

Energievisie

Afweging toe te passen energieconcept, Rietgrachtstraat 32, Arnhem





Datum 3 oktober 2022

Referentie PR09320/HeV/20221003

Betreft Variantenstudie Rietgrachstraat 32 Arnhem

Behandeld door [REDACTED]

Gecontroleerd door [REDACTED]

Versienummer Definitief

OPDRACHTGEVER

Hendriks Bouw en Ontwikkeling

[REDACTED]
Kanaalstraat 12

5347 KM Oss

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding	4
1.1 Leeswijzer	4
2 Energetische inventarisatie	5
2.1 Beschrijving van de ontwikkeling	5
2.2 Voorlopige Energetische uitgangspunten	5
3 Beschikbare energiebronnen	6
3.1 Bodemenergie	6
3.1.1 Open bodemenergiesysteem	6
3.1.2 Gesloten bodemenergiesystemen	7
3.2 Aquathermie	8
3.2.1 Thermische energie uit afvalwater (TEA)	8
3.2.2 Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO)	9
3.3 Zonne-energie	10
3.3.1 PT-panelen	10
3.3.2 PVT-panelen	10
3.4 Lucht	11
3.4.1 Lucht-/waterwarmtepomp	11
3.4.2 Droge koelers	12
3.4.3 EQW-systeem	12
4 Energie concepten	14
4.1 Onderbouwing	14
4.2 EQW-systeem - variant 1	15
4.3 WKO - variant 2	16
4.4 individuele luchtwaterwarmtepomp - variant 3	17
4.5 Beoordeling energieconcepten	18
5 Conclusie en aanbeveling	19
Bijlage 1 Blokschema	20
Bijlage 2	20
2.1 vooronderzoek en toets haalbaarheid bodemenergie	21
2.2 Juridisch kader	21
2.3 Bodemopbouw	23
2.4 Technische en juridische aspecten	24
2.5 Afweging nader onderzoek en vervolgstappen	29

1 Inleiding

Aan de Rietgrachtstraat in Arnhem bevindt zich een voormalig terrein van een drukkerij. Hendriks gaat het terrein herontwikkeling tot woningen. Het totale van 7.200 m² bestaat voornamelijk uit appartementen en enkele grond gebonden woningen. Op het perceel van ongeveer 5.000 m² zal ruim 7.200 m² aan woningen worden gerealiseerd. De appartementen variëren van sociale huurwoningen tot luxe appartementen.



Figuur 1 | Impressie ontwikkeling.

Hendriks wil de woningen van lokale duurzame warmte en koude voorzien. Om een onderbouwde afweging te maken voor het gewenste energieconcept is deze variantenstudie opgesteld, deze kan beschouwd worden als de energievisie voor dit project. In deze variantenstudie onderzoeken wij de haalbaarheid van beschikbare energiebronnen. Het resultaat van dit onderzoek zijn een aantal globaal uitgewerkte energieconcepten die wij toetsen op kwalitatieve aspecten zoals juridisch-, organisatorisch- en financieel haalbaarheid

1.1

LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 worden de energetische uitgangspunten bepaald. In hoofdstuk 3 wordt onderzocht welke duurzame energiebronnen aanwezig zijn in de omgeving. Mogelijke energieconcepten op basis van een match tussen de benodigde energievraag en de potentie van de energiebronnen zijn weergegeven in hoofdstuk 4. Het voorkeursscenario van de technische inpassing van het energieconcept is beschreven in hoofdstuk 5. Het rapport eindigt met een conclusie en aanbevelingen.

2 Energetische inventarisatie

2.1 BESCHRIJVING VAN DE ONTWIKKELING

De grond gebonden woningen bevinden zich aan de Rietgrachtstraat. De villa op het terrein aan de Rietgrachtstraat blijft behouden en wordt gerenoveerd. Naast en achter deze woningen bevinden zich twee appartementen blokken. De appartementen variëren van sociale huurwoningen tot luxe appartementen. Rondom en op de woningen is ruimte beschikbaar voor groen. De voormalige loods wordt omgebouwd tot overdekte parkeergarage waar plek is voor 90 parkeerplekken. Op het dak van de parkeergarage zal een daktuin worden gecreëerd. Het totale bouwprogramma ziet er als volgt uit.

Tabel 2.1 | Voorlopig globaal Bouwprogramma¹

Woning type	Aantal	Gemiddelde oppervlak GBO (m ²)	Totaal oppervlak GBO (m ²)
Grond gebonden woningen	4	180	720
Sociale huur appartement	28	60	1.680
Midden appartementen	18	68	1.224
Midden-groot appartementen	40	95	3.800
Grote appartement	2	120	240
Totaal	92	83	7.678

2.2 VOORLOPIGE ENERGETISCHE UITGANGSPUNTEN

Op basis van het bouwkundig programma is de totale warmte en koude behoefte bepaald. Hiervoor is gebruik gemaakt van de prestatie-eisen als gesteld in de NTA 8800. Voor het bepalen van het benodigde warmtapwatervermogen van de woningen is de ISSO-norm gehanteerd. De energetische uitgangspunten zijn te vinden in Tabel 2.2. Hierbij is rekening gehouden met gelijktijdigheid van warmtapwater volgens de ISSO-norm. Voor het bepalen van het benodigd vermogen voor ruimteverwarming en koeling is vooralsnog geen gelijktijdigheid meegenomen.

Tabel 2.2 | Energetische uitgangspunten

	vermogen ruimtever- warming [kW]	vermogen warmtapwater [kW]	vermogen koeling [kW]	warmtevraag ruimteverwarming [MWh/jaar]	warmtevraag warmtapwater [MWh/jaar]	koudevraag [MWh/jaar]
ggb woningen	25	-	11	29	16	9
Sociale huurapparte- ment	59	-	25	55	47	20
Midden appartemen- ten	43	-	19	41	24	15
Midden-groot appar- tementen	133	-	57	125	72	46
Grote appartement	8	-	4	8	5	3
TOTAAL	269	110	115	258	163	92

¹ Exclusief mogelijke toekomstige aansluitingen van 10 VHV corporatiewoningen en de aanliggende 35 koopappartementen van ca. 35m².

3 Beschikbare energiebronnen

Om de woningen op een duurzame wijze van warmte en koude te voorzien kunnen verschillende energiebronnen gebruikt worden. In deze studie is er gekeken naar de toepassing van bodemenergie, aquathermie, zonne-energie en als laatste energie uit lucht.

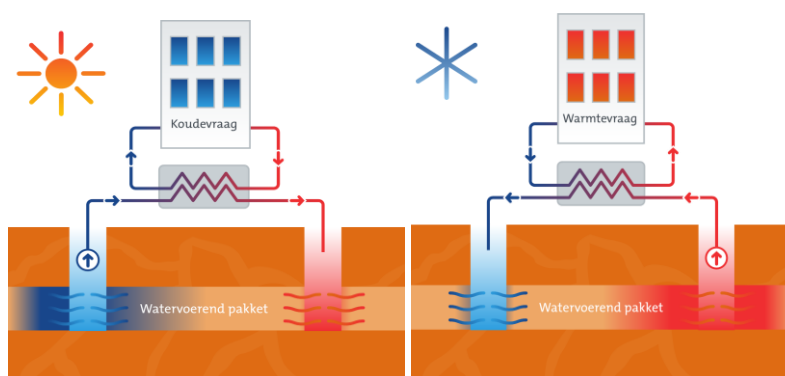
Nabij de ontwikkeling loopt ook het stadswarmtetracé van Vattenfall, door de gemeenteraad is in februari 2022 besloten dat nieuwbouw uitgesloten is van een nieuwe aansluiting op het Stadswarmtenet omdat dit potentieel voor de bestaande bouw gereserveerd moet worden, Stadswarmte is dan ook buiten beschouwing gelaten in deze studie.

3.1 BODEMENERGIE

De bodem vormt een potentiële energiebron of kan dienst doen als energieopslag, waar gedurende de winter en zomerperiode energie aan kan worden onttrokken. In dit onderzoek worden een tweetal technieken behandeld, namelijk een open- en gesloten bodemenergiesysteem.

3.1.1 Open bodemenergiesysteem

Open bodemenergiesysteem, ook wel warmte-/koudeopslag (WKO) genoemd, bestaan uit bronnen die grondwater onttrekken en infiltreren. Energie in de vorm van warmte en koude wordt opgeslagen in een ondergrondse watervoerende laag. Deze energie wordt vervolgens onttrokken om te verwarmen (in combinatie met warmtepompen) of te koelen. In Figuur 3.1 is de globale werking van een WKO schematisch weergegeven. In de winter wordt de opgeslagen warmte in de WKO gebruikt om de gebouwen te verwarmen. In de zomer wordt koeling geleverd en warmte opgeslagen in de WKO. Deze warme en koude bel kunnen ook boven elkaar geplaatst zijn waardoor en maar één boorgat benodigd is, dit noemt men een monobron. Bij een doublet zoals op onderstaande afbeelding zijn de bronnen in hetzelfde horizontale vlak geplaatst, er moet dan ook een zekere afstand tussen de bronnen in acht genomen worden zodat er geen thermische kortsluiting plaats vindt.



Figuur 3.1 | Schematische weergaven van een warmte- en koudeopslag (WKO).

In bijlage 1 is het uitgevoerde vooronderzoek en toetsing haalbaarheid van bodemenergie weergegeven. Hierin wordt de mogelijkheid van de toepassing van open bodemenergie op locatie omschreven. De belangrijkste conclusies zijn als volgt:

- De bodem is ter plaatse opgebouwd in drie watervoerende pakketten. Het eerste watervoerende pakket is niet geschikt wegens de geringe diepte en het ontbreken van een bovenliggende scheidende laag. In het tweede watervoerende pakket hebben

bodemenergiesystemen in Arnhem te maken gehad met bronverstoppingsproblematiek. Het derde watervoerende pakket is technisch en juridisch geschikt voor toepassing van open bodemenergie.

