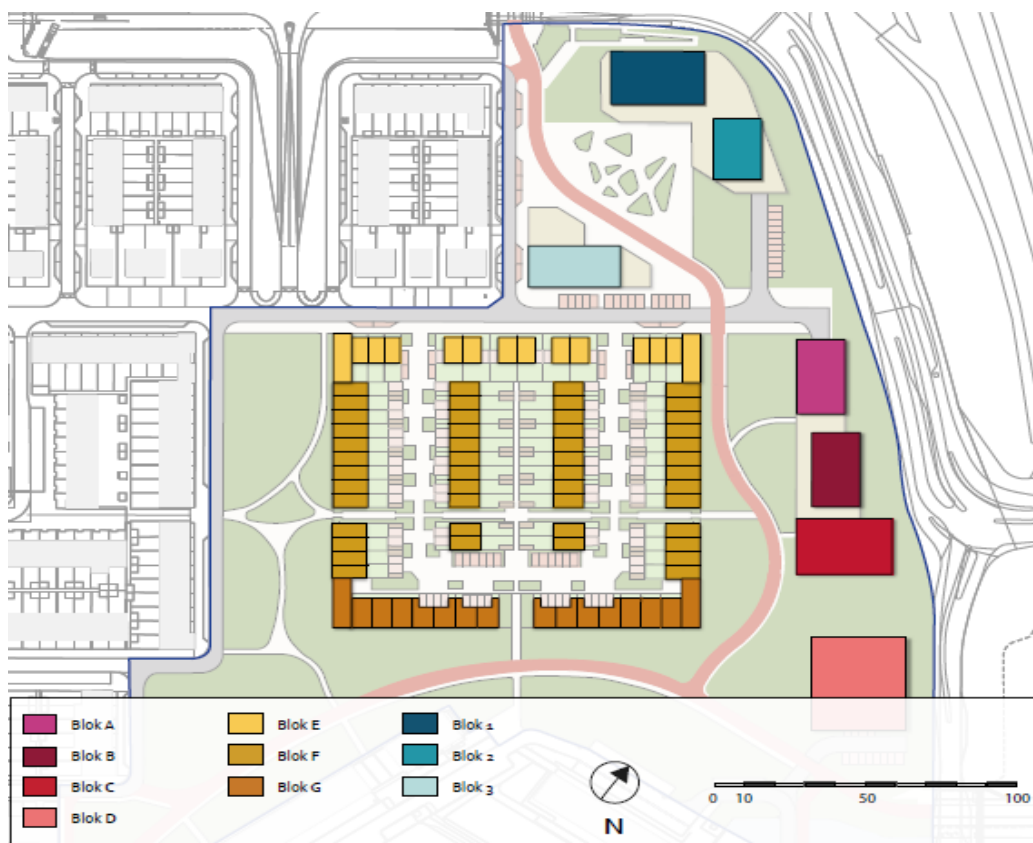


Datum 9 maart 2021
Referentie 70450/AW/09032021
Betreft Toepassing bodemenergie E-buurt Oost
Auteur Tom van der Velden, Arne Wijnia
Versie Definitief

Toepassing bodemenergie E-buurt Oost

1 INLEIDING

De gemeente Amsterdam wil een bijdrage leveren aan de energietransitie en het behalen van de klimaatdoelen. In de uitwerking van de energievisie voor de nieuw te realiseren ontwikkelingen in de E-buurt Oost te Amsterdam wordt er dan ook geadviseerd om te kijken naar een duurzame energievoorziening. De ontwikkeling betreft 104 grondgebonden woningen en 414 appartementen. De grondgebonden woningen moeten voldoen aan de nul-op-de-meter norm (NOM) wat inhoudt dat elke woning evenveel energie opwekt als gebruikt. In Figuur 1 is de toekomstige situatie inzichtelijk gemaakt. Blok D en G zullen ontwikkeld en beheert worden door woningcorporatie Rochdale.



Figuur 1 | Projectlocatie, E-buurt Oost te Amsterdam

Om de duurzaamheidsambities te verwezenlijken wordt gedacht aan het toepassen van een open bodemenergiesysteem, waarmee de warmte- en koude op een duurzame manier wordt opgewerkt. Daarnaast worden de mogelijkheden van aquathermie (warmte vangen uit oppervlaktewater) en het aansluiten van het nabij gelegen KPN datacentrum onderzocht.

