

Datum 20 april 2018
Referentie 67214/SV/20180420
Betreft Resultaten variantenstudie duurzame energie Weespertrekvaart
Auteur Dhr. S. Verplak
Gecontroleerd door Dhr. B. de Zwart

Resultaten variantenstudie duurzame energie Weespertrekvaart

1 INLEIDING

Gemeente Amsterdam heeft IF Technology opdracht gegeven voor het verrichten van onderzoek naar de toepassingsmogelijkheden van duurzame warmte en koude voor de herontwikkeling van de Weespertrekvaart in Amsterdam. De resultaten van het onderzoek zijn in presentatievorm uitgewerkt en zijn als bijlage toegevoegd bij deze notitie. In voorliggende notitie zijn de resultaten van het onderzoek samengevat en zijn aanbevelingen opgenomen voor de te nemen vervolgstappen.

2 SCOPE OPDRACHT

2.1 Plangebied

Grofweg kan onderscheid gemaakt worden tussen Weespertrekvaart-Noord en -Zuid. De grens tussen beide gebieden ligt aan de zuidkant van het terrein van de penitentiaire inrichting Overamstel (PIOA), tevens gemeentegrens en de Duivendrechtsekade. Het plangebied Weespertrekvaart Noord maakt onderdeel uit van het transformatiegebied Overamstel.

Er zijn vier gebieden te onderscheiden in Weespertrekvaart Noord:

- de Kop Weespertrekvaart;
- de Penitentiaire Inrichting Overamstel;
- Weespertrekvaart midden (momenteel tijdelijke studentenhuysvesting);
- Weesterptrekvaart Oost (bedrijvenstrook Wenckebachweg).



Het onderzoek richt zich specifiek op de deelgebieden Weespertrekvaart midden en Oost (studentenhuysvesting en de bedrijvenstrook), zie bovenstaand figuur. Hierbij wordt tevens bepaald wat de impact (inhoudelijk en fasering) van de overige deelgebieden (Kop Weespertrekvaart en PIOA) is op

de te onderzoeken gebieden. Het totaal te ontwikkelen bouwprogramma binnen Weespertrekvaart Noord omvat circa 270.000 m² bvo incl. PIOA (Bajes Kwartier) en maximaal 150.000 m² bvo excl. PIOA.

2.2 Werkzaamheden

Voor de uitwerking van het onderzoek is gebruik gemaakt van de rekenregels zoals uitgewerkt binnen de uitgevoerde opdracht voor de ontwikkeling Haven-Stad. De rekenregels zijn uitgebreid met specifieke energiebronnen welke binnen of in de omgeving van de Weespertrekvaart beschikbaar zijn. Dit betreffen uitkoppeling van warmte uit Data Center Digital Realty, restwarmte uit de Diemer Centrale en toepassing van decentraal opgestelde lucht/water warmtepompen.

De studie dient invulling te geven aan de volgende aspecten:

- inzicht verkrijgen in de toepassingsmogelijkheden van verschillende vormen van duurzame energie;
- input geven aan ontwikkelstrategie van de Weespertrekvaart midden en Oost;
- bepalen gebruik en invulling van Warmteplannen binnen het projectgebied.

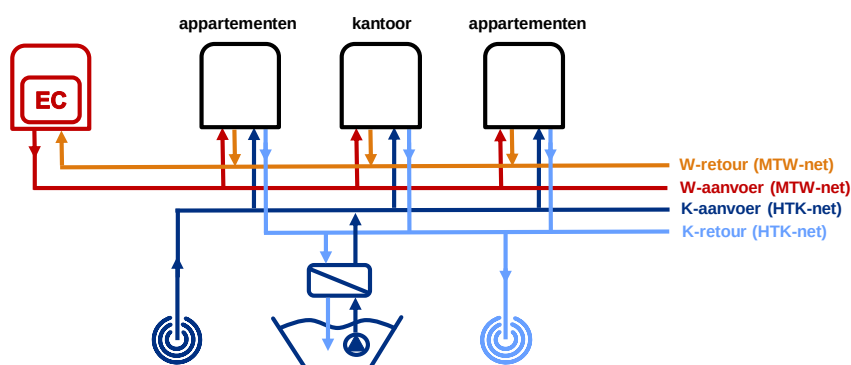
3 RESULTATEN ONDERZOEK

3.1 Onderzochte varianten

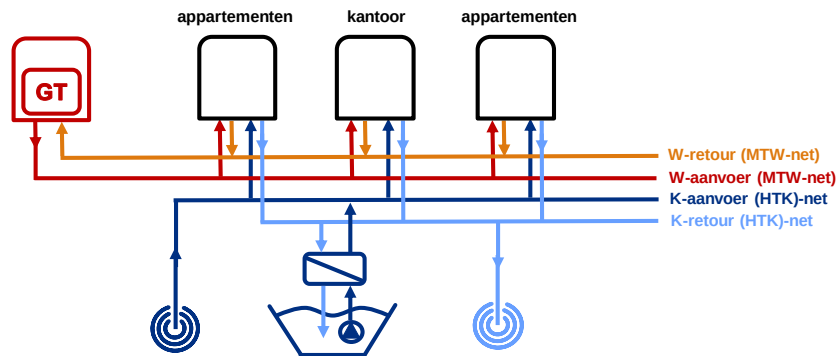
Binnen het variantenonderzoek zijn de volgende energieconcepten op haalbaarheid onderzocht.

Variant 1: warmte extern (MWT-net: 70/40°C) / koude lokaal

- 1a: Diemer Centrale + WKO + Energie uit OppervlakteWater (EOW)

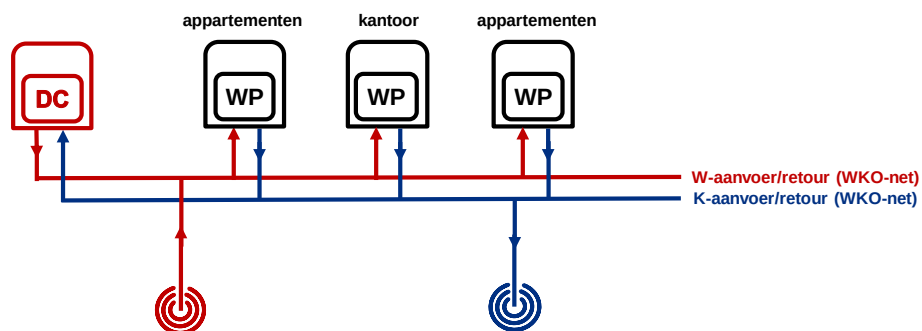


- 1b: Geothermie + WKO + EOW

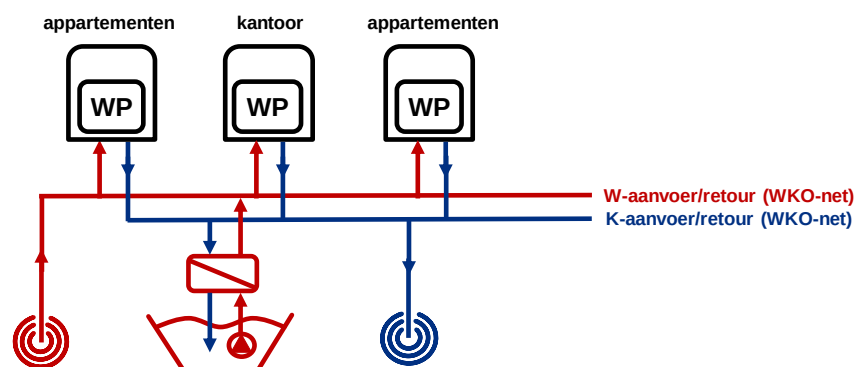


Variant 2: warmte (LTW-net: 50/30°C) en koude lokaal

- 2a: WKO + warmtepompen + restwarmte Data Center



- 2b: WKO + warmtepompen + EOW



Variant 3: warmte en koude lokaal

- *Lucht/water warmtepompen*

appartementen kantoor appartementen



3.2 Afwegingscriteria

Voorafgaand aan het onderzoek is bepaald dat de haalbaarheid van de uit te werken energieconcepten getoetst dient te worden op basis van de volgende criteria:

- betaalbaarheid (TCO over 30 jaar)
- duurzaamheid
- flexibiliteit (compatibiliteit)
- ruimtelijke inpasbaarheid
- beschikbaarheid potentieel duurzame bronnen

In tabel 1 is een nadere invulling gegeven aan deze criteria.

Tabel 1 | Afwegingscriteria

Criteria	Aspecten
Betaalbaar	- Afnemers betalen voor duurzame warmte en koude een redelijk tarief binnen het NMDA principe. - Vastgoedontwikkelaars betalen een redelijke aansluitbijdrage/investering. - Gemeente gaat voor zo hoog mogelijke kosteneffectiviteit: afweging € vs ambities.
Duurzaam	- Geen/beperkt gebruik aardgas (conform algemene doelstellingen Amsterdam). - Inzetten van duurzame & lokale energiebronnen. - Realiseren van een zo hoog mogelijke CO2-reductie. - Efficiënt benutten van primaire energie.
Flexibiliteit	- Energievoorziening kan meebewegen en gefaseerd groeien binnen de gebiedsontwikkeling. - Energievoorziening kan inspelen op veranderende omstandigheden (bouwprogramma, energiebehoefte). - De energievoorziening is schaalbaar en uitbreidbaar naar andere gebieden.
Ruimtelijke inpassing	- Energievoorziening kan qua ruimtegebruik en ruimtelijke randvoorwaarden goed ingepast worden op zowel: • Gebiedsniveau (bronnen, infrastructuur) • Gebouwniveau (centrale techniekruimte) • Woningniveau (warmtepomp/boiler/afleverset)
Beschikbaarheid	- Het beschikbare potentieel van de duurzame energiebron is voldoende groot om in de verwachte energievraag binnen het plangebied te voldoen.

Uit de afwegingssessies zijn de volgende overwegingen naar voren gekomen:

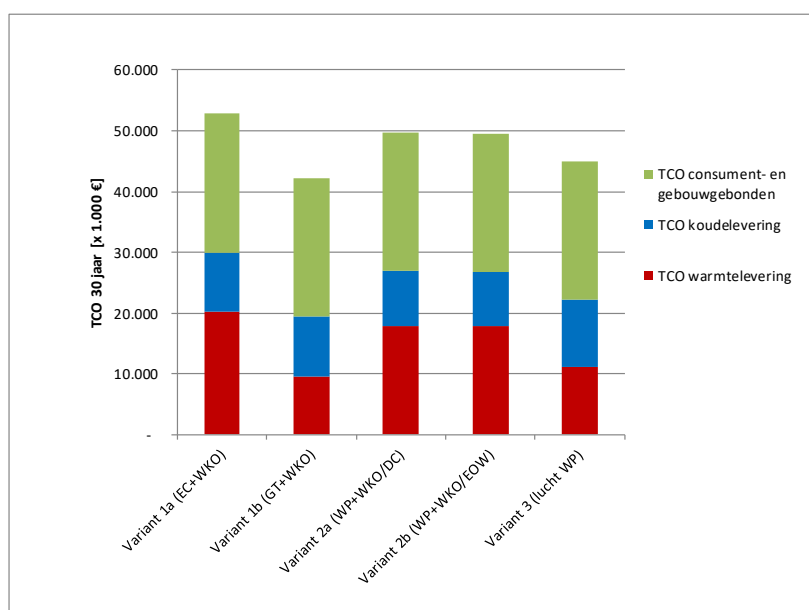
Betaalbaarheid

Om de betaalbaarheid van de verschillende energievarianten in beeld te krijgen zijn voor de varianten de Total Costs of Ownership (TCO) over een periode van 30 jaar op projectniveau bepaald. Bij deze methode wordt rekening gehouden met de volgende kostencomponenten:

- Investeringskosten
- Exploitatiekosten (inkoop energie, onderhoud / beheer)
- Herinvesteringen binnen de looptijd

Voor de resultaten zie onderstaand figuur. De onderverdeling van de kosten tussen de verschillende stakeholders is hiermee nog niet bepaald. Dit dient in de verdere contractvorming te gebeuren.

Figuur 1 | TCO varianten over 30 jaar

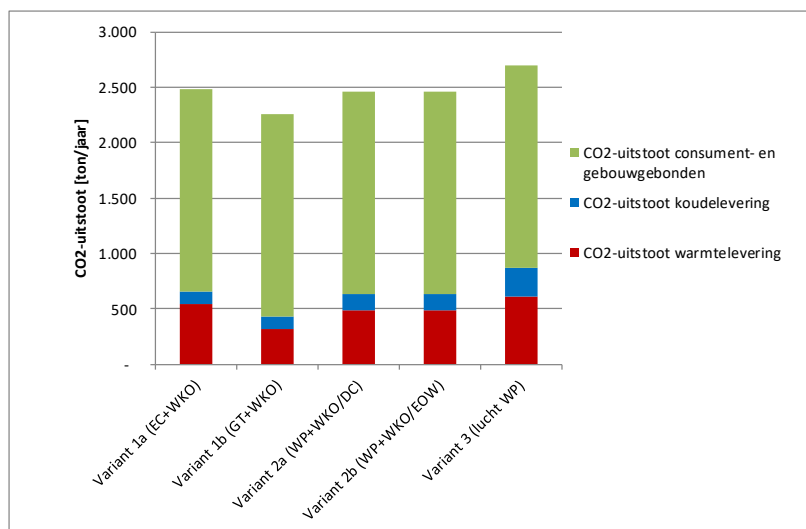


Uit het figuur kan worden geconcludeerd dat de variant met geothermie en WKO (variant 1b) tot de laagste TCO leidt. Hierbij dient echter te worden opgemerkt dat deze techniek gepaard gaat met relatief grote (financiële) risico's tijdens de aanleg en exploitatie. Daarnaast is deze techniek pas rendabel in te zetten bij een aanzienlijke afzet van warmte. Zodoende dient deze techniek meer beschouwd te worden als een mogelijkheid om het huidige stadswarmtenet verder te verduurzamen. Na de variant met geothermie scoren de varianten met WKO en bodemgekoppelde warmtepompen (variant 2a/2b) en lucht/water warmtepompen relatief gunstig opgevolgd door de variant met warmte uit de Diemercentrale en koude uit WKO (variant 1a).

Duurzaamheid

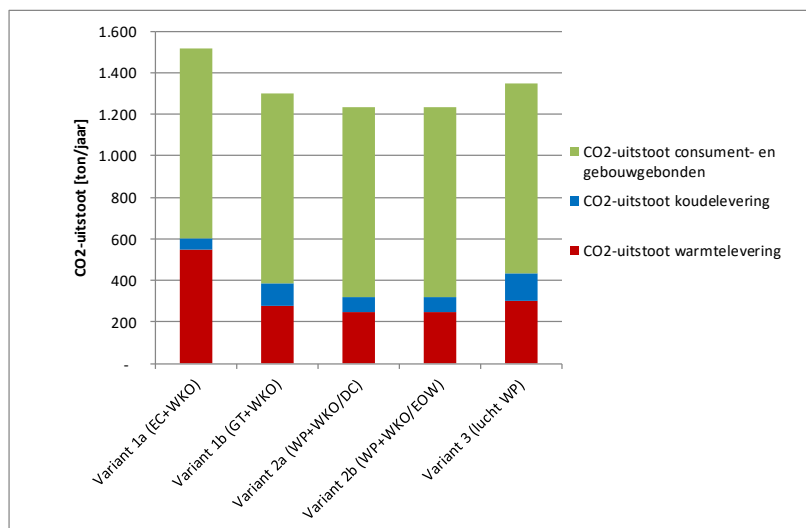
De duurzaamheid van de onderzochte varianten is in beeld gebracht aan de hand van de uitstoot van CO₂. De resultaten hiervan zijn weergegeven in onderstaand figuur. De opwekking van groene stroom binnen het plangebied door middel van PV-panelen is reeds verdisconteerd in de weergegeven CO₂-uitstoot. Uitgangspunt is verder dat het restant wordt ingevuld met grijze stroom uitgaande van de energiemix NL in 2020.

Figuur 2 | Duurzaamheid varianten (uitstoot CO₂ per jaar): 100% grijze stroom (energiemix NL 2020)



Tevens is gekeken naar de CO₂-uitstoot van de varianten indien 50% van de benodigde stroom wordt verduurzaamd met groene stroom. In dit geval ziet de uitstoot er uit zoals weergegeven in figuur 3.

