Notitie

DWA

Kenmerken

Project	21134 Programma van Eisen ontwerp energievoorziening RWZI Eindhoven	**Datum**	5 september 2023
Auteur	ing. B.B. Hooghiemstra	**Co-lezer**	ing. L.H. den Dekker T.A. Boschma MSc.
Onderwerp	Bijlage I. Uitkoppeling effluent RWZI	**Status**	Definitief
		Kenmerk	21134-747437

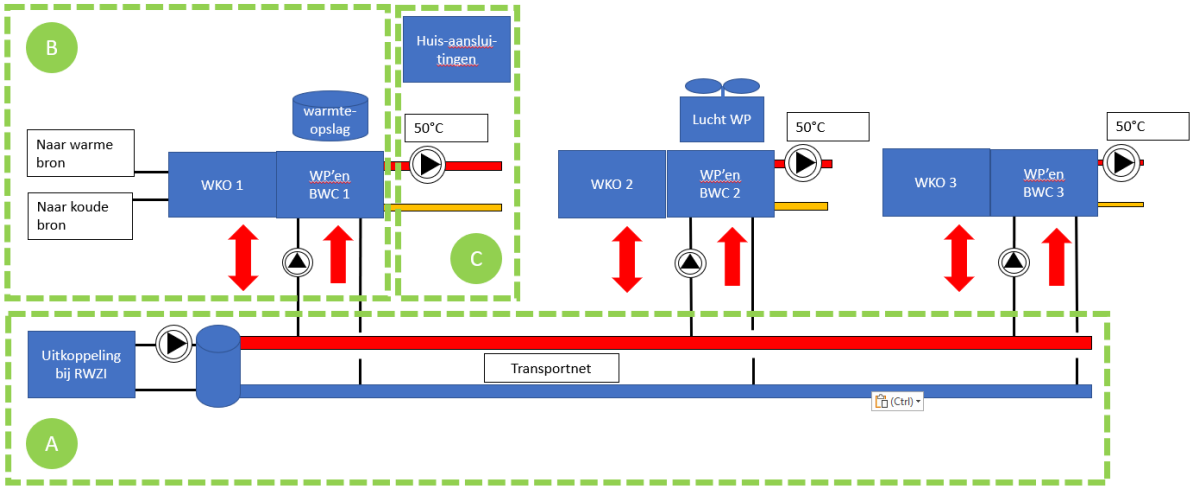
Bijlage I. Uitkoppeling effluent RWZI

Op al onze diensten en mededelingen is DNR 2011 van toepassing.
DNR 2011 is gepubliceerd op onze website onder http://www.dwa.nl/dnr

Inleiding

Beschrijving totaalsysteem

In noordoost Eindhoven staat één van de grootste rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI) van Nederland. Bij deze RWZI wordt vrijwel continu lauw water geloosd op de Dommel (effluent). De Gemeente Eindhoven wil deze warmte inzetten voor het aardgasvrij maken van omliggende wijken. Uit eerdere verkenning blijkt dat er voor ongeveer 8.000 woningen warmte is. Eén van de eerste buurten die de gemeente aan wil sluiten is de Generalenbuurt. In het kader van de PAW heeft de gemeente hiervoor een subsidie toegekend gekregen. Voor het energiesysteem is een schetsontwerp gemaakt op basis waarvan een programma van eisen wordt samengesteld. De figuur hieronder geeft het totale systeem weer. Voorliggende document zoomt in op onderdeel A van het systeem: de uitkoppeling van warmte uit het effluent bij de RWZI.



Figuur 1-1: Overzicht systeemconcept warmtelevering warmtenet Generalenbuurt

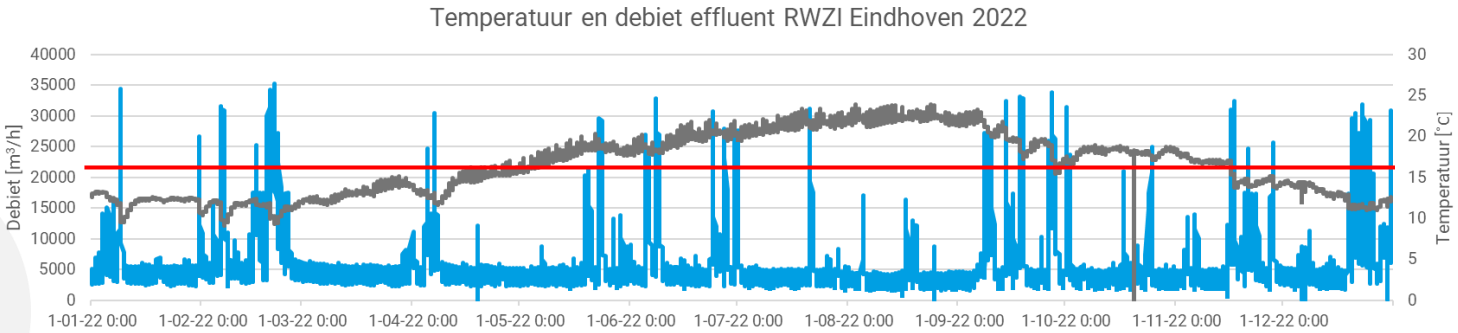

Afbeelding 1-1: Luchtfoto RWZI Eindhoven

Potentie warmtewinning uit effluent RWZI

Temperatuur en debiet effluent

De hoeveelheden en temperaturen van het effluent in 2022 zijn in figuur 2-1 weergegeven. Duidelijk is de grote variatie in beschikbaarheid van debiet. Daarnaast is de toename van temperatuur in de zomerperiode goed zichtbaar. Het effluent heeft in de zomer de hoogste temperatuur (20...25°C). Omdat de warmte dan niet of beperkt nodig is, wordt deze warmte in de bodem opgeslagen (WKO). In de winter wordt de warmte uit de WKO onttrokken en door middel van warmtepompen opgewaardeerd. In tussenliggende perioden (voor- en najaar) kan de warmte uit het effluent rechtstreeks onttrokken en door middel van de warmtepompen opgewaardeerd worden.

In de volgende paragraaf is de potentie van het effluent bepaald.



Figuur 2-1: Temperatuur en debiet effluent, inclusief lijn 16°C

Warmtepotentie effluent

Uitgangspunten voor de potentie van het effluent zijn als volgt:

- Voor het laden van een WKO willen we minimaal een temperatuur van 12˚C. Uitgaande van een temperatuurverlies van 4°C over twee warmtewisselaars in het systeem (één bij de uitkoppeling en één bij de BWC's) betekent dit dat we vanaf een effluenttemperatuur van 16˚C de WKO's kunnen laden.
- Het beschikbare debiet fluctueert sterk. Om een zo continu mogelijke stroom te creëren, wordt uitgegaan van een maximaal te onttrekken debiet van 2.700 m^3/h. Hoewel hiermee niet de volledige warmtepotentie benut wordt, zorgt dit er wel voor dat dit bijna altijd beschikbaar is, waardoor de opgestelde pompen zo efficiënt mogelijk kunnen werken.

In tabel 2-1 zijn de verwachte hoeveelheden energie voor verschillende jaren weergegeven, inclusief de energie per WEQ, uitgaande van 8000 aansluitingen. De verwachte hoeveelheid laagtemperatuur warmte voor een gemiddelde woning bedraagt ongeveer 30 GJ. Voor de beoogde 8000 aansluitingen is dus ruim voldoende warmte beschikbaar.