Voorliggend document beschrijft de energetische en kostentechnische aspecten bij een open bodemenergiesysteem voor de E-buurt te Amsterdam. In het document wordt er een inventarisatie gemaakt van de warmte- en koudevraag. Parallel hieraan is de geschiktheid van de bodem en inventarisatie van bijbehorende belangen in een aparte studie onderzocht. Vervolgens wordt de mogelijkheid van de toepassing van aquathermie en het gebruik van restwarmte van het KNP datacentrum beschreven. Op basis van de inventarisatie van gebouwen, bodem en bronnen zal het voorkeursconcept, meest geschikt voor de ontwikkeling, vastgesteld worden. Voor dit concept worden de belangrijke aspecten zoals inpasbaarheid en technische randvoorwaarden gegeven. Verder wordt een kostenraming gegeven en de duurzaamheidsbijdrage, uitgedrukt in primaire energiebesparing. Er wordt afgesloten met een advies voor te nemen vervolgstappen.

2 INVENTARISATIE WARMTE- EN KOUDEVRAAG

Voor het project is de warmte- en koudevraag geïnventariseerd, gebaseerd op de BENG-norm en in afstemming met gemeente Amsterdam. In Tabel 1 zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 1 | Energetische uitgangspunten, E-buurt Oost. Per blok is een energievraag gegeven en het aantal aansluitingen.

Blokken in deelgebied	Warmte [kW]	Warmte [MWh]	Koude [kW]	Koude [MWh]	Aansluitingen
Blok A	130	160	50	50	42
Blok B	90	110	40	40	24
Blok C	200	240	70	70	64
Blok D	330	410	120	120	106
Blok E	80	90	40	40	20
Blok F	190	220	90	90	48
Blok G	140	160	60	70	36
Blok 1	380	460	130	140	120
Blok 2	130	160	50	50	34
Blok 3	80	100	30	30	24
TOTAAL	1.750	2.110	680	700	518

Uit Tabel 1 wordt duidelijk dat het project een warmtebehoefte heeft van 2.110 MWh en een koudebehoefte van 700 MWh. Het WKO-systeem zal de 700 MWh aan koude direct leveren. De warmtebehoefte wordt deels geleverd met warmte uit de WKO en een deel van de warmte wordt geleverd met elektriciteit van de warmtepomp. De verhouding tussen de warmte uit de grond en elektriciteit wordt bepaald door de COP (Coefficient of Performance) van de warmtepomp. In dit project wordt een COP van de warmtepompen van 4 aangenomen. Dit wil zeggen dat drie gedeeltes van warmte uit de grond aangevuld moeten worden met één gedeelte elektriciteit. De warmtebehoefte bestaat dus voor 75% uit warmte uit het WKO-systeem. Afgerond komt dit neer op 1.600 MWh aan warmte. Nu de benodigde warmte uit de grond bekend is kan de onbalans berekend worden.

De onbalans bedraagt: 1.600 MWh (warmte) - 700 MWh (koude) = 900 MWh (warmte). Hieruit kan geconcludeerd worden dat het WKO-systeem op het einde van het jaar 900 MWh warmte te kort komt. Om deze onbalans recht te trekken is er behoefte aan regeneratie van warmte. Dit kan op allerlei verschillende manieren gebeuren. Voor dit project zijn twee mogelijkheden onderzocht. Allereerst is bepaald of warmte geregenereerd kon worden door gebruik te maken van restwarmte van het nabijgelegen KPN-datacentrum. Als tweede mogelijkheid is gekeken naar het regenereren van warmte doormiddel van aquathermie.

3 BODEM EN BELANGEN

In een apart opgeleverde studie ("E-buurt Amsterdam bodem en belangen", referentie: 70450/AW/20210216) zijn de mogelijkheden van de toepassing van open bodemenergie op locatie uitgewerkt. Uit de studie blijkt dat er geen belemmeringen zijn voor de toepassing van open bodemenergie op de projectlocatie. Een enkel doublet is voldoende om het project van voldoende bodemenergie te voorzien.

4 KPN-DATACENTRUM

Datacentrums vormen in de basis een goede regeneratiebron voor WKO-systemen, aangezien bij het koelen van de apparatuur lage temperatuur restwarmte wordt geproduceerd in deze panden. Van daar dat voor dit project contact is opgenomen met een aanliggend datacentrum van KPN (afstand circa 200 meter). Uit de gesprekken met KPN is naar voren gekomen dat KPN het datacentrum zeker voor de komende 10 jaar op deze locatie wilt houden. Wel geeft KPN aan de huidige apparatuur te willen vernieuwen in de nabije toekomst, wat kan resulteren in een lagere koelvraag en daarmee lagere productie van restwarmte. Ook is onzeker of het datacentrum op hetzelfde niveau blijft opereren of in de toekomst gaat inkrimpen. De ligging van het KPN gebouw is inzichtelijk gemaakt in Figuur 2.