Figuur 3 | Duurzaamheid varianten (uitstoot CO₂ per jaar): 50% grijze stroom (energiemix NL 2020) en 50% groene stroom



In het scenario met 100% grijze stroom scoort de variant met geothermie in combinatie met WKO (variant 1b) het beste. Echter in het scenario waarbij 50% van de stroom wordt verduurzaamd scoren de varianten met WKO en warmtepompen (variant 2a/2b) het gunstigst. De variant met de Diermer Centrale scoort minder goed vanwege de relatief lage EOR (rendement) van 155% van de centrale. Hierbij is het gasverbruik van deze centrale lastiger/niet te verduurzamen. Ook de variant met de lucht/water warmtepompen scoren op het vlak van duurzaamheid slecht vanwege het lage opwekkingsrendement van deze techniek.

Daarnaast nog de volgende twee kanttekeningen ten aanzien van de duurzaamheid van de onderzochte technieken:

- Om de ambitie “een gasloze stad” in 2050 te kunnen halen, zullen in de toekomst de beschikbare duurzame energiebronnen zo efficiënt mogelijk ingezet moeten worden. De vraag is of de hoge temperatuur stadswarmte (variant 1a/1b) daarbij ingezet moet worden voor nieuwbouwontwikkelingen, die juist goed geschikt zijn voor toepassing van lage temperatuur warmte, terwijl een groot deel van de bestaande bouw juist behoefte heeft aan hoge temperatuur warmte. Binnen de gemeente Amsterdam staat de toepassing van hoge temperatuur stadswarmte voor nieuwbouwontwikkelingen ter discussie.
- De duurzaamheid van de all-electric varianten is gebaseerd op de huidige landelijk gemiddelde emissiefactoren voor elektriciteitsopwekking. De overheid streeft naar een energieneutrale energievoorziening in 2050. Dit zal betekenen dat door de groei van het aandeel hernieuwbare energie in de landelijke elektriciteitsopwekking, de duurzaamheid van all-electric varianten in de toekomst zal gaan toenemen. Op projectniveau is het nu al mogelijk om met behulp van lokale opwekking van hernieuwbare elektriciteit tot volledig energieneutrale en CO₂-vrije warmte- en koudeopwekking te komen.

Flexibiliteit

Aan de westzijde van de Weespertrekvaart ligt een leiding van het warmtenet. Koppeling van de nieuwbouwontwikkelingen binnen de Weespertrekvaart op het stadswarmtenet lijkt hiermee mogelijk. In overleg met Nuon dient echter nader onderzocht te worden of de betreffende leiding voldoende (over)capaciteit heeft om alle gebouwen van warmte te voorzien. Daarnaast vormt de flexibiliteit van stadswarmte een aandachtspunt aangezien binnen het plangebied nog geen fijnmazige infrastructuur aanwezig is. Reeds in een vroeg stadium van de planrealisatie zal het warmtenet op de eindsituatie aangelegd dienen te worden.

Voor WKO kan onderscheid gemaakt worden in individuele WKO systemen en een collectief WKO net.

- Individuele WKO's zijn goed faseerbaar aan te leggen en kunnen onafhankelijk van andere ontwikkelingen worden gerealiseerd. Een aandachtspunt hierbij is dat dit kan leiden tot wildgroei van WKO systemen in het gebied, waardoor systemen elkaar negatief kunnen beïnvloeden. Om dit te voorkomen is regie op de ondergrond noodzakelijk, bijvoorbeeld door het vaststellen van een bodemenergieplan.
- Bij collectieve WKO is de flexibiliteit een belangrijk aandachtspunt. Met name de infrastructuur (lage temperatuur warmte-/koudenet) dient uitgelegd te worden op de eindsituatie, waarbij voorinvesteringen onvermijdelijk zijn. De te installeren techniek in de gebouwen kunnen goed meelopen in de ontwikkeling daarvan. Het is ook mogelijk om individuele WKO systemen in een later stadium te koppelen tot een collectief net. Dit stelt eisen aan de individuele WKO systemen en mogelijk ook aan de eigendomsverhoudingen van de WKO systemen. Daarbij heeft het de voorkeur dat alle WKO systemen in het gebied in eigendom en beheer zijn van één partij zodat de systemen optimaal op elkaar kunnen worden afgestemd.

Individuele lucht/waterwarmtepompen kunnen uitstekend meelopen in de ontwikkeling van de gebouwen. Een aandachtspunt hierbij is een eventuele verzwarende van het elektriciteitsnet, aangezien lucht/waterwarmtepompen bij zeer lage buitentemperaturen het elektriciteitsnet zwaar belasten.

Ruimtelijke inpasbaarheid

Variant 1a/1b

De variant met stadswarmte (Diemer Centrale/geothermie) en WKO vergt uitpandig relatief veel ruimte. Er dient een separaat warmte- en koudenet te worden aangelegd (minimaal 4 leidingen), overdracht stations voor de stadswarmte en technische ruimten en bronnen voor de WKO. Tevens dient rekening te worden gehouden met 2 leidingen voor de regeneratievoorziening en de voorziening zelf (in-/uitstroomvoorziening in het oppervlaktewater of uitkoppeling bij data center).

Inpandig in de woningen/utiliteit is de benodigde ruimte beperkt, omdat er buiten de afleversets geen aanvullende techniek (bijvoorbeeld boilervaten voor warm tapwaterbereiding) op woningniveau nodig zijn.

Variant 2a/2b

De varianten met WKO en warmtepompen hebben minder impact op het uitpandig ruimtegebruik, omdat het distributienet voor warmte en koude gecombineerd kan worden (totaal 2 leidingen). Inpandig is het ruimtegebruik relatief groot vanwege de benodigde opstellingsruimte voor de warmtepompen in de gebouwen en eventueel aanvullende apparatuur voor het verwarmen van warm tapwater. Dit kan op woningniveau (warmtepompboiler) ingepast worden, maar ook collectief voor meerdere woningen (warm tapwater circulatienet). Voor het ontwerp van de woningen dient hiermee rekening te worden gehouden. Opgemerkt dient te worden dat bovenstaande aandachtspunten goed meegenomen kunnen worden in het ontwerptraject, waardoor de impact in de praktijk vrij beperkt is.

Variant 3

Bij luchtwaterwarmtepompen dient rekening te worden gehouden met een ruimtebeslag voor het plaatsen van de binnenunit (warmtepomp en boilervat voor warm tapwater). Voor het ontwerp van de woningen dient hiermee rekening te worden gehouden. Het grootste aandachtspunt bij toepassing van lucht/water warmtepompen is het plaatsen van de buitenunits. Deze apparatuur vergt de nodige ruimte, bijvoorbeeld op het dak van het gebouw. Daarnaast produceren de units geluid, als gevolg van de ventilatoren in deze units. Gebruik van het dakoppervlak voor het plaatsen van de buitenunits verdringt het beschikbare dakoppervlak voor andere functies, zoals bijvoorbeeld groene daken, zonnepanelen, waterberging of dakterrassen.

Beschikbaarheid potentieel duurzame bronnen

Variant 1a/1b

De beschikbare capaciteit en mogelijkheden voor verdere verduurzaming van de Diemer Centrale is nog niet concreet in beeld en dient in overleg met Nuon nader te worden bepaald. Ten aanzien van de toepassing van geothermie is gebleken dat de ondergrond ter hoogte van de Weespertrekvaart niet geschikt is voor deze techniek. De mogelijkheden van geothermie elders in Amsterdam dient door middel een geologisch onderzoek nader in kaart te worden gebracht.

Variant 2a/2b

Het potentieel van WKO (warmte en koude), energie uit oppervlaktewater (warmte en koude) en het data center (warmte) is voldoende groot om in de vraag te voorzien. Bij WKO vormen de onderzochte belangen een aandachtspunt bij de inpassing van de bronnen. Daarnaast dient rekening te worden gehouden dat de beoogde WKO voor het Bajes Kwartier een behoorlijke impact kan hebben op de mogelijkheden van WKO voor Weespertrekvaart midden en Oost vanwege mogelijke negatieve thermische interferentie.

Variant 3

De energie in de buitenlucht als voeding voor de lucht/water warmtepompen is voldoende aanwezig om in de energievraag te voorzien. Hierbij dient echter wel te worden gerealiseerd dat het gebruik van de warmtepompen als koelmachine in de zomerperiode, bijdraagt aan het creëren van het stedelijk hitte-eiland effect. Tijdens de warme zomerperiode en de koude winterperiode zal een substantieel deel van de benodigde input voor de lucht/water warmtepompen afkomstig zijn van het elektriciteitsnet.

3.3

Voorkeursvariant

Op basis van de afwegingscriteria en de daaruit volgende overwegingen sluit variant 2a/2b met WKO en warmtepompen het meest aan op de afwegingscriteria. Doorslaggevend hierbij zijn de volgende voordelen/eigenschappen:

- De variant met WKO en warmtepompen scoort zowel op het financiële als het milieutechnische vlak goed, waarbij een goede balans is tussen kosteneffectiviteit en CO₂-uitstoot. Daarnaast is de resterende behoefte aan elektriciteit bij deze variant eenvoudiger te verduurzamen dan gas.
- Door uit te gaan van lage temperatuur warmte bij nieuwbouwontwikkelingen blijft hoogwaardige stadswarmte beschikbaar voor inzet in gebieden die niet met lage temperatuur verwarmd kunnen worden, zoals de bestaande bouw in de stad die nu nog op aardgas is aangesloten.
- Door toepassing van WKO kan naast warmte ook koude worden geleverd, zonder dat daarvoor een separate voorziening/distributienet voor hoeft te worden aangelegd. Hiermee scoort deze variant gunstig op het vlak van inpasbaarheid. Levering van koude sluit aan op de verwachting dat in de toekomst de behoefte aan koude in de nieuwbouw woningbouw alleen maar zal gaan toenemen.
- Het potentieel van deze duurzame bronnen is meer dan voldoende om in de verwachte energievraag binnen het plangebied te voldoen.

Het gebruik van warmte/koude uit het nabijgelegen oppervlaktewater dan wel warmte uit het data center dient in een vervolgstadium nader te worden afgewogen. Ook de mate van collectiviteit van de WKO zal nader uitgewerkt moeten worden. Gezien de beperkt beschikbare ruimte voor de inpassing van de bronnen heeft een collectief WKO-systeem naar verwachting de voorkeur. Daarnaast ligt het voor de hand om de warmte en/of koude-uitkoppeling uit het oppervlaktewater/data center en het hieraan gekoppelde distributienet collectief aan te leggen en te exploiteren.

4

AANBEVELINGEN VERVOLGTRAJECT

Op basis van de resultaten van het onderzoek worden de volgende aanbevelingen gedaan voor het vervolgtraject:

- Nadere afstemming met de ontwikkelende partijen van het Bajes Kwartier ten aanzien van de toepassing van WKO. Van belang hierbij is om in ieder geval de bronlocaties voor het Bajes Kwartier en voor Weespertrekvaart midden en oost op elkaar af te stemmen. Daarnaast dient

nader gekeken te worden naar de (on)mogelijkheden en meerwaarde van samenwerking op dit vlak (o.a. schaalvoordeel, minder leidingwerk, etc.).

- Er dient nader onderzoek te worden verricht naar de inpassingsmogelijkheden van de bronnen binnen de midden en oost strook. Op basis hiervan kan de haalbaarheid van meerdere individuele WKO-systemen dan wel één collectief WKO-systeem nader worden bepaald.
 - Indien er geen collectief WKO-systeem wordt gefaciliteerd is het sterk aan te bevelen om een bodemenergieplan op te stellen. Hiermee kunnen voorwaarden worden gesteld aan de aanleg en inpassing van de individuele WKO-systemen zodat optimaal gebruik kan worden gemaakt van het beschikbare potentieel aan bodemenergie.
 - In het geval er wel een collectief WKO-systeem wordt voorzien, wordt het aanbevolen om een aansluitverplichting op het collectieve systeem te voorzien in het kader van een nader uit te werken Warmteplan voor het gehele plangebied.
- De mogelijkheden voor de benutting van restwarmte uit het data center dienen nader te worden verkend in overleg met de betreffende eigenaar. Hierbij is het van belang om na te gaan of er harde garanties gegeven kunnen worden voor het beschikbaar stellen van de restwarmte (leveringsvoorwaarden en termijn) en welke kosten gemoeid zijn met de uitkoppeling van de restwarmte.
- De juridische mogelijkheden voor het onttrekken van warmte/koude uit het nabijgelegen oppervlaktewater dienen in overleg met het bevoegd gezag nader te worden bepaald. De investerings- en exploitatiekosten voor oppervlaktewatersysteem dienen hierbij meer in detail inzichtelijk te worden gemaakt en te worden afgewogen met de kosten voor de uitkoppeling van warmte bij het data center.
- Het heeft de voorkeur om in ieder geval de warmte uit het oppervlaktewater/data center collectief te faciliteren. Het ligt niet voor de hand om vanuit individuele gebouwen meerdere koppelingen met het oppervlaktewater of het data center te maken. De gemeente Amsterdam is hierbij de aangewezen partij om dit te initiëren. De gemeente kan de aanleg en beheer van de infrastructuur indien gewenst onderbrengen bij een onafhankelijke netbeheerder, zoals Alliant DGO. De gemeente kan daarin nog een stap verder gaan door ook een collectieve WKO daarin mee te nemen, waarmee de gemeente alle transport en opslagfaciliteiten ten aanzien van de energievoorziening aanbiedt aan de vastgoedpartijen.
- Voor de twee te ontwikkelen scholen, welke vooruit lopen op de overige ontwikkelingen, zullen op korte termijn de mogelijkheden van individuele WKO-systemen bepaald moeten worden. Hierbij heeft het de voorkeur om eisen aan het ontwerp van de systemen te stellen zodat deze eventueel in een later stadium gekoppeld kunnen worden aan een collectief WKO-systeem.

BIJLAGE 1 - RESULTATEN ONDERZOEK

Weespertrekvaart Midden & Oost Amsterdam

Resultaten studie energievarianten

IF Technology, 20 april 2018



Inhoud

- Inleiding
- Bouwprogramma en energiebehoefte
- Varianten
- Resultaten uitwerking technieken
- Toelichting uitwerking varianten
- Resultaten milieu
- Resultaten financieel
- Impact ruimtebeslag
- Overige aspecten en conclusies

Inleiding: doelstelling studie

De studie dient invulling te geven aan de volgende aspecten:

- inzicht verkrijgen in de toepassingsmogelijkheden van verschillende vormen van duurzame energie;
- input geven aan ontwikkelstrategie van de Weespertrekvaart midden en oost;
- bepalen gebruik en invulling van Warmteplannen binnen het projectgebied.