Jaar	Energie [GJ]	Energie per woning [GJ/WEQ]	Opmerking
2019	144.121	18,0	Meetfouten in data: temperatuur effluent zakt in zomer terug naar 3 graden.
2020	390.556	48,8	
2021	388.704	48,6	
2022	402.461	50,3	

Tabel 2-1: Energiepotentie effluent RWZI Eindhoven

Gevoeligheidsanalyse potentie

Er is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd om mogelijke optimalisatie voor het laden van de WKO-bronnen te onderzoeken. Uitgangspunt hierbij is een verlies over de warmtewisselaars van 4°C. Vervolgens is gevarieerd met de laadtemperaturen van de WKO om tot een potentie per woning te komen. De uitwerking van de laad temperaturen en inzet van de WKO wordt verder behandeld in het schetsontwerp voor de buurt warmte centra.

Jaar	Laadtemperatuur: 12 ˚C [GJ/WEQ]	Laadtemperatuur: 14 ˚C [GJ/WEQ]	Laadtemperatuur: 16 ˚C [GJ/WEQ]	Laadtemperatuur: 18 ˚C [GJ/WEQ]
2019	25,0	17,5	12,0	4,7
2020	60,1	48,6	35,9	16,3
2021	58,6	51,0	41,4	11,3
2022	59,1	53,5	35,8	22,9

Tabel 2-2: Gevoeligheidsanalyse energiepotentie effluent RWZI Eindhoven

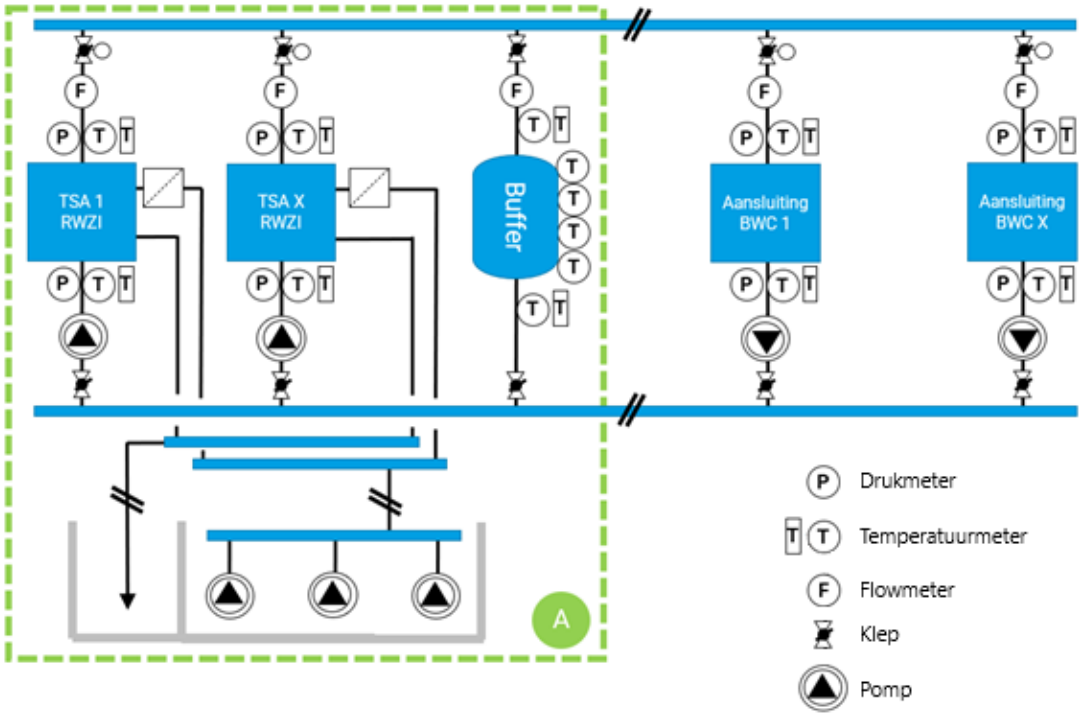
Opzet systeemconcept

Onderdelen van de uitkoppeling bij de RWZI

De uitkoppeling van de warmte uit de RWZI bestaat uit de volgende onderdelen:

- De effluentstroom wordt uit de effluentgoot onttrokken door middel van pompen.
- De warmte uit het effluent wordt met warmtewisselaars (TSA's; tegenstroomapparaten) overgedragen aan het transportnet.
- Omdat het temperatuurverlies over de warmtewisselaars niet te groot mag zijn, worden platenwarmtewisselaars toegepast. Om verstopping tussen de platen als gevolg van vervuiling te voorkomen, is de juiste keuze van filtertechniek een belangrijk aspect bij de uitwerking van het ontwerp.
- Aan de secundaire zijde van de platenwarmtewisselaars (de zijde van het transportnet) zorgen pompen voor het aanbieden van lauw water aan het transportnet.

In figuur 3-1 zijn de principes van de uitkoppeling schetsmatig weergegeven.



Figuur 3-1: Schetsmatig principe uitkoppeling RWZI

Onderzochte mogelijkheden

De verschillende onderdelen zoals hiervoor genoemd, moeten ergens geplaatst worden. Figuur 3-2 geeft de kaders waarbinnen de onderdelen een plek moeten krijgen. Daarbij staan twee hoofdonderdelen min of meer vast:

1 De uitkoppeling van het effluent zal plaats moeten vinden bij de effluentgoot. De meest geschikte plaats is in figuur 3-3 weergegeven (tussen de meetput en de beluchtingsplaten).
2 Het tracé van het transportnet is vooralsnog voorzien over het terrein van Lunet (Woonpark Eckartdal) richting de Amazonenlaan.

Tussen deze twee punten zullen de eerder genoemde onderdelen en leidingen geplaatst moeten worden. Qua ruimtebeslag is er onderscheid te maken tussen:

- Componenten in of naast de effluentgoot (pompen en/of filters).
- Componenten in een technische ruimte (warmtewisselaars, pompen, etc.)
- Leidingtracés vanaf de effluentgoot richting de wijken (eerst effluentleidingen; na warmtewisselaar transportleidingen).

Het omkaderde deel in figuur 3-2 is de ‘schuifruimte’ voor deze onderdelen. In het navolgende werken we hiervoor een aantal varianten uit.



Figuur 3-2: Zoeklocatie uitkoppeling RWZI



Figuur 3-3: Luchtfoto RWZI Eindhoven, inclusief locatie effluentgoot

Varianten voor locaties technische ruimte

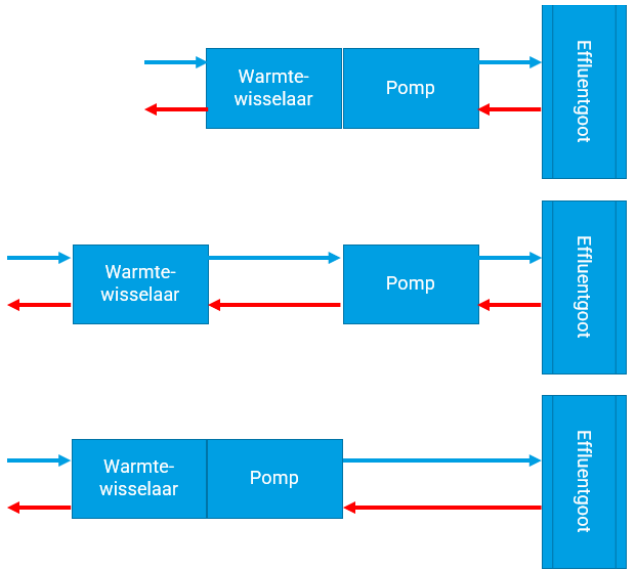
Onderzochte mogelijkheden

Voor de locatie van de in hoofdstuk 3.1 genoemde onderdelen zijn een drietal varianten denkbaar:

1 Alle onderdelen worden direct naast de effluentgoot geplaatst, op het terrein van de RWZI.
2 (Versnijdende) pomp bij RWZI, aparte ruimte buiten RWZI voor warmtewisselaars.
3 Alleen uitkoppelleiding bij de RWZI; rest buiten RWZI op het terrein van Lunet aan de overzijde van de Dommel.

