

Schetsontwerp WKO-Bronnet

De Groote Wielen Noord - 's Hertogenbosch





Datum 27 maart 2024
Referentie PR10479/GH/20240327
Betreft Schetsontwerp De Groote Wielen
Behandeld door Benno van der Werff, Davy Wanders, Mark van Haaren
Gecontroleerd door Martijn van Aarssen
Versienummer DEFINITIEF CONCEPT

OPDRACHTGEVER

Gemeente 's-Hertogenbosch
Postbus 12345
5200 GZ 's-Hertogenbosch

Contactpersonen:

Robert Boom - r.boom@s-hertogenbosch.nl
Lonneke Lossie - l.lossie@s-hertogenbosch.nl

ADVISEUR

IF Technology BV
Postbus 605
6800 AP Arnhem

Contactpersonen:

Gijs Hendriks - g.hendriks@iftechnology.nl
Martijn van Aarssen - m.vanaarssen@iftechnology.nl

AFKORTINGENLIJST

Afkorting	Omschrijving
WKO	Warmte- en koudeopslag
TEO	Thermische Energie uit Oppervlaktewater
TSA	Tegenstroomapparaat / warmtewisselaar
DGWN	De Groote Wielen Noord
ESCo	Energie Service Company
GGB	Grondgebonden
TR	Technische ruimte
GBO	Gebruiksoppervlakte van een woning
COP	Coëfficiënt of performance
SCOP	Seasonal coëfficiënt of performance
ZLT	Zeer Lage Temperatuur

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding	5
1.1 Projectsituatie	5
1.2 Gebruikte informatie	6
2 Systeemconcept	7
2.1 Achtergrond	7
2.2 Verschillende varianten	9
2.2.1 Het grondwatersnet	9
2.2.2 Het enkelvoudige distributienet	9
2.2.3 Meervoudig distributienet	10
2.3 Gekozen variant bronnet	10
3 Energie inventarisatie	11
3.1 Werking warmtepomp	11
3.2 Aantallen en type woningen fase 1 en 2	11
3.3 Gehanteerde kentallen & totale energievraag	12
3.4 Energie onbalans en het TEO-systeem	13
3.5 Elektriciteitsverbruik	13
3.6 Overwegingen in het kader van netcongestie	14
4 Schetsontwerp	15
4.1 bronlocaties	15
4.2 Putbehuizingen	16
4.3 Realisatie bronnen	17
4.4 TEO-systeem	19
4.4.1 Inlaatwerk	20
4.4.2 Uitlaatwerk	21
4.5 Kabel- en leidingtracé	22
5 Eisen en randvoorwaarden schetsontwerp	23
5.1 Demarcaties bronnet	23
5.2 Programma van Eisen voor aansluitingen op het bronnet	23
5.3 Afrekening vastrechtaansluiting bronnet	24
5.4 Locatie technische ruimte	25
5.5 Randvoorwaarden en afmetingen technische ruimte	25

1 Inleiding

1.1 PROJECTSITUATIE

De Noordoosthoek in De Groote Wielen wordt een duurzame, groene woonwijk. Buurten worden ontwikkeld met een eigen identiteit en klaar voor de toekomst, met ruimte voor flexibiliteit om adaptief in te kunnen spelen op veranderingen. Ook het energielandschap is aan veranderingen onderhevig. De transitie van gas naar duurzame warmte en koude is in volle gang en slimme toekomstbestendige energieconcepten worden bij nieuwbouw en in toenemende mate bij bestaande bouw succesvol gerealiseerd.

Voor De Groote Wielen, Noordoosthoek, is uit de verkennende studie gebleken dat een collectieve warmte- en koudevoorziening, waarbij gebruik wordt gemaakt van aquathermie en bodemenergie, een kansrijke optie is. In deze rapportage wordt deze optie nader onderzocht en uitgewerkt tot een schetsontwerp voor fase 1 en 2 (zie Figuur 1.1) van het project.



Figuur 1.1 | Fasering van de Noordoosthoek van De Groote Wielen. Het gele vlak (rood omlijnd) is fase 1 en 2. De rode en blauwe vlakken zijn fases 3,4 en 5. Het plaatje is mogelijk verouderd (2022).

Het totale project (fase 1 t/m 5) gaat uit van 2.315 woningen waarvan er 973 worden gerealiseerd in fase 1 en 2. De woningen zijn een combinatie van appartementen en grondgebonden woningen.

1.2 GEBRUIKTE INFORMATIE

In november 2022 is door IF Technology een haalbaarheidsonderzoek (ref: 71299/MvA/20221102, d.d. 11 november 2022) uitgevoerd naar verschillende varianten van een duurzame energievoorziening voor de woningen in Noordoosthoek van projectgebied De Groote Wielen. In dit onderzoek is deze informatie als uitgangspunt gebruikt en waar nodig geüpdatet.

2 Systeemconcept

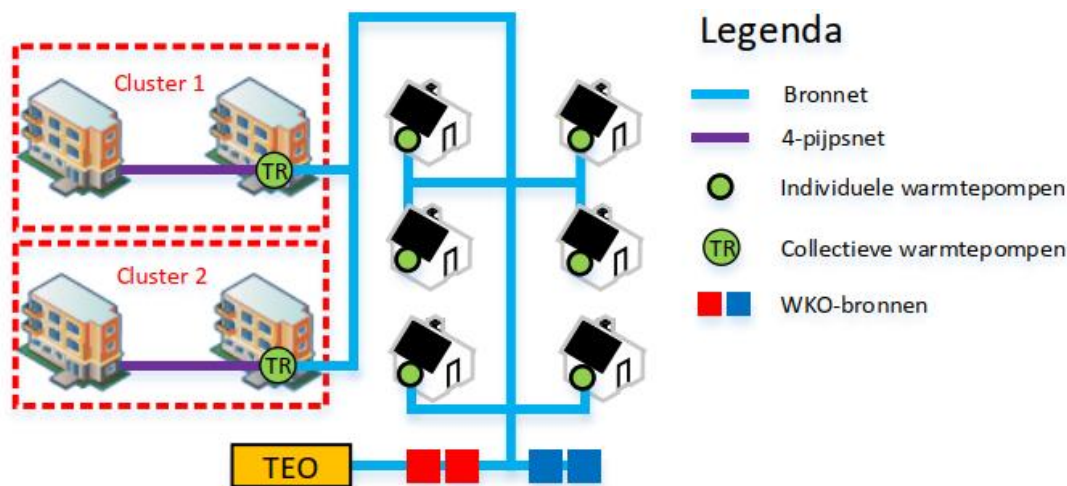
2.1 ACHTERGROND

In de voorgaande haalbaarheidsstudie (ref: 71299/MvA/20221102) zijn vier verschillende energieconcepten verkend. Kort samengevat waren dit:

1. de volledig collectieve variant, alle woningen op een ZLT warmtenet
2. de semicollectieve variant, alleen appartementen op een ZLT warmtenet
3. de individuele variant op basis van lucht/water warmtepompen
4. de individuele variant op basis van water/water warmtepompen en bodemlussen

Bij de eerste twee varianten met een ZLT warmtenet is in de haalbaarheidsstudie uitgegaan van een warmtebedrijf die het gehele energiesysteem voor haar rekening neemt tot en met de warmtepomp in de woning. Afrekening voor de bewoners is dan op basis van vastrecht en afgenomen GJ's.

