al het te transporteren vermogen hoeft de WKO bronnen in of uit. De regeneratievoorziening voorziet ook in een deel.

Verschillen tussen de scenario's

- In scenario 2 en 3 wordt zowel warmte als koude geleverd aan de Spiegel. Daarmee is het volledige warmte- en koudesysteem voor de Spiegel onderdeel van het collectieve WKO net. Vandaar dat er hier een volledige technische ruimte is ingetekend. In scenario 1 leveren we alleen passieve koeling en is daarmee alleen een warmtewisselaar benodigd. De overige installaties voor de levering van verwarming en warm tapwater vallen buiten scope.
- Voor scenario 3 kwam TEO als regeneratievoorziening als beste naar voren. We hebben uitgerekend bij de maximale benutting van de WKO bronnen hoe groot de TEO installatie dan zou moeten worden. De warmtevraag van de nieuwbouw hebben we afgetrokken van wat de WKO en TEO zouden kunnen leveren. Wat overbleef was het te leveren vermogen aan de bestaande bebouwing. Dit is omgerekend naar een gevraagd thermisch vermogen.
- In scenario 3 hebben we voor de bestaande bebouwing aan de Assiesstraat twee technische ruimtes gemodelleerd als het ware dat alle woningen in twee appartementengebouwen zitten. Het gevraagde vermogen hebben we 50/50 verdeeld.

Inpassing regeneratiebronnen

In elk scenario hebben we gekozen voor een andere regeneratiebron van het systeem. Deze keuze hebben we op pagina 15 en 16 al eerder toegelicht. In de volgende paragrafen lichten we de inpassing van de regeneratiebronnen verder toe. In de basis worden de regeneratiebronnen niet direct op het bronnet aangesloten, maar via een warmtewisselaar. In het bronnet wordt namelijk vervuild grondwater rondgepompt en dit wil je zo min mogelijk impact laten hebben op de installaties van de regeneratiebron.

Regeneratiebron scenario 1

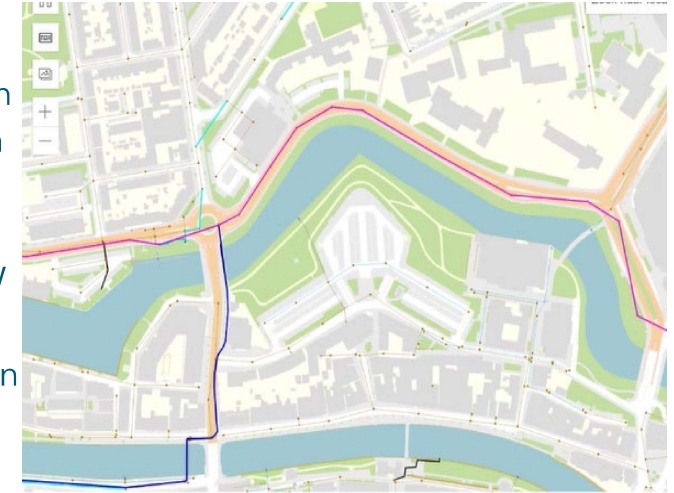
De regeneratiebron in scenario 1 bestaat uit dry-coolers. Er is 720 kWth aan maximaal regeneratievermogen nodig. Wij zijn in ons ontwerp uitgegaan van dry-cooler units van 120 kWth per stuk. Dan zijn er zes stuks benodigd. Omwille van eventueel geluidsoverlast worden dry-coolers over het algemeen op daken geplaatst. Er is ca. 60-80 m² dakoppervlak nodig en 6 units wegen ca. 2,000 kg. Aangezien theater de Spiegel op het bronnet wordt aangesloten én omdat er op het huidige dak van de Spiegel al koelunits staan die vervangen gaan worden (zie rood kader in de foto hieronder), lijkt het logisch om de dry-coolers voor regeneratie ook op het dak van de Spiegel te plaatsen. Daar hebben de nieuwe bewoners er geen last van. Aandachtspunt is wel dat de dakconstructie sterk genoeg moet zijn om 2,000 kg aan dry-coolers te kunnen dragen. Zie groen kader in de foto voor eventueel extra beschikbaar dakoppervlak.



Figuur: Foto dakoppervlak van theater de Spiegel

Regeneratiebron scenario 2:

In scenario 2 is de meest geschikte regeneratiebron riothermie. In het kaartje hiernaast is de locatie van de afvalwatertransportleiding weergegeven in het blauw. Het maximale benodigde vermogen is 270 kWth. Een riothermie warmtewisselaar kan ca. 1 kW per meter leveren. Dit betekent dat de warmtewisselaar 270 m lang moet zijn. Dit kan ofwel via een by-pass leiding gerealiseerd worden of de huidige leiding wordt uitgegraven en vervangen door een leiding waar een warmtewisselaar omheen zit. In het kader hieronder is een extra opmerking beschreven met betrekking tot de inpassing van riothermie. Hier is in deze studie nog geen rekening mee gehouden. Het valt aan te bevelen dit in het vervolg wel mee te nemen.



Extra opmerking

In het geval van een bypassleiding zullen er zwaardere pompen geïnstalleerd moeten worden in het rioolgemaal. Dit is in het huidige gemaal niet mogelijk. Eventueel kan over een lengte van 270 m de diameter van de persleiding worden vergroot, maar dan moeten ook twee zinkers worden vervangen. Dit is een kostbare operatie. Het is mogelijk om in de Dijkstraat 115 m persleiding in vrije ontgraving te vervangen door een leiding met warmtewisselaar. Dit is echter niet genoeg om in de regeneratiebehoefte te voorzien. Er zal dan nog een aanvullende bron ingezet moeten worden.

Regeneratiebron scenario 3

Voor scenario 3 is TEO de gekozen regeneratieoptie. Hiervoor zal er een in- en uitlaat put gerealiseerd moeten worden in de kade van de Achtergracht. De in- en uitlaat zal ca. 150 m uit elkaar geplaatst moeten worden om interferentie te voorkomen. Maar dit is afhankelijk van de stroming en ontwikkeling van de koudepluim. In deze studie is verder nog geen onderzoek gedaan naar de meest geschikte locatie voor deze punten. Voor TEO zal er een kleine technische ruimte benodigd zijn voor pompen, filters en een warmtewisselaar. Dit kan compact op een SKID geleverd worden. Dit kan eventueel in pandig gerealiseerd worden.

Decentrale warmte en koudevoorziening

In het beoogde systeem wordt de warmte en koude decentraal opgewaardeerd en geleverd. Om in de volledige warmte- en koudevraag te voorzien is een mix van bronnen en installaties benodigd. Voor elke aansluiting geldt dat zeer lage temperatuur warmte via het bronnet geleverd wordt op gemiddeld 18 graden en koude op gemiddeld 12 graden. De benodigde aanvoertemperatuur van ruimteverwarming voor nieuwbouw is circa 35 graden en voor warm tapwater is dit circa 65.

De opwaardering in temperatuur is niet voor elke aansluiting hetzelfde georganiseerd. In het kader hiernaast staan de vier voorkomende typen aansluitingen in het Noorderkwartier. In de systeemschetsen in Bijlage F1 - F3 staan de **thermische aansluitvoorwaarden** per type aansluiting. Hierbij geldt ook dat de demarcatie van het warmte- en koudesysteem per type en zelfs per scenario kan verschillen.

Appartementengebouwen

- Collectieve opwaardering voor ruimteverwarming
- Collectieve bereiding warm tapwater
- TR op centrale plek in gebouw
- Op pagina 22 staat een uitwerking van de TR
- Koude word passief geleverd aan de afleverset voor koude overdracht

Demarcatie: loopt tot en met de afleverset, (dus ook in pandig leidingwerk)

Regeneratiebron

- Staat op een eigen plek in het systeem
- Dry-coolers staan op het dak van de Spiegel
- Riothermie en TEO hebben een kleine TR nodig voor de warmtewisselaar, pompen en filters (i.g.v. TEO).

Demarcatie: In beheer van de exploitant

Grondgebonden woningen

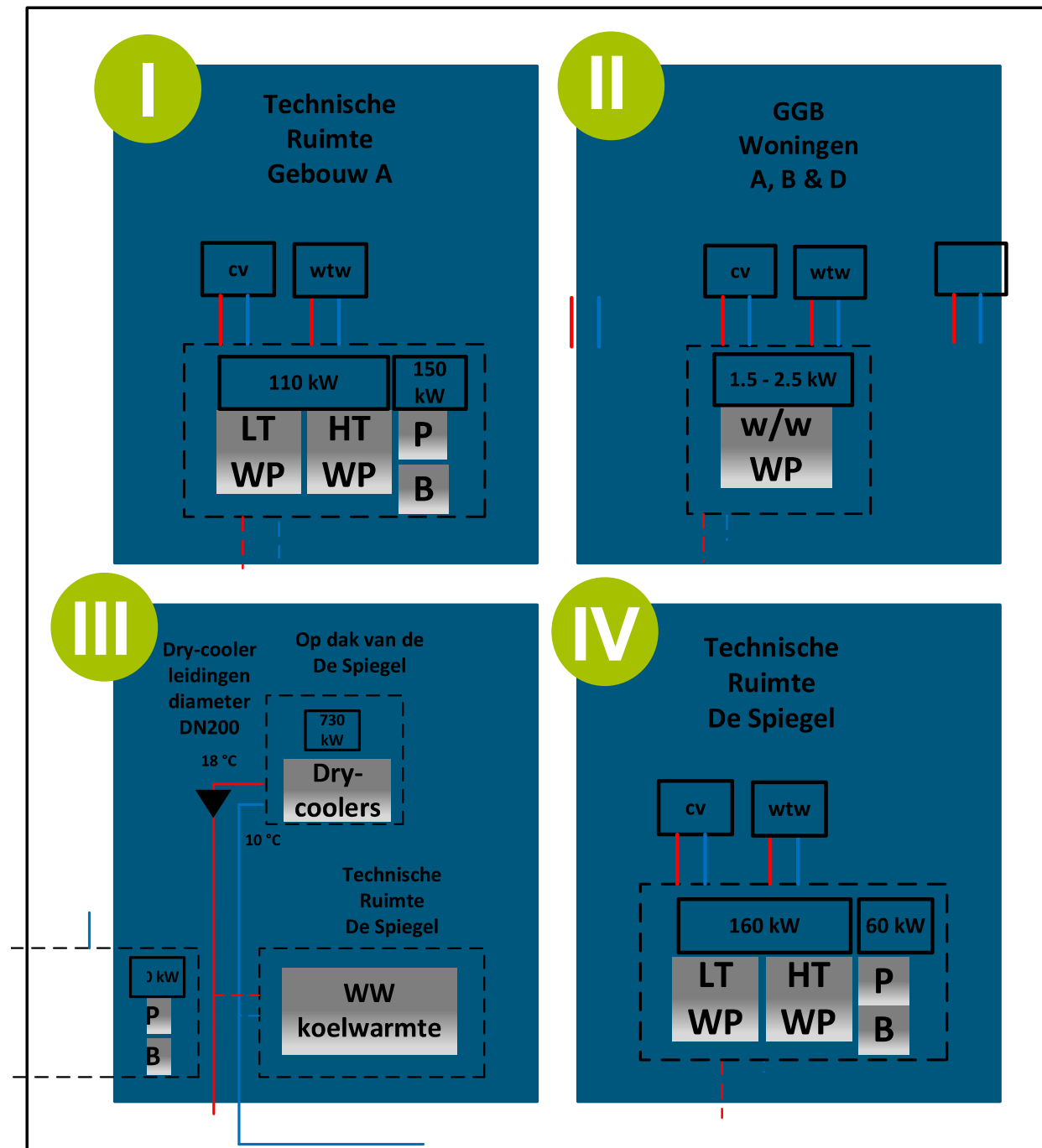
- Individuele opwaardering voor ruimteverwarming
- Individuele bereiding warm tapwater
- Eigen w/w warmtepomp
- Koude word passief geleverd aan de afleverset voor koude overdracht

Demarcatie: loopt tot de afleverset. W/w warmtepomp is in eigen beheer van de inwoner.

De Spiegel

- Eigen opwaardering voor ruimteverwarming
- Eigen bereiding warm tapwater
- TR op plek huidige gasketels
- Koude word passief geleverd aan de afleverset voor koude overdracht

Demarcatie: loopt tot en met de installaties in de technische ruimte. In pandig is voor beheer van de Spiegel.



Opmerkingen op de systeem uitwerking

- Per aansluiting en per scenario kan het opgesteld WP en piek vermogen in de gebouwen verschillen. Gebouw C heeft bijvoorbeeld in scenario 1 een hoger WP vermogen en een lager piekvermogen vergeleken met scenario 2 en 3. Dit komt doordat dry-coolers minder vollasturen hebben dan de aquathermie bronnen. Er moet dus een groter opgesteld bronvermogen staan bij dry-coolers, met het gevolg dat dry-coolers met WKO in een hogere maximale warmte vermogensvraag kunnen voorzien en de piekbron dan minder hoeft te leveren. Dit resulteert in een hoger WP vermogen en een lagere pieklastvermogen.
- Per gebouw blijft het totaal opgesteld vermogen van de piekvoorziening en WP (basisbron) gelijk voor elk scenario. Dit moet namelijk gelijk zijn aan de maximale warmte vermogensvraag van dat gebouw. Hoewel dit niet blijkt uit de figuren Bijlage F1 - F3 door afrondingen, is dit ook voor gebouw E het geval.

Inpassing technische ruimte

De gebouw A, C, E en De Spiegel krijgen een technische ruimte (TR). De woningen op Assiesstraat (scenario 3) zijn nu gemodelleerd met 2 TR's. Onderstaande geldt alleen voor de TR's voor de nieuwbouw.

In de TR's komen de volgende voorzieningen:

- Lage temperatuur warmtepomp (LT WP) t.b.v. ruimteverwarming
- Hoge temperatuur warmtepomp (HT WP) t.b.v. bereiding warm tapwater
- Pieklastinstallatie: E-boiler of L/w warmtepomp (is tevens back-up voorziening)
- Overige: pompen, regelkasten, flowmeter, etc.
- Mogelijk extra buffervat voor warmteopslag om de E-piek lokaal op te kunnen vangen.

Uitleg back-up voorziening

In de praktijk wordt vaak de pieklastbron ook ingezet als back-up voorziening. De pieklastbron draait maar een beperkt aantal vollasturen in de winter, wanneer het echt koude dagen zijn. Vaak alleen als het buiten vriest. Dit betekent dat een groot gedeelte van het jaar deze installatie niet in gebruik is. Een back-up voorziening wordt vaak gedimensioneerd op 50% van het totale warmtevermogen. Dit is vergelijkbaar met het opgestelde vermogen van de pieklast. Dit is namelijk voor een groot gedeelte van het jaar voldoende om in de warmtevraag te blijven voorzien. Daarnaast draait een back-up voorziening vaak maar voor korte duur. Wanneer de basislastbron wegvalt wordt dit vaak binnen een paar uren tot een paar dagen wel opgelost. De pieklastbron is al aanwezig en kan dan bijspringen. In het geval dat er op de koudste dag van het jaar de basislastbron wegvalt, dan draait de pieklast al op vol vermogen. Het comfort zal dan even iets minder zijn, maar dit is dus maar van korte duur.

Ruimtelijke inpassing van de technische ruimte

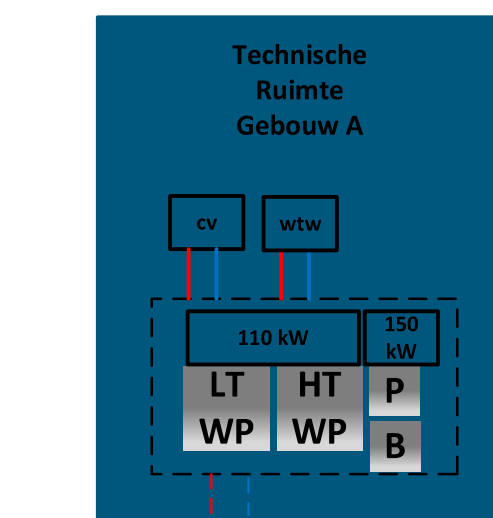
De TR's zullen zo'n **100 m²** aan vloeroppervlak moeten bieden om ook voldoende ruimte over te laten voor ventilatie en onderhoud.

Randvoorwaarden voor de locatie van de technische ruimte:

- Toegankelijk vanuit de openbare ruimte voor externe partijen
- Een locatie in de half verdiepte garage lijkt de meest geschikte optie mits de garage toegankelijk is voor externe partijen.
- Een locatie in de plint van de gebouwen is ook een goede optie, mits onderhoudsploegen hier met transportvoertuigen eenvoudig bij kunnen.
- Het plafond van de technische ruimte dient hoog genoeg te zijn dat je er gewoon in kan staan en bewegen.
- Er dient een grote deur aanwezig te zijn, zodat de installaties in en uit gereden kunnen worden indien deze vervangen of gerepareerd dienen te worden.
- Er moet voldoende ventilatie aanwezig kunnen zijn

Aandachtspunt van de HT warmtepomp

Bij de HT WP is een aandachtspunt het koudemiddel (transportmedium) dat gebruikt wordt. Bij ammoniak moeten er extra voorzieningen worden geregeld. De HT WP moet dan worden afgeschermd door middel van een wand alsook extra worden geventileerd.



Figuur: Voorbeeld schets van een technische ruimte met de hoofdinstallaties

Inpassing WKO bronnen

Zoals eerder beschreven volgen de uitgangspunten die zijn gebruikt voor de WKO bronnen uit scenario 8 van het Bodemenergieplan. In de figuren rechts is het huidige aanzicht van het bolwerk weergegeven (boven) en het geplande aanzicht (onder) van het Bolwerk. De twee warme WKO bronnen zijn aangeduid als W1 en W2, zo ook de koude bronnen als K1 en K2.

W1 verschoven ten opzichte van de locatie beschreven in het bodemenergieplan. Dit zodat de put zich niet bevindt onder of tegen gebouw A. W2 en K2 zijn verschoven zodat deze zich niet bevinden onder de Assiesstraat, waar ook het bronnet komt te liggen.

De inpassing van de WKO bronnen kan mogelijk uitdagend worden vanwege (geplande) aanwezigheid van bomen. Een aanvraag voor een vergunning van het kappen van een boom kan een slepend proces zijn, en soms zelfs leiden tot het niet doorgaan van een project.

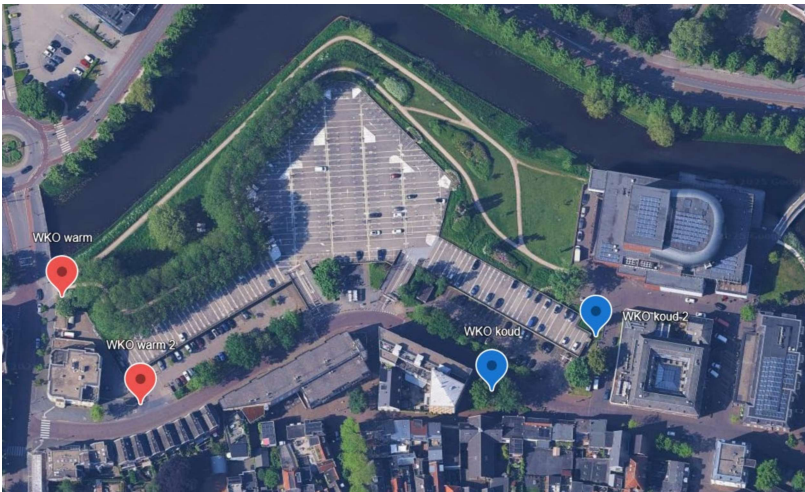
Maximaal potentieel WKO-bronnen

Per doublet is er een potentieel thermisch vermogen van zo'n 509,6 kW. In de onderstaande tabel is het maximaal vermogen gegeven dat tussen de WKO bronnen en de woningen wordt uitgewisseld. De bronnen hoeven in scenario 1 en 2 niet tot de volste potentie te worden benut. In scenario 1 en 2 zou 1 doublet theoretisch afdoende zijn. Omwille van de fasering, redundantie en robuustheid van het systeem is voor 2 doubletten gekozen in alle drie de scenario's.