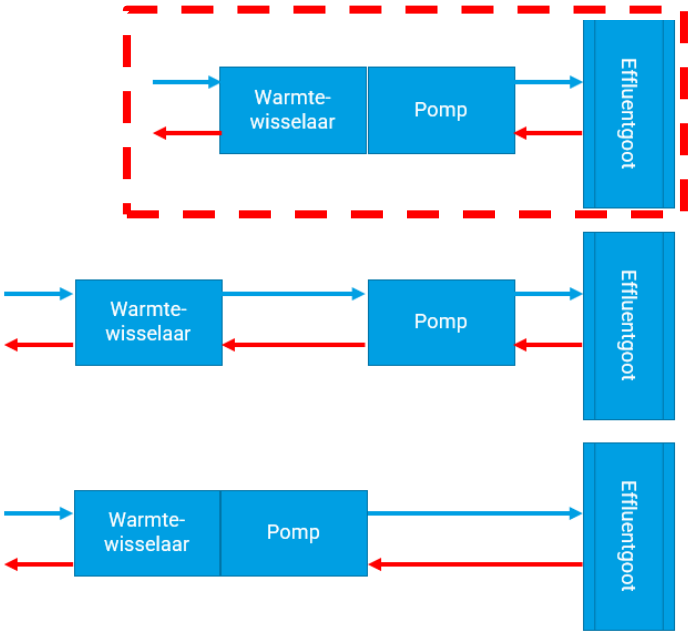
De volgende drie afbeeldingen geven de ruimtelijke weerslag van de varianten.

Bij elk van de drie varianten zijn er subvarianten die samenhangen met de manier van filteren van het effluent. Nadat we de drie varianten hebben weergegeven gaan we in op deze subvarianten.



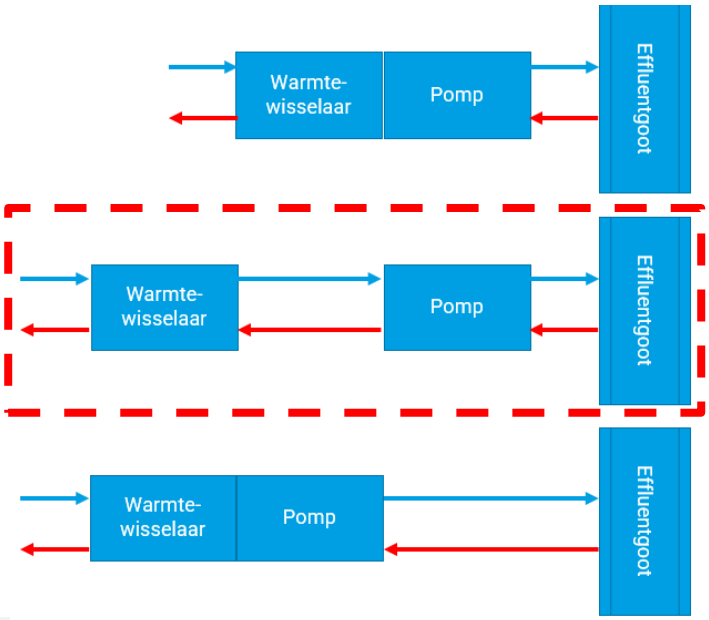
Figuur 4-1: Principes locaties uitkoppeling RWZI en warmtewisselaars

Variant 1



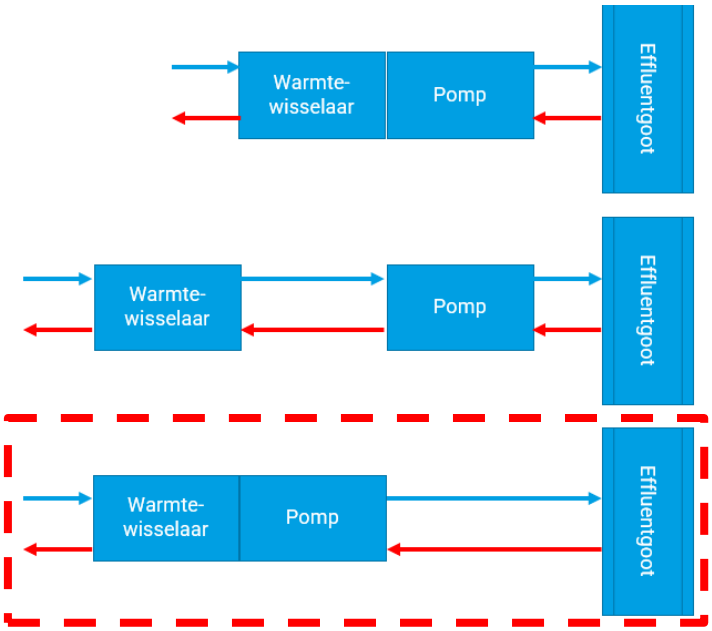


Variant 2





Variant 3





Subvarianten filtering en pompen effluent

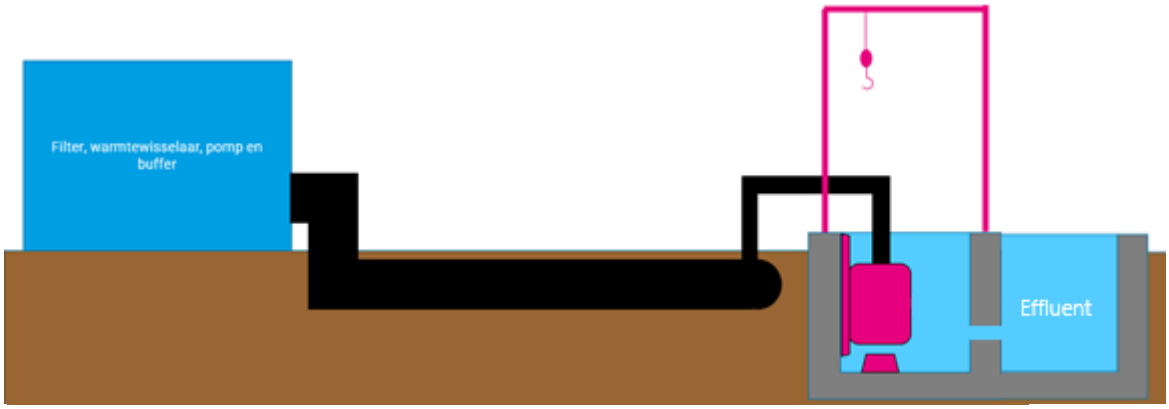
Een belangrijk onderdeel in de keten is de filtering van het effluent. Zoals eerder genoemd is vervuiling van de platenwarmtewisselaar ongewenst.

