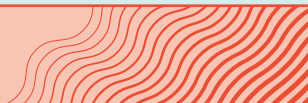




Webinar 'Aquathermie? Goed idee, maar wat kost mij dat?' start om 11:00 uur

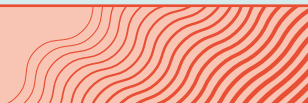
20 juni 2023





Webinar 'Aquathermie? Goed idee, maar wat kost mij dat?' start over enkele minuten

20 juni 2023



WARMING^{UP}

Innovatief Duurzaam Warmtecollectief

Gedetailleerde kostenberekening aquathermie

Webinar 20 juni 2023

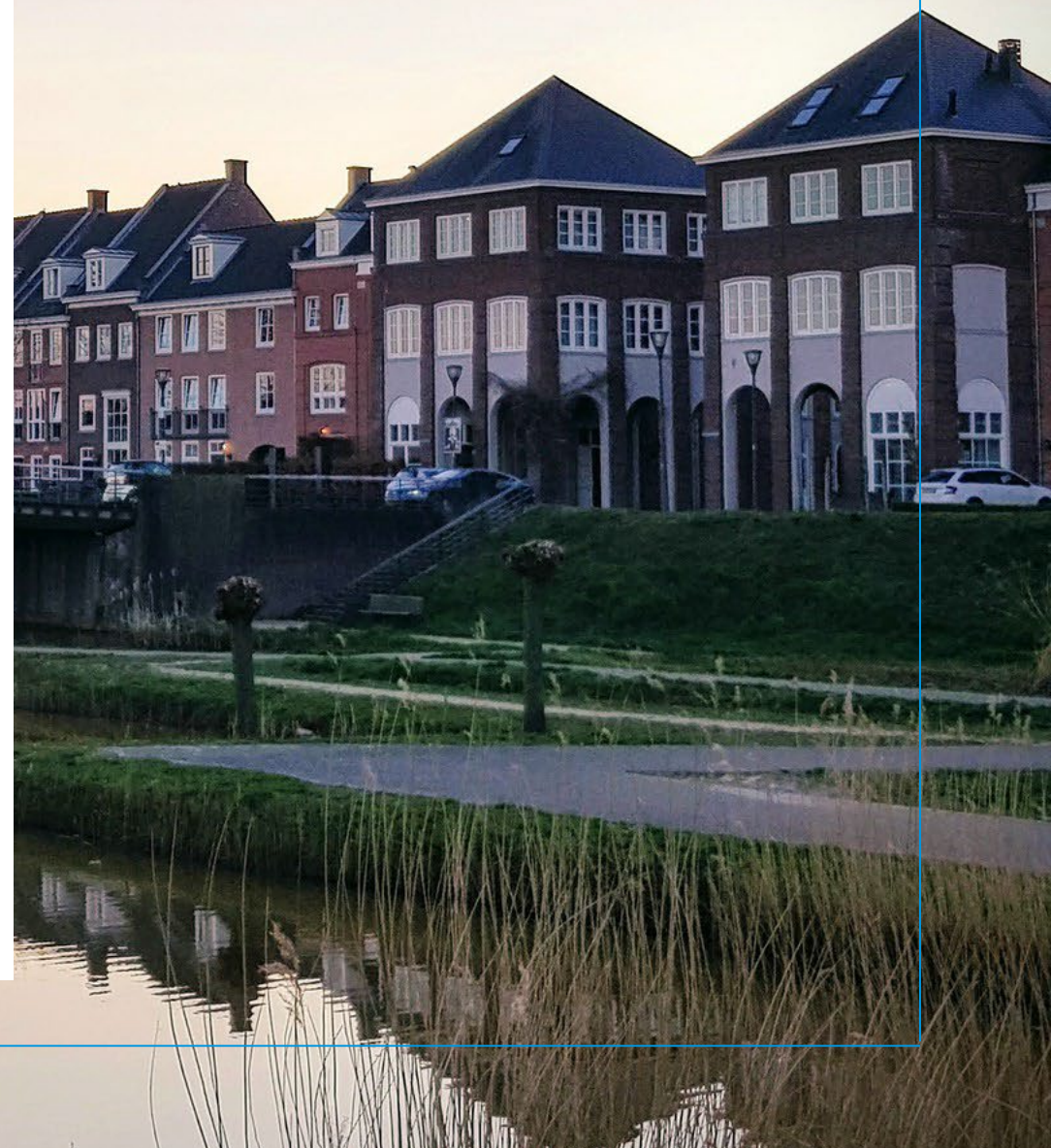
Deltares



IF Technology **Creating energy**



techniplan adviseurs bv
RAADGEVEND INGENIEURSBUREAU



In WarmingUP is onderzoek gedaan naar aquathermie en de opschaling daarvan.

Een van de deelprojecten ging over: Techniek, Ontwerp en Kosten van aquathermie. De onderzoeken van uit dit werkpakket zijn openbaar beschikbaar via deze link:

<https://www.warmingup.info/project/19/3c-techniek-ontwerp-en-kosten>

Aanleiding voor gedetailleerde kostenberekening

Een goed inzicht van de kosten is van belang zodat beleidsbepalers en initiatiefnemers aquathermie beter kunnen meenemen in hun energie-strategieën

Het inzicht in de kosten van aquathermie is nog niet voor alle partijen duidelijk zichtbaar, daarom is er binnen Werkpakket 3C gewerkt aan een gedetailleerde kostenberekening, die breed gedragen wordt.