- Het derde watervoerende pakket heeft naar verwachting een maximale capaciteit van circa 60 m³/h per doublet.
- Bij een project in de nabije omgeving is er een capaciteit van ca. 75 m³/h gehaald. Door de heterogeniteit van de ondergrond kan echter niet worden vastgesteld of dit debiet ook op de Rietgrachtstraat haalbaar is.
- Het derde watervoerende pakket bevindt zich naar verwachting op een diepte van ongeveer 125 - 168 m-mv met een dikte van ongeveer 35 meter.
- Door de geringe dikte van 35 meter is het watervoerende pakket ongeschikt voor een monobron en is de toepassing van een doublet nodig.
- Het masterplan Bodemenergie Arnhem heeft regels opgesteld voor de inpassing van open bodemenergie. De ontwikkeling bevindt zich in een bufferzone van het bodemenergieplan.
- De ligging van een open bodemenergiesysteem in de bufferzone mag afwijken indien dit aantoonbaar geen negatieve effecten heeft op de ordening in het plangebied.
- Bronnen en de leidingen dienen zoveel mogelijk op het eigen terrein te liggen. Het gebruik van de openbare ruimte wordt wel toegestaan, mits de infrastructuur onderdeel uitmaakt van een collectief bodemenergiesysteem en het gebruik van de openbare ruimte strikt noodzakelijk is. Hiervoor is schriftelijke toestemming nodig van de gemeente.
- Omdat de ontwikkeling volledig is aangewezen als Waarde Cultuurhistorie en deel als Waarde Archeologie is het verboden om zonder schriftelijke vergunning werkzaamheden uit te (laten) voeren over een oppervlak van 100 m² met een diepte van 0,5 m-mv.

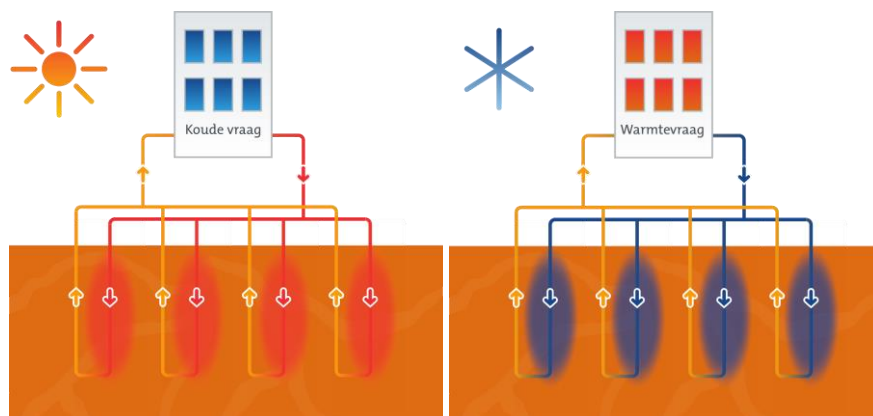
Nu de potentie van de bodem bepaald is kan dit gekoppeld worden aan de energievraag zoals weergegeven in Tabel 2.2. Middels een blokschema zijn de energiestromen inzichtelijk gemaakt bij een koppeling van de woningen op een WKO-systeem, zie bijlage 2. Uit het blokschema komt naar voren dat de ontwikkeling een debiet nodig heeft van maximaal 45 m³/h. Naar verwachting is één doublet voldoende voor de ontwikkeling.

Regeneratie

Het uitgangspunt voor dit onderzoek is een WKO-systeem dat in balans draait, dit wil zeggen dat het systeem elk jaar evenveel warmte als koude onttrekt aan de bodem. Aangezien de woningen een grotere warmtevraag dan koudevraag hebben ontstaat er een onbalans in de bodem van ca. 260 MWh. Met behulp van regeneratietechnieken is het mogelijk om deze onbalans te herstellen. Dit kan door middel van bijvoorbeeld droge koelers of zonnecollectoren.

3.1.2 Gesloten bodemenergiesystemen

Gesloten bodemenergiesystemen bestaan uit bodemlussen die in verticale boorgaten in de bodem worden aangebracht. Doormiddel van geleiding kan de vloeistof in de bodemlus warmte afgeven of onttrekken aan de omgeving. Belangrijk verschil met een open systeem is dat er geen grondwater wordt onttrokken en wordt geïnfiltreerd. Een gesloten bodemenergiesysteem is interessant voor kleinere ontwikkelingen tot maximaal ca. 100 woningen. Het principe van een gesloten bodemenergiesysteem is weergegeven in Figuur 3.2.



Figuur 3.2 | Schematische weergave gesloten bodemenergiesysteem.

De belangrijkste conclusies uit het masterplan bodemenergie luiden:

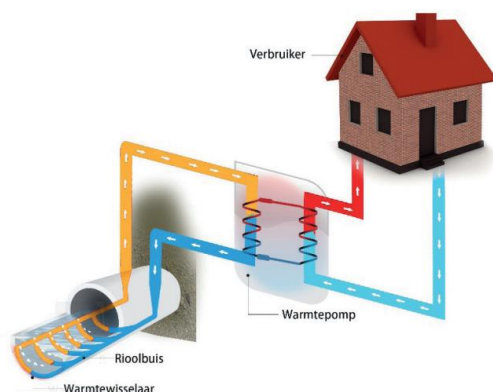
- Gesloten bodemenergiesystemen mogen tot aan de tweede scheidende laag (85 m-mv) geïmplementeerd worden.
- Het strokenpatroon uit het bodemenergieplan geldt niet voor de gesloten bodemenergiesystemen omdat deze zich bevinden in het tweede watervoerende pakket.
- Bronnen en de leidingen dienen zoveel mogelijk op het eigen terrein te liggen. Het gebruik van de openbare ruimte wordt wel toegestaan, mits de infrastructuur onderdeel uitmaakt van een collectief bodemenergiesysteem en het gebruik van de openbare ruimte strikt noodzakelijk is. Hiervoor is schriftelijke toestemming nodig van de gemeente.
- Omdat de ontwikkeling binnen het plangebied “Arnhem Binnenstad en omgeving” valt is er een melding en vergunning nodig voor het realiseren van gesloten bodemenergie.
- Grote collectieve systemen hebben voorrang op kleinere systemen.

3.2 AQUATHERMIE

Met de techniek aquathermie wordt warmte gewonnen uit water. Mogelijke toepassing daarbij zijn: thermische energie uit oppervlaktewater (TEO), afvalwater (TEA) of drinkwater (TED). In deze studie worden alleen de toepassingen TEA en TEO nader behandeld.

3.2.1 Thermische energie uit afvalwater (TEA)

Onder TEA, andere benaming is riothermie, verstaan we het terugwinnen van warmte uit het afvalwater in het riool. Deze ‘thermische energie’ kan gebruikt worden voor het verwarmen of koelen van gebouwen of van installaties die in de nabijheid van de riolering staan. Het principe is vrij eenvoudig, zie Figuur 3.3. Het afvalwater stroomt over een warmtewisselaar en geeft haar warmte af aan een transportvloeistof die door de warmtewisselaar stroomt. Deze vloeistof transporteert de warmte naar de afnemer. De temperaturen zijn dan nog relatief laag. Een warmtepomp brengt de temperatuur vervolgens naar een bruikbaar niveau, deze warmtepomp kan zowel op woningniveau als centraal collectief worden opgesteld.



Figuur 3.3 | Principeschema TEA/riothermie. Bron: Stowa. Portfolio thermische energie uit afvalwater; waardevolle lessen uit de praktijk.

Er zijn verschillende locaties om warmte uit te koppelen. De afvalwaterketen begint bij de gebouwen en eindigt bij de lozing van schoon water op het oppervlaktewater. Hiertussen bevinden zich uitgebreid stelsel van riolering, transportgemalen, rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) en effluentleidingen.

Bij de John Frostbrug bevindt zich een rioolgemaal, waar rioolwater uit de omgeving verzameld wordt en doorgepompt wordt richting het RWZI. De theoretische potentie van het gemaal in combinatie met een WKO-systeem is ongeveer 40.000 GJ per jaar. Maar gezien de afstand van ongeveer 500 meter met alle tussenliggende obstakels in de ondergrond is dit zowel technisch als financieel niet haalbaar.

Daarnaast bestaat de techniek om aan te sluiten op het bestaande riool dicht bij de ontwikkeling:

- Inbouwsystemen, door middel van een warmtewisselaar in de vorm van een schaal.
- Het aanleggen van nieuwe riolering waarbij de warmtewisselaar is geïntegreerd in de rioolbuis.

De twee technieken variëren in de meeste gevallen tussen de twee- en drieduizend euro voor de warmtewisselaar per kW op te wekken warmte². Hierbij is enkel de warmteontrekking geborgd en moet opwaardering en distributie van de warmte nog bekostigd worden. Deze technieken zijn vaak alleen rendabel wanneer het riool gepland staat voor vervanging om zo de kosten te drukken. Op de Rietgrachtstraat is een renovatie van het riool tussen 2024 en 2026 gepland. Wanneer de aanleg van riothermie parallel kan lopen aan deze werkzaamheden kan dit positief effect hebben op de betaalbaarheid.

3.2.2 Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO)

Het principe van een TEO-systeem is hetzelfde als die van het TEA-systeem. Het verschil is alleen dat bij TEO het oppervlaktewater als energiebron fungeert. In veel gevallen wordt de toepassing TEO gecombineerd met een WKO-systeem. Dit met als reden dat het oppervlaktewater als warmtebron alleen voorradig is in de zomermaanden. Door de warmte in de zomermaanden uit het oppervlaktewater te halen en op te slaan in de WKO, kan het in de wintermaanden gebruikt worden om de woningen te verwarmen (in combinatie met een warmtepomp).

