



Engineering the earth

**Smart polder Merwedekanaalzone Utrecht**  
Impact project I&M: Hitte en Koelen benutten





**Engineering the earth**

**Smart polder Merwedekanaalzone Utrecht**  
Impact project I&M: Hitte en Koelen benutten

---

# Smart polder Merwedekanaalzone Utrecht

## Impact project I&M: Hitte en Koelen benutten

---

**Opdrachtgever** **Ministerie van Infrastructuur en Milieu**  
Postbus 20901  
2500 EX DEN HAAG  
T 070 - 456 1571 | E nieske.bisschop@minienm.nl  
Contactpersoon: mevrouw N. Bisschop

**Opdrachtgever** **Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden**  
Postbus 550  
3990 GJ Houten  
T 030 - 6345774 | E schaik.mj@hdr.nl  
Contactpersoon: de heer M. van Schaik

**Adviseur** **IF Technology bv**  
Postbus 605  
6800 AP ARNHEM  
T 06-50451394 | E b.scholten@iftechnology.nl  
Contactpersoon: de heer B. Scholten

**Colofon** **Auteur:** **de heer B. Scholten**  
**Versie:** definitief 1.0  
**Gecontroleerd door:** Mevrouw A. Floris

---

## Inhoudsopgave

1	Samenvatting.....	5
2	Inleiding .....	9
	2.1 Algemeen.....	9
	2.2 Plan van aanpak .....	10
	2.2.1 Selecteren van kansrijke locaties.....	10
	2.2.2 Inventarisatie gebiedskenmerken en belanghebbenden.....	10
	2.2.3 Verkenning business case (dit rapport) .....	10
	2.2.4 Verdiepingsfase.....	11
	2.2.5 Project realisatie en exploitatie .....	11
	2.3 Omschrijving casus: Merwedekanaal.....	12
3	Inventarisatie.....	14
	3.1 Stakeholderanalyse .....	14
	3.2 Klimaatadaptie .....	16
	3.3 Potentiele afnemers energie .....	18
	3.4 Kenmerken watersysteem.....	18
	3.5 Kenmerken bodem.....	20
	3.6 Omgevingsbelangen .....	23
	3.6.1 Juridische belangen.....	23
	3.6.2 Overige belangen .....	23
4	Businesscase.....	25
	4.1 Uitgangspunten .....	25
	4.2 Energieconcepten .....	26
	4.3 Schetsontwerp .....	34
	4.4 Impact leefomgeving .....	36
	4.5 Financiële analyse .....	36
	4.6 Baten analyse .....	40
5	Conclusies en aanbevelingen .....	44
	5.1 Technische en energetisch haalbaarheid.....	44
	5.2 Ruimtelijke inpassing .....	45
	5.3 Financiële haalbaarheid .....	47
	5.4 Organisatorisch.....	48
	5.5 Spoorboekje.....	49

- 
- Bijlage 1 Conceptbeschrijvingen TEO/Smart polder
  - Bijlage 2 Energieconceptvorming gebouwinstallatie
  - Bijlage 3 Folder bouwprogramma

# 1

## Samenvatting

### Uitgangspunten

Het deelgebied 5 van de Merwedekanaalzone (zie Figuur 1) in Utrecht bestaat uit de nieuwbouw van circa 5.500 woningen, kantoren en voorzieningen. Voor deze ontwikkeling is een inschatting gemaakt van het energieverbruik voor de warmtevraag van 11.300 MWh<sub>t</sub> (40.600 GJ) per jaar en de koude vraag van 6.100 MWh<sub>t</sub> (22.000 GJ) per jaar. De gemeente Utrecht heeft als doel deze wijk aardgasloos te ontwikkelen, met de voorkeur “nul op de meter” (NOM) en minimaal 70% lokaal duurzaam opgewekte elektriciteit.

### Merwedekanaal

Het naastgelegen Merwedekanaal is 34 meter breed en circa 3 meter diep. De lengte van het kanaal langs de projectlocatie is 1.000 meter. Uitgangspunt is dat het kanaal doorgaans geen stroming heeft.

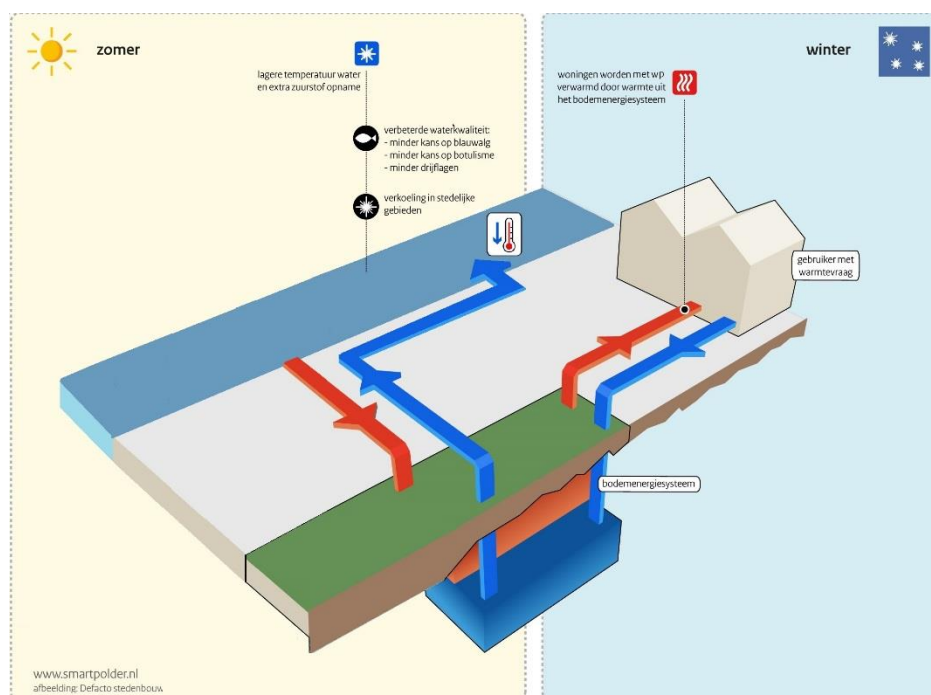
*Figuur 1  
Te ontwikkelen  
deelgebied 5 in rood  
met naastgelegen  
Merwedekanaal in  
blauw.  
(Bron: Google maps)*



### Systemconcept

Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) in de vorm van warmtewinning in de zomer, kan worden omgezet in hoogwaardige warmte met een warmtepomp (WP) voor verwarming van gebouwen of voor de bereiding van warm tapwater. Dit is bijzonder goed toepasbaar bij afnemers met overwegend warmtevraag (zoals woningen) en wordt 100% elektrisch opgewekt. TEO kan worden aangevuld met een warmte en koudeopslagsysteem in de bodem (WKO), zie Figuur 2.

*Figuur 2  
Concept TEO: Smart  
polder, WKO met  
warmtewinning uit  
oppervlaktewater*



Als TEO aangevuld wordt met een WKO systeem wordt gebruik gemaakt van het natuurlijke temperatuurverschil tussen het oppervlaktewater in de zomer (circa 18°C) en de stabiele grondwatertemperatuur (circa 12°C). In de zomer wordt warmte gewonnen uit het oppervlaktewater en opgeslagen in het bodemenergiesysteem (WKO). Deze warmte kan in de winter uit de bodem worden opgepompt om te dienen als warmtebron voor de warmtepomp.

In deelgebied 5 van het Merwedekanaalzone is de warmtevraag bijna twee maal zo groot als de koude vraag. Hiermee biedt de toepassing van de combinatie van warmtewinning uit oppervlaktewater met een seizoensopslag in een bodemenergiesysteem een zeer interessante en duurzame kans om het gebied te voorzien van de benodigde warmte en koude.

Uit voorliggend onderzoek blijkt een centraal WKO distributienet op lage temperaturen met lokale monovalente opwekking (WP) in de gebouwen een haalbare oplossing, die ook

---

gefaseerd kan worden aangelegd. Daarnaast zou een dergelijk distributienet warmte en koude kunnen leveren buiten het projectgebied.

Op basis van de huidige uitgangspunten zijn 5 doubletten (5 warme en 5 koude bronnen á circa 80 m<sup>3</sup>/h) nodig om het gebied van voldoende warmte en koude te voorzien. Om de bronnen in de zomer voldoende te kunnen laden is een oppervlaktewatersysteem van 320 m<sup>3</sup>/h nodig. Daarnaast zijn een grondwater gevuld distributienet en oppervlaktewaterleidingen benodigd. De projectlocatie biedt voldoende ruimte voor deze installaties. Ook zijn er juridisch gezien geen knelpunten voor de realisatie van TEO en WKO.

### **Reductie hittestress**

Door de toepassing van TEO met een oppervlaktewaterdebiet van 320 m<sup>3</sup>/h en een temperatuurverlaging van -6 graden op het lozingspunt, koelt het kanaal over een afstand van 426 meter ca. 2 graden af. De afkoeling is nabij het lozingspunt groter, maar door de breedte van het kanaal is de interactie met de atmosfeer groot. De gemiddelde afkoeling van het Merwedekanaal over 426 meter bedraagt daarom circa 2 graden ten opzichte van de natuurlijke temperatuur. De lengte van het Merwedekanaal aan de projectlocatie bedraagt 1.000 m en kan daarmee veel meer warmte leveren dan benodigd is voor de huidige uitgangspunten. Het koude water zou deels ook geloosd kunnen worden op de herstellen wetting langs het Merwedekanaal. Hiermee wordt het koude water maximaal ingezet tegen hittestress op de projectlocatie. Daarnaast zorgt het aanbieden van duurzame koeling met grondwater voor een directe warmte emissiereductie van 28.000 GJ ten opzichte van traditionele koelers, waarmee extra hittestress wordt voorkomen. De CO<sub>2</sub> emissie reductie is 1.600 tot 2.400 ton.

### **Financiële haalbaarheid**

Op basis van het maximale tarief uit de warmtewet en een BAK voor de afnemers van € 836 (kan maximaal € 4.500 bedragen) is de NCW (Netto Contante Waarde) van het project na 30 jaar € 3,3 miljoen met een IRR (internal rate of return) van 11,2% (rendementseis 10%). De eenvoudige terugverdientijd van de meerinvestering ten opzichte van stadswarmte met traditionele koeling is 8 jaar.

Geconcludeerd kan worden dat er sprake is van een rendabele businesscase. Dit betekent dat het mogelijk moet zijn om energieleveranciers en/of investeerders te betrekken voor realisatie en exploitatie van de energievoorziening.



---

### **Organisatorisch**

Voor de vervolgstap op deze business case is het creëren van draagvlak bij de stakeholder erg belangrijk. Welke belangen hebben alle partijen, waar liggen de kosten en waar vallen de baten. Een eerste stap is het informeren van de ontwikkelaars van het deelgebied, vervolgens het vormen van een organisatie voor het uitwerken van het vervolg. Hierbij is het raadzaam om voorwaarden voor het vervolg vast te leggen in een Intentieovereenkomst tussen de belanghebbenden. Hierna kan de verdiepingsfase plaatsvinden waarin de kaders voor het project worden uitgewerkt en het ontwerp wordt geïntegreerd in de ruimtelijke inrichting van de Merwedekanaalzone.

# 2

---

## Inleiding

### 2.1 Algemeen

Het Impactproject “Hitte koelen en benutten” is één van de vijf geselecteerde projecten in de 3<sup>e</sup> tranche van het Stimuleringsprogramma Ruimtelijke Adaptatie (SRA). Onder het Impactproject worden drie Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO) business cases uitgewerkt voor verschillende U10 gemeenten in het beheergebied van het Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden. Voorliggend onderzoek heeft geresulteerd in een plan van aanpak voor het proces om tot een business case te komen en de business cases zelf. Hiermee geeft het Impactproject “Hitte koelen en benutten” leerpunten (do's en don'ts) over het ontwikkelen van TEO projecten en de toepassing van Smart polder.

Door energie uit oppervlaktewater te halen kunnen gebouwen worden verwarmd of gekoeld. Neveneffect is dat het koelen van oppervlaktewater hitte bestrijdt en de waterkwaliteit verbetert, wat een interessante bijdrage kan leveren aan ruimtelijke adaptatie aangezien dit principe in het grootste deel van Nederland toepasbaar is.

Er is een kanskaart ontwikkeld voor de regio Utrecht door IF Technology in opdracht van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en samenwerkende gemeenten in Utrecht. Aan de hand van deze kanskaart zijn workshops gehouden met lokale stakeholders om te komen tot concrete business cases. In dit rapport wordt de technische en financiële haalbaarheid van de case Merwedekanaalzone bepaald en is onderzocht wat de randvoorwaarden zijn voor het toepassen van TEO op deze locatie.

#### Leeswijzer

In hoofdstuk 1 is de samenvatting van dit rapport gegeven. Hoofdstuk 2 geeft de inleiding, het doel van dit onderzoek en het plan van aanpak om van een kansrijke locatie tot een TEO project te komen. Ook wordt ingegaan op de specifieke kenmerken van de casus Merwedekanaalzone. Hoofdstuk 3 geeft de inventarisatie van het project weer. De energetische, technische en financiële uitwerking van de business case en de maatschappelijke baten worden gegeven in hoofdstuk 4. In paragraaf 4.2 is de afweging gemaakt voor het meest toepasbare TEO concept. In hoofdstuk 5 worden de conclusies en aanbevelingen gedaan. In bijlage 1 is een uitgebreide omschrijving te vinden van TEO en Smart polder concepten.

---

## 2.2 Plan van aanpak

In het PvA (plan van aanpak) zijn de stappen beschreven die zijn uitgevoerd om tot een business case te komen. Hierbij worden de verschillende activiteiten, hulpmiddelen en resultaten beschreven.

### 2.2.1 Selecteren van kansrijke locaties

In de eerste fase worden kansrijke locaties geselecteerd via workshops met de belanghebbenden. Hierbij zijn mensen van de gemeente uitgenodigd met kennis van RO en energie. Belangrijk hierbij is dat er een overzicht is (digitaal of door kennis van de aanwezige personen) van locaties van ontwikkelingen (nieuwbouw, renovatie of hoog energieverbruik). In de workshop is aan de hand van de kanskaart gekeken of er een match is tussen deze gebieden/gebouwen/wijken waar de ontwikkelingen gepland zijn en het aanwezig technische potentieel vanuit het oppervlaktewater, gemalen en/of diepe plassen. Het resultaat van deze fase is een top 10 van kansrijke locaties. Uit deze top 10 zijn voor het Impactproject drie locaties geselecteerd op basis van projectplanning/urgentie.

### 2.2.2 Inventarisatie gebiedskenmerken en belanghebbenden

In deze fase wordt een overzicht gemaakt van de betrokkenen (stakeholderanalyse). Welke partijen zijn direct of indirect bij dit project of deze locatie betrokken? Welke rol spelen zij en kunnen zij input leveren voor de business case? In deze fase kan ook overwogen worden om een lokale netbeheerder en/of energiebedrijf te benaderen voor kennis van het gebied en het afstemmen van bestaande of toekomstige ontwikkelingen op energie gebied (bijvoorbeeld de aanleg van een warmtenet en het al dan niet vervangen van de bestaande gasinfrastructuur).

Verder worden de gebiedskenmerken geïnventariseerd bij de gemeente, waterschap en provincie. Eventueel kan er ook al een afnemer of projectontwikkelaar in beeld zijn waar gedetailleerde informatie beschikbaar is. Belangrijke gegevens zijn:

- kenmerken watersysteem en/of kunstwerk (gemaal)
- bodemopbouw en omgevingsbelangen grondwater
- identificeren potentiële afnemers energie (warmte en/of koude)
- inventarisatie huidige/toekomstige energievraag beoogde afnemers

### 2.2.3 Verkenning business case (dit rapport)

Een belangrijke stap naar de realisatie is het uitwerken van de business case met het bepalen van het energieconcept op basis van de aanwezige/toekomstige vraag en het

---

aanbod. In de bijlage zijn diverse TEO/Smart polder concepten weergegeven met specifieke kenmerken. Met het energieconcept wordt een schetsontwerp (SO) opgesteld van de thermische winning, distributie en opwekking. Deze wordt uitgewerkt in een financiële analyse waarbij de investeringskosten en de exploitatiekosten worden opgenomen in een Netto contante waarde berekening (NCW) om het mogelijke project rendement te kunnen berekenen. Ook wordt de juridisch haalbaar van het project beoordeeld (Waterwet en omgevingsbelangen). Als uit de business case blijkt dat het project haalbaar is en voldoende draagvlak is bij de stakeholders om het project verder te brengen, kunnen de voorwaarden voor het vervolg worden vastgelegd in een Intentieovereenkomst tussen de belanghebbenden.

#### **2.2.4 Verdiepingsfase**

In deze fase wordt een verdieping uitgevoerd van het technisch ontwerp (SO→VO), en worden de juridische haalbaarheid (het aanvragen van vergunningen) en de financiële haalbaarheid geïnventariseerd. Hierbij kunnen ook de maatschappelijke baten worden gewaardeerd. In deze fase dienen naast de kosten en de baten, de onzekerheden en risico's zo goed mogelijk in beeld te worden gebracht voor alle relevante stakeholders. Op basis van deze inzichten kan besloten worden om een samenwerkingsovereenkomst aan te gaan waarin de rolverdeling en het projectfinancieringsmodel worden vastgelegd.