Het doel van de studie was om inzicht te geven in de kosten van aquathermie door de invloed van verschillende onderdelen van het aquathermiesysteem op de kosten te onderzoeken. Hierbij is gekeken naar de volgende criteria:

- De kosten per GJ en het bijbehorende aantal woonequivalenten.
- De CO₂ uitstoot en de CO₂ reductie ten opzichte van het gebruik van gas.
- De jaarbelastingduurkromme.

In dit webinar presenteren we de resultaten van de studie, zodat deze breed gebruikt kunnen worden. We hopen dat deze uitleg stimuleert om de producten te gebruiken en er zelf berekeningen mee op te doen.

Om een breed gedragen inzicht te krijgen in de kosten van aquathermie, is het van belang dat er consensus bestaat over de basis van deze gedetailleerde kostenberekeningen en welke posten hierin mee genomen zouden moeten worden.

Hiervoor is een begeleidingscommissie opgesteld, bestaande uit warmtebedrijven, overheden, adviesbureaus en kennisinstellingen

Ontwikkelaars



Begeleidingscommissie



Resultaten

- Resultaten openbaar beschikbaar op WarmingUP website:
 - Overzichtsrapport met gedetailleerde kostenberekening
 - Excelsheet om zelf een kostenberekening mee te kunnen maken
- Kostenkentallen kunnen worden gebruikt in de design toolbox (WarmingUP thema 1) om warmtenetconfiguraties mee uit te rekenen.

Mogelijke doorontwikkeling:

- Gebruikers feedback? Aan de hand van de bruikbaarheid kunnen verbeteringen worden geagendeerd
- Deze studie geeft gedetailleerde kostenkentallen. Om die te kunnen vergelijken met andere bronnen is een vergelijkbaar detailniveau van kostenkentallen nodig.



Project : WarmingUp Onderwerp : Gedetailleerde kostenberekening Fase : 1.0 Gebruiksaanwijzing Excel model		WARMINGUP Innovatief Duurzaam Warmtecollectief
Aquathermie is een interessante duurzame energiebron, maar het is voor veel partijen nog ingewikkeld om de kosten van een aquathermie systeem inzichtelijk te maken. Daarom is dit Excel model opgesteld door IF Technology B.V. en Techniplan Advies bv. Het bestaat uit een gedetailleerde kostenberekening voor verschillende varianten op basis van lengtetallen, onderverdeeld over verschillende tabbladen. Het doel van deze berekeningen is om de verschillende varianten met elkaar te vergelijken om zo de invloed van geselecteerde parameters op de kosten aquathermie te bepalen. De opbouw van het model en de tabbladen wordt hieronder kort beschreven. Deel 1 van dit model is de gevoeligheidsanalyse voor het basisconcept en 30 varianten (totaal 31 varianten).		
DISCLAIMER: Deze Excel berekening bevat een aantal hypothetische cases die verder zijn uitgewerkt in het rapport "Gedetailleerde kostenberekening aquathermie" voor het WarmingUp project. Het staat een ieder vrij de resultaten te gebruiken voor het eigen intern, niet-commercieel gebruik, maar is niet geschikt om (ontwerp)beslissingen op te baseren. Hoewel zorgvuldigheid is betracht door IF Technology en Techniplan (in samenwerking met de begeleidingscommissie) bij de ontwikkeling van de berekening, wordt deze aangeboden zonder garantie van welke aard ook. Het gebruik ervan is voor eigen rekening en risico. WarmingUP is in geen geval aansprakelijk voor schade ontstaan door gebruik van de kostenberekening.		
1. Overzicht	Link naar tabblad	
De kostenberekening bestaat uit een basisconcept en een aantal varianten, waarvan de waarden zijn vastgesteld in overleg met de begeleidingscommissie. Dit tabblad geeft een overzicht van het basisconcept en de varianten. Om de invloed van de verschillende parameters inzichtelijk te maken, variëren steeds 1 waarde terwijl de andere parameters gelijk blijven aan het basisconcept. Dit heeft geleid tot 28 verschillende varianten.		1.1 Overzicht
2. Varianten		
Dit tabblad laat in meer detail de 31 verschillende varianten zien, waarbij in lichtgroen de aangepaste parameter(s) gemarkeerd zijn. De andere parameters zijn gelijk aan het basisconcept.		1.2 Varianten
3. Energievraag - JBDK		
In dit tabblad wordt de vermogen- en energieverdeling in meer detail weergegeven voor alle varianten. De totale energievraag is gebaseerd op een jaarbelastingduurcurve (JBDK). Vervolgens wordt een onderscheid gemaakt tussen basisslast (NKO) en pieklast (E-ketels of gas). Deze verdelingen vormen de basis voor het verder		1.3 Energievraag - JBDK