In december 2023 is een hackaton uitgevoerd met alle stakeholders in DGWN waarbij de selectie van de variant is aangepast naar een collectief WKO-Bronnet met per woning en/of appartementenblok individuele warmtepompen. Daarbij wordt bronwarmte (Zeer lage Temperatuur = ZLT) en koude geleverd aan de woningen vanuit het collectieve bronnet. De scheiding (= demarcatie) tussen het collectieve bronnet en de woning/gebouwinstallatie ligt net achter de voordeur op de koppeling naar de warmtepomp. De warmtepomp en binnenhuisinstallatie is voor rekening van de ontwikkelaar/bewoner.

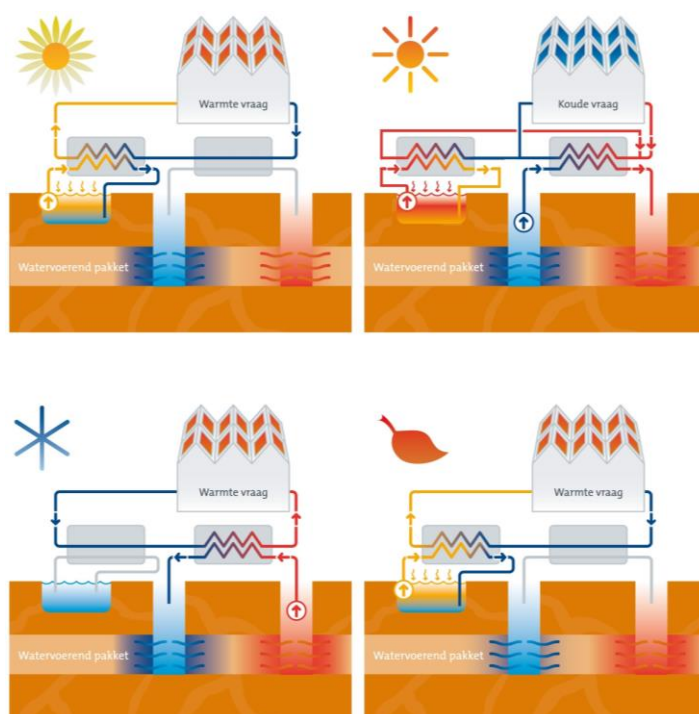


Figuur 2.1 | Variant 1 uit de haalbaarheidsstudie (ref: 71299/MvA/20221102).

In dit schetsontwerp is het bronnet van de eerste variant (zie Figuur 2.1) verder uitgewerkt voor fase 1 en 2. Elke grondgebonden woning heeft binnen deze variant zijn eigen warmtepomp in eigen beheer. Per appartementencomplex wordt één centrale aansluiting voorzien. Het concept binnen de appartementencomplexen is een keuze voor de woningbouwcoöperatie/ontwikkelaar. Voor het bronnet zijn meerdere varianten mogelijk:

1. grondwaternet (paragraaf 2.2.1)
2. enkelvoudige distributienet (paragraaf 2.2.2)
3. meervoudige distributienet (paragraaf 2.2.3)

In alle gevallen zal er een aquathermie, ook wel Thermische Energie uit Oppervlaktewater systeem (TEO-systeem) genoemd, gebruikt worden om de WKO bronnen te regenereren of direct warmte te leveren. Dit principe is vereenvoudigd weergegeven in Figuur 2.2.



Figuur 2.2 | Schematische weergave van de werking van een systeem met WKO en TEO in de vier seizoenen. Linksboven: lente, rechtsboven: zomer, linksonder: winter en rechtsonder: herfst.

Het principe zoals in Figuur 2.2 is weergegeven werkt op hoofdlijnen als volgt:

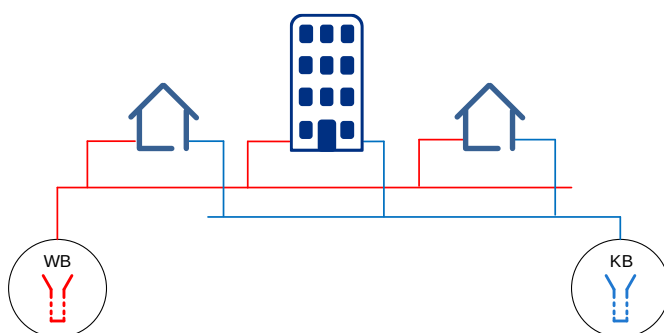
- Zomer:** In de zomer wordt middels de koude WKO bron koeling geleverd aan de woningen. Tegelijkertijd wordt extra warmte gewonnen uit het oppervlaktewater en opgeslagen in de warme WKO bron.
- Winter:** In de winter wordt de warmte, die in de zomer is opgeslagen in de warme WKO bron, gebruikt voor het verwarmen van de woningen in combinatie met een warmtepomp.
- Lente en herfst:** In de lente en de herfst wordt, waar mogelijk, het TEO-systeem ingezet in plaats van de WKO voor het verwarmen van de woningen in combinatie met een warmtepomp.

2.2 VERSCHILLENDE VARIANTEN

De eerder genoemde drie varianten voor het bronnet worden in deze paragraaf verder toegelicht.