#### **2.2.5 Project realisatie en exploitatie**

De hierop volgende fasen zijn projectrealisatie en exploitatie. Hierbij kan de realisatie/exploitatie van het project eventueel (deels) in de markt worden gezet. Belangrijk voor deze fase is het inrichten van een monitorings- en beheerorganisatie die langdurig het optimale rendement uit het project kan genereren en de hierbij vooraf gestelde randvoorwaarden kan monitoren en waar nodig kan bijsturen.

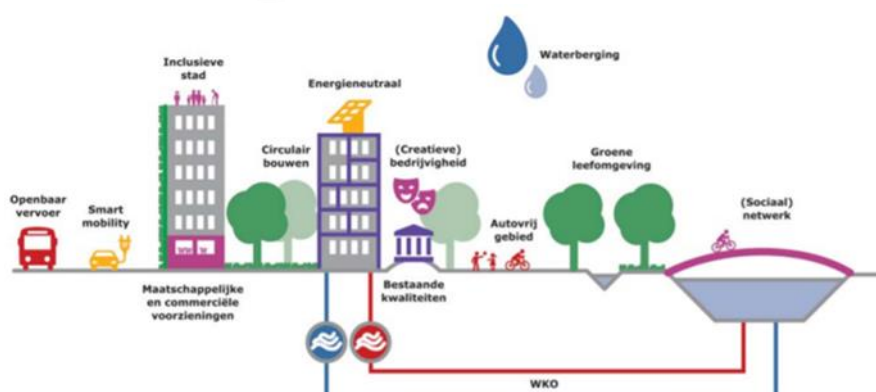




- Expliciet opdracht van de gemeente om “water” in Utrecht beter te gaan benutten  
Citaat: *Het Merwedekanaal – als onderdeel van het Rondje stadseiland - is niet alleen de blikvanger van de Merwedekanaalzone, maar vervult een belangrijke rol voor recreatie, natuur, de klimaatopgave en mogelijk ook energiewinning.*
- Reductie hittestress stedelijke gebieden



Figuur 4  
Visie gemeente  
Utrecht op  
ontwikkeling van  
Merwedekanaalzone



# 3

## Inventarisatie

### 3.1 Stakeholderanalyse

#### I&M

Rijk, provincies, gemeenten en waterschappen hebben de gezamenlijke ambitie dat Nederland in 2050 zo goed mogelijk klimaatbestendig en waterrobuust is ingericht. Klimaatbestendig en waterrobuust inrichten moet in 2020 onderdeel zijn van het beleid en handelen van deze partijen, door bij hun regionale en lokale ruimtelijke afwegingen de waterrobuustheid en klimaatbestendigheid van het eigen plangebied te analyseren.

Het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie heeft het project Hitte koelen en benutten als impactproject geselecteerd voor de 3<sup>e</sup> tranche. Vanuit het Stimuleringsprogramma Ruimtelijke Adaptatie worden de impactprojecten ondersteund. Voor de projecten kan aangegeven worden aan welke vorm van ondersteuning behoefte is. Resultaten en lessen van de Impactprojecten worden via de nieuwsbrief Ruimtelijke Adaptatie en de site [www.ruimtelijkeadaptatie.nl](http://www.ruimtelijkeadaptatie.nl) bekend gemaakt, zodat anderen ervan kunnen leren. Ook van de impactprojecten wordt gevraagd om de resultaten en ervaringen ervan te verspreiden.

Acht Utrechtse overheidsinstellingen en de Veiligheidsregio Utrecht hebben de intentie om samen te werken aan oplossingen voor de gevolgen van de klimaatverandering. De partijen werken samen zodat de bebouwde omgeving ook in 2050 nog aantrekkelijk is om te leven. Om deze doelen te realiseren, hebben de partijen zich verenigd in een Coalitie Ruimtelijke Adaptatie Regio Utrecht

#### Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden

Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden is bevoegd gezag voor de waterkwaliteit van het Merwedekanaal in Utrecht. Daarnaast heeft het waterschap hoge ambities voor duurzaamheid. De ambities van de waterschappen zijn vastgelegd in het Klimaatakkoord (2010), het SER Energieakkoord (2013) en de Green Deal Energie (2016):

- 30% energie-efficiënter en zuiniger werken tussen 2005 en 2020.
- 40% zelfvoorzienend door eigen duurzame energieproductie in 2020 en in de periode daarna zo snel mogelijk energieneutraal.
- 30% minder uitstoot van broeikasgas tussen 1990 en 2020.

#### Rijkswaterstaat

RWS is bevoegd gezag voor het kwantiteits- en vaarwegbeheerder van het Merwedekanaal. Rijkswaterstaat heeft de ambitie om het eigen energieverbruik te verlagen.

---

Het doel is om 20 procent minder energieverbruik te realiseren in 2020 ten opzichte van het jaar 2009.

### **Provincie Utrecht**

De provincie is bevoegd gezag voor de realisatie van WKO (open bodemenergiesystemen). Verder heeft de provincie de TEO kanskaart van HDSR als duurzaam alternatief opgenomen in de kanskaart “Duurzame warmte in Utrecht”.

### **Gemeente Utrecht**

De gemeente Utrecht is eigenaar van de kade van het Merwedekanaal en bevoegd gezag van de openbare ruimte. Bij de realisatie van het project zijn voorzieningen in de openbare ruimte nodig (kabels, leidingen, inlaat en uitlaatwerk en bronnen), waar de gemeente bevoegd gezag is. De gemeente Utrecht heeft de Green Deal Aardgasvrije wijken ondertekend. Hiermee kan het ontwikkelen van een TEO project in de Merwedekanaalzone als alternatief voor aardgas als voorbeeld voor meer locaties in Utrecht dienen.

### **Ontwikkelaars Merwedekanaalzone**

In het Merwedekanaalzone gebied zijn meerdere projectontwikkelaars actief. Binnen de kaders die gesteld zijn door de gemeente zullen zij grotendeels bepalen hoe de invulling van het gebied er uit komt te zien. Door TEO in een vroeg stadium bij deze partijen te presenteren als alternatieve energievoorziening kan de inzet van de neveneffecten voor klimaat adaptatie worden geïntegreerd in de ruimtelijke inrichting en zullen de effecten maximaal worden benut. Deze effecten hebben waarde voor de ontwikkelaar in het voldoen aan de randvoorwaarden die worden gesteld door de gemeente (hittestress beperking, emissiereductie/duurzaam, zie bijlage folder bouwprogramma).

*Aandachtspunt: Uit verkennende gesprekken blijkt dat de focus bij de ontwikkelende partijen ligt op individuele voorzieningen (bodemplussen etc). Geselecteerde concept biedt voor deze partijen een aantal significante voordelen. Opzetten van een centrale energieleverancier kost echter tijd. Dit kan conflicteren met de reeds beoogde planning. Een uitdaging voor de gemeente schuilt in het creëren van voldoende draagvlak bij de ontwikkelende partijen.*

### **Toekomstige bewoners en gebruikers Merwedekanaalzone**

De bewoners willen een leefbare, groene omgeving, duurzame energievoorziening en niet meer dan marktconforme prijsvorming voor de energie.



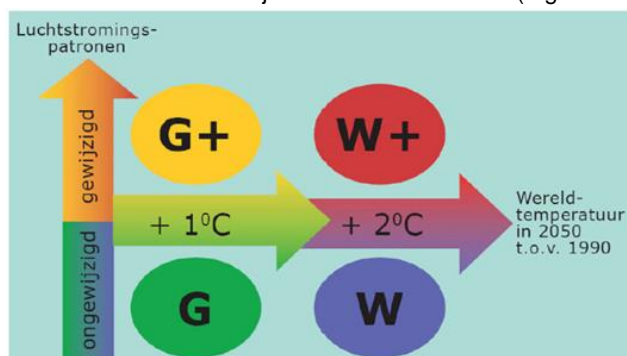
### Energie exploitant

De exploitatie van een collectieve warmte en koude voorziening op basis van TEO kan (deels) worden weggelegd bij een Energiebedrijf of Energy Service Company (ESCO). Op dit moment is er nog geen exploitant betrokken en zal bij een vervolg de afweging gemaakt moeten worden of, en op welke wijze de “markt” betrokken wordt. Eneco is exploitant van het bestaande hoge temperatuurwarmtenet in Utrecht.

## 3.2 Klimaatadaptie

Het klimaat warmt op en veel van de sinds de jaren vijftig waargenomen veranderingen in het klimaatsysteem zijn in de afgelopen honderden tot duizenden jaren niet eerder voorgekomen. De concentratie van broeikasgassen is toegenomen, de atmosfeer en de oceaan zijn opgewarmd, de hoeveelheid sneeuw en ijs is afgenomen en de zeespiegel is gestegen. Nederland en omliggende landen zijn tweemaal zo snel opgewarmd als gemiddeld op aarde en ook is het hier meer en extremer gaan regenen. Zowel mondiaal als voor Nederland was het jaar 2016 record warm. (Figuur 5 bron. KNMI Klimaatscenario's).

Figuur 5  
KNMI  
Klimaatscenario's.



Figuur 2.1. Schematisch overzicht van de vier KNMI'o6 klimaatscenario's. Zie onderstaande legenda voor een toelichting.

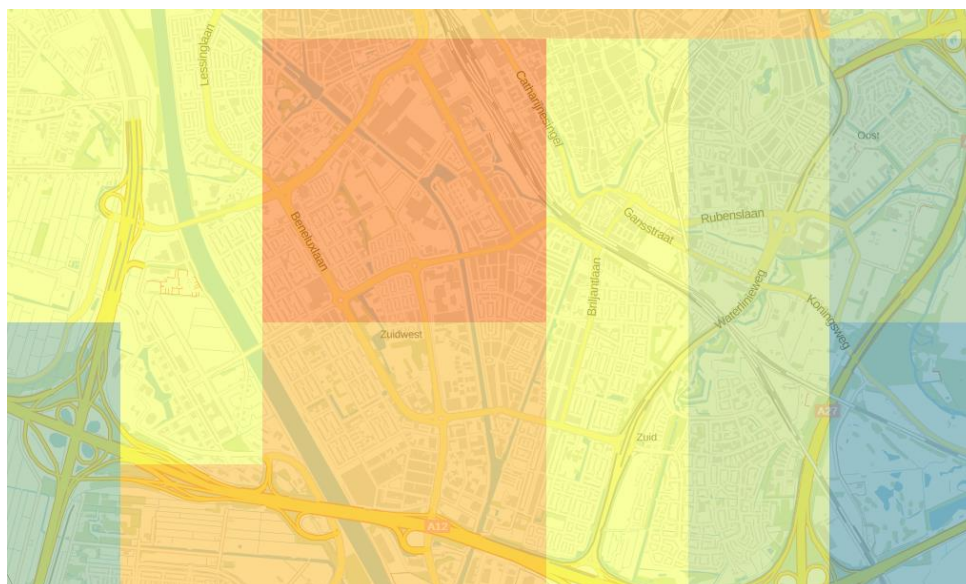
G	Gematigd	1°C temperatuurstijging op aarde in 2050 ten opzichte van 1990 geen verandering in luchtstromingspatronen in West Europa
G+	Gematigd +	1°C temperatuurstijging op aarde in 2050 ten opzichte van 1990 + winters zachter en natter door meer westenwind + zomers warmer en droger door meer oostenwind
W	Warm	2°C temperatuurstijging op aarde in 2050 ten opzichte van 1990 geen verandering in luchtstromingspatronen in West Europa
W+	Warm +	2°C temperatuurstijging op aarde in 2050 ten opzichte van 1990 + winters zachter en natter door meer westenwind + zomers warmer en droger door meer oostenwind

Tabel 2.1. Legenda voor de KNMI'o6 klimaatscenario's

Door klimaatverandering zullen er meer warme zomers voorkomen. De zomer krijgt meer tropische nachten, met een minimumtemperatuur van 20°C of hoger, en meer zomerse dagen, met een maximumtemperatuur van 25°C of hoger. Hierdoor zal het aantal locaties met problematische blauwalgenbloei en de duur van blauwalgenbloei zal toenemen (Pearl en Huisman).

Door het verharde oppervlak en de gebouwen in steden en stilstaand water wordt deze warmte extra vastgehouden en ontstaan hitte-eilanden. Deze hitte eilanden hebben een negatief effect op de waterkwaliteit. In de Klimaateffectatlas zijn deze effecten te zien middels de Hittekaart. Hierbij is voor Utrecht in Figuur 6 te zien dat de temperatuur in stedelijk gebied 5 °C hoger kan zijn dan daarbuiten. Dit zal invloed hebben in de ontwikkeling van blauwalgen en met de verwachte klimaatverandering in de toekomst toenemen.

*Figuur 6  
Hittekaart van Utrecht.  
Oranje +5-6 °C  
Bron: Klimaateffectatlas*

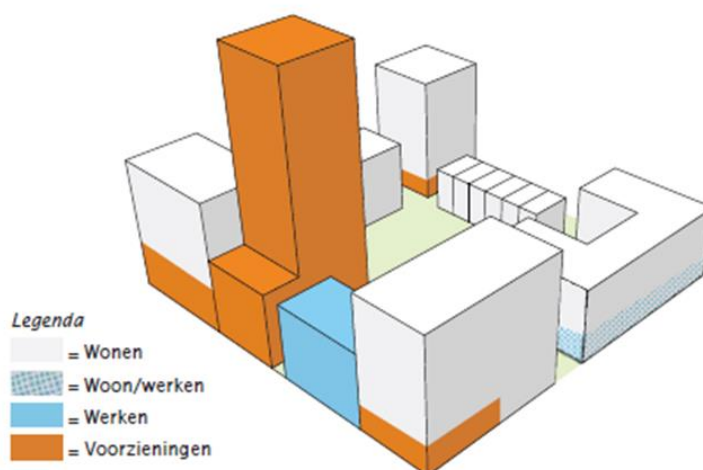


Het onttrekken van warmte uit oppervlaktewater heeft een verkoelend effect op het lokale klimaat. Hiermee zal het oppervlaktewater minder of geen warmte uitstraling meer hebben naar de omgeving en wordt verslechtering van de waterkwaliteit door het stedelijk hitte eiland effect beperkt.

### 3.3 Potentiele afnemers energie

- 10.000 woningen in deelgebieden 4-6
- Focus op deelgebied 5 (5.500 woningen)
- “flexibele woningmix”, leven en wonen door elkaar (zie Figuur 7). Percentage in deze fase nog onbekend.

Figuur 7  
Functionele mix in  
Merwedekanaalzone



- Hoge woondichtheid. Dit resulteert in veel hoogbouw (appartementen) en relatief kleine wooneenheden:  
“De kernwaarde bedrijvige mix betekent dan ook een grote verscheidenheid aan woningtypen: stadsappartementen (ook voor gezinnen), lofts, vriendenhuus, penthouses maar ook – in beperkte mate – stadswoningen. Naast voorzieningen gaat het om kleinschalige bedrijven die moeten zorgen dat mensen kunnen werken waar ze wonen”
- Mogelijk kan concept warmtevoorziening ook uitgerold worden naar deelgebied 4 of deelgebied 6. Ontwikkelingen hiervoor benoemd in paragraaf 4.5.2 Omgevingsbelangen.

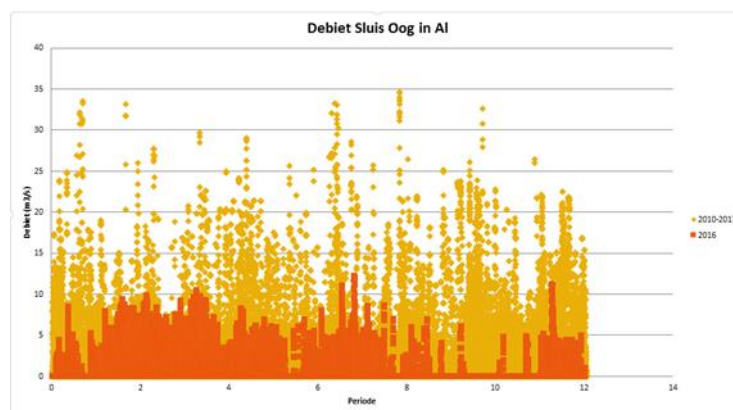
### 3.4 Kenmerken watersysteem

Merwedekanaal:

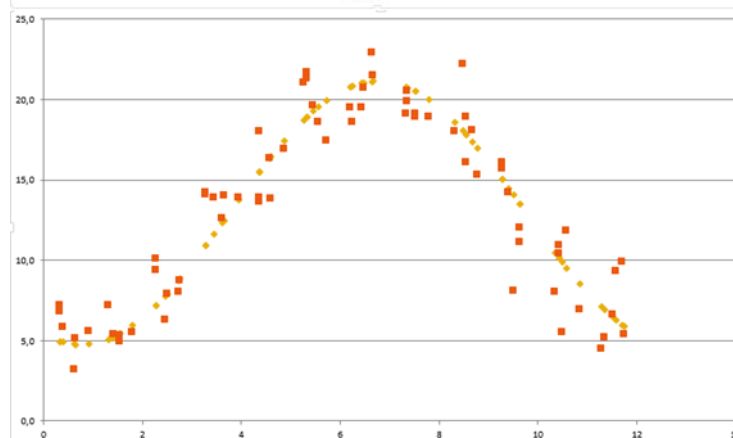
- Classificatie M7b, grote en diepe kanalen.
- Breedte: 34 m

- Diepte: 1,5-3,5 m (gemiddeld 3 m)
- Strooming: Voorlopig uitgangspunt: stilstaand.

*Figuur 8*  
Debieten bij Sluis  
Oog in Al



*Figuur 9*  
Temperatuur  
Merwedekanaal



Overige kenmerken:

- Scheepvaart heeft invloed op waterkwaliteit (deeltjes);
- veel zwerfvuil aanwezig;
- biofouling (algen en mosselgroei) is een aandachtspunt bij ontwerp.