Voor de filtering zijn een tweetal mogelijkheden verkend:

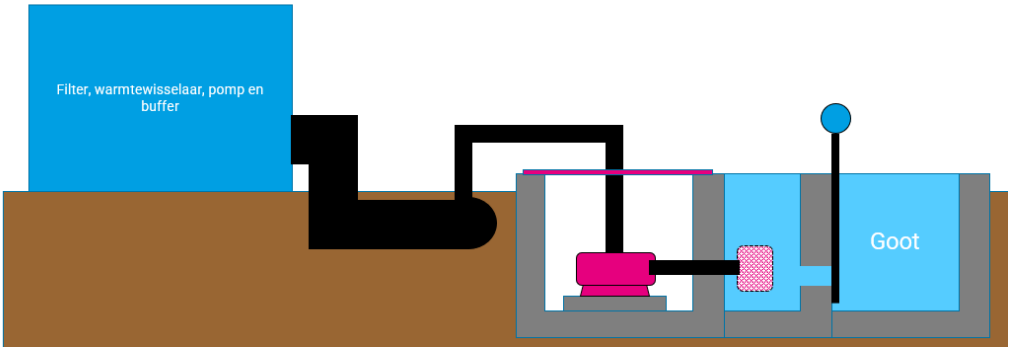
1 Versnijdende dompelpompen in een separate goot die in verbinding staat met de effluentgoot. De versnijdende dompelpompen worden in het effluent gehangen en versnijden eventueel grotere delen (slierten) voordat deze worden aangezogen. Belangrijk is dat de vervuiling hierbij nog steeds richting de warmtewisselaars gaat, en later dus extra gefilterd zal moeten worden met een fijnfilter.

2 Droog opgestelde pompen met zelfreinigende korven (UVAR-korven). De zelfreinigende korven worden in het effluent geplaatst in een separate goot en houden hierbij direct de grotere delen tegen. De pompen worden droog opgesteld naast de effluentgoot. Voor de korven is een voorziening nodig waarmee deze schoongespoten worden. De droog opgestelde pompen zorgen voor de benodigde waterdruk waardoor er minder onderhoud noodzakelijk is.

In onderstaande figuren 5-1 en 5-2 is een ruimtelijke uitwerking weergegeven van de mogelijke varianten.



Figuur 5-1: Schetsmatig principe uitkoppeling RWZI met versnijdende dompelpompen.



Figuur 5-2: Schetsmatig principe uitkoppeling RWZI met zelfreinigend groffilter en door opgestelde pomp.

Voor beide onderdelen zijn op hoofdlijnen de voor- en nadelen ingeschat. Deze zijn samengevat weergegeven in tabel 5-1.

De keuze voor een principe hangt voor een groot deel af van de waterkwaliteit. In principe zou het water uit de RWZI zeer schoon gezuiverd water moeten zijn. In dat geval hebben de korven ook weinig toegevoegde waarde.

De versnijdende functie van de dompelpompen is om, mocht er incidenteel algenslierten aanwezig zijn, deze te versnipperen. Daarom hebben deze voor nu de voorkeur.

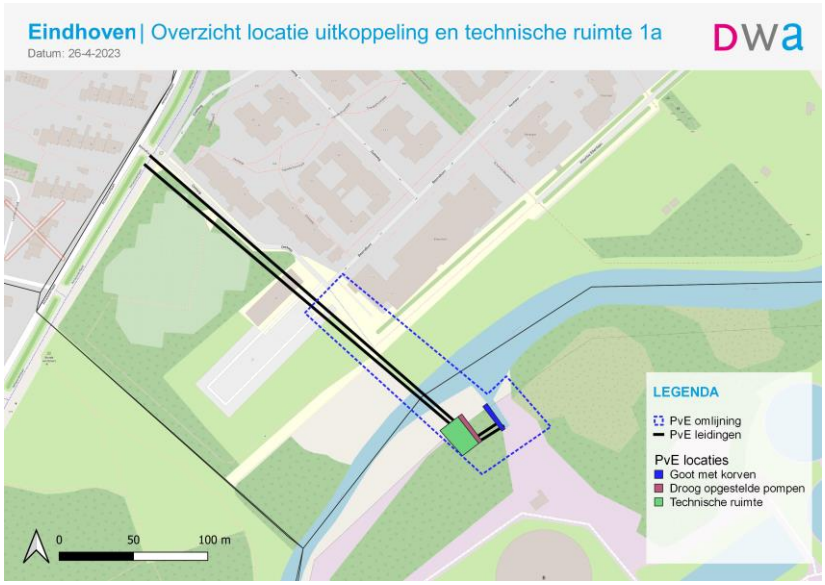
	Droog opgestelde pompen in combinatie met zelfreinigende korf	**Versnijdende dompelpompen met fijnfilters in technische ruimte**
Doorlaat verontreiniging	+ Laat minder verontreiniging door	- Laat meer verontreiniging door
Ruimtebeslag	- Kelder nodig + parallel goot	0 Parallel goot voor pompen
Onderhoudseenvoud	+	- Dompelpompen
Energetisch rendement	0 Energetisch rendement	0 Energetisch rendement
Investeringen	- Zelfreinigende korf is duurder	+
Bruikbaar bij alle varianten	Nee	Ja

Tabel 5-1: Voor- en nadelen van beide pomp en filtering varianten

In variant 1 wordt zowel de onttrekking uit het effluent als de technische ruimte op het terrein van de RWZI geplaatst.

Variant 1A

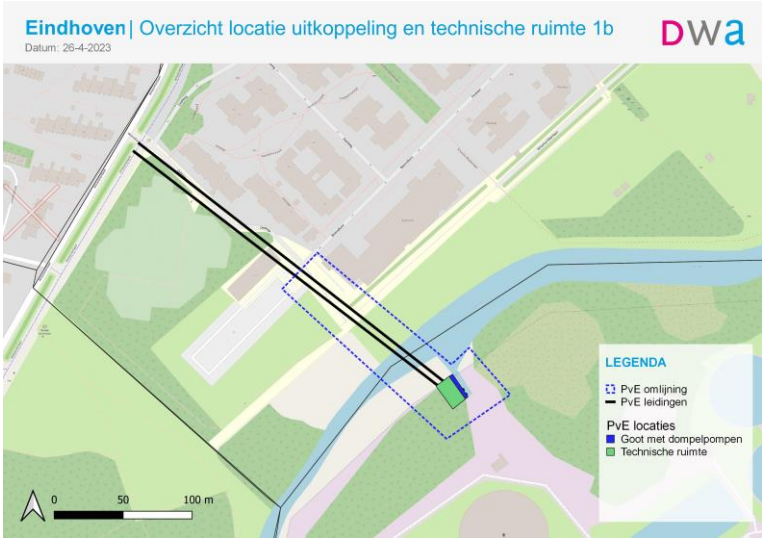
In variant 1A is er een extra goot naast de effluentgoot geplaatst met hierin de korven, en een leiding naar de technische ruimte waaronder de droog opgestelde pompen geplaatst zijn. Tussen de technische ruimte en de korven lopen extra leidingen waarin schoon water getransporteerd wordt, om de UVAR-korven te kunnen schoonspoelen.