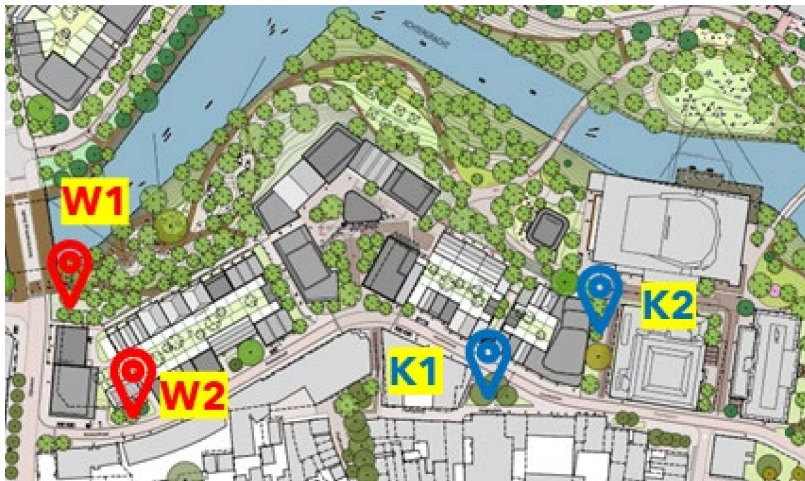
	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Warmte [kW]	470	480	1020
Debiet [m3/h]	43	51	146



Figuur: aanzicht Bolwerk uit bodemenergieplan.



Figuur: huidig aanzicht Bolwerk met WKO bronnen ingetekend zoals beoogd in deze studie (Google Earth).



Figuur: gepland aanzicht Bolwerk met WKO bronnen zoals beoogd in deze studie (Indesign).

Inpassing bronnet en aansluitingen

In de figuren hieronder is een schets weergegeven van het bronnet, WKO bronnen en de respectievelijke regeneratiebron per scenario. Het meeste leidingwerk komt te liggen in de Assiesstraat, idealiter naast de verharding, in de kabelstrook. Gezien de exacte locatie van de technische ruimtes nog onbekend is, is de aansluiting daartoe indicatief getekend. Een overzicht van alle DN-maten met hun respectievelijke lengtes per scenario is te vinden in Bijlage E1. In Bijlage E2 zijn de benodigde aansluit- en distributieleidingen, onderverdeeld in DN-maten, weergegeven per scenario. Van de distributie- en aansluitleidingen zijn de twee DN-maten weergegeven die het meest voorkomen.

Bepaling dimensionering

De leiding diameters van het distributie- en aansluitnet zijn bepaald door het maximaal vermogen van warmte of koude dat geleverd moet worden. In geval van warmte is dit met maximale vermogen wat regeneratiebron en WKO gezamenlijk leveren aan de gebouwen of woningen. De piekbron is hierin niet meegenomen, gezien deze warmte leveren binnen de

gebouwen en niet aan het bronnet.

Doordat de koude leiding van een gebouw de retourleiding is van de warme leiding (en andersom in de zomer), zijn beide leidingen aan elkaar gelijk in diameter voor consistentie van stroomsnelheid. De DN maat van bijvoorbeeld de warme WKO leiding moet dus gelijk zijn aan dat van de koude leiding. Er is gerekend met een maximale stroomsnelheid van 1,5 m/s en een dT van 6 °C.

In elk scenario is de hoofdleiding DN250. Dit komt doordat de DN maat in de hoofdleiding in scenario 1 en 2 is bepaald door de maximale koude vraag/levering. In scenario 3 is het maximum in warmtelevering 7% hoger dan het maximum in koude vraag/levering. Hetzelfde geldt voor de WKO leiding diameters. Die zijn ook gelijk in elk scenario, namelijk DN150.



Benodigde elektriciteitsaansluiting warmte- en koudevoorziening

Onderstaand zijn de elektrische aansluitingen weergegeven die per scenario benodigd zijn voor de aansluiting van de warmtepomp en de piekbron. Hierin zijn andere elektrische aansluitingen, zoals het elektriciteitsverbruik van bewoners, opladen van elektrische auto's en dergelijken dus niet meegenomen. We hebben gerekend met een e-boiler als piekvoorziening. De piek zou ook ingevuld kunnen worden met een lucht/water warmtepomp, maar dan moet er ook nog ruimte gevonden worden voor de buitenunit. Wij zijn nu uitgegaan van een worst-case situatie dat een lucht/water warmtepomp niet inpasbaar is. Een lucht/water warmtepomp heeft een betere efficiëntie welke circa 2,5 keer minder e-aansluiting vergt. In de onderste tabel is weergegeven wat het aansluitvermogen voor een l/w warmtepomp is.

De getoonde getallen betreffen alleen de e-aansluiting van de warmte- en koude installaties die binnen de demarcatie van het bronnet vallen. De e-aansluiting van de grondgebonden woningen zit hier niet in, omdat de warmtepomp (en dus ook de piekvraag) buiten de demarcatie van het bronnet valt. De warmtepomp voor de grondgebonden woningen kan aangesloten worden op een reguliere huisaansluiting van 3x25A.

		Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
E-vraag	[GJ/jr]	1.700	2.300	4.700
WP	[MVA]	0,1	0,1	0,3
Piek (e-boiler)	[MVA]	0,9	1,4	2,5
Totaal	[MVA]	1,0	1,5	2,8

		Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Piek (L/W wp)	[MVA]	0,4	0,6	1,0

5. Organisatiestructuur en vergunningen



Organisatievormen voor WKO-bronnet

Er zijn een aantal factoren die van belang zijn bij het bepalen van de meest geschikte organisatievorm voor het ontwikkelen en exploiteren van het WKO-bronnet in het Noorderkwartier:

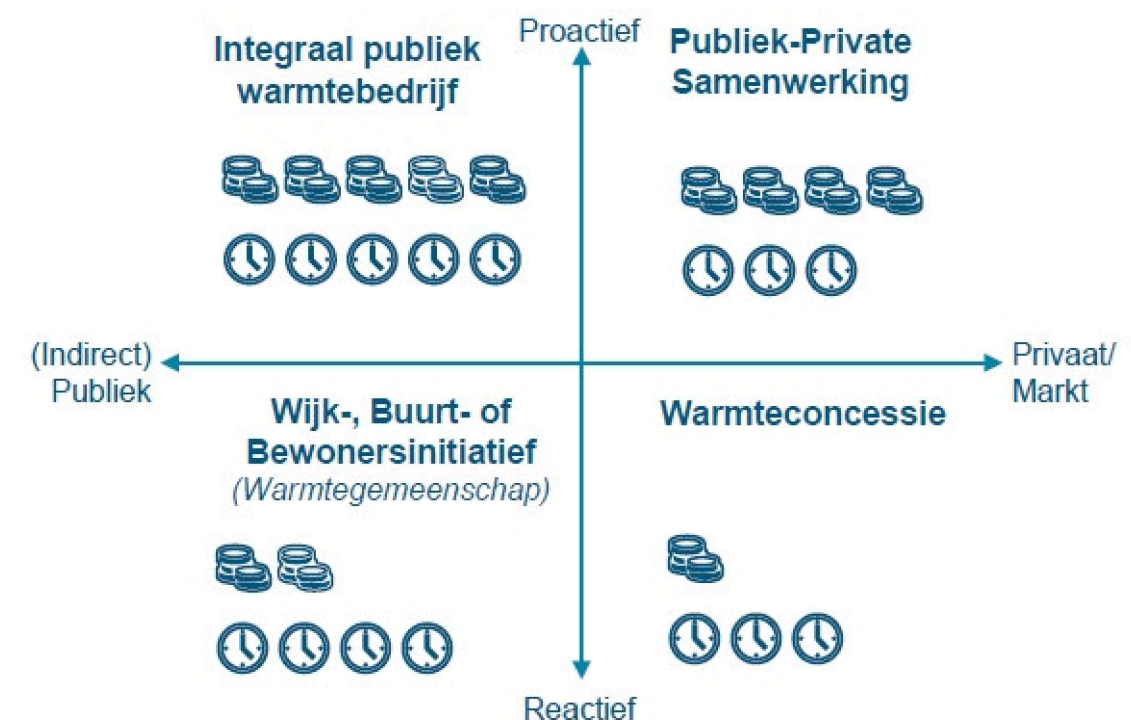
- **De schaalgrootte van het warmtenet:** Het bronnet dat is voorzien voor het Noorderkwartier telt afhankelijk van het scenario ca. 300-600 aansluitingen (voornamelijk woningen en deels commerciële ruimte en het theater de Spiegel). Dit betekent dat het warmtenet qua schaalgrootte onder de grens van 1500 aansluitingen ligt waardoor het aanstellen van het warmtebedrijf met een publiek meerderheidsbelang niet voorgeschreven wordt vanuit de Wet Collectieve warmte (WCW). Er geldt een vrije markt waarbij ook een commerciële exploitant het warmtenet kan gaan ontwikkelen en exploiteren.
- **Maatschappelijke opgave voor beheren grondwaterverontreiniging:** De gemeente ziet het als meerwaarde om de rol van exploitant en/of eigenaar uiteindelijk door het gemeentelijke warmtebedrijf te laten uitvoeren. Dit is vooral ingegeven door de grondwaterverontreiniging die zich in het gebied bevindt. Dit zorgt enerzijds voor meer risico's en hogere investeringen in het WKO-bronnet (zie ook blz. 35-36). Anderzijds is dit voor de gemeente ook een maatschappelijke opgave en is zij verantwoordelijk om de grondwaterverontreiniging te beheren door te zorgen dat er geen ongewenste verspreiding optreedt en er juist actief wordt ingezet op het (stimuleren van) natuurlijke afbraak van de verontreiniging.
- **Gemeentelijk warmtebedrijf nog niet operationeel:** Aangezien er nog aan de inrichting van het gemeentelijk warmtebedrijf gewerkt wordt kan zij op dit moment nog niet de regie nemen voor het ontwikkelen van dit WKO-bronnet. Er zal dan eerst een commerciële exploitant aangewezen moeten worden om het WKO-bronnet te ontwikkelen en te exploiteren, waarna de gemeente het project overneemt en vanuit het warmtebedrijf gaan exploiteren.

Organisatievormen voor kleinschalige warmtenetten

Een belangrijke afweging voor de meest passende organisatievorm zijn de publieke belangen die een rol spelen en de mate waarin invloed nodig is om de belangen te borgen.

Daar moet tegenover staan dat het ook door de organisatie te dragen is zowel financieel (haalbare businesscase) als qua expertise. Het ontwikkelen en realiseren van een warmtenet is complex (vraagt veel expertise en capaciteit (tijd)) en de benodigde investeringen zijn fors. Een balans tussen de waarden die geborgd dienen te worden en de draagkracht van de organisatie is daarom elementair.

Bij kleinschalige warmtesystemen kan het voorkomen dat de gemeente minder regie heeft over de uiteindelijke warmtelevering, omdat het publiek meerderheidsaandeel niet verplicht is in de warmtelevering. Echter, de gemeente kan eisen stellen bij het verlenen van een ontheffing, zoals een nadruk op solidariteit, betaalbaarheid of transparantie. Hierdoor zullen de partijen die de ontheffing aanvragen in hun aanvraag rekening moeten houden met gemeentelijke kaders. Gegeven de genoemde factoren en afweging zoals hiervoor beschreven zijn op de volgende bladzijde de organisatievormen beschreven die te overwegen zijn met daarbij de belangrijkste voor en nadelen. In onderstaand kwadrant zijn de organisatievormen samengevat.



Organisatievormen voor WKO-bronnet

1. Gemeentelijk (integraal) warmtebedrijf

De gemeente zelf kan eigenaar worden via het gemeentelijk warmtebedrijf dat al opgericht is. De gemeente kan er ook voor kiezen dit samen te doen met een andere publieke partner, zoals EBN of een energienetwerkbedrijf. Het warmtebedrijf staat dan aan de lat voor de warmtelevering over de gehele keten. De belangrijkste voor en nadelen zijn:

- Zelf een WKO-bronnet ontwikkelen vraagt veel kennis en expertise van de gemeente die op dit moment nog niet in het warmtebedrijf aanwezig is. Het kost tijd om deze kennis aan te trekken.
- Grote mate van invloed omdat de gemeente zelf eigenaar is
- Lokale publieke waarden zoals beheer van de grondwaterverontreiniging kunnen gegarandeerd worden
- Gemeente staat aan de lat voor alle rekeningen en risico's en ook de winsten en kansen

2. Publiek private samenwerking

In deze vorm kiest de gemeente ervoor om met een of meerdere commerciële (private) partners een warmtebedrijf op te richten. Het doel van het project is de warmte ontwikkelen of inkopen, realiseren en exploiteren. Een publiek meerderheidsbelang is vanwege de schaalgrootte niet nodig (er zal wel een ontheffing aangevraagd moeten worden). Doordat de gemeente in dit geval een aandeelhouder is, kan het sturing geven in het warmtebedrijf. Het betekent wel dat concessies gedaan zullen moeten worden in de onderhandelingen met de commerciële partij(en). De belangrijkste voor en nadelen zijn:

- Samenwerking met commerciële partij geeft de mogelijkheid om gebruik te maken van specifieke kennis en expertise in de markt.
- Redelijke mate van invloed in project en proces (vooral aan de voorkant), afhankelijk van de onderhandeling
- Investeringskosten worden gedeeld
- Gemeente wordt bij tegenslagen vaak als eerste aangekeken en verantwoordelijk gehouden

3. Warmteconcessie

In dit geval wordt de ontwikkeling en exploitatie voor het warmtenet in een concessie aanbesteed aan een commercieel warmtebedrijf. De gemeente stelt een verordening op waarin zij eisen stelt aan de activiteiten en de publieke ruimte. In een marktconsulatie wordt vervolgens de interesse van de markt gepeild. Een concessie zal Europees aanbesteed moeten worden en vanwege de complexiteit is het aan te bevelen om een concurrentiegericht dialoog aan te gaan. Dit geeft ruimte om met de geïnteresseerde marktpartijen de kaders en eisen in de inschrijfleidraad aan te scherpen, zodanig dat het de kansen vergroot om tot een daadwerkelijk succesvolle aanbesteding te geraken. Een mogelijkheid is om het WKO-bronnet door een marktpartij te laten ontwikkelen en bouwen en het systeem in de exploitatiefase over te nemen. In dat geval is het belangrijk om aan de voorkant goede afspraken te maken over de voorwaarden voor overname en bijvoorbeeld een afkoopregeling op te nemen in het exploitatiecontract. De belangrijkste voor en nadelen zijn:

- Invloed alleen aan de voorkant door kaders te stellen in de aanbesteding
- Publieke belangen formuleren als voorwaarde voor selectie
- Vraagt veel visie en werk vooraf van de gemeente

4. Bewonersinitiatief (VVE)

Het WKO-bronnet kan ook in eigendom komen van de gebouweigenaren. In dit geval zal dat de VVE zijn. Het WKO-bronnet wordt in opdracht van de ontwikkelaars door een commerciële partij ontworpen en gebouwd. De kosten daarvoor worden opgenomen in de aankoopssom voor de kopers. Voor de exploitatiefase wordt een aparte partij gezocht die het beheer en onderhoud uitvoert op basis van bijvoorbeeld een prestatiecontract. De belangrijkste voor en nadelen zijn:

- Er worden meerdere gebouwen aangesloten op het collectieve WKO-bronnet die niet in dezelfde VVE deelnemen. Er zal daarom een aparte vereniging opgericht moeten worden.
- De mate van invloed door de gemeente is onbekend. De bewoners kunnen zelf of via een in te huren partij de taken van het warmtebedrijf gaan uitvoeren
- Publieke belangen formuleren als voorwaarde voor selectie via vergunning, concessie of als lid van de vereniging.

Vergunningen en meldingen WKO

Omgevingsvergunning

Met de invoering van de omgevingswet zijn verschillende vergunningen geïntegreerd tot één vergunning, de omgevingsvergunning. Voorheen moest bijvoorbeeld voor het aanleggen van een WKO-systeem een aparte watervergunning aangevraagd worden. Initiatiefnemers kunnen nu één vergunning aanvragen bij één loket (omgevingsloket). Hieronder zijn enkele vereisten benoemd voor het aanvragen van een omgevingsvergunning:

- **Locatie en kenmerken:** Initiatiefnemers moeten informatie geven over de locatie en de omvang van de activiteit.
- **Milieu-impact:** Voor milieubelastende activiteiten moeten gegevens over emissies en lozingen worden verstrekt. In dit geval het lozen van grondwater, bijvoorbeeld bij het boren van de WKO-bronnen. Hiervoor is een MER-aanmeldnotitie vereist.
- **Participatie:** Aanvragers moeten aangeven of en hoe ze belanghebbenden hebben betrokken bij hun plannen.
- **Technische gegevens:** Afhankelijk van de activiteit kunnen bouwtechnische of water gerelateerde gegevens vereist zijn. Voor een WKO-systeem gaat het dan bijvoorbeeld om de capaciteit van het systeem en diepte van de bronnen, grondwaterkwaliteit en de hydrologische impact.

Beoordelen milieueffecten (MER-aanmeldnotitie)

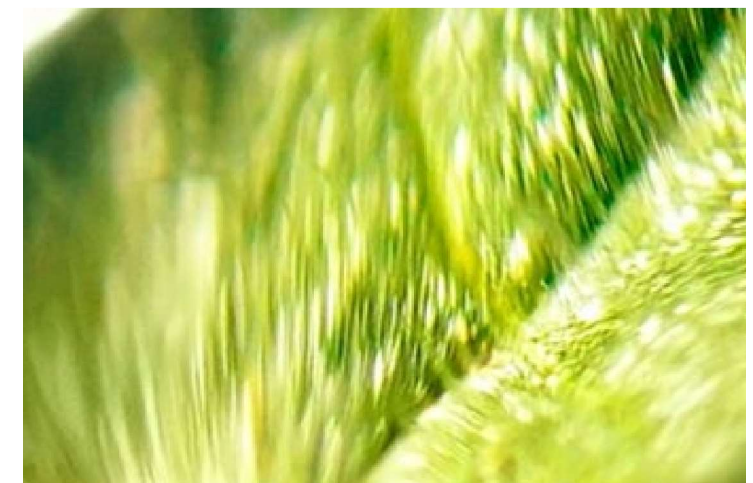
Voordat je een omgevingsvergunning kunt aanvragen moet er een MER-aanmeldnotitie gemaakt worden waarmee de milieueffecten beoordeeld worden. Hierbij worden o.a. de mogelijke effecten op de bodem, water, geluid en luchtkwaliteit en natuur beoordeeld. Daarnaast wordt ook naar de effecten gekeken in combinatie met andere projecten in de omgeving (cumulatieve effecten) en de maatregelen ter beperking van de effecten.

Doorlooptijd vergunningen

Het maken van een MER-aanmeldnotitie kost minimaal 8 tot 12 weken. De notitie moet binnen 6 weken beoordeeld worden.

De doorlooptijd van een omgevingsvergunning kan variëren afhankelijk van de complexiteit van het project. Een reguliere procedure duurt 8 weken. Als de gemeente in die tijd geen beslissing kan nemen dan heeft zij de mogelijkheid om dit te verlengen met 6 weken. Indien er bezwaren worden ingediend kan dit de procedure aanzienlijk vertragen. Voor complexere procedures kan de termijn oplopen tot 6 maanden. Het uitvoeren van een vergunningenscan kan hier uitsluitsel over geven.

6. Conclusie en aanbevelingen



Conclusies

1. Wat is de meest gunstige locatie van de WKO-bronnen en infiltratiepunten gebaseerd op het Bodemenergieplan?

De WKO bronnen zijn ingepast in de nabijheid van de locaties zoals aangegeven in het Bodemenergieplan. We hebben verder nog rekening gehouden met de locatie van de nieuwbouw en inpassing van het leidingwerk. Hierdoor zijn warme bronnen W1 en W2 en koude bron K1 verschoven t.o.v. het Bodemenergieplan. Grootste aandachtspunt is de aanwezigheid of geplande locatie van bomen op de aangewezen plekken.

2. Welke regeneratiebron is technisch, ruimtelijk en financieel het meest geschikt?

Dit is afhankelijk van welk scenario er in de praktijk uitgevoerd gaat worden. Voor scenario 1 is dit dry-coolers. Voor scenario 2 is dit riothermie en voor scenario 3 is dit TEO. De meest financieel geschikte regeneratiebron is afhankelijk van de schaalgrootte van het warmtesysteem. Voor kleine systemen is dit dry-coolers, voor middelgrote en grote systemen is dit op de eerste plek riothermie en daarna TEO. Riothermie is echter onvoldoende beschikbaar voor grote systemen (scenario 3). Ruimtelijk kunnen dry-coolers tot een middelgroot systeem leveren, zoals in scenario 2.