2.2.1 Het grondwaternet

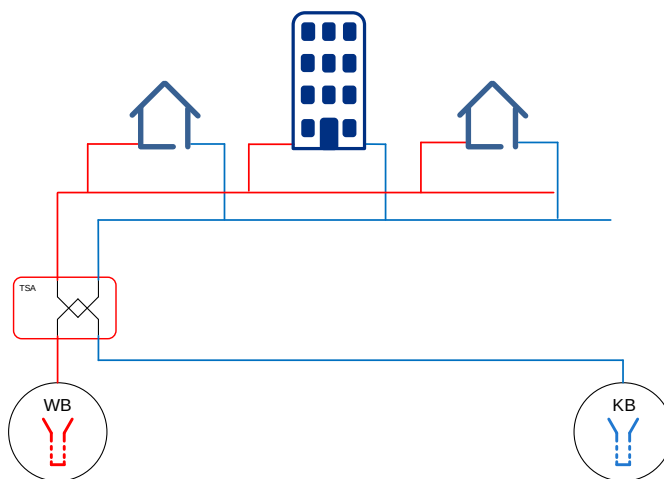
Bij een grondwaternet wordt het water uit de bronnen direct gebruikt om de warmte en koude naar de gebruikers te brengen (zie Figuur 2.3). Een voordeel hiervan is dat er minder leidingwerk nodig is dan bij de andere opties. De nadelen zijn dat er een risico op grondwatervervuiling is, wat het moeilijk vergunbaar kan maken. Om dit risico te verminderen, is een hydraulische scheiding nodig bij elke afnemer, in de vorm van een scheidingswisselaar (= tegenstroomapparaat = TSA) met pompcircuit. Dit maakt het, ondanks het verminderde leidingwerk, een kostbare optie.



Figuur 2.3 | Grondwaternet

2.2.2 Het enkelvoudige distributienet

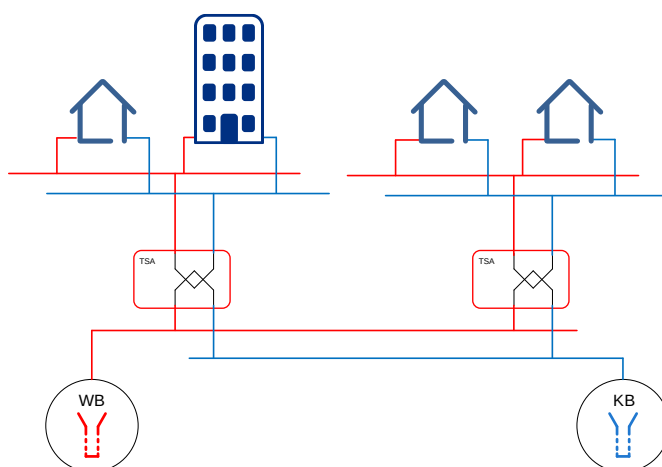
Bij een distributienet wordt het grondwater gescheiden van het distributienet middels een TSA (zie Figuur 2.4). Dit distributienet brengt vervolgens de warmte en koude naar alle afnemers. Het voordeel is dat bij een enkelvoudig distributienet de aansluiting volledig collectief is en er minder kans is op grondwatervervuiling. Het nadeel is dat uitbreiding van de WKO voor fases 3, 4 en 5 veel leidingwerk vergt, omdat de bronnen verder van de techniek ruimte verwijderd zijn. Uitgangspunt is daarom dat voor de fases 3,4 en 5 een nieuwe technische ruimte gemaakt wordt. Het TEO-systeem moet dan worden gesplitst naar beide technische ruimtes om zo alle bronnen te laden met warmte in de zomer.



Figuur 2.4 | Enkelvoudig distributienet

2.2.3 Meervoudig distributienet

Anders dan bij het enkelvoudige net, is het projectgebied bij het meervoudige distributienet opgedeeld in verschillende deelgebieden (zie Figuur 2.5). Dit distributienet brengt vervolgens de warmte en koude naar alle afnemers. Het voordeel van het gebruik van deelgebieden is een eenvoudigere projectfasering. Het nadeel is dat er meerdere technische ruimtes nodig zijn en op sommige tracés dubbel leidingwerk moet worden aangelegd.



Figuur 2.5 | Meervoudig distributienet

2.3 GEKOZEN VARIANT BRONNET

De verschillende varianten zijn tegen elkaar afgewogen in de context van de projectontwikkeling De Groote Wielen. Een direct grondwaternet brengt een groter risico op grondwatervervuiling met zich mee. Daarnaast zijn de extra kosten voor de hydraulische scheiding per woning dusdanig hoog dat het voordeel van verminderd leidingwerk teniet wordt gedaan.

Van de overgebleven opties gaat de voorkeur uit naar een enkelvoudig distributienet. Hiermee is er minder leidingwerk nodig om alle bronnen op het TEO-systeem aan te sluiten en is er slechts één technische ruimte nodig, wat kostenbesparend werkt. Daarbij is het projectgebied voldoende klein om het goed regelbaar te houden met een enkelvoudig distributienet. Uitgangspunt is dat dit wordt ontwikkeld voor fase 1 en 2 samen. Voor fase 3, 4 en 5 komt dan een separate technische ruimte.

3 Energie inventarisatie

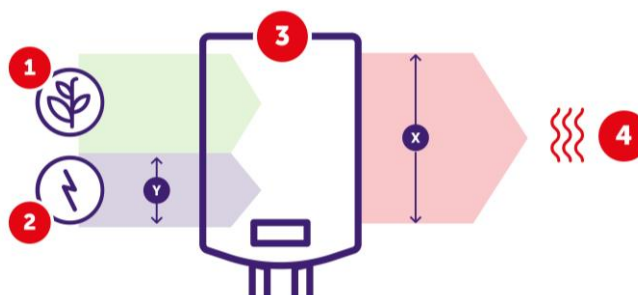
3.1 WERKING WARMTEPOMP

In Figuur 3.1 is de werking van een warmtepomp schematisch weergegeven. Het bronnet levert de duurzame warmte tot aan de gevel van de woningen. In de woning staat de warmtepomp (3) opgesteld. De duurzame warmte van het bronnet wordt gekoppeld aan de verdamperzijde van de warmtepomp (1). Samen met de elektrische energie (2) die de warmtepomp nodig heeft voor de voeding van de compressor bepaald dat het warmteafgiftevermogen van de warmtepomp aan de condensorzijde (4). Het afgiftevermogen (4) = energie uit de bron (1) + elektriciteit (2). De COP van de warmtepomp is de verhouding tussen het afgiftevermogen en de benodigde elektrische energie ($COP = X(4) / Y(2)$). Een typisch waarde voor de COP van een warmtepomp is 5,0. Dat houdt 1 dat met 21 deel elektriciteit en 4 delen bronwarmte, totaal 5 delen warmte op gebruiksniveau geleverd kunnen worden.

Rendement warmtepomp

$$COP = X : Y$$

- 1 ENERGIE UIT BRON
- 2 ELEKTRICITEIT
- 3 WARMTEPOMP
- 4 AFGEGEVEN ENERGIE



Figuur 3.1 | Schematisch weergave van de COP bepaling van een warmtepomp (bron: Vereniging Eigen Huis).