² Bron: Stowa rapportage, Portfolio thermische energie uit afvalwater

De Lauwersgracht in het nabijgelegen Musispark is een mogelijkheid voor het toepassen van een TEO-systeem. Door bebouwing en de Eusebiusbuitensingel tussen de ontwikkeling en de Lauwersgracht brengt het realiseren van een TEO-systeem een grote uitdaging met zich mee. Hierdoor is de verwachting dat de kosten een stuk hoger uitvallen doordat onder andere een gestuurde boring moet plaatsvinden.

3.3 ZONNE-ENERGIE

Zonthermie is het genereren van warmte door het opvangen van zonne-energie middels thermische zonnepanelen. Er zijn twee gangbare technieken om deze warmte te winnen. Direct warmte winnen uit zonnestraling middels PT panelen, of een thermische module achter een PV-paneel (PVT-panelen) opstellen om zo indirect warmte uit de atmosfeer te halen.

3.3.1 PT-panelen

PT-panelen kunnen zowel op individuele basis als collectieve basis worden toegepast. Bij collectieve toepassingen worden de PT-panelen in grote getalen opgesteld, waar een groot stuk grond voor nodig is. Voornamelijk in de zomer worden grote hoeveelheden warmte gevangen door de PT-panelen. Deze warmte wordt dan direct geleverd aan de woningen of, bij weinig vraag naar warmte, opgeslagen. De potentie van zonthermie hangt rechtstreeks samen met de beschikbare grond. Per hectare is er een mogelijke opbrengst van ca. 2.100 MWh aan warmte. De ruimte rondom de ontwikkeling is vrij beperkt. Hierdoor is een collectief systeem geen optie aangezien, een versnipperd systeem zal ook tot een verlaging van de rendabiliteit leiden.

Bij een individuele toepassing worden de PT-panelen vaak zonneboilers genoemd. Deze zonneboilers liggen op het dak en leveren gedurende de zomerperiode warm water van circa 60 °C. Om ook in de winter warmte te leveren dient dit systeem te worden gecombineerd met een andere techniek.



Figuur 3.4 | Voorbeeld PT-panelen

3.3.2 PVT-panelen

Met behulp van thermische panelen (PVT-panelen) kan warmte geoogst worden uit zonenergie en tevens de opbrengst van de elektriciteit opwek worden vergroot (koeling van PV-panelen). De typische jaarlijkse opbrengst aan warmte van deze panelen (productietemperatuur +/- 20 °C) bedraagt 725 kWh/m². Een standaard grootte voor de panelen is +/- 1,70 m².

Het gebruiken van PVT-panelen kan geen waardevolle bijdrage leveren in de koude behoefte. Daarom is zonthermie alleen geschikt als ondersteunende bron van het energiesysteem en kan het op zichzelf staand (monovalent) niet voldoen. Het is dan ook logisch om het systeem te combineren met WKO. Hierbij wordt in de zomer warmte geladen in de WKO door middel van koeling en zonthermie waardoor deze warmte in de winter benut kan worden.

De onbalans van het WKO-systeem bedraagt hier 260 MWh op jaarbasis. Als PVT-panelen worden ingezet ter regeneratie dan is ongeveer 360 m² aan oppervlak nodig. Van het totale beschikbare dakoppervlak is conservatief genomen ongeveer 60% beschikbaar voor panelen. Op basis van de gebouwoppervlaktes kan gesteld worden dat de daken genoeg ruimte bevatten om de onbalans in het WKO-systeem te laden met PVT.



Figuur 3.5 | Voorbeeld PVT panelen, de thermische module is hier achter het PV paneel geplaatst.

3.4 LUCHT

De buitenlucht kan op verschillende manieren als energiebron worden toegepast in een energieconcept. De meest voorkomende toepassingen zijn:

- Een warmtepomp voeden met lucht als energiebron.
- Met droge koelers warmte invangen en daarmee het WKO-systeem regenereren.
- Met droge koelers warmte invangen voor collectieve water/water warmtepompen.

3.4.1 Lucht-/waterwarmtepomp

De lucht-/waterwarmtepomp gebruikt de buitenlucht als energiebron. Lucht op buitentemperatuur wordt langs een warmtewisselaar (de buitenunit, zie Figuur 3.6) geleid waar de energie onttrokken wordt. Aan de binnenkant stroomt water vanuit een in pandig distributienet langs deze warmtewisselaar en zo wordt de energie uit de lucht overgedragen aan de warmtepomp waar de warmte

verder wordt opgewaardeerd om ruimteverwarming en warmtapwater te produceren. De energiebron buitenlucht is in potentie onbeperkt.



Figuur 3.6 | Voorbeeld buitenunit lucht-/waterwarmtepomp, enkele woning (links) of meerdere appartementen (rechts).

Een lucht-/waterwarmtepomp heeft als voordeel dat deze flexibel en gefaseerd ingezet kan worden. Daarnaast kan de lucht-/waterwarmtepomp jaarrond leveren, waardoor seizoensopslag niet nodig is. Het rendement van een luchtwaterwarmtepomp is daarentegen afhankelijk van de buitentemperatuur. Daarmee is het rendement tijdens de winter relatief laag, wanneer juist de grootste warmtevraag is. De lucht-/waterwarmtepomp verbruikt dan ook meer elektriciteit dan andere duurzame energietechnieken. Ook moet bij het toepassen van lucht-/waterwarmtepompen rekening worden gehouden met een eventuele overbelasting van het elektriciteitsnet.

3.4.2

Droge koelers

Het gebruik van buitenlucht kan ook i.c.m. seizoensopslag worden benut. De WKO wordt dan in de zomer geladen met een droge koeler (zie Figuur 3.7) welke warmte uit de buitenlucht invangt middels hetzelfde principe als een lucht-/waterwarmtepomp. Het voordeel t.o.v. een lucht-/waterwarmtepomp is dat een droge koeler een lagere geluidsproductie heeft en het energetisch rendement van de installatie hoger zal zijn door de hogere aanvoertemperatuur.



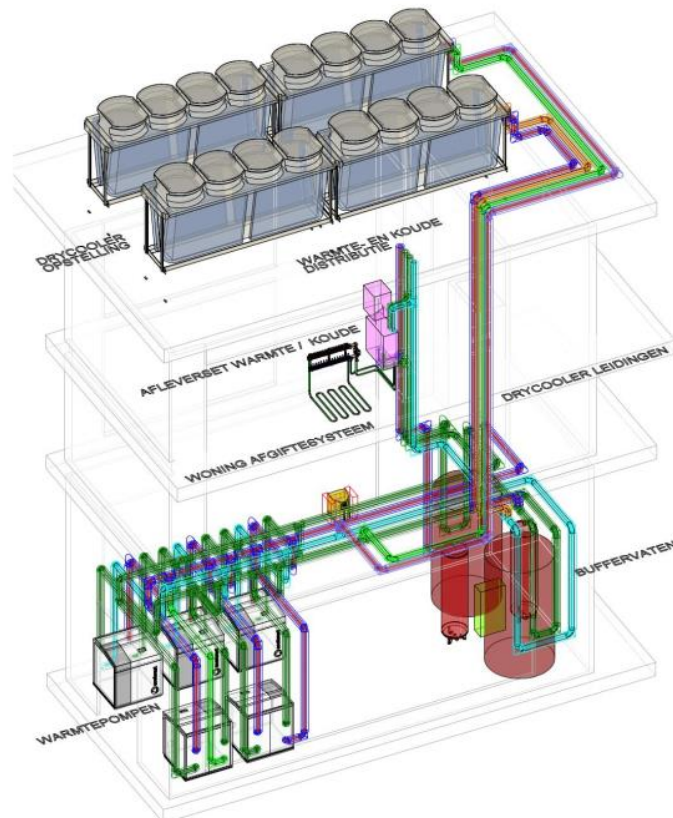
Figuur 3.7 | Voorbeeld droge koeler, het tafel model (links) en het V-model (rechts).

3.4.3

EQW-systeem

Een ander manier om een droge koeler in te zetten kan door middel van het zogenaamde EQW-systeem, zie Figuur 3.8. Een droge koeler op het dak haalt het hele jaar energie uit de buitenlucht. Hiervan maken collectieve warmtepompen een bruikbare temperatuur om het gebouw te

verwarmen en te koelen. De lage temperatuur warmte of koude wordt opgeslagen in buffervaten waarna het vervolgens naar de woningen gaat. In de woning zit een afleverset voor ruimteverwarming en een TE-booster voor warm tapwater bereiding. Lage temperatuur warmte wordt met de TE-booster naar minimaal 65°C gebracht.



Figuur 3.8 | installatie concept EWQ-systeem. Bron: Vaanster.

4 Energie concepten

Met behulp van de bepaalde energetische uitgangspunten (hoofdstuk 2) en de aanwezige energiebronnen in het gebied (hoofdstuk 3) kan onderbouwd worden welke energieconcepten goed toepasbaar zijn voor de toekomstige ontwikkelingen. IF Technology heeft de volgende systeemconcepten (op willekeurige volgorde) als meest kansrijk beoordeeld:

1. EQW-systeem
2. WKO i.c.m. PVT/droge koeler
3. Individuele combi-warmtepompen

Om de varianten te kunnen vergelijken zijn de volgende aspecten kwalitatief beoordeeld:

1. Financieel ontwikkelaar: Wat is de bijdrage aansluitkosten dan wel investeringskosten voor de ontwikkelaar.
2. Financieel bewoner: Hoeveel is de toekomstig bewoner maandelijks kwijt aan warmte en/of koude.
3. Techniek: Kan de techniek tot overlast leiden in de omgeving. Wat is de ruimtelijke impact van de techniek?
4. Milieu: Hoe duurzaam zijn de varianten? De focus ligt voornamelijk op elektriciteitsverbruik.
5. Organisatorisch/juridisch: Hoe makkelijk kunnen de technieken worden toegepast door de ontwikkelaars.