Inleiding: Plan van Aanpak

Afweging technieken aan de hand van rekenmodel HavenStad. Model wordt hiertoe uitgebreid met een aantal nieuwe technieken/energiebronnen:

- Data Center Digital Realty
- Diemer Centrale
- Luchtwarmtepompen (all-electric)

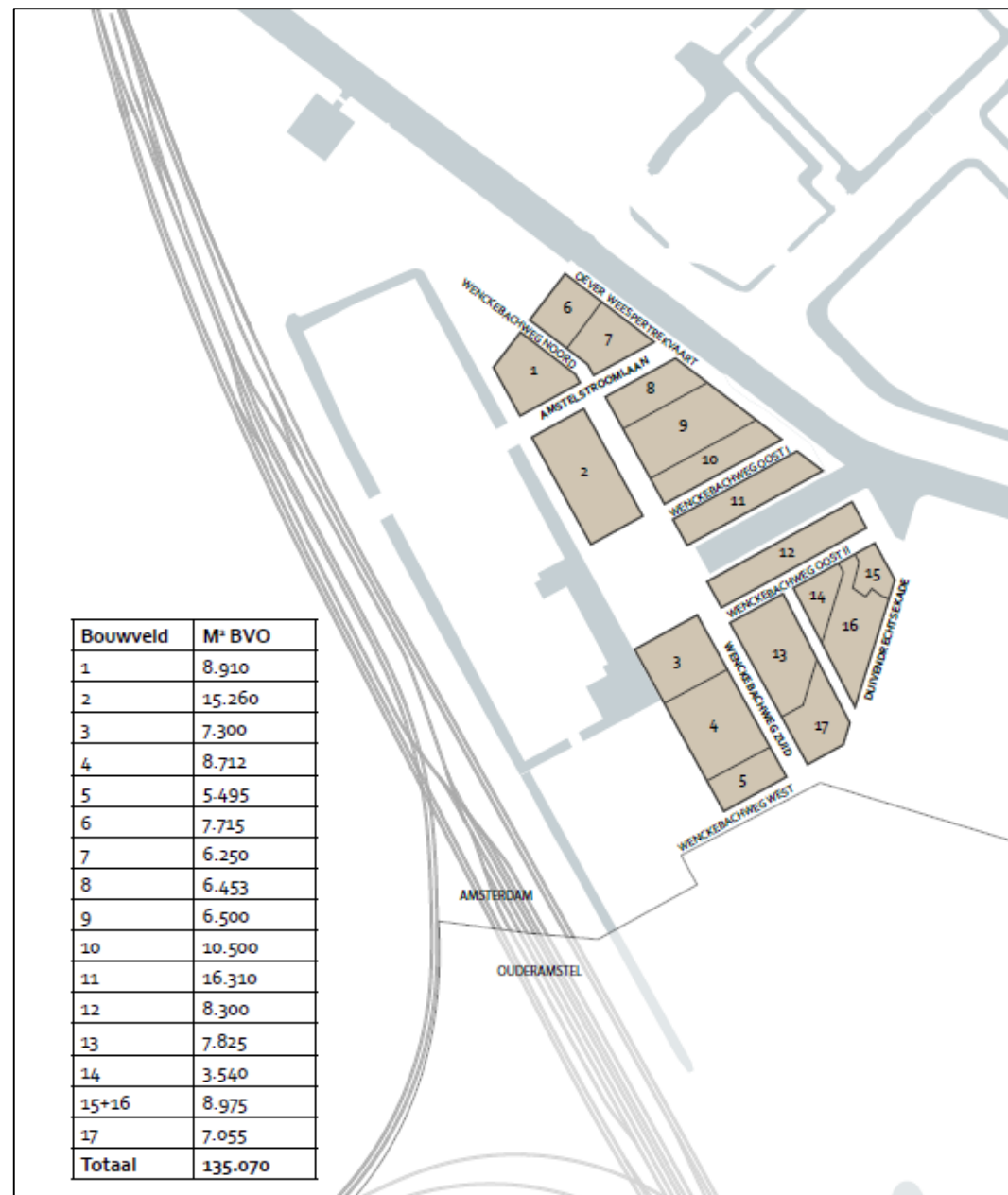
Bouwprogramma & energiebehoefte

deelgebieden	fase	oppervlak terrein	totaal m2 bvo	wonen [m2 bvo]	niet-wonen [m2 bvo]
Studentenstrook (midden)	1 (investeringsbesluit)	39.540	47.500	38.000	9.500
Bedrijvenstrook (oost)	2 (projectbesluit)	65.920	102.500	82.000	20.500
Totaal Haven-Stad		105.460	150.000	120.000	30.000

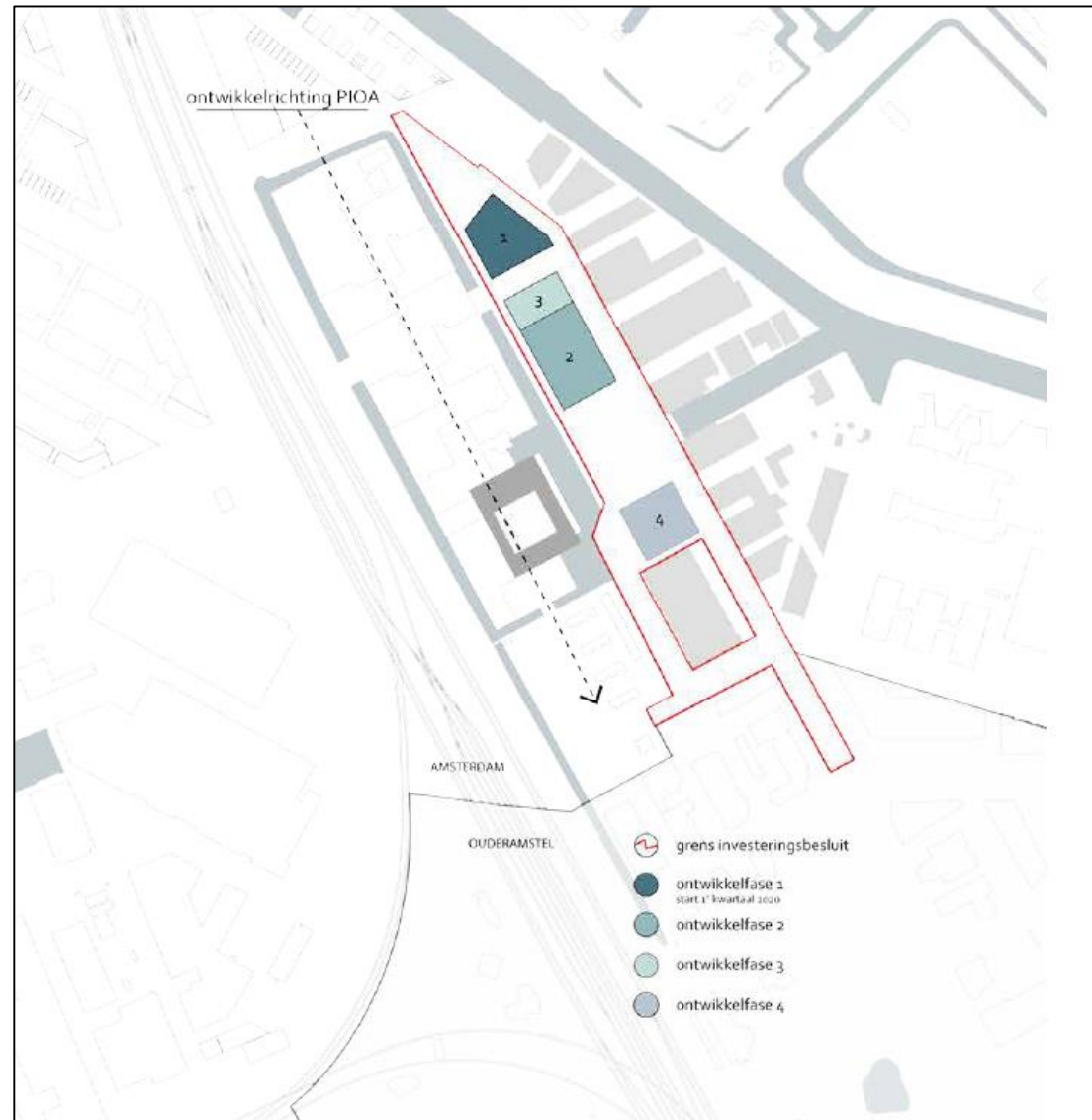
Uitgangspunten bouwprogramma en energieverbruik:

- Concept Stedenbouwkundig plan Weespertrekvaart 9 mei 2017 (maximaal scenario)
- Fasering: 2020 -2030
- FSI: 1,4
- verhouding wonen/niet wonen: 80/20%
- EPC 60% lager dan landelijke norm (EPC wonen 0,15)
- Kengetallen energieverbruik (landelijke norm - 60%) conform:
 - Database omgevingsdienst NZKG
 - Verificatie op basis van Uniforme Maatlat (RVO, versie 4.01)

Bouwprogramma (minimaal scenario)



Ontwikkelstrategie



Energiebehoefte: kengetallen energieverbruik

Gehanteerde kengetallen (op basis van database omgevingsdienst NZKG):

	ruimte- verwarming	tapwater	koude	elektr. gebouw- gebonden	elektr. cons. gebonden
wonen	15,0	11,0	10,0	10,0	20,0
niet-wonen (gemiddeld)	12,4	0,0	30,1	42,9/2	42,9/2

- niet-wonen gemiddelde van supermarkt (5%), school (23%), detailhandel (40%), kantoren (23%), horeca (9%), zorg (0%)
- kengetallen in kWh per m2 bvo

Energiebehoefte: totalen energie

	ruimteverwarming		tapwater	
Deelgebieden	wonen [GWht]	niet-wonen [GWht]	wonen [GWht]	niet-wonen [GWht]
Studentenstrook	0,6	0,1	0,4	0,0
Bedrijvenstrook	1,2	0,3	0,9	0,0
Totaal Haven-Stad	1,8	0,4	1,3	0,0

	koude		elektr. gebouwgebonden		elektr. cons. gebonden	
Deelgebieden	wonen [GWht]	niet-wonen [GWht]	wonen [GWhe]	niet-wonen [GWhe]	wonen [GWhe]	niet-wonen [GWhe]
Studentenstrook	0,4	0,3	0,4	0,2	0,8	0,2
Bedrijvenstrook	0,8	0,6	0,8	0,4	1,6	0,4
Totaal Haven-Stad	1,2	0,9	1,2	0,6	2,4	0,6

Energiebehoefte: kengetallen vermogen

Gehanteerde kengetallen (op basis van database omgevingsdienst NZKG):

	ruimteverwarming/tapwater	koude
wonen	26,3	15
niet-wonen (gemiddeld)	30	35

- kengetallen in W/m² bvo
- Inclusief gelijktijdigheid van 75% voor warmtelevering (bij wonen)

Energiebehoefte: totalen vermogen

	ruimteverwarming/tapwater		
<u>Deelgebieden</u>	wonen [MW]	niet-wonen [MW]	totaal [MW]
Studentenstrook	1,0	0,3	1,3
Bedrijvenstrook	2,2	0,6	2,8
Totaal Haven-Stad	3,2	0,9	4,1

	koude		
<u>Deelgebieden</u>	wonen [MW]	niet-wonen [MW]	totaal [MW]
Studentenstrook	0,6	0,3	0,9
Bedrijvenstrook	1,2	0,7	1,9
Totaal Haven-Stad	1,8	1,1	2,9

Varianten: afwegingskader

Afwegingskader varianten:

- duurzaamheid
- betaalbaarheid (TCO over 30 jaar)
- faseerbaarheid (compatibiliteit)
- ruimtelijke inpasbaarheid
- beschikbaarheid potentieel duurzame bronnen

Varianten

Variant 1: warmte *extern* (MWT-net: 70/40° C) / koude *lokaal*

- 1a: Diemer Centrale + WKO + Energie uit OppervlakteWater (EOW)
- 1b: Geothermie + WKO + EOW

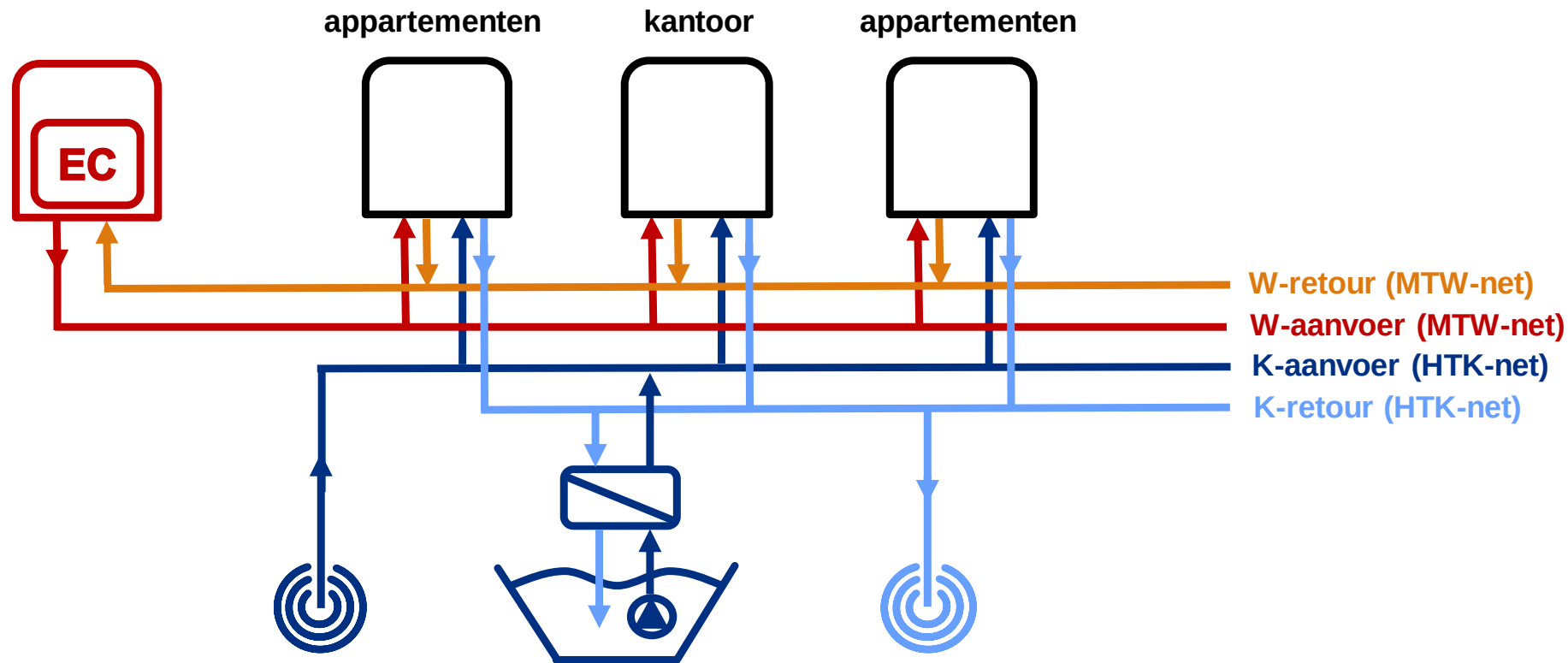
Variant 2: warmte (LTW-net: 50/30° C) en koude *lokaal*