3. Welk systeemprincipe is technisch, ruimtelijk en financieel gezien het meest interessant voor het WKO-systeem?

Het systeemprincipe beschrijft hoe de levering van ruimteverwarming, warm tapwater en koude wordt geregeld vanuit het bronnet naar de afnemer. Dit is verschillend voor een grondgebonden woning, een appartement of een utiliteit. Een grondgebonden woning wordt middels een eigen w/w warmtepomp op het bronnet aangesloten. Een utiliteit heeft een eigen technische ruimte. Voor een appartementengebouw is een decentrale technische ruimte met een inpandig 4-pijps change-over systeem in de praktijk de meest gekozen optie. Deze is dan ook uitgewerkt in deze studie. Het hangt heel erg af van hoe de warmte- en koudelevering georganiseerd is, welk systeem daar het beste bij past. Voor gebouw A die in beheer komt van de woningbouwcorporatie kan er mogelijk voor een ander type systeem gekozen worden.

4. Is een back-up voorziening noodzakelijk en als dit het geval is: hoe ziet dit eruit?

Een back-up voorziening is noodzakelijk in geval van storing in piek- of basislast. De back-up wordt gewoonlijk op 50% van het vermogen gedimensioneerd. Daarmee is deze ongeveer gelijk aan de grootte van de pieklastbron. De back-up wordt dan ook geleverd door dezelfde installatie als de pieklast.

5. Wat is de meest gunstige locatie voor een technische ruimte en hoe ziet dit eruit?

Gebouwen A,C,E en de Spiegel zullen een technische ruimte krijgen. In de technische ruimte komen alle installaties benodigd voor het leveren van warmte en koude. De belangrijkste randvoorwaarden voor de locatie van de technische ruimte hebben betrekking op de toegankelijkheid en de bereikbaarheid door de externe warmte exploitant.

6. Hoe ziet het distributienet eruit?

Een bronnet die de warme en koude bronnen van de WKO en de regeneratiebronnen aan de technische ruimtes en de grondgebonden woningen verbindt. Het net bestaat uit leidingen van DN 125-250. Het net zal voornamelijk nabij de Assiesstraat lopen. Waarbij idealiter het net naast de verharding komt te liggen in een kabel- en leidingenstrook.

7. Hoe ziet het inpandige deel van het systeem eruit en welke voorwaarden moeten hieraan gegeven worden?

Het inpandige gedeelte zal bestaan uit een 4-pijps change-over systeem. De leidingen zullen in een utiliteitskoof geplaatst moeten worden die bereikbaar moet zijn voor onderhoud en reparatie. Het warm tapwater circuit en de aanvoerleiding voor ruimteverwarming zullen geïsoleerd moeten worden. Per afnemer komt er een afleverset ter grootte van een cv-ketel, waarvoor een kleine 'meterkast' benodigd is.

Conclusies

8. Hoe ziet de businesscase eruit van het WKO-systeem?

De businesscase van het gehele warmtesysteem, inclusief het WKO-systeem, is met de huidige aannames over de kosten en opbrengsten niet zomaar haalbaar. Daarbij moet wel genoemd worden dat er nog veel onzeker is in de huidige aannames voor de businesscase en dat deze wel in de buurt van haalbaar zit. Dat wil zeggen, de benodigde tarieven voor een haalbare businesscase liggen 3-13% hoger dan het verwacht ACM maximum tarief van 30,15 EUR/GJ in 2026. Aangezien dat maximum tarief onzeker is en anders kan liggen en de kosten slechts 3-13% hoger liggen dan dit maximum zijn er factoren denkbaar die dit project wel haalbaar kunnen maken.

9. Wat zijn de financiële consequenties van het beoogde WKO-systeem?

Een van de belangrijkste factoren in de haalbaarheid van het beoogde warmtesysteem, in elk van de 3 scenario's, is de bekostiging van werken met grondwaterverontreiniging. De kosten voor zowel het leidingwerk als de WKO zijn ongeveer twee keer zo hoog als dezelfde situatie zonder grondwaterverontreiniging. De totale investering in het WKO-systeem is voor alle scenario's ca. 1 miljoen euro hoger in vergelijking tot een standaard WKO-systeem met standaard materialen.

Als deze kosten op een andere manier gedekt kunnen worden dan binnen de businesscase van het warmtesysteem dan wordt dit warmtesysteem (met de huidige aannames en uitgangspunten) wel haalbaar.

10. Welke (Rijks)subsidies zijn er mogelijk bij dit project?

Aangezien het een nieuwbouwsituatie betreft zijn er op dit moment geen rijkssubsidies beschikbaar voor de beoogde warmtesystemen in elk van de drie scenario's. Dat betekent dat de SDE++ en WIS subsidie niet beschikbaar zijn. Ook de ISDE is niet beschikbaar voor nieuwbouwsituaties. De businesscase is berekend zonder subsidies.

11. Welke gevoeligheden zijn van wezenlijk belang op de businesscase in dit project en in welke mate hebben deze een effect op het resultaat van de businesscase?

De grootste gevoeligheid is de aanwezigheid van grondwaterverontreiniging. Als deze er niet zou zijn, of als deze op een andere manier bekostigd kan worden, kan het warmtetarief met 15% – 40% verlaagd worden.

De grootste negatieve invloed is het volloopperscentage. Met 70% voltoop wordt de LCOH ca. 18%-21% hoger. De kans op een dergelijk lage voltoop is beperkt omdat dit een nieuwbouw gebied betreft waarbij het uitgangspunt is dat alle nieuwbouw aansluit op de beoogde warmteoplossing.

12. Wat zijn de effecten van de keuze van de governance?

Het WKO-bronnet ligt qua schaalgrootte onder de grens van 1500 aansluitingen waardoor het aanstellen van warmtebedrijf met een publiek meerderheidsbelang niet voorgeschreven wordt vanuit de Wet Collectieve warmte (WCW). Er geldt een vrije markt waarbij ook een commerciële exploitant het warmtenet kan gaan ontwikkelen en exploiteren.

Een belangrijke afweging voor de meest passende organisatievorm zijn de publieke belangen die een rol spelen en de mate waarin invloed nodig is om de belangen te morgen. Daar moet tegenover staan dat het ook door de organisatie te dragen is. Het ontwikkelen en realiseren van een warmtenet is complex (vraagt veel expertise en capaciteit (tijd)) en de benodigde investeringen zijn fors. Een balans tussen de waarden die geborgd dienen te worden en de draagkracht van de organisatie is daarom elementair.

Conclusies

13. Wat is het effect van de fasering en/of de verandering van de bouwontwikkelingen op het schetsontwerp en de businesscase?

Schetsontwerp:

Fasering van (woning)bouw heeft in de basis geen effect op het distributienet. Het bronnet wordt meteen vanaf het begin al aangelegd. De aansluitingen kunnen modulair gerealiseerd worden, naargelang er meer afnemers bij komen. Verandering van bouwontwikkelingen heeft wel een effect op het ontwerp van het leidingwerk. De dimensionering van het leidingwerk is sterk afhankelijk van de warmtevraag en de locatie van de afnemers. Veranderen de uitgangspunten van de warmtevraag, zoals in deze studie met de drie scenario's dan verandert ook het ontwerp van het leidingwerk. Daarnaast heeft ook de keuze voor de basislast en/of regeneratiebronnen invloed op de dimensionering van het leidingwerk. Afhankelijk van het aantal vollasturen dat een bepaalde bron kan draaien is meer of minder te transporteren vermogen in het bronnet. Het is dus van belang dat in een vroeg stadium de warmtevraag en het conceptueel ontwerp van het systeem vastgelegd worden.

BuCa:

Fasering van (woning)bouw heeft over het algemeen een negatief effect op de businesscase. Dit komt doordat een groot gedeelte van de investeringen in de regel in het begin gedaan moeten worden voor onder andere het netwerk en het WKO-systeem. Als de bouw, en daarmee de aansluitingen, en daarmee de verkoop van warmte dan op zich laat wachten dan is dat ongunstig voor de businesscase. Als niet alleen de (woning)bouw faseert, maar ook een (groot) gedeelte van de bijbehorende investeringen in het warmtesysteem, dan is het effect beperkt. Aangezien zowel de kosten als de opbrengsten later in de tijd plaatsvinden.

Als een grote hoeveelheid aansluitingen in een later stadium toch niet aangesloten wordt door onhaalbaarheid/onuitvoerbaarheid (wegens verandering van de bouwontwikkelingen), kan dit significant effect hebben op de businesscase.

14. Welke demarcaties voor het collectieve systeem zijn er mogelijk en wat zijn de consequenties hiervan voor de gemeente, projectontwikkelaar, exploitant en bewoner?

De demarcatie van het collectieve systeem kan tot en met afleverset mogelijk zijn of tot de gevel van een pand. Wanneer de demarcatie tot de gevel loopt zijn de kosten voor de installaties verantwoordelijk voor het warmte- en koudesysteem voor rekening van de projectontwikkelaar. Wanneer de demarcatie tot aan de afleverset loopt zijn deze kosten voor rekening van de warmte exploitant. De eigenaar van het pand kan dan een recht van opstal afgeven aan de warmte exploitant.

In het geval van nieuwbouw betekent dit voor de bewoner van een koopwoning dat de investeringskosten meegenomen worden in de vrij-op-naam prijs bij een grondgebonden woning en dat er een vastrecht gerekend wordt bij een appartement, zodat de warmte exploitant zijn investering kan terug verdienen. Een huurder betaald ongeacht de demarcatie servicekosten aan zijn verhuurder.

De gemeente heeft in de basis geen rol bij de demarcatie. Een gemeentelijke warmtebedrijf kan wel optreden als warmte exploitant. Dan dient het gemeentelijk warmtebedrijf de investeringen te dragen van het volledige warmte- en koudesysteem indien de demarcatie tot aan de afleverset loopt. Anders investeert het alleen in het bronnet, de WKO bronnen en de regeneratiebronnen.

15. Welke vergunningen en meldingen zijn er benodigd voor het aanleggen van een WKO-systeem?

Initiatiefnemers voor een WKO-systeem moeten een omgevingsvergunning aanvragen bij het omgevingsloket. Voordat je een omgevingsvergunning kunt aanvragen moet er een MER aanmeldnotitie gemaakt worden waarmee de milieueffecten beoordeeld worden.

Aanbevelingen

De Spiegel aansluiten voor zowel warmte als koudelevering

Aanbevolen wordt om De Spiegel aan te sluiten op het bronnet, zoals wordt beschreven door scenario 2. Het aansluiten van De Spiegel leidt tot een hogere afzet van warmte wat meer kosten efficiënt kan worden ingevuld met het beoogde systeem. Dit zou het warmtetarief kunnen verlagen met 10%.

Lastige uitvoerbaarheid Riothermie

Uit overleg blijkt dat het leggen van extra meters persleiding niet mogelijk is i.v.m. de bestaande capaciteit van het rioolgemaal van Zwolle Centrum. Dit vereist kostbare oplossingen. Als er een keuze gemaakt wordt voor Riothermie uit de persleiding zullen er ook contractuele afspraken gemaakt moeten worden over verantwoordelijkheden, beschikbaarheid van warmte bij onderhoud en kosten. Dit zijn afspraken tussen beheer en het warmtebedrijf. Geadviseerd wordt om in scenario 2 de regeneratiebron te vervangen. Het meest voor de hand liggend zijn dan dry-coolers om dezelfde redenen als voor scenario 1.

Houd bij de uitwerking van het WKO-bronnet rekening met aanleggen van een secundair bronnet

Tijdens het afronden van dit onderzoek is gebleken dat het vanuit de gemeente als zeer onwenselijk wordt gezien dat het bronnet mogelijk verontreinigd grondwater kan bevatten dat via het bronnet tot in de gebouwen en grondgebondenwoningen komt. Dit kan opgelost worden met een extra warmtewisselaar tussen de warme en koude bronnen.

Op die manier wordt een secundair bronnet gecreëerd waarin geen (verontreinigd)grondwater zit. Hiervoor zal een extra technische ruimte ingepast moeten worden in het gebied. Enerzijds zorgt dit voor extra investeringskosten. Anderzijds hoeft daardoor niet het gehele bronnet in RVS aangelegd te worden waardoor de totale investeringen in het bronnet zullen dalen.

Doe nader onderzoek naar de meerkosten voor WKO i.v.m. de grondwaterverontreiniging

Omdat de exacte effecten van benzeen op verschillende materialen niet bekend zijn en van verschillende condities afhankelijk zijn (verontreinigingstype, concentraties etc.) is het aan te bevelen om bij een leverancier navraag te doen. Eventueel kan aanvullend onderzoek gedaan worden naar de werkelijke effecten van benzeen op diverse materialen, uitgaande van een maximale benzeen concentratie (bijv. 4.000 microgr/l). Hiermee kan meer zekerheid verkregen worden of het gebruiken van RVS noodzakelijk is of dat het goedkopere HDPE gebruikt kan worden.

Aanbevelingen

Ga op zoek naar alternatieve bekostiging voor de meerkosten voor WKO door de grondwaterverontreiniging

De scenario's, met ieder hun eigen optimale bron, komen alle drie uit op een warmtetarief boven de verwachte ACM tarief in 2026 van 30 EUR/GJ. Concreet betekent dit dat er geld bij moet om te kunnen voldoen aan het maximale ACM tarief.

Het grootste effect op de economische haalbaarheid is de grondwaterverontreiniging. Om uit te sluiten dat er tussentijds problemen optreden waardoor bijv. nieuwe bronnen geboord moeten worden is er voor gekozen om aan de veilige kant te gaan zitten en voor RVS buizen te kiezen. Zonder grondwaterverontreiniging is het goedkoper om een WKO aan te leggen doordat het goedkopere PVC kan worden toegepast in de leidingen in plaats van RVS. Dit resulteert gereduceerd warmtetarief met 15 - 40%, waardoor er geen additionele inkomsten meer nodig zijn.

De extra kosten door grondwaterverontreiniging kunnen worden gedragen met een additionele bijdrage aansluitkosten (BAK) of een gemeentelijke subsidie. Indien alle kosten worden ingevuld door de BAK, dan komt bovenop de standaard BAK van € 4.340 een verhoging van € 1.000 - 3.000. Indien dit onwenselijk is zullen deze kosten gedragen kunnen worden door de gemeente middels een subsidie.

Uitvoeren vergunningenscan

Om een exact beeld te krijgen van de doorlooptijd voor de omgevingsvergunning en aanmeldnotitie is het raadzaam om een vergunningenscan uit te voeren specifiek voor dit project.

Bijlagen



Bijlage A. De stappen in de analyse

Onze ervaring uit eerdere warmte projecten hebben we samen met onze kennis van duurzame regeneratiebronnen vertaald naar een aanpak om voor Noorderkwartier te komen tot de beste regeneratiebron, piek, backup en buffer voorziening. Hieronder is de aanpak samegevat:

Stap 1: Analyse van beschikbare informatie

We analyseren de bestaande informatie over de aan te sluiten panden om inzicht te krijgen in de huidige en toekomstige warmtevraag, de WKO-bronnen en vervuiling in de ondergrond. Dit omvat ook de analyse van nieuw en bestaande leiding- en kabeltracés. Resultaten omvatten inzicht in warmte- en koudevraag, WKO-bronnen, vervuiling, kosten van WKO-installaties en leidingtracés.

Stap 2: Uitwerken meest geschikte regeneratiebron

Op basis van eerdere studies maken we een shortlist van regeneratiebronnen (riothermie, TEO, dry-coolers en PVT) en stellen we een afwegingskader op met criteria zoals kosten, capaciteit, impact op het elektriciteitsnet, CO2-uitstoot en ruimtelijke inpassing. Resultaten zijn een shortlist en de keuze voor de meest geschikte regeneratiebron.

Stap 3: Uitwerken systeemprincipe WKO-net

We werken het systeemprincipe van het WKO-net uit om tot een voorkeursvariant te komen. Dit omvat de inzetbaarheid van WKO-bronnen, warmtepompen en piekvoorziening. We overwegen centrale en decentrale systemen en maken systeemschema's. Een afwegingskader helpt bij de keuze voor de voorkeursvariant. Resultaten omvatten keuzes voor opwekking, bronnet, warm tapwatersysteem en koudelevering.

Stap 4: Werksessie systeemvarianten in Zwolle

Tijdens een werksessie in Zwolle bespreken we de uitwerking van de eerste drie stappen en kiezen we gezamenlijk een voorkeursvariant. We identificeren scenario's voor de uitvoering van de voorkeursvariant, afhankelijk van bouwplanning en warmtevraag. Resultaten zijn een gedeeld beeld van systeemvarianten, de voorkeursvariant en vastgestelde scenario's.

Stap 5: Technisch uitwerken voorkeursvariant en scenario's

We werken het technisch schetsontwerp verder uit, inclusief een Proces Flow Diagram, schetstekeningen voor WKO-bronnen en leidingen, en een kwalitatieve knelpuntenanalyse. We bepalen de hoofdcomponenten en technische aansluitvoorwaarden. Resultaten omvatten technische en ruimtelijke uitwerking van de voorkeursvariant, inclusief ruimtebeslag, WKO-net, massa/energiebalans, systeemschets, elektrische aansluitvermogens en opwekinstallaties.

Stap 6: Financieel uitwerken voorkeursvariant

Na het technische en ruimtelijke schetsontwerp vullen we de uitgangspunten in een businesscase in. We bespreken deze uitgangspunten met de gemeente en maken afspraken over de uitwerking van de businesscase, inclusief gevoeligheidsanalyse. We vergelijken de scenario's uit stap 4 en werken ook een businesscase uit voor een individueel scenario met lucht/water warmtepompen per gebouw. Resultaten omvatten eenheidsprijzen, investeringen (CAPEX), jaarlijkse kosten (OPEX), subsidies, kasstroom/Netto Contante Waarde, BAK, LCOH en TCO.

Stap 7: Werksessie bespreken schetsontwerp en businesscase fysiek in Zwolle

Na de financiële analyse plannen we een werksessie om het technisch schetsontwerp en de businesscase te bespreken. De eerste sessie is met de opdrachtgevers voor toelichting en gevoeligheidsanalyse. De tweede sessie is met stakeholders zoals KWP voor transparantie en om de gemeente de resultaten eigen te maken. Resultaten zijn een gedeeld beeld van de uitvoerbaarheid per scenario en een gezamenlijk uitgevoerde gevoeligheidsanalyse.

Stap 8: Organisatie voorkeursvariant

De gemeente werkt aan de inrichting van het gemeentelijk warmtebedrijf en zal eerst een commerciële exploitant aanwijzen voor het collectieve WKO-systeem. De gemeente ziet meerwaarde in het warmtebedrijf als exploitant/eigenaar. We zetten verschillende organisatievormen op een rij en benoemen de voor- en nadelen, met afweging tussen financiële risico's en maatschappelijke belangen.

Bijlage B. Bouwprogramma Noorderkwartier

In de tabel hieronder zijn de uitgangspunten van het bouwprogramma van het nieuwbouwgebied weergegeven.

	Wonen				Utiliteit			
Deelgebied	aantal app	BVO app	aantal ggb	BVO ggb	BVO Horeca	BVO Kantoor	BVO Winkels	BVO Maatschappelijk
Bolwerk								
A	67	5264	4	718	0	375	0	0
B	0	0	25	4518	0	0	0	0
C	109	12007	0	0	142	1350	0	0
D	49	3493	23	4153	0	313	0	0
E	6	471	0	0	193	0	0	0
	231	21236	52	9388	335	2038	0	0

B2. Warmte- en koudevraag

In de tabel hieronder is de warmte- en koudevraag van het nieuwbouwgebied weergegeven.