Figuur 2 | Afstand tussen projectlocatie en KPN-datacentrum

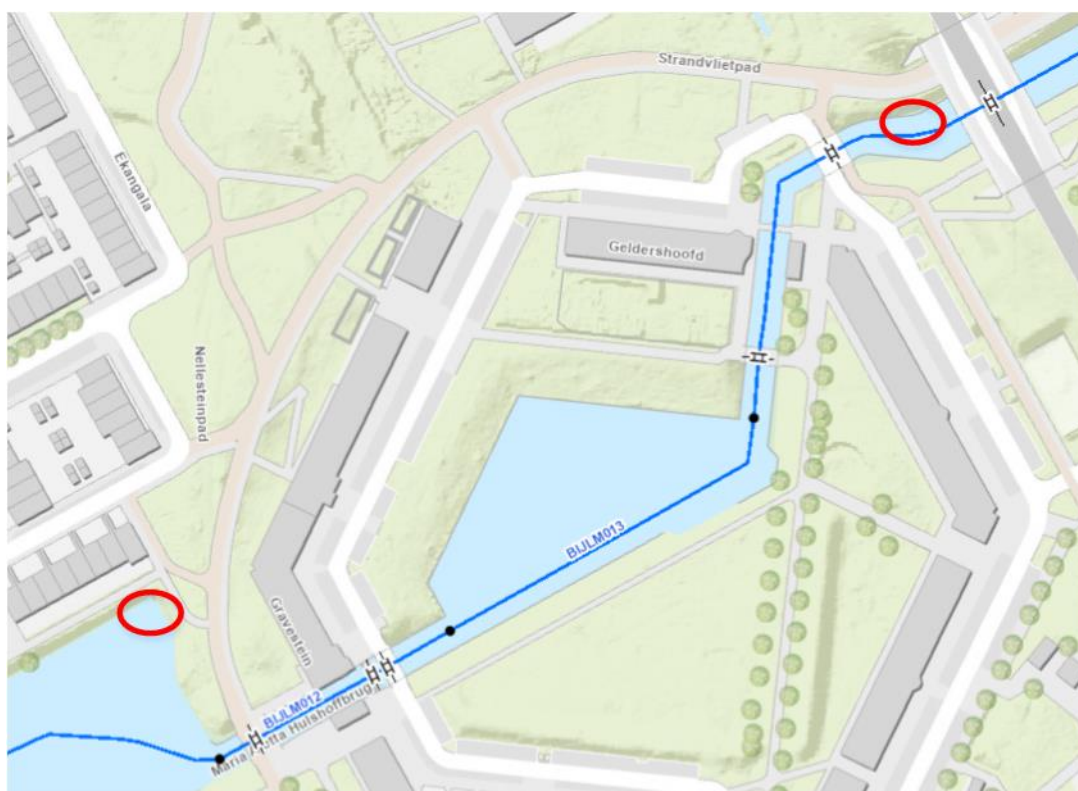
Uit inventarisatie van de huidige koelbehoefte is naar voren gekomen dat de totaal beschikbare restwarmte op dit moment ongeveer 200-300 MWh bedraagt. Gezien de geplande vernieuwing van

apparatuur zal deze hoeveelheid waarschijnlijk afnemen in de toekomst. Gezien de grootte van de totale onbalans (900 MWh) kan de conclusie worden getrokken dat het datacentrum te weinig rest-warmte levert om de onbalans te dekken. Wel kan overwogen worden om het datacentrum aan te sluiten als afnemer van koude als zakelijke klant. De impact op de balans van het project zal echter gering zijn, of er nu wel of niet wordt aangesloten.

5

AQUATHERMIE

Gezien de aanwezigheid van oppervlaktewater nabij de projectlocatie is ook de toepassing van Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO) als vorm van aquathermie onderzocht. Middels deze techniek kan warmte uit het oppervlaktewater onttrokken worden en daarmee kan een energetische balans voor het project behaald worden. Voor de E-buurt Oost is het waterlichaam ten zuiden van het gebied onderzocht (afstand circa 100 meter), zie Figuur 3.



Figuur 3 | Beschikbaar oppervlaktewater ten zuiden van de projectlocatie (bron: legger Waternet). Mogelijke locaties inlaat en uitlaat van TEO systeem zijn gegeven met de rode cirkels.

Om in de gemeente Amsterdam gebruik te mogen maken van oppervlaktewater als regeneratiebron is toestemming nodig van bevoegd gezag Waternet. Vandaar dat er telefonisch en via mail contact is geweest met deze organisatie. Uit deze gesprekken is naar voren gekomen dat het realiseren van een aquathermie systeem is toegestaan, mits deze voldoet aan de gestelde eisen. Het plaatsen van een stuw, wat ten goede komt aan de efficiëntie van het systeem, wordt niet toegestaan. Bij het berekenen van de benodigde capaciteit van het TEO-systeem zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd: een maximale afkoeling van het oppervlaktewater van 5 graden en 2.500 vollast-uren per jaar. Om de onbalans van 900 MWh te dekken op jaarbasis zal een systeem met een debiet van 65 m³/h gerealiseerd moeten worden. Om thermische kortsluiting te voorkomen moeten de inlaat en uitlaat ver genoeg uit elkaar liggen. In Figuur 3 zijn indicatieve locaties van inlaat en uitlaat

gegeven waarbij voldoende onderlinge afstand is gerealiseerd om thermische kortsluiting in het systeem te voorkomen.