### Juridisch

Het gebruik van oppervlaktewater voor de levering van energie, het onttrekken en lozen van oppervlaktewater energieleverancier is vergunningplichtig bij het Hoogheemraadschap



---

in het kader van de Waterwet. Voor het kwantiteits- en vaarwegbeheerder van het Merwedekanaal is RWS bevoegd gezag. Gebruik van oppervlaktewater voor warmteladen heeft daardoor extra afstemming met het bevoegd gezag. Op voorhand kan niet met zekerheid worden gezegd dat het systeem zal worden vergund, maar ervaring leert dat een vergunning in goed overleg mogelijk is. Wel zijn er vaak maatwerkvoorschriften die randvoorwaardes vormen voor het ontwerp van onder andere de in- en uitlaat.

### 3.5 Kenmerken bodem

#### Bodemopbouw

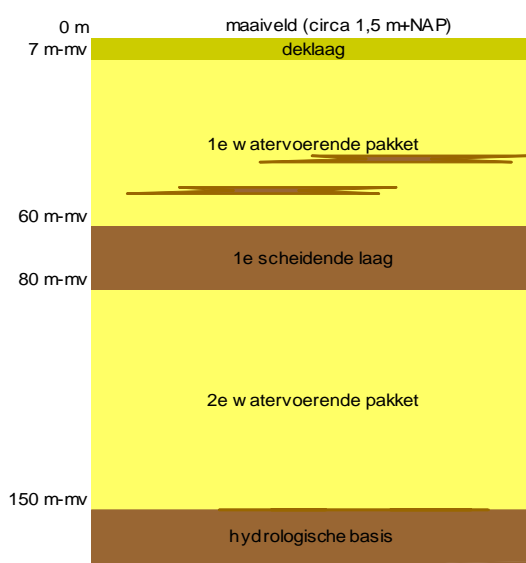
De bodemopbouw in de directe omgeving van de projectlocatie is beschreven op basis van de volgende gegevens:

- Grondwaterkaart van Nederland;
- Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem (REGIS);
- Boorbeschrijvingen uit het archief van TNO Bouw en Ondergrond via DINOloket;
- Boorbeschrijvingen van omliggende bodemenergiesystemen.

De bodem op de projectlocatie in Utrecht is geschematiseerd in een aantal watervoerende pakketten en scheidende lagen. Figuur 10 geeft de globale bodemopbouw weer. De bodem bestaat uit een eerste en een tweede watervoerend pakket. Het eerste watervoerende pakket is geschikt voor toepassing van open bodemenergiesystemen. Het tweede watervoerende pakket is wegens provinciaal beleid op de projectlocatie uitgesloten voor open bodemenergiesystemen.

De maximale broncapaciteit in het eerste watervoerende pakket bedraagt circa 80 m<sup>3</sup>/uur.

**Figuur 10**  
**Bodemopbouw**



**Tabel 1**  
**Technische en**  
**juridische van belang**  
**zijnde aspecten**

In tabel 1 zijn de voor bodemenergiesystemen van belang zijnde technische en juridische aspecten voor de projectlocatie en omgeving samengevat.

onderwerp		toelichting
<b>bodemopbouw</b>		
doorlaatvermogen	✓	geschikt
dikte pakket	!	beperkte dikte eerste watervoerende pakket
opbarsting bron	!	risico voor opbarsting als gevolg van ondiepe filterstelling
redox	✓	deklaag aanwezig, kans op redoxovergang in opslagpakket klein
<b>vergunning</b>		
grondwatergebruikers	✓	bodemenergiesysteem Roto Smeets
bodemenergieplan	✓	geen bodemenergieplan van kracht
grondwaterbescherming	✓	niet gelegen in of nabij een grondwaterbeschermingsgebied
natuurbelangen	✓	geen beschermde natuur aanwezig
archeologie	✓	geen aandachtsgebieden aanwezig
verontreinigingen	!	VOCI verontreiniging aanwezig in de omgeving van de locatie. Locatie ligt binnen gebiedsplan grondwaterbeheer.



geschikt, geen belemmering of aandachtspunt



aandachtspunt of risico



hoog risico of belemmering

---

Vanwege de ondiepe ligging en beperkte dikte van het pakket is de maximale broncapaciteit beperkt (maximaal 80 m<sup>3</sup>/uur). Dit wordt gedaan om opbarsting en grote invloeden naar maaiveld te beperken.

Binnen het plangebied ligt het bodemenergiesysteem van Roto Smeets. Roto Smeets is niet meer aanwezig is op de locatie. Op het moment van schrijven is niet bekend of de vergunning nog van kracht is. Mocht dit het geval zijn, dan wordt verwacht dat de vergunning op verzoek van de gemeente kan worden ingetrokken, op basis van:

- het feit dat de activiteit waarvoor de vergunning is afgegeven niet meer wordt uitgevoerd;
- de samenwerkingsafspraken met tussen gemeente Utrecht en provincie Utrecht vastgelegd de het Utrechtse Bodemenergie Agenda 2016-2018 m.b.t het intrekken van ongebruikte vergunningen.

Door de gemeente Utrecht is een gebiedsplan gebiedsgericht grondwaterbeheer opgesteld. Een onderdeel hiervan is het gebiedsgericht aanpakken van grondwaterverontreinigingen. In het deelgebied 5 komen mogelijk mobiele verontreinigingen voor in het eerste watervoerende pakket. Bekend is dat ten zuiden van het deelgebied een grote VOCl-verontreiniging aanwezig is. Beïnvloeding van grondwaterverontreinigingen is mogelijk als aangesloten wordt op de gebiedsgerichte aanpak (door een financiële bijdrage aan de gemeente).

### **Potentie bodem**

Vanuit de capaciteit van het Merwedekanaal bestaat de wens om 360 m<sup>3</sup>/uur te onttrekken en infiltreren met het bodemenergiesysteem. Bij een broncapaciteit van 80 m<sup>3</sup>/uur resulteert dat in vijf doubletten (tien bronnen).

Op basis van de ontwerpnormen kan per doublet circa 160.000 m<sup>3</sup> grondwater per seizoen worden onttrokken en geïnfiltreerd. Hierbij is een onderlinge afstand tussen de bronnen nodig van circa 160 m. In verband met het beperken van de hydrologische effecten wordt geadviseerd de bronnen niet te clusteren maar de warme en koude bronnen kruislings te plaatsen. Theoretisch is een oppervlak van circa 160 bij 650 m nodig om de vijf doubletten te plaatsen. Verwacht wordt dat binnen deelgebied 5, met een afmeting van circa 300 bij 1.000 m, voldoende ruimte is om de bronnen te kunnen plaatsen.

---

De totale waterverplaatsing van de vijf doubletten bedraagt 800.000 m<sup>3</sup>/seizoen. Uitgaande van een delta T van 6-7°C, kan hiermee per seizoen circa 6.000 MWh<sub>t</sub> aan energie verplaatst worden.

Een optimalisatie is om meer bronnen te plaatsen. Verwacht wordt dat er circa zeven tot acht doubletten in het gebied geplaatst kunnen worden. Hiermee zou circa 1.120.000 tot 1.280.000 m<sup>3</sup>/seizoen en daarmee circa 8.400 – 9.600 MWh<sub>t</sub> aan energie verplaatst kunnen worden.

## 3.6 Omgevingsbelangen

### 3.6.1 Juridische belangen

Voor het realiseren van de energievoorzieningen dienen diverse aspecten juridisch te worden geborgd.

#### **Vergunningen**

De benodigde vergunningen voor het onttrekken van bodemenergie (vergunning Waterwet, lozingsvergunning) en het onttrekken van water aan het Merwedekanaal dienen te worden aangevraagd. Hierbij worden geen (significante) knelpunten voorzien (zie omschrijving in paragraaf 3.5 en 3.4).

#### **Contractuele verplichtingen**

Voor het gebied dient een aansluitverplichting op de centrale energievoorziening te komen (inclusief kettingbeding). Het is onbekend in hoeverre de gemeente juridische en/of andere handvaten heeft om dit bij de ontwikkelaars te realiseren. Dit vormt een aandachtspunt. Voor de diverse onderdelen van de energie installatie dient een zakelijk recht van opstal gevestigd te worden. Gedeeltelijk betreft dit installatieonderdelen in de aangesloten panden.

### 3.6.2 Overige belangen

Naast de ontwikkelingen in deelgebied 5 zelf, lopen er ook ontwikkelingen in de naastgelegen deelgebieden 4 en 6.



---

#### Deelgebied 4

- Wilhelminawerf, Kanaalweg 59  
De bouw van 167 woningen aan de Kanaalweg, tegenover de woonwijk Parkhaven. Rond een nieuw uit te graven binnenhaventje aan het Merwedekanaal worden woningen en horeca gerealiseerd.
- Defensieterrein  
Hier lag vroeger het Defensieterrein. Dit gebied ligt aan het Merwedekanaal en komt naast het Jongerius Complex. Het gaat in totaal om 450 tot 550 woningen (koop- en huurappartementen en eengezinswoningen).

#### Deelgebied 6

- Nieuwbouw Holland Casino aan Winthontlaan  
Gemeente en initiatiefnemer onderzoeken de mogelijkheid van nieuwbouw aan de Winthontlaan. Aandachtspunten zijn bijvoorbeeld de duurzaamheid en ruimtelijke inpassing van het gebouw, de mobiliteitsopgave, de betekenis van het casino voor de verdere gebiedsontwikkeling en de aansluiting van dit plan, bij de ambities voor de Merwedekanaalzone.
- Woningbouw Eendrachtlaan 10  
Dit gebied ligt tegenover Lux en Pax (overkant Beneluxlaan). De initiatiefnemer wil het bestaande kantoorpand slopen en zo'n 200 startersappartementen van 55 tot 80 m<sup>2</sup> bouwen.
- Startersappartementen Europalaan 100-500 - Stadspoort Zuid  
Drie kantoorgebouwen geschikt maken voor tijdelijk wonen in de komende 5 jaar. Het gaat om 75 tot 150 startersappartementen van 105 of 112 m<sup>2</sup>.

Voor beide deelgebieden geldt dat zij geen hinder ondervinden van eventuele bodemopslag of onttrekking uit het Merwedekanaal.

Voor deelgebied 4 geldt dat de ontwikkelingen al in gevorderde stadium van voorbereiding bevinden. De mogelijkheden voor de gemeente Utrecht om invloed uit te oefenen op toegepaste energieconcepten voor klimatisering zijn derhalve beperkt.

Bij deelgebied 6 lopen de ontwikkelingen ook al maar zijn nog niet vorm gegeven in een bestemmingsplan. In dit gebied zijn er nog opties voor verkenning en toepassing van het energieconcept WKO+TEO, zoals bij deelgebied 5.

# 4

## Businesscase

### 4.1 Uitgangspunten

Voor deelgebied 5 wordt uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

Tabel 2  
Uitgangspunten  
bouwprogramma en  
energievraag

Parameter	Waarde voor deelgebied 5	eenheid
<i>Bouwprogramma</i>		
Bouwprogramma	ca 5.500 woningen, kantoren en voorzieningen	
Doelstellingen gemeente Utrecht	Aardgasloos, EPC 0, nul op de meter woningen	
Randvoorwaarden	Hoge bebouwingsdichtheid, uitsluitend hoogbouw (4-23 woonlagen)	
<i>Wonen</i>		
BVO	440.000	m <sup>2</sup>
Warmtevraag ruimteverwarming	15.000	GJ/jaar
Warmtevraag tapwater	19.500	GJ/jaar
Koudevraag	18.000	GJ/jaar
<i>Utiliteit</i>		
BVO	44.000	m <sup>2</sup>
Warmtevraag ruimteverwarming	2.000	GJ/jaar
Warmtevraag tapwater	250	GJ/jaar
Koudevraag	2.000	GJ/jaar
<i>Overig</i>		
BVO	44.000	m <sup>2</sup>
Warmtevraag ruimteverwarming	3.300	GJ/jaar
Warmtevraag tapwater	500	GJ/jaar
Koudevraag	2.000	GJ/jaar
<b>Totalen</b>		
Warmtevraag totaal	40.600	GJ/jaar
Koudevraag totaal	22.000	GJ/jaar

Met betrekking tot de gehanteerde uitgangspunten geldt dat:

- bij bepaling van de energetische vraag is uitgegaan van de kentallen voor woningen, kantoren en overige voorzieningen uit de Uniforme Maatlat 4.0 (concept versie september 2016). Als normwaarden zijn hierbij de kentallen voor de (aankomende) BENG norm gehanteerd. De kentallen geven een geschat energiegebruik per m<sup>2</sup>/BVO;
- nog geen detailgegevens bekend zijn over het te realiseren BVO vloeroppervlak in deze fase van de ontwikkeling. Het landelijk gemiddelde BVO voor

---

appartementen, gehanteerd in de Uniforme Maatlat, bedraagt 102 m<sup>2</sup>. In de Merwedekanaalzone is er sprake van een hoge bebouwingsdichtheid en is naar verwachting sprake van relatief kleinere appartementen (starterswoningen, ca. 50-60 m<sup>2</sup>) gecombineerd met luxere appartementen (>100-160 m<sup>2</sup>) om een gemêleerd leefgebied te creëren. Voor de businesscase wordt uitgegaan van een gemiddeld oppervlak van 80 m<sup>2</sup>. Bij een lager gemiddelde kan de energievraag lager uitvallen.

## 4.2 Energieconcepten

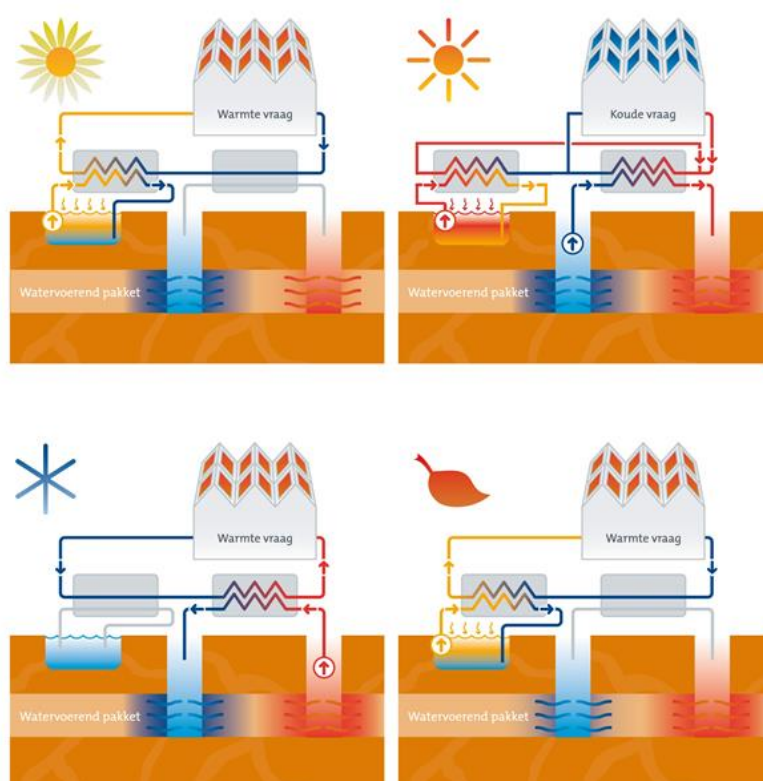
Bij de toepassing van TEO zijn verschillende concepten mogelijk (zie bijlage 1). Afhankelijk van de randvoorwaarden binnen een project is het concept voor een groot deel bepalend voor de financiële, technische en juridische haalbaarheid. Belangrijke aspecten binnen een concept zijn:

- energievraag (warmte en koude)
- afgiftesysteem
- distributienet
- tapwaterbereiding
- geschiktheid bodem voor WKO
- aanwezigheid van oppervlaktewater en/of kunstwerken
- ruimtegebruik inpandig

### **Systeemkeuze energievraag**

Merwedekanaalzone deelgebied 5 kenmerkt zich door de ontwikkeling van overwegend woningen met een overwegende warmtevraag en een beperkte koelbehoefte. Hierbij is het toepassen van warmte uit oppervlaktewater in combinatie met WKO (zie bijlage 1, concept 1) een voor de hand liggende oplossing. Zeker als het afkoelen van het oppervlaktewater actief kan worden ingezet in de bestrijding van het hitte eiland effect. Bij de selectie van de locatie is gebleken dat er geen gemaal in de directe omgeving aanwezig is maar dat het Merwedekanaal waarschijnlijk voldoende potentie biedt voor het winnen van warmte voor de locatie. De bodemcapaciteit is voldoende voor het toepassen van WKO (zie hoofdstuk 3.5). In Figuur 11 is het globale principe van de energiestromen in de verschillende seizoenen weergegeven.

*Figuur 11  
Inzet TEO voor de  
energievoorziening in  
de vier seizoenen.*



Door in het voorjaar en najaar ook direct warmte te winnen kan optimaal gebruik gemaakt worden van het potentieel van het kanaal. Door de combinatie met WKO kan ook duurzame koeling worden geleverd als comfortkoeling voor de woningen, kantoren en andere voorzieningen zoals winkels.

### **Systemkeuze gebouwinstallatie: Monovalent**

Een andere belangrijke keuze is het type gebouwinstallatie waarmee de hoogwaardige warmte wordt geproduceerd:

- monovalent (warmtelevering 100% met warmtepompen, all-electric) of
- bivalent (warmtelevering met warmtepompen en piekketels op aardgas).