- 2a: WKO + warmtepompen + restwarmte Data Center
- 2b: WKO + warmtepompen + EOW

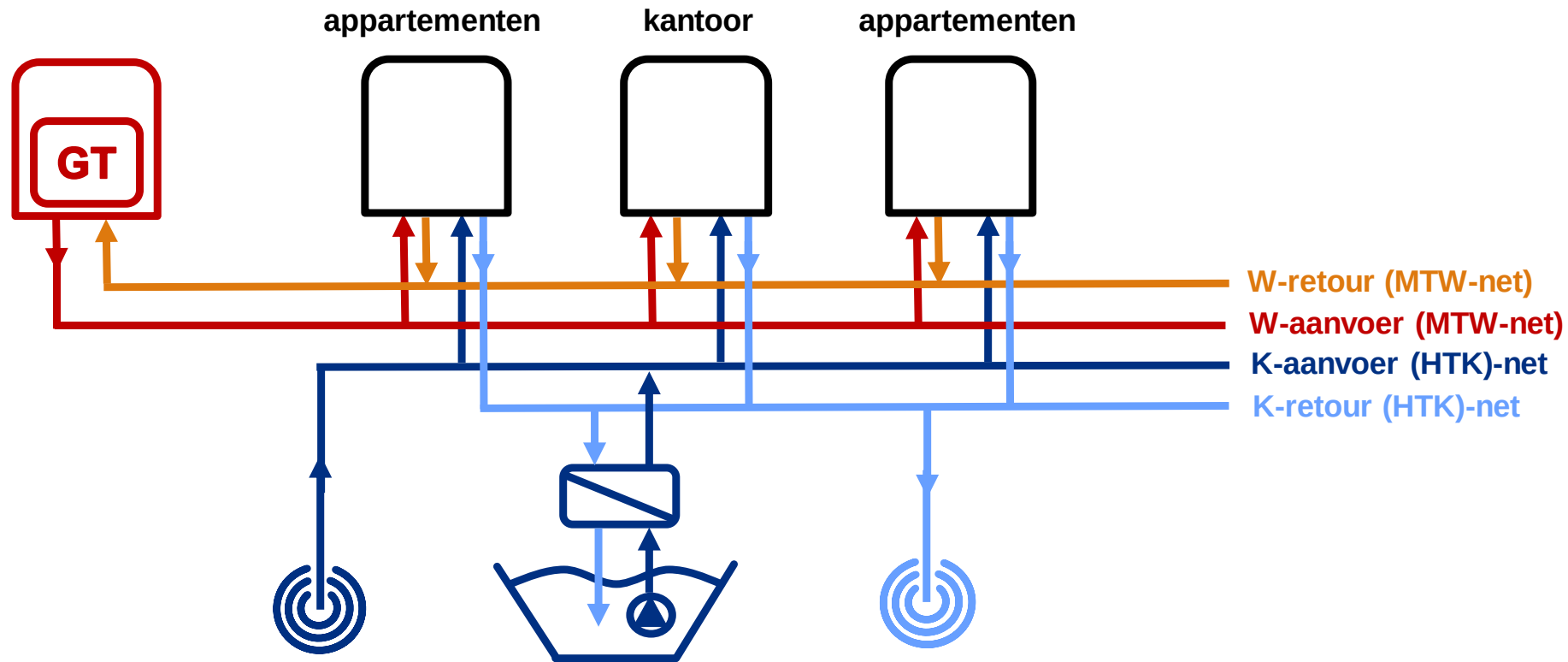
Variant 3: warmte en koude *lokaal*

- Lucht-warmtepompen

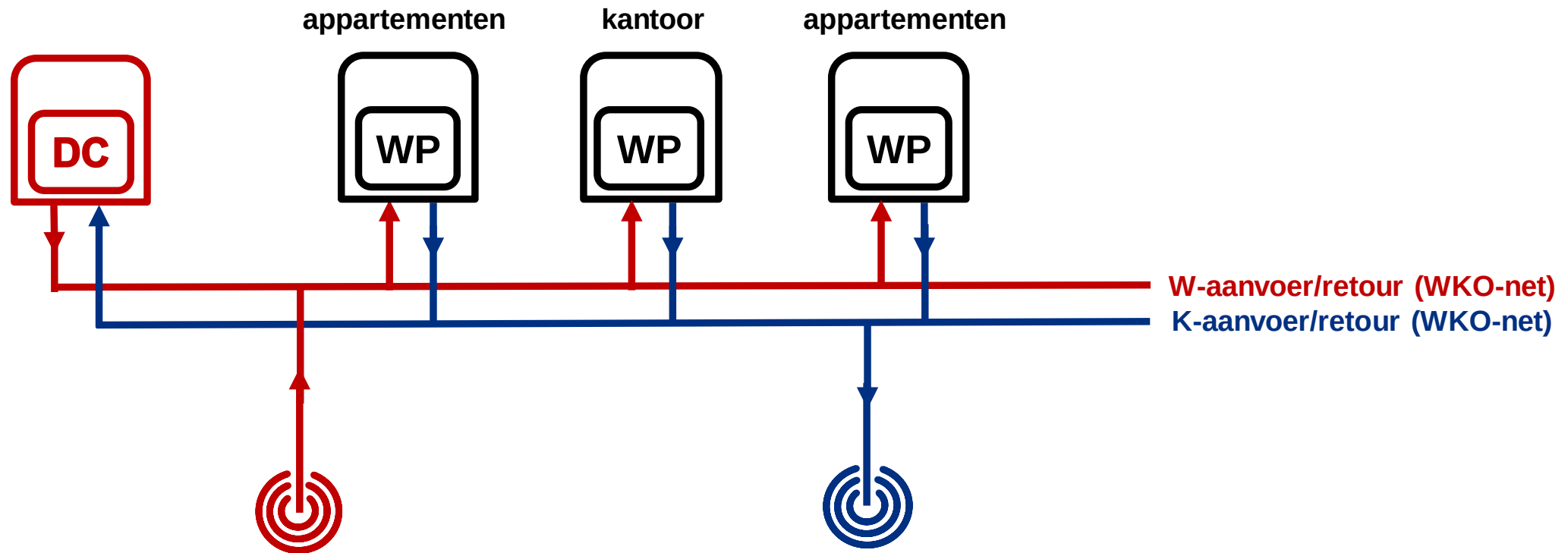
Variant 1a: Diemercentrale (EC) + WKO + EOW



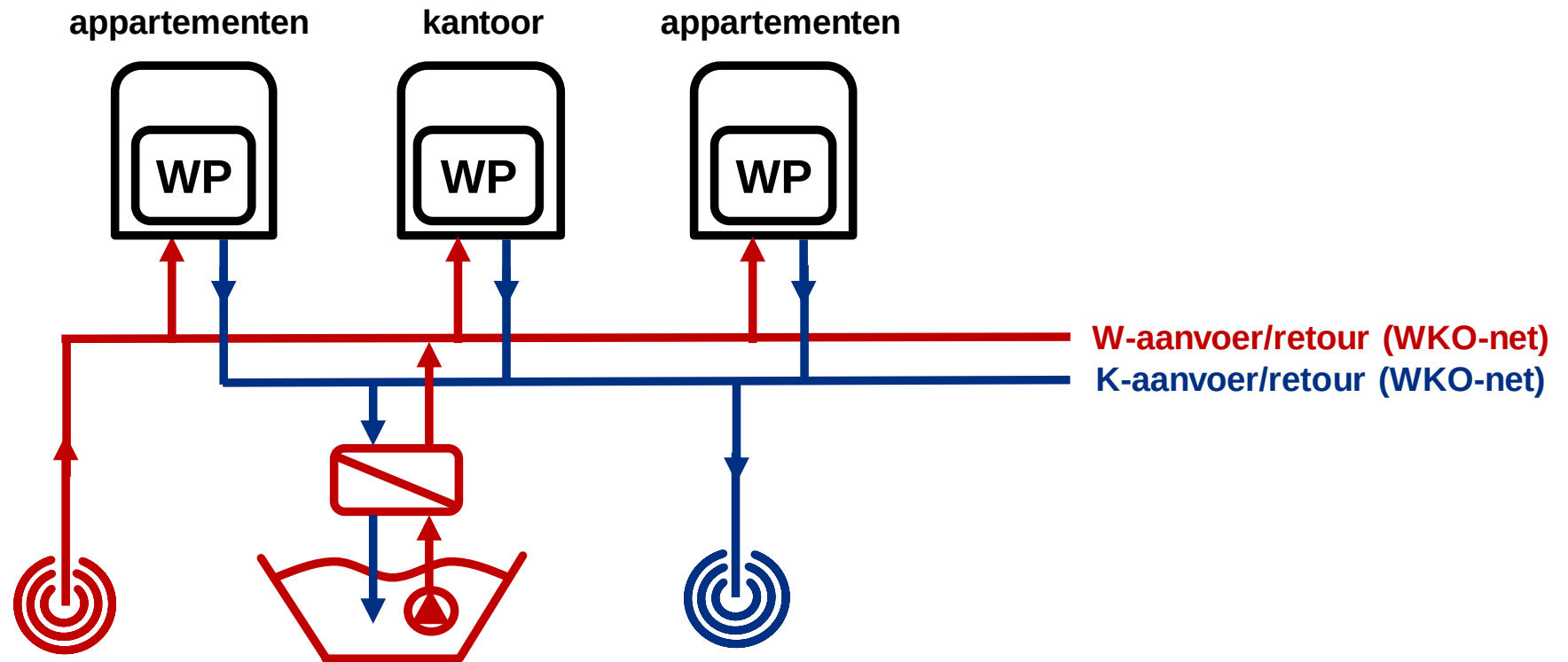
Variant 1b: Geothermie (GT) + WKO + EOW



Variant 2a: WKO + WP + Datacenter (DC)



Variant 2b: WKO + WP + EOW

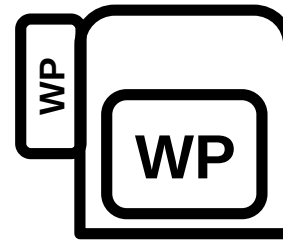
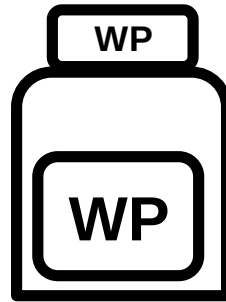
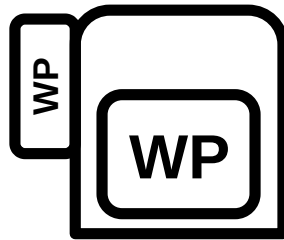


Variant 3: Lucht-WP

appartementen

kantoor

appartementen



Resultaten uitwerking technieken

Diemer Centrale:

- CO2-uitstoot conform kwaliteitsverklaring (EMG NVN 7125) en kengetallen NEN 7125 (2017)
- Aanne dekingsgraad Diemer Centrale in 2030 93% (zie tabel volgende sheet)
- Kosten variant Diemer Centrale bepaald op basis van inkomsten minus gemiddeld rendement
 - Inkomsten: conform tariefblad 'Stadswarmtetarieven 2017 kleinverbruik' van Nuon
 - Gemiddeld rendement (producent + leverancier): conform 'Rendementsmonitor warmteleveranciers', d.d. 6/11/'15 i.o.v. ACM (6,5%)

Resultaten uitwerking technieken

Dekkingsgraad Diemer Central in de tijd (uit kwaliteitsverklaring)

Forfaitaire dekkinggraad Diemen versus prognose Nuon Warmte

Jaar	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Amsterdam Zuidoost (MW)	322	352	366	381	390	399
Almere (MW) Totaal gevraagd	388	390	392	394	396	399
Diemen (MW) Vermogen Diemen	710	742	758	775	787	797
33 + 34 (MW)	420	420	420	420	420	420
Vermogensdekkinggraad Diemen	59%	57%	55%	54%	53%	53%
Forfaitaire dekkinggraad Aandeel	97%	97%	97%	96%	96%	96%
HWC volgens buffermodel	7%	10%	10%	10%	9%	11%

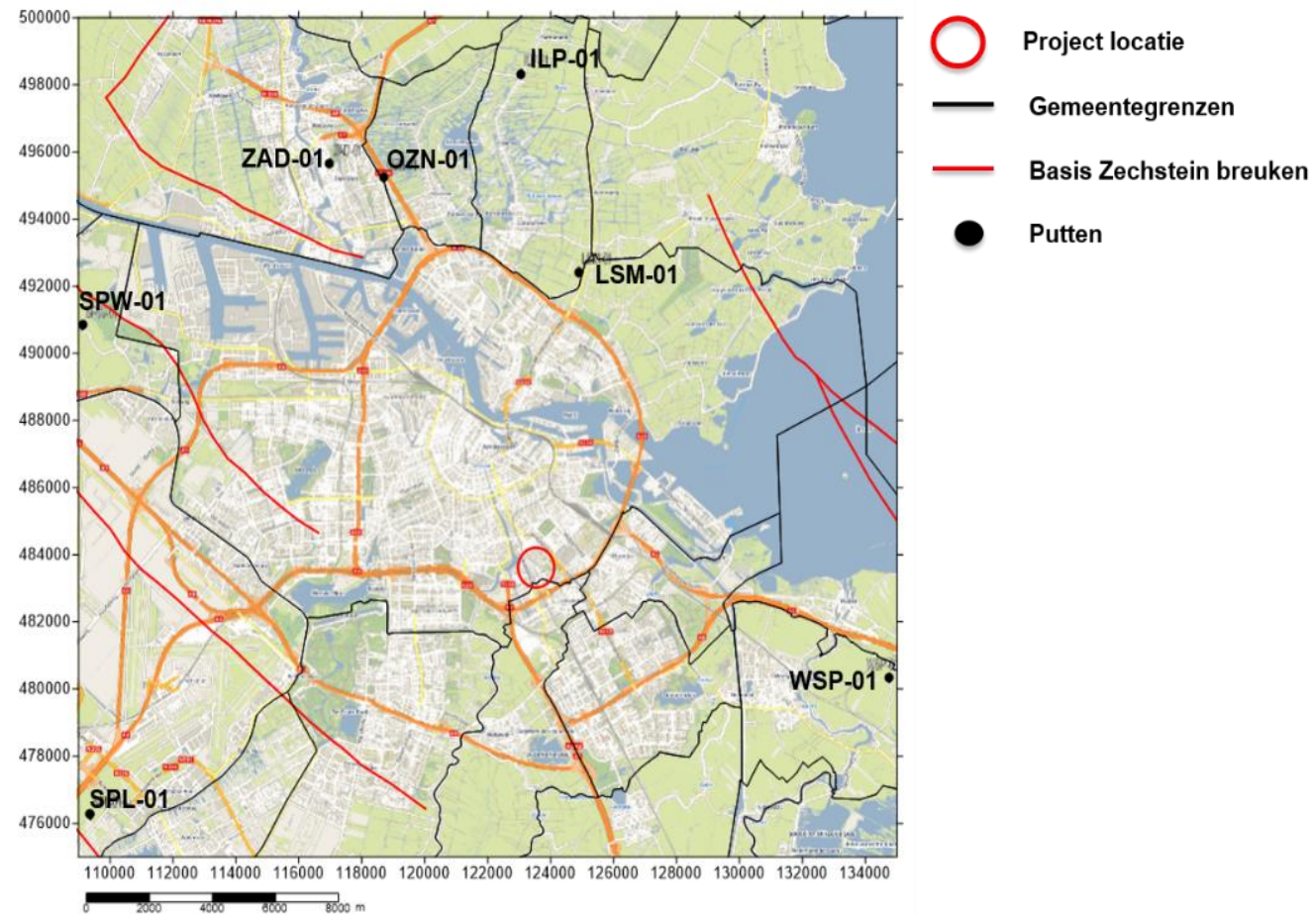
Tabel 1 Dekkinggraad Diemen

Resultaten uitwerking technieken

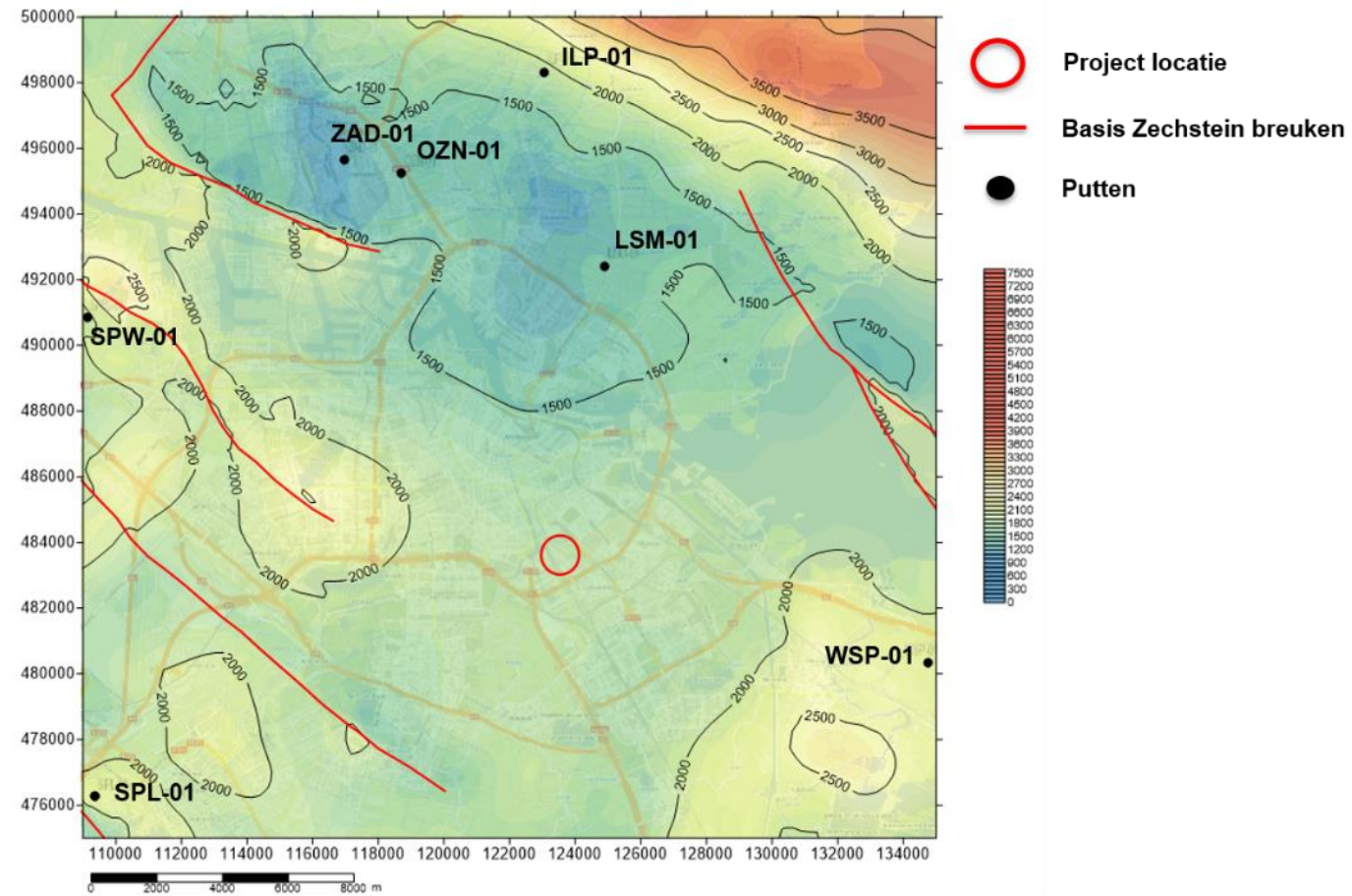
Geothermie:

- Formatie: Slochteren Zandsteen
 - Top formatie op circa 1.800 m diepte (zie figuur)
 - Dikte formatie erg onzeker, inschatting circa 60 m (zie figuur)
 - Temperatuur circa 70°C @ 1.800 m-mv (zie figuur)
 - Verwachting dat geen grote breuklijnen ter hoogte van projectlocatie aanwezig zijn
 - Relatief lage doorlatendheid op locatie (ongeveer 2,5 Dm, zie figuur)
 - Maximaal thermisch vermogen per doublet op basis van bovenstaande aannames circa 1,2 MW
- Toepassing geothermie niet realistisch op de projectlocatie. Echter bestaat wel de mogelijkheid om geothermie elders te realiseren in Amsterdam en in te voeden op het aanwezige warmtenet. Zodoende is deze techniek wel meegenomen in de verdere uitwerking van de varianten.