6 ENERGIECONCEPT

6.1 Conceptkeuze

Uit de voorgaande hoofdstukken is duidelijk geworden dat de bodem in de E-buurt geschikt is voor de toepassing van WKO, dat er onvoldoende restwarmte beschikbaar is bij het datacentrum en dat er voldoende capaciteit is in het oppervlaktewater om een TEO-systeem te realiseren. Op basis daarvan kan het energetisch voorkeursconcept uitgewerkt worden. Dit concept geldt voor nu als basis uitgangspunt voor verdere berekeningen, maar kan in een later stadium nog geoptimaliseerd en in meer detail uitgewerkt worden. Het concept bestaat uit een enkel WKO-doulet om in de warmte- en koude behoefte te voorzien, waarbij warmte wordt geregenereerd doormiddel van een TEO systeem van 65 m³/h. WKO en TEO zullen worden aangesloten op een warmtenet dat in verbinding staat met de afnemers. Het warmtenet is op brontemperatuur, wat inhoudt dat het warmtenet een gemiddelde aanvoertemperatuur heeft van 15 °C en een gemiddelde retourtemperatuur van 8 °C.

De appartementenblokken krijgen een eigen technische ruimte met collectieve warmtepompen voor de opwek van ruimteverwarming en warm tapwater. Middels een in pandig 4-pijps changeover systeem wordt de ruimteverwarming, tapwater en koude naar de appartementen getransporteerd. De appartementen worden voorzien van een warmtewisselaar (afleverset). Via deze warmtewisselaar wordt de warmte vanuit het 4-pijps net overgebracht naar het cv-water en het tapwater. Voor het bereiden van warm tapwater werkt dit apparaat volgens het doorstroomprincipe waardoor opslag van warm tapwater in appartementen niet nodig is.

In de grondgebonden woningen worden individuele warmtepompen geplaatst. In elk huis dient een warmtepomp te staan die het volledige vermogen kan genereren dat door de afnemer gevraagd wordt. Omdat op sommige momenten een hoog vermogen voor langere tijd wordt gevraagd, zoals tijdens het douchen, is een buffervat nodig om ook op deze momenten het benodigde vermogen te kunnen leveren.

6.1.1 Demarcatie

De demarcatie van dit concept loopt van de bron (TEO-systeem) en opslag (WKO-doulet) tot en met de individuele warmtepompen en afleversets in de appartementen. Dit betekent dat de warmteleverancier verantwoordelijk is voor het ontwerp, realisatie en exploitatie van de volgende onderdelen:

- TEO-systeem
- WKO-doulet
- Warmtenet op brontemperatuur
- Individuele warmtepomp in grondgebonden woning, inclusief buffervat
- Collectieve warmtepompen met buffervat in technische ruimte van de appartementenblokken
- 4-pijps in pandig leidingwerk in appartementenblokken
- Afleversets in de appartementen

Zowel in de grondgebonden woningen als in de appartementenblokken moet ruimte gereserveerd worden voor de benodigde apparatuur en het leidingwerk. Alle onderdelen zijn eigendom van de

warmteleverancier, waarbij de warmteleverancier de individuele warmtepompen in de grondgebonden woningen verhuurd aan de woningeigenaar.

6.1.2 Varianten

Het voorkeursconcept bestaat uit een collectief WKO-net met TEO als regeneratie. Het datacentrum blijkt onvoldoende restwarmte te genereren om als regeneratiebron te dienen. Wel is het mogelijk om het voorkeursconcept verder uit te werken in verschillende varianten. Denk hierbij aan:

- Aansluiten van het KPN-datacentrum als zakelijke afnemer van koude. De onbalans zal iets kleiner worden, maar een TEO-systeem zal nog altijd nodig zijn.
- Ruimteverwarming en tapwater voor de grondgebonden woningen in een centrale technische ruimte opwekken met een apart distributienet naar de woningen voor tapwater, ruimteverwarming en koude. De warmtepomp wordt dan uit de individuele woning gehaald. Nadeel is dat er extra beslag op de ondergrondse ruimte wordt gelegd, er leidingverliezen zullen plaatsvinden waardoor het systeem minder duurzaam wordt en er ruimte gevonden moet worden voor een centrale technische ruimte.
- Tapwater in de appartementen met een booster opwekken. De centrale technische ruimte maakt dan enkel lage temperatuur warmte. Voordeel is dat er minder inpandige leidingverliezen zijn waardoor het systeem duurzamer wordt. Nadeel is dat er extra apparatuur in de appartementen geplaatst moet worden (booster en buffervat).
- Verschillende appartementenblokken bedienen vanuit één technische ruimte. Afhankelijk van ruimtebeslag, benodigde vermogens en leidingmeters kan een optimalisatie gemaakt worden met betrekking tot het aantal technische ruimtes. Uitgangspunt voor nu is dat elk blok een eigen technische ruimte met warmtepompopstelling krijgt.