In Bijlage 2 wordt een overzicht gegeven van de overwegingen die spelen bij het maken van deze keuze.

---

Het gaat hierbij om overwegingen op het gebied van:

- duurzaamheid
- financiën
- leveringszekerheid
- inpassing

Bij Merwedekanaalzone is het de uitgesproken wens van de gemeente om een aardgasloze klimatisering te realiseren. Om die reden is als systeemconcept gekozen voor een monovalent opwekkingssysteem. Vanuit duurzaamheidoverwegingen heeft dit systeem ook de voorkeur. De CO<sub>2</sub>-emissiereductie is bij een monovalent systeem maximaal als er gebruik wordt gemaakt van groene stroom. De opgave is om vervolgens een systeem te ontwerpen dat voor de overige parameters voldoet aan de haalbaarheidsnormen.

### **Systeemvarianten**

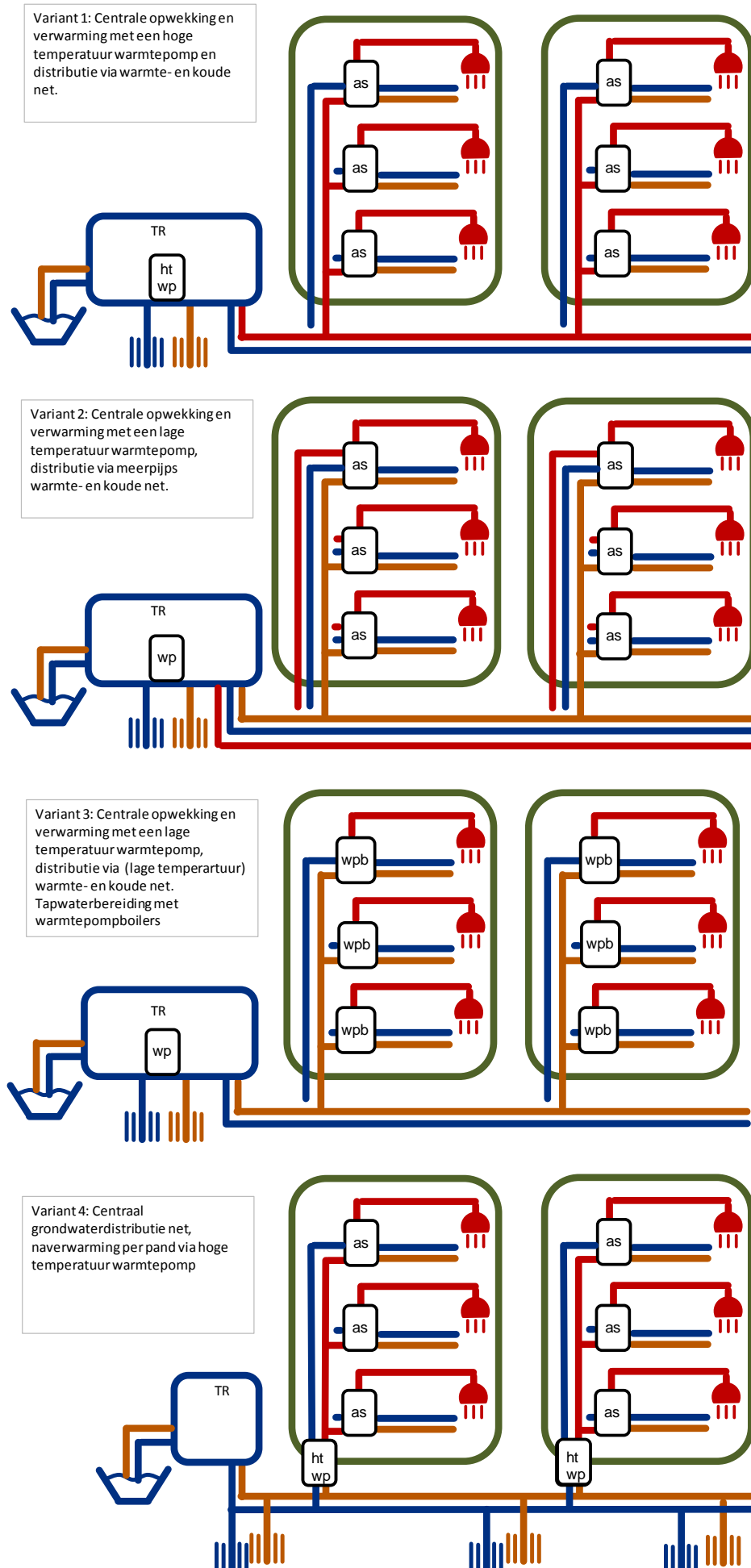
De keuze voor het TEO concept, het type gebouwinstallatie en wijze van warmteproductie staan vast, namelijk:

- Warmte uit oppervlaktewater (TEO) in combinatie met WKO.
- Monovalente gebouwinstallatie met warmtepompen (all-electric)

Met de overige parameters kan gevarieerd worden.

Voor Merwedekanaalzone zijn verschillende systeemconcepten kwalitatief overwogen. Deze zijn schematisch weergegeven in Figuur 12. Kort samengevat gaat het om de volgende varianten:

- Variant 1: Centrale opwekking en verwarming met een hoge temperatuur warmtepomp en distributie via enkelvoudig warmte- en koude net;
- Variant 2: Centrale opwekking en verwarming met een hoge temperatuur warmtepomp, distributie via een meerpijps warmte- en koude net;
- Variant 3: Centrale opwekking en verwarming met een lage temperatuur warmtepomp, distributie via (lage temperatuur) warmte- en koude net, tapwaterbereiding met warmtepompboilers;
- Variant 4: Centraal grondwaterdistributie net, naverwarming per pand via hoge temperatuur warmtepompen;



Figuur 12  
 Varianten opwekking, distributie en afgifte:

Legenda:  
 TR = technische ruimte  
 as = afgifteset  
 wp = warmtepomp (40-55 °C)  
 ht wp = hoge temperatuur wp (70°C)  
 wpb = warmtepompboilers (70 °C)



---

Variant 4 is geselecteerd als voorkeuze concept voor de businesscase Merwedekanaalzone. Overwegingen hierbij waren onder meer:

- Variant 1 en 2 vergen de aanleg van een hoge temperatuur warmtenet (70 °C). Deze netten zijn duur in aanleg en onderhoud. Vanwege de leidingverliezen zijn dit minder duurzame varianten
- Variant 3 vergt de aanleg van een lage temperatuur warmtenet (40 °C). Dit is minder duur dan een hoge temperatuurnet, maar duurder dan een grondwaterdistributienet (variant 4). De warmtapwaterboilers vormen een extra ruimtebeslag per appartement wat. Dit kan, gezien de grootte van de starterswoningen, een knelpunt vormen.
- Variant 4 gebruikt een grondwaterdistributienet. Hierbij is er nauwelijks sprake van leidingverliezen (lage temperaturen), dit komt ten goede van de duurzaamheid. Aanleg- en onderhoudskosten zijn aanzienlijk lager dan bij een warmtenet.
- Variant 4 maakt gebruik van hoge temperatuur warmte opwekking per gebouw en distributie in het gebouw via hoge temperatuur leidingen. Een variant hierop kan zijn om gebruik te maken van opwekking en distributie van lage temperatuur warmte met een lage temperatuur warmtepomp (40 °C), en naverwarming van tapwater via een tapwaterboiler per appartement. Dit komt de duurzaamheid en kosten voor het leidingwerk ten goede, maar legt, zoals aangegeven bij variant 3, extra beslag op de ruimte.

Een volledige omschrijving van variant 4 voor Merwedekanaalzone volgt hieronder.

### **Geselecteerd concept businesscase Merwedekanaalzone**

Gebouwen worden aangesloten op een centraal grondwater distributienet voor warmte . Koude en warmte aan dit distributienet worden geleverd vanuit de bodem. Per aangesloten gebouw wordt de warmte opgewaardeerd met behulp van hoge temperatuurwarmtepompen (ht wp), die opgesteld staan in een centrale technische ruimte. De appartementen zijn aangesloten op het distributienet via een afgifteset. Op appartementenniveau wordt de hoge temperatuur warmte via een mengregeling verlaagd en afgegeven aan de ruimte via vloerverwarming. Koude wordt rechtstreeks afgegeven t.b.v. vloerkoeling. In de zomer wordt warmte vanuit het Merwedekanaal opgeslagen in de bodem om de energiebalans in de bodem te herstellen. Daarnaast kan het oppervlaktewater, naast de bodem, ook als bron dienen voor de warmte- en koudelevering.

*Figuur 13*  
*Energie concept Merwedekanaal*  
*zone*

*Legenda:*

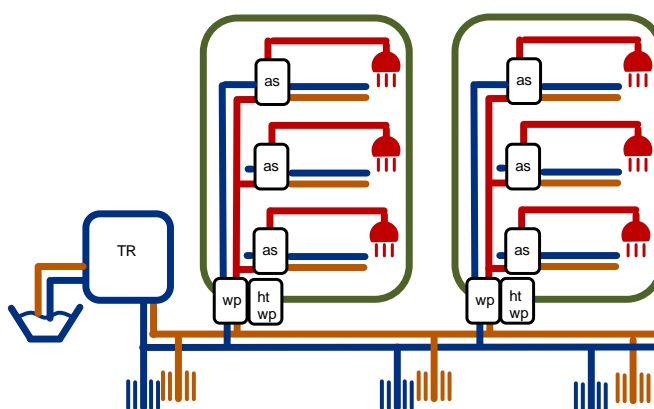
*TR = technische ruimte*

*as = afgifteset*

*wp = warmtepomp (40-55 °C)*

*ht wp = hoge temperatuur wp (70°C)*

*wpb = warmtepompboilers (70 °C)*



Voor het geheel van de energielevering opwekking, distributie en afgifte tot aan afgiftesets bij de afnemers wordt een Seasonal Performance Factor (SPF) van 3,5 tot 4,0 verwacht. Dit geeft de verhouding tussen de benodigde elektriciteit (voor het aandrijven van de pompen en de warmtepomp) en de over het seizoen geleverde energie. In dit geval dus 1 deel elektriciteit geeft 4 delen energie.

### Overwegingen centrale vs decentrale distributie

De geselecteerde variant maakt gebruik van energielevering vanuit een centraal distributienet. Een mogelijke variant hierop is om gebruik te maken van meerdere, decentrale energiecentrales voor levering aan de deelprojecten. De vraag is of dit mogelijk is in combinatie met het gebruik van TEO. Dit zou namelijk betekenen dat er per systeem een in- en uitlaat op het Merwedekanaal zou moeten worden gerealiseerd.

De keuze voor decentrale systemen brengt met zich mee de volgende nadelen:

- significant hogere investeringskosten (meerkosten voor aanleg meerdere eigen voorzieningen)
- een groter risico op knelpunten in de ondergrond (vergunningsruimte), gezien de grootte van de energievraag versus de beschikbare ruimte.

Het voordeel van decentrale voorzieningen is met name organisatorisch/juridisch: De respectievelijke ontwikkelaars hebben elk volledig grip op hun energievoorziening en hoeven geen rekening te houden met anderen.

Voor de businesscase is uitgegaan van de verwachting dat een centrale voorziening financieel en (bodem)technisch beter realiseerbaar is dan decentrale voorzieningen.

---

### Overwegingen Stadswarmte

In Merwedekanaalzone ligt een stadswarmtenet. Een mogelijke variant is om bodemenergie en oppervlaktewater te gebruiken als warmtebronnen voor warmtelevering, in combinatie met stadswarmte als piekvoorziening en voor warm tapwater bereiding. Dit zou inhouden dat gebouwen aangesloten dienen te worden op het stadswarmtenet van Eneco, direct (piek- en warmtapwater voorziening per pand) of indirect. In het laatste geval komt er een energiecentrale waarin alle drie de opwekkers worden gekoppeld. In beide gevallen dient er sprake van distributie via een hoge temperatuur warmtenet.

Bij aansluiting op stadswarmte komen de aansluit- en leveringskosten bij die van de WKO+TEO voorzieningen. Deze kunnen kleiner gedimensioneerd worden. Naar verwachting wegen de kostenbesparingen als gevolg van het kleiner dimensioneren van de WKO+TEO voorzieningen niet op tegen de meerkosten van het aansluiten en leveren van Stadswarmte.

Figuur 14  
Stadswarmtenet  
Eneco



---

### Overwegingen Energieneutraal

Het geschatte jaarverbruik van elektrische energie voor opwekking van warmte en koude bedraagt circa 6.200 MWh<sub>e</sub>. Gemeente Utrecht wil de Merwedekanaalzone (minimaal 70%) energieneutraal (op gebiedsniveau) ontwikkelen.

Het geselecteerde concept bij deelgebied 5 maakt gebruik van duurzame bronnen en is 100% elektrisch aangedreven. Om de complete voorziening kan energieneutraal te maken, zou deze 100% aangesloten moeten worden op groene stroom.

Volgens de definitie “energieneutraal” conform de NVN 7125 (Energieprestatienorm Maatregelen op Gebiedsniveau (EMG)), dient deze elektrische energie binnen een straal van 10 km duurzaam te zijn opgewekt. De gemeente zelf streeft minimaal naar dekkende opwekking binnen de gemeentegrenzen.

Inventarisatie en haalbaarheid van duurzame elektriciteitsopwekking vormt geen onderdeel van deze studie. Ter overweging zijn hieronder enkele (strikt theoretische) opties benoemd.

Elektrische opwekkingsopties binnen een straal van 10 km van Merwedekanaalzone:

- Windenergie: 1 windmolen van 2,5-3 MW kan de gevraagde energie op jaarbasis leveren. Windenergie ligt echter politiek gevoelig. Bij Utrecht Lage Weide heeft reeds een windmolen project geen doorgang gevonden. Deze optie vormt een bestuurlijke uitdaging;
- Zonne-energie: Om de hoeveelheid benodigde energie op te wekken zou, naar schatting, 50.000-55.000 m<sup>2</sup> aan zonnepaneel oppervlak beschikbaar moeten worden gesteld. Ruimte technisch gezien vormt dit een uitdaging. Binnen deelgebied 5 zelf is er sprake van beperkt beschikbaar dakoppervlak (hoogbouw, hoge woondichtheid). Hiervoor zou dus ook opstellingsruimte buiten deelgebied 5 dienen te worden gezocht;

Met het afdekken van de energieopwekking voor klimatisering door groene stroom, wordt een energie neutrale voorziening gerealiseerd. Hiermee is de doelstelling van de gemeente geholpen, maar nog niet gehaald. Ook elektriciteit voor overig gebruik dient energieneutraal te worden opgewekt. Over de hoogte van dit gebruik en de opwekkingsopties hiervoor, kan geen uitspraak worden gedaan.

---

### 4.3 Schetsontwerp

Voor realisatie van het systeem dienen onder meer de volgende onderdelen worden ingepast:

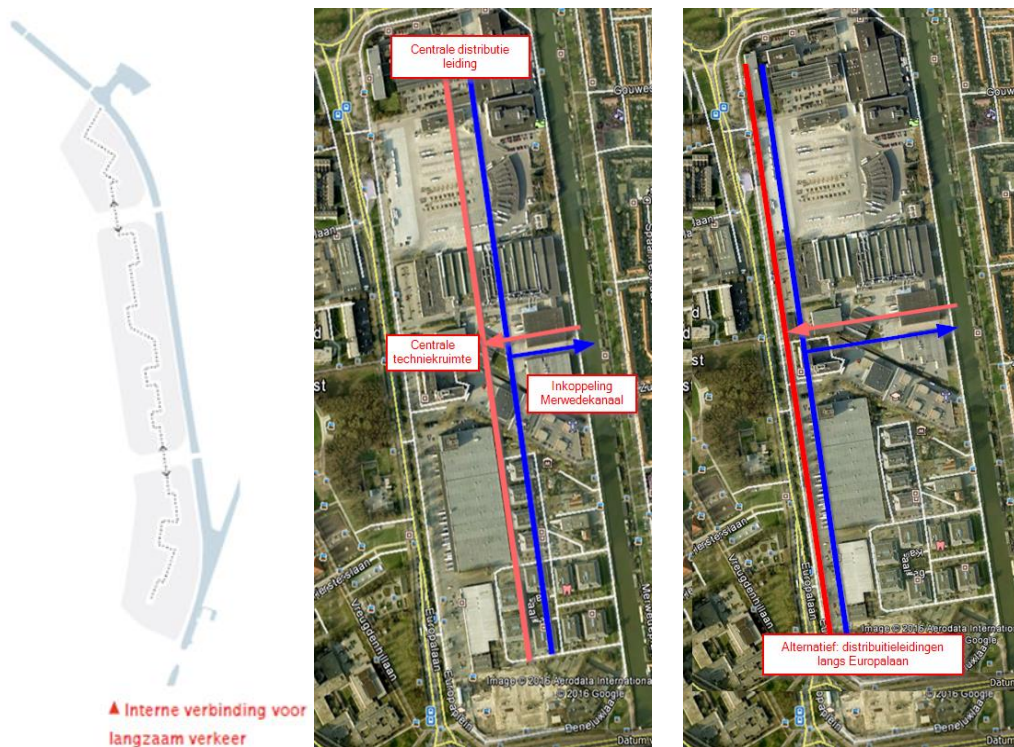
- In- en uitlaat oppervlaktewatersysteem (320 m<sup>3</sup>/h)
- 5 bronparen (360 m<sup>3</sup>/h)
- Centrale technische ruimte
- Centrale distributieleidingen warmte en koude
- Aansluitleidingen ten behoeve van de aan te sluiten panden

#### Locatie en invoeging

- In- en uitlaat oppervlaktewatersysteem: Deze komen bij voorkeur centraal in het gebied te liggen, zodat de kortste route naar de centrale technische ruimte kan worden gerealiseerd. De afstand tussen in- en uitlaat is afhankelijk van de stroomsnelheid in het Merwedekanaal en de wensen met betrekking tot uitkoeling van de waterloop;
- Bronparen: Deze komen verspreid door het gebied te liggen, met een koppeling per doublet op het centrale distributienet. In verband met beperken van de hydrologische effecten wordt aanbevolen om de bronnen niet te clusteren. De exacte locatie dient door middel van een effectenstudie te worden vastgelegd. Hierbij dient nauw afgestemd te worden met de gebied coördinator, om bronlocaties op toekomstige ontwikkelingen te kunnen afstemmen. Toegankelijkheid tot de bronputten dient niet alleen in realisatie, maar ook in exploitatiefase geborgd te worden;
- Centrale technische ruimte: Deze komt bij voorkeur centraal in het gebied en kan worden ondergebracht in een eigen ruimte, of in de kelder van een gebouw of parkeergarage. Gezien de hoge bouwdichtheid zullen de laatste twee opties, naar verwachting, de voorkeur genieten. Voor inpassing van deze ruimte dient dus in vroeg stadium te worden afgestemd, zodat deze ruimte gereserveerd wordt bij betrokken ontwikkelaar(s);
- Centrale distributieleidingen warmte en koude: Voorkeurslocatie voor plaatsing van de warme en koude strang is midden door het gebied (langs de Noord-Zuid middenlijn). Hierdoor is minder leidingwerk noodzakelijk, richting afnemers, bronnen en oppervlaktewater systeem. Volgens de conceptplanvorming is er midden door het gebied een langzaam verkeerroute gepland, wat de aanwezigheid van openbare grond impliceert. Een alternatieve locatie is langs de Europalaan. Deze locatie is goed toegankelijk.