Overzichtskaart met projectlocatie als rode cirkel en putten in de omgeving in zwart weergegeven

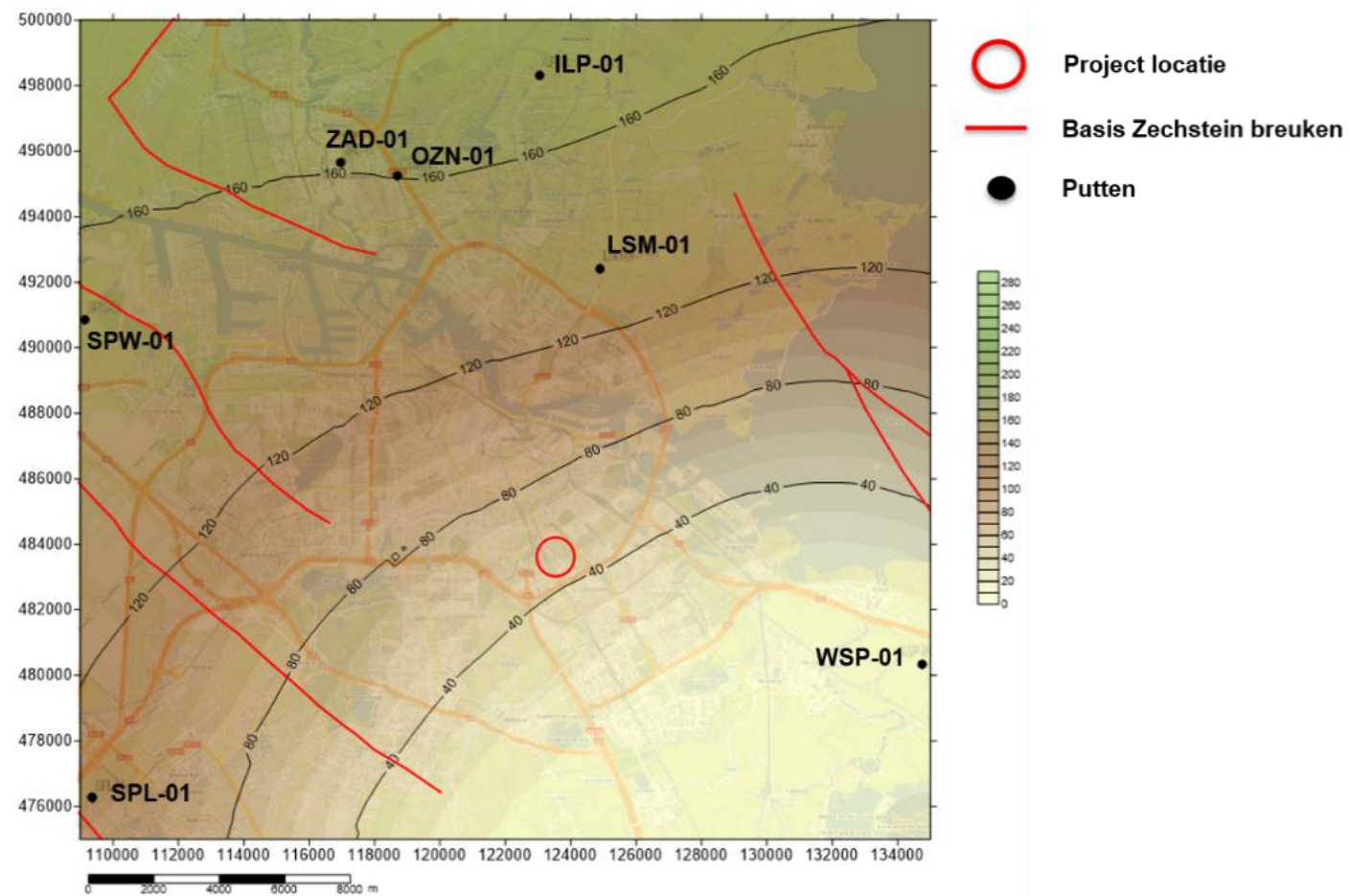


Diepte Top Slochteren Formatie



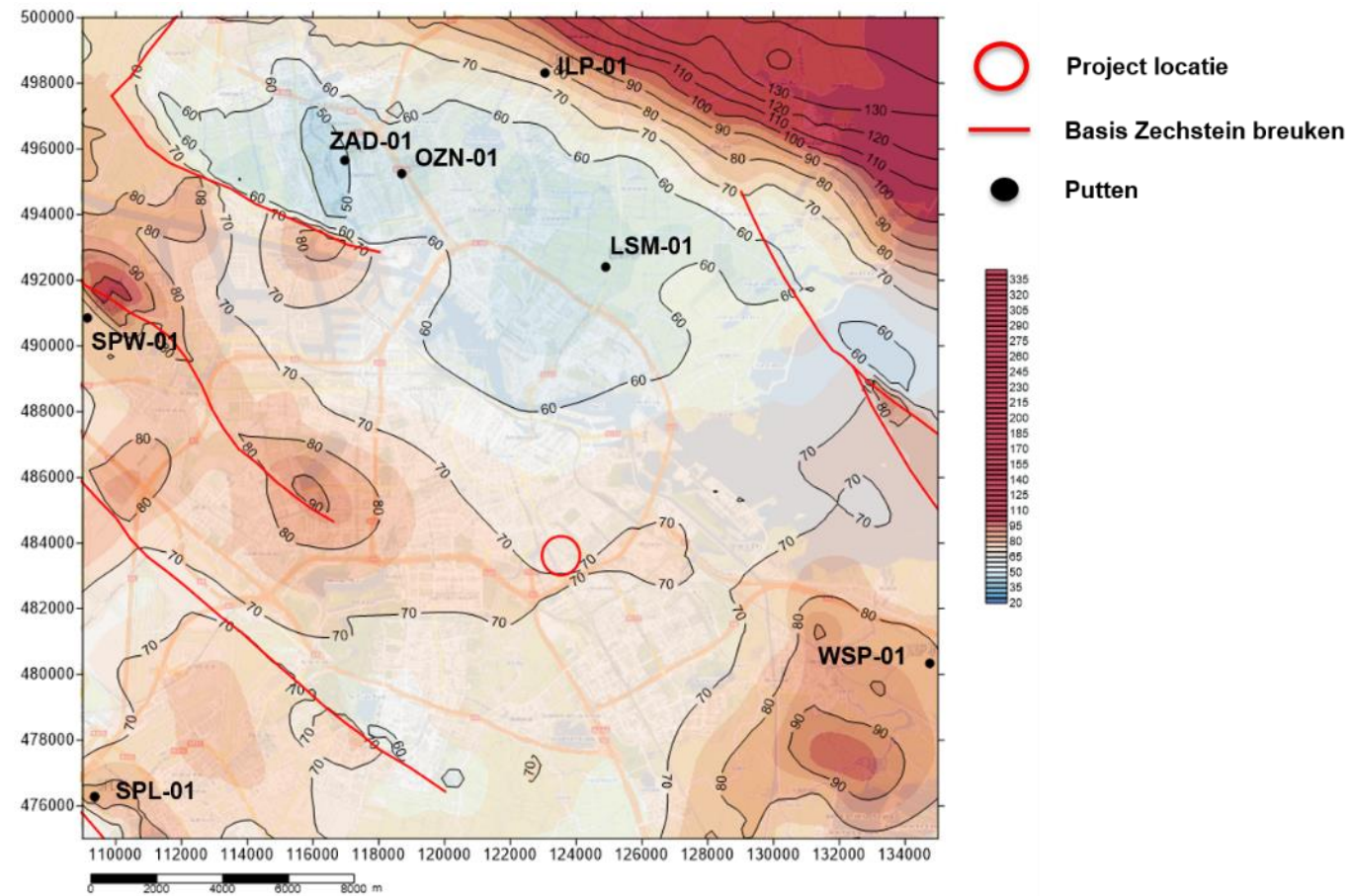
Top formatie op circa 1.800 m diepte

Dikte Slochteren Formatie



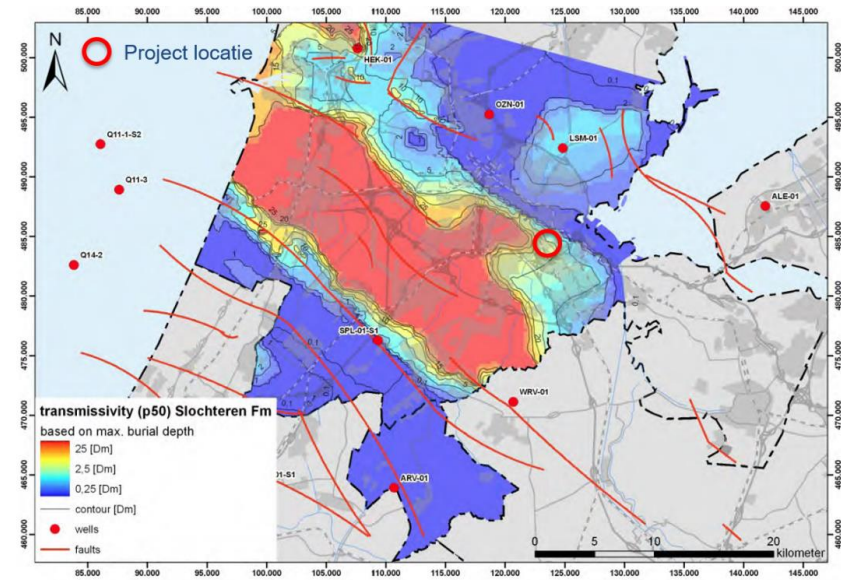
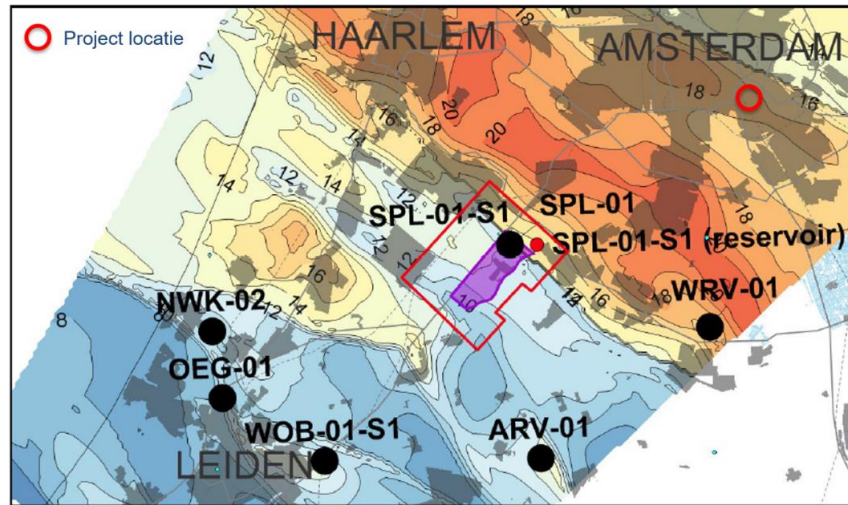
Dikte formatie erg onzeker, inschatting circa 60 m

Temperatuur op de diepte van Top Slochteren Formatie (ThermoGIS)



Temperatuur circa 70°C @ 1.800 m-mv

Gemiddelde porositeit (boven) en doorlatendheid (onder) voor de Slochteren Formatie



Relatief lage doorlatendheid op locatie (ongeveer 2,5 Dm)

Resultaten uitwerking technieken

WKO:

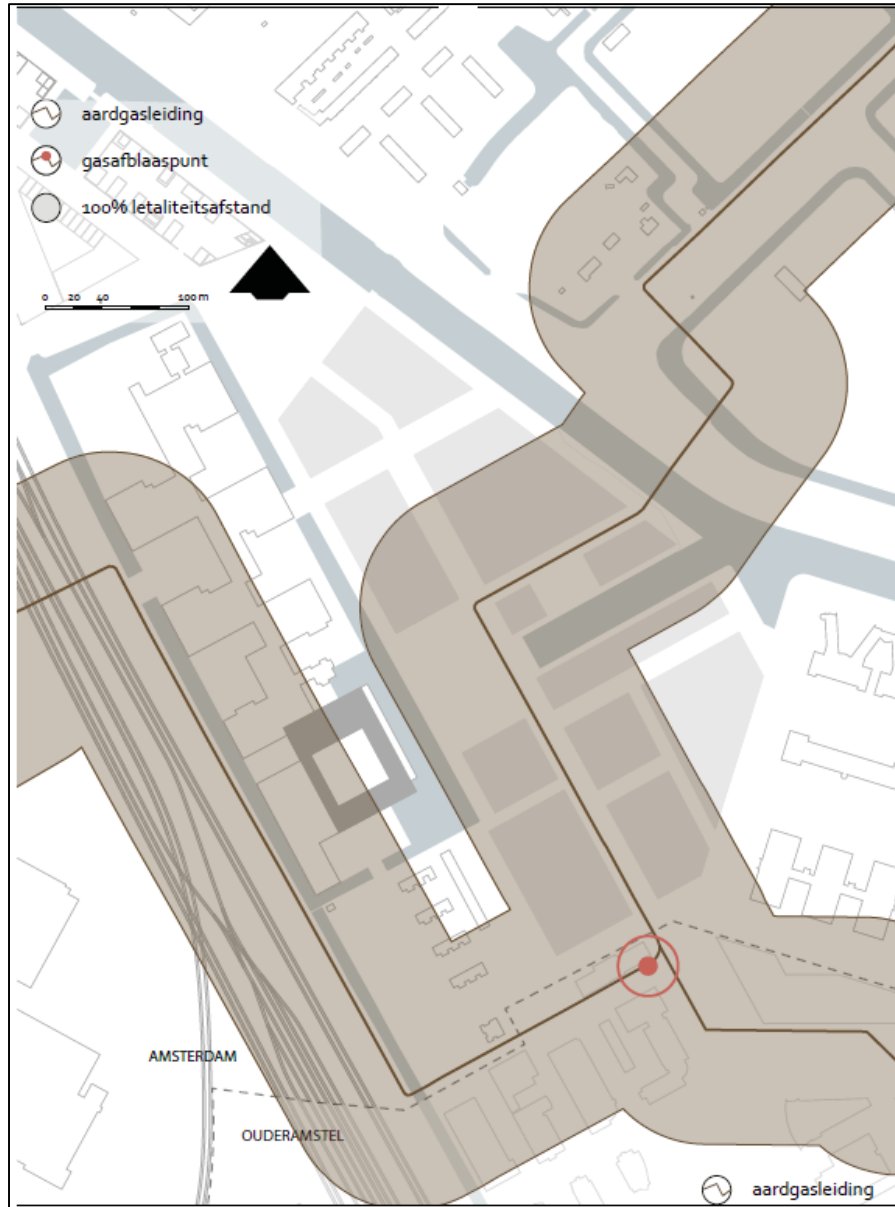
- Geschikt watervoerende pakket: gecombineerd 2^e/3^e pakket (90 - 180 m-mv)
- Maximale capaciteit per doublet: 2,3 MW (250 m³/h @ dT 8°C)
- Rendement conform ontwerp NEN 7125 (EMG)
- Potentieel WKO: 800 MWht/ha/jaar
- Aandachtspunten:
 - Nabijgelegen vergunde/te vergunnen bodemenergiesystemen (waaronder ontwikkeling Bajes Kwartier, zie sheet)
 - Aanwezigheid aardgasleiding (binnen de 8 m belemmeringsstrook mag niet worden gebouwd vanwege onderhoud / vervanging van de aardgasleiding, zie sheet)
 - Bodemverontreinigingen aanwezig aan noordzijde plangebied, bouwveld 6 (zie sheet, vervolgonderzoek noodzakelijk)
 - Locatie beschermingszone en kernzone waterkering (zie sheet)
 - Archeologische verwachting 'hoog' (langs de Weespertrekvaart, zie sheet)