3.2 AANTALLEN EN TYPE WONINGEN FASE 1 EN 2

Voor de inventarisatie van de verwachte warmte- en koudevraag is de typologie en grootte van de ontwikkeling inzichtelijk gemaakt, zie Tabel 3.1. De aantallen zijn aangeleverd door de gemeente 's-Hertogenbosch. De gemiddelde oppervlaktes zijn opgegeven door de gemeente 's-Hertogenbosch in het concept verkavelingsprogramma.

Tabel 3.1 | Ontwikkelgegevens.

Ontwikkeling	Aantal	Gemiddeld oppervlak GBO ¹ (m ²)	Totaal oppervlak GBO (m ²)
Appartementen	440	90	39.600
Grondgebonden woningen (GGB)	533	120	63.960
Totaal	973	-	103.560

¹⁾ Voor het bepalen van de energievraag is het gebruiksoppervlak (GBO) gehanteerd. Indien bovenstaande kentallen worden vertaald in bruto vloeroppervlak (BVO) betreft dit voor de appartementen 103 m² en de grondgebonden woningen circa 140 m².

3.3 GEHANTEERDE KENTALLEN & TOTALE ENERGIEVRAAG

De gehanteerde kentallen (Tabel 3.2) in dit onderzoek zijn gebaseerd op de BENG-norm die van toepassing zijn op nieuwbouw. Op dit moment zijn wij ervan uitgegaan dat ook de woningen over 10 jaar voldoen aan de BENG. Voor de meeste woningen wordt immers op dit moment al een bouwvergunning voorbereid of aangevraagd. De benodigde vermogens en energievragen zijn onderverdeeld in de groepen ruimteverwarming (35°C - 45°C), tapwaterverwarming (65°C) en koeling (12°C - 18°C).

Tabel 3.2 | Gehanteerde kentallen.

Ontwikkeling	Ruimteverwarming		Tapwaterverwarming		Koeling	
	Vermogen [W/m ²]	Vraag [kWh/m ²]	Vermogen [kW/woning]	Vraag [kWh/m ²]	Vermogen [W/m ²]	Vraag [kWh/m ²]
Appartementen	35	33	1	28	15	12
Grondgebonden woningen	35	37	1,5	22	15	12

Door de bovenstaande kentallen te vermenigvuldigen met het totale oppervlak per type woning of appartement ontstaan de onderstaande resultaten (Tabel 3.3) voor de vermogens en energiehoeveelheden voor verwarming, warm tapwater en koeling. Het benodigde vermogen voor het warme tapwater is altijd lager dan het verwarmingsvermogen. Hiervoor wordt geen extra vermogen opgenomen. De warmtepomp levert of verwarming of warm tapwater en nooit tegelijk.

Tabel 3.3 | Resultaten energie inventarisatie (afgifte-/condensorzijde).

Ontwikkeling	Ruimteverwarming		Tapwaterverwarming		Koeling	
	Vermogen [kW]	Vraag [MWh/jaar]	Vermogen [kW]	Vraag [MWh/jaar]	vermogen [kW]	Vraag [MWh/jaar]
Appartementen	1.386	1.307	-	1.109	594	475
Grondgebonden woningen	2.239	2.367	-	1.407	959	768
Totaal	3.625	3.673	-	2.516	1.553	1.243

De resultaten in Tabel 3.3 zijn de energetische uitgangspunten aan de woningzijde (nummer 4 in Figuur 3.1). Voor het bepalen van de energetische uitgangspunten aan de bronzijde (nummer 2 in Figuur 3.1) moet rekening worden gehouden met de (S)COP (seasonal coëfficiënt of performance) van de warmtepomp. In Tabel 3.4 zijn de energetische uitgangspunten van het bronsysteem opgenomen.

Tabel 3.4 | Resultaten energie inventarisatie (bronnnet-/verdamperszijde).

Ontwikkeling	Ruimteverwarming ¹		Tapwaterverwarming ²		Koeling	
	Vermogen [kW]	Vraag [MWh/jaar]	Vermogen [kW]	Vraag [MWh/jaar]	vermogen [kW]	Vraag [MWh/jaar]
Appartementen	1.109	1.045	-	698	594	475
Grondgebonden woningen	1.791	1.893	-	886	959	768
Totaal	2.900³	2.939	-	1.584	1.553	1.243

¹ Voor ruimteverwarming is een COP van 5 en een SCOP van 5 aangehouden.

² Voor warm tapwater is een COP van 2,7 en een SCOP van 2,7 aangehouden.

³ Bij een gelijktijdigheid van 0,8 is het benodigde vermogen van het bronsysteem 2.320 kW.

In deze uitgangspunten is uitgegaan van genoeg vermogen dat alle woningen tegelijk maximaal om warmte kunnen en zullen vragen. In de praktijk is dit echter zelden het geval. Als er uitgegaan wordt van een gelijktijdigheid van 80%, is het benodigde vermogen voor ruimteverwarming 2.320 kW. Met een temperatuurverschil van 6 K resulteert dit in een benodigd debiet van 333 m³/h.

3.4 ENERGIE ONBALANS EN HET TEO-SYSTEEM

Het is voor WKO-systemen belangrijk, mede vanuit de vergunningseisen, dat deze op jaarbasis in energiebalans draaien. Dit wil zeggen dat het systeem op jaarbasis evenveel warmte als koude in de bodem moet infiltreren. Indien het systeem niet in balans draait worden regeneratietechnieken ingezet om extra warmte of koude in de bodem op te slaan.

De energie onbalans voor het WKO-systeem kan bepaald worden op basis van de gegevens in Tabel 3.4. De totale warmtevraag is (2.939 + 1.584 =) 4.523 MWh/jaar en de totale koelvraag is 1.243 MWh/jaar. Dit betekent een onbalans van 3.280 MWh/jaar. Het TEO-systeem wordt daarom ingezet om in de zomer extra warmte in de bodem op te slaan. Daarnaast kan het TEO-systeem in de herfst en lente direct warmte leveren, waardoor de onbalans in de WKO ook verkleind wordt.

Tabel 3.5 | Voorstel uitgangspunten TEO-systeem.

parameter	eenheid	
energiehoeveelheid regeneratie (warmte laden)	[MWh _t /seizoen]	3.280 ¹
vollasturen	[h]	2500 ²
thermisch vermogen	[kW _t]	1.312 ³
gemiddeld temperatuurverschil koudelozing	[°C]	6 ⁴
debiet TEO-systeem	[m ³ /h]	189 ⁵

¹ De energie onbalans in het WKO-systeem waarvoor het TEO-systeem wordt ingezet om dat op te lossen.