Hier liggen ook al de stadswarmteleidingen van Eneco. Deze locatie zou betekenen dat er meer leidinglengte benodigd is voor realisatie van het systeem. De juridische en civieltechnische mogelijkheden en knelpunten voor plaatsen van de distributieleidingen dienen in detail te worden uitgezocht.

**Figuur 15**  
 Locatieschets met  
 links: conceptlocatie  
 interne  
 verbindingroute  
 midden:  
 voorkeurslocatie  
 centraal leidingwerk  
 rechts: alternatieve  
 locatie centraal  
 leidingwerk



- Aansluitleidingen ten behoeve van de aan te sluiten panden: Deze lopen van de panden naar de centrale distributiestrangen. Bij plaatsing van de strangen door het centrum van het deelgebied, is er voor de panden in beide stroken (langs Merwedekanaal en langs Europaweg) beperkte leidinglengtes nodig.



#### 4.4 Impact leefomgeving

De voorzieningen worden deels ondergronds aangelegd (bronnen en leidingen) of in pandig (warmtepompen en afgiftesets). Deze hebben, na aanleg, nagenoeg geen visuele impact op de omgeving. Van de bronnen zijn de putten zichtbaar. Deze kunnen desgewenst op maaiveld afgewerkt worden of, indien gewenst, juist uit het landschap worden getild.

De centrale technische ruimte kan worden ondergebracht in één van de aanwezige panden of parkeergarages en daarmee uit zicht worden gehouden. De in- en uitlaat aan het Merwedekanaal kunnen op diverse manieren worden vormgegeven. Het ontwerp en constructie in de kadeafwerking moet afgestemd worden met het bevoegd gezag (de gemeente en waterschap).

De gemeente is voornemens om de wetering langs het Merwedekanaal te herstellen. Koud water uit de retour van het oppervlaktewater systeem kan eventueel (deels) geloosd worden op deze wetering. Dit zorgt voor stroming en temperatuurverlaging in de wetering, wat de waterkwaliteit ten goede komt en waarmee de inzet voor hittestress beperking optimaal kan worden ingezet.

#### 4.5 Financiële analyse

##### Uitgangspunten financiële berekeningen

Voor de financiële berekeningen is een cashflow berekening opgezet, waarbij toekomstige kosten en baten netto contant zijn gemaakt. Voor de financiële berekeningen is rekening gehouden met de volgende uitgangspunten:

Tabel 3  
Uitgangspunten  
financiële analyse

Parameter	Waarde
Looptijd	30 jaar
Discontovoet (rendementseis kapitale investeringen)	10%
Indexering vaste inkomsten	1,8% per jaar
Indexering kosten gas en variabele inkomsten warmte	1,8% per jaar
Indexering kosten elektra en variabele inkomsten koude	1,8% per jaar
Indexering overige kosten	1,8% per jaar

In navolgende tabellen zijn de te verwachten kosten en baten inzichtelijk gemaakt. Alle genoemde bedragen zijn exclusief BTW en gebaseerd op prijspeil 2017.

### Investeringskosten

De eenmalige investeringskosten zijn in beeld gebracht in Tabel 4.

Tabel 4  
Investeringskosten  
realisatie

Investeringspost		Kosten
Bodemenergie voorzieningen	€	1.250.000
Oppervlaktewater voorzieningen	€	300.000
Centrale distributie voorzieningen	€	675.000
Warmtepompen	€	2.825.000
Inpandige distributie voorzieningen	€	7.290.000
Afgiftesets	€	8.800.000
Ontwerp, advies en vergunningen (10%)	€	2.110.000
Onvoorzien (20%)	€	4.230.000
<b>Totaal</b>	<b>€</b>	<b>27.477.840</b>

### Eenmalige inkomsten

In onderstaande tabel zijn de eenmalige inkomsten in beeld gebracht.

Tabel 5  
Eenmalige inkomsten

Inkomstenbron		Opbrengst
Energie-investering-af trek (EIA) 13,5%	€	591.000
Bijdrage aansluitkosten (BAK)	€	4.600.000
<b>Totaal</b>	<b>€</b>	<b>5.191.000</b>

Met betrekking tot de BAK geldt het volgende:

In de modellering is uitgegaan van een bijdrage aansluitkosten per woning á € 836,14, conform het maximum vastgesteld door de ACM. Conform de Warmtewet hoeft bij nieuwbouwprojecten dit maximum niet gehanteerd te worden. Er is hier in principe niet sprake van een monopolie situatie voor de bewoners. Bij nieuwbouw heeft de koper vrijheid van keuze voor de locatie van wonen, inclusief de daaraan verbonden warmtevoorziening. Marktconforme BAK voor vergelijkbare ontwikkelingen kunnen variëren van € 1.500 tot € 4.500. Een verhoging van de BAK leidt één op één tot verhogen van de eenmalige inkomsten en daarmee ook de NCW.

## Tarieven

In de financiële analyse wordt gerekend met de tarieven conform de Warmtewet zoals weergegeven in Tabel 6

Tarieven warmte(incl. warmte voor tapwater) en koude.

Tabel 6  
Tarieven warmte(incl. warmte voor tapwater) en koude

Variabele	eenheid	Tarief per aansluiting
<i>apartementen</i>		
Warmte variabel	€/GJ	18,75
Vastrecht warmte	€/jaar	247,24
Huur afgifteset	€/jaar	176,71
Meetskosten	€/jaar	20,68
Vastrecht koude	€/jaar	100,00
<i>commerciële voorzieningen</i>		
Warmte variabel	€/GJ	18,75
Koude variabel	€/GJ	10,00
Vastrecht Warmte	€/jaar	247,24
Vastrecht Koude	€/kW/jaar	35,00

Bij de woningen wordt voor koude alleen een vastrecht tarief in rekening gebracht.

Commerciële afnemers betalen voor koude ook een variabel tarief. Het vastrecht tarief is afhankelijk van de grootte van de aangesloten koelvoorziening.

## Jaarlijkse exploitatiekosten

In Tabel 7 zijn de jaarlijkse exploitatiekosten weergegeven.

Tabel 7  
Jaarlijkse exploitatiekosten

Uitgavepost		Kosten
<i>Inkoop</i>		
Elektriciteit (vast en variabel)	€	519.000
<i>Onderhoud en beheer</i>		
Opwekking (WKO en EOW)	€	62.000
Distributienet uitpandig	€	13.500
Warmtepompen	€	113.000
Distributie inpandig	€	146.000
Afgiftesets	€	176.000
<b>Totaal</b>	<b>€</b>	<b>1.029.500</b>

### Jaarlijkse inkomsten

Op basis van de tarieven zoals weergegeven in Tabel 6 en de geschatte verbruiken uit Tabel 2, zijn de jaarlijkse inkomsten berekend. Deze zijn weergegeven in onderstaande Tabel 8.

Tabel 8  
Jaarlijkse inkomsten

Inkomstenpost		Opbrengst
Warmte (variabel)	€	760.000
Warmte (vastrecht)	€	1.360.000
Koude (variabel)	€	35.000
Koude (vastrecht)	€	704.000
Huur afgiftesets	€	970.000
Meetkosten	€	114.000
<b>Totaal</b>	<b>€</b>	<b>3.943.000</b>

### Resultaten

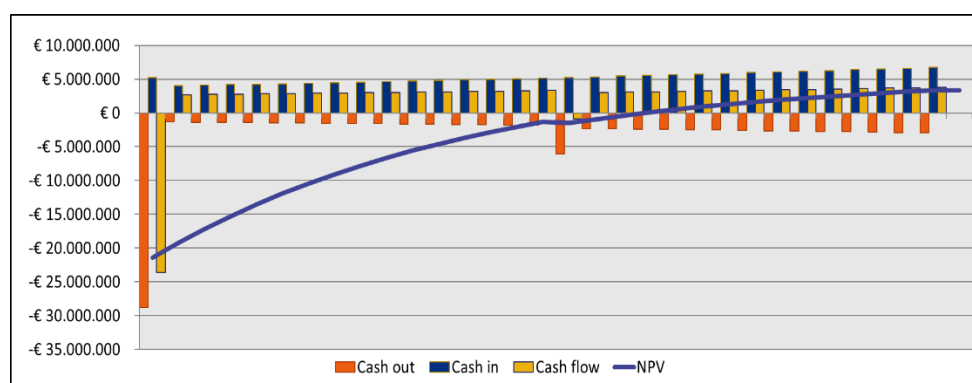
De eenmalige en jaarlijkse kosten en baten en het financieel resultaat voor deze businesscase is samengevat in onderstaande Tabel 9

Financieel resultaat. In Figuur 16 zijn de cashflow en netto contante waarde over de looptijd van 30 jaar grafisch weergegeven.

Tabel 9  
Financieel resultaat

Parameter		Waarde
Netto startup investering (jaar 0)	M €	22,3
Netto cashflow jaarlijks	M €	2,9
Eenvoudige terugverdientijd	jaar	8
NCW 30 jaar	M €	3,3
IRR	%	11,8

Figuur 16  
Cash flow en NCW



### Conclusie

Op basis van de berekende resultaten kan geconcludeerd worden dat een positief financieel resultaat behaald kan worden. Hierbij is nog ruimte voor extra inkomsten in de gehanteerde BAK. Zoals aangegeven in paragraaf 3.1 zijn de energetische uitgangspunten onder voorbehoud vastgesteld, om de businesscase te kunnen doorrekenen. De daadwerkelijke warmte-/koudevraag voor ruimteverwarming en -koeling en warm tapwater kan hierdoor afwijken van de gehanteerde waarden. Naar verwachting zal de impact op de businesscase minimaal zijn, aangezien de inkomsten voor 80% door vaste componenten (vastrecht, huur, meetkosten) worden bepaald.

## 4.6 Baten analyse

### Rendement en emissie

Voor het geheel van de energielevering opwekking, distributie en afgifte tot aan afgiftesets bij de afnemers wordt een Seasonal Performance Factor (SPF) van 3,5 tot 4,0 verwacht. Afhankelijk van de herkomst van de aandrijfenergie (elektriciteit), geldt:

Tabel 10  
Rendement en  
emissie uitstoot  
cijfers

Parameter	Herkomst elektriciteit:	
	100% groen	conventioneel
Equivalent opwekkingsrendement	3,5 tot 4,0	1,3 tot 1,6
CO <sub>2</sub> emissie	0	1.600 tot 2.400 ton
Warmte emissie (hittestress)	0	28.000 GJ

Voor levering van stadswarmte in de regio Utrecht bezit Eneco een gelijkwaardigheidsverklaring. Het equivalente opwekkingsrendement bedraagt 1,25. Indien dezelfde hoeveelheid energie voor warmte of koude geleverd zou moeten worden door een combinatie van stadswarmte en lokaal opgestelde elektrische koeling, zou het equivalente opwekkingrendement variëren tussen de 1,3 en 1,65, bij voeding van de koeling met respectievelijk grijze en groene stroom. In het *worst case* scenario van het geselecteerde concept (voeding met 100% “grijze” stroom) is het equivalente opwekkingrendement dus gelijk aan het stadswarmte alternatief. In het *best case* scenario (100% groene stroom) is er sprake van 0 uitstoot. Om de uitstoot besparing ten opzichte van het alternatief met stadswarmte te berekenen, moet het uitstoot kengetal voor de stadswarmte bekend zijn (afhankelijk van de herkomst van de warmte).

### Beperking Hittestress

Voor de warmte emissie geldt dat bij conventionele koeling 28.000 GJ extra warmte zal worden uitgestoten in de zomer periode door koelers. Bij de duurzame variant (TEOM/WKO) wordt in de zomer 22.000 GJ aan warmte afgevoerd naar het grondwater om in de winter in te zetten als bron warmte. Op basis van de situatieweergave van het Merwedekanaal in Figuur 17 is bepaald hoe een logische doorstroming in het kanaal kan worden gemaakt en hoeveel oppervlakte er bij de project locatie voor handen is voor het winnen van warmte. Uitgangspunt is gebruik te maken van de 1.000 meter kanaal langs de project locatie.

*Figuur 17  
Merwedekanaal en  
maximaal circuit  
tussen in en uitlaat.*



De thermische capaciteit van het oppervlaktewater is voor twee vermogens bepaald. De benodigde capaciteit en de maximale capaciteit als afgeleide van het maximale WKO brondebiet. Aan de hand van deze twee uitgangspunten zijn 4 scenario's opgesteld waarmee de thermische invloed op het Merwedekanaal wordt berekend. Hierbij is de benodigde afstand en/of afkoeling berekend tussen het innamepunt en het lozingspunt, waarbij het lozingswater 6 graden kouder is dan de natuurlijke watertemperatuur:

1. Benodigde capaciteit (320 m<sup>3</sup>/h)
  - a. inname temperatuur gelijk aan de natuurlijke watertemperatuur.
  - b. inname temperatuur -1K ten opzichte van de natuurlijke watertemperatuur
2. Maximale capaciteit (360 m<sup>3</sup>/h)
  - a. inname temperatuur gelijk aan de natuurlijke watertemperatuur.
  - b. inname temperatuur -1K ten opzichte van de natuurlijke watertemperatuur

De thermische capaciteit is berekend volgens het model van E. Aparicio Medrano waarbij de volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

- Windsnelheid: 4m/s (op basis van langjarig gemiddelde voor juli, KNMI)
- Waterdiepte: 3m
- Natuurlijke stroming: 0 m/s (water stroomt terug van het lozingspunt naar de inlaat)
- Relatieve luchtvochtigheid: 60%
- dT in EOW installatie: 6K
- T oppervlaktewater: 20°C

In combinatie met bovenstaande parameters is een zelfkoelingsgetal gekozen van 50 W/m<sup>2</sup>.K in overeenstemming met de landelijke verkenning UVW/RWS. Het zelfkoelingsgetal geeft de mate weer waarin de atmosfeer invloed heeft op de opwarming van een koude lozing. De resultaten van de thermische capaciteitsberekening zijn weergegeven in Tabel 11.

Tabel 11  
Thermische  
capaciteit  
Merwedekanaal

Scenario	afstand [m]	volume [m <sup>3</sup> ]	thermische kortsluiting [K]	Debiet [m <sup>3</sup> /h]	Verblijftijd [dag]	veroorzaakte stroming [m/s]	Vermogen [kWt]	Vollast [uur]
1a	1.000	102.000	0	320	13	0,001	2227	3412
1b	426	43.452	-1	320	6	0,001	2227	3412
2a	1.000	102.000	0	360	12	0,001	2506	3033
2b	480	48.960	-1	360	6	0,001	2506	3033



---

Voor scenario 1a en 2a is over de volledige afstand van 1.000 meter langs deelgebied 5 berekend wat de absolute afkoeling is bij het innamepunt onder invloed van de koudelozing van 6 °C. Deze is nagenoeg 0 graden. Hiermee kan worden geconcludeerd dat het Merwedekanaal langs de project locatie meer dan voldoende capaciteit heeft om de benodigde warmte te laden. Uit scenario 1b en 2b blijkt dat een stabiele temperatuurverlaging op de inlaat van 1 graden kan worden bereikt bij een afstand van 426 meter bij scenario 1 en 480 meter bij scenario 2.

Uit de capaciteitsberekeningen is af te leiden dat het kanaal over een afstand van ca. 500 meter minimaal 1 graad afkoelt onder invloed van een koude lozing van -6 °C temperatuurverandering. Op 1.000 meter is het oppervlaktewater weer opgewarmd naar de omgevingstemperatuur.