Ligging vergunde open (rode) en gesloten (oranje) systemen



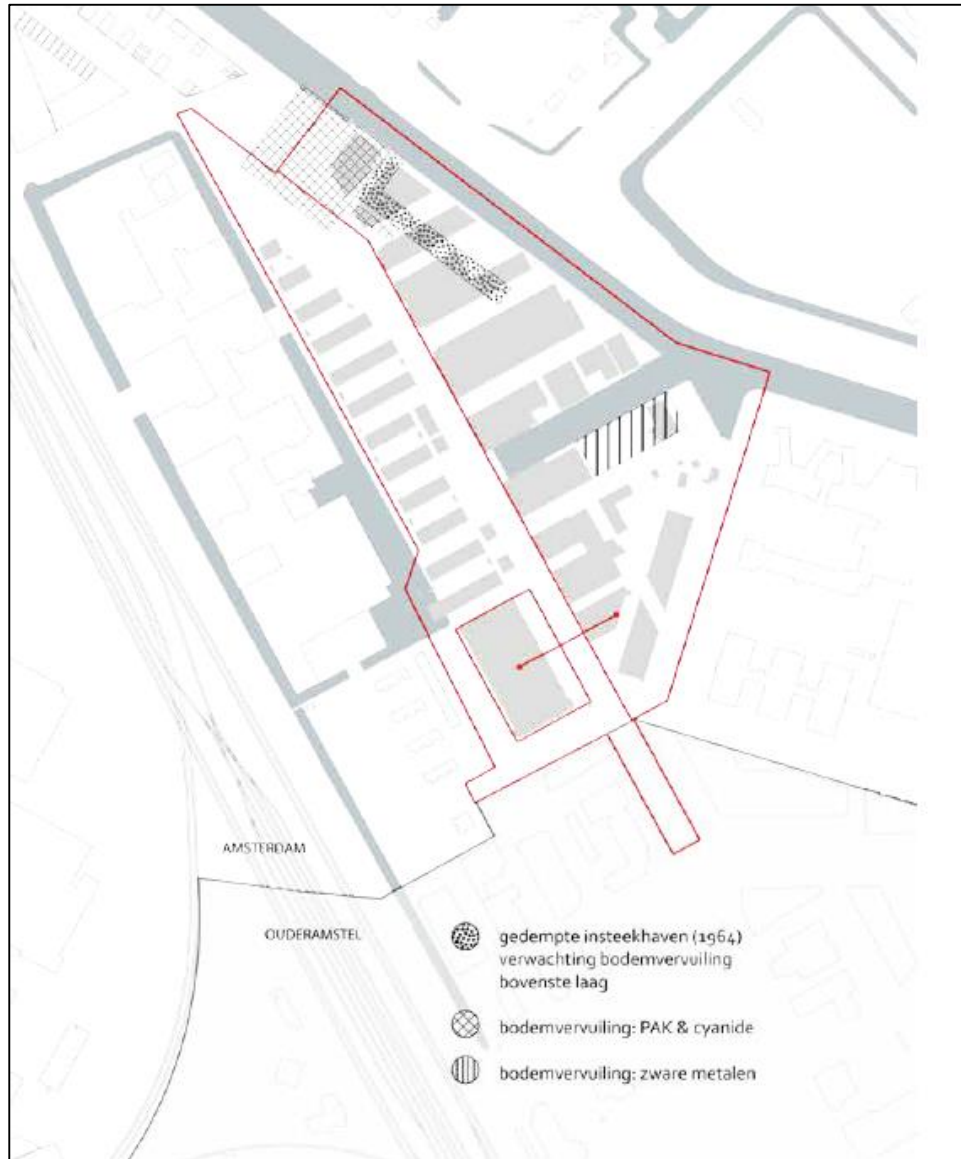
Nabijgelegen vergunde / te vergunnen bodemenergiesystemen vormen een aandachtspunt voor de vergunningverlening, waaronder ontwikkeling Bajes Kwartier

Ligging aardgasleiding door het plangebied



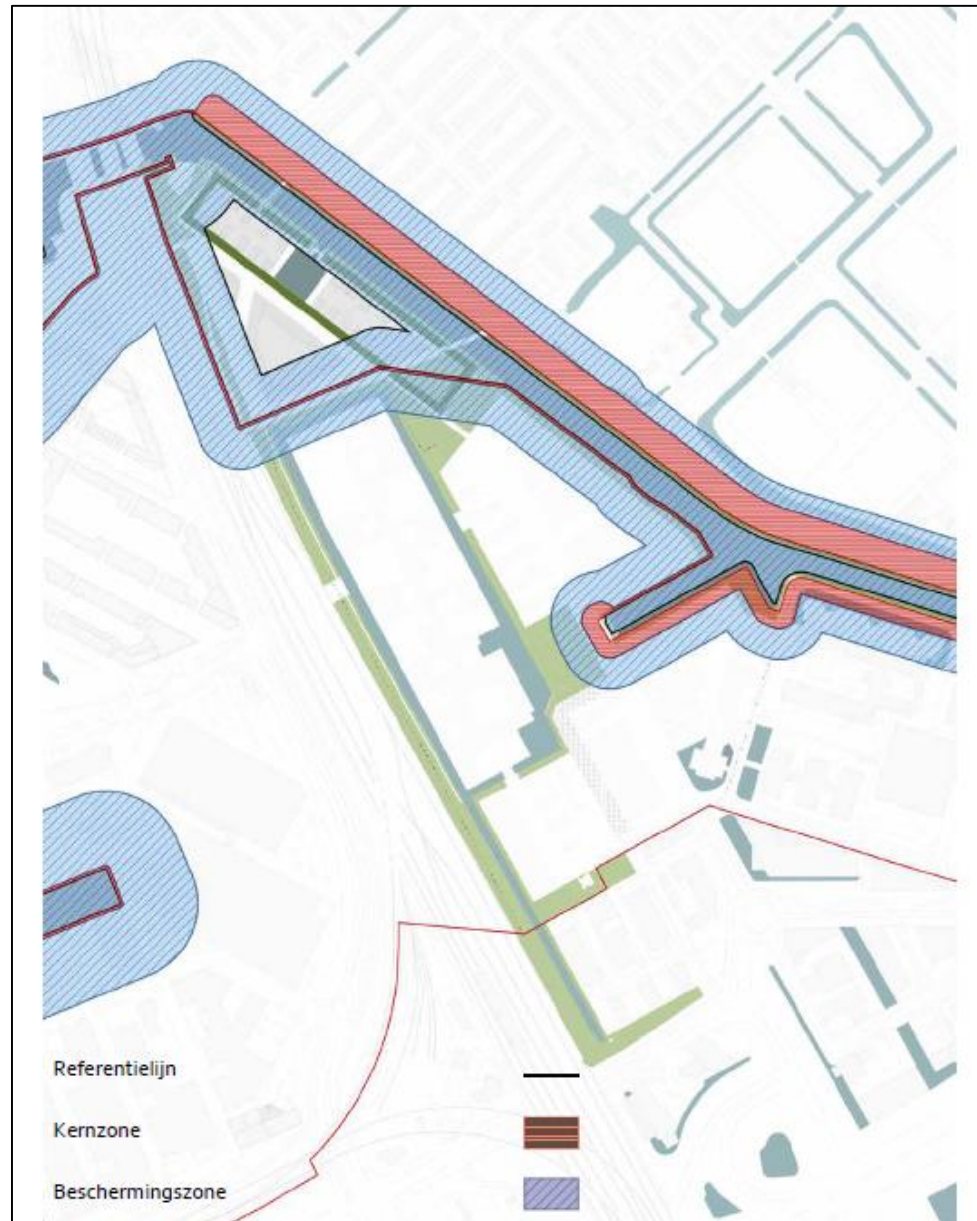
Aanwezigheid aardgasleiding vormt een aandachtspunt voor de vergunningverlening

Locaties bodemverontreinigingen



Aanwezigheid bodemverontreiniging vormt een aandachtspunt voor de vergunningverlening

Locaties beschermingszone en kernzone



Aanwezigheid beschermingszone en kernzone vormt een aandachtspunt voor de vergunningverlening

Resultaten uitwerking technieken

WKO:

- Totaal benodigde capaciteit voor Weespertrekvaart midden en oost bedraagt circa 150 - 200 m³/h
 - Kan geleverd worden met 1 doublet (1 koude en 1 warme bron) of 2 à 3 monobronnen
 - Naar verwachting voldoende ruimte voor inpassing bronnen binnen Studentenstrook (midden) en Bedrijvenstrook (oost)
 - Afstemming met eventuele WKO-bronnen voor herontwikkeling Bajes Kwartier (Westelijk deel Weespertrekvaart) vormt belangrijk aandachtspunt (integrale afstemming noodzakelijk). Dit vanwege aanwezigheid diverse belangen waaronder aanwezige aardgasleiding door het gehele plangebied.

Resultaten uitwerking technieken

Energie uit Oppervlaktewater (EOW):

- Inzet EOW:
 - deels directe levering mogelijk warmte/koude aan afnemers (tussenseizoenen)
 - regeneratie (warmte/koude) WKO's (= uitgangspunt varianten)
- Bij combinatie wonen en niet wonen op 1 WKO is de energetische onbalans zeer beperkt (beperkt warmtetekort)
 - > beperkte inzet EOW nodig
- Potentieel warmte/koude Weespertrekvaart ruim voldoende voor invulling energiebehoefte Weespertrekvaart
- Afstand tussen oppervlaktewater en bronnen relatief kort (bijv. insteekhaven)

Resultaten uitwerking technieken

Data Center (DC):

- Inzet DC:
 - deels directe levering mogelijk warmte aan afnemers (tussenseizoenen)
 - regeneratie (warmte) WKO's (= uitgangspunt varianten)
- Bij combinatie wonen en niet wonen op 1 WKO is de energetische onbalans zeer beperkt (beperkt warmtetekort)
-> beperkte inzet DC nodig.
- Potentieel aan restwarmte uit DC naar verwachting ruim voldoende om in warmtebehoefte te voorzien (in overleg met Data Realty verifiëren).
- De afstand tussen DC en het plangebied / bronnen is relatief groot (lengte tracé circa 500 m), dit mede gezien de beperkte warmtebehoefte (onbalans WKO klein).

Resultaten uitwerking technieken

Collectieve warmtepompen:

- Wp'en in de basislast (ISSO-publicatie 80: 70-85% energie bij 40% vermogen) aangevuld met pieklastketels
- Levering aan MTW-net (50/30°C)
- Wonen: lokaal naverwarming t.b.v. warm tapwater met booster warmtepomp
- Rendement conform ontwerp NEN 7125 (COP 3,9 @ < 50°C)

Resultaten uitwerking technieken

Individuele warmtepompen:

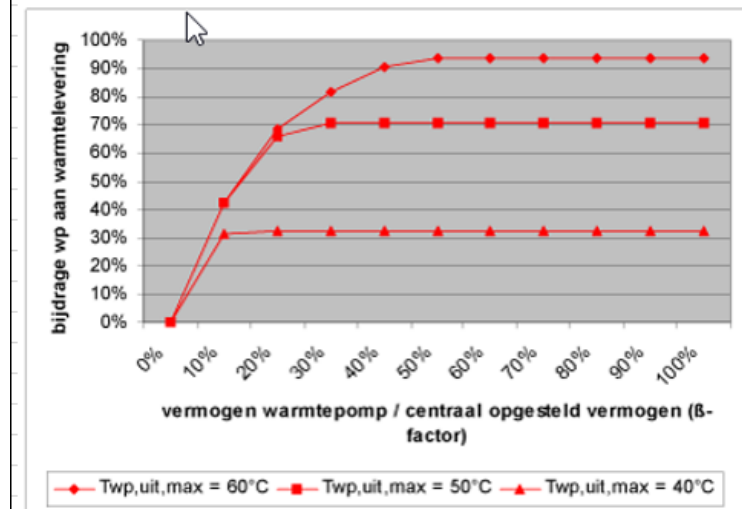
- Individuele warmtepompen op kavelniveau (semi-collectief)
- Wp'en in de basislast (ISSO-publicatie 80: 70-85% energie bij 40% vermogen) aangevuld met piekvoorziening (elektrisch)
- Rendement conform ontwerp NEN 7125 (COP 4,3 @ < 40°C)

Resultaten uitwerking technieken

JBDC conform basisinstallatie 5 ISSO-publicatie 80

ISSO-publicatie 80 Handboek integraal ontwerpen van collectieve installaties met warmtepompen in de woningbouw:

Basisinstallatie 5: Bijdrage van de warmtepomp bij centrale warmtepomp met lokaal een boiler voor bereiding van warm tapwater. Het betreft de bijdrage aan de totale centrale warmteopwekking (t.b.v. tapwater, ruimteverwarming en warmteverliezen) voor een specifiek project



Toelichting uitwerking varianten

Algemeen:

- Uitgangspunten bouwprogramma: FSI: 1,4 - wonen/niet wonen: 80/20%
- Berekeningen uitgevoerd voor de eindsituatie (volledig bouwprogramma)
- Inzet PV-panelen (8% van kaveloppervlak) aangevuld met stroom op basis van energiemix NL 2020 (stroom opgewekt met gemiddeld rendement in NL) en/of groene stroom (zie toelichting 'resultaten milieu')
- Variant 2a/2b: Op basis van collectieve warmtepompen op complex-niveau en booster warmtepompen op woningniveau t.b.v. tapwaterbereiding
- Kengetal CO₂-uitstoot stroom energiemix NL 2020 gehanteerd bij uitwerking duurzame varianten (0,490 kg CO₂/kWh)¹

¹ In juni 2017 is NEN 7125 gepubliceerd. Deze is echter nog niet aangewezen in het Bouwbesluit en mag daarom nog niet gebruikt worden voor de EPC-berekening. Zolang de NEN 7125 nog niet is aangewezen in het Bouwbesluit is de voornorm van toepassing: NVN 7215. Ook is het laatste wijzigingsblad (A1:2017) van de NEN 7120 nog niet aangewezen in het Bouwbesluit. In deze studie is echter al wel rekening gehouden met de meest recente normen.

Toelichting uitwerking varianten

Financieel:

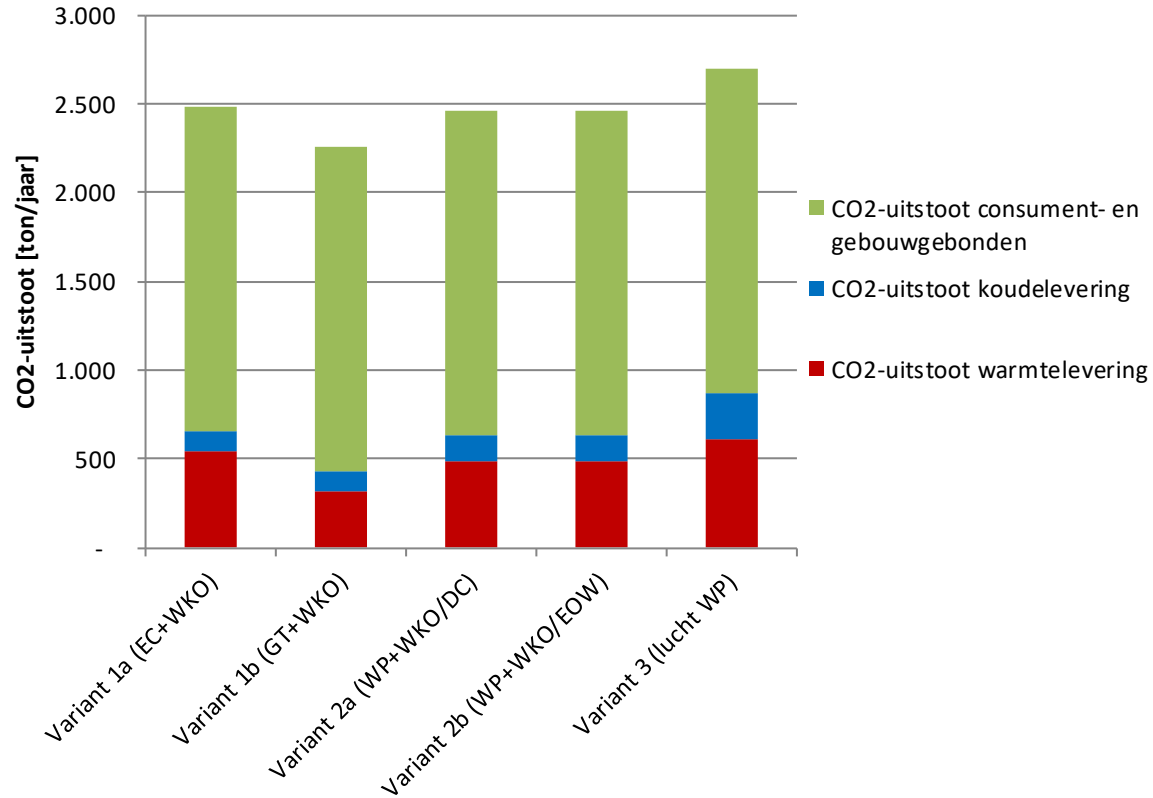
- Financiële uitwerking op basis van Total Costs of Ownership (TCO) over periode van 30 jaar. TCO omvat:
 - investeringen
 - exploitatiekosten (inkoop energie, onderhoud / beheer)
 - Herinvesteringen binnen de looptijd
- Bepaling TCO op projectniveau: nog geen onderverdeling/verrekening van kosten tussen partijen gemaakt.
- Componenten met levensduur > 30 jaar worden over 30 jaar afgeschreven (restwaarde componenten na 30 jaar = 0).
- Inclusief SDE+ subsidie (voor GT), exclusief EIA (fiscaal voordeel voor profit sector).
- Tarieven inkoop energie:
 - Gas: € 0,35 per m3 (all-in)
 - Warmte: conform tariefblad 'Stadswarmtetarieven 2017 kleinverbruik' van Nuon