Aanpak en resultaten kostenberekening

Door: Tom van der Velden



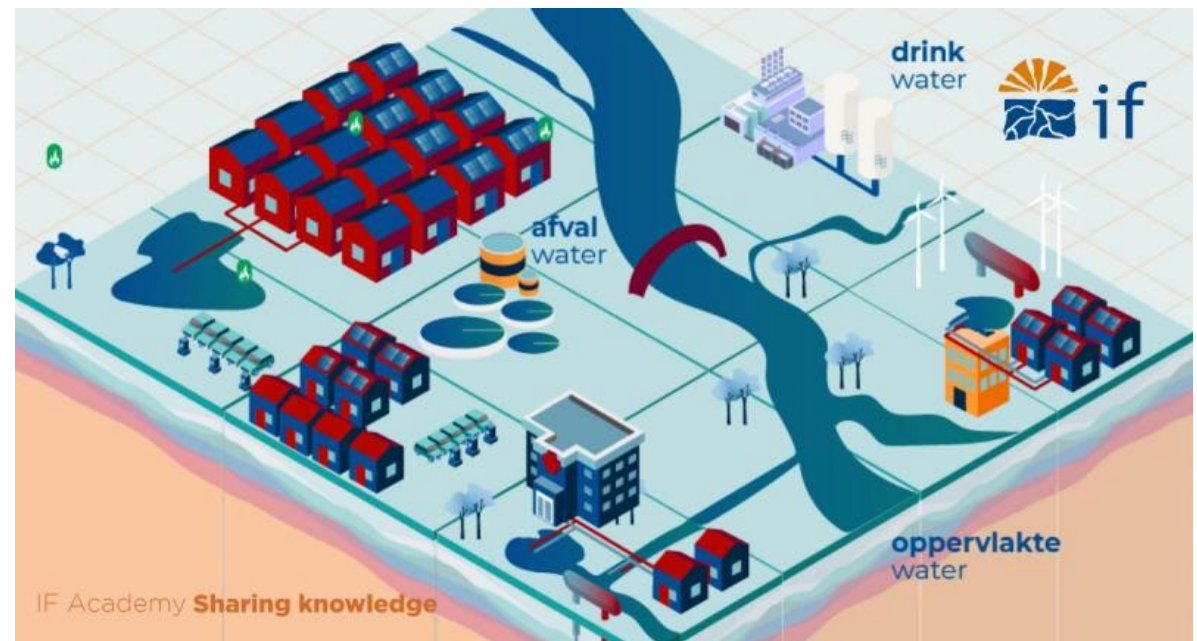
1. Plan van aanpak

Doel studie:

Voorbeeldberekeningen opstellen van **verschillende typen aquathermiesystemen** in Nederland, waarmee **beleidsmakers en initiatiefnemers** keuzes kunnen maken omtrent de toepassing van aquathermie.

Fasen:

1. Gevoeligheid parameters
2. Zeven voorbeeldberekeningen



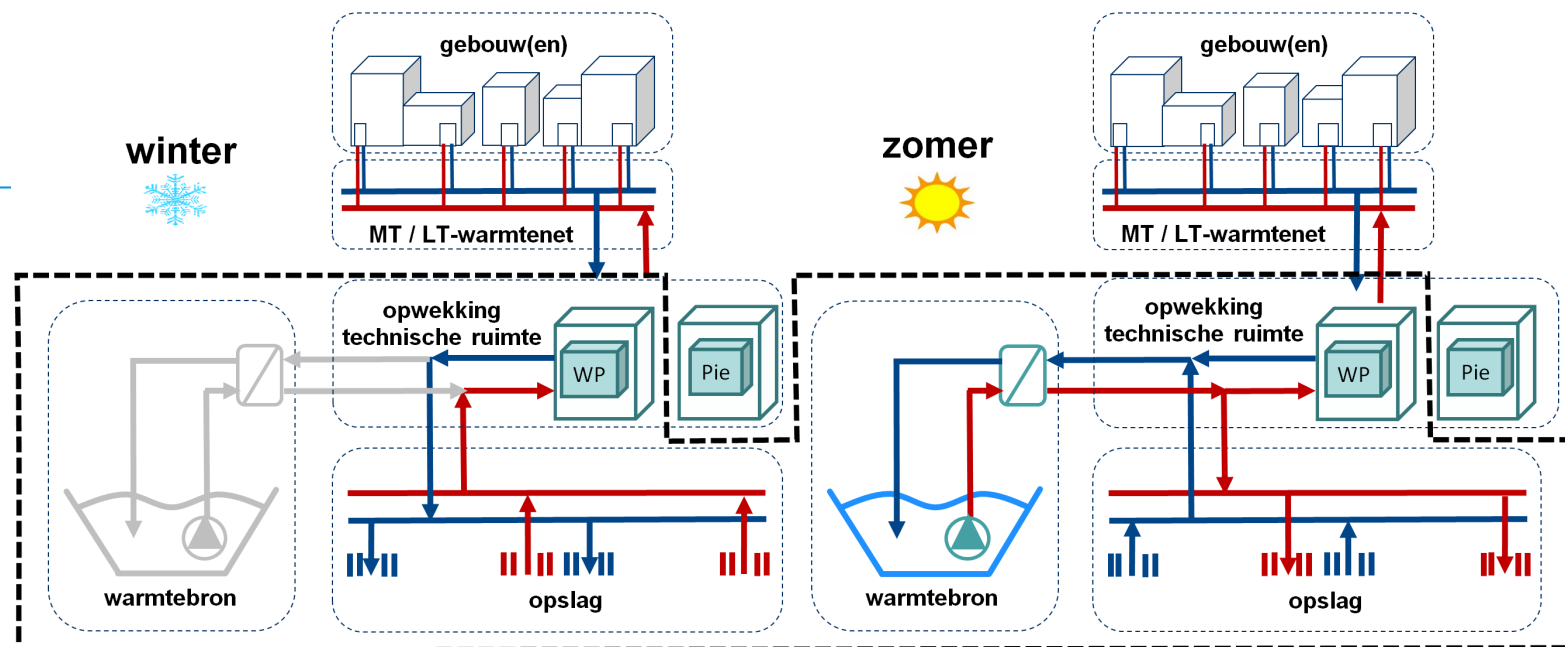
2. Opzet fase 1

Doel:

- Inzicht in belangrijkste technische en financiële parameters.

Onderzoeksmethode:

- Demarcatie systeem
- Parameters
- Variabelen
- Basisconcept
- Varianten
- Kostenberekening



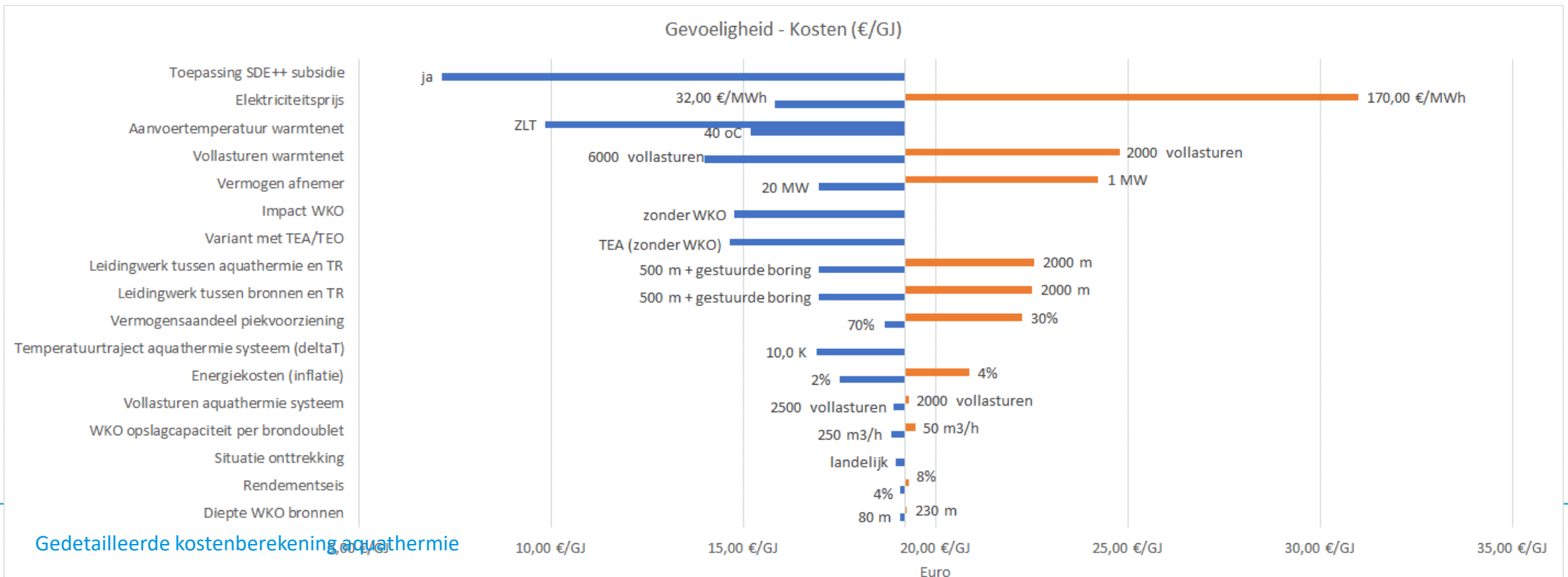
Parameters	Eenheid	Variabel 1	Variabel 2	Variabel 3	Basisconcept
Vermogen afnemer/warmtenet	MW	20	5	1	5
Vollasturen warmteafzet warmtepomp	-	6.000	3.500	2.900	3.500
Vollasturen aquathermiesysteem	-	6.000	5.500	5.000	5.500
Temperatuurtraject aquathermiesysteem	°C	10	5	3	5,0
Elektriciteitsprijs	€/MWh	32	68	170	68
Vermogensaandeel piekvoorziening	%	70	16	10	16
Wel/geen warmte- en koudeopslag	-	met WKO	zonder WKO	-	met WKO
WKO-opslagcapaciteit per doublet	m³/uur	250	90	50	90
Diepte WKO-bronnen	m-mv	230	150	80	150
Leidingwerk tussen TEO/TR	m	500	2.000	Gestuurde boring	500
Leidingwerk tussen WKO/TR	m	500	2.000	Gestuurde boring	500

2. Resultaat fase 1: Tornadoplots

WARMING^{UP}

Belangrijkste parameters:

- SDE++ subsidie
- Gehanteerde elektriciteitsprijs
- Aanvoertemperatuur warmtenet
- Vollaasten warmtenet
- Vermogen warmtenet
- Met/zonder WKO



3. Opzet fase 2

WARMING^{UP}

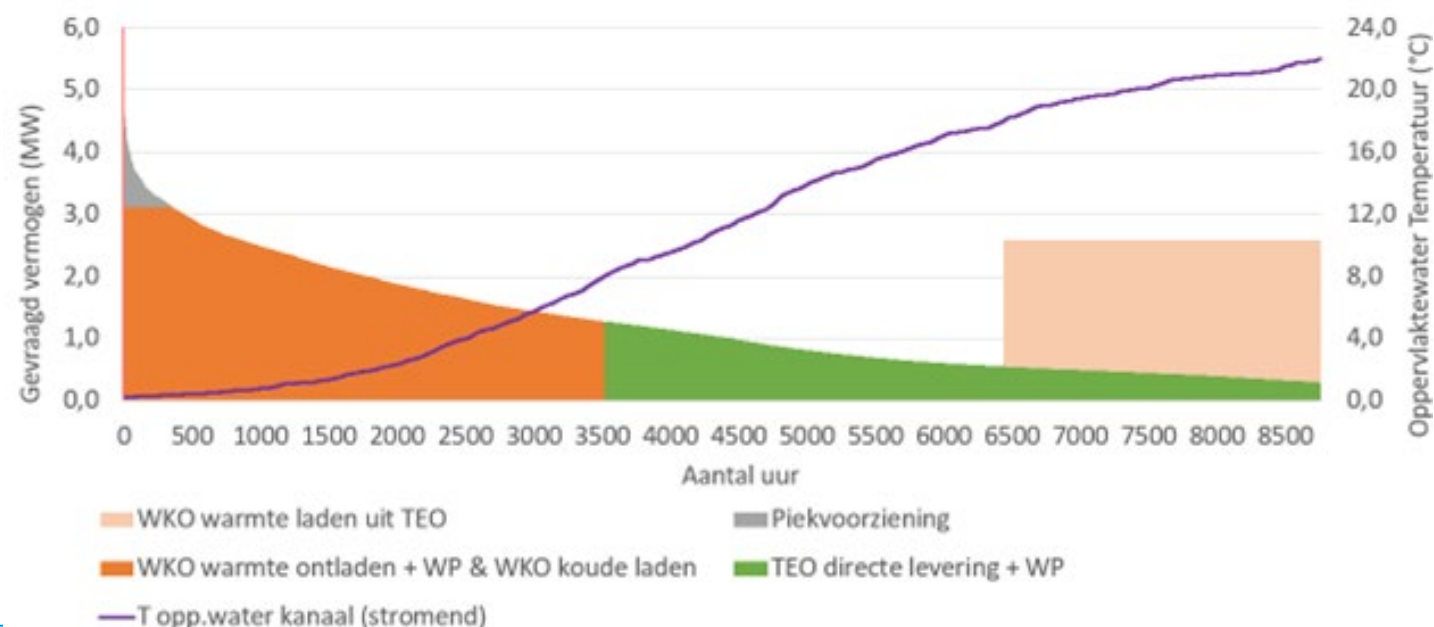
Doel:

- Zeven voorbeeldberekeningen

Onderzoeksmethode:

1. Opstellen varianten
 - Differentiatie in belangrijke parameters
 - Minder belangrijke parameters constant
2. Jaarbelastingduurkromme per variant
3. Gedetailleerde kostenberekening
 - Investeringskosten
 - Operationele kosten

Parameters	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4	Variant 5	Variant 6	Variant 7
Vermogen warmtenet	5 MW	20 MW	1 MW	5 MW	5 MW	20 MW	2,3 MW
Vollasturen warmteafzet WP	3.500	6.000	2.000	3.500	6.000	3.500	1500
Vermogensaandeel piek	38%	71%	0%	38%	72%	29%	0%
Wel/geen warmte/koudeopslag	Met WKO	Met WKO	Met WKO	Zonder WKO	Met WKO	Zonder WKO	Met WKO
Type watergang	Kanaal	Grote rivier	Sloten	Effluent	Vaart	Grote rivier	Plas
Vollasturen TEO/TEA-systeem	3000	5000	2800	3500	2500	3500	1300
Aanvoertemperatuur	70 °C	45 °C	70 °C	70 °C	70 °C	45 °C	ZLT



3. Resultaat fase 2

Varianten (scenario's):

1. Basisvariant
2. TEO-systeem op groot warmtenet en een grote rivier waarbij de warmtepompcentrale draait op basislast;
3. TEO-systeem aangesloten op klein lokaal warmtenet;
4. TEA-systeem, waarbij geen WKO benodigd is;
5. TEO-systeem gekoppeld aan open warmtenet;
6. TEO-systeem aangesloten op een grote rivier in een grote stad, waarbij geen WKO benodigd is;
7. TEO-systeem aangesloten op een ZLT-net, waarbij ook koude geleverd kan worden.