Figuur 5-3: Uitkoppeling variant 1A

Variant 1B

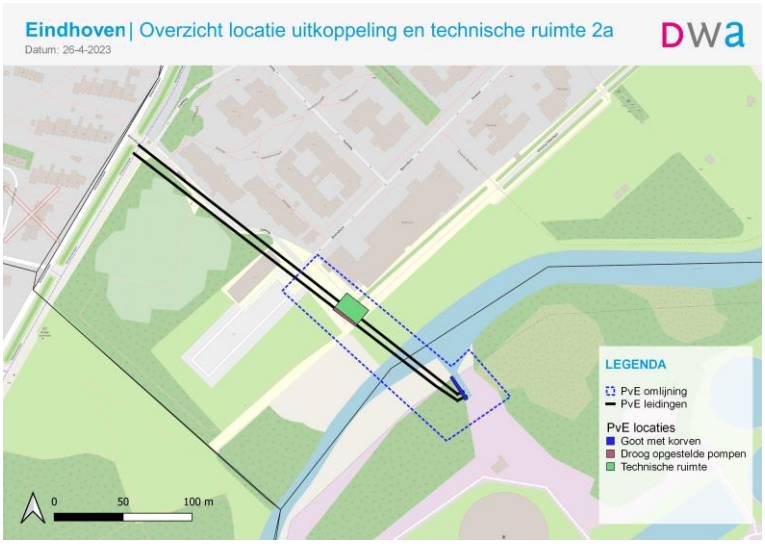
In variant 1B zijn de dompelpompen direct in de goot naast de effluent goot geplaatst, en wordt ook de technische ruimte hier geplaatst. Hierdoor is er minder leidingwerk noodzakelijk.



Figuur 5-4: Uitkoppeling variant 1B

Variant 2A

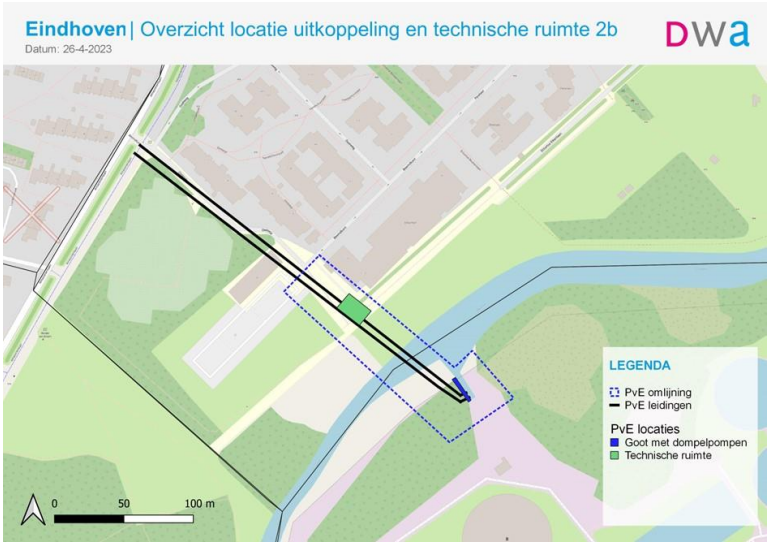
In deze variant wordt de technische ruimte aan de overzijde van de Dommel geplaatst, op de locatie van de Lunet, maar behoudt uitkoppeling de plaats op het RWZI terrein. Variant 2A is daarom in onze ogen technisch niet wenselijk vanwege de grote hoeveelheid leidingen die de Dommel kruisen; er zijn immers retourleidingen noodzakelijk om schoon water te transporteren richting de UVAR-korven. Dit water is nodig voor de zelfreinigende functionaliteit van de UVAR-korven.



Figuur 5-5: Uitkoppeling variant 2A

Variant 2B

In variant 2B wordt de technische ruimte ook aan de overzijde geplaatst en onttrekken de dompelpompen direct naast de effluentgoot het water. De dompelpompen creëren vervolgens voldoende druk om het water naar de technische ruimte te transporteren.



Figuur 5-6: Uitkoppeling variant 2B

Varianten 3A en 3B

In de varianten 3A en 3B worden er (nagenoeg) drukloze leidingen aangelegd tussen de effluentgoot en de overzijde van de Dommel. Aan de overzijde komt vervolgens een goot, die als communicerend vat gekoppeld is aan de effluent goot. Hierin worden, afhankelijk van de uitvoeringsvorm, de UVAR-korven (3A) of dompelpompen (3B) geplaatst. Het retourwater kan mogelijk ook aan de noordzijde van de Dommel worden geloosd, hiervoor is nog duidelijkheid rondom regelgeving nodig.



Figuur 5-7: Uitkoppeling variant 3A



Figuur 5-8: Uitkoppeling variant 3B

Praktische uitwerking

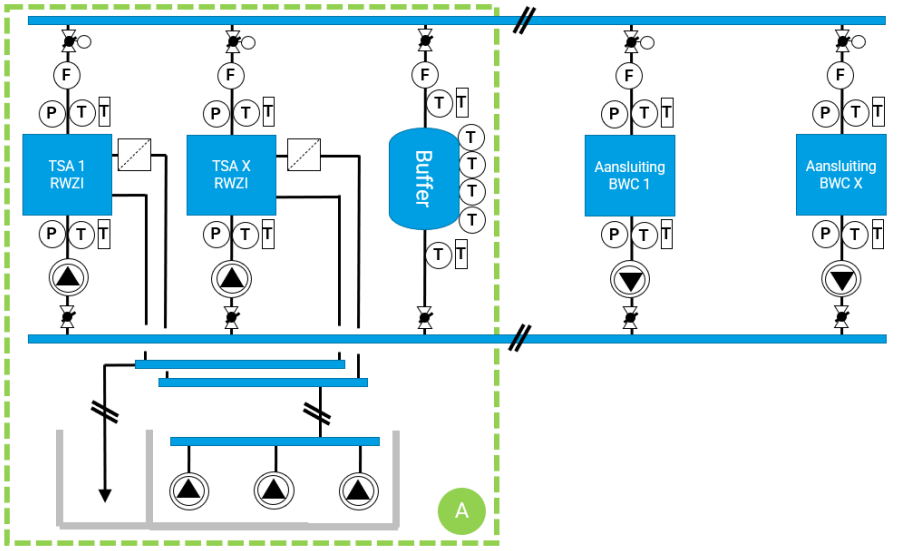
Systeemschema

In Figuur 6-1 is het principe schema schetsmatig weergegeven voor de varianten waarbij de versnijdende pompen in de goot gehangen zijn. Voor de varianten met UVAR-korven hangen op de plek van de pompen UVAR-korven, gekoppeld aan pompen buiten de goot. Vervolgens is het systeemschema gelijk voor beide uitkoppelmogelijkheden.

De gehele uitkoppeling en verwerking van het effluent uit het RWZI zal tenminste bestaan uit de volgende onderdelen:

1 Uitkoppeling effluent
2 Technische ruimte met warmtewisselaars etc.
3 Kruising Dommel

Deze onderdelen zullen verder uitgewerkt moeten worden in de praktische uitwerking in het VO of DO. In volgende paragrafen zijn de technische keuzes hiervoor weergegeven en uitgewerkt.