² Het aantal vollasturen boven de 17 °C is ingeschat op basis van landelijke watertemperatuurmetingen.

³ Het vermogen is bepaald op basis van de energiehoeveelheid gedeeld door het aantal vollasturen.

⁴ Het temperatuurverschil van 6 °C is aangehouden.

⁵ Het debiet van het TEO-systeem is bepaald op basis van het vermogen en het temperatuurverschil.

3.5 ELEKTRICITEITSVERBRUIK

Het elektriciteitsverbruik van het totale systeem inclusief alle warmtepompen is ingeschat op basis van kentallen voor de (S)COP's en de energiehoeveelheden zoals genoemd in Tabel 3.3 en Tabel 3.4. Hierbij is uitgegaan van de (S)COP's in Tabel 3.6:

Tabel 3.6 | COP en SCOP van verschillende systeemonderdelen bij een bronnet met individuele warmtepompen.

Onderdeel	COP	SCOP
Individuele water/water warmtepomp	5	5
WKO bron	35	35
TEO-systeem	35	35
Hulpenergie (o.a. distributiepompen)	40	40

Het totale elektriciteitsverbruik van het systeem voor fase 1 en 2 van het project komt daarmee uit op 2.200 MWh/jaar.

3.6 OVERWEGINGEN IN HET KADER VAN NETCONGESTIE

In vergelijking met een individuele lucht/water warmtepomp is het rendement (COP) van de water/water warmtepomp met het bronnet in de winter veel beter. In Tabel 3.7 zijn de (S)COP's voor een lucht/water warmtepompsysteem opgenomen. De geschatte COP is twee keer zo laag voor een lucht/water warmtepomp bij een buitentemperatuur van -10°C als bij een water/water warmtepomp bij een brontemperatuur van 10°C . Dit betekent dat voor een lucht/water warmtepomp een twee keer zo grote elektriciteitsaansluiting nodig is. De SCOP van individuele lucht/water warmtepompen verschilt niet heel erg van die van water/water warmtepompen met een bronnet. Hier komt bij dat er geen elektraverbruik nodig is voor regeneratie, bronpompen en een distributienet. De totale elektriciteitsvraag van de oplossing met individuele lucht/water warmtepompen is hierdoor niet heel veel hoger dan die van water/water warmtepompen met een bronnet.

Tabel 3.7 | COP en SCOP van verschillende systeemonderdelen bij individuele lucht/water warmtepompen.

Onderdeel	COP	SCOP
Individuele lucht/water warmtepomp	2,5	3,8
Hulpenergie	80	80

Ook dient er rekening gehouden te worden met de beschikbare elektrische aansluitingen in het projectgebied. Indien rekening gehouden wordt met als bovengrens dat enkel kleinzakelijke aansluitingen gerealiseerd kunnen worden van max $3 \times 80\text{A}$, kan geen volledige technische ruimte met bron- en distributiepompen aangesloten worden. De technische ruimte moet in dat geval uitgesplitst worden over meerdere kavels om zo met kleinzakelijke aansluitingen uit de voeten te kunnen.

In een bespreking met Enexis over de aansluitwaardes van de woningen en fase 1 en 2 van DGWN kwam naar voren dat naast de aansluitplicht van woningen deze ook van toepassing is op de warmte- en koudevoorziening van deze woningen. In dit geval geldt deze aansluitverplichting ook voor het collectieve WKO-Bronnet met bijbehorende TEO. IN een vervolgfase dient dit nader formeel onderbouwd en bevestigd te worden.

4 Schetsontwerp

4.1 BRONLOCATIES

De bodem is geschematiseerd in twee watervoerende pakketten. Watervoerende pakketten dieper gelegen dan 80 m-mv zijn conform provinciaal beleid uitgesloten voor de toepassing van een open bodemenergiesysteem. Het tweede watervoerende pakket is daarom wegens de diepteligging niet geschikt. Het bovenste deel van het eerste watervoerende pakket is niet geschikt wegens de geringe dikte en diepte. Het onderste en het bovenste gedeelte van het eerste watervoerende pakket worden van elkaar gescheiden door een kleilaag waarvan de dikte lokaal sterk varieert. Aanwezigheid van deze kleilaag wordt verwacht, maar is onzeker. In deze studie ligt de focus op het gebruik van het onderste gedeelte van het eerste watervoerende pakket (20 tot 75 m-mv) voor de toepassing van het beoogde open bodemenergiesysteem. Dit pakket is op basis van de verwachte bodemopbouw geschikt voor een open bodemenergiesysteem met de broncapaciteit van 150 m³/uur. Eventuele technische en juridische aspecten kunnen de maximaal haalbare broncapaciteit beperken. Deze aspecten worden in een vervolgstadium nader uitgewerkt.

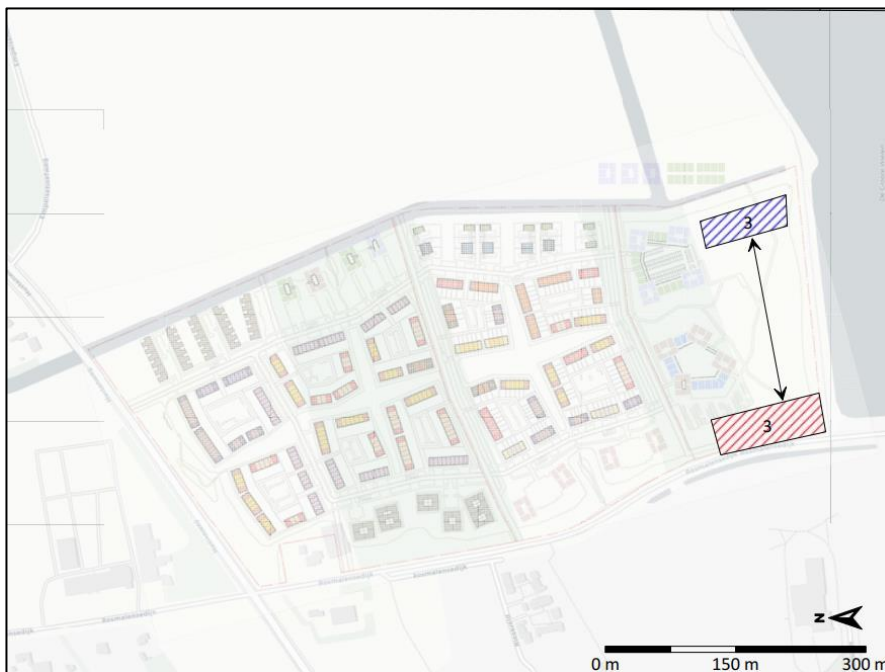
Op basis van de voorlopige energetische uitgangspunten en de verwachte bodemopbouw en daaruit volgende maximale broncapaciteit is gekeken naar mogelijke zoekgebieden voor bronlocaties.