3. Resultaat fase 2

Conclusies:

- Schaalgrootte en vollasturen belangrijk
- Systemen zonder WKO gunstig
- Aanvoertemperatuur belangrijk voor operationele kosten
- Elektriciteitsprijs zeer belangrijk

Aandachtspunten:

- Demarcatie maar tot TR
- SDE++ niet meegenomen
- Overige subsidies nog niet meegenomen
- Let op elektriciteitsprijs bij vergelijk met alternatieven

	Grote rivier, basislast	Klein lokaal warmtenet	TEA	Open warmtenet	Grote rivier, geen WKO	ZLT	
	1 (basis)	2	3	4	5	6	7
CAPEX [€/MW]	€ 1.300.000	€ 600.000	€ 2.400.000	€ 1.100.000	€ 900.000	€ 1.000.000	€ 1.100.000
Investeringskosten [€/MW]	€ 920.000	€ 430.000	€ 1.700.000	€ 780.000	€ 600.000	€ 730.000	€ 790.000
Installatiekosten [€/MW]	€ 380.000	€ 180.000	€ 700.000	€ 320.000	€ 260.000	€ 310.000	€ 310.000
OPEX [€/GJ]	30,1 €/GJ	15,0 €/GJ	37,7 €/GJ	27,6 €/GJ	22,6 €/GJ	20,0 €/GJ	13,0 €/GJ
Vaste operationele kosten [% van CAPEX]	2,5%	2,8%	2,1%	2,5%	3,5%	2,2%	2,4%
Vaste onderhoudskosten [% van CAPEX]	2,5%	2,5%	2,5%	2,4%	2,6%	2,6%	2,4%
Variabele operationele kosten [€/GJ]	22,1 €/GJ	11,4 €/GJ	22,6 €/GJ	20,1 €/GJ	17,3 €/GJ	14,8 €/GJ	5,2 €/GJ
Kostprijs warmte per elektriciteitsprijs scenario [€/GJ]							
Scenario 1	23,4 €/GJ	15,2 €/GJ	37,2 €/GJ	22,8 €/GJ	20,9 €/GJ	18,1 €/GJ	16,3 €/GJ
Scenario 2	26,6 €/GJ	17,7 €/GJ	40,5 €/GJ	25,4 €/GJ	24,1 €/GJ	19,8 €/GJ	17,0 €/GJ
Scenario 3	27,7 €/GJ	18,5 €/GJ	41,5 €/GJ	26,2 €/GJ	25,2 €/GJ	20,4 €/GJ	17,3 €/GJ
Kostprijs warmte + koude per elektriciteitsprijs scenario [€/GJ]							
Scenario 1							11,5 €/GJ
Scenario 2							12,0 €/GJ
Scenario 3							12,1 €/GJ
CO ₂ -emissie TEO+WKO [kg/GJ]	8,9 kg /GJ	6,8 kg /GJ	8,9 kg /GJ	7,2 kg /GJ	8,9 kg /GJ	4,8 kg /GJ	1,9 kg /GJ

Toepassing rekensheet

Door: Ruben Cardose



Inleiding

WARMINGUP

- Beknopte toelichting kostenberekening
- Casus

Project : WarmingUp Onderwerp : Gedetailleerde kostenberekening Fase : 1.0 Gebruiksaanwijzing Excel model		WARMINGUP Innovatief Duurzaam Warmtecollectief
Aquathermie is een interessante duurzame energiebron, maar het is voor veel partijen nog ingewikkeld om de kosten van een aquathermie systeem inzichtelijk te maken. Daarom is dit Excel model opgesteld door IF Technology B.V. en Techniplan Adviseurs B.V. Het bestaat uit een gedetailleerde kostenberekening voor verschillende varianten op basis van kengetallen, onderverdeeld over verschillende tabbladen. Het doel van deze berekeningen is om de verschillende varianten met elkaar te vergelijken om zo de invloed van geselecteerde parameters op de kosten aquathermie te bepalen. De opbouw van het model en de tabbladen wordt hieronder kort beschreven. Deel 1 van dit model is de gevoeligheidsanalyse voor het basisconcept en 30 varianten (totaal 31 varianten).		
DISCLAIMER: Deze Excel berekening bevat een aantal hypothetische casus die verder zijn uitgewerkt in het rapport "gedetailleerde kostenberekening aquathermie" voor het WarmingUp project. Het staat een ieder vrij de resultaten te gebruiken voor het eigen intern, niet-commercieel gebruik, maar is niet geschikt om (ontwerp)beslissingen op te baseren. Hoewel zorgvuldigheid is betracht door IF Technology en Techniplan (in samenwerking met de begeleidingscommissie) bij de ontwikkeling van de berekening, wordt deze aangeboden zonder garantie van welke aard ook. Het gebruik ervan is voor eigen rekening en risico. WarmingUP is in geen geval aansprakelijk voor schade ontstaan door gebruik van de kostenberekening.		
1. Overzicht		Link naar tabblad
De kostenberekening bestaat uit een basisconcept en een aantal varianten, waarvan de waarden zijn vastgesteld in overleg met de begeleidingscommissie. Dit tabblad geeft een overzicht van het basisconcept en de varianten. Om de invloed van de verschillende parameters inzichtelijk te maken, varieert steeds 1 waarde terwijl de andere parameters gelijk blijven aan het basisconcept. Dit heeft geresulteerd in 28 verschillende varianten.		1.1 Overzicht
2. Varianten		
Dit tabblad laat in meer detail de 31 verschillende varianten zien, waarbij in lichtgroen de aangepaste parameter(s) gemarkeerd zijn. De andere parameters zijn gelijk aan het basisconcept.		1.2 Varianten
3. Energievraag - JBDK		
In dit tabblad wordt de vermogens- en energieverdeling in meer detail weergegeven voor alle varianten. De totale energievraag is gebaseerd op een jaarbelastingduurkromme (JBDK). Vervolgens wordt een onderscheid gemaakt tussen basislast (WKO en/of TEO) en pieklast (E-ketels of gas). Deze verdelingen vormen de basis voor het verder uitwerken van de kostenberekeningen.		1.3 Energievraag - JBDK