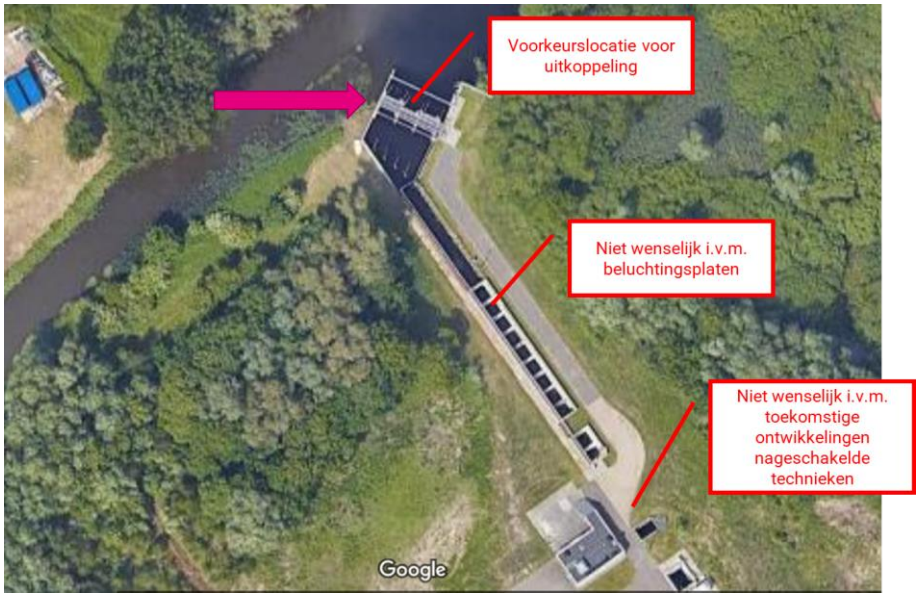


Figuur 6-1: Schetsmatig principe uitkoppeling RWZI met versnijdende pompen.

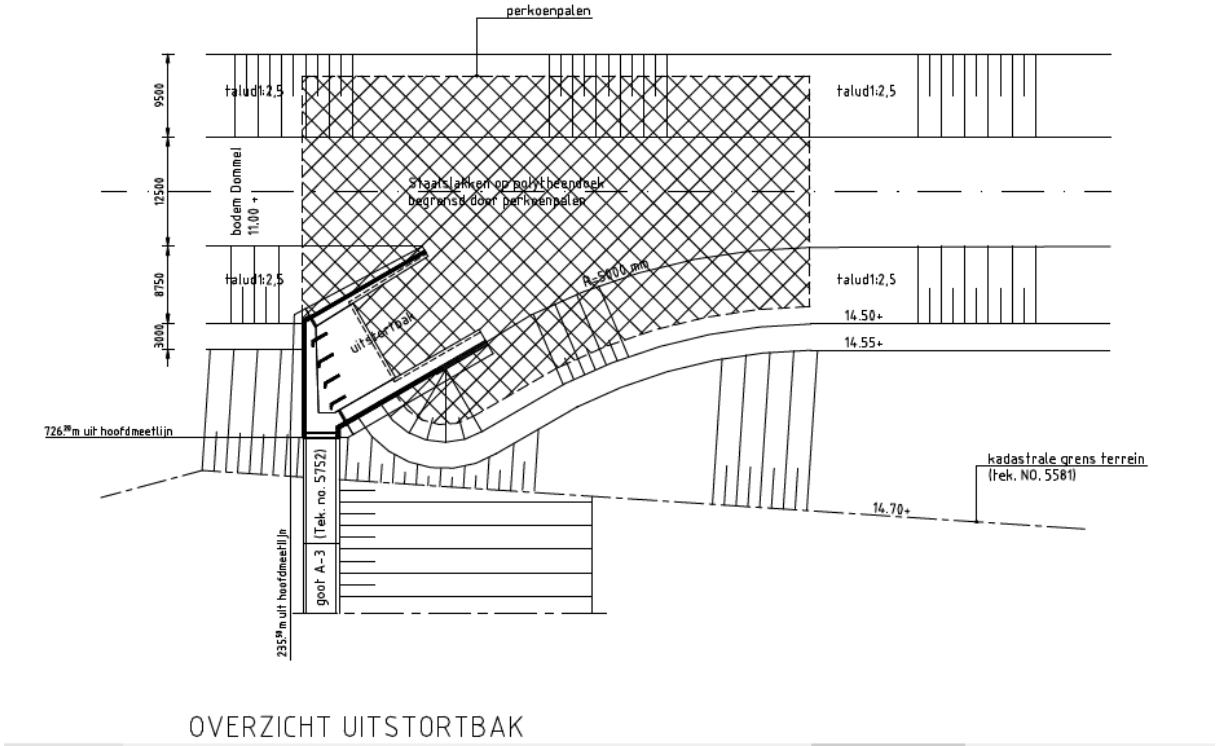
Uitkoppeling effluent

In de VO en DO fase zal in samenspraak met Waterschap de Dommel uitgewerkt moeten worden waar het water onttrokken en teruggeleverd kan worden bij de RWZI.

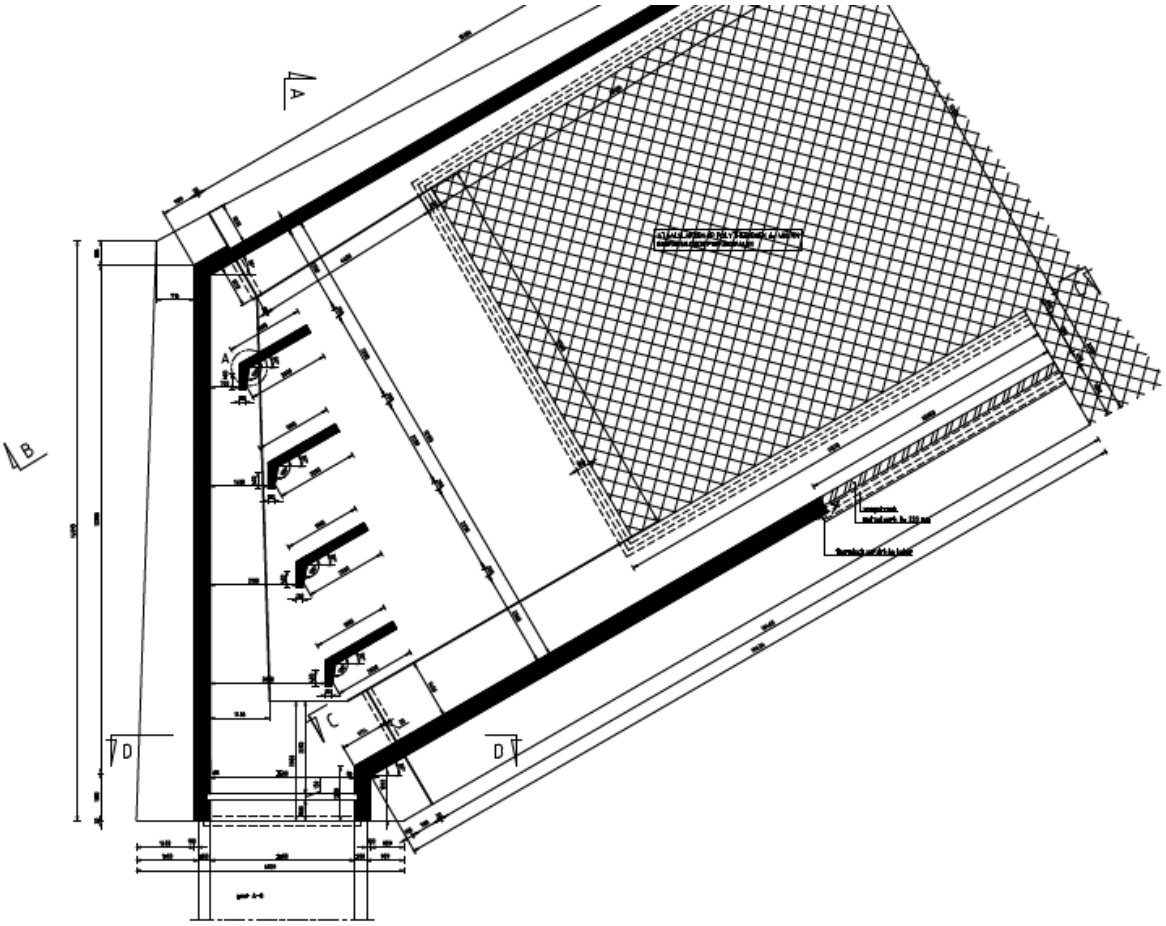
Warm effluent zal uit de hoofdstroom onttrokken worden en vervolgens in dezelfde hoofdstroom weer teruggeleverd moeten worden. Daarbij zal rekening gehouden moeten worden met de voorzieningen in de effluentgoot (beluchtingsplaten, meetvoorzieningen, etc.). Het retourwater kan mogelijk ook aan de noordzijde van de Dommel worden geloosd, hiervoor is nog duidelijkheid rondom regelgeving nodig.