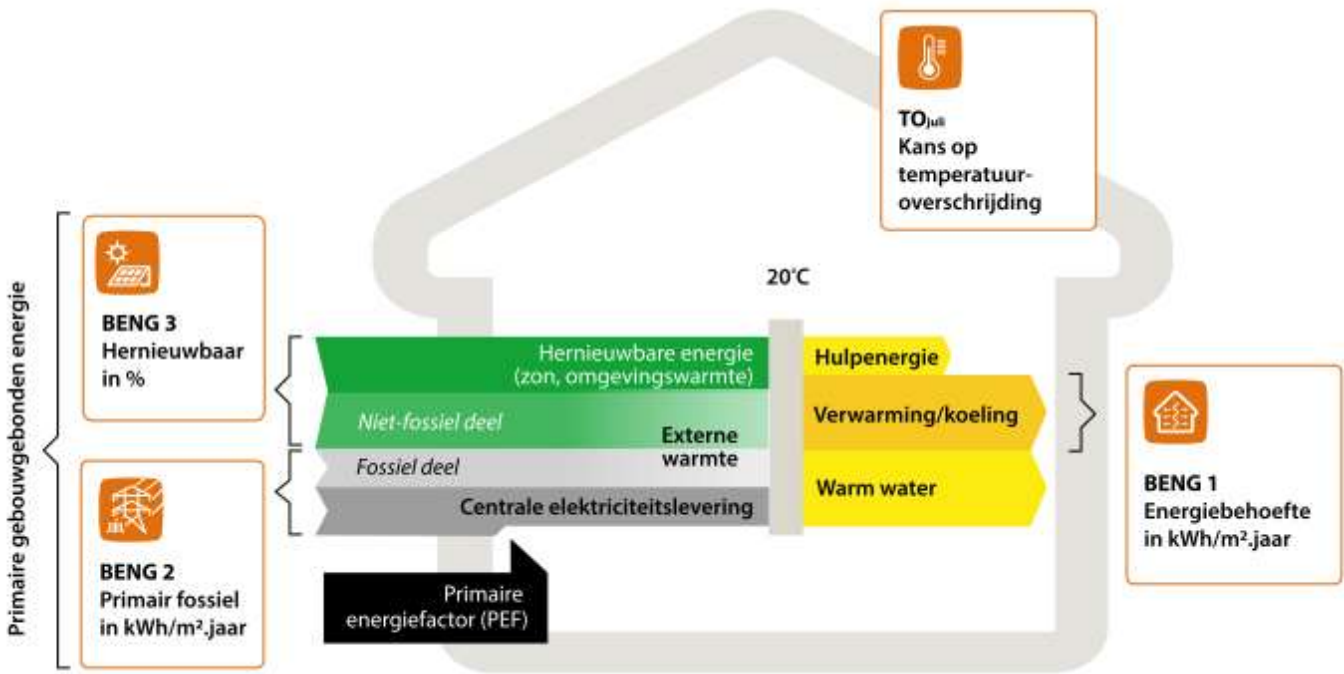
Totale warmte en koudevraag				
Deelgebied	warmtevraag (kWh)	vermogen warmte (kW)	warm tapwater (kWh)	koude-vraag (kWh)
Bolwerk				
A	209.779	222	161.035	88.658
B	149.082	158	85.835	54.212
C	444.762	472	336.200	207.534
D	262.640	279	176.706	105.835
E	20.961	23	13.200	9.324
subtotaal	1.087.224	1.155	772.976	465.562

B3. Toelichting BENG methode

Voor het bepalen van de energievraag is gebruik gemaakt van de BENG methodiek. BENG staat voor Bijna Energie Neutraal Gebouw. In de BENG-regelgeving is de maximale energievraag per m2 gebouwoppervlak bepaald. De BENG-eisen vormen de huidige wetgeving voor met name de thermische energievraag in nieuwbouw. De warmte- en koudevraag voor gebouwen in de gebiedsontwikkeling Noorderkwartier is berekend aan de hand van de BENG 1-eis. De BENG 1 geeft de maximale energiebehoefte in kWh per m2 voor een gebouw. In de figuur hiernaast is een visualisatie weergegeven van de samenhang tussen de BENG indicatoren.

In de tabel hieronder staan de gebruikte uitgangspunten voor de bepaling van de warmte- en koudevraag van de nieuwbouw.

BENG-norm	Oppervlak	Ruimteverwarming		Warm tapwater		Koeling	
		Vermogen	Vraag	Vermogen	Vraag	Vermogen	Vraag
	[m2]	[W/m2]	[kWh/m2]	[W/m2]	[kWh/m2]	[W/m2]	[kWh/m2]
Klein appartement	60	35	33	0	28	15	12
Gemiddeld appartement	80	35	33	0	28	15	12
Groot appartement	100	35	33	0	28	15	12
Grondgebonden woning	110	35	33	0	19	15	12
Kantoor en voorzieningen	-	35	33	0	0	65	45
Horeca		35	28	0	0	27	19
Winkel		35	28	0	0	27	19
Maatschappelijk		35	28	0	0	27	19



B4. Scenario's

Scenario 1

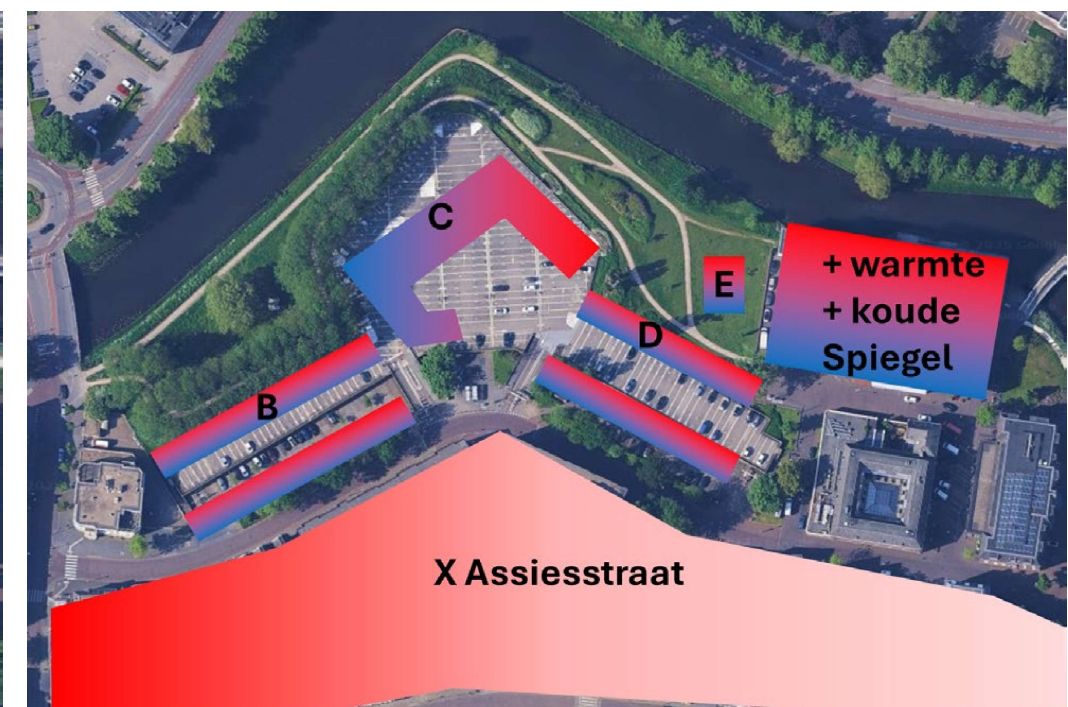
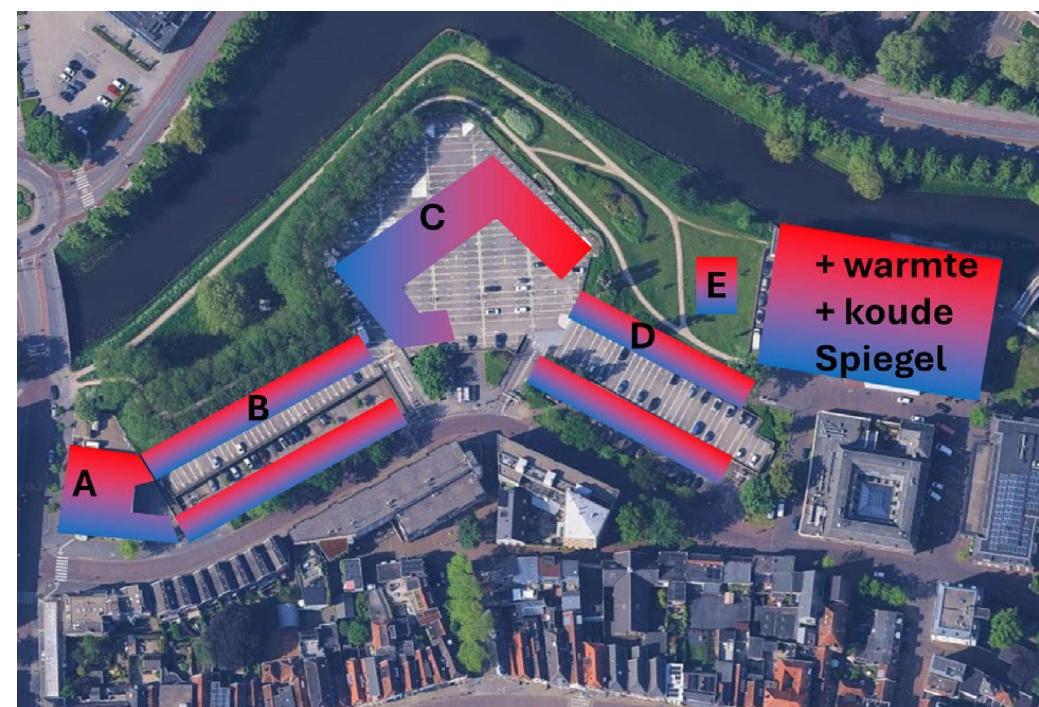
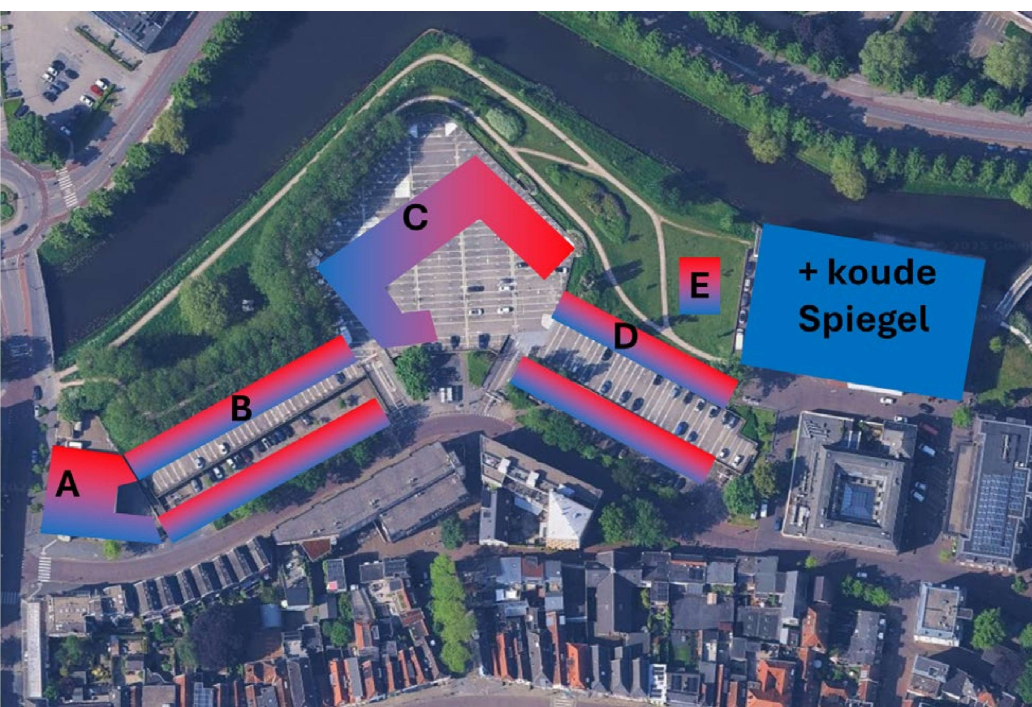
- **Aangesloten gebouwen:** A t/m E en koude Spiegel
- **Totale warmtevraag:** 6.700 GJ
- **Totale koudevraag:** 3.800 GJ
- **Aansluitingen warmte:** 288
- **Aansluitingen koude:** 289
- **Percentage grondgebonden:** 21%

Scenario 2

- **Aangesloten gebouwen:** A t/m E + warmte & koude Spiegel
- **Totale warmtevraag:** 9.100 GJ
- **Totale koudevraag:** 3.800 GJ
- **Aansluitingen warmte:** 289
- **Aansluitingen koude:** 289
- **Percentage grondgebonden:** 16%

Scenario 3

- **Aangesloten gebouwen:** B t/m E + warmte & koude Spiegel + Fractie warmte Assiesstraat
- **Totale warmtevraag:** 18.300 GJ
- **Totale koudevraag:** 3.500 GJ
- **Aansluitingen warmte:** 594
- **Aansluitingen koude:** 217
- **Percentage grondgebonden:** 7%



C1. Potentie dry-coolers

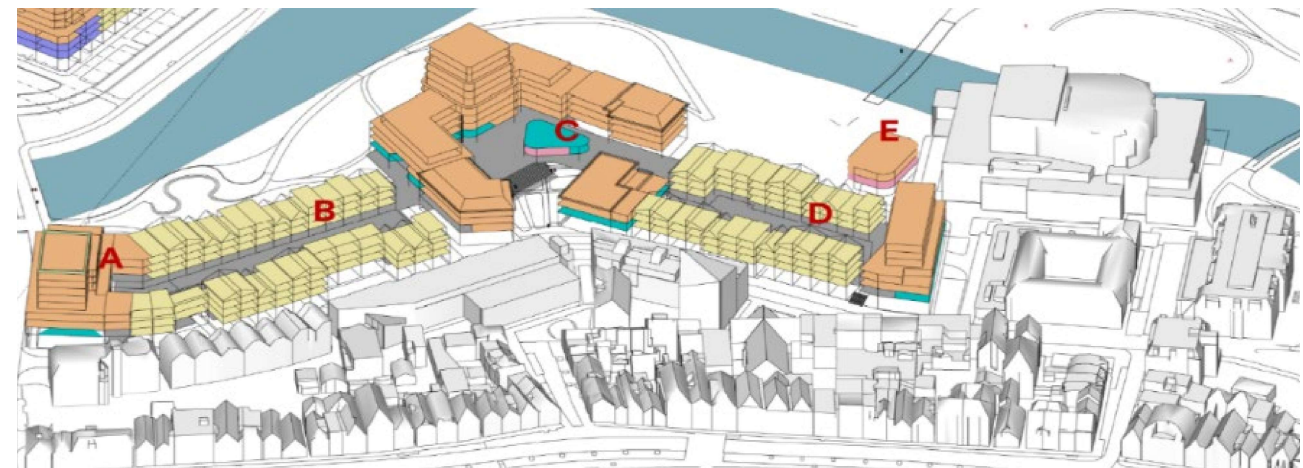
Dry-coolers kunnen worden geplaatst op de daken van de gebouwen om warmte te winnen uit de buitenlucht. De warmte winning kan middels een water-lucht warmtewisselaar in de drycooler passief worden uitgekoppeld naar een WKO. In theorie kunnen dry-coolers ook worden ingezet om de gebouwen te koelen.

Dry coolers produceren een geluid van ongeveer 57 tot 75 dB(A). Er zijn ook low noise dry-coolers met een geluidsniveau rond de 39 dB(A).

Op de gevel van woningen geldt typisch een maximum gecumuleerde etmaal geluidsbelasting van 55 dB(A). In de nacht is dit lager. Dry-coolers als regeneratiebron kunnen voornamelijk overdag ingezet worden, wanneer de lucht warmer is. Daarnaast worden dry-coolers voornamelijk op daken gerealiseerd, waarbij geluidswerende maatregelen kunnen worden toegepast.

Kosten rond 10,000 EUR per dry-cooler, met 120 kWth. Dit is 83.000 EUR/kW. Ongeveer is er 60 – 80 m² (~1%) aan bruto dakoppervlak voor dry-coolers nodig. Daar bovenop komen nog kosten voor de uitkoppeling van de warmte. Een 120 kWth unit weegt zo'n 335 kg.

Indien de dry-coolers op het dak van het theater gerealiseerd kunnen worden is er van geluidsoverlast minder tot geen sprake.



- Gemiddelde duurzaamheid, meer elektriciteit benodigd
- + Lage CAPEX
- + Inpassing op daken gemakkelijk
- + Weinig tot geen gebruik van openbare ruimte
- + Inpassing systeem modulair op te bouwen
- Mogelijk geluidshinder

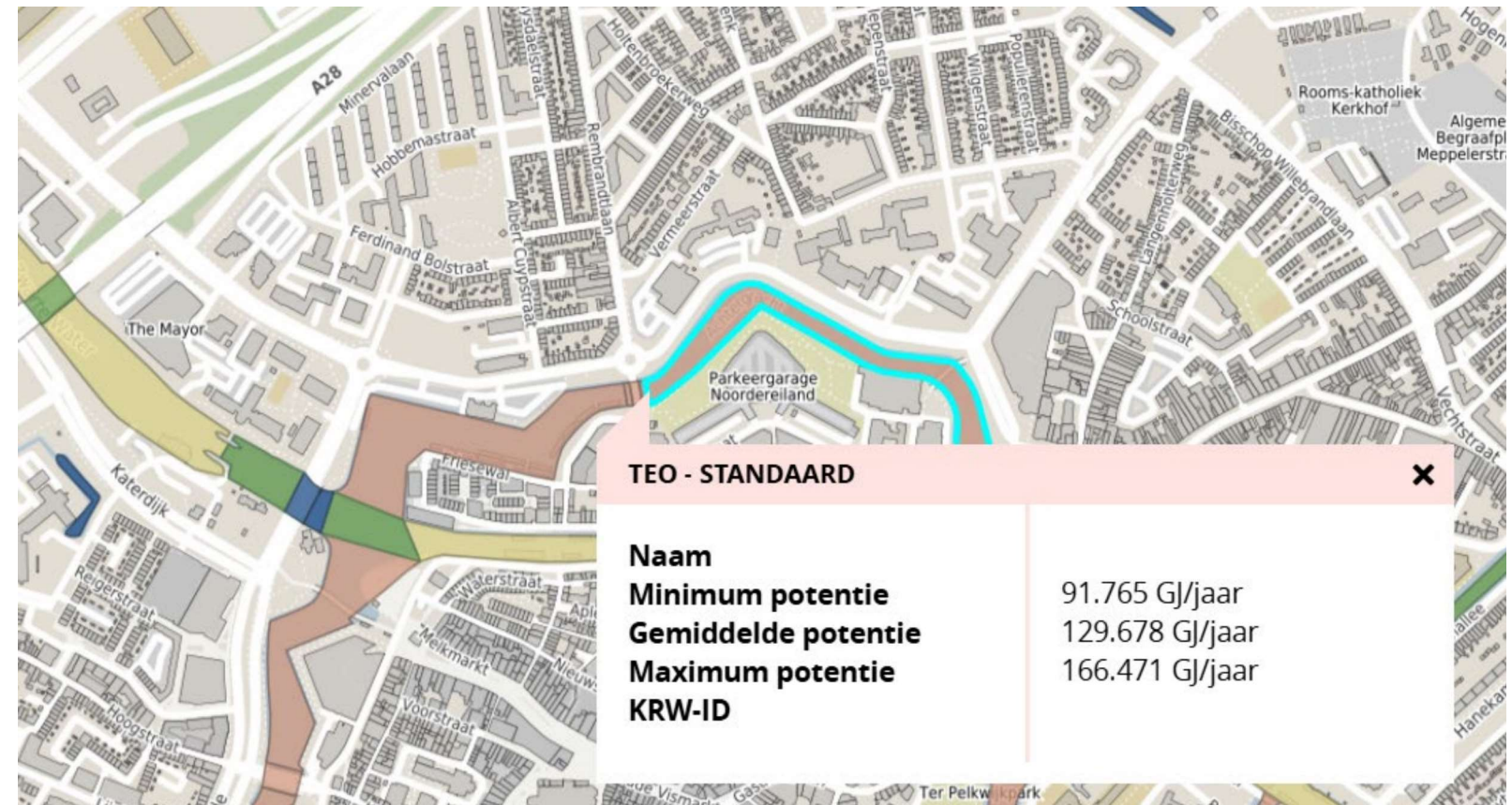
C2. Potentie TEO - Aquathermie

Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) uit de Achtergracht is een optie als regeneratiebron voor de WKO's. De technische potentie is groot vergeleken met de warmtevraag ($91.765 \text{ GJ} = 25.277.778 \text{ kWh}$).

