

RAPPORT

TEO Havenstraatterrein

Klant: Gemeente Amsterdam

Referentie: BI2571IBRP2110181801

Status: S1/P01

Datum: 26 november 2021

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

George Hintzenweg 85
3068 AX Rotterdam
Industry & Buildings
Trade register number: 56515154

+31 88 348 90 00 **T**
+31 10 209 44 26 **F**
reception.rtm-gh@nl.rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: TEO Havenstraatterrein

Ondertitel:
Referentie: BI2571IBRP2110181801
Status: P01/S1
Datum: 26 november 2021
Projectnaam: TEO Havenstraatterrein
Projectnummer: BI2571
Auteur(s): Mark van Oostende

Opgesteld door: Mark van Oostende

Gecontroleerd door: Kerusha Lutchmiah

Datum: 26-11-2021

Goedgekeurd door: Kees Everse

Datum: 29-11-2021

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoud

1	Inleiding	1
2	Uitgangspunten	1
3	Programma nieuwbouw	2
4	Warmte- en koudevraag	3
5	Energiebalans	4
6	TEO-Installatie	6
6.1	Uitgangspunten	6
6.2	Technische ruimte / warmtewisselaar (skid)	6
6.3	Onttrekkingsput	7
6.4	Lozingsput	7
7	Bronnet	8
8	Businesscase	9
8.1	CAPEX	9
8.2	OPEX	10
8.3	Inkomsten	12
8.4	Resultaten	13
8.5	Gevoeligheidsanalyse	15
9	Conclusie & aanbevelingen	18
9.1	Conclusie	18
9.2	Aanbevelingen	18

Tabellen

Tabel 1	Verdeling programma nieuwbouw	2
Tabel 2	Kentallen warmte- en koudevraag voor nieuwbouw	3
Tabel 3	Warmte-, koudevraag, warmtapwater en vermogen	3
Tabel 4	CAPEX TEO prijspeil 2021 excl. BTW	9
Tabel 5	CAPEX bronnet prijspeil 2021 excl. BTW	9
Tabel 6	CAPEX WKO, WP, in pandig leidingwerk en afleversets, prijspeil 2021 excl. BTW	10
Tabel 7	Elektra en netbeheerkosten/uitgangspunten	11
Tabel 8	Onderhoudskosten	12
Tabel 9	Inkomsten	13

Figuren

Figuur 1 Voorbeeld verdeling programma nieuwbouw [ref. 3]	2
Figuur 2 Temperatuurmetingen Stadiongracht op 40 cm diepte	4
Figuur 3 PFD TEO Havenstraatterrein	5
Figuur 4 Gereserveerde ruimte voor in- en uitlaat (rode vlakken), technische ruimte en WKO's (turquoise vlakken)	6
Figuur 5 dwarsdoorsnede kabels en leidingen	8
Figuur 6 DEVEX en CAPEX	13
Figuur 7 Net Present Value op basis van beschreven CAPEX, OPEX en Revenu.	14

Bijlagen

B.1 Voorlopig ontwerp TEO-installatie
B.2 Voorlopig ontwerp bronnet
B.3 CAPEX TEO-installatie
B.4 OPEX TEO-installatie
B.5 CAPEX Bronnet

1 Inleiding

Het Havenstraatterrein wordt getransformeerd tot nieuw woongebied waarbij het bijzondere karakter en de historische kwaliteit van het spoor wordt behouden. In het kader van de transformatie, het programma aardgasvrij en de duurzaamheidsambities van de gemeente Amsterdam, is een onderzoek gedaan naar het meest duurzame en passende warmte- en koudesysteem. De toenemende koudevraag geeft een voorkeur voor WKO-systemen in vergelijking met andere verwarmingstechnieken. Ondanks de koude vraag is de verwachting dat er een warmte tekort komt, zodoende is gekozen voor regeneratie van het WKO-systeem middels thermische energie uit oppervlaktewater (TEO). Het gebied ligt tussen de Stadiongracht en de Schinkel, wat het een gunstige locatie maakt voor de winning van energie uit het oppervlaktewater. Het gebied kent 3 ontwikkelende partijen bestaande uit een school, een woningcorporatie en een nog te selecteren partij voor de ontwikkeling van 350 woningen en de tramremise. De afweging is gemaakt om het systeem in samenhang te ontwikkelen bij één partij. Vanwege de beperkte omvang van het project is door het projectteam een voorkeur uitgesproken voor een systeemgrens waarin één partij de rol van producent, leverancier en netbeheerder op zich neemt.



In deze rapportage is het voorlopig ontwerp toegelicht voor het bronnet op het Havenstraatterrein dat de afnemers, WKO's en TEO met elkaar verbindt. Ook zijn de resultaten van de businesscase opgenomen voor de exploitatie van het gehele systeem door één partij.