# 5

## Conclusies en aanbevelingen

### 5.1 Technische en energetisch haalbaarheid

#### ✓ **Uitgangspunten en opwekkingspotentieel**

Voor deelgebied 5 van de Merwedekanaalzone zijn de energetische uitgangspunten bepaald (zie paragraaf 3.3). Daarnaast zijn de bodem- en oppervlaktewaterkenmerken uitgewerkt om het thermisch potentieel en de technische haalbaarheid te bepalen (paragrafen 3.4 en 3.5). De resultaten zijn kort samengevat in onderstaande Tabel 12.

Tabel 12  
Kern uitgangspunten,  
technische  
haalbaarheid en  
thermisch potentieel

Parameter	Waarde voor deelgebied 5
<b>Kern uitgangspunten</b>	
Bouwprogramma	ca 5.500 woningen, kantoren en voorzieningen
Warmtevraag (geschat)	11.300 MWh <sub>t</sub> (40.600 GJ) per jaar
Koudevraag (geschat)	6.100 MWh <sub>t</sub> (22.000 GJ) per jaar
Doelstellingen gemeente Utrecht	Aardgasloos, EPC 0 en nul op de meter woningen
Randvoorwaarden	Hoge bebouwingsdichtheid, uitsluitend hoogbouw (4-23 woonlagen)
<b>Technische haalbaarheid</b>	
Capaciteit bodem: benodigd	5.936 MWh <sub>t</sub> , 360 m <sup>3</sup> /uur, 80 m <sup>3</sup> /uur/bron 5 doubletten (10 bronnen)
Capaciteit kanaal: benodigd	7.600 MWh <sub>t</sub> , 320 m <sup>3</sup> /uur, 1000 meter kanaal

Geconcludeerd wordt dat in deelgebied 5 duurzame energieopwekking uit het Merwedekanaal, in combinatie met energieopslag, technisch en energetisch haalbaar is.

#### ✓ **Systeemconcept**

Voor de levering van de opgewekte energie aan de afnemers is een systeemconcept geselecteerd en uitgewerkt (Figuur 13). De overwegingen bij het maken van de selectie zijn toegelicht in paragraaf 4.2. In grote lijnen betreft het een monovalent systeem met warmte uit oppervlaktewater in combinatie met WKO, door middel van een centraal distributienet. Per gebouw wordt de warmte opgewaardeerd met warmtepompen en worden koude en warmte gedistribueerd naar afgifsets voor de individuele afnemers. Regeneratie van warmte vindt plaats vanuit het Merwedekanaal.

---

Op gebouwniveau zijn variaties in opstelling mogelijk (aantal en locatie warmtepompen, buffers, etc.). In alle gevallen is er sprake van 100% elektrisch aangedreven warmte en koude voorziening. Het concept is dus aardgasloos. Andere aardgasloze systeemconcepten (centraal en decentraal) zijn in potentie mogelijk (paragraaf 4.2). Gezien de hoge bebouwingsdichtheid in het gebied, heeft het geselecteerde concept de meeste potentie voor zowel het behalen van de leveringsdoelstellingen zoals gesteld door de gemeente. Naast het leveren van duurzame warmte en koude levert dit TEO concept ook een positieve bijdrage van de doelstellingen op het gebied van klimaatadaptatie en water.

## 5.2 Ruimtelijke inpassing



### Inpassen voorzieningen

Voor realisatie van het systeem dienen onder meer de volgende onderdelen worden ingepast:

- In- en uitlaat oppervlaktewatersysteem (320 m<sup>3</sup>/h)
- 5 bronparen (360 m<sup>3</sup>/h)
- Centrale technische ruimte
- Centrale distributieleidingen warmte en koude
- Aansluitleidingen ten behoeve van de aan te sluiten panden

In paragraaf 4.3 staan de onderdelen en inpassingsmogelijkheden benoemd. In Figuur 15 zijn enkele opties voor inpassing grafisch weergegeven. Aandachtspunt is onder meer de inpassing van de bronnen en de centrale distributieleidingen. Voor beide voorzieningen geldt dat er nauw dient te worden afgestemd met de gebiedscoördinator. Locatie en toegankelijkheid (zowel in realisatie als exploitatiefase) dienen geborgd te worden. In de doorlooptijd kan dit kritiek zijn indien de bouw van start gaat terwijl er nog onderhandeld wordt over de aanleg van een centrale voorziening. In verband met het beperken van de hydrologische effecten wordt geadviseerd de bronnen niet te clusteren. Ontwikkelaars dienen ruimte te reserveren voor de benodigde energievoorzieningen in hun gebouwen zoals afgiftesets en warmtepompen.



### Juridische knelpunten

Op juridisch gebied worden vooralsnog geen knelpunten voorzien voor de realisatie van de energievoorziening. Voor het gebied dient een aansluitverplichting op de centrale energievoorziening te komen (inclusief kettingsbeding). Het is onbekend in hoeverre de gemeente juridische handvaten heeft om dit te realiseren. Dit vormt een aandachtspunt.

- 
- Impact directe leefomgeving**
- ✓ De voorzieningen kunnen grotendeels uit zicht van de omgeving worden gerealiseerd (ondergronds of inpandig). De bronputten kunnen, desgewenst, juist uit het landschap worden getild en gebruikt worden om de aandacht te vestigen op de duurzame energievoorziening. De voorziening veroorzaakt geen lokaal merkbare uitstoot of geluidsoverlast. Koud water uit de retour van het oppervlaktewater systeem kan geloosd worden op de te herstellen wetering langs het Merwedekanaal. Dit zorgt voor stroming en temperatuurverlaging in de wetering. Dit heeft een positieve invloed op de waterkwaliteit.
- Reductie hittestress**
- ✓ Met het onttrekken van 7.600 MWh<sub>t</sub> aan warmte aan het oppervlaktewater wordt het kanaal afgekoeld. Met een temperatuurverlaging van -6 graden op het lozingspunt kan met een debiet van 320 m<sup>3</sup>/h een afkoeling van maximaal -1 graad op de inlaat worden verkregen als deze op een afstand van 426 meter wordt geplaatst. De gemiddelde afkoeling van het Merwedekanaal over 426 meter zal daarmee ca. -2 graden bedragen ten opzichte van de natuurlijke temperatuur. De 1.000 meter Merwedekanaal aan de projectlocatie kan meer warmte leveren dan benodigd is voor de huidige uitgangspunten. Daarnaast zorgt het aanbieden van duurzame koeling met grondwater voor een directe warmte emissiereductie van 28.000 GJ ten opzichte van traditionele koelers, waarmee extra hittestress kan worden voorkomen.
- ⚠ **Energie neutrale voorziening**
- Gemeente Utrecht wil Merwedekanaalzone energieneutraal (op gebiedsniveau) hebben. Het uitgewerkte concept bij deelgebied 5 maakt gebruik van duurzame bronnen en is 100% elektrisch aangedreven. De complete voorziening kan energieneutraal gemaakt worden door aan te sluiten op groene stroom. Om volledig te voldoen aan de definitie “energieneutraal” conform de NVN 7125 (Energieprestatienorm Maatregelen op Gebiedsniveau (EMG)), dient de elektrische energie binnen een straal van 10 km duurzaam te zijn opgewekt. De gemeente streeft minimaal naar dekkende opwekking binnen de gemeentegrenzen. Dit is theoretisch mogelijk. Ter overweging zijn in paragraaf 4.2 enkele opties benoemd. Inventarisatie en haalbaarheid van duurzame elektriciteitsopwekking vormt geen onderdeel van deze studie. Hierin ligt een uitdaging voor de gemeente en ontwikkelaars.

### ✓ **Energierendement en uitstoot**

Voor het geheel van de energielevering opwekking, distributie en afgifte tot aan afgiftesets bij de afnemers word een Seasonal Performance Factor (SPF) van 3,5 tot 4,0 verwacht. Afhankelijk van de herkomst van de aandrijfenergie (elektriciteit), geldt:

Tabel 13  
Rendement en  
uitstoot cijfers

Parameter	Herkomst elektriciteit:	
	100% groen	conventioneel
Equivalent opwekkingsrendement	3,5 tot 4,0	1,3 tot 1,6
CO <sub>2</sub> emissie	0	1.600 tot 2.400 ton
Warmte emissie (hittestress)	0	28.000 GJ

In "slechtste" scenario van het geselecteerde concept (voeding met 100% "grijze" stroom) is het equivalente opwekkingrendement minimaal gelijk aan alternatieve klimatisering door een combinatie van stadswarmte en lokaal opgestelde koeling (paragraaf 4.6). In het beste scenario (100% groene stroom) is er sprake van 0 uitstoot. Met TEO/WKO wordt 28.000 GJ aan warmte emissie voorkomen door duurzame koeling.

## 5.3 Financiële haalbaarheid

### ✓ **Netto contante waarde**

In paragraaf 4.5 is de financiële businesscase voor energielevering conform het geselecteerde concept doorgerekend. De financiële kosten en baten worden gepresenteerd. De resultanten zijn cijfermatig en grafisch samengevat in onderstaande Tabel 14.

Tabel 14  
Financiële  
samenvatting  
businesscase

Parameter	Waarde	Grafische weergave cash flow en netto contante waarde
Looptijd	30 jaar	
Rendementseis kapitale investeringen	10%	
Netto startup investering	€ 22,3 miljoen	
Jaarlijkse netto cashflow	€ 2,9 miljoen	
Eenvoudige terugverdientijd	8 jaar	
NCW 30 jaar	€ 3,3 miljoen	
BAK afnemers	€ 836	
IRR	11,2%	

In gebruikte modellering zit er nog ruimte voor extra inkomsten uit de bijdrage aansluitkosten (BAK). Conform de Warmtewet hoeft bij nieuwbouwprojecten niet het maximum BAK zoals vastgesteld door het ACM gehanteerd te worden. Marktconforme BAK voor nieuwbouw ontwikkelingen kunnen variëren van € 1.500 tot € 4.500.

Geconcludeerd kan worden dat er sprake is van een rendabele businesscase. Dit betekent dat het mogelijk moet zijn om energieleveranciers en/of investeerders te betrekken voor realisatie en exploitatie van de energievoorziening.

## 5.4 Organisatorisch



### Stakeholders

- Gemeente/waterschap waarderen effecten klimaat adaptatie
- Gemeente/waterschap integratie Smart polder in ruimtelijke inrichting Merwedekanaalzone
- Aandachtspunt: Een uitdaging voor de gemeente schuilt in het creëren van voldoende draagvlak bij de ontwikkelende partijen. Uit verkennende gesprekken blijkt dat de focus daar is op individuele voorzieningen (bodemplussen etc). Het geselecteerde concept biedt voor deze partijen een aantal significante voordelen. Opzetten van een centrale energieleverancier kost echter tijd. Dit kan conflicteren met de reeds beoogde planning.
- Bewoners betalen marktconforme tarieven (Warmtewet).

---

### **Organisatie energielevering**

Het geselecteerde concept gaat uit van een centrale energievoorziening voor het deelgebied. Dit betekent dat de realisatie en exploitatie van de energievoorziening centraal geregeld dient te worden. Er zijn diverse opties om hier invulling aan te geven. In grote lijnen kan ervoor gekozen worden om:

- De installatie gezamenlijk in eigendom realiseren en exploiteren, waarbij de operationele exploitatie al dan niet wordt uitbesteed aan een professionele exploitant.
- De installatie gezamenlijk in eigendom te realiseren en vervolgens te verkopen aan een professionele energieleverancier.
- De installatie te laten realiseren en exploiteren door een professionele energieleverancier.

Afhankelijk van de gekozen vorm, kan gemeente Utrecht een faciliterende rol spelen, of mogelijk deelnemen door een aandeel te nemen in de energie BV.

Het organiseren van een centrale energievoorziening met verschillende belanghebbende partijen vergt over het algemeen een significante hoeveelheid tijd, zowel vanwege de inspanning benodigd voor het creëren van medewerking bij alle betrokken, als vanwege de doorlooptijd bij het borgen van de diverse juridische en financiële randvoorwaarden. Gezien de planning voor deelgebied 5, kan tijd voor het organiseren van centrale voorzieningen een knelpunt worden.

## **5.5 Spoorboekje**

Zoals geschetst in het plan van aanpak hoofdstuk 2.2 is de vervolgstap op deze business case het creëren van draagvlak bij de stakeholder om het project verder te brengen.

Hierbij is het raadzaam om voorwaarden voor het vervolg vast te leggen in een Intentieovereenkomst tussen de belanghebbende. Vervolgens kan de verdiepingsfase plaats vinden waarin de kaders voor het project scherper worden uitgewerkt.



# Bijlage 1

---

## Conceptbeschrijvingen TEO/Smart polder

### Potentie van energie uit oppervlaktewater

Voor de waterschappen en Rijkswaterstaat is in 2016 de potentie van TEO in kaart gebracht. Deze kaarten laten zien waar het economisch interessant is om warmte of koude uit oppervlaktewater te winnen. Om een economisch interessant project te kunnen maken moeten waterlopen en plassen in de nabijheid liggen van een warmte en/of koudevraag. Door de thermische vraag uit de warmteatlas te combineren met de kaart van Nederlandse oppervlaktewateren is deze potentiekaart gemaakt (zie onderstaande link).

<http://www.nationaleenergieatlas.nl>

Daar waar energievraag en oppervlaktewater samenkomen is een economische rendabel project te maken. Op basis van de huidige energievraag is het economisch winbare potentieel 12% van de landelijke warmtevraag (42 PJ) en 54% van de landelijke koudevraag (3,8 PJ).

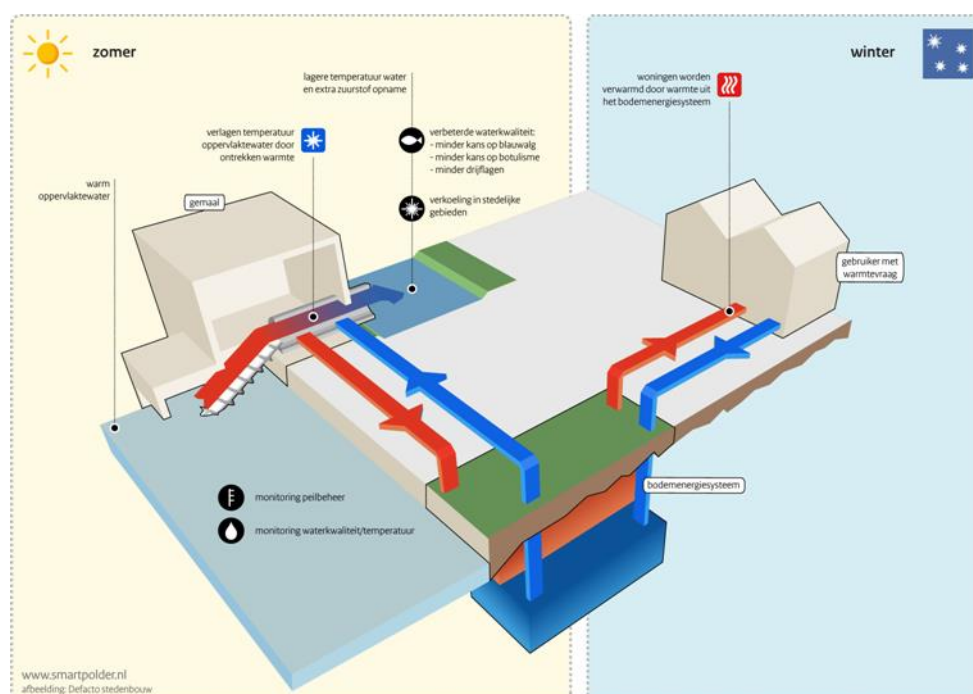
Het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en Utrechtse gemeenten hebben deze landelijke verkenning uitgewerkt in een meer gedetailleerde regionale kansenkaart (zie onderstaande link) voor de identificatie van kansrijke locaties voor het toepassen van TEO.

<https://www.hdsr.nl/werk/water-energiebron>

### Warmte uit oppervlaktewater

Thermische energie in de vorm van warmte in oppervlaktewater in de zomer, kan worden omgezet in hoogwaardige warmte met een warmtepomp voor verwarming van gebouwen of de bereiding van warm tapwater. Dit is bijzonder goed toepasbaar bij afnemers met een overwegend warmte vraag zoals woningen. De grote potentie zit in de combinatie van warmtewinning uit oppervlaktewater met een seizoensopslag zoals een bodemenergiesysteem (= warmte-/koudeopslag = WKO). Hierbij wordt gebruik gemaakt van het natuurlijke temperatuurverschil van het oppervlaktewater in de zomer de temperatuur van grondwater (circa 12°C). In de zomer kan daarmee warmte uit het oppervlaktewater worden gewonnen en opgeslagen in een WKO (zie Figuur 18). Deze warmte kan in de winter vervolgens weer worden opgepompt om te dienen als warmtebron voor de warmtepomp. Hiermee kan op een zeer duurzame wijze warmte worden geproduceerd. De warmte kan zeer efficiënt worden gewonnen op een gemaal of stuw aangezien daar al water stroomt.

Figuur 18  
gemaal als warmte  
centrale



Het resultaat van dit concept is ook dat het oppervlaktewater dat wordt verpompt in de zomer enkele graden afkoelt, wat een positief effect heeft op de oppervlaktewaterkwaliteit. Met name in de stedelijke omgeving waar de oppervlaktewatertemperatuur negatief wordt beïnvloed door het stedelijk hitte eiland effect, ontstaan lokale knelpunten met de waterkwaliteit zoals blauwalgen, drijfslagen en botulisme als gevolg van vissterfte. Vaak is dat het gevolg van een overmaat aan voedingsstoffen (eutrofiëring) in combinatie met een te hoge oppervlaktewatertemperatuur waardoor de natuurlijke processen worden versneld. Door het water in beweging te brengen kan het water meer zuurstof opnemen. Dit wordt versterkt door het water enkele graden af te koelen wat de zuurstofopname bevordert. Ook zal kouder water enkele negatieve processen remmen zoals blauwalgenbloei. Hiermee kan de Smart polder bijdragen aan klimaat adaptatie en een toekomst bestendig waterbeheer.