TEO zou hoofdzakelijk kunnen dienen als regeneratiebron voor de WKO's; temperatuur van het water boven de 18°C . Daarnaast, als de temperatuur in het kanaal in de tussenseizoenen voldoende hoog is (typisch tussen de 12°C en 18°C), kan TEO ook rechtstreeks worden ingezet als warmtebron voor de warmtepomp. De warmtepomp zal de temperatuur verhogen naar de gewenste aanvoertemperatuur. Afhankelijk van de keuze staat deze warmtepomp centraal, decentraal of individueel per woning.

Benodigd onttrekkingsdebiet is ca. $50 - 250 \text{ m}^3/\text{uur}$ afhankelijk van de toegestane lozingstemperatuur. Bijbehorende diameter buis is ca. $100\text{-}250 \text{ mm}$ bij gemiddelde stroomsnelheid.

- + Hoge duurzaamheid vanwege hogere temperatuur regeneratiewarmte
- + In te zetten als basisbron zonder WKO in de tussenseizoenen
- Hoge CAPEX
- Inpassing TEO systeem mogelijk uitdagend
- Extra netcapaciteit benodigd voor pompenergie
- Gebruik openbare ruimte



Vragen die nog openstaan:

- Wat zijn de afmetingen van de gracht, breedte, diepte, etc.?
- Hoe zit het met de doorstroming?
- Is de kade geschikt voor inpassing in-/uitlaatsysteem? Beschermd stadsgezicht, etc.?
- Wat zijn de ecologische eisen voor terug lozing koud water i.v.m. flora en fauna?

C3. Potentie koelwarmte De Spiegel

Theater De Spiegel heeft jaarlijks een koelbehoefte van 2.100 GJ. De koelbehoefte zal voornamelijk in de zomer zijn. De retour bevat dan opgewarmd water. Om deze warmte nuttig te kunnen gebruiken zal een WKO benodigd zijn om de warmte in op te slaan. Deze warmte is typisch tussen de 20-25 °C en daarom geschikt om direct de warme bron van de WKO mee te regenereren.

Aandachtspunt: De 2.100 GJ is een inschatting. Meer informatie is benodigd om de hoeveelheid koelwarmte beter te kunnen inschatten. Het opgesteld vermogen van de huidige koelinstallaties is 345 kW. Aantal vollasturen is onbekend. Om de potentie als regeneratiebron in te kunnen schatten is de hoeveelheid kWh/GJ benodigd.

NB: Het plan is nu om de huidige gasketels te vervangen door 1 nieuw systeem gebaseerd op gas. Dus geen warmtelevering vanuit de WKO aan het theater. De gasketel kan mogelijk ingezet worden als piek/back-up voorziening. Theater is dan niet aardgasvrij?

- + Kleinere extra regeneratiebron benodigd, dus lagere CAPEX regeneratiebron
- + Duurzaam gebruik overtollige koelwarmte
- Verhoogde CAPEX door inzet extra leidingwerk
- Inpassing systeem mogelijk uitdagend
- Extra netcapaciteit voor pompenergie moet opwegen tegen kleinere netaansluiting regeneratiebron



C4. Potentie PVT

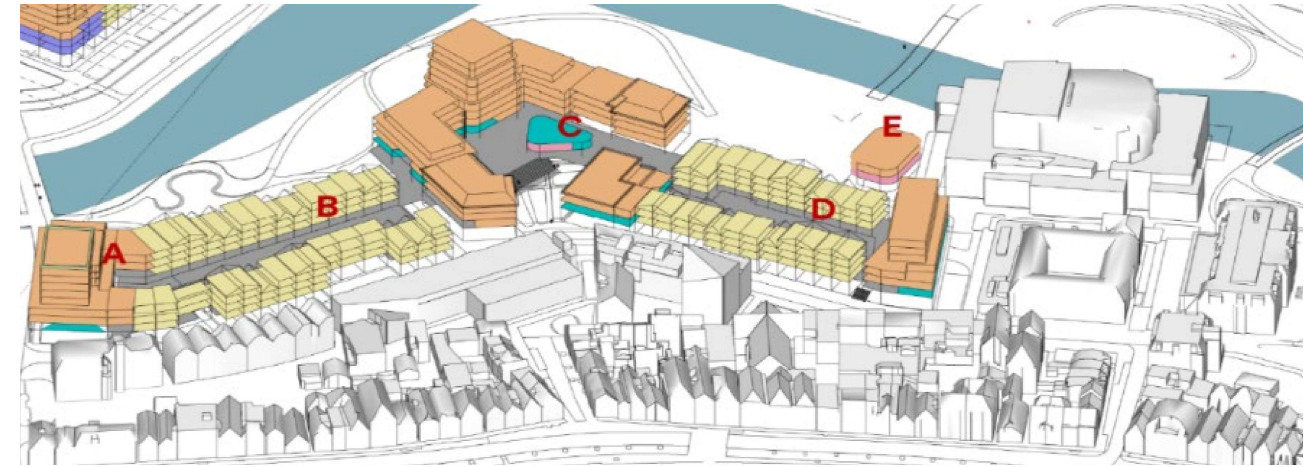
Photovoltaic thermal (PVT) is een combinatie van PV (de “gewone zonnepaneel”) met terugwinning van de warmte. Door het terugwinnen van warmte wordt de zonnepaneel verkoeld en daarmee wordt de elektrische efficiëntie van de paneel ook hoger. PVT kan het hele jaar door warmte leveren, dus kan ook gebruikt worden om direct warmte te leveren in de winter. De opbrengst is in de zomer wel hoger en daarmee geschikt als regeneratiebron.

Uit PVT wordt warmte uitgekoppeld met een temperatuur tussen de 40 en 80 °C.

Als 50% van het dakoppervlak van gebouwen A t/m E wordt gebruikt kan er jaarlijks zo'n 9.000 GJ aan warmte worden opgewekt middels PVT. Daarnaast kan er ook nog 3.000 GJ aan elektrische energie worden verkregen. De opbrengst van reguliere PV panelen is vergelijkbaar, dus PVT vraagt vergelijkbaar dakoppervlak.

PVT is in verhouding wel een dure regeneratiebron. Een PVT paneel is ca. 2x duurder dan een PV paneel. Als 50% van het dakoppervlak zou worden bekleed met PV (zonder warmte) dan kost dit ongeveer 0,5 miljoen EUR. Voor alleen regeneratie moet ca. 33% tot 50% uitgevoerd worden in PVT.

PVT is ongeveer 50% zwaarder dan PV panelen per m².

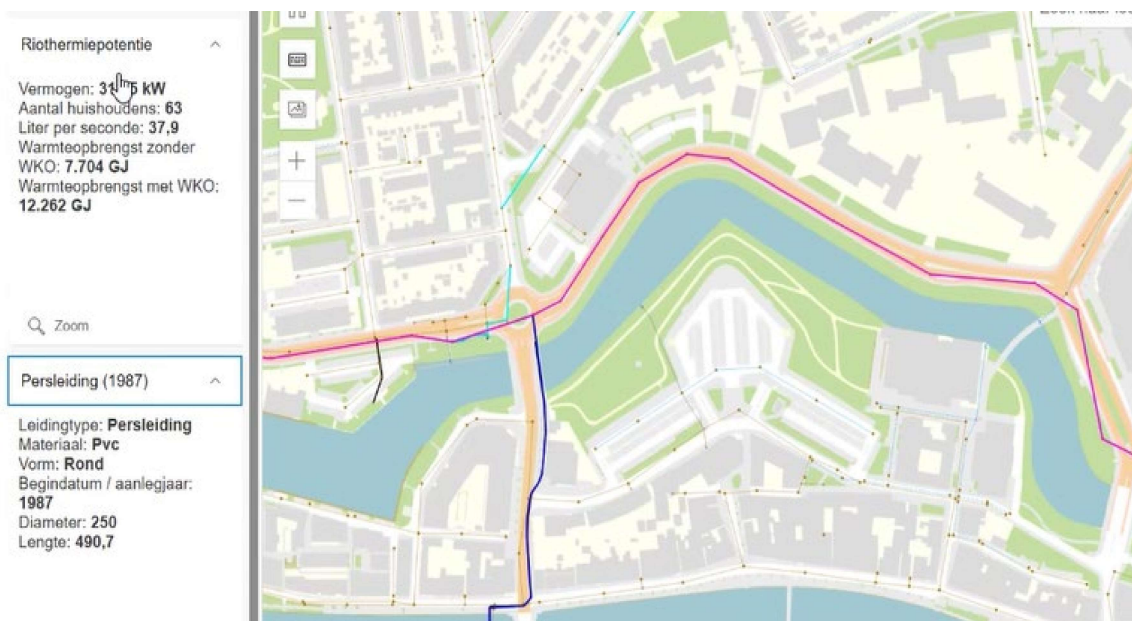
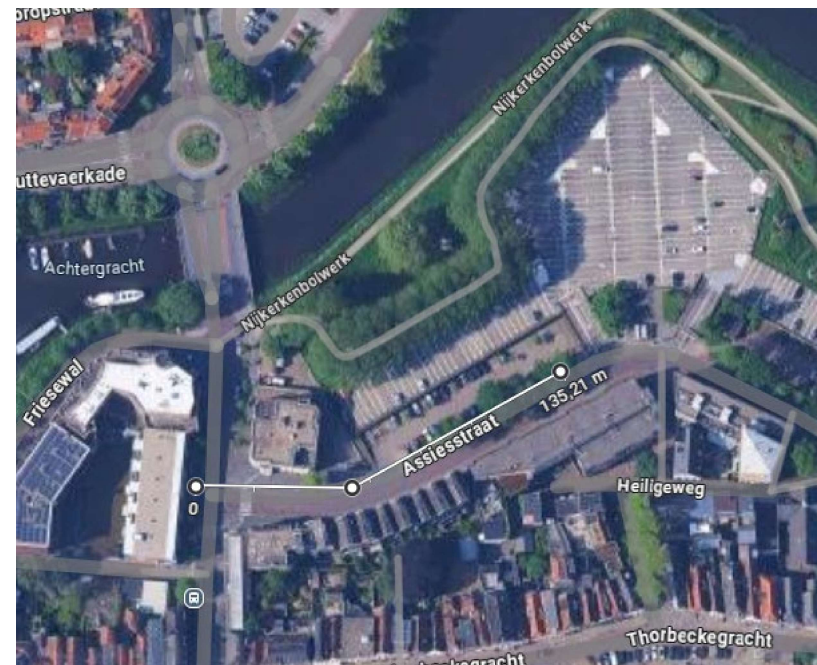


- + Hogere duurzaamheid vanwege hogere temperatuur regeneratiewarmte
- + In te zetten als basisbron zonder WKO
- Zeer hoge CAPEX
- + Inpassing systeem op daken
- Dakconstructie moet meer gewicht aankunnen

C5. Riothermie by-pass

1-1,5 kW per meter
Max. 270 kW gevraagd
Afstand is dus max. 270 m

By-pass lus van 135 m heen
en terug wanneer er toch
gegraven wordt voor het
bronnet
diameter 250 mm



Bron: aangeleverd door de gemeente obv potentieonderzoek riothermie door Syntraal.

Kantekening bij potentie riothermie voor Noordereiland

- het gebruik van de persleiding in de Dijkstraat t.b.v. riothermie als regeneratiebron WKO Noordereiland blijkt niet mogelijk te zijn omdat het leggen van extra meters persleiding (inclusief bochten) niet mogelijk is i.v.m. de bestaande capaciteit van het rioolgemaal van Zwolle Centrum. Bij een langere lengte persleiding zullen er zwaardere pompen geïnstalleerd moeten worden. Dit is in het huidige, ondergrondse gemaal niet mogelijk. Een optie zou zijn om de diameter van de hele persleiding te vergroten (nu is deze 250 mm), maar dan moet de complete leiding inclusief 2 zinkers vervangen. Dit is een kostbare operatie.
- In de Dijkstraat kan in vrije ontgraving ca. 115 meter persleiding vervangen worden door een nieuwe persleiding met warmtewisselaar. Dit geeft een capaciteit van ca. 115 kW terwijl 270 kW nodig is. Er zal dus rekening gehouden moeten worden met het opnemen van een aanvullende bron in de businesscase om de benodigde capaciteit te halen.

Overige zaken die benoemd zijn vanuit Stadsingenieurs Zwolle:

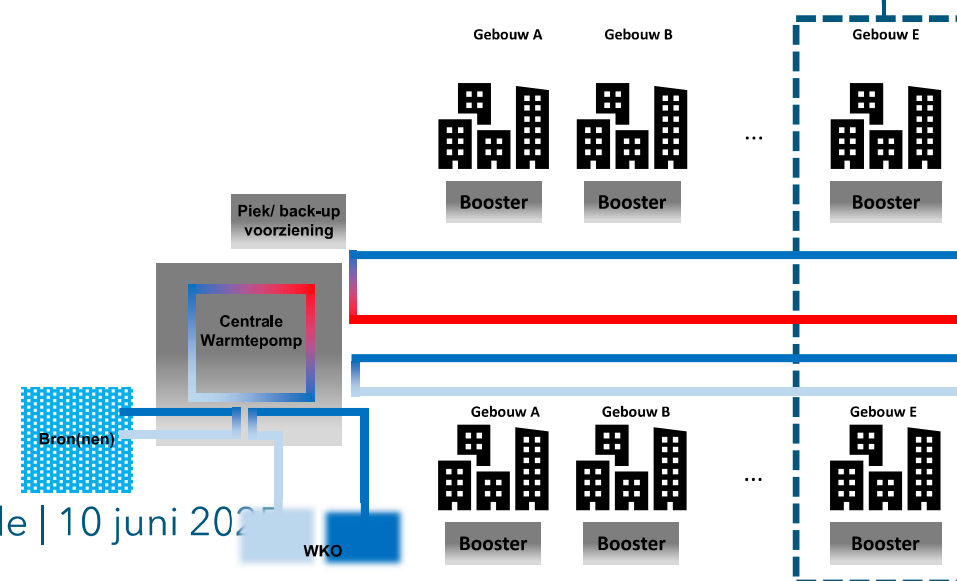
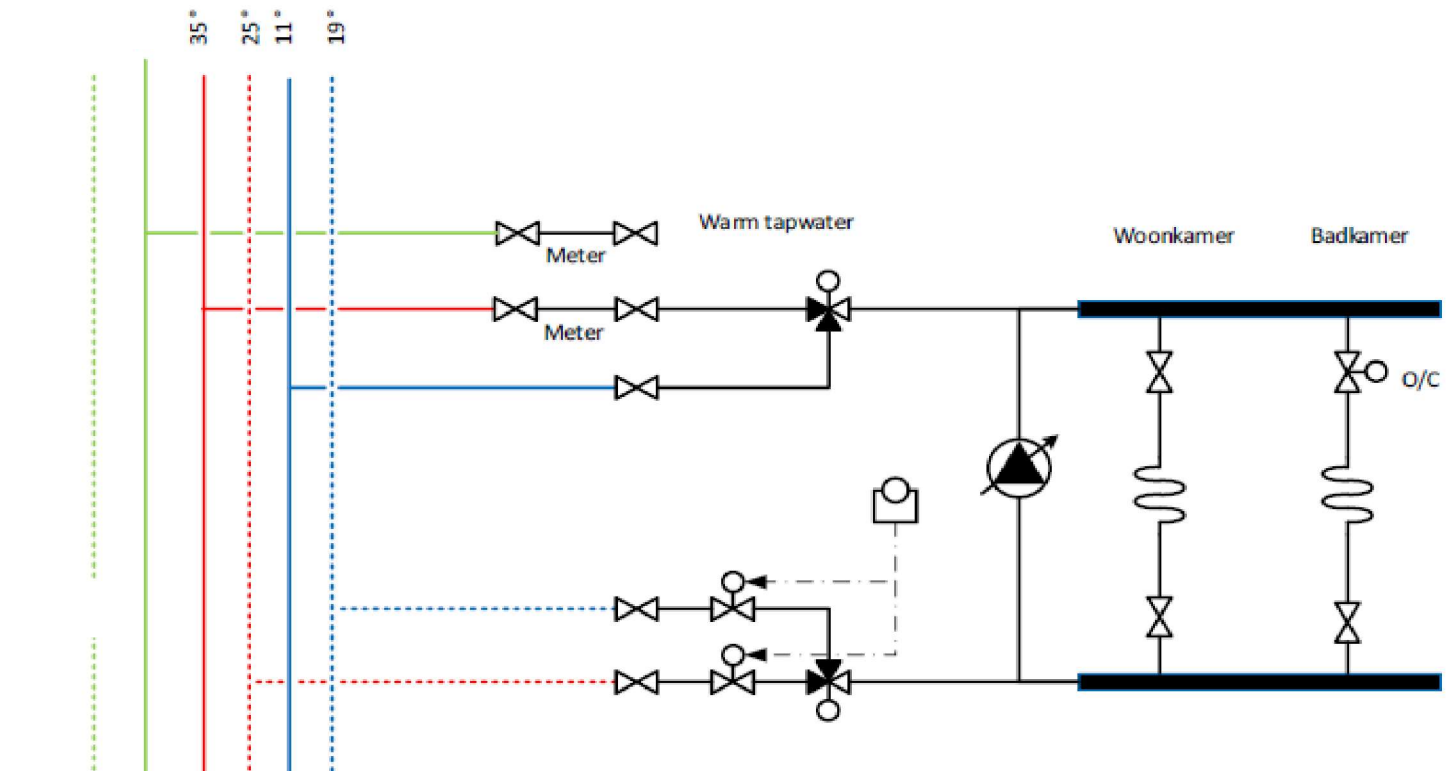
- Als er gekozen wordt voor riothermie uit de persleiding dan zullen er ook contractuele afspraken gemaakt moeten worden over verantwoordelijkheden, wel/ niet beschikbaar zijn warmte bij onderhoud en kosten. Dit zijn afspraken tussen beheer en het warmtebedrijf.
- In de Burgemeester Drijbersingel ligt een transportriool (vrijval) met een continue afvoer. Dit zou een goede optie zijn voor een regeneratiebron van de WKO Noorderkwartier ten noorden van de gracht.

D1. collectieve WP

Centrale WP met LT warmtenet + apart koudenet.
2 opties: Booster per gebouw of booster per woning.

- + geen tapwater TSA, eenvoudige afleverset;
- + lage CV/GKW temperaturen, hoog rendement;
- + weinig ruimtebeslag woning i.g.v. booster per pand;
- + warm tapwater efficiënt te bereiden (rechtstreekse bereiding vanuit koud tapwater);
- legionella aandachtspunt;
- veel distributieleiding.