In dit stadium van het onderzoek hoeft nog geen keuze gemaakt te worden met betrekking tot bovenstaande afwegingen. Het definitieve concept zal ook in samenspraak met de warmteleverancier bepaald worden.

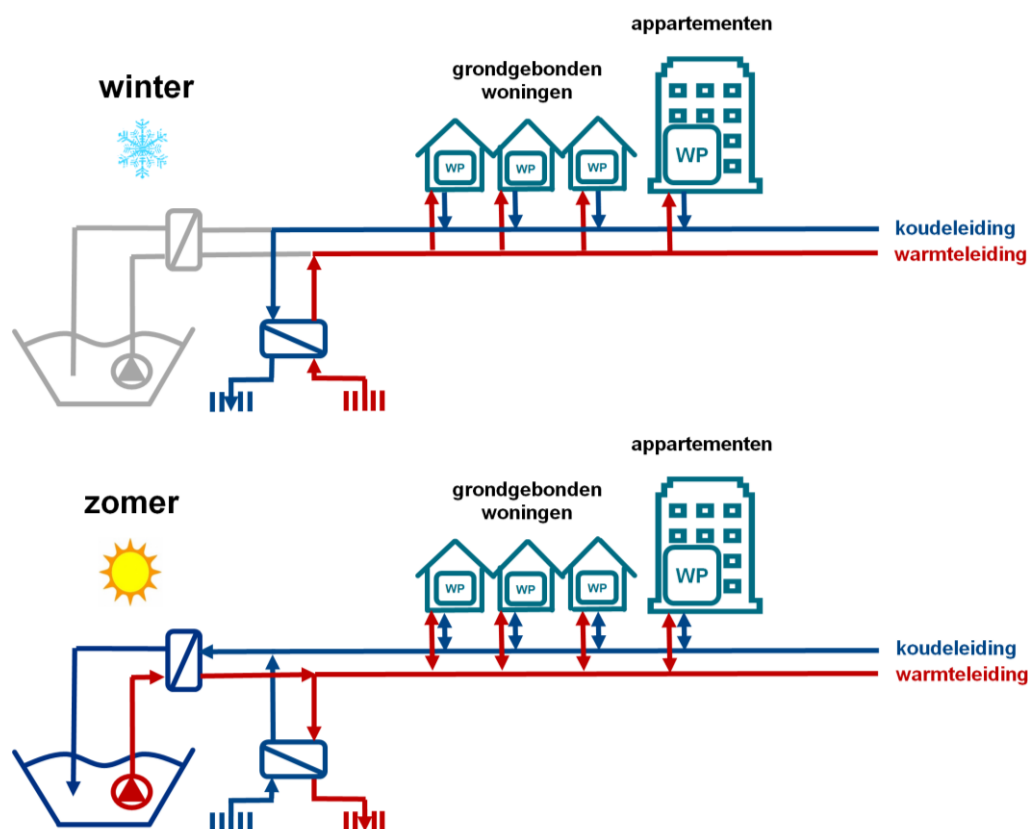
Op woensdag 3 maart 2021 is middels een online vergadering overleg gevoerd met Rochdale. Hierin zijn eventuele varianten besproken, waarbij het aantal afnemers opgeschaald kan worden. De conclusie was dat de omliggende bestaande bouw van Rochdale niet geschikt is om mee te nemen in het project omdat deze reeds een stadswarmte aansluiting hebben en niet verwarmd kunnen worden op lage temperatuur. Daarnaast zijn de vier belangrijkste projecteisen van Rochdale ter sprake gekomen die de organisatie gebruikt om te bepalen of er met de nieuwbouwplannen wel of niet wordt geparticipeerd aan de collectieve energievoorziening. Dit zijn:

- Betaalbaarheid: het collectieve systeem moet betaalbare warmte en koude kunnen leveren aan de eindgebruikers en moet qua prijs kunnen concurreren met stadswarmte.
- Bedrijfszekerheid: het collectieve systeem moet een hoge mate van technische robuustheid kennen.
- Leveringszekerheid: de warmteleverancier moet betrouwbaar zijn en ten alle tijden de levering van warmte en koude kunnen garanderen.
- Faseerbaarheid: Rochdale verwacht veel eerder een omgevingsvergunning aan te vragen dan de andere ontwikkelaars in het gebied. Het is belangrijk dat het collectieve systeem warmte en koude kan leveren op het moment dat de bouw van de complexen van Rochdale is afgerond.