WARMINGUP
Innovatief Duurzaam Warmtecollectief

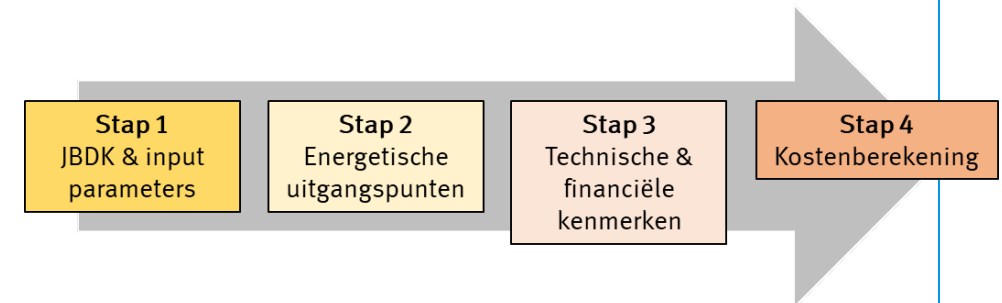
**Gedetailleerde
kostenberekening
aquathermie**

**Varianten onderzoek en gedetailleerde
kostenberekeningen**

Van idee naar kosten

De kostenberekening is opgebouwd uit een aantal opeenvolgende stappen:

- Stap 1. Input parameters (Excel: 1.2)
 - Type watergang, situatie onttrekking, verbruik profiel afnemer(s) (JBDK), etc.
- Stap 2. Uitgangspunten installatie (Excel: 1.3)
 - Capaciteit en jaarverbruik installatie
- Stap 3. Kenmerken (Excel: 1.4)
 - Dimensionering componenten, financiële uitgangspunten etc.
- Stap 4. Kostenberekening (Excel: 1.5)
 - Investeringskosten, operationele kosten, warmteprijs etc.



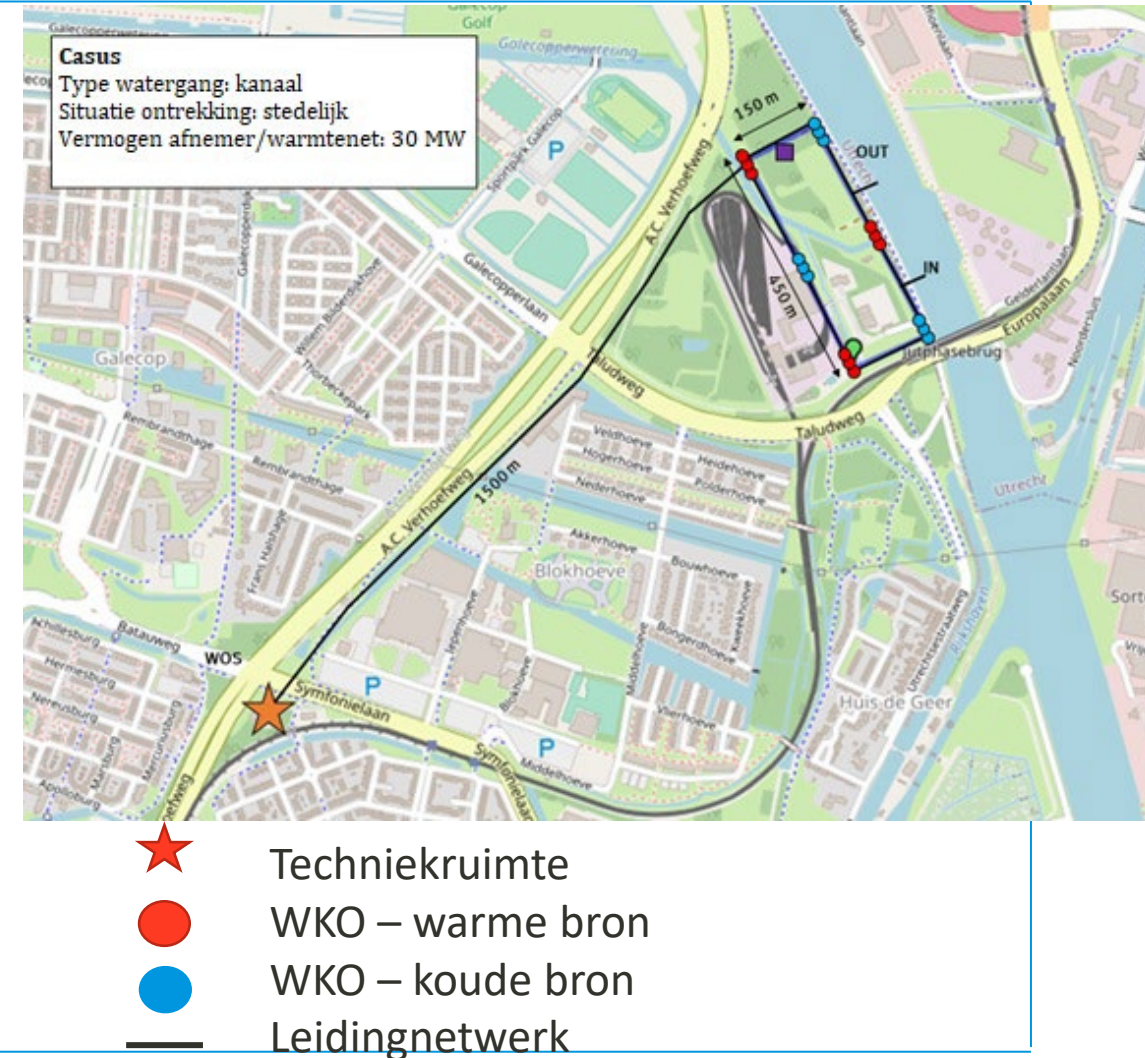
Casus - Grootschalige inzet Aquathermie (1)