Toelichting uitwerking varianten

Financieel:

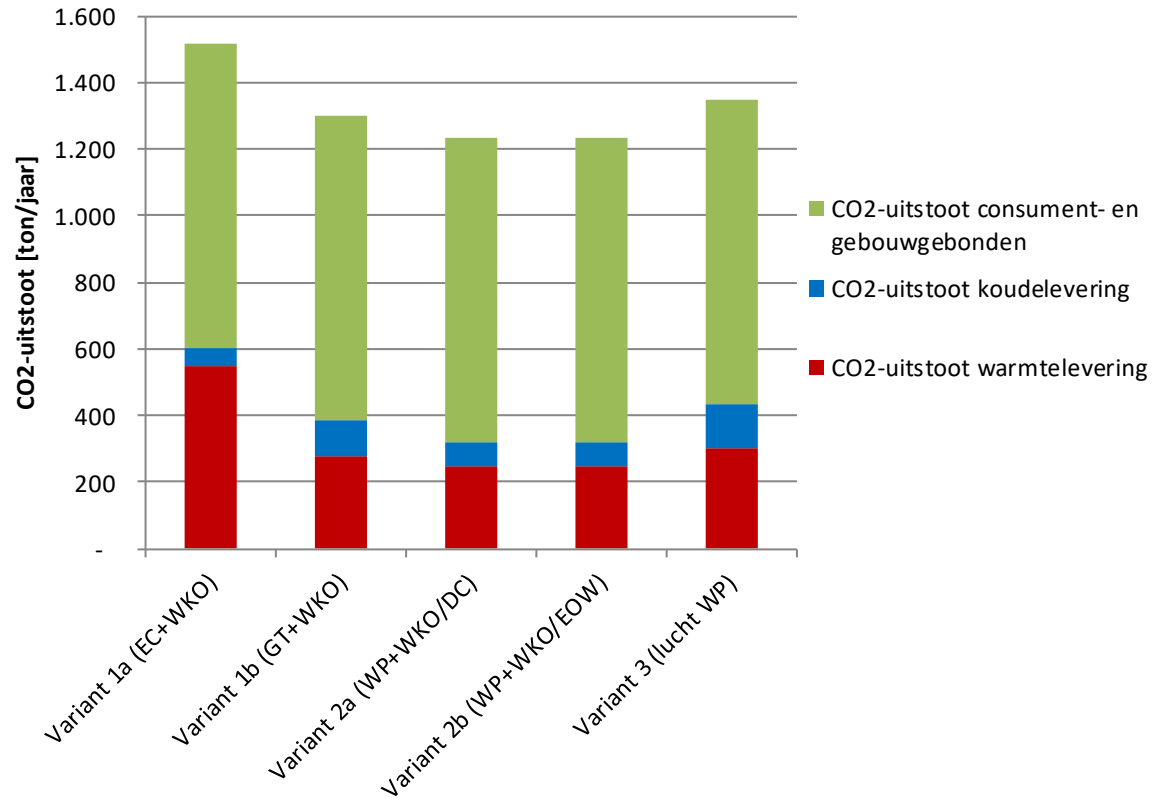
- Tarieven inkoop elektriciteit:
 - alle tarieven betreffen all-in tarieven incl. energielasting, aansluitkosten, vastrecht en heffingskorting (van toepassing voor particulieren bij wonen)
 - alle tarieven worden omgerekend naar kostprijs op basis van een gemiddeld rendement à 6,5% (gelijk aan rendement warmteleveranciers)
 - gehanteerde tarieven (excl. verrekening winstmarge):
 - collectief (wijkniveau): € 0,09 per kWh
 - semi-collectief wonen (WP kavelniveau): € 0,18 per kWh
 - semi-collectief niet wonen (WP kavelniveau): € 0,12 per kWh
 - individueel (gebouw-/consumentgebonden verbruik): € 0,18 per kWh (incl. heffingskorting à € 0,10 per kWh)

Resultaten milieu



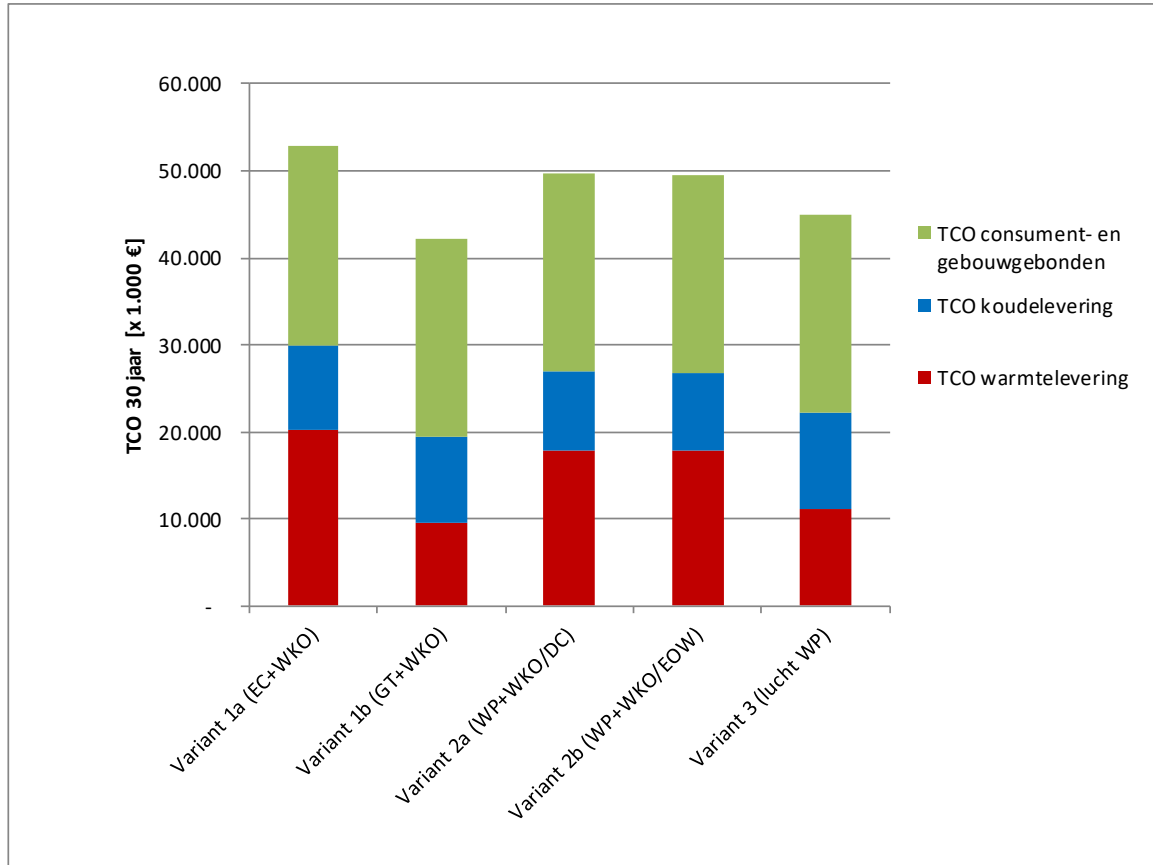
- Opwekking groene stroom met PV-panelen verdisconteerd in weergegeven uitstoot (vermeden uitstoot door PV-panelen bedraagt 560 ton CO₂/jaar)
- Overig = 100% **grijze stroom** (energiemix NL 2020)

Resultaten milieu



- Opwekking groene stroom met PV-panelen verdisconteerd in weergegeven uitstoot (vermeden uitstoot door PV-panelen bedraagt 560 ton CO₂/jaar)
- Overig = **50% grijze stroom** (energiemix NL 2020) & **50% groene stroom**

Resultaten financieel



- Total Cost of Ownership (TCO) over periode van 30 jaar
- Variant 1a (Diemer Centrale): op basis van inkomsten -/- rendement
- Variant 1b (GT): inclusief 1,5 M€ subsidie

Variant 1a: EC + WKO (op basis van PV-panelen + 100% grijze stroom mix NL 2020)

WARMTE/KOUDE

GT		0
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

EC		1
Geleverde warmte	3,7 GWht	
E-derving	0,6 GWhe	
Totale kosten	660 k€/jaar	
TCO over 30 jaar	19.807 k€	
CO2-uitstoot	484 ton/jaar	

Piek (gas)		1
Geleverde warmte	0,3 GWht	
Energieverbruik	34 m3 gas (x 1000)	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	337 k€	
CO2-uitstoot	61 ton/jaar	

Collectieve warmtepompen		0
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

WKO		1
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Geleverde koude	2,1 GWht	
Energieverbruik	0,1 GWhe	
Investeringskosten	705 k€	
TCO over 30 jaar	1.818 k€	
CO2-uitstoot	57 ton/jaar	

DC		0
Regeneratie WKO	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

NS		0
Regeneratie WKO	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

EOW		1
Regeneratie WKO	2,1 GWht	
Energieverbruik	0,03 GWhe	
Investeringskosten	255 k€	
TCO over 30 jaar	603 k€	
CO2-uitstoot	13,7 ton/jaar	

MTW-net (70/40°C)		1
Distributieverlies warmte	0,5 GWht	
Pompenenergie	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot (pompenenergie)	1 ton/jaar	

LTW-net (50/30°C)		0
Distributieverlies warmte	0,0 GWht	
Pompenenergie	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot (pompenenergie)	- ton/jaar	

WKO-net		0
Distributieverlies	0,0 GWht	
Pompenenergie	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot (pompenenergie)	- ton/jaar	

HTK-net		1
Distributieverlies	0,0 GWht	
Pompenenergie	0,1 GWhe	
Investeringskosten	4.725 k€	
TCO over 30 jaar	6.097 k€	
CO2-uitstoot (pompenenergie)	37 ton/jaar	

Afleverzet MTW		1
Geleverde warmte	3,5 GWht	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	

Afleverzet LTW		0
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	

Ind. (HT) WP		0
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

Ind. WP		0
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Geleverde koude	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

Afleverzet HTK		1
Geleverde koude	2,1 GWht	
Investeringskosten	600 k€	
TCO over 30 jaar	1.320 k€	

Lucht WP		0
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Geleverde koude	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

ELEKTRICITEIT (excl. W/K-opwekking)

PV		1
Geleverde elektriciteit	1,2 GWhe	
Investeringskosten	1.569 k€	
TCO over 30 jaar	3.923 k€	
vermeden CO2-uitstoot	564 ton/jaar	

Grijze stroom		1
Resterend benodigd (grijs)	3,7 GWhe	
Totale kosten	629 k€/jaar	
TCO over 30 jaar	18.864 k€	
CO2-uitstoot	1.831 ton/jaar	

Bouwprogramma en energie (nieuwe situatie)		1,4 -
Scenario FSI	EPC 0,15	
Scenario bouwnorm (wonen)	120.000 m2 bvo	
wonen	30.000 m2 bvo	
niet-wonen	3,5 GWht	
warmtevraag	2,1 GWht	
koudevraag	4,9 GWhe	
elektriciteitsvraag (gebouw/consumen)		

Totalen		
Investeringskosten	9.143 k€	
Elektriciteitsverbruik W+K	0,8 GWhe	
Aandeel PV op totaal e-verbruik	25,3%	
TCO 30 jaar W	20.144 k€	
TCO 30 jaar K	9.838 k€	
TCO 30 jaar E	22.787 k€	
TCO 30 jaar totaal	52.768 k€	

CO2-uitstoot 2016 totaal	- ton/jaar	
CO2-uitstoot nieuwe situatie W	546 ton/jaar	
CO2-uitstoot nieuwe situatie K	108 ton/jaar	
CO2-uitstoot nieuwe situatie E	1.831 ton/jaar	
CO2-uitstoot nieuwe situatie totaal	2.485 ton/jaar	
CO2-reductie	n.v.t.	

Variant 1b: GT + WKO (op basis van PV-panelen + 100% grijze stroom mix NL 2020)

WARMTE/KOUDE

GT		1
Geleverde warmte	2,9 GWht	
Energieverbruik	0,1 GWhe	
Investeringskosten	1.743 k€	
TCO over 30 jaar	2.019 k€	
CO2-uitstoot	71 ton/jaar	

EC		0
Geleverde warmte	- GWht	
E-derving	- GWhe	
Totale kosten	- k€/jaar	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

Piek (gas)		1
Geleverde warmte	1,1 GWht	
Energieverbruik	132 m3 gas (x 1000)	
Investeringskosten	606 k€	
TCO over 30 jaar	2.758 k€	
CO2-uitstoot	235 ton/jaar	

Collectieve warmtepompen		0
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

WKO		1
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Geleverde koude	2,1 GWht	
Energieverbruik	0,1 GWhe	
Investeringskosten	705 k€	
TCO over 30 jaar	1.818 k€	
CO2-uitstoot	57 ton/jaar	

DC		0
Regeneratie WKO	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

NS		0
Regeneratie WKO	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

EOW		1
Regeneratie WKO	2,1 GWht	
Energieverbruik	0,03 GWhe	
Investeringskosten	255 k€	
TCO over 30 jaar	603 k€	
CO2-uitstoot	13,7 ton/jaar	

MTW-net (70/40°C)		1
Distributieverlies warmte	0,5 GWht	
Pompenenergie	0,0 GWhe	
Investeringskosten	3.000 k€	
TCO over 30 jaar	4.423 k€	
CO2-uitstoot (pompenenergie)	14 ton/jaar	

LTW-net (50/30°C)		0
Distributieverlies warmte	0,0 GWht	
Pompenenergie	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot (pompenenergie)	- ton/jaar	

WKO-net		0
Distributieverlies	0,0 GWht	
Pompenenergie	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot (pompenenergie)	- ton/jaar	

HTK-net		1
Distributieverlies	0,0 GWht	
Pompenenergie	0,1 GWhe	
Investeringskosten	4.725 k€	
TCO over 30 jaar	6.097 k€	
CO2-uitstoot (pompenenergie)	37 ton/jaar	

Afleverzet MTW		1
Geleverde warmte	3,5 GWht	
Investeringskosten	159 k€	
TCO over 30 jaar	350 k€	

Afleverzet LTW		0
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	

Ind. (HT) WP		0
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

Ind. WP		0
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Geleverde koude	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

Afleverzet HTK		1
Geleverde koude	2,1 GWht	
Investeringskosten	600 k€	
TCO over 30 jaar	1.320 k€	

Lucht WP		0
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Geleverde koude	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

ELEKTRICITEIT (excl. W/K-opwekking)

PV		1
Geleverde elektriciteit	1,2 GWhe	
Investeringskosten	1.569 k€	
TCO over 30 jaar	3.923 k€	
vermeden CO2-uitstoot	564 ton/jaar	

Grijze stroom		1
Resterend benodigd (grijs)	3,7 GWhe	
Totale kosten	629 k€/jaar	
TCO over 30 jaar	18.864 k€	
CO2-uitstoot	1.831 ton/jaar	

Bouwprogramma en energie (nieuwe situatie)	
Scenario FSI	1,4 -
Scenario bouwnorm (wonen)	EPC 0,15
wonen	120.000 m2 bvo
niet-wonen	30.000 m2 bvo
warmtevraag	3,5 GWht
koudevraag	2,1 GWht
elektriciteitsvraag (gebouw/consumen)	4,9 GWhe

Totalen	
Investeringskosten	13.991 k€
Elektriciteitsverbruik W+K	0,4 GWhe
Aandeel PV op totaal e-verbruik	27,9%
TCO 30 jaar W	9.550 k€
TCO 30 jaar K	9.838 k€
TCO 30 jaar E	22.787 k€
TCO 30 jaar totaal	42.175 k€
CO2-uitstoot 2016 totaal	- ton/jaar
CO2-uitstoot nieuwe situatie W	321 ton/jaar
CO2-uitstoot nieuwe situatie K	108 ton/jaar
CO2-uitstoot nieuwe situatie E	1.831 ton/jaar
CO2-uitstoot nieuwe situatie totaal	2.259 ton/jaar
CO2-reductie	n.v.t.