In een vervolgonderzoek moeten de bovenstaande onderwerpen nader worden uitgewerkt voor Rochdale en alle overige partijen die deelnemen aan het project. Voor nu is het uitgangspunt dat alleen de nieuwbouw van Rochdale aansluit bij de collectieve energievoorziening.

6.2 Principeschema en schetsontwerp

In Figuur 4 is het principeschema van een collectieve WKO en TEO voor de winter en de zomer weergegeven. De seizoenen zijn indicatief om een bepaalde situatie te schetsen. In de winter is het TEO-systeem uitgeschakeld. In de zomer wordt het oppervlaktewater gebruikt als bron van warmte om de WKO te laden/regenereren. Het kan ook voorkomen dat er een warmtevraag in de gebouwen is en het TEO-systeem aan het laden is. In dat geval wordt de warmte uit oppervlaktewater direct ingezet om de gebouwen te verwarmen.



Figuur 4 | Principeschema collectieve WKO en TEO in de winter en zomer (grijs = niet in bedrijf). Winter: het TEO-systeem is uitgeschakeld, omdat het oppervlaktewater te koud is ($< 15^{\circ}\text{C}$). Het WKO-systeem levert warmte uit de warme bronnen die door de warmtepomp wordt opgewaardeerd. Zomer: het TEO-systeem is ingeschakeld, warmte kan aan de warmtepomp geleverd worden om de gebouwen van warmte en/of tapwater te voorzien, daarnaast wordt de warmte uit het oppervlaktewater gebruikt om de WKO te laden/regenereren. Vanuit de bron wordt rechtstreeks koude geleverd aan de woningen.

Om een beeld te krijgen bij de verschillende onderdelen van het concept en een mogelijke inpassing is een schetsontwerp gemaakt van de collectieve WKO met TEO, gegeven in Figuur 5. Het betreft een eerste schets ter indicatie, maar gezien de beperkte ruimte in de ondergrond wordt aangeraden om deze schets tijdig verder uit te werken.

3. **Technische ruimte (blauw):** In de technische ruimte wordt de warmte van het oppervlaktewater overgedragen aan het bronwarmtenet. Qua grootte moet gedacht worden aan een gebouw van ongeveer 40 m². Dit gebouw bevat onder andere regelkasten en uitkoppeling (warmtewisselaars en leidingen) met het WKO-net. Ook de woningen en appartementenblokken zullen voorzien worden van technische componenten. In de grondgebonden woningen zal een warmtepomp en buffervat worden geplaatst. Deze zullen enkele vierkante meters in beslag nemen. De appartementenblokken krijgen allemaal een eigen technische ruimte, waarin de brontemperatuur verhoogt wordt naar de benodigde warmte. Deze technische ruimtes nemen grofweg 50 m² in beslag.
4. **Gebouwen:** De grondgebonden woningen zullen allemaal voorzien worden van een eigen warmtepomp. De appartementenblokken krijgen allemaal een technische ruimte, waarin collectieve warmtepompen worden geplaatst. Daarnaast hebben de appartementen in de blokken allemaal een eigen warmtewisselaar (afleverset) nodig.

Met behulp van het schetsontwerp is het mogelijk om een schatting te maken van de benodigde aantal meters leidingwerk. Het TEO-systeem (gele lijn) zal grofweg rond de 300 meter aan leidingwerk bevatten. Het warmtenet (rode lijn) wordt op dit moment geschat op 800 meter aan leidingwerk. In totaal zal er dus 1.100 meter aan leidingwerk moeten worden aangelegd voor dit project.

7

KOSTENRAMING

Tabel 2 geeft inzicht in de initiële investeringen (CAPEX). Dit zijn alle investeringen die eenmalig plaatsvinden aan het begin van het project. De waardes geven een indicatie van de kostenopbouw voor het project en zijn gebaseerd op de bevindingen en het voorkeursconcept zoals beschreven in voorgaande hoofdstukken. Het is belangrijk om hierbij te vermelden dat deze kostenraming gemaakt is in de haalbaarheidsfase en dat op genoemde bedragen een onzekerheidsmarge van +/- 30% geldt. De bedragen zijn exclusief BTW.