4.1 ONDERBOUWING

Gebaseerd op de hoge bouwdichtheid van de ontwikkeling, de locatie in binnenstedelijk gebied en de omvang lijken aquathermie, PT-panelen, collectieve lucht-/waterwarmtepompen en gesloten bodemenergie niet aannemelijk als bron voor de collectieve warmte-/koudevoorziening. Per bron is aangegeven op basis van welke punten deze is afgeschreven:

Aquathermie

De toepassing van aquathermie is gebaat bij een zeer grote warmteafname (+300 woningen) of kan worden toegepast wanneer de afstand tussen bron en afname zeer gering is. Voor de ontwikkeling aan de Rietgrachtstraat zijn deze randvoorwaarden niet aanwezig.

Wel is er een grootschalige renovatie gepland van het riool op de Rietgrachtstraat. Omdat de ontwikkeling redelijk is in omvang en voornamelijk woningbouw bevat lijkt riothermie zonder WKO niet aannemelijk. In combinatie met een vrijverval riool waarbij de warmteoverdracht laag is, is riothermie in vergelijking tot de overige regeneratiemogelijkheden voor een WKO geen interessante techniek.

PT-panelen

PT-panelen is misschien wel de meest duurzame bron voor warmte. Het benodigd oppervlak voor het opwekken van de vraag aan de Rietgrachtstraat is echter ca. 250 m². Er wordt verondersteld dat de beschikbare ruimte van deze ontwikkeling zeer kostbaar is. Daarom is een PVT paneel in deze situatie wenselijker omdat de ruimte dubbel benut kan worden, hierbij dient wel te worden opgewekt dat een PT-paneel in potentie meer warmte kan invangen dan een PVT-paneel van hetzelfde formaat.

Collectieve lucht-/waterwarmtepomp

Een collectieve lucht-/waterwarmtepomp heeft een relatief hoog geluidsniveau in vergelijking tot een EQW-systeem. Een EQW-systeem geeft tevens meer flexibiliteit t.a.v. de locatie van de techniek, hierom wordt in het vervolg een EQW-systeem geprevaliseerd boven een collectieve lucht-/waterwarmtepomp.

Gesloten bodemenergiesysteem

Op basis van de energievraag van de ontwikkeling zijn er ca. 130 bodemlussen nodig met een diepte van 85 m-mv. Een eerste vingeroefening leert dat het gesloten bodemenergiesysteem een benodigd oppervlakte heeft van ca. 8.500 m² voor het plaatsen van de bodemlussen. Door de geringe toegelaten boordiepte zijn er veel bodemlussen nodig wat slecht is voor de betaalbaarheid, daarnaast is het benodigd oppervlak voor het plaatsen van de bodemlussen op de kavel niet aanwezig, deze is ca. 5.000 m² groot.

4.2

EQW-SYSTEEM - VARIANT 1

Bij de inpassing van de EQW-systeem kunnen de droge koelers op het meest optimaal op het hoogste dak geplaatst worden om geluidshinder te minimaliseren. De techniekruimte dient dan in hetzelfde gebouw geplaatst te worden om leidingwerk te minimaliseren. In de techniekruimte wordt LT-warmte opgewekt t.b.v. ruimteverwarming. In de woningen staan boosterwarmtepompen opgesteld welke door middel van LT-warmte warmtapwater wordt opgewekt.

Financieel ontwikkelaar: Financieel zijn de investeringskosten voor een collectief EQW-systeem lastig in te schatten, dit komt doordat deze techniek nu enkel door Vaanster op de markt wordt toegepast. Door middel van een gerichte uitvraag aan Vaanster kan meer inzicht worden verkregen de betaalbaarheid van deze optie. Wel is de ervaring dat een EQW-systeem voor de gegeven schaalomvang voordeliger is dan een WKO-variant.

Financieel bewoner: Het EQW-systeem zal door een energieleverancier gerealiseerd en geëxploiteerd worden. Deze dient een rendement te maken op de door haar verkochte warmte en hanteert daarom een opslag op de daadwerkelijk gemaakte kosten. Ook een aandeel van de koude zal door de energieleverancier moeten worden opgewekt in de zomer m.b.v. een warmtepomp, deze kosten zullen eveneens op de bewoners verhaald moeten worden.

Technisch: Er zal een aanzienlijk oppervlak beschikbaar moeten worden gesteld t.a.v. de droge koeler wat een ruimtelijke impact kent. Hiervoor dient een dakoppervlak ter grootte van 10 m² tot 15 m² gereserveerd te worden. Naast de visuele impact hebben droge koelers ook een auditieve impact. Op een afstand van 10 meter wordt tussen de 40 en 50 dB waargenomen. Voor de in pandige technische ruimte dient ten minste rekening gehouden te worden met 40 m². Er wordt door Vaanster bij voorkeur een 5-pijpsdistributienet toegepast.

Milieu: Het opwekkingsrendement van een EQW-systeem heeft doormiddel van een kwaliteitsverklaring een gunstig effect in de BENG-berekening. In de praktijk zal een WKO-systeem in combinatie met een droge koeler minder elektra verbruiken doordat de koude niet actief hoeft te worden opgewekt.

Organisatorisch/juridisch: Het realiseren van een EQW-systeem is relatief eenvoudig doordat er geen vergunning waterwet zoals bij een WKO hoeft te worden aangevraagd. Het realiseren en

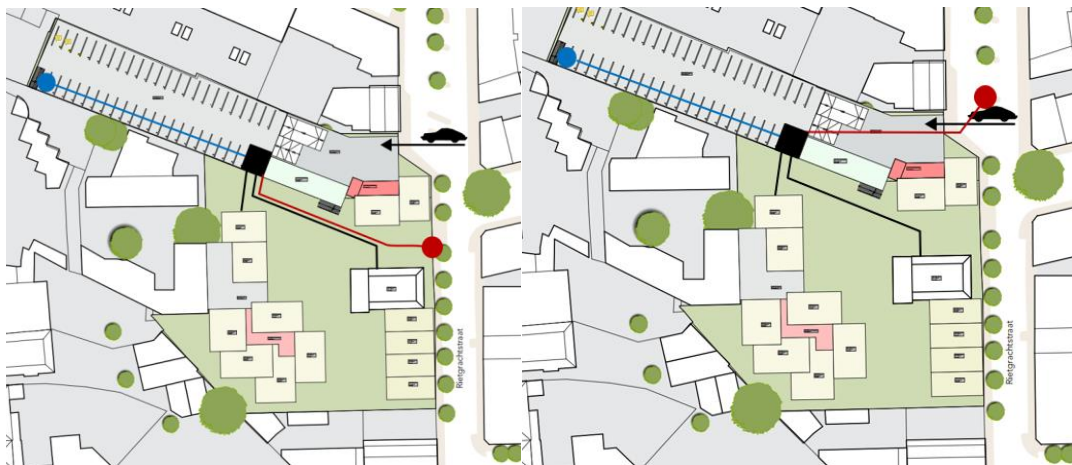
exploiteren van het EQW-systeem kan geoutsourcet worden en heeft relatief weinig impact op de overige bouwwerkzaamheden. Met het outsourcen wordt de realisatie en exploitatie van de warmte- /koudevoorziening bij een deskundig energieleverancier belegd. Deze energieleverancier dient hiervoor gecertificeerd te zijn en heeft zich te houden aan de Warmtewet en de door de ACM bepaalde maximale tarieven.

4.3 WKO - VARIANT 2

In Figuur 4.1 zijn de mogelijk bronposities weergegeven waarbij er rekening is gehouden met een minimale afstand van 90 meter tussen de warme en koude bron. In alle inpassingsschetsen is de koude bron op een parkeerplek gesitueerd. Hierbij is ervan uitgegaan dat deze parkeerplek niet overdekt is en ook na realisatie makkelijk bereikbaar. De warme bron is in schets 1 op eigen grond gesitueerd. Deze bron valt wel in de koude strook van de bufferzone. Voor de vergunbaarheid zal aangetoond moeten worden dat deze bron geen nadelig effect heeft op het bodemenergieplan. Op de tweede inpassingsschets is de warme bron op de openbare parkeerplaats gesitueerd. De warme bron bevindt zich dan buiten het bodemenergieplan, maar wel op gemeentegrond. Hiervoor zal met de gemeente in overleg getreden moeten worden.

Vanuit de centrale technische ruimte wordt de warmte opgewaardeerd door middel van warmtepompen en naar de verschillende bouwdelen getransporteerd. Warmtapwater kan in deze variant zowel centraal als decentraal worden opgewekt, wat zowel een 3,5 pijps als 5 pijpsdistributieconcept mogelijk maakt.

Omdat de WKO gedurende het jaar meer warmte dan koude zal leveren zal er behoefte zijn aan regeneratie. De regeneratie kan door middel van een droge koeler of PVT-panelen worden opgewekt.



Figuur 4.1 | inpassingsschets bronnen

Financieel ontwikkelaar: Een WKO ken relatief hoge investeringskosten. Wanneer het systeem wordt geoutsourcet kan evenals bij het EQW-systeem een deel van de investering door de energieleverancier worden gedekt. Wanneer een WKO-systeem voor de ontwikkeling wordt gerealiseerd kan worden aangenomen dat de bijdrage aansluitkosten aanzienlijk hoger uitvallen dan bij een EQW-systeem. Een WKO-systeem wordt in de regel financieel concurrerend met alternatieve concepten rond de 150 woningen.

Financieel bewoner: Het WKO-systeem zal door een energieleverancier gerealiseerd en geëxploiteerd worden. Deze dient een rendement te maken op de door haar verkochte warmte en hanteert daarom een opslag op de daadwerkelijk gemaakte kosten. De warmte en koude wordt met een relatief hoog rendement opgewekt waardoor de operationele kosten laag zullen zijn. Echter moet de exploitant ook haar investering terugverdienen met een bepaald rendement, de benodigde inkomsten zullen in de warmteprijs van de bewoners verwerkt worden.

Technisch: Deze variant kent tamelijk weinig impact op de omgeving. Doordat ook koude geleverd wordt door middel van de WKO, zal deze in gedurende de zomer het minste geluid produceren wanneer een droge koeler wordt toegepast. Tevens kan er regeneratie door middel van PVT-panelen worden toegepast, hier is ca. 360 m² voor benodigd. De technische ruimte heeft een benodigd oppervlak van ca. 50 m², hierbij is rekening gehouden met een HT-warmtepomp.