NB: Nieuwbouw aardgasloos, dus geen gasketel als piek/back-up

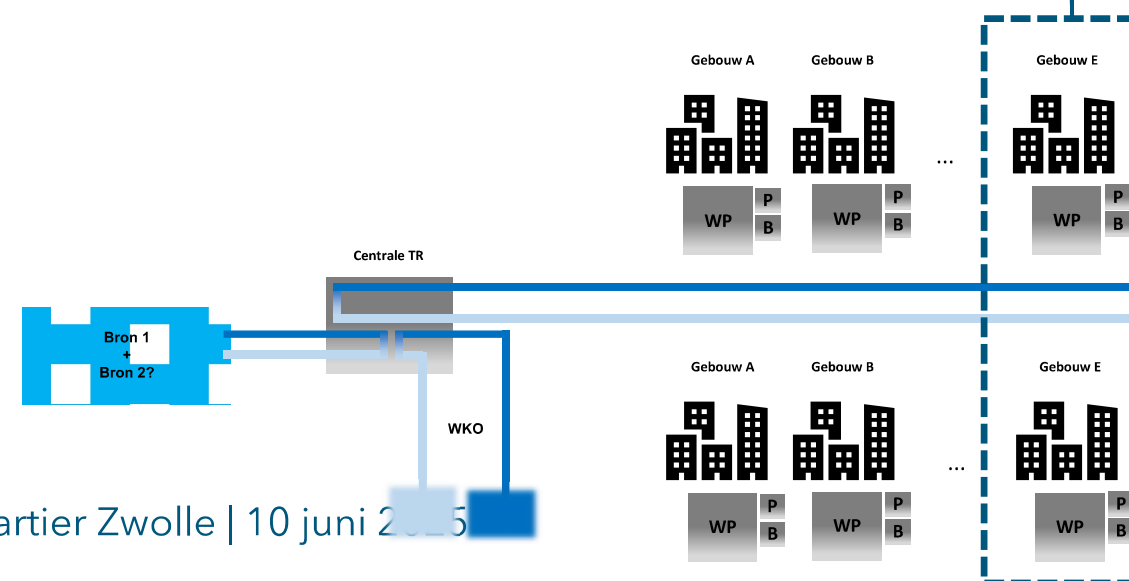
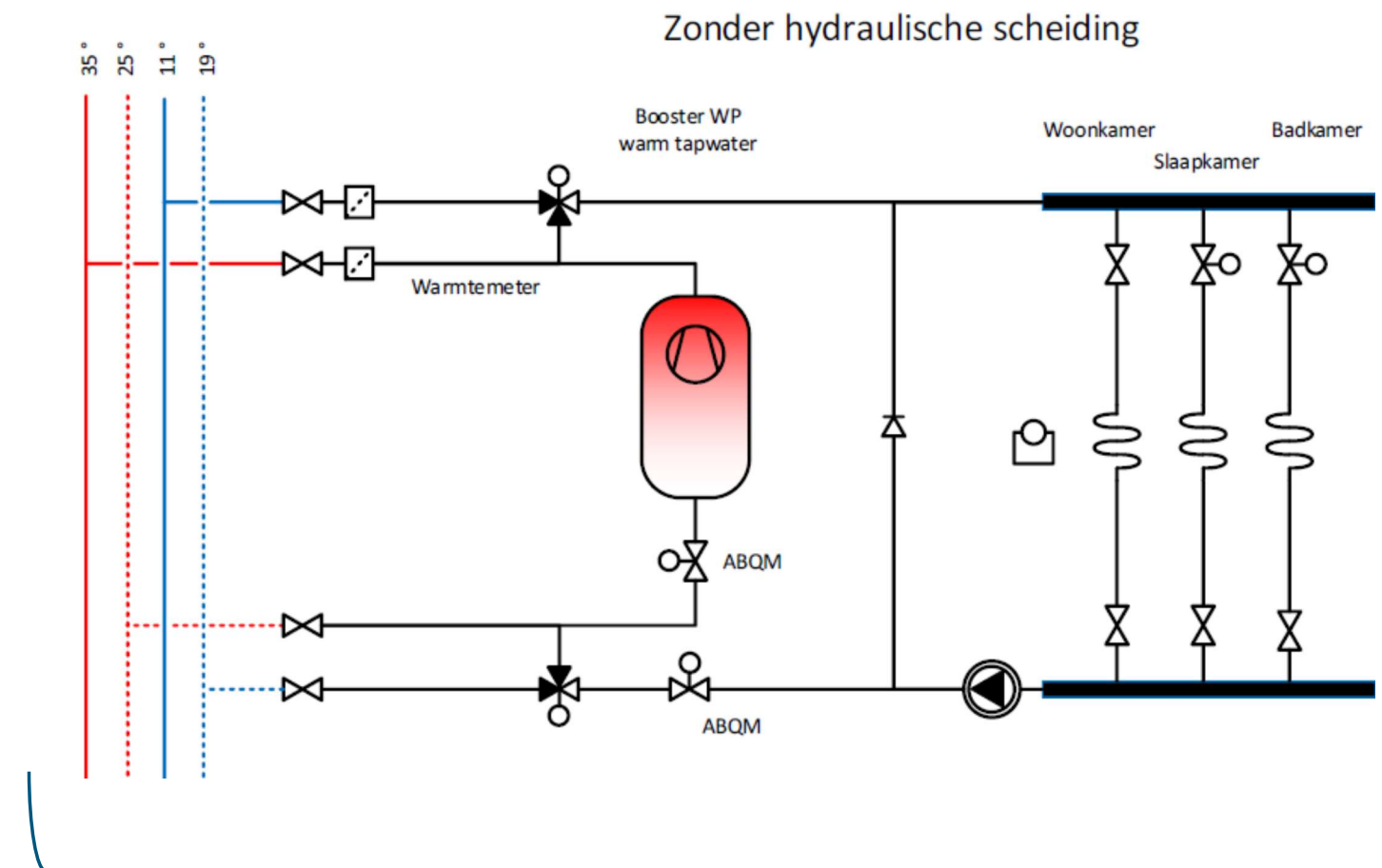


D2. booster WP

ZLT warmtenet. Booster WP per woning.

- + lage CV aanvoertemperatuur, weinig verlies, hoog rendement;
- + geen centrale change over centraal;
- meer ruimtebeslag woning;
- meer E-verbruik woning.

NB: Nieuwbouw aardgasloos, dus geen gasketel per pand/bouwblok als piek/back-up

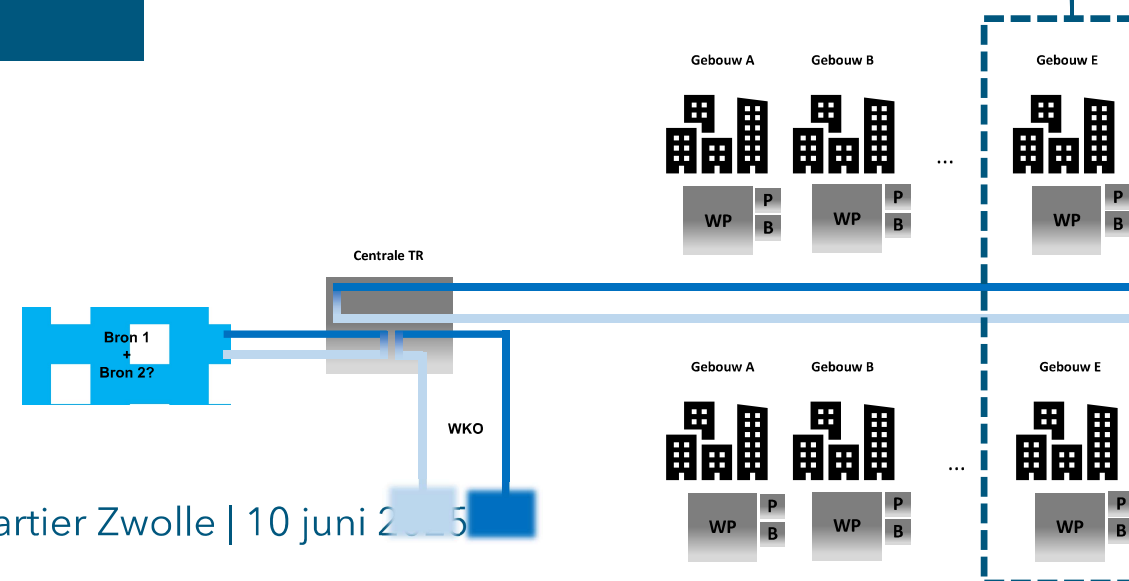
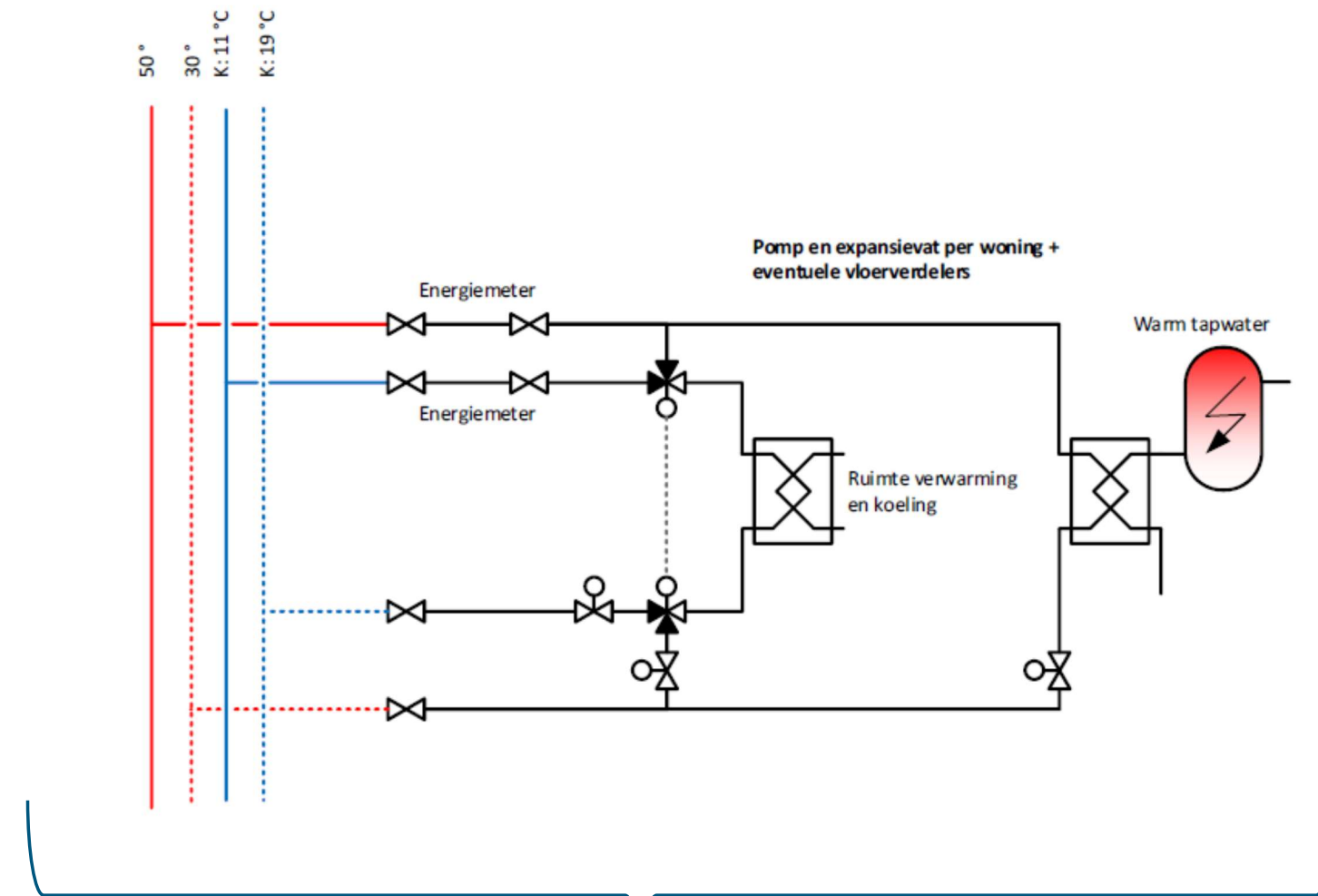


D3. elektrische naverwarmen

ZLT warmtenet.

Naverwarming tapwater per woning.

- + hoge dT CV leidingen (kleine leidingen);
- + geen change/over nodig centraal;
- temperatuur CV aanvoer relatief hoog;
- meer installatieruimte woning (e-boiler);
- meer e-verbuik bewoner;
- tapwater minder duurzaam (deels e-boiler);

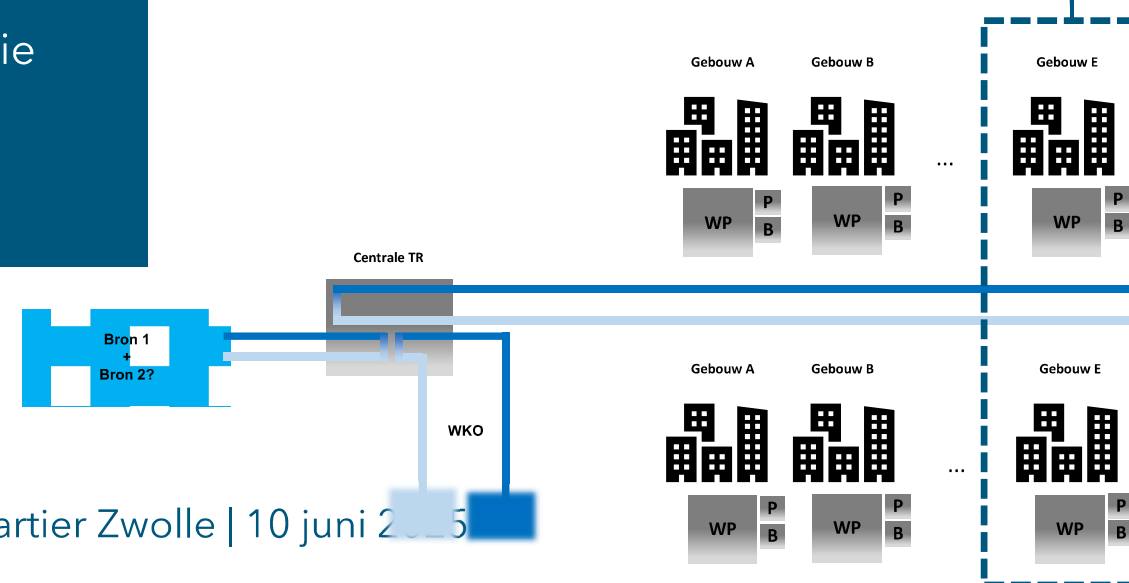
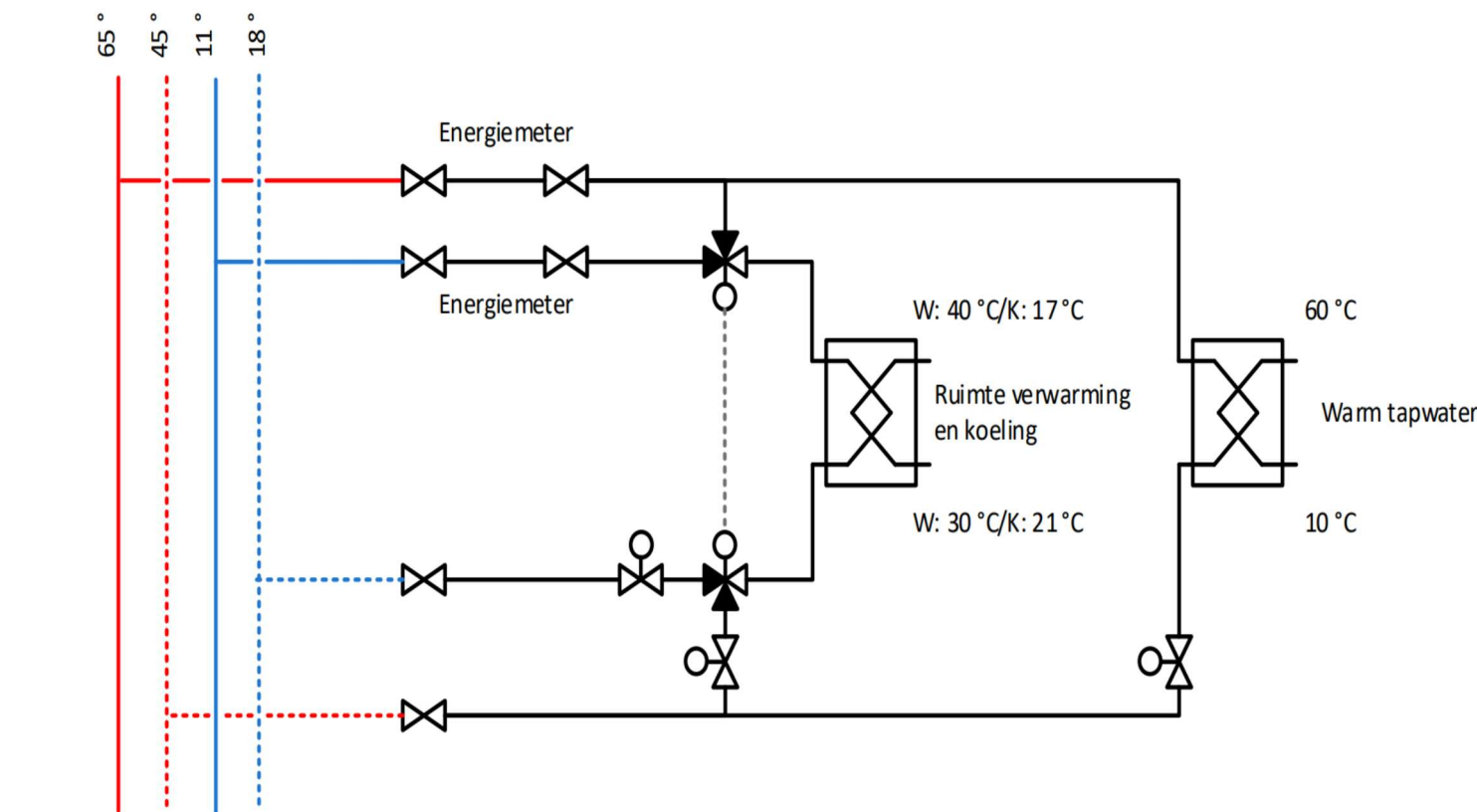


D4. 4 pijps systeem

ZLT warmtenet.

4 pijpleiding. Hoge T water vermengd met koud water voor ruimte verwarming.

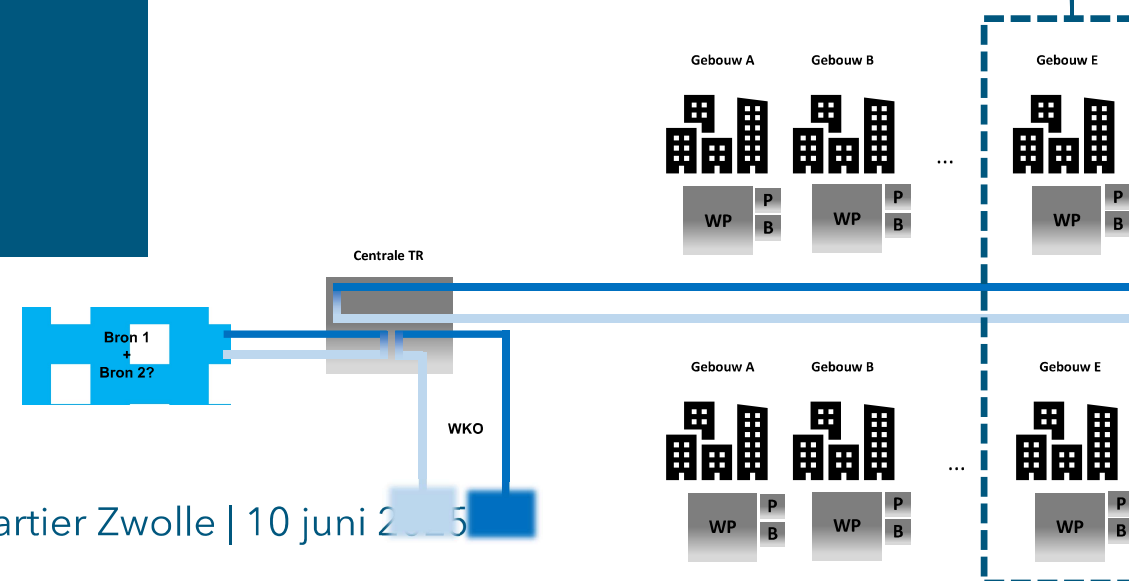
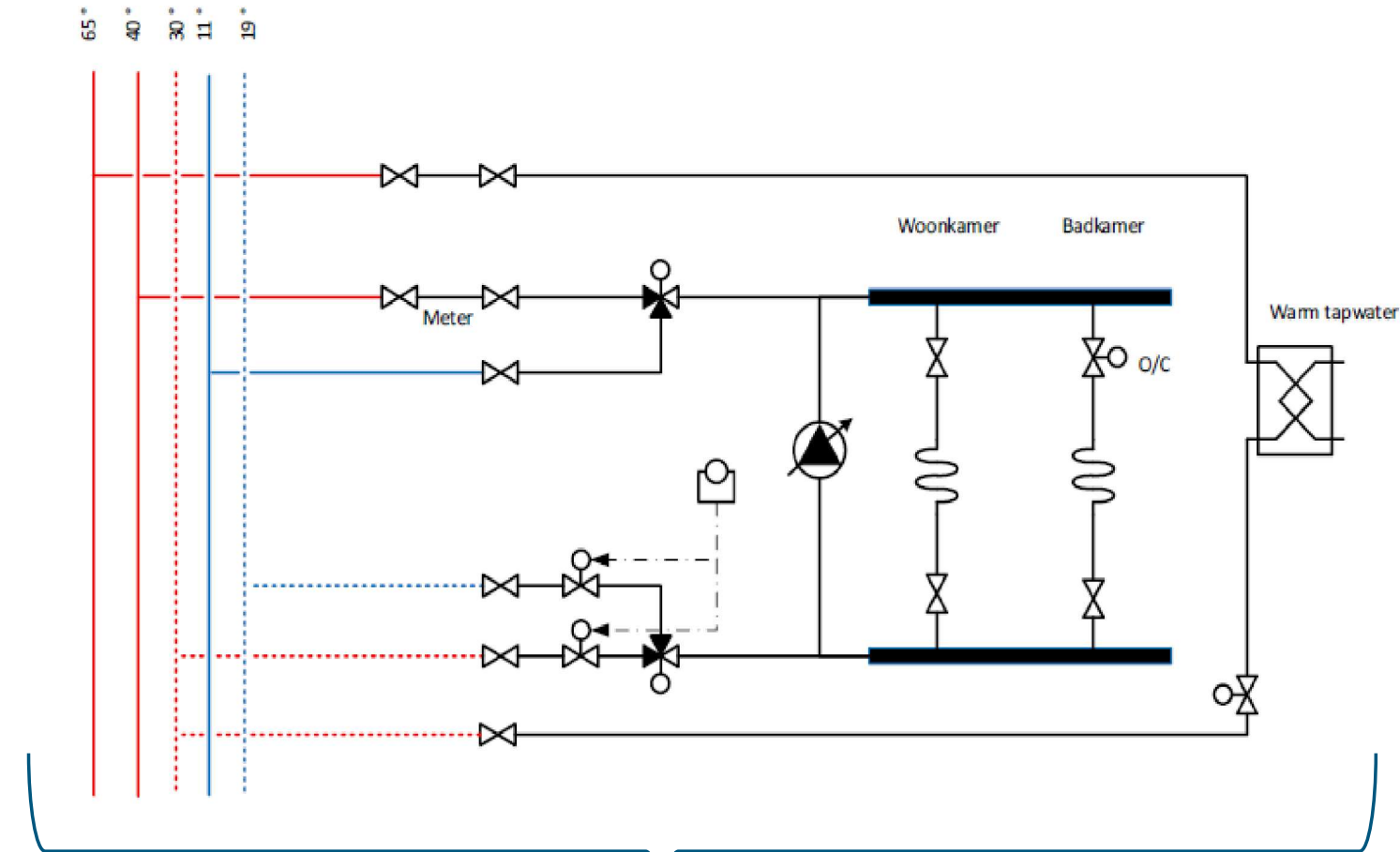
- + eenvoudig in opzet;
- + weinig ruimtebeslag woning;
- + hoge dT CV leidingen, kleine leidingen;
- + geen centrale change over nodig;
- geen gelijktijdige warmtelevering en warm tapwater levering;
- risico op verstoring CV retour door warm houd functie warmtapwater TSA;
- rendement laag door hoge CV temperaturen.