Tabel 2 | Kosten realisatie energieconcept

parameter	eenheid	waarde
CAPEX		
Distributie leidingwerk WKO+TEO	€	660.000
Distributie leidingwerk naar grondgebonden woningen	€	312.000
Distributie door flat naar appartementen	€	1.035.000
WKO	€	215.000
Oppervlaktewatersysteem	€	160.000
TR oppervlaktewatersysteem	€	30.000
Warmtepompen collectief	€	628.000
Warmtepompen grondgebonden woningen individueel	€	520.000
Afleversets appartementen	€	660.000
Aansluitkosten collectief	€	100.000
Ontwerp & advies	€	432.000
Onvoorzien	€	432.000
Totaal	€	5.200.000

Tabel 3 geeft inzicht in de operationele kosten (OPEX). Dit zijn alle terugkerende kosten op jaarbasis. De OPEX is grofweg in drie groepen te verdelen. Kosten door elektriciteitsverbruik, kosten in verband met onderhoud en beheer van de systemen en als laatste managementkosten. Wederom bevatten de waardes een foutmarge van +/- 30% en zijn de bedragen exclusief BTW.

Tabel 3 | Kosten exploitatie WKO, TEO en warmtenet

OPEX		
Distributie (elektriciteitskosten)	€/jaar	7.000
Warmtepompen (elektriciteitskosten)	€/jaar	56.000
WKO (elektriciteitskosten)	€/jaar	10.000
TEO-systeem (elektriciteitskosten)	€/jaar	2.000
Distributie (onderhoud en beheer)	€/jaar	20.000
Warmtepompen (onderhoud en beheer)	€/jaar	34.000
WKO (onderhoud en beheer)	€/jaar	4.000
TEO-systeem (onderhoud en beheer)	€/jaar	6.000
Afleversets (onderhoud en beheer)	€/jaar	13.000
Vaste kosten elektriciteit	€/jaar	18.000
Facturatie (managementkosten)	€/jaar	31.000
Bemetering (managementkosten)	€/jaar	8.000
totaal	€/jaar	210.000

7.1 Aansluiten KPN-datacentrum

In de kostenberekening is de aansluiting van KPN op het warmtenet niet meegenomen. Toch zou dit een interessante optie kunnen zijn die het overwegen waard is. Door het koppelen van KPN aan het net zal de onbalans in de grond afnemen en heeft het project een extra inkomstenbron. De kosten voor deze aansluiting zitten in de aanleg van het leidingwerk (200 meter). Deze aansluitingskosten worden geschat op € 147.000. De overige kosten die nodig zijn om KPN aan te sluiten op het net zullen voor KPN zelf in rekening worden gebracht.

Belangrijk aandachtspunt hierbij is de aanwezigheid van een primaire waterkering tussen projectlocatie en datacentrum, waar niet zomaar leidingen in aangelegd mogen worden. Dit obstakel kan op verschillende manieren worden verholpen zoals bijvoorbeeld gebruik maken van een aanwezige tunnel. De aanleg van de eventuele uitwijkmogelijkheden kan zorgen voor een extra kostenpost.

7.2 Indicatie Bijdrage AansluitKosten (BAK)

Het instituut "Arbeid, consument & markt" (ACM) bepaalt jaarlijks de maximale kleinverbruikerstarieven voor warmte en koude. Bij het calculeren van de omzet is de aanname gemaakt dat de tarieven voor de toekomstige gebruikers op 90% zitten van de ACM-tarieven prijspeil 2021. Met behulp van de berekende CAPEX, OPEX en omzet kan bepaalt worden welke BAK (Bijdrage Aansluitkosten) nodig is om een gezonde business case te krijgen. De BAK van het concept uit hoofdstuk 6 is vergeleken met de prijs voor aansluiting op stadswarmte en een variant waarbij Rochdale niet deelneemt aan het collectieve WKO-net.

energieconcept	Bijdrage aansluitingskosten (BAK)
Warmtelevering stadswarmte	€ 4.500
Warmte + koudelevering stadswarmte	€ 6.000
Warmte + koudelevering WKO + TEO	€ 4.500
Warmte + koudelevering WKO + TEO - zonder Rochdale	€ 5.000 - € 5.500

Uit de tabel komt duidelijk naar voren dat het WKO warmte- en koudenet bij de levering van warmte niet onder doet voor stadswarmte en dat de BAK zelfs lager uitvalt als de levering van koude wordt meegenomen. De levering van koude wordt steeds noodzakelijker in de toekomst.

Binnenkort zal Amsterdam namelijk een verstrengde BENG-norm presenteren, waarin onderwerpen zoals duurzaamheid en levering van koude aan consumenten, ook sociaal huurwoningen, nog belangrijker wordt.

Al met al kan de conclusie worden getrokken dat de levering van warmte en koude met behulp van WKO en TEO de meest betaalbare optie is. In vergelijking met stadswarmte is afname van koude alleen maar gunstig voor het WKO-net, aangezien de warmtelevering efficiënter en goedkoper wordt bij meer afname van koude. Dat maakt WKO een zeer goed toepasbare techniek in nieuwbouw met een na verwachting steeds grotere koudevraag.