Milieu: Qua duurzaamheid scoort een WKO-systeem gelijkwaardig aan een EQW-systeem in de BENG voor warmtelevering. Echter levert de WKO jaarrond passief koude wat tot een hoger opwekkingsrendement en een lagere CO₂ uitstoot leidt.

Organisatorisch/juridisch: Het plaatsen van WKO-systemen brengt meer organisatorische en juridische stappen met zich mee dan bij de overige varianten, zie ook Bijlage 2. Wanneer de beide bronnen in de bufferzone worden geplaatst dient dit aanvullend onderbouwd te worden. Wanneer 1 bron op gemeentegrond wordt geplaatst zal hierover het gesprek met de gemeente moeten gevoerd.

4.4 INDIVIDUELE L/W-WARMTEPOMP - VARIANT 3

Bij een lucht-/waterwarmtepompsysteem is de gebruikte energiebron de buitenlucht. Lucht op buitentemperatuur wordt langs een warmtewisselaar geleid (de buitenunit, zie zwarte installatie in Figuur 4.2) waar de energie uit onttrokken wordt. De onttrokken warmte wordt vervolgens door de warmtepomp verder opgewaardeerd zodat deze benut kan worden voor ruimteverwarming en warmtapwater. De lucht-/waterwarmtepomp kan ook omgekeerd werken, waarbij warmte juist naar buiten toe wordt afgevoerd. Hiermee kan de woning worden gekoeld.



Figuur 4.2 | Lucht/water warmtepomp. Bron: Eplucon

Financieel ontwikkelaar: Individuele luchtwaterwarmtepompen wordt niet ondergebracht bij een energieleverancier. De toekomstig bewoner wordt zelf eigenaar van de warmtepomp en de ontwikkelaar zal de gehele financiering moeten bekostigen. Qua stichtingskosten is de individuele luchtwaterwarmtepomp de meest voordelige variant, qua kosten voor de ontwikkelaar is dit niet noodzakelijkerwijs het geval.

Financieel bewoner: De individuele warmtepompen zullen waarschijnlijk eigendom worden van de bewoner. Omdat de bewoner geen rendementseis heeft op haar warmtelevering betaald zij puur de verbruikte elektra en eventuele onderhoudskosten. De bewoner zal in deze variant het voordeligst uit zijn.

Technisch: De buitenunit van een lucht/water WP is goed vergelijkbaar met een groot aircosysteem, die steeds meer zichtbaar zijn in steden en dorpen. De combi-warmtepomp staat binnen opgesteld en heeft het formaat van een grote koelkast. Naast de visuele impact van de buitenunits produceren deze ook geluid, wanneer deze buitenunits aan de gevel worden geplaatst heeft dit een forse impact op het toekomstig leefklimaat, een betere optie is dan ook om deze collectief op het dak te plaatsen, dit verhoogt echter wel de investeringskosten.

Milieu: Omdat de warmte uit de buitenlucht gehaald wordt is het rendement van de warmtepomp rechtstreeks gekoppeld aan de temperatuur van de buitenlucht. Aangezien de warmtepompen vooral veel worden ingezet op koude dagen is de gemiddelde COP lager en daarmee het elektriciteitsverbruik van deze variant relatief hoog. COP staat voor “coëfficiënt of performance” en geeft de verhouding tussen geleverde warmte en benodigde elektriciteit weer. In de zomerperiode moet er koude worden geleverd aan de woningen, terwijl het buiten juist erg warm is. Ook in deze situatie is de COP van de lucht-/water warmtepomp aan de lage kant.

Organisatorisch/juridisch: Organisatorisch en juridisch gezien is dit de makkelijkste variant. De lucht/water WP is een beproefde en veel toegepaste techniek waar veel installateurs raad mee weten.

4.5 BEOORDELING ENERGIECONCEPTEN

Gebaseerd op de bovenstaande paragrafen is een beoordelingsmatrix ingevuld. Zie het resultaat in Tabel 4.1.

Tabel 4.1 | Beoordeling van de energievarianten.

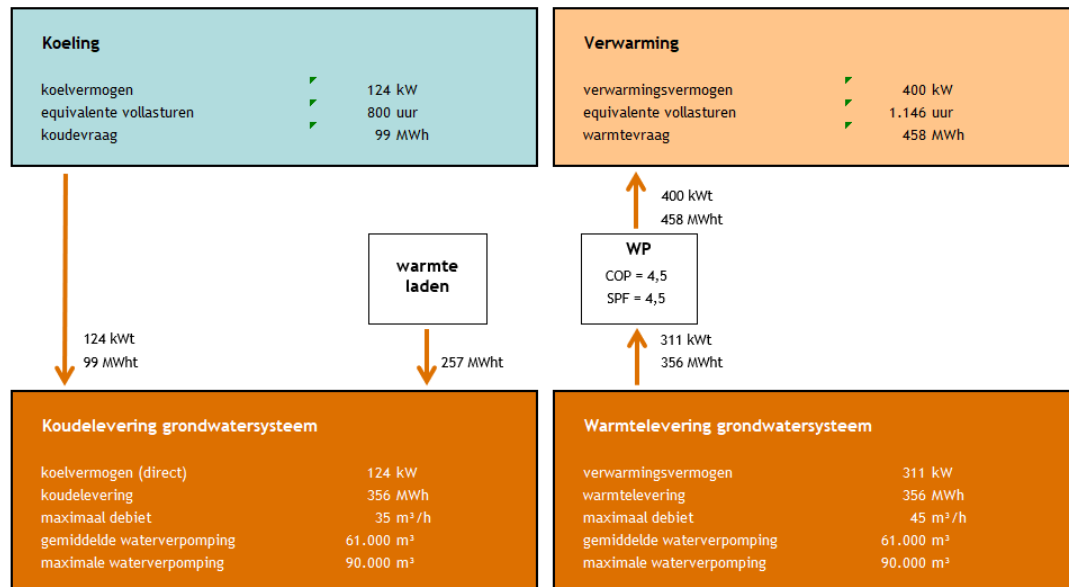
varianten	Financieel ontwikkelbaar	Financieel bewoner	Technisch	Milieu	Organisatorisch/juridisch
1. EQW-systeem	+	+/-	+/-	+/-	+/-
2. WKO	+/-	+/-	+	+	--
3. individuele luchtwater-warmtepomp	+/-	+	-	+/-	+

5 Conclusie en aanbeveling

De voorkeur van de ontwikkelaar is om de grondgebonden woningen autonoom op te leveren. Hiervoor kunnen het beste individuele lucht-/waterwarmtepompen worden benut. Deze zullen voldoende afgeschermd moeten worden opgesteld om geen overlast te veroorzaken voor de rest van de ontwikkeling, dit is technisch ook goed haalbaar.

Door het autonoom voorzien van warmte en koude van de koopwoningen blijven er ca. 79 appartementen over welke op een collectieve voorziening aangesloten kunnen worden. Dit aantal is vanuit een financieel oogpunt te weinig om de investering van een WKO mee te verantwoorden. De voorkeur voor een collectieve warmte-/koudevoorziening voor de ontwikkeling aan de Rietgrachtstraat gaat dan ook uit naar een EQW-systeem. Hierbij moet wel de kanttekening geplaatst worden dat het EQW-systeem voornamelijk door Vaanster wordt toegepast. Wanneer Hendriks geen marktconform aanbod ontvangt van Vaanster zullen andere opties onderzocht moeten worden. Hendriks kan middels haar eigen 'energietak' de marktconformiteit toetsen en eventuele alternatieven realiseren.

Bijlage 1 Blokschema



Bijlage 2

2.1 VOORONDERZOEK EN TOETS HAALBAARHEID BODEMENERGIE

In het vooronderzoek en toets haalbaarheid bodemenergie zijn de juridische en technische aspecten omtrent de toepassing van een bodemenergiesysteem nader toegelicht.

2.2 JURIDISCH KADER

Bij een open bodemenergiesysteem dient aan alle wettelijke eisen voldaan te worden met betrekking tot de zorg- en vergunningplicht ten aanzien van het gebruik van de bodem, het gebruik van grondwater en het vrijkomen en afvoeren van grond en grondwater. Een overzicht van de benodigde vergunningen en meldingen, inclusief doorlooptijden is hieronder weergegeven en in Tabel 5.1 samengevat. Hierbij is ervan uitgegaan dat de bronlocaties mogelijk (deels) niet op eigen terrein gerealiseerd worden. De (toekomstige) vergunninghouder is verantwoordelijk voor het aanvragen van de benodigde vergunningen en toestemmingen en voor het voldoen van eventuele leges, precario of degeneratievergoedingen.

M.e.r.-beoordelingsplicht

Voor elke vergunningaanvraag voor een bodemenergiesysteem in het kader van de Waterwet dient een formele m.e.r.-beoordeling uitgevoerd te worden. Voor systemen met een waterverplaatsing van minder dan 1.500.000 m³/jaar geldt een vormvrije m.e.r.-beoordeling en hoeft bij het indienen van de vergunningaanvraag Waterwet geen m.e.r.-beoordelingsbesluit toegevoegd te worden. De m.e.r.-beoordeling kan plaatsvinden parallel aan de procedure van de vergunningaanvraag Waterwet. Middels een korte notitie wordt het initiatief aangemeld voor de m.e.r.-beoordeling.

Voor open bodemenergiesystemen met een waterverplaatsing van meer dan 1.500.000 m³/jaar wordt een separate notitie opgesteld waarin de belangen en (milieu)effecten zijn omschreven. De proceduredtijd voor het beoordelen van deze notitie en het opstellen van het m.e.r.-beoordelingsbesluit bedraagt zes weken. Indien besloten wordt dat geen m.e.r.-procedure doorlopen hoeft te worden (wat de verwachting is voor onderhavig project) kan de vergunningaanvraag Waterwet, voorzien van een effectenstudie en een kopie van het m.e.r.-beoordelingsbesluit, ingediend worden.