D5. 5 pijps systeem

ZLT warmtenet. Aparte warmteleiding voor verwarming en tapwater.

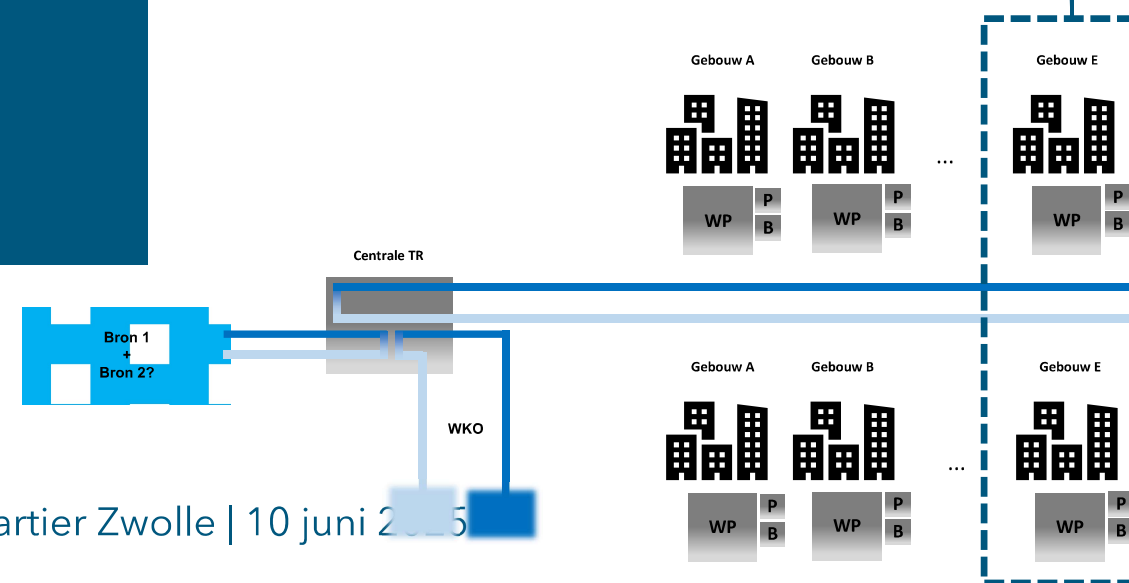
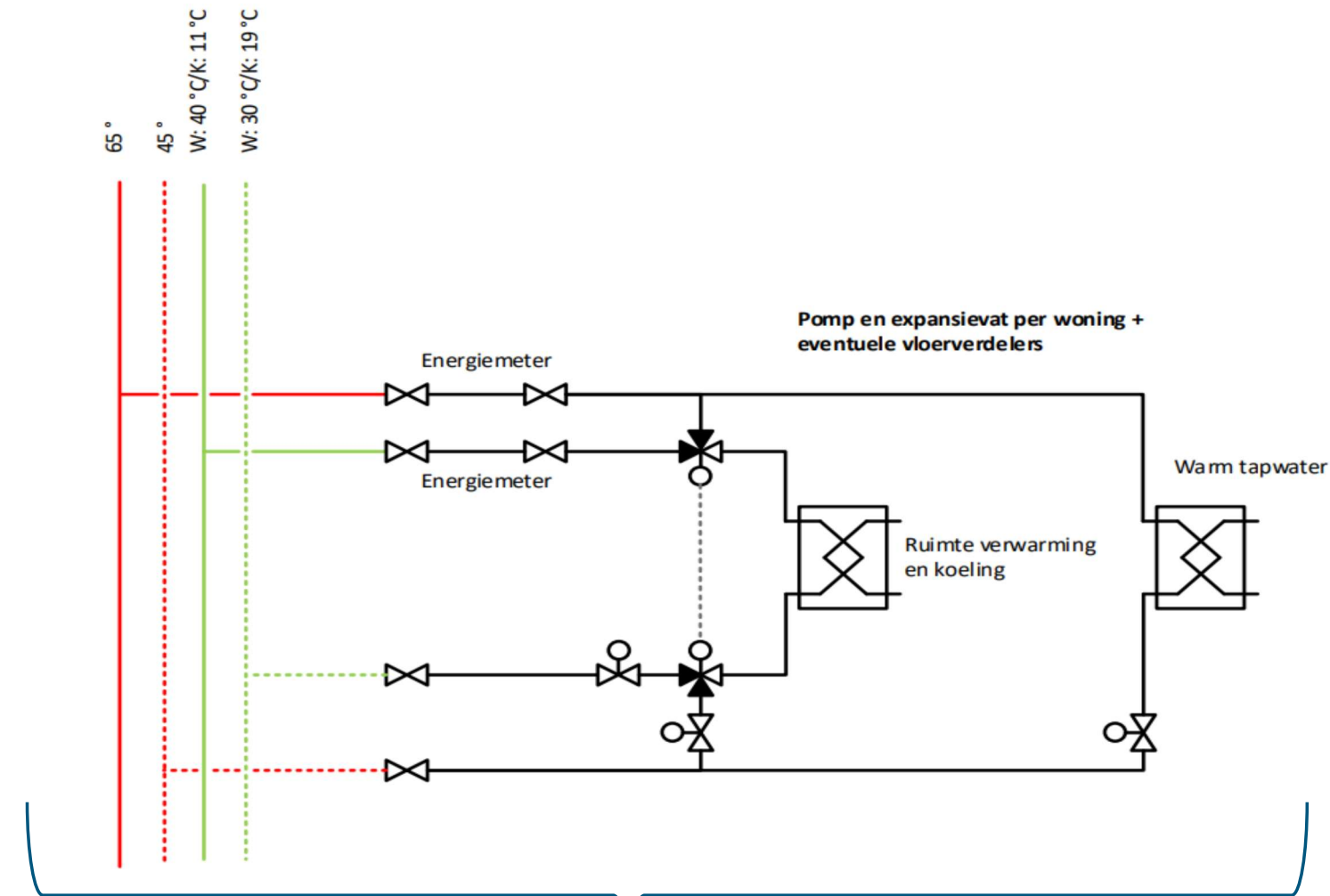
- + ruimteverwarming efficiënt op lage temperatuur op te wekken;
- + ruimteverwarming en tapwater gelijktijdig te leveren;
- + weinig ruimte in woning;
- risico op verstoring CV retour door warm houd functie warmtapwater TSA;
- hoog verlies door extra CV leiding.



D6. Change over

ZLT warmtenet. Groene leiding is koud in zomer, warm in winter. Warmte verwarming in zomer geleverd door change over leiding.

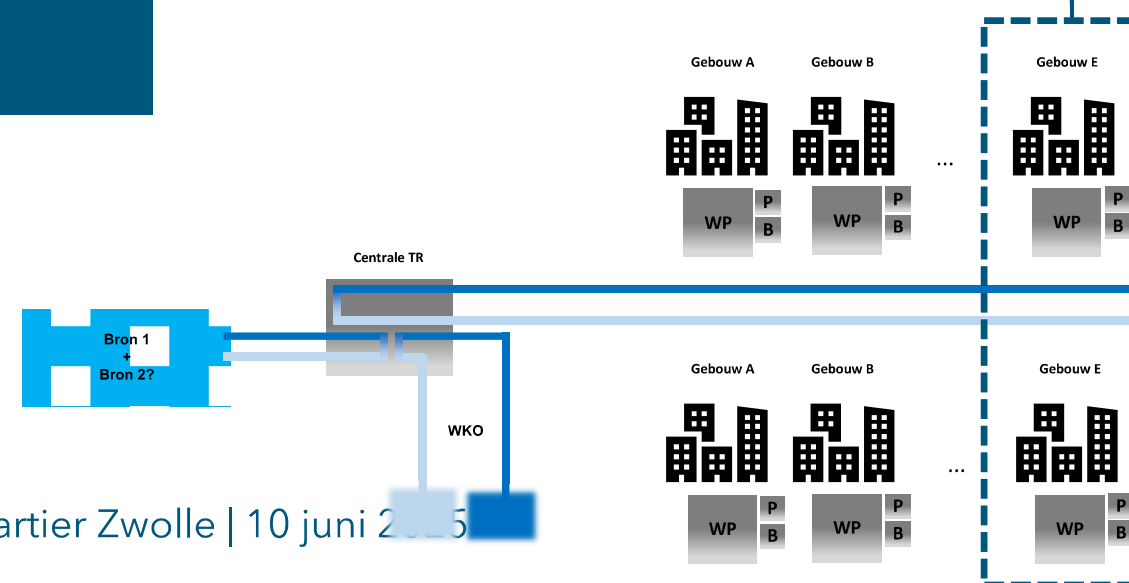
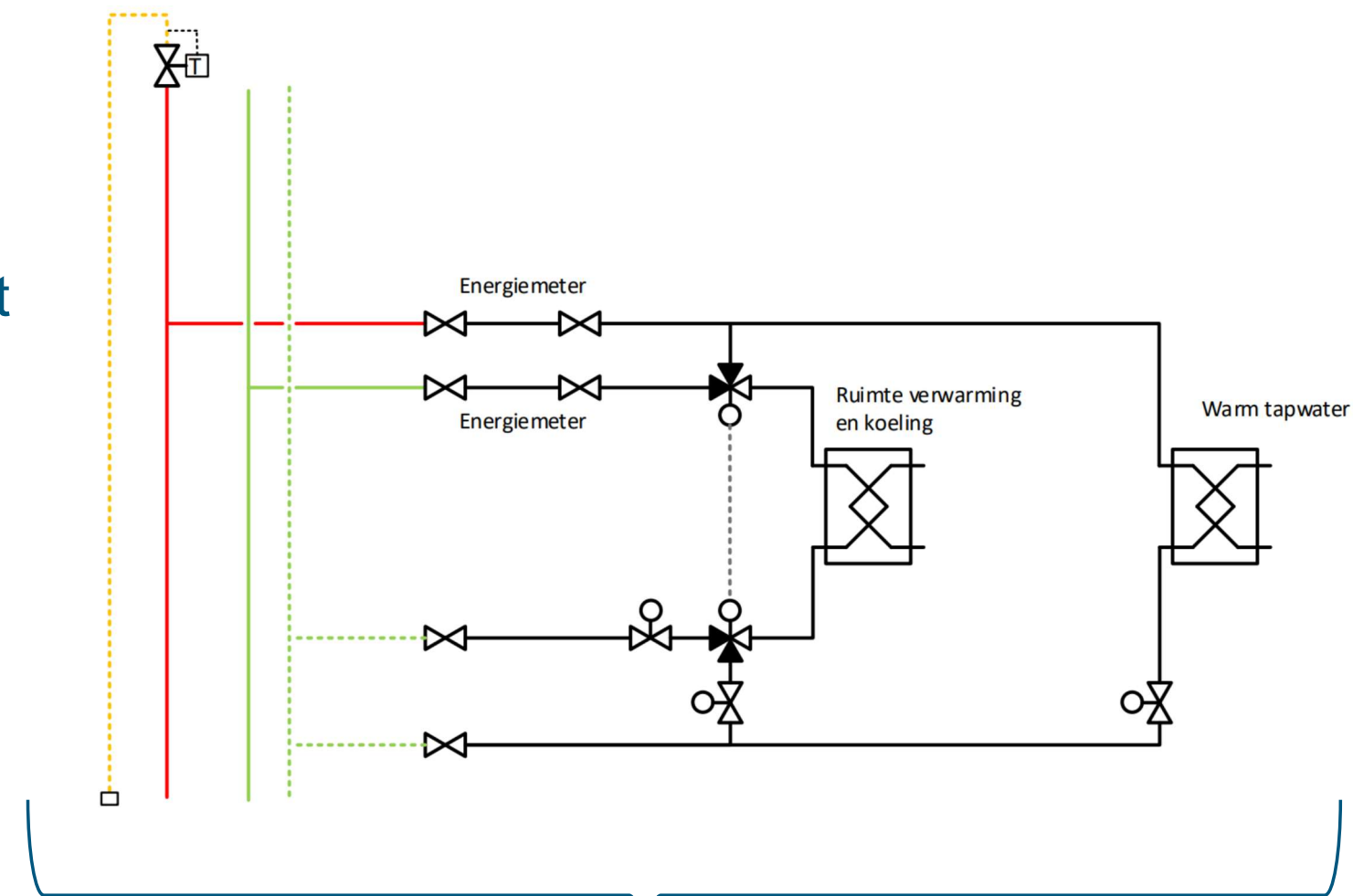
- + ruimteverwarming efficiënt te bereiden;
- + weinig ruimtebeslag in de woning;
- + gelijktijdig warmtelevering en warm tapwater mogelijk;
- koeling niet altijd beschikbaar;
- relatief veel verlies door hoge Temp leidingen;
- centrale change over noodzakelijk.



D7. 3,5 pijps systeem

ZLT warmtenet. Change over: in zomer wordt koude geleverd, in winter warmte ~ 40 C. Warme leiding moet mogelijk worden bijgemengd met koud water. Levering tapwater op 65 C.

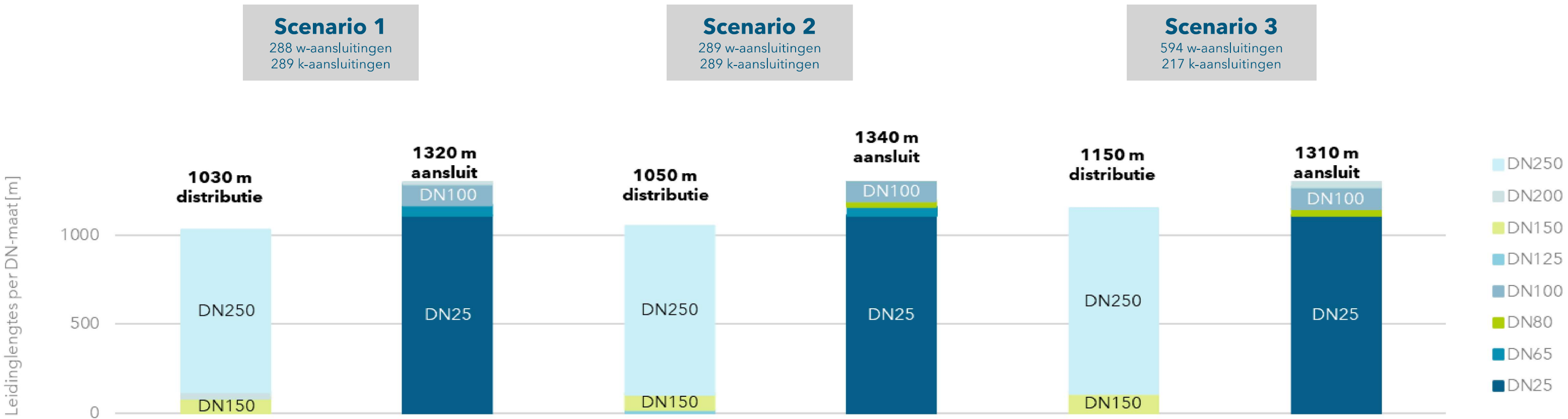
- + weinig leidingen;
- + weinig ruimtebeslag in woning;
- koeling niet altijd beschikbaar;
- centrale change over noodzakelijk;
- risico op energievernietiging.