8 DUURZAAMHEID

De huizen in de E-buurt moeten voldoen aan nieuwe duurzaamheidseisen (BENG-norm). In dit hoofdstuk wordt bepaalt wat de impact van dit project is op de omgeving omtrent de uitstoot van CO₂ (koolstofdioxide), NO_x (stikstofmonoxide), en SO₂ (zwaveldioxide). Hierbij is de nieuwe bepalingsmethode NTA 8800 gebruikt om de energieprestatie te beoordelen.

Om de impact te bepalen wordt gekeken hoeveel elektriciteit wordt verbruikt in de gehele demarcatie om de afnemers te voorzien van de benodigde warmte en koude. De uitkomst hiervan is 675 MWh exclusief het elektriciteitsverbruik van de warmtepompen in de NOM woningen (grondgebonden woningen), welke in beheer zullen zijn van de individuele gebouweigenaren. Het elektriciteitsverbruik van de NOM woningen is niet berekend, aangezien deze kosten voor de gebouweigenaren zelf zijn. Als het elektriciteitsverbruik van 675 MWh wordt gekoppeld aan de NTA 8800 bepalingsmethode dan is de uitstoot als volgt:

- 229 ton CO₂
- 101 kg NO_x
- 287 kg SO₂

9 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

9.1 Conclusie

In dit rapport zijn de energetische en kostentechnische aspecten bij een open bodemenergiesysteem onderzocht voor de E-Buurt te Amsterdam. Op basis van het uitgevoerde onderzoek zijn de volgende conclusies te trekken:

Uit de inventarisatie van de warmte- en koudevraag is naar voren gekomen dat het WKO systeem een onbalans heeft van 900 MWh, doordat de vraag naar warmte groter is dan de vraag naar koude. Om deze onbalans recht te trekken heeft het project een regeneratiebron voor warmte nodig. In dit project zijn hier twee mogelijkheden voor uitgewerkt.

De eerste optie was het nabijgelegen KPN-datacentrum (afstand circa 200 meter). Het KPN-datacentrum heeft een koelbehoefte van 200-300 MWh op jaarbasis, waardoor het onvoldoende restwarmte genereerd om als volledige regeneratiebron te dienen. Voor het project zou het wel interessant kunnen zijn om KPN toch aan te sluiten als zakelijke klant als afnemer van koude.

De tweede optie is het aanwezige oppervlaktewater (afstand circa 100 meter) dat met behulp van aquathermie gebruikt kan worden als regeneratiebron. Om de onbalans van 900 MWh op jaarbasis te dekken zal een systeem met een debiet van 65 m³/h gerealiseerd moeten worden.

Met de verzamelde kennis is vervolgens een conceptkeuze gemaakt. Het WKO-systeem voorziet in de warmte- en koude behoefte, waarbij warmte wordt geregenereerd doormiddel van een TEO-systeem. Beide systemen worden aangesloten op een warmtenet dat in verbinding staat met de appartementenblokken en grondgebonden woningen. Voor het warmtenet wordt een brontemperatuur gehanteerd met een gemiddelde aanvoertemperatuur van 15 °C en een gemiddelde retourtemperatuur van 8 °C.

De appartementenblokken hebben een eigen technische ruimte met collectieve warmtepompen voor de opwek van ruimteverwarming en warm tapwater. In de appartementen wordt warmte en koude geleverd middels een warmtewisselaar (afleverset). De grondgebonden woningen worden allemaal voorzien van individuele warmtepompen, aangesloten op het warmtenet.

Voor het omschreven concept is een kostenraming uitgewerkt. De initiële investeringen (CAPEX) worden geraamd op € 5.2 miljoen. De jaarlijkse onderhoudskosten (OPEX) worden geschat op € 209.000.

9.2 Aanbevelingen

Dit verkennende onderzoek geeft een eerste inzicht in de haalbaarheid van een collectieve warmte- en koudevoorziening voor de E-buurt Oost. Een concept met WKO en TEO is technisch haalbaar op projectlocatie. Gemeente Amsterdam is voornemens het ontwerp, realisatie en exploitatie van zowel het vastgoed als dit energieconcept aan een marktpartij uit te besteden middels een tender. Het is belangrijk om de eisen en randvoorwaarden met betrekking tot de energievoorziening helder te hebben en mee te geven bij de tender. Met Rochdale is reeds het eerste gesprek gevoerd om deze eisen inzichtelijk te krijgen. De komende periode moet gebruikt worden om verder gesprekken met Rochdale te voeren en uiteindelijk te komen tot een integrale planning en plan van aanpak met betrekking tot de tender.