Waterwet

Het onttrekken en infiltreren van grondwater ten behoeve van een bodemenergiesysteem is vergunningplichtig in het kader van de Waterwet. Hiervoor dienen de effecten van het bodemenergiesysteem in een effectenstudie te worden gekwantificeerd. Het bevoegd gezag voor deze vergunning is de provincie Gelderland. De proceduredtijd voor het aanvragen van de vergunning Waterwet bedraagt circa 8 weken. In het geval van complexe omgevingsbelangen kan de provincie hiervan afwijken en de uitgebreide procedure (6 maanden) van toepassing verklaren. Aan de vergunningaanvraag Waterwet zijn in Gelderland op basis van de legesverordening kosten verbonden. Dit zijn eenmalige kosten voor het in behandeling nemen van de vergunningaanvraag. De eenmalige leges voor het beoogde open bodemenergiesysteem van 45 m³/uur bedragen circa €1.650,-

De belangrijke aandachtspunten uit het beleid van de provincie Gelderland zijn:

- De infiltratietemperatuur in de bronnen mag niet hoger zijn dan 25°C.
- Het veroorzaken van een warmteoverschot in de bodem is niet toegestaan.
- De productiviteit bedraagt per seizoen gemiddeld ten minste 0,00465 MWh/m³ geretourneerd grondwater (dit betekent dat het temperatuurverschil tussen het onttrokken en geïnfilterde water minimaal 4°C is).
- Verzilting van zoet grondwater is niet toegestaan.

- Het in werking hebben van het systeem leidt niet tot zodanige interferentie met een eerder geïnstalleerd bodemenergiesysteem dat het doelmatig functioneren van een van de desbetreffende systemen kan worden geschaad.
- Andere belangen binnen het invloedsgebied van het bodemenergiesysteem mogen niet ontoelaatbaar nadelig worden beïnvloed (zoals verontreinigingen, natuur, landbouw, archeologie, bebouwing en infrastructuur).
- Bodemenergiesystemen zijn niet toegestaan in waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden en boringvrije zones.

Lozingen

Bij de realisatie en het onderhoud van de bronnen komt grondwater vrij. Dit grondwater moet geloosd worden. Mogelijkheden om te lozen zijn op het riool, afvoeren per as of deels via een filter in de bronnen injecteren. Hiervoor moet een vergunning worden aangevraagd bij het bevoegd gezag. De aanvraag van de vergunning voor lozen dient in een later stadium uitgevoerd te worden als de periode van uitvoering bekend is.

Werkwater

Tijdens het boren van de grondwaterbronnen dient in het boorgat een overdruk te worden gecreëerd t.o.v. maaiveld, waardoor het boorgat in stand blijft. Hiervoor wordt (werk)water in het boorgat gepompt. Volgens de regels van de BRL SIKB 2101 dient het werkwater van goede kwaliteit te zijn, waarbij de waterkwaliteit aan de geldende streefwaarden voldoet. Dit betekent dat alleen drinkwater en grondwater (geen oppervlaktewater) in aanmerking komen voor gebruik als werkwater bij de boring. Potentiële werkwatervoorzieningen zijn een drinkwaterpunt, een brandhydrant of een werkwaterbron. Voor de geselecteerde voorziening dient een vergunning te worden aangevraagd bij het betreffende bevoegde gezag.

Omgevingsvergunning

Voor de aanleg van bronnen, putbehuizingen en leidingwerk is in de meeste gevallen (ook als dit op eigen grond is) een omgevingsvergunning nodig.

Mogelijk benodigde vergunningen bij realisatie van infra in de openbare ruimte

Vergunning kabels en leidingen

Voor het aanleggen van kabels en leidingen in de openbare ruimte moet een vergunning kabels en leidingen worden aangevraagd bij de gemeente indien het traject langer dan zes meter is. Wanneer het tracé korter dan zes meter is volstaat een melding van de werkzaamheden. In de aanvraag dient middels maatvoering het exacte tracé aangegeven te worden.

Zakelijk recht van opstal

Indien bronnen, putbehuizingen en leidingen van het open bodemenergiesysteem gelegen zijn in openbare ruimte, dient vaak notarieel een zakelijk recht van opstal tussen de gemeente en de (toekomstige) eigenaar te worden gevestigd. Hiervoor dient een opstalakte te passeren bij de notaris nadat de omgevingsvergunning is verleend.

Bouwplaatsvergunning en tijdelijke verkeersmaatregel

Voor het boren van bronnen en de aanleg van putbehuizingen en leidingwerk waarbij (tijdelijk) gebruik wordt gemaakt van gemeentegrond als bouwterrein, zijn mogelijk een bouwplaatsvergunning

en een tijdelijke verkeersmaatregel vereist. Deze vergunning/maatregel moeten worden aangevraagd bij de gemeente.

Tabel 5.1 | Benodigde vergunningen en acties voor een open bodemenergiesysteem (op gemeentegrond) in Arnhem

vergunning/melding	bevoegd gezag	doorlooptijd	toegewezen verantwoordelijke
m.e.r.-beoordelingsplicht	provincie Gelderland	6 weken	n.t.b.
Waterwet	provincie Gelderland	8 weken (reguliere procedure) of 6 maanden (uitgebreide procedure)	n.t.b.
lozingen	waterschap Rijn en IJssel / gemeente Arnhem	afhankelijk van de gekozen optie (verwachting maximaal 8 weken)	n.t.b.
werkwater	waterschap Rijn en IJssel / gemeente Arnhem	afhankelijk van de gekozen optie (verwachting maximaal 8 weken)	n.t.b.
Omgevingsvergunning	gemeente Arnhem	8 weken (reguliere procedure) of 6 maanden (uitgebreide procedure)	n.t.b.
vergunning kabels en leidingen	gemeente Arnhem	1 week (melding) of 8 weken (instemmingsbesluit)	n.t.b.
zakelijk recht van opstal	niet van toepassing	circa 2 - 4 weken, na ontvangst van de omgevingsvergunning	n.t.b.
bouwplaatsvergunning en tijdelijke verkeersmaatregel	gemeente Arnhem	2 weken	n.t.b.

2.3 BODEMOPBOUW

De bodemopbouw op de locatie en in de directe omgeving 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;
- Boorbeschrijving proefboring Stadskantoor Arnhem (400 meter ten zuiden) en Provinciehuis (500 meter ten zuidwesten).

De verwachte bodemopbouw op de locatie is weergegeven in Tabel 5.2.

Tabel 5.2 | Bodemopbouw

diepte [m-mv]*	lithologie	geohydrologie
0 - 37	matig grof tot uiterst grof zand met klei, leem en grind	1 ^e watervoerende pakket
37 - 43	Klei en leem, soms zandig	1 ^e scheidende laag
43 - 85	matig grof tot uiterst grof zand met klei, leem, veen en grindspoorjes	2 ^e watervoerende pakket
85 - 125	klei met afgewisseld met matig fijne zandlagen	2 ^e scheidende laag
125 - 168	matig fijn tot matig grof zand en schelpengruis	3 ^e watervoerende pakket
> 168	zeer fijn zand en klei	hydrologische basis

* het maaiveld bevindt zich op circa 13 m +NAP

Bodemgeschiktheid

De bodem is geschematiseerd in drie watervoerende pakketten. Het eerste watervoerende pakket is niet geschikt wegens de geringe diepte en het ontbreken van een bovenliggende scheidende laag. In het tweede watervoerende pakket hebben bodemenergiesystemen in Arnhem te maken gehad met bronverstoppingsproblematiek. Dit heeft ermee te maken dat naast zuurstofhoudend grondwater ook ijzerhoudend grondwater aanwezig is in het tweede watervoerende pakket. Het derde watervoerende pakket is technisch en juridisch geschikt voor toepassing van open bodemenergie.

2.4 TECHNISCHE EN JURIDISCHE ASPECTEN

In Tabel 5.3 zijn de relevante technische en juridische aspecten opgenomen die van invloed zijn op de werking van een open bodemenergiesysteem in het derde watervoerende pakket. In en onder de tabel zijn de aandachtspunten, risico's of belemmeringen nader toegelicht en is beschreven of aanvullend onderzoek noodzakelijk is.