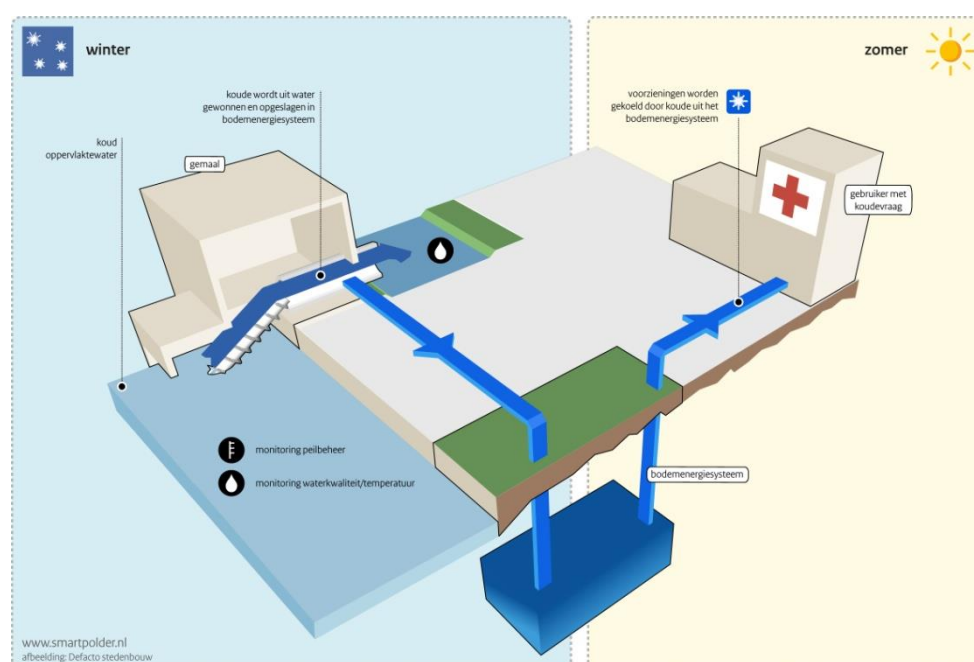
Dit zal niet alle problemen direct wegnemen, maar er zijn wel veel positieve effecten te benoemen te weten:

- 
- De watertemperatuur zal afnemen, wat sturend is voor veel fysische, chemische en biologische processen.
  - In koud water kan meer zuurstof opgelost worden.
  - Met name in kleine wateren zal door de lozing het water in beweging gebracht worden waardoor meer zuurstof in het water wordt opgenomen (rearatie).
  - De lozing kan de vorming van het giftige waterstofsulfide verminderen, als door de lozing zuurstofarm water zuurstofrijk wordt.
  - Verbeterde zuurstofcondities bevordert de binding van fosfaat aan ijzer, waardoor deze minder beschikbaar komt.
  - het koudere water zal afbraak van organisch materiaal remmen en daarmee ook de zuurstof verbruik.
  - Het proces van denitrificatie zal afnemen bij een lagere temperatuur.

### **Koude uit oppervlaktewater**

In de winter kan ook koude worden gewonnen uit oppervlaktewater en worden opgeslagen in een WKO voor gebruik in de zomerperiode (zie Figuur 19). Dit concept is interessant voor afnemers met een overwegende koudevraag zoals datacenters, ziekenhuizen en industrie. Hiermee kan zonder aanvullende technieken zeer duurzame koeling worden geleverd met lage temperaturen (7 à 9 °C). Ook hier kan rechtstreeks koude worden geleverd als de temperatuur van het oppervlaktewater laag genoeg is. Door grote capaciteiten van gemalen is bij een beperkte temperatuursverandering al een zeer groot koude vermogen beschikbaar en dat maak thermische winning op gemalen erg interessant.

Figuur 19  
gemaal als koude-  
centrale

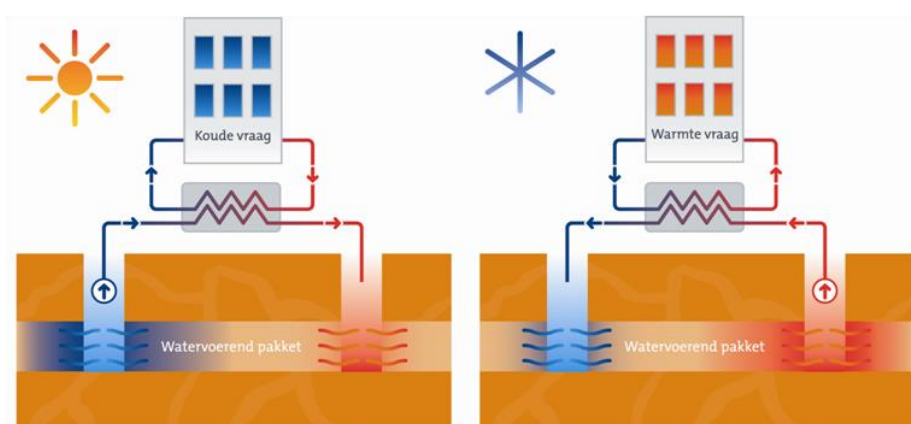


### Principe Warmte en Koude Opslag (WKO)

Het principe van een WKO met een open grondwatersysteem is dat in de winter het gebouw of proces wordt verwarmd met zomerwarmte en in de zomer wordt gekoeld met winterkoude. De warmte en koude worden door middel van open bronnen in een ondergrondse watervoerende laag opgeslagen en onttrokken.

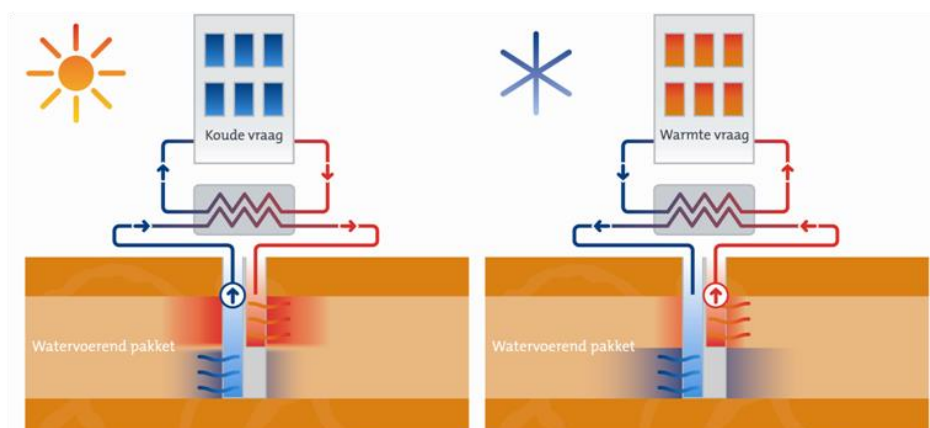
Toepassing van dit principe kan op meerdere manieren. Bijvoorbeeld met een aparte warme en koude bron (een doublet) in hetzelfde watervoerende pakket. Hierbij worden beide bronnen met voldoende onderlinge afstand gerealiseerd om negatieve invloed te beperken. Dit is schematisch weergegeven in figuur 20.

figuur 20  
principe van  
energieopslag met  
een doublet



Naast de toepassing van een doublet is het mogelijk een monobron te realiseren. Hierbij worden de warme en koude bron niet naast elkaar, maar onder elkaar in één boorgat in hetzelfde watervoerende pakket geplaatst. Hiervoor is het noodzakelijk dat op de projectlocatie een voldoende dik watervoerend pakket aanwezig is. Het principe van energieopslag met een monobron is weergegeven in Figuur 21.

Figuur 21  
principe van  
energieopslag met  
een monobron



Een WKO dient in energiebalans te zijn, de hoeveelheid gewonnen koude dient doorgaans gelijk te zijn aan de gewonnen warmte. Indien er bij een afnemer een energieonbalans is

(overwegende warmtevraag bij woningen en overwegende koudevraag bij datacenters en industrie) kan deze worden aangevuld met warmte of koude uit oppervlaktewater.

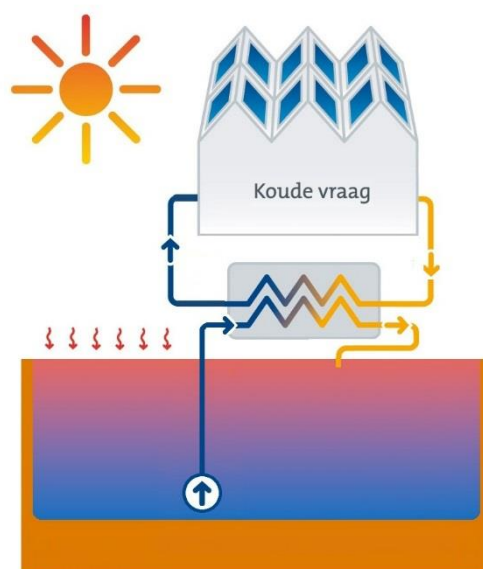
### Koude uit diepe plassen

In diepe meren is van nature een voorraad koude aanwezig. Deze koude blijft door een natuurlijk fenomeen (stratificatie) voor een groot deel geïsoleerd van de zomerwarmte. Door de temperatuurverschillen van de seizoenen zal de koude in de winter weer worden aangevuld. Bij Lake Source Cooling (LSC) wordt deze koude opgepompt en benut voor bijvoorbeeld de koeling van gebouwen of processen.

Gerealiseerde systemen in Nederland zijn:

- Ouderkerkerplas te Amsterdam NUON
- Nieuwe Meer te Amsterdam NUON
- Eeserwold te Steenwijk URcool (Unica/Roelofs)
- Strandpark Slijk- Ewijk Cobb Herveld

Figuur 22  
Diepe onttrekking  
met LSC voor koude  
levering.



Het water dat uit de plas wordt onttrokken kan op diverse manieren worden geloosd/ingezet. Als de waterkwaliteit van de plas slecht is (hoge nutriëntenlast) kan de

---

lozing gecombineerd worden met een helofytenfilter (biocascade). Hierdoor worden de nutriënten afgevangen voor dat het water weer in de plas terug stroomt. Ook kan het water worden ingezet als watervoorziening van de omliggende polders. Deze variant wordt toegepast in Herveld waar de lozing op de naastliggende A-watergang gebeurt. Hierdoor wordt het relatieve koude en schone water ingezet als watervoorziening tijdens de warmte en droge dagen. De plas zal hiermee als alternatieve bron voor zoetwater gaan werken.

In de onderstaande links staan koppelingen naar relevante documenten over de ontwikkeling van TEO en de plaats van TEO (Smartpolder/aquathermie) in het toekomstige energielandschap.

Rapport PBL toekomstbeeld klimaat neutrale warmtenetten

<http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2017-toekomstbeeld-klimaatneutrale-warmtenetten-in-nederland-1926.pdf>

Green Deal Energie Waterschappen

[http://www.stowa.nl/publicaties/publicaties/slim\\_samenwerken\\_aan\\_groene\\_waterschappen\\_van\\_green\\_deal\\_naar\\_praktijkonderzoek](http://www.stowa.nl/publicaties/publicaties/slim_samenwerken_aan_groene_waterschappen_van_green_deal_naar_praktijkonderzoek)

Rapport EEP 2017-2020 MJA

<https://www.uvw.nl/wp-content/uploads/2017/03/Arcadis-Klimaatmonitor-waterschappen-2016.pdf>



# Bijlage 2

---

## Energieconceptvorming gebouwinstallatie

---

### **Afwegingen bij energieconceptvorming**

Bij de toepassing van bodemenergiesystemen zijn verschillende concepten mogelijk. Afhankelijk van de randvoorwaarden binnen een project bepaald het concept voor een groot deel de financiële, technische en juridische haalbaarheid. Belangrijke aspecten binnen een concept zijn:

- gebouwinstallatie
- wijze van warmte en koude laden
- distributienet
- tapwaterbereiding
- inzet componenten
- ruimtegebruik inpandig

De keuze voor de gebouwinstallatie en de wijze van warmte en koude laden zijn vaak bepalende keuze voor de financiële, technische en juridische haalbaarheid. Binnen de kaders van de hierin gemaakte keuzes, zijn over het algemeen verschillende ontwerpvarianten mogelijk voor wat betreft de overige aspecten.

In navolgende alinea's wordt toelichting gegeven op de overwegingen bij het kiezen van een concept voor de gebouwinstallatie.

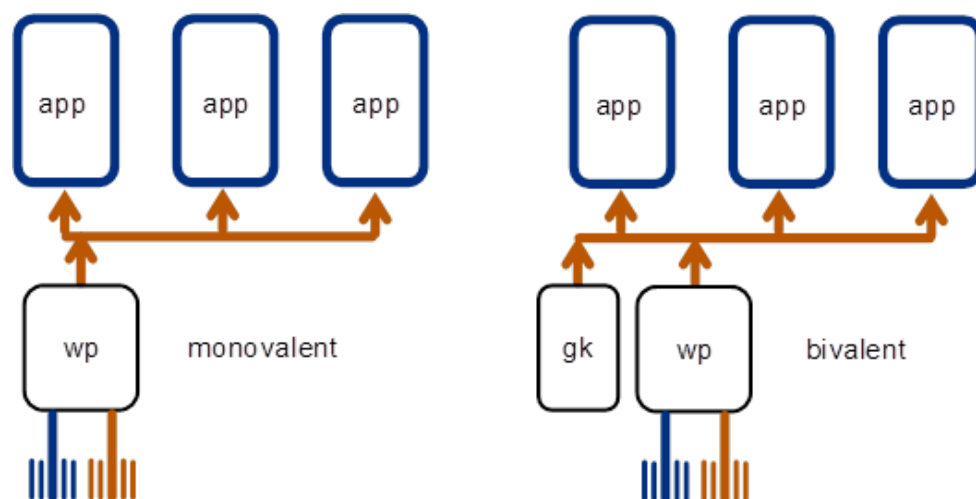
#### **Gebouwinstallatie**

Voor de gebouwssystemen kan gekozen worden voor monovalente of bivalente systemen. Beide systemen zijn schematisch weergegeven in Figuur 23. Een korte toelichting aan de hand van warmtelevering volgt hieronder:

- Monovalent: Appartementen (app) hebben een warmtevraag (ruimteverwarming en tapwaterbereiding). Bij een monovalent systeem wordt één omzetter gebruikt die alle warmte levert. In het voorbeeld (Figuur 23) is dit een warmtepomp (wp) in combinatie met energieopslagsysteem.
- Bivalent: Bij een bivalent systeem wordt gebruik gemaakt van twee omzetters voor de warmtelevering. In het voorbeeld leveren een warmtepomp in combinatie met een energieopslagsysteem een deel van de warmte. Het andere deel van de warmte wordt geleverd door bijvoorbeeld een gasketel (gk).

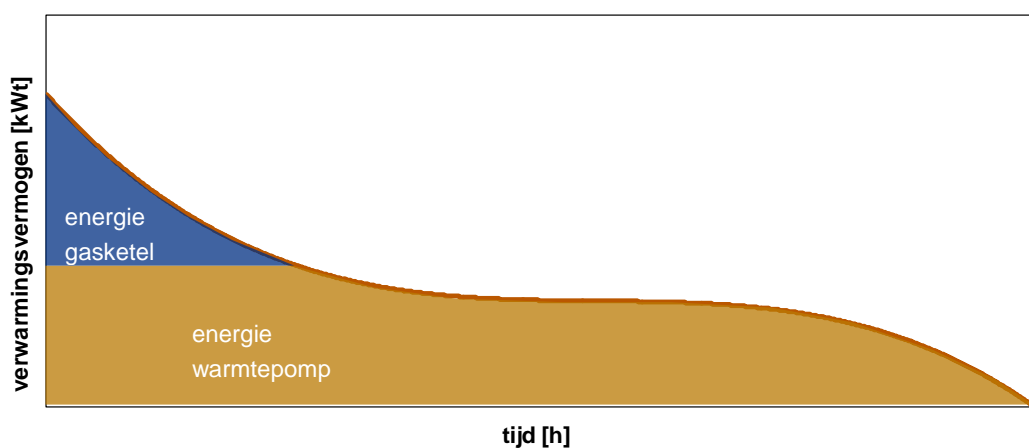
---

Veelal draait één omzetter (bijvoorbeeld de warmtepomp) op een basislast en levert hiermee een groot deel van de warmte terwijl de andere omzetter ingezet wordt als piekdekking en slechts een klein deel van de warmte levert. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 24aan de hand van een jaarbelastingduurcurve. Een jaarbelastingduurcurve is een rangschikking van het verwarmingsvermogen gedurende een heel jaar. Te zien is dat het maximale verwarmingsvermogen slechts een paar uur per jaar nodig is. Doorgaans ligt het benodigd verwarmingsvermogen ver onder het maximale vermogen. Hierdoor kan met een beperkt vermogen nog steeds een groot deel van de totale warmtevraag geleverd worden.



*Figuur 23  
Monovalent vs  
Bivalent systeem  
schematisch*

Figuur 24  
Jaarbelastingduur-  
curve



De afweging tussen beide systeemconcepten kan gebeurt op een aantal criteria. Deze zijn hieronder weergegeven.