Figuur 6-2: Zoeklocatie uitkoppeling effluent



Figuur 6-3: Overzichtstekening voor zoeklocatie uitkoppeling



Figuur 6-4: Detail uitstroombak RWZI effluent

Componenten in technische ruimte

De technische ruimte moet ten minste bestaan uit de volgende onderdelen:

- Transportpompen over de TSA's;
- TSA's;
- Filtering effluentwater;
- Expansievaten transportnet;
- Buffer als scheiding tussen TSA-pompen en transportnet;
- Hoofdverdeelkast (HVK);
- Trafo's;
- Inkoop en verdeelkasten.

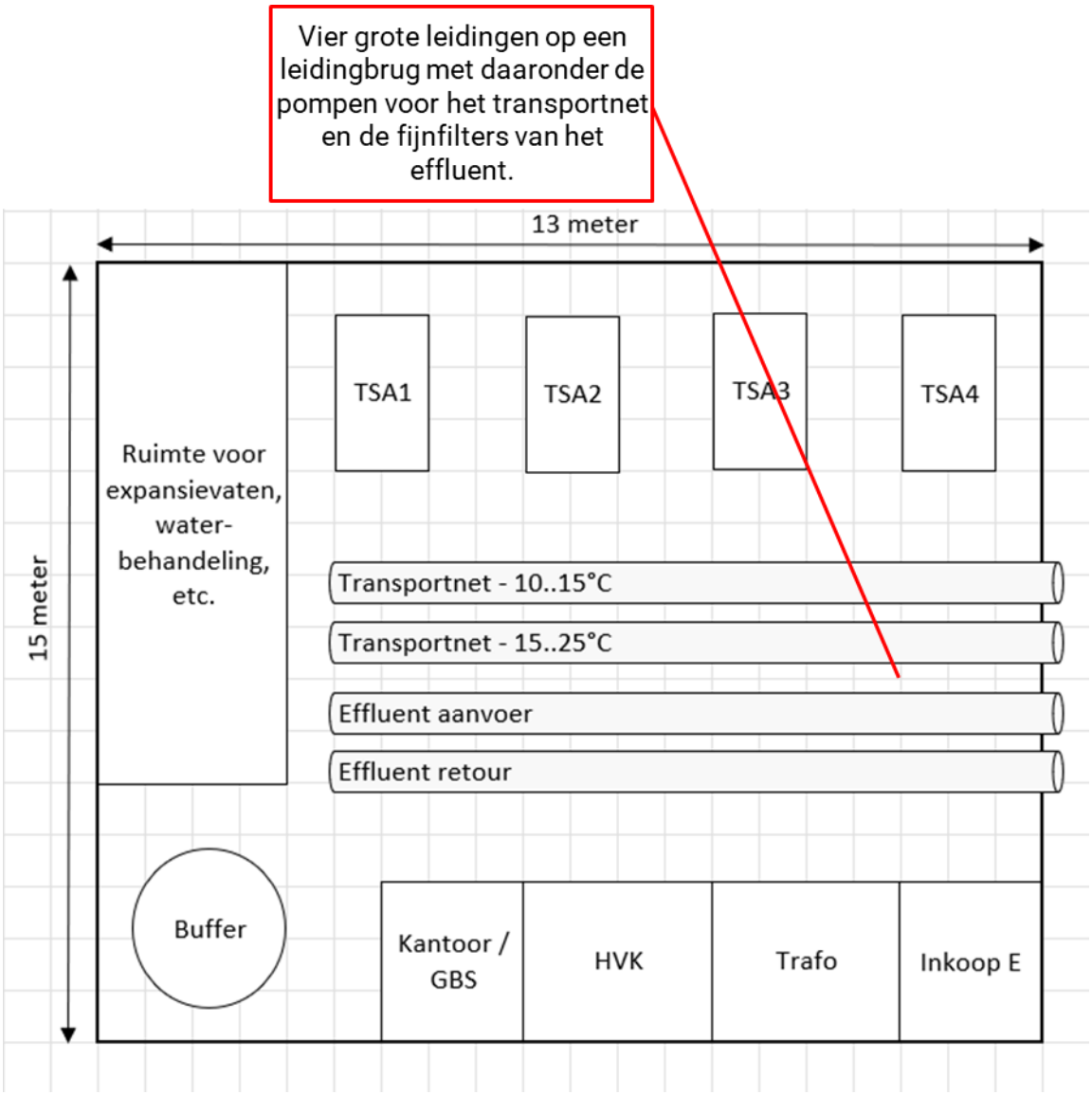
De benodigde hoeveelheid voor transportpompen en groepen TSA's hangt af van de functie van het effluent. In het huidige systeem wordt de warmte uit het effluent alleen ingezet als een regeneratievoorziening. De buurtwarmtecentra kunnen individueel ook voldoende vermogen leveren om de woningen van warmte te voorzien. Redundantie in het aantal pompen is daarom niet van extreem groot belang. Wanneer er een pomp uit valt is er tijdelijk minder regeneratievermogen, maar kunnen de woningen wel warmte ontvangen vanuit de eigen WKO-systemen en warmtepompen.

Vanwege de kostprijs van pompen wordt er daarom voor gekozen om een drietal sets met warmtewisselaar, pompen en filters op te stellen +1 (n+1 principe). Hiermee blijft toevoer richting de buurtwarmtecentra ook redelijk stabiel op momenten dat er filters schoon gemaakt moet worden of grootschalig onderhoud gepleegd moet worden. Een grotere redundantie (n+2 of hoger) wordt hier niet als noodzakelijk gezien in verband met de functie van het effluent (regeneratie).

Afmetingen technische ruimte

In figuur 6-5 is een mogelijk ruimtebeslag van de technische ruimte weergegeven wanneer alle onderdelen grondgebonden uitgevoerd wordt.

Vervolgens is er een vlekkenplan opgesteld waarbij de verzamelleidingen op een leidingbrug geplaatst worden, met pompen en filtering er onder geplaatst. Hierdoor wordt de technische ruimte hoog (ongeveer 4 meter), maar kan er ook vloeroppervlak gespaard worden. Verwacht wordt dat dit ongeveer 300 m^2 zal zijn. In de VO- en DO-fase zullen op basis van dimensionering en selectie van componenten de definitieve ruimte en de indeling daarvan bepaald worden.