WARMING UP

Uitwerking variant:

Stap 1. Input parameters

- Type watergang: Kanaal
- Situatie onttrekking: Stedelijk
- WKO - systeem: Aanwezig
- Locatie centrale: 1500 meter van watergang
- Vermogen afnemer/warmtenet: 30 MW
- Vollaasturen warmteafzet: 3500
- 5000 woningequivalenten



- Excelsheet rekensheet. Ga naar:
 - <https://www.warmingup.info/> → Aquathermie → 3C – Techniek, ontwerp en kosten
 - Bestand om te gebruiken: **Rekenmodel Kosten Aquathermie**
- Het rekenmodel is opgezet als ondersteuning van studie
 - Er moeten realistische waarden worden ingevuld.
Let op: De excelsheet waarschuwt niet wanneer onrealistische waarden worden ingevuld
- Gebruik rekensheet:
 - Invullen gekleurde cellen in Tabblad 1.2, 1.3 en 1.4
 - Oranje invoervelden: zelf aan te passen
 - Gele invoervelden: kentallen van de ontwikkelaars (alleen aanpassen als er gedetailleerde informatie is)
 - Uitkomsten in Tabblad 1.5

WARMINGUP

Innovatief Duurzaam Warmtecollectief

Contact:

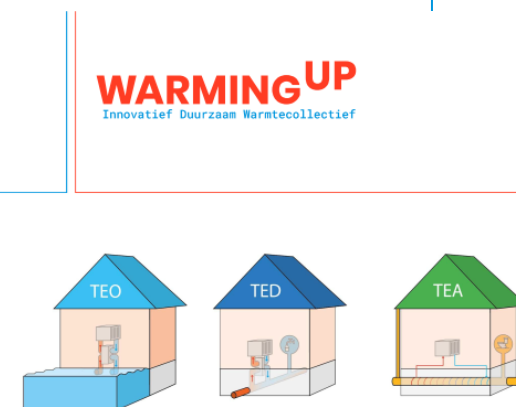
- Anton de Fockert
 - E: Anton.deFockert@deltares.nl
 - T: 06 - 469 111 71
- Tom van der Velden
 - E: t.vandervelden@iftechnology.nl
 - T: 06 - 15 36 50 69
- Ruben Cardose
 - E: Ruben.Cardose@techniplan.nl
 - T: 06 - 5188 8582

WarmingUp.info
contact@warmingup.info



Openbare bronnen met links:

- Maastoren te Rotterdam Ontwerp, realisatiebegeleiding, monitoring en simulatie bodemenergie- & aquathermiesysteem (in bedrijf sinds 2010)
 - <https://pure.tue.nl/ws/portalfiles/portal/47025058/719552-1.pdf>
- Haalbaarheidsstudie TEO in Kaag en Braassem
 - <https://www.aquathermie.nl/bibliotheek/HandlerDownloadFiles.ashx?idnv=2017862>
- Haalbaarheidsstudie grootschalige aquathermie in Provincie Utrecht
 - <https://www.aquathermie.nl/praktijk/community+of+practice/2084497.aspx>
- Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO), de potentie verduurzaming gebouwen Rijksvastgoedbedrijf en Rijkswaterstaat
 - <https://www.rijksvastgoedbedrijf.nl/documenten/rapport/2018/12/06/thermische-energie-uit-oppervlaktewater-teo-de-potentie-verduurzaming-gebouwen-rijksvastgoedbedrijf-en-rijkswaterstaat>
- Onderzoek naar de technische, economische en organisatorische haalbaarheid van TEO Merwedekanaal voor het Beurskwartier Utrecht
 - <https://www.aquathermie.nl/bibliotheek/HandlerDownloadFiles.ashx?idnv=2017704>
- Aquathermie configuraties (Studie WarmingUP)
 - <https://www.warmingup.info/documenten/aquathermie-configuraties.pdf>



Aquathermie configuraties

Overzicht TEO, TED en TEA door middel van factsheets, kostenkanten en beslisbomen