Tabel 5.3 | Technische en juridische aspecten bodemenergiesysteem

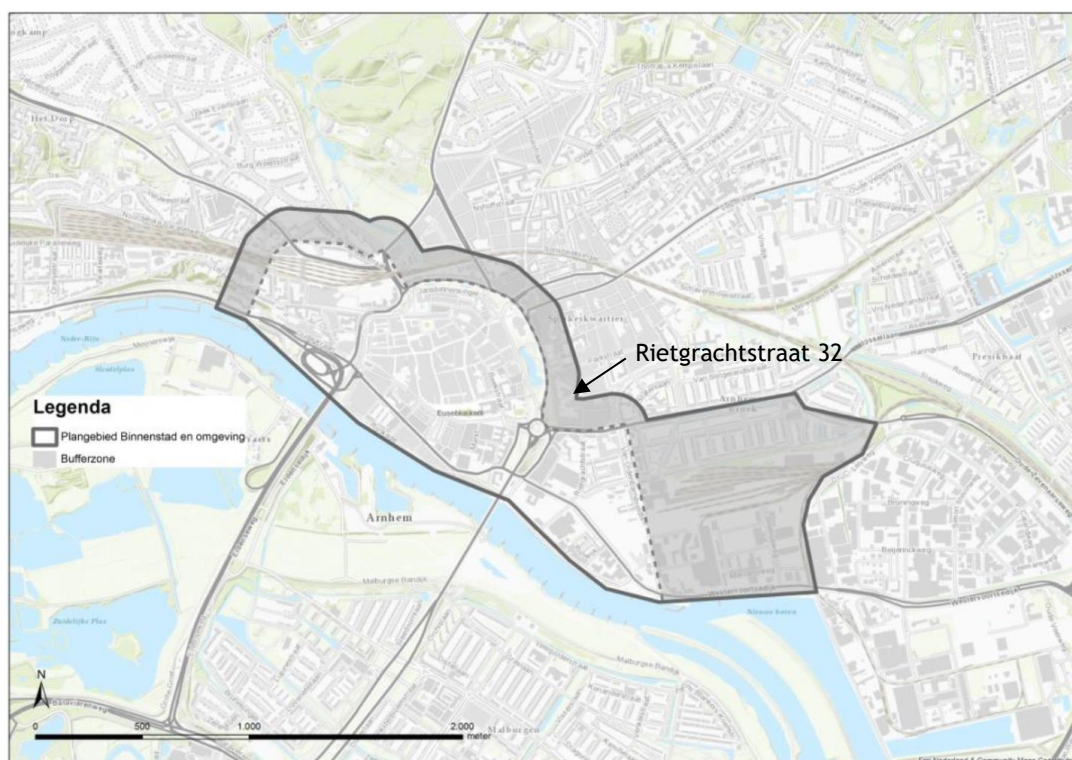
onderwerp	toelichting	
bodemopbouw		
doorlaatvermogen	✓	geschikt
dikte pakket	⚠ 1	onvoldoende voor inpassing monobron, voldoende dik bij inpassing dubbelsysteem
doorboren veenlagen/bruinkoollagen	✓	niet aanwezig
opbarsten bron	✓	risico niet aanwezig door diepte opslagpakket
grondwater		
freatisch/1 ^e watervoerende pakket	✓	9,2 m +NAP (8,6 - 9,7 m+NAP) (bron: peilbuis B40B0154)
stijghoogte 2 ^e watervoerende pakket	✓	11,6 m +NAP (bron: REGIS)
stijghoogte 3 ^e watervoerende pakket	✓	12 - 11,5 m +NAP (bron: REGIS & ruststand capaciteitstest nabijgelegen bronnen)
artesisch grondwater	✓	niet aanwezig
grondwaterstroming	✓	40 m/jaar in zuidzuidwestelijke richting
zoet-/brak/zout-overgangen	✓	zoet-/brak en brak-/zoutgrensvlak: circa 200 - 250 m-mv geen beïnvloeding verwacht
gas	✓	geen afwijkende gasdruk
deeltjes	✓	geen verhoogd risico op putverstopping door deeltjes
redox	✓	geen redoxovergang in opslagpakket
temperatuur opslagpakket	✓	11,5 °C
belangen		
bodemenergieplan of interferentie-gebied	⚠ 2	deels gelegen in een masterplan bodemenergie Arnhem, monobron systeem niet toegestaan
grondwateronttrekkingen	✓	geen grondwateronttrekkingen binnen 100 m van de projectlocatie. Naar verwachting zitten overige grondwateronttrekkingen in ondiepere pakketten en vormen daarom geen risico
open bodemenergiesystemen	⚠ 3	open bodemenergiesystemen in de omgeving aanwezig
gesloten bodemenergiesystemen	✓	geen gesloten bodemenergiesystemen aanwezig in de omgeving
zettingen	✓	noemenswaardige zetting wordt niet verwacht
grondwaterbescherming	✓	niet gelegen in een boringsvrije zone of nabij een waterwingebied
natuurbelangen	✓	geen beschermde natuur in de omgeving
archeologie	⚠ 4	hoge verwachting archeologische waarden. Daarnaast is de kavel aangewezen voor het behoud van voorkomende architectonische, stedenbouwkundige en groene kwaliteiten
aardkundig waardevol gebied	✓	niet gelegen in een aardkundig waardevol gebied
verontreinigingen	✓	geen verontreinigingen bekend op de diepte van het opslagpakket
waterkering	✓	St. jansbeek met bijbehorende beschermingszone op circa 100 m ten westen van projectlocatie. Geen risico i.v.m. diepte opslagpakket.
conventionele explosieven	⚠ 5	kavel aangewezen met verhoogde kans op conventionele explosieven
spoor	✓	spoor aanwezig op circa 600 m, geen risico
begraafplaats	✓	geen begraafplaats aanwezig in de omgeving
kabels en leidingen in de bodem	⚠	inpassing bronnen en leidingwerk dient in een later stadium afgestemd te worden met bestaande ondergrondse infra
✓ geschikt, geen belemmering of aandachtspunt ⚠ aandachtspunt of risico ✗ hoog risico of belemmering		

1. Dikte watervoerend pakket

Het derde watervoerende pakket bevindt zich naar verwachting op een diepte van circa 125 - 168 m-mv en heeft een dikte van om en nabij 35 meter. In de proefboring uitgevoerd voor het stads-kantoor Arnhem (circa 400 meter ten zuiden) en de boorbeschrijvingen van het Provinciehuis (circa 500 meter ten zuidwesten) is doorgeboord tot in het derde watervoerende pakket. In deze boorbeschrijvingen is te zien dat het derde watervoerende pakket meer schelpen en fijn zand bevat naar mate de diepte toeneemt. Hierdoor is de dikte waarin bronfilter gesteld kan worden beperkt. Bij het stadskantoor Arnhem en het Provinciehuis kan in iedere boring circa 20 tot 25 meter filter geplaatst worden. Vanwege deze beperkte dikte is het niet mogelijk om een monobron in te passen. Het is wel mogelijk om binnen dit watervoerende pakket een doubletsysteem te plaatsen met de benodigde broncapaciteit van 45 m³/uur.

2. Masterplan Bodemenergie Arnhem

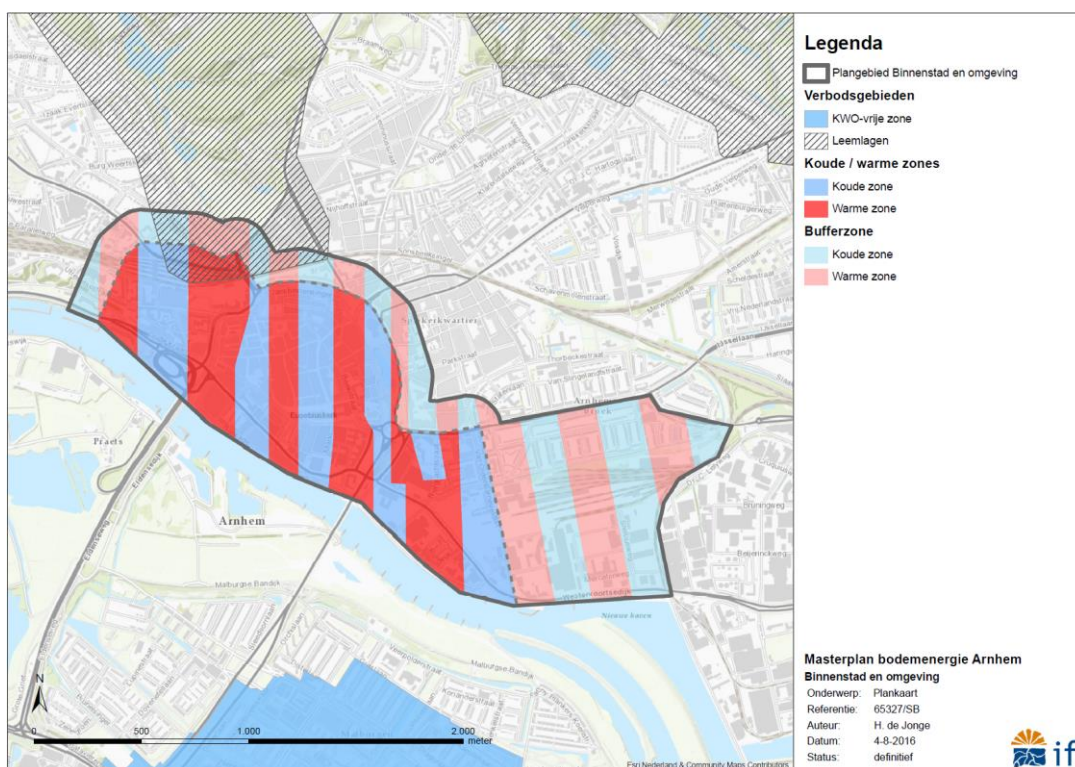
In 2010 is voor de binnenstad van Arnhem een masterplan bodemenergie opgesteld. In 2016 is in opdracht van de gemeente Arnhem dit plan geactualiseerd. In dit masterplan zijn ordeningsregels opgesteld voor de inpassing van gesloten- en open bodemenergiesystemen. De afbakening van het masterplan is in Figuur 3 weergegeven. In het bodemenergieplan is een bufferzone rondom het plangebied opgesteld, de projectlocatie bevindt zich aan de rand van deze bufferzone.