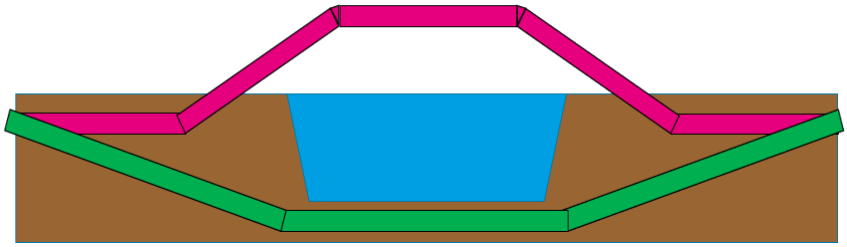
Figuur 6-5: Schets footprint pompcentrale met leidingbruggen.

Kruising de Dommel

Een kruising van de Dommel is in alle situaties noodzakelijk; het afzetgebied van het warmtenet bevindt zich ten westen van de Dommel terwijl de RWZI zich ten oosten van de Dommel bevindt.

Voor deze kruising zijn een drietal mogelijkheden bedacht:
- Afzinken leidingen;
- Gestuurde boring leidingen;
- Oversteek over de Dommel.

Een gestuurde boring is in dit gebied lastig vanwege de verwachtte grootte van de buizen en de bijbehorende straal van de gestuurde boring. Er is dan zeer veel ruimte nodig. De oversteek over de Dommel is niet direct wenselijk vanuit ecologisch oogpunt en de mogelijkheid dat er toch mensen aanwezig zijn rond dit gebied. Het afzinken van leidingen heeft daarom hier de voorkeur, en lijkt ook toegestaan vanuit de Keur van het waterschap. De gemeente Eindhoven onderzoekt daarom met een gespecialiseerde partij of dit mogelijk is, en wat de bijbehorende kosten hiervoor zijn. Mocht dit niet mogelijk zijn, zal de afweging tussen een gestuurde boring en een oversteek over de Dommel opnieuw gemaakt moeten worden.



Figuur 6-6: Principes kruising Dommel

Vergelijkingsmatrix varianten

Vergelijkingsmatrix varianten uitkoppeling effluent

In tabel 7-1 worden alle eigenschappen van de verschillende varianten voor uitkoppeling van de effluent overzichtelijk weergegeven.

	Variant 1A: UVAR-korf	Variant 1b dompelpomp	Variant 2a UVAR-korf	Variant 2b dompelpomp	Variant 3 a+b Communicerende vaten
Mogelijk	Ja	Ja	Nee, i.v.m. spoelleidingen korven vanuit TR bij Lunet	Ja	Ja
Toegang nodig bij RWZI	Veel, technische ruimte en uitkoppeling	Veel, technische ruimte en uitkoppeling	Redelijk, korven	Redelijk, dompelpompen	Extern
Aanzuiglengte effluentpompen kritisch doorrekenen?	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja
Afhankelijk van Lunet	Beperkt, alleen leidingen	Beperkt, alleen leidingen	Technische ruimte en leidingen	Technische ruimte en leidingen	Technische ruimte, leidingen en goot
Verstoring Dommel	Klein	Klein	Klein	Klein	Afhankelijk van lozingspunt en principe

Tabel 7-1: Overzicht van de eigenschappen van de varianten voor uitkoppeling van het effluent.

Conclusie en advies 'werkgroep' m.b.t. varianten

- In de werkgroep zijn de hiervoor omschreven varianten bediscussieerd en op hoofdlijnen doordacht. De hoofdconclusie is dat we een goede basis hebben om op basis van de afwegingen het schetsontwerp verder uit te werken tot VO/DO.
- Het advies is om variant 3 als uitgangspunt te nemen voor het vervolg. Hierbij plaatsen we de technische ruimte met de benodigde installaties niet op het terrein van het Waterschap maar aan de overkant tussen de gebouwen van Lunet en de oever van de Dommel. Hiervoor hebben we de volgende hoofdredenen:
  - Hoge veiligheidsklasse in relatie tot toegang tot terreinen van het Waterschap (CSIR, klasse 3). Bij Lunet minder risico's m.b.t. veiligheid.
  - Voorkomen van procedures met betrekking tot toegankelijkheid voor beheer/onderhoud door derden.
- Het advies is om het uitkoppelpunt van het effluent te realiseren bij de uitstroombak (einde effluentgoot) net voor de lozing in de Dommel. De reden hiervoor is dat er dan zo weinig mogelijk beperkingen/gevolgen zijn voor het zuiveringsproces en voor eventuele toekomstige voorzieningen (nageschakelde technieken).
- Als uit de uitwerking blijkt dat genoemde uitgangspunten op onoverkomelijke bezwaren stuiten, dan komen we terug bij de directie/management.

Conclusies

- De potentie van restwarmte uit het effluent blijkt op basis van de analyse van de afgelopen jaren (2020, 2021, 2022) nog steeds voldoende om ongeveer 8.000 woningen aan te sluiten.
- De verkenning van de mogelijkheden om het effluent uit te koppelen geeft inzicht in verschillende oplossingsrichtingen/varianten en heeft geleid tot een (ruimtelijk) kader waarbinnen de oplossingsrichtingen verder uitgewerkt moeten worden.
- De resultaten van de verkenning en het schetsontwerp bieden voldoende houvast om met Waterschap De Dommel verdere afspraken te maken over de uitwerking van het ontwerp (VO, DO).
- Hoewel er op basis van verdere uitwerking van VO/DO definitieve keuzes gemaakt zullen worden, lijken de volgende uitgangspunten op voorhand de voorkeur te hebben:
  - Variant 3 met als uitgangspunt de uitkoppeling aan het eind van de effluentgoot in/aan de uitstroombak.
  - Dompelpompen in combinatie met fijnfilters in de technische ruimte. Bij het maken van de definitieve keuze zullen onder andere ook de ervaringen bij andere projecten betrokken worden (bedrijfswater op eigen locatie, Harderwijk, Utrecht).
  - Effluentleiding(en) afzinken in de Dommel; retourwater effluent als toegestaan lozen op de Dommel
  - Transportnet via terrein Lunet naar Amazonenlaan.

Aandachtspunten

Afstemming met derden:

- Enexis: Stroomlevering is een belangrijk aandachtspunt. De centrale komt in principe op het kadastrale gebied van Lunet. Daarom zal vroegtijdig met Enexis overlegd moeten worden hoe er voldoende elektrisch vermogen geleverd kan worden en of dat eventueel via de aansluitingen van de RWZI of de Lunet zou mogen of zelfs moeten omdat er mogelijk niet meer dan één aansluiting gerealiseerd mag worden op één kadastraal geregistreerd gebied.

Bij variant 3 zijn er in ieder geval de volgende aandachtspunten voor het vervolg:

- De precieze locatie en uitvoering van de uitkoppeling en benodigde civieltechnische voorzieningen in/aan de uitstroombak (einde effluentgoot) dienen nader uitgewerkt te worden.
- De locatie en benodigde voorzieningen voor de oversteek van de Dommel dient nader uitgewerkt te worden.
- Het retourwater kan mogelijk aan de kant van Lunet op de Dommel geloosd worden. Dit mag echter niet leiden tot hoge lozingskosten of ingewikkelde vergunningsprocedures en eisen.
- Locatie technische ruimte bij Lunet bij voorkeur gelijk aan de overkant. Dit dient nader overlegd te worden met Lunet.
- Overige aandachtspunten bij vervolgacties: ecologie, NPSH-pomp, civieltechnische constructie, waterstanden, zuurstof in het water, etc.