#### Duurzaamheid

Zowel bij directe koudelevering als bij warmtelevering door warmtepompen in combinatie met het bodemenergiesysteem wordt energiebesparing en CO<sub>2</sub>-emissreductie gerealiseerd ten opzichte van de referentievariant. Vanuit duurzaamheidoverwegingen heeft een monovalent systeem de voorkeur. De CO<sub>2</sub>-emissiereductie is bij een monovalent systeem maximaal. Bij een bivalent systeem bedraagt de CO<sub>2</sub>-emissiereductie circa 50-80% ten opzichte van de maximale CO<sub>2</sub>-emissiereductie.

#### Financieel

Zowel koudelevering als warmtelevering kunnen monovalent of bivalent worden uitgevoerd. Van beide situaties wordt voorafgaand aan de uitwerking het optimale systeemconcept bepaald.

#### Warmtelevering

Warmtelevering met een bodemenergiesysteem vindt bijna altijd plaats in combinatie met een warmtepomp. Wanneer er voor warmtelevering gebruik wordt gemaakt van een

---

bivalent systeem, draait een warmtepomp vaak op een lage basislast en levert hiermee een groot deel van de benodigde warmte. Een ketel wordt in dit geval ingezet voor piekdekking. De investeringskosten voor een warmtepomp liggen hoger dan voor een gasketel (circa factor 3). Door een bivalent systeem toe te passen in plaats van een monovalent systeem blijven de meerinvesteringen beperkt. De energiebesparing (en dus ook de kosten voor het energieverbruik) liggen bij een bivalent systeem hoger. Maar doordat de warmtepomp bij een basislast een groot deel van totale energievraag levert, zijn de meerkosten voor energieverbruik beperkt. Ervaring leert dat vanuit financieel oogpunt de toepassing van een bivalent systeemconcept optimaal is.

#### *Koudelevering*

Eén van de grote voordelen van bodemenergiesystemen is dat direct gekoeld kan worden in combinatie met een hoge temperatuur koelsysteem. Koud grondwater wordt opgepompt uit de koude bron en in een warmtewisselaar wordt de koude overgedragen aan het gebouwzijdige circuit. Bij directe koeling wordt (veel) minder elektrische energie verbruikt dan bij conventionele compressiekoelmachines. Dit vertaalt zich naar primaire energiebesparing, CO<sub>2</sub>-emissiereductie en lagere exploitatiekosten.

#### **Leveringszekerheid**

Een voordeel van de bivalente variant is dat de leveringszekerheid hoger ligt dan bij de monovalente variant. Doordat gebruik wordt gemaakt van een warmtepomp en een ketel, kan bij wegvallen van één van deze componenten de andere component (een deel) van de warmte blijven leveren.

#### **Inpassing**

Bij een monovalent systeem wordt alle energie en vermogen onttrokken aan de bodem. Hierdoor wordt de bodem zwaarder belast en wordt het grondwatersysteem groter (meer bronnen, grotere afstand tussen de bronnen). Bij beperkte oppervlak van het perceel kan dit problematisch zijn voor de inpassing.

# Bijlage 3

---

## Folder bouwprogramma

## 2. Ambities

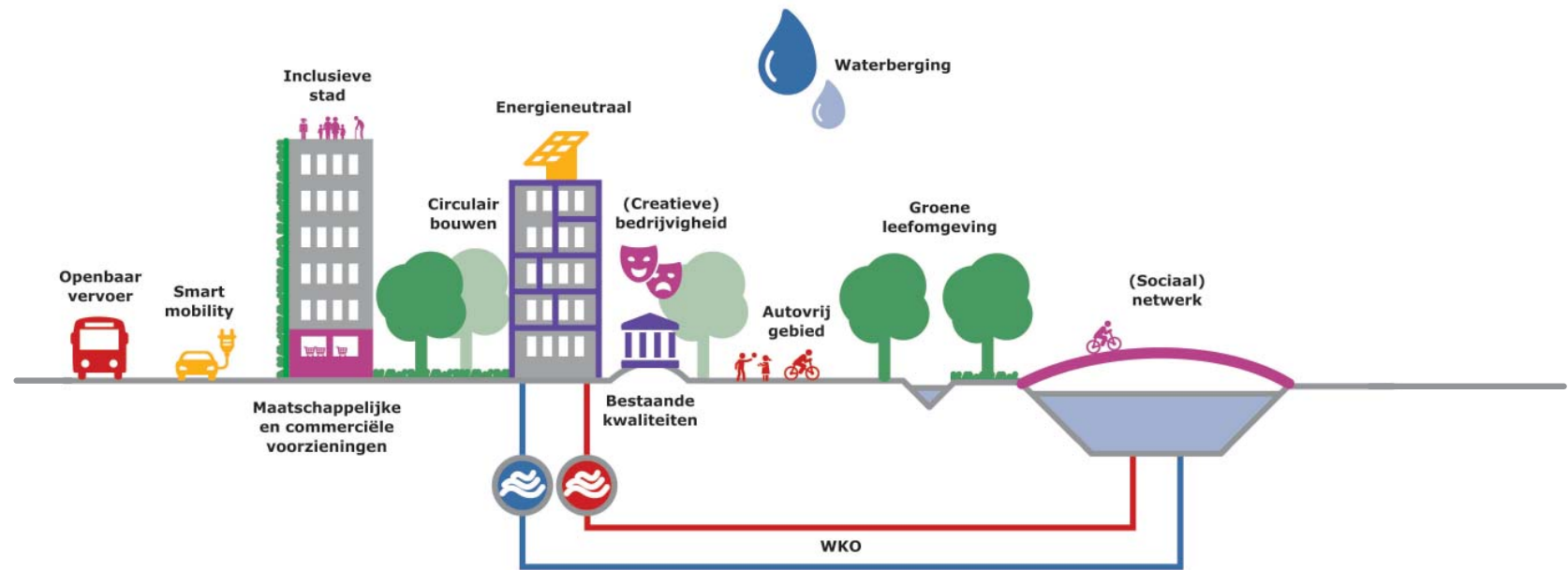
In de omgevingsvisie worden de kaders en ambities voor de Merwedekanaalzone uitgewerkt aan de hand van thema's. We maken gebruik van de thema's van duurzame gezonde verstedelijking die ook in het MER worden gebruikt. In deze Omgevingsvisie benoemen we de kaderstellende punten en formuleren daarbij de uitwerkingsvragen. Per thema is een infographic gemaakt met daarin verwerkt de bijbehorende ambities.

► **Figuur:**  
Ambitiebloem gezonde verstedelijking

- Gezonde leefomgeving
- Mobiliteit
- Water
- Natuur en Groen
- Energie
- Bodem
- Materialen en Hergebruik
- Kosten en Waarden



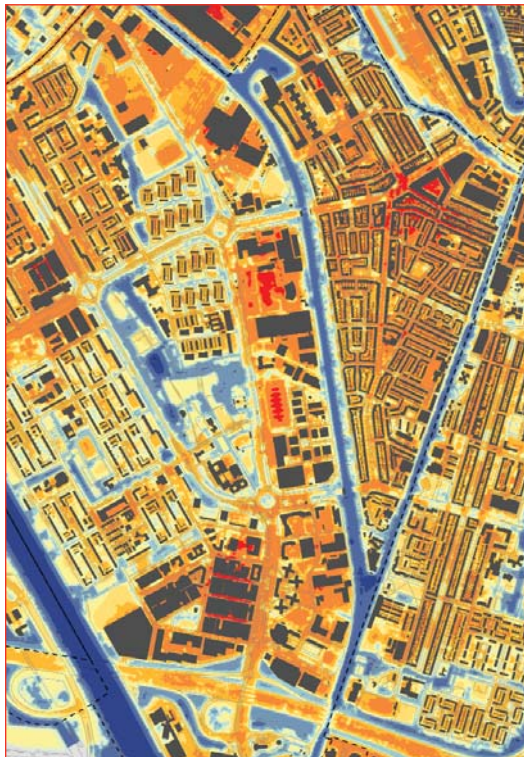
► Figuur:  
Samenvatting gezonde  
verstedelijking





► Foto's:

Referentiebeelden natuur  
en groen



### Kaders - Visie

In de Merwedekanaalzone:

- De zone langs het Merwedekanaal maakt onderdeel uit van de hoofd-groenstructuur van de gemeente. Deze zone heeft een minimale breedte van 29 meter en heeft op meerdere plekken een fors bredere maat om echt als oeverpark te kunnen functioneren.
- De openbare ruimte is grotendeels autovrij en heeft een groen inrichting. die mede bedoeld is voor doorlopende langzaamverkeersverbindingen binnen het plangebied is groen aangekleed
- Op bouwblok niveau wordt 25% van de oppervlakte van het bouwblok groen ingevuld (met behulp van groene binnenterreinen, groene daken en/of groene gevels).
- Voor elk bouwblok geldt dat aantoonbaar natuurinclusief wordt gebouwd. De wijze waarop is aan de ontwikkelende partij.
- Zetten we voor hittestress in op een maximale temperatuurstijging van 3% ten opzichte van het buitengebied.

### Uitwerkingsvragen

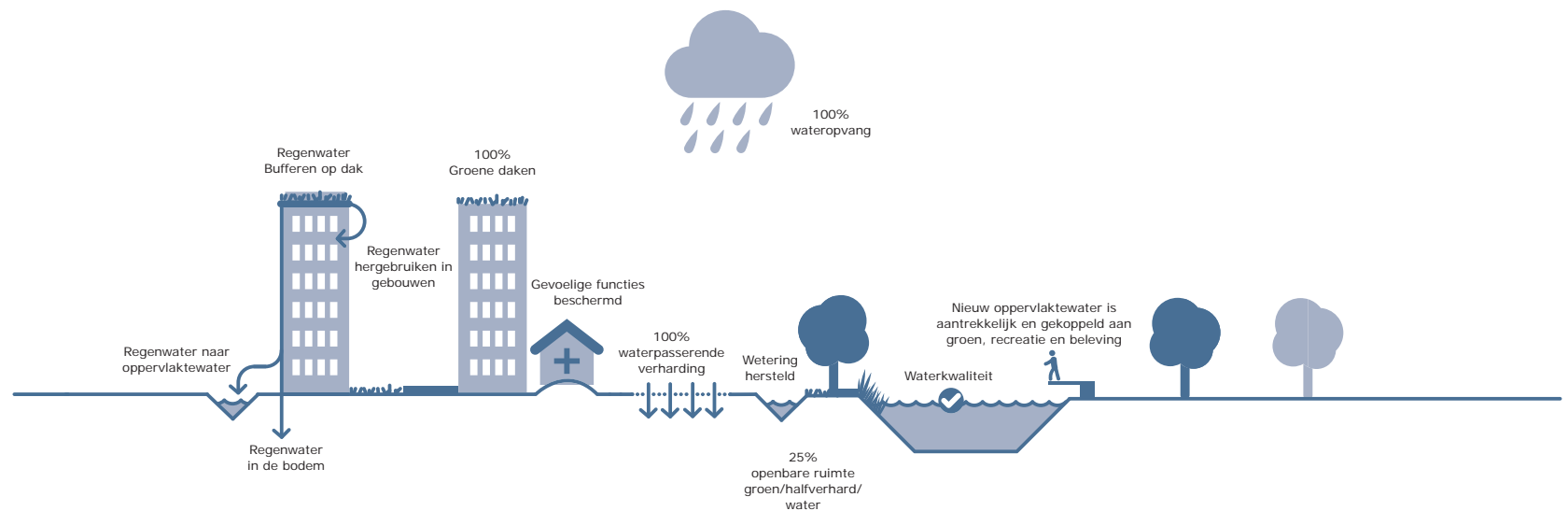
Voor de Merwedekanaalzone:

- Onderzocht wordt wat nodig is om een Merwedepark als park van formaat veilig te stellen; we maken hierbij gebruik van de studies van de provincie

## 2.4 Water: waterberging en hittebestendig

Door het veranderende klimaat verandert ook de waterhuishouding in de stad. Zo zijn nu al de gevolgen van extreme neerslag te merken: water in straten en huizen. We gaan ervan uit dat we hemelwater (regen e.d.) niet meer afvoeren via het riool, maar dat al het regenwater – ook op eigen terrein - naar de bodem of het oppervlaktewater in en rond het gebied gaat. Daarbij maken we interessante combinaties met groen en beleving. Ook nemen we maatregelen om de kwaliteit van het water te verbeteren, waardoor er mogelijkheden ontstaan voor waterrecreatie. De warme zomers in de toekomst maken dit nodig. Het Merwedekanaal – als onderdeel van het Rondje stadseiland - is niet alleen de blikvanger van de Merwedekanaalzone, maar vervult een belangrijke rol voor recreatie, natuur, de klimaatopgave en mogelijk ook energiewinning.

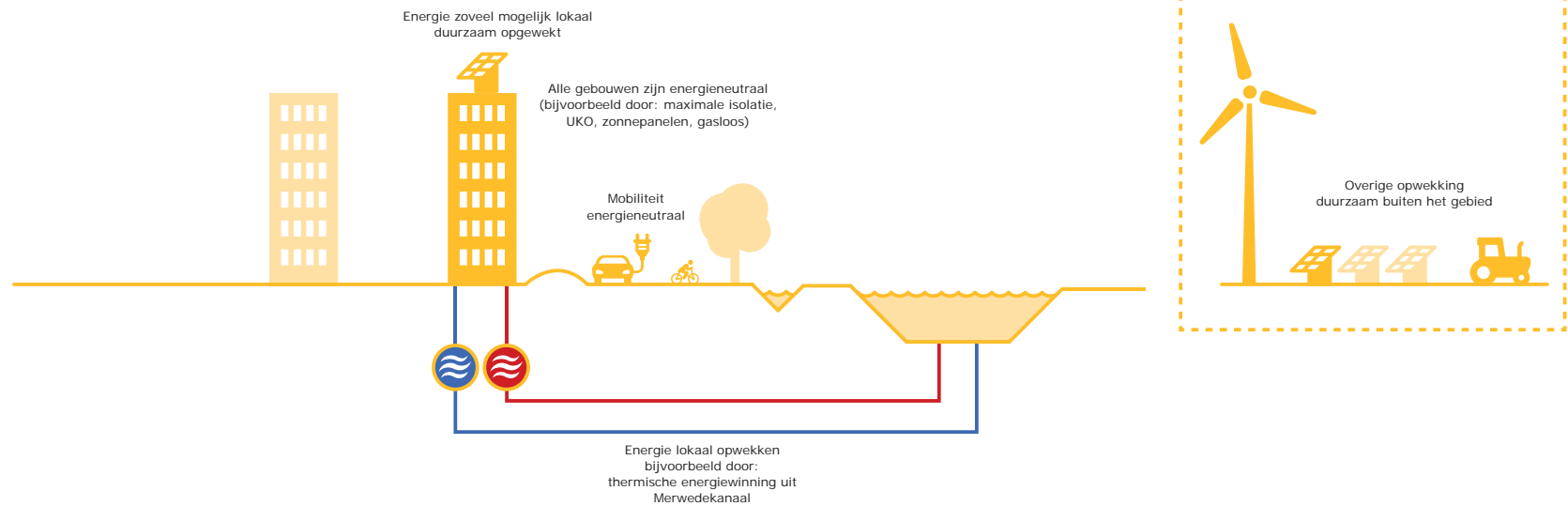
► Figuur:  
Themaprofiel water



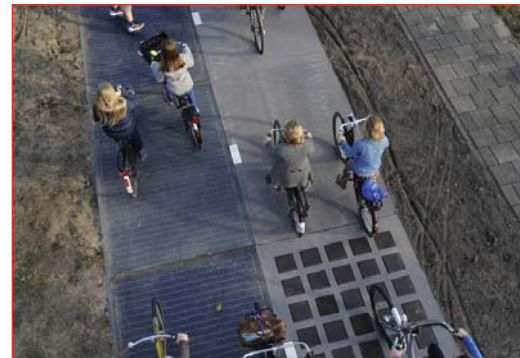
## 2.6 Energie: Energieneutraal

Het verwarmen en koelen van gebouwen vindt energieneutraal plaats. Streven is bovendien gericht op nul op de meter bij alle nieuwbouw. Dit zou betekenen dat in het gebied net zo veel energie wordt opgewekt als verbruikt. De energievraag moet in eerste instantie zo veel mogelijk worden beperkt. De energie die wel nodig is moet lokaal duurzaam worden opgewekt. Voor het verwarmen/ koelen van gebouwen lijkt dit binnen het gebied realistisch. Nieuwe gasaansluitingen zijn dan niet meer nodig. Als energieopwekking (met name elektriciteit) in het gebied niet toereikend is dan vindt duurzame energieopwekking elders in de gemeente plaats. Het kan voorkomen dat er meer energie wordt opgewekt dan verbruikt. Deze energie willen we niet verloren laten gaan en we zoeken naar oplossingen om voor de opslag ervan

► Figuur:  
Themaprofiel energie



► Foto's:  
Referentiebeelden energie



## Kaders - Visie

In de Merwedekanaalzone:

- Het verwarmen en koelen van gebouwen vindt energieneutraal plaats. Er komen geen nieuwe gasaansluitingen in het gebied.
- Streven is daarnaast gericht op nul op de meter bij alle nieuw te realiseren gebouwen

## Uitwerkingsvragen

In de Merwedekanaalzone:

- Onderzocht worden de alternatieven en de benodigde infrastructuur voor een energieneutraal stadswijk.
- Onderzocht wordt wat nodig is voor woningen en de openbare ruimte bij grootschalig gebruik van elektrische auto's om overbelasting van het netwerk te voorkomen;