Voor de bepaling van zoekgebieden voor bronlocaties is rekening gehouden met de volgende randvoorwaarden:

- Bronlocaties op het terrein van fase 1 en 2;
- Het leidingwerk beperken door de bronlocaties zo dicht mogelijk bij de technische ruimte te plaatsen;
- Voldoende afstand tussen warme en koude bron(nen) om negatieve thermische interactie te voorkomen (2,5 keer de thermische straal);
- Op basis van de oriënterende uitgangspunten en maximale broncapaciteit zijn drie doubletten benodigd.

De zoekgebieden voor bronlocaties zijn indicatief en alleen ter illustratie van de mogelijkheden. In een vervolg moet de haalbaarheid van de locaties nader onderzocht worden onder andere op de hydrologische effecten. Hierdoor kunnen de ligging van de zoekgebieden en het aantal bronnen per zoekgebied wijzigen.

In Figuur 4.1 zijn indicatieve zoekgebieden voor bronlocaties weergegeven. De rode zoekgebied(en) zijn voor warme bron(nen) en de blauwe zoekgebied(en) voor koude bron(nen). Voor elk zoekgebied is aangegeven hoeveel doubletten ingepast kunnen worden.



Figuur 4.1 | Indicatieve zoekgebieden bronlocaties Fase 1 & 2 de Grootte Wielen.

In bovenstaande tekening is geen rekening gehouden met de ligging van aanwezige kabels en leidingen. Daarnaast moeten de zoekgebieden en uiteindelijke bronlocaties in een vervolgstadium getoetst worden op bereikbaarheid, ondergrondse infrastructuur, toekomstige terreininrichting, eigendomsrecht en de mogelijkheden voor het leidingtracé.

4.2 PUTBEHUIZINGEN

Voor de bronnen wordt een half bovengrondse putbehuizing voorgesteld (zie Figuur 4.2). Deze liggen namelijk in een groengebied waardoor het geen obstakel vormt voor verkeer. Eventueel kan de putbehuizing nog een extra functie krijgen door bijvoorbeeld bankjes aan de putbehuizing te monteren. Mocht een half bovengrondse putbehuizing toch niet wenselijk zijn, dan kan uiteraard voor een ondergrondse putbehuizing worden gekozen (zie Figuur 4.3).



Figuur 4.2 | Voorbeelden van half bovengrondse putbehuizingen.



Figuur 4.3 | Voorbeeld van een ondergrondse putbehuizing met ventilatiepaaltjes.

4.3 REALISATIE BRONNEN

Hieronder staan de aandachtspunten voor het boren van het nieuwe doublet omschreven.

Casing

Indien de afstand tussen de bron en de gebouwfundering kleiner is dan 10x de boordiameter, dient een verloren stalen casing te worden toegepast om schade aan funderingen van omliggende gebouwen te voorkomen. Voorlopig is het uitgangspunt dat voor geen van de bronnen een casing nodig is. Wij adviseren om afstemming te zoeken met de bouwconstructeur van omliggende gebouwen om de boorwerkzaamheden af te stemmen.

Werkwater

Tijdens het boren van een bron wordt (werk)water in het boorgat gepompt. Met dit water wordt een overdruk in het boorgat gerealiseerd om te voorkomen dat de boring instort. Voor de aanvoer van water dient rekening gehouden te worden met een aanvoercapaciteit van 15 - 30 m³/h. Volgens de regels van de BRL 2100 dient het werkwater van goede kwaliteit te zijn, waarbij de waterkwaliteit de geldende streefwaarden niet overschrijdt. Dit betekent dat alleen drinkwater en grondwater in aanmerking komen voor gebruik als werkwater bij de boring. We adviseren om bij de aanbesteding te regelen dat de aannemer zelf de toevoer van werkwater regelt met vermelding van bovenstaande BRL 2100 eis.

Stroomvoorziening

Voor de boor- en ontwikkelwerkzaamheden van de bronnen is stroom nodig. Indien beschikbaar maakt de aannemer gebruik van bouwstroom. Alternatief is dat de aannemer zelf de stroom verzorgt door middel van aggregaten.

Lozen tijdens realisatie

Voor het lozen van grondwater tijdens realisatie moet een vergunning voor lozen op het vuilwaterriool worden aangevraagd. De aannemer dient zelf toestemming hiervoor aan te vragen bij de gemeente. Er dient rekening gehouden te worden met een lozingsbeperking.

Werkruimte boren en ontwikkelen

De bronnen worden geboord met een mobiele boorinstallatie. Nabij de boorwagen worden buffercontainers geplaatst waarin het opgeboorde materiaal en water opgevangen worden. Deze

bufferbakken dienen geregeld leeggeschept te worden met bijvoorbeeld een graafmachine. De uitgeschepte grond wordt vervolgens afgevoerd. Tevens is opslagruimte benodigd voor de PVC buizen, grind en klei die in het boorgat aangebracht moeten worden. De benodigde werkruimte is al met al 250 - 300 m². De wijze van opstellen is tot op zekere hoogte flexibel. Het opstellen, boren en afbouwen duurt ongeveer twee weken per bron. In Figuur 4.4 is een voorbeeld van een booropstelling weergegeven.



Figuur 4.4 | Voorbeeld van een boorwagen en bijbehorende booropstelling.

Vervolgens worden er verschillende schoonpompacties uitgevoerd. Dit proces duurt ook ca. twee weken per bron en vereist een werkruimte van ongeveer 100 m². Een voorbeeld van de benodigde werkruimte voor dit proces is weergegeven in Figuur 4.5.