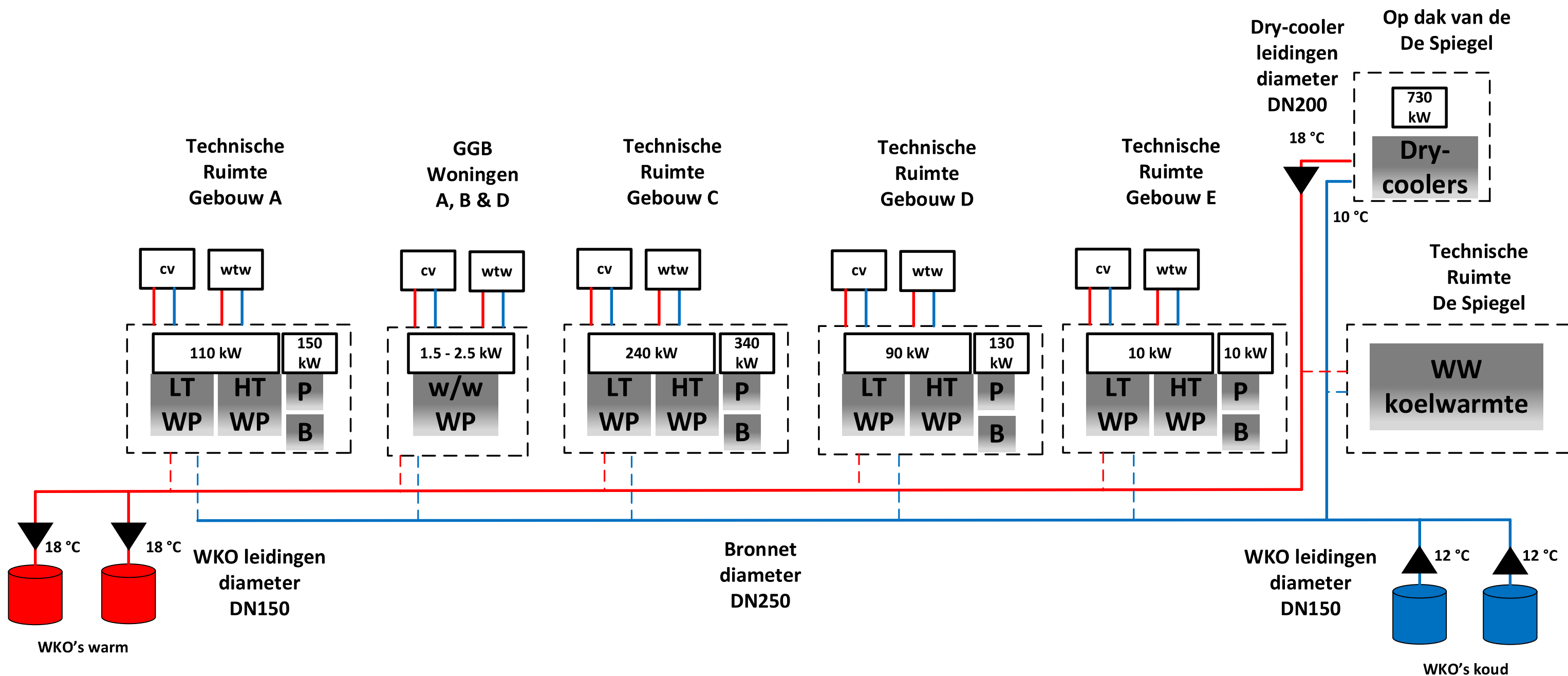
E1. Leidinglengtes en DN-maten

		Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Distributie	DN125	0 m	22 m	0 m
	DN150	87 m	87 m	116 m
	DN200	40 m	0 m	0 m
	DN250	904 m	944 m	1034 m
	Totaal	1031 m	1053 m	1150 m
Aansluit	DN25	1108 m	1108 m	1108 m
	DN65	58 m	46 m	0 m
	DN80	0 m	35 m	35 m
	DN100	120 m	120 m	120 m
	DN125	0 m	0 m	10 m
	DN200	35 m	35 m	35 m
	Totaal	1321 m	1344 m	1308 m

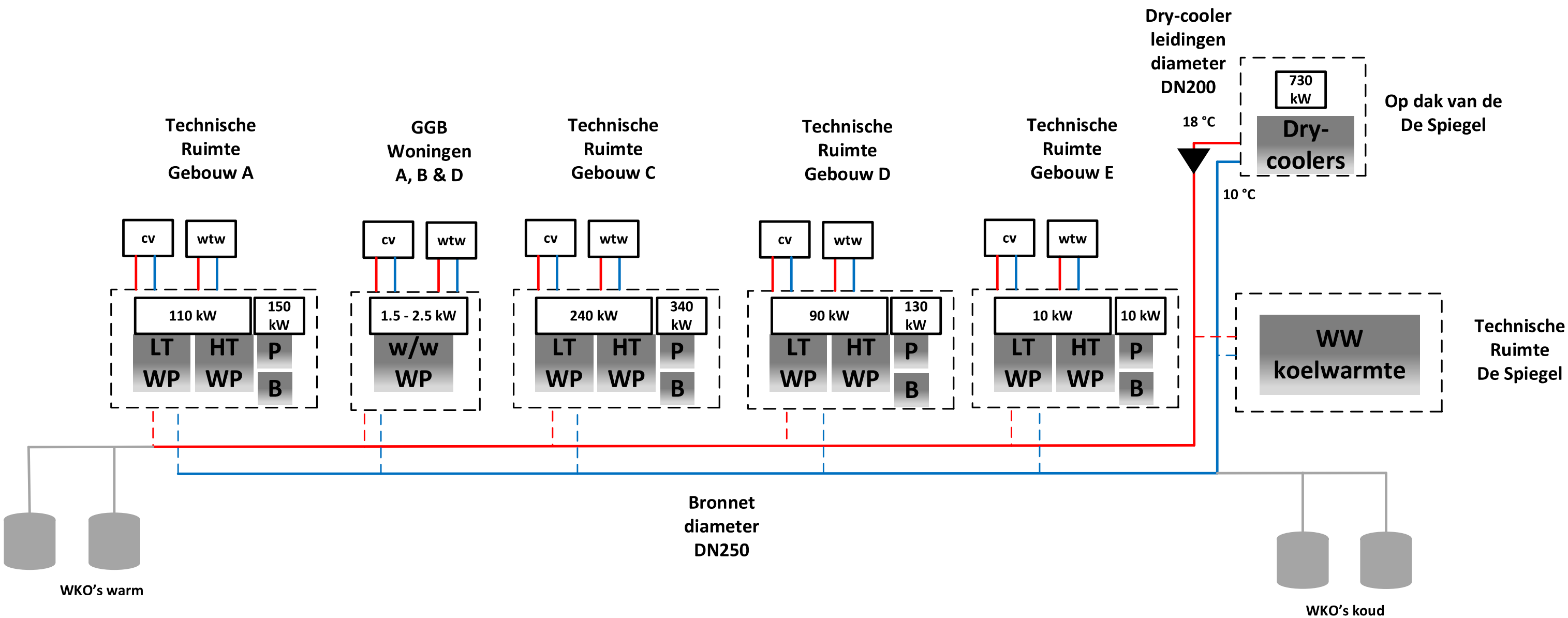
E2. Inpassing bronnet en aansluitingen



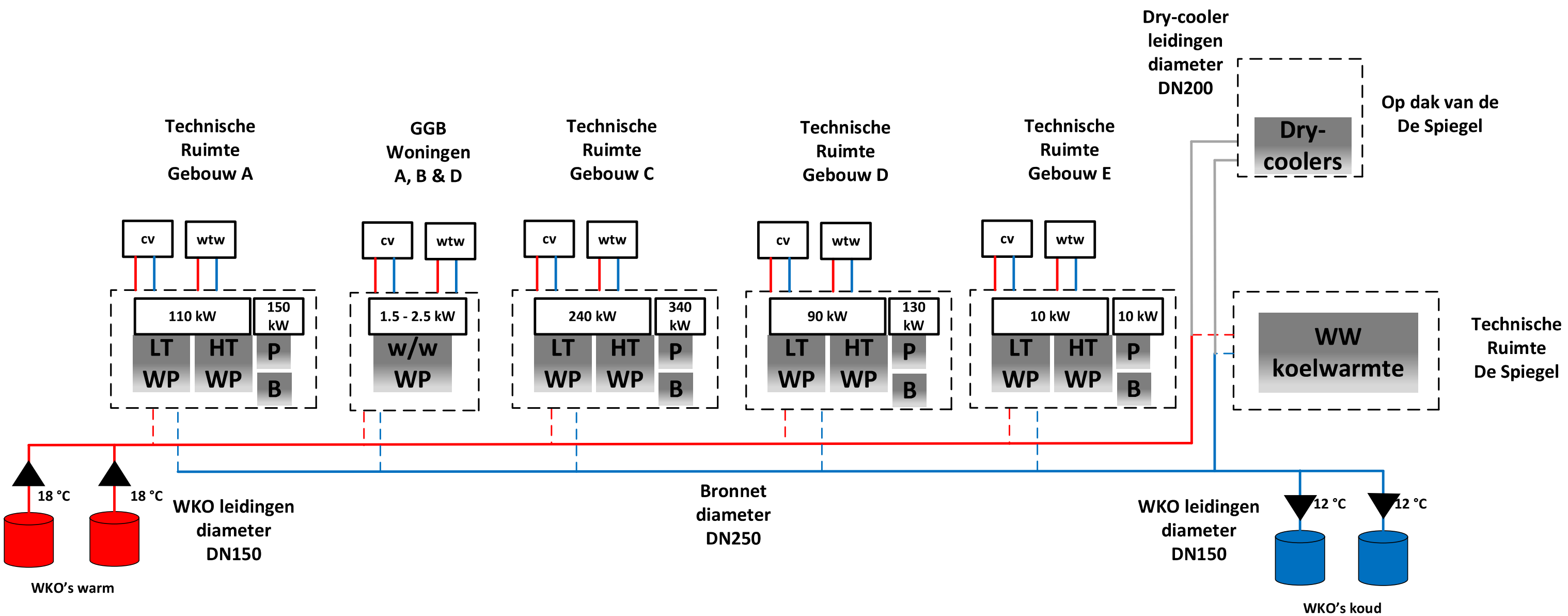
F1. Systemschets scenario 1 (Zomer)



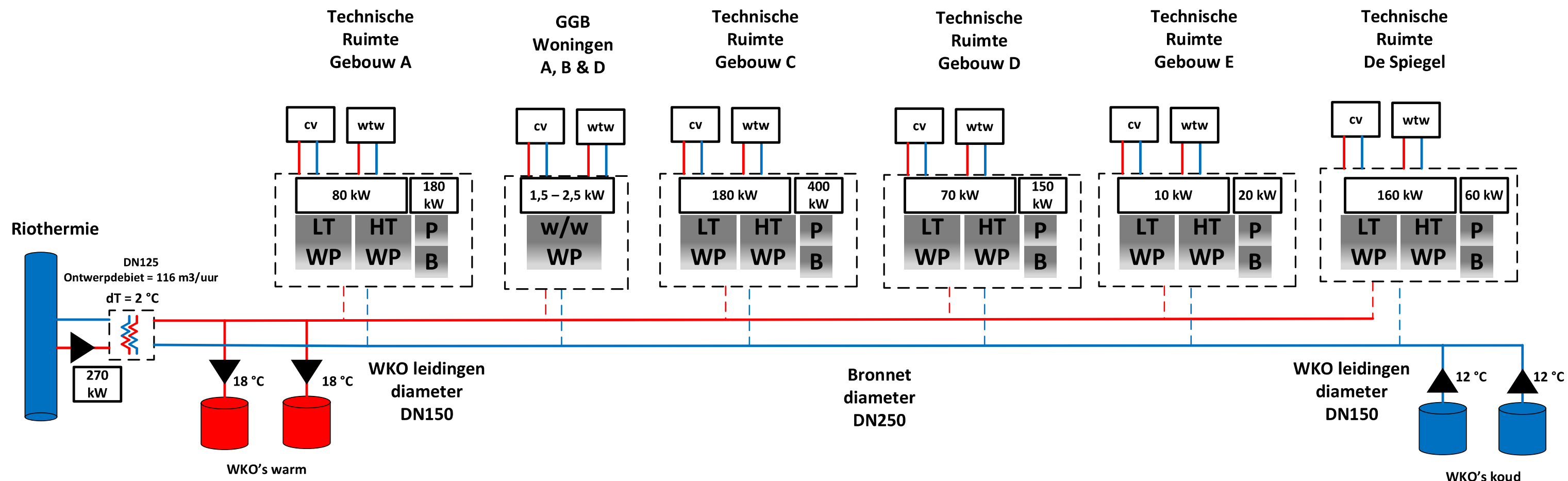
F1. Systemschets scenario 1 (Tussenseizoen)



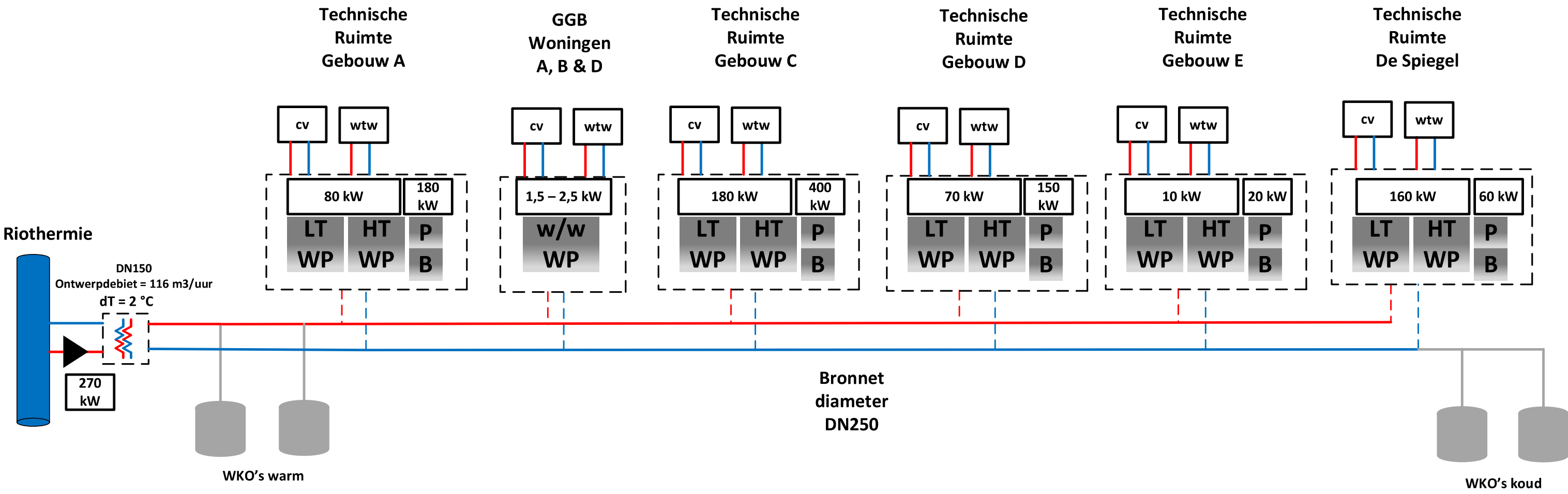
F1. Systemschets scenario 1 (Winter)



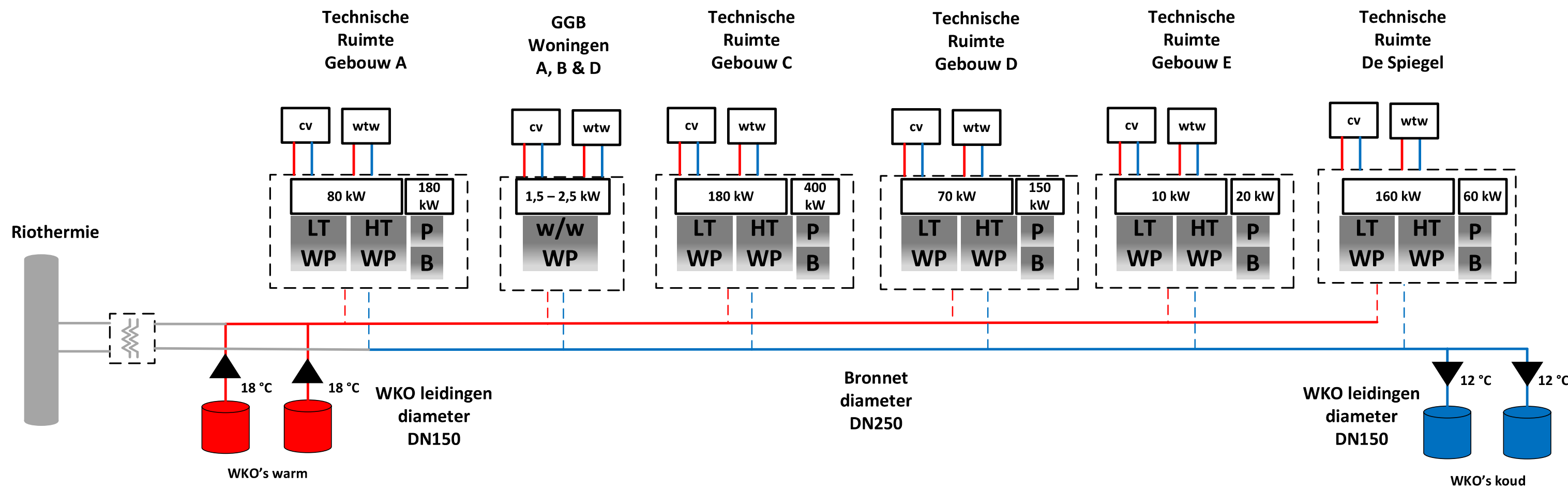
F2. Systemschets scenario 2 (Zomer)



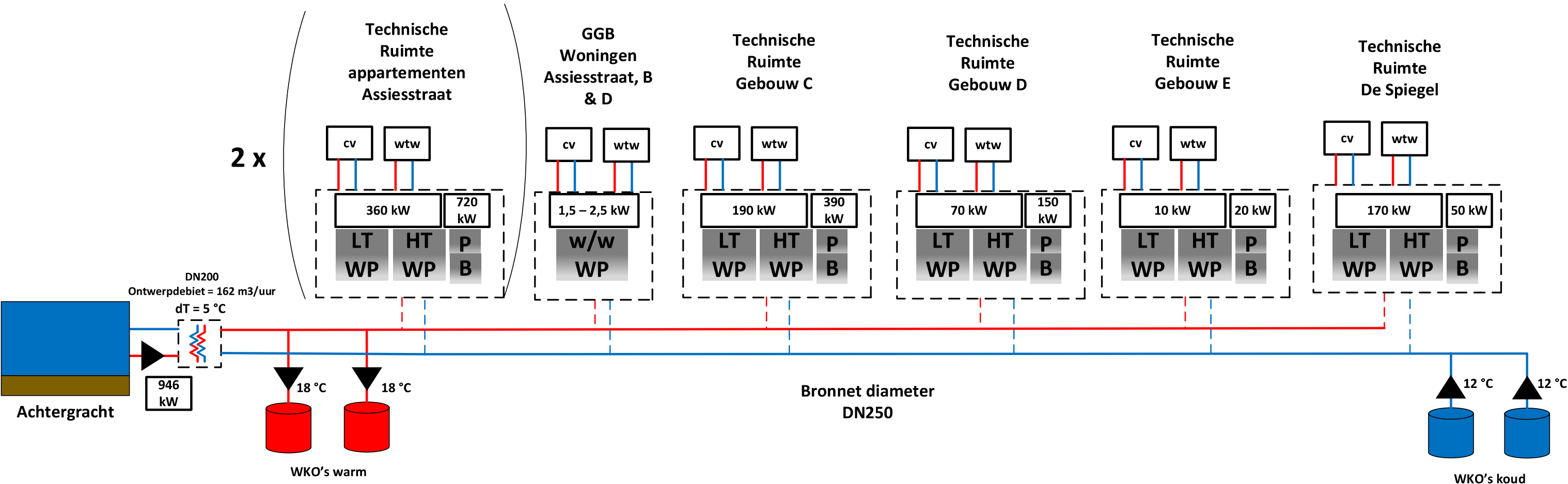
F2. Systemschets scenario 2 (Tussenseizoen)



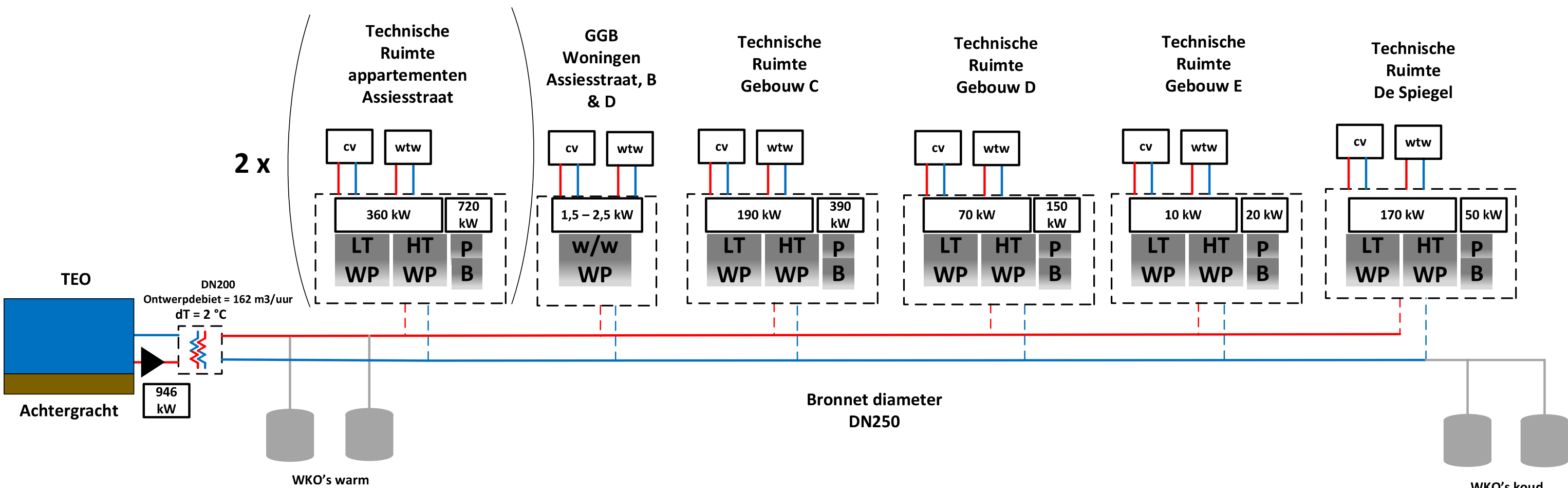
F2. Systemschets scenario 2 (Winter)



F3. Systemschets scenario 3 (Zomer)



F3. Systemschets scenario 3 (Tussenseizoen)



F3. Systemschets scenario 3 (Winter)