Variant 2a: WP + WKO/DC (op basis van PV-panelen + 100% grijze stroom mix NL 2020)

WARMTE/KOUDE

GT		0
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

EC		0
Geleverde warmte	- GWht	
E-derving	- GWhe	
Totale kosten	- k€/jaar	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

Piek (gas)		0
Geleverde warmte	- GWht	
Energieverbruik	- m3 gas (x 1000)	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

Collectieve warmtepompen		0
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

WKO		1
Geleverde warmte	2,8 GWht	
Geleverde koude	2,1 GWht	
Energieverbruik	0,2 GWhe	
Investeringskosten	887 k€	
TCO over 30 jaar	2.457 k€	
CO2-uitstoot	105 ton/jaar	

DC		1
Regeneratie WKO	0,6 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	306 k€	
TCO over 30 jaar	578 k€	
CO2-uitstoot	4,2 ton/jaar	

NS		0
Regeneratie WKO	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

EOW		0
Regeneratie WKO	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

MTW-net (70/40°C)		0
Distributieverlies warmte	0,0 GWht	
Pompenergie	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot (pompenergie)	- ton/jaar	

LTW-net (50/30°C)		0
Distributieverlies warmte	0,0 GWht	
Pompenergie	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot (pompenergie)	- ton/jaar	

WKO-net		1
Distributieverlies	0,0 GWht	
Pompenergie	0,1 GWhe	
Investeringskosten	4.725 k€	
TCO over 30 jaar	6.097 k€	
CO2-uitstoot (pompenergie)	37 ton/jaar	

HTK-net		0
Distributieverlies	0,0 GWht	
Pompenergie	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot (pompenergie)	- ton/jaar	

Afleverzet MTW		0
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	

Afleverzet LTW		0
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	

Ind. (HT) WP		1
Geleverde warmte	1,3 GWht	
Energieverbruik	0,3 GWhe	
Investeringskosten	3.900 k€	
TCO over 30 jaar	10.752 k€	
CO2-uitstoot	154 ton/jaar	

Ind. WP		1
Geleverde warmte	3,5 GWht	
Geleverde koude	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,7 GWhe	
Investeringskosten	1.418 k€	
TCO over 30 jaar	7.091 k€	
CO2-uitstoot	335 ton/jaar	

Afleverzet HTK		0
Geleverde koude	0,0 GWht	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	

Lucht WP		0
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Geleverde koude	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

ELEKTRICITEIT (excl. W/K-opwekking)

PV		1
Geleverde elektriciteit	1,2 GWhe	
Investeringskosten	1.569 k€	
TCO over 30 jaar	3.923 k€	
vermeden CO2-uitstoot	564 ton/jaar	

Grijze stroom		1
Resterend benodigd (grijs)	3,7 GWhe	
Totale kosten	629 k€/jaar	
TCO over 30 jaar	18.864 k€	
CO2-uitstoot	1.831 ton/jaar	

Bouwprogramma en energie (nieuwe situatie)	
Scenario FSI	1,4 -
Scenario bouwnorm (wonen)	EPC 0,15
wonen	120.000 m2 bvo
niet-wonen	30.000 m2 bvo
warmtevraag	3,5 GWht
koudevraag	2,1 GWht
elektriciteitsvraag (gebouw/consumen)	4,9 GWhe

Totalen	
Investeringskosten	13.433 k€
Elektriciteitsverbruik W+K	1,3 GWhe
Aandeel PV op totaal e-verbruik	22,9%
TCO 30 jaar W	17.843 k€
TCO 30 jaar K	9.132 k€
TCO 30 jaar E	22.787 k€
TCO 30 jaar totaal	49.761 k€

CO2-uitstoot 2016 totaal	- ton/jaar
CO2-uitstoot nieuwe situatie W	489 ton/jaar
CO2-uitstoot nieuwe situatie K	147 ton/jaar
CO2-uitstoot nieuwe situatie E	1.831 ton/jaar
CO2-uitstoot nieuwe situatie totaal	2.467 ton/jaar
CO2-reductie	n.v.t.

Variant 2b: WP + WKO/EOW (op basis van PV-panelen + 100% grijze stroom mix NL 2020)

WARMTE/KOUDE

GT		0
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

EC		0
Geleverde warmte	- GWht	
E-derving	- GWhe	
Totale kosten	- k€/jaar	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

Piek (gas)		0
Geleverde warmte	- GWht	
Energieverbruik	- m3 gas (x 1000)	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

Collectieve warmtepompen		0
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

WKO		1
Geleverde warmte	2,8 GWht	
Geleverde koude	2,1 GWht	
Energieverbruik	0,2 GWhe	
Investeringskosten	887 k€	
TCO over 30 jaar	2.457 k€	
CO2-uitstoot	105 ton/jaar	

DC		0
Regeneratie WKO	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

NS		0
Regeneratie WKO	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

EOW		1
Regeneratie WKO	0,6 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	155 k€	
TCO over 30 jaar	345 k€	
CO2-uitstoot	4,2 ton/jaar	

MTW-net (70/40°C)		0
Distributieverlies warmte	0,0 GWht	
Pompenenergie	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot (pompenenergie)	- ton/jaar	

LTW-net (50/30°C)		0
Distributieverlies warmte	0,0 GWht	
Pompenenergie	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot (pompenenergie)	- ton/jaar	

WKO-net		1
Distributieverlies	0,0 GWht	
Pompenenergie	0,1 GWhe	
Investeringskosten	4.725 k€	
TCO over 30 jaar	6.097 k€	
CO2-uitstoot (pompenenergie)	37 ton/jaar	

HTK-net		0
Distributieverlies	0,0 GWht	
Pompenenergie	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot (pompenenergie)	- ton/jaar	

Afleverzet MTW		0
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	

Afleverzet LTW		0
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	

Ind. (HT) WP		1
Geleverde warmte	1,3 GWht	
Energieverbruik	0,3 GWhe	
Investeringskosten	3.900 k€	
TCO over 30 jaar	10.752 k€	
CO2-uitstoot	154 ton/jaar	

Ind. WP		1
Geleverde warmte	3,5 GWht	
Geleverde koude	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,7 GWhe	
Investeringskosten	1.418 k€	
TCO over 30 jaar	7.091 k€	
CO2-uitstoot	335 ton/jaar	

Afleverzet HTK		0
Geleverde koude	0,0 GWht	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	

Lucht WP		0
Geleverde warmte	0,0 GWht	
Geleverde koude	0,0 GWht	
Energieverbruik	0,0 GWhe	
Investeringskosten	- k€	
TCO over 30 jaar	- k€	
CO2-uitstoot	- ton/jaar	

ELEKTRICITEIT (excl. W/K-opwekking)

PV		1
Geleverde elektriciteit	1,2 GWhe	
Investeringskosten	1.569 k€	
TCO over 30 jaar	3.923 k€	
vermeden CO2-uitstoot	564 ton/jaar	

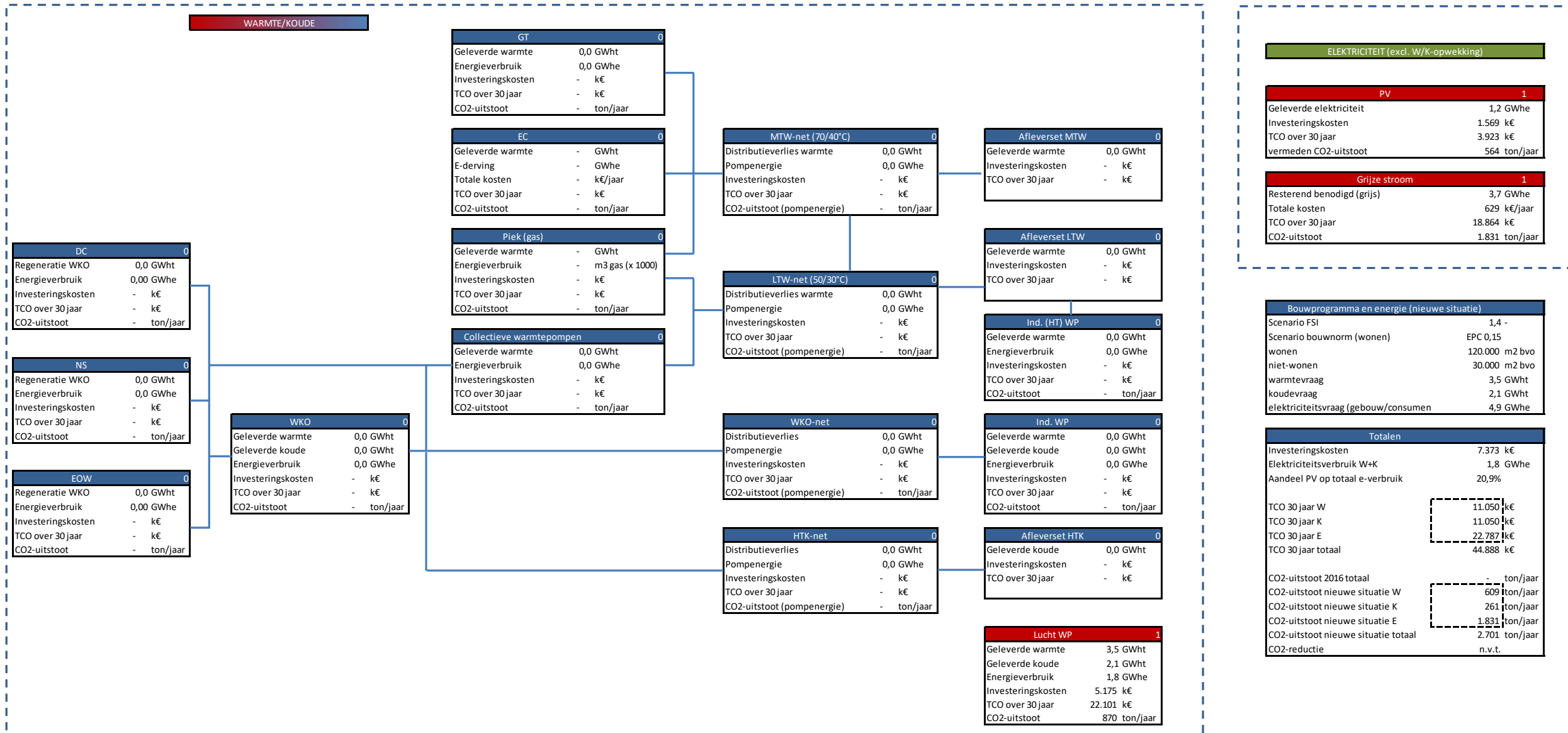
Grijze stroom		1
Resterend benodigd (grijs)	3,7 GWhe	
Totale kosten	629 k€/jaar	
TCO over 30 jaar	18.864 k€	
CO2-uitstoot	1.831 ton/jaar	

Bouwprogramma en energie (nieuwe situatie)	
Scenario FSI	1,4 -
Scenario bouwnorm (wonen)	EPC 0,15
wonen	120.000 m2 bvo
niet-wonen	30.000 m2 bvo
warmtevraag	3,5 GWht
koudevraag	2,1 GWht
elektriciteitsvraag (gebouw/consumen)	4,9 GWhe

Totalen	
Investeringskosten	13.282 k€
Elektriciteitsverbruik W+K	1,3 GWhe
Aandeel PV op totaal e-verbruik	22,9%
TCO 30 jaar W	17.843 k€
TCO 30 jaar K	8.899 k€
TCO 30 jaar E	22.787 k€
TCO 30 jaar totaal	49.529 k€

CO2-uitstoot 2016 totaal	- ton/jaar
CO2-uitstoot nieuwe situatie W	489 ton/jaar
CO2-uitstoot nieuwe situatie K	147 ton/jaar
CO2-uitstoot nieuwe situatie E	1.831 ton/jaar
CO2-uitstoot nieuwe situatie totaal	2.467 ton/jaar
CO2-reductie	n.v.t.

Variant 3: Lucht WP (op basis van PV-panelen + 100% grijze stroom mix NL 2020)



Impact ruimtebeslag

Variant 1: Diemer Centrale en/of GT (realisatie buiten projectlocatie) + WKO/EOW

- Uitpandig:
 - Aanleg 2-pijps geïsoleerd warmtenet (warm aanvoer en retour)
 - Aanleg 2 bronnen (per bron putbehuizing à 1,5 x 1,5 m)
 - Aanleg 2-pijps ongeïsoleerd distributienet (koud aanvoer en retour)
 - Centrale technische ruimte voor componenten WKO (ca. 25 à 50 m²)
 - EOW: Aanleg 2-pijps ongeïsoleerd distributienet en realisatie in- en uitstroomvoorziening in oppervlaktewater
- Inpandig:
 - Afleversets (woningen) of afleverstations (utiliteit/gestapelde bouw)

Impact ruimtebeslag

Variant 2: WKO eventueel in combinatie met EOW en/of Data Center

- Uitpandig:
 - Aanleg 2 bronnen (per bron putbehuizing à 1,5 x 1,5 m)
 - Aanleg 2-pijps (on)geïsoleerd distributienet (warm en koud)
 - Centrale technische ruimte voor componenten WKO (ca. 25 à 50 m²)
 - EOW: Aanleg 2-pijps ongeïsoleerd distributienet en realisatie in- en uitstroomvoorziening in oppervlaktewater
 - DC: Aanleg 2-pijps ongeïsoleerd distributienet naar DC
- Inpandig:
 - Warmtepompen (levering warmte en koude) of afleversets (alleen koudelevering)

Impact ruimtebeslag

Variant 3: Lucht warmtepompen

- Uitpandig:
 - buiten-unit (aan gevel of op plat dak)
- Inpandig:
 - Lucht warmtepompen: binnen-unit in meterkast/trapkast/zolder (woningen) of technische ruimte (utiliteit/gestapelde bouw)

Overige aspecten en conclusies

Diemer Centrale (EC)

- EOR (rendement) Diemer Centrale relatief laag (155%), gasverbruik lastig/niet te verduurzamen
- Beschikbare capaciteit en mogelijkheden voor verdere verduurzaming van de EC dient in overleg met Nuon nader te worden bepaald.
- Impact op het ruimtebeslag relatief groot (4 tot 6 leidingen, technische ruimte, bronnen, in- en uitlaatvoorziening EOW).
- EC in combinatie met WKO/EOW is een relatief duur concept (hoogste TCO over 30 jaar)

Overige aspecten en conclusies

Geothermie (GT)

- Bodem ter hoogte van de projectlocatie niet geschikt voor toepassing van GT
- Mogelijkheid GT op andere locatie in A'dam dient nader onderzocht te worden (geologisch onderzoek)
- Risico's GT relatief groot (temperatuur, flow, aanleg, exploitatie, etc.)
- Impact op het ruimtebeslag relatief groot (4 tot 6 leidingen, technische ruimte, bronnen, in- en uitlaatvoorziening EOW).
- GT scoort zowel milieutechnisch als financieel relatief goed.

Overige aspecten en conclusies

WKO met warmtepompen

- Bodem is geschikt, aantal belangen aanwezig (o.a. gasleiding)
- Afstemming met WKO-initiatieven vanuit het Bajes Kwartier van groot belang:
 - afstemmen bronlocaties
 - onderzoeken mogelijkheden en meerwaarde samenwerking (o.a. schaalvoordeel, minder leidingwerk, etc.)
- Voldoende ruimte voor één collectief systeem (1 à 2 doubletten), indien meerdere individuele WKO's dan onderlinge afstemming cruciaal (mogelijk door middel van opstellen bodemenergieplan)
- Goede balans tussen milieurendement en financiële haalbaarheid (TCO)

Overige aspecten en conclusies

Data Center (DC)

- Potentieel restwarmte uit het nabijgelegen Data Center (Data Realty / Equinix) is voldoende
- Afstand van het DC tot projectlocatie is met een tracélengte van circa 500 m relatief groot in relatie tot de beperkte hoeveelheid benodigde warmte
- Organisatorisch risico (voor levering afhankelijk van derden)

Energie uit OppervlakteWater (EOW)

- Potentieel EOW (warmte en/of koude) is ruim voldoende
- Oppervlaktewater is binnen het plangebied beschikbaar (bv. Insteekhaven), leidingtracé is beperkt

Overige aspecten en conclusies

Lucht warmtepompen (lucht WP)

- Aandachtspunten vormen:
 - het aanzicht (buitenunits tegen de gevels of op het dak)
 - het geluidsniveau van de buitenunits (met name bij de woningen)
- Ten aanzien van impact op het uitpandig ruimtegebruik scoort deze variant goed
- Scoort milieutechnisch gezien relatief slecht



IF Technology **Creating energy**