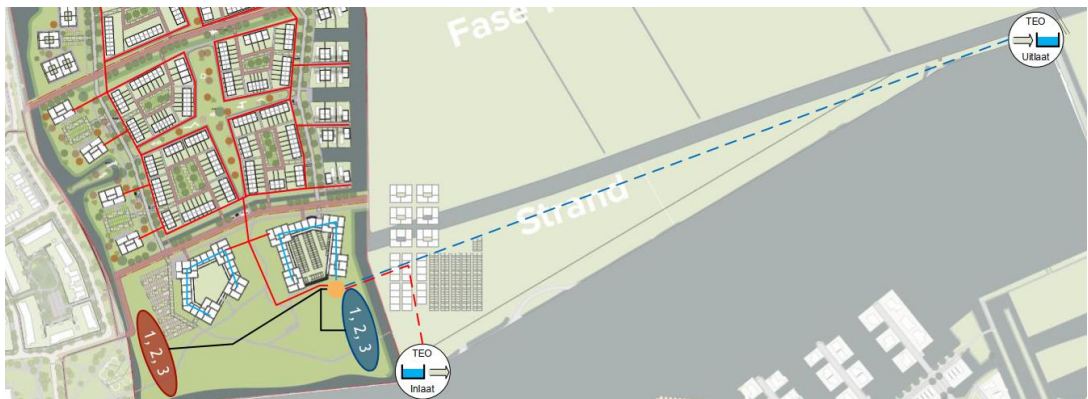
Bij groot onderhoud is het belangrijk dat de bronput bereikbaar is voor een vrachtwagen met kraan of een hijsinstallatie met een driepoot. Hierbij is boven de bron een vrije ruimte van 12 meter nodigen een daarnaast, net als bij het ontwikkelen van de bron, een werkruimte van ca. 100 m².



Figuur 4.5 | Werkopstelling tijdens ontwikkelen bronnen.

4.4 TEO-SYSTEEM

Het TEO-systeem bestaat globaal uit een inlaat, een techniek ruimte (TR) en een uitlaat. In Figuur 4.6 is het schetsontwerp van het TEO-systeem weergegeven. Tussen de in- en uitlaat moet voldoende afstand worden aangehouden om thermische kortsluiting te voorkomen. Hiermee wordt bedoeld dat het geloosde koude water voldoende tijd moet hebben om op te warmen voordat het weer bij de inlaat komt.



Figuur 4.6 | Schetsontwerp TEO-systeem. Bij het inlaatpunt (links) wordt het water onttrokken en bij het uitlaatpunt (rechts) wordt het afgekoelde water geloosd.

Het inlaatwerk is rechts van het strand gepositioneerd. Het uitlaatpunt is op zoveel mogelijk afstand van de inlaat aan de noordzijde geplaatst. Dit is mede ingegeven door het feit dat fase 1 en 2 maar ook fase 3, 4 en 5 gebruik moeten kunnen maken van de Groote Wielen plas voor TEO. In een vervolg fase dient de dimensionering en inpassing nader uitgewerkt te worden.

4.4.1 Inlaatwerk

Bij het inlaatwerk wordt het water uit De Groote Wielen plas onttrokken. Het type inlaatwerk is afhankelijk van de locatie. Voor het selecteren van het juiste type inlaatwerk moet rekening worden gehouden met minimaal de volgende aspecten:

- Het waterpeil en eventuele peilverschillen;
- De afwerking van de oever en eventueel het talud;
- De waterdiepte;
- De doorstroming;
- De bereikbaarheid voor onderhoud;
- De inzet van het TEO-systeem: warmte of koude winning.

In het schetsontwerp gaan we uit van de nu aanwezige natuurvriendelijke oever. Het inlaatwerk kan in dat geval het beste worden gerealiseerd middels een taludbak (zie Figuur 4.7) waarmee voldoende waterdiepte wordt gerealiseerd om het water in te nemen zonder aanzuiging van slib.

Als voorfilter kan daarbij gebruik worden gemaakt van een aanzuigkorf met terugspoelfunctie (zie Figuur 4.7).



Figuur 4.7 | Voorbeeld van een inlaatconstructie in een taludbak (links) en een aanzuigkorf (rechts).

Een mogelijk alternatief voor de inlaat is middels een drijvend ponton midden op de waterplas (zie Figuur 4.8). Het is wel de vraag of dit wenselijk is in verband met gebruikers van de plas (o.a. duikers).



Figuur 4.8 | Inlaatpunt midden op het water bevestigd aan een drijvend ponton.

4.4.2 Uitlaatwerk

Het uitlaatwerk kan eenvoudig worden gerealiseerd door een kadedoorvoer waar het water wordt geloosd. De doorvoer wordt voorzien van een afdekrooster voor de veiligheid zie Figuur 6.3.



Figuur 4.9 | Voorbeeld van een afdekrooster voor een uitlaatconstructie.

Een alternatieve uitlaattoptie bij De Groote Wielen plas is een uitlaat op diepte, omdat het een diepe zandwinplas betreft (± 18 m). Dit is nu niet meegenomen in het schetsontwerp, omdat dit eerst verder moet worden uitgezocht en afgestemd met het Waterschap.

4.5 KABEL- EN LEIDINGTRACÉ

Vanaf de bronnen wordt een WKO bronnet naar de technische ruimte gelegd (zie Figuur 4.10). Hiervoor worden leidingsleuven gemaakt waarin het bronnet wordt gelegd met daar boven de kabels (voedings-, stuurstroom- en signaalkabels). Deze kabels zijn nodig voor de aansturing van de installatie, de voeding van bronpompen en elektronica in de putbehuizing.

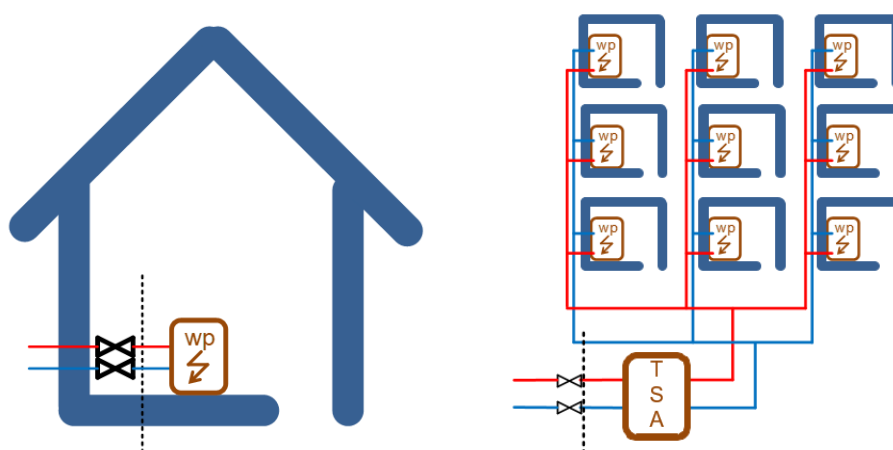


Figuur 4.10 | Indicatief leidingtracé van de WKO, TEO en distributienet naar de gebruikers.