Figuur 3 | Afbakening masterplan bodemenergie binnenstad Arnhem

In de bufferzone gelden dezelfde ordeningsregels als in het plangebied. De bufferzone is opgesteld om te voorkomen dat initiatiefnemers direct buiten het plangebied een belemmering kunnen vormen voor initiatieven in het plangebied. Voor zowel het plangebied als de bufferzone is een ordeningskaart opgenomen in het plangebied, zie Figuur 4. Voor locaties binnen het plangebied of bufferzone van het masterplan gelden de volgende gebiedsspecifieke regels voor open bodemenergie:

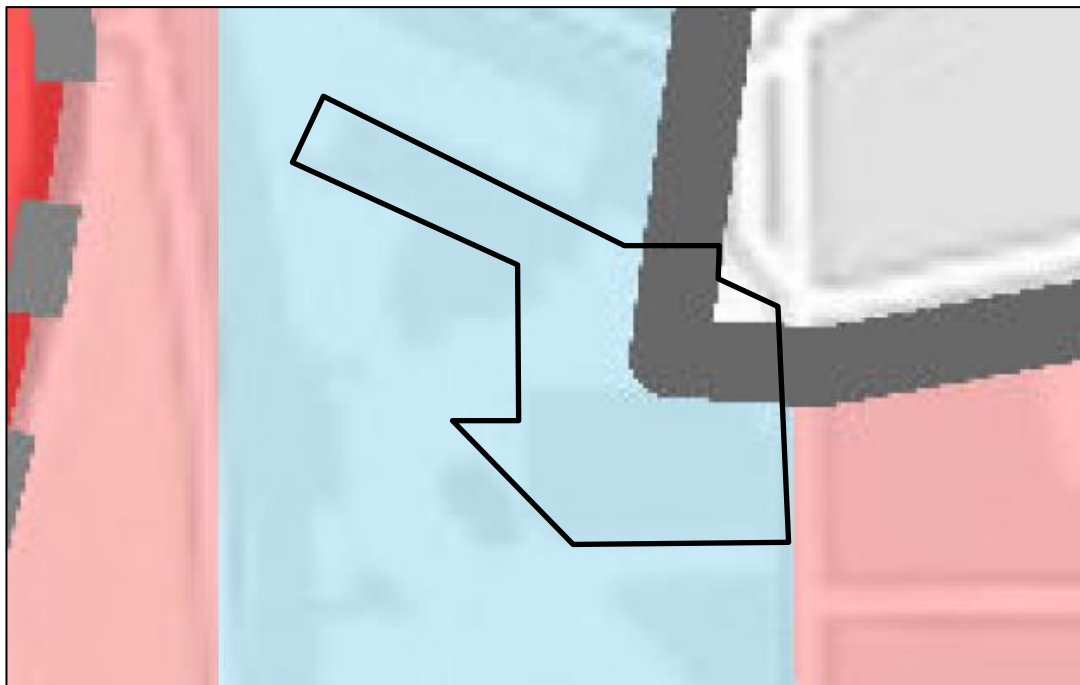
- Bronnen moeten worden gerealiseerd in het derde watervoerende pakket.
- Bronnen moeten geplaatst worden binnen de op de plankaart (Figuur 4) aangegeven warme en koude zones.
- Het toepassen van een monobron of recirculatiesysteem is niet toegestaan.
- De thermische effecten ($\Delta T > 5^{\circ}\text{C}$) dienen beperkt te blijven tot de zone waarin de bron zich bevindt.
- Een koudeoverschot is in principe niet toegestaan, tenzij wordt aangetoond dat dit toegepast kan worden binnen het masterplan en toekomstige systemen niet negatief beïnvloed worden.
- De ligging van een open bodemenergiesysteem in de bufferzone mag afwijken indien dit aantoonbaar geen negatieve effecten heeft op de ordening in het plangebied.



Figuur 4 | Plankaart Arnhem Binnenstad en omgeving

De kavel van Rietgrachtstraat 32 bevindt zich in een koude strook en deels buiten de bufferzone, zie Figuur 5. Bij het inpassen van een dubletstelsel moet gekeken worden naar de mogelijkheid van het plaatsen van een koude bron op eigen terrein en de warme bron verder richting het oosten, buiten de bufferzone. Bij een gemiddelde waterverplaatsing van $61.000 \text{ m}^3/\text{seizoen}$ zoals in het energieconcept bepaald dienen de bronnen een onderlinge afstand van circa 90 meter te hebben om negatieve thermische interactie te voorkomen.

De afstand tussen de rand van de kavel tot het plangebied bedraagt circa 140 meter. Als het niet mogelijk blijkt om het ordeningspatroon van het masterplan na te leven moet onderzocht worden of het plangebied thermisch niet nadelig beïnvloed wordt. Verwacht wordt dat het mogelijk is om een dubletstelsel in te passen overeenkomstig de ordeningsregels van het masterplan bodemenergie.



Figuur 5 | Indicatieve ligging kavel Rietgrachtstraat 32 binnen plankaart bodemenergieplan

3. Omliggende open bodemenergiesystemen

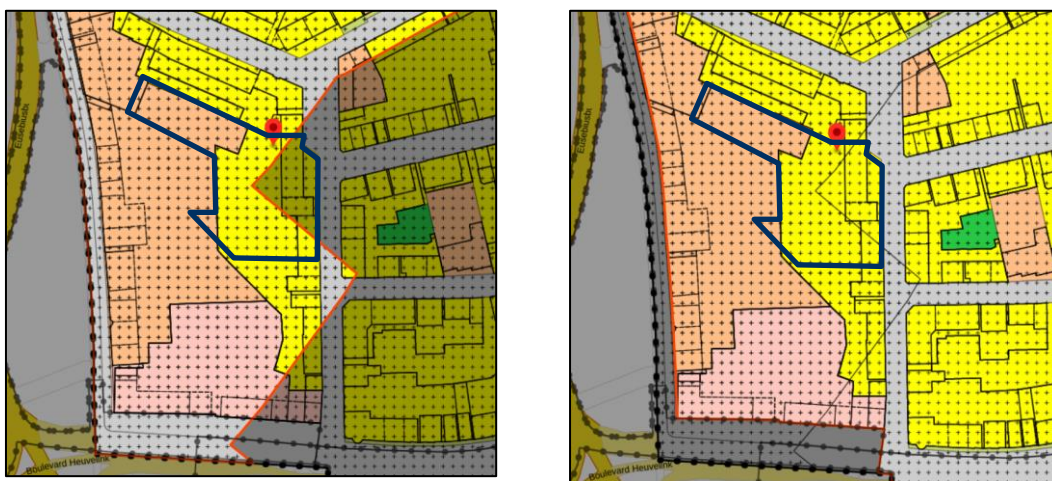
Bij de provincie Gelderland is een overzicht opgevraagd van omliggende open bodemenergiesystemen. Dit overzicht is niet toegestuurd, waardoor informatie is verzameld uit de WKOtool en de interne database van IF Technology. Uit de beschikbare informatie blijkt dat er vier systemen vergund en/of gerealiseerd zijn op een afstand van 250 tot 500 meter. Het systeem dat het dichtst bij de projectlocatie ligt is het systeem van het stadskantoor Arnhem, wiens dichtstbijzijnde bron op circa 250 meter ten zuiden van de Rietgrachtstraat 32 gerealiseerd is. Vanwege de plankaart behorende bij het bodemenergieplan is het de verwachting dat de bronnen van de omliggende systemen overeenkomstig met het strokenpatroon gepositioneerd zijn. Wanneer dit strokenpatroon ook gehandhaafd wordt voor het project Rietgrachtstraat 32 wordt geen negatieve thermische interferentie verwacht tussen de systemen.

4. Archeologie en cultuurhistorie

In het bestemmingsplan is de kavel Rietgrachtstraat 32 volledig aangewezen als Waarde Cultuurhistorie en deels als Waarde Archeologie. Wat betreft de Waarde Archeologie houdt dit in dat de grond deels is aangewezen voor het behoud van de op en in deze gronden voorkomende archeologische kwaliteiten. Het is verboden om zonder schriftelijke vergunning van burgemeester en wethouders werkzaamheden uit te (laten) voeren over een oppervlak van 100 m² met een diepte van 0,5 m-mv. Bij het realiseren van een dublet met bijbehorend leidingwerk kan meer dan 100 m² met een diepte groter dan 0,5 m-mv grond geroerd worden. Indien dit het geval is dient er een archeologisch onderzoek uitgevoerd te worden om de archeologische waarden in deze gronden vast te stellen en indien nodig te beschermen.

Wat betreft de waarde cultuurhistorie is de grond bestemd voor het behoud van de op deze gronden voorkomende architectonische, stedenbouwkunde en groene kwaliteiten. Vanwege de beperkte

grootte van de kavel moet er naar verwachting uitgeweken worden naar openbare ruimte met minimaal één bron. Bij de inpassing van deze bron is het belangrijk dat deze bron niet eventueel aanwezige architectonische, stedenbouwkundige of groene kwaliteiten aantast. Naar verwachting zal een eis van de gemeente zijn dat de bron aan maaiveld afgewerkt wordt zodat het stadsgezicht niet aangetast wordt. Geadviseerd wordt om in een vroeg stadium contact op te nemen met de gemeente Arnhem over de mogelijkheid van het plaatsen van een bron in de openbare ruimte.



Figuur 6 | Waarde archeologie (links) en cultuurhistorie (rechts). Kadastraal perceel globaal met lichtblauw omcirkeld

5. Conventionele explosieven

In de tweede wereldoorlog is hevig gevochten in en rond Arnhem. De bodem bevat daardoor nog explosieven uit die tijd, die soms pas bij graafwerk worden gevonden. Op de website van de gemeente Arnhem is een handleiding opgesteld over hoe om te gaan met de mogelijke aanwezigheid van explosieven bij grondwerkzaamheden. In deze handleiding is Arnhem verdeeld in verschillende gebieden waarbij per gebied de kans op het aantreffen van explosieven is beschreven. Het projectgebied ligt in deze handleiding in het gebied met verhoogde kans en hoort daarmee tot het een na hoogste risiconiveau. Afhankelijk van de grootte van het grondverzet ten gevolge van de werkzaamheden dient in overleg met de gemeente bekeken te worden welke maatregelen genomen moeten worden.

2.5 AFWEGING NADER ONDERZOEK EN VERVOLGSTAPPEN

Er zijn met uitzondering van bovengenoemde aandachtspunten in Tabel 5.3, geen technische en juridische risico's aanwezig die de realisatie van een open bodemenergiesysteem op de locatie in de weg staan. In deze fase van het project wordt nader geohydrologisch onderzoek niet nodig geacht. Voor de inpassing van bronlocaties dient contact opgenomen te worden met de gemeente Arnhem voor het plaatsen van een bron op openbaar terrein. Daarnaast dient, na het vaststellen van de bronlocaties, het thermische invloedsgebied inzichtelijk gemaakt te worden om zo de beïnvloeding op het strokenpatroon van het masterplan bodemenergie inzichtelijk te maken.

IF Technology **Creating energy**



IF Technology **Creating energy**