5 Eisen en randvoorwaarden schetsontwerp

5.1 DEMARCATIES BRONNET

De demarcatie van de bronnet aansluiting ligt op de afsluiters direct achter de gevel. Deze afsluiters dienen te allen tijden goed toegankelijk te zijn bij calamiteiten. Voor de grondgebonden woningen betekent dat nabij de voordeur op de begane grond. Voor de appartementen complexen betekent dit in een centrale technische ruimte op de begane grond.



Figuur 5.1 | Demarcatiegrens is met stippellijn aangegeven voor grondgebonden woningen (links) en appartementencomplexen (rechts).

5.2 PROGRAMMA VAN EISEN VOOR AANSLUITINGEN OP HET BRONNET

Om het systeem zo goed mogelijk te laten werken worden een aantal randvoorwaarden en eisen gesteld aan de ontwikkelaars ten aanzien van de woningaansluitingen. De minimale eisen en randvoorwaarden aan de woningaansluitingen op het bronnet zijn:

- De warmtepomp regelt op de retourtemperatuur;
- De warmtepomp heeft een minimale ΔT van 3°C in lage deellast (<50% van maximaal vermogen);
- De warmtepomp heeft een minimale ΔT van 6°C in hoge deellast (>50% van maximaal vermogen) of vollast;
- De warmtepomp werkt met een brontemperatuur tussen de 9 en 20°C ;
- De warmtepomp heeft een vorstbeveiliging op de verdampertemperatuur;
- Het drukverschil over de aansluitingen van het bronnet ligt tussen de 25 en 350 kPa;
- De warmtepomp wordt op de begane grond geplaatst met:
 - Afsluiters direct achter de gevel;
 - De maximale lengte van het inpandige leidingwerk is 5m;
 - Het maximale drukverschil over het inpandige leidingwerk is 50 kPa.

De minimale eisen en randvoorwaarden aan de appartement aansluitingen op het bronnet zijn:

- De retourtemperatuur is regelbaar;
- De minimale ΔT over de bronnet aansluiting is 3°C in deellast;
- De minimale ΔT over de bronnet aansluiting is 6°C in vollast;
- De warmtepompen werken met een brontemperatuur tussen de 9 en 20°C ;
- Het drukverschil over de hoofdaansluiting van het bronnet ligt tussen de 25 en 350 kPa ;
- De hoofdaansluiting van het bronnet wordt op de begane grond geplaatst;
- Er is een hydraulische scheiding tussen het bronnet en het in pandige distributienet. Dit kan middels centrale warmtepompen of warmtewisselaars;
- Het maximale drukverschil over de in pandige installatie is 70 kPa .

5.3 AFREKENING VASTRECHTAANSLUITING BRONNET

De bewoner betaalt een vastrechtvergoeding voor de aansluiting op het bronnet. Dit betreft een vastrecht voor zowel warmte als koude conform de Warmtewet. De vastrechtkosten zijn afhankelijk van het aansluitvermogen per woning op het bronnet (verdampervermogen). Het aansluitvermogen per woning kan als volgt worden berekend:

- **Voor verwarming** (zie Figuur 5.2): Nominaal doorstroming (opgave leverancier warmtepomp) * $C * \text{Temperatuurverschil}$ (opgave leverancier warmtepomp)
- **Voor koeling**: $20\text{ W/m}^2 * \text{GBO woning}$

Begripsbepaling:

Het **aansluitvermogen** is het product van de massastroom, de soortelijke warmte en het temperatuurverschil
De **soortelijke warmte** is de hoeveelheid warmte die benodigd is om een massa van 1 kilogram 1 graad in

De toegepaste formule voor het vaststellen van het aansluitvermogen is als volgt:

$$Q = m * C * \Delta T$$

Q = Aansluitvermogen in Watt (W)

m = Massastroom in kilogram per seconde (kg/s)

C = soortelijke warmte in joule per kilogram maal kelvin (J/kg.K)

ΔT = temperatuurverschil in kelvin (K)

N.b. 1 liter water heeft een massa van ongeveer 1 kilogram , in de berekeningen is 1 liter gelijk gesteld aan 1 kilogram . De specificaties van de afzonderlijke leveranciers hanteren eveneens liters of kubieke meters.

Figuur 5.2 | Begripsbepaling van het aansluitvermogen voor verwarming (bron: Danfoss).

De aansluitvermogens worden per woning contractueel vastgelegd. In het contract kan ook worden opgenomen dat de bewoner verplicht is om wijzigingen door te geven aan de exploitant van het bronnet. Dit kan het geval zijn bij vervanging van de warmtepomp of bij het vergroten van het GBO van de woning.

5.4 LOCATIE TECHNISCHE RUIMTE

Voor het WKO-Bronnet met TEO is één centrale technische ruimte benodigd voor fase 1 en 2 waarin de componenten voor het WKO-systeem, het TEO-systeem en het distributienet worden opgesteld. De locatie van de technische ruimte is bij voorkeur dicht bij de inlaat van het TEO-systeem. De technische ruimte is nu voorzien achter het strand. Voor de technische ruimte is nu uitgegaan van een op zichzelf staand gebouw, maar het kan ook zijn dat de technische ruimte in één van de appartementencomplexen wordt ondergebracht.

Voor fase 3, 4 en 5 wordt een zelfde centrale technische ruimte voorzien waarin voor deze fases de technische componenten worden opgesteld.

5.5 RANDVOORWAARDEN EN AFMETINGEN TECHNISCHE RUIMTE

De technische ruimte moet over minimaal 3 meter aan vrije hoogte beschikken en zal naar verwachting 150 m² groot zijn (10x15m). Daarnaast zal de toegang tot de technische ruimte ten minste 2,5 m hoog en 1,3 m breed moeten zijn, om te verzekeren dat alle componenten naar binnen kunnen. Ook zal er gedempte ventilatie aanwezig moeten zijn en zal de ruimte zelf uitgerust moeten worden met geluidsdemping, om hinder van de omwonenden tegen te gaan. Daarnaast dient de technische ruimte voorzien te zijn van o.a. een wateraansluiting, een rioolaansluiting, (nood)verlichting, nooduitgangen, schroputjes en eventueel een toilet voor tijdens onderhoudswerkzaamheden.

IF Technology **Creating energy**



Velperweg 37
6824 BE Arnhem
Postbus 605
6800 AP Arnhem

T 026 35 35 555
E info@iftechnology.nl
I www.iftechnology.nl

NL60 RABO 0383 9420 47
KvK Arnhem 09065422
BTW nr. NL801045599B01

IF Technology **Creating energy**