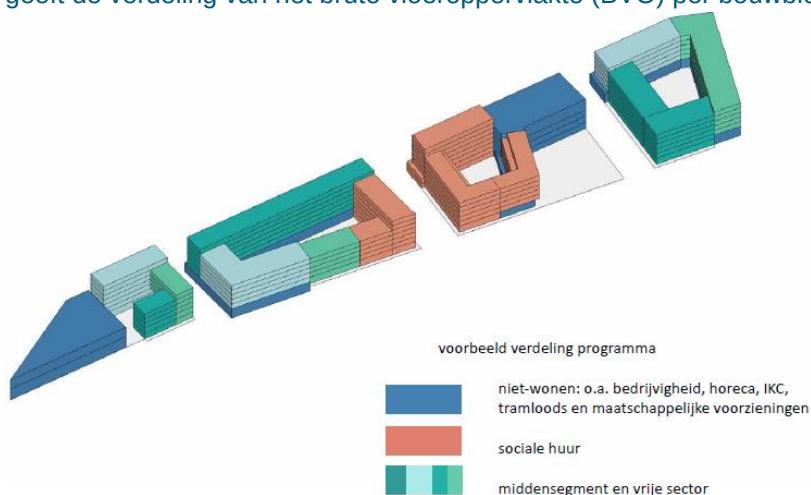
2 Uitgangspunten

Om tot het voorlopig ontwerp te komen is gebruik gemaakt van de volgende uitgangspunten:

- [ref. 1] Netwerkschema Havenstraatterrein, gemeente Amsterdam, d.d. 21 april 2021;
- [ref. 2] Beeldkwaliteitsplan Havenstraatterrein, gemeente Amsterdam, d.d. 29 juli 2021;
- [ref. 3] Stedenbouwkundig plan Havenstraatterrein, gemeente Amsterdam, d.d. 31 juli 2021;
- [ref. 4] Uitvraag ontwerp TEO-systeem Havenstraatterrein, gemeente Amsterdam, 6 augustus 2021;
- [ref. 5] Ontwikkelstrategie Havenstraatterrein, collectieve regeneratie voor het hele gebied door oppervlaktewater, d.d. 12 augustus 2021;
- [ref. 6] Tekening: Voorlopig ontwerp Havenstraatterrein, gemeente Amsterdam, d.d. 28 september 2021;
- [ref. 7] E-mail: Kentallen warmte- en koudevraag, F. Behrends, d.d. 2 september 2021;
- [ref. 8] Excel: Temperatuur Havenstraatterrein, Waternet, d.d. 30 augustus 2021;
- [ref. 9] Notitie: Resultaten van 3D model TEO Havenstraatterrein, Waternet, d.d. 1 september 2021.

3 Programma nieuwbouw

Figuur 1 geeft de verdeling voor het programma nieuwbouw van het Havenstraatterrein [ref. 3]. De nieuwbouw op het Havenstraatterrein bestaat uit vier bouwblokken waarin een mix van sociale huur, middensegment, vrije sector en niet-wonen (in rapportage verder 'bedrijvigheid' genoemd) komt. Tabel 1 geeft de verdeling van het bruto vloeroppervlakte (BVO) per bouwblok aan voor wonen en bedrijvigheid.



Figuur 1 Voorbeeld verdeling programma nieuwbouw [ref. 3]

Tabel 1 Verdeling programma nieuwbouw

Blok	Wonen			Bedrijvigheid			Totaal
	BVO (m ²)	Woningen	Oppervlakte (%)	BVO (m ²)	Kantoren	Oppervlakte (%)	BVO (m ²)
1	14.406	154	31%	1.773	4	17%	16.179
2	9.875	106	21%	4.946	1	46%	14.821
3	17.839	191	38%	1.520	3	14%	19.359
4	4.966	53	11%	2.500	1	23%	7466
totaal	47.086	504	100%	10.739		100%	57.826

4 Warmte- en koudevraag

Door gemeente Amsterdam zijn kentallen aangeleverd voor de warmte-, koude en warmtapwatervraag. Tabel 2 geeft inzicht in deze kentallen. Deze kentallen zijn geverifieerd door RHDHV en gebruikt voor de berekening van de warmte- en koudevraag.

Tabel 2 Kentallen warmte- en koudevraag voor nieuwbouw

Gebruik	Eenheid	Meer- gezins- woning	Een- gezins- woning	kantoor tot 5.000 m ²	kantoor 5.000- 30.000 m ²	winkel tot 5.000 m ²	school tot 3.500 m ²	school 3.500- 10.000 m ²	sporthal tot 2.000 m ²
Ruimte- verwarming	kWh / m ² .jaar	25,0	35,0	14,5	12,4	28,0	25,0	21,3	25,9
Koeling	kWh / m ² .jaar	8,0	3,0	6,6	11,3	7,2	16,2	9,7	6,2
Warmtap- water	kWh / m ² .jaar	20,0	20,0	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	12,5

Per bouwblok is nog geen specifiek onderscheid gemaakt naar de type woningen of bedrijvigheid. Gezien het gemiddelde oppervlakte van 93 m² per woning zijn voor de warmte- en koude berekening de kentallen voor een meergezinswoning aangehouden. Voor de bedrijvigheid zullen aanvullende kantoorruimtes in de gebouwen komen en een grote school. Hierdoor is voor de berekening van de warmte en koudevraag uitgegaan dat blok 1, 3 en 4 kantoren tot 5000 m² krijgen en blok 2 een school van 3.500 – 10.000 m². Tabel 3 geeft de resultaten van de warmte- en koude berekening. Tevens is hierin per bouwblok opgenomen wat de onbalans is tussen de warmte- en koudevraag.

Tabel 3 Warmte-, koudevraag, warmtapwater en vermogen

Blok	Warmte [GJ/jaar]	Tapwater [GJ/jaar]	Koude [GJ/jaar]	Warmtepomp [kW]
1	1.389	1.079	424	706
2	1.268	884	309	624
3	1.685	1.321	521	812
4	577	417	156	367

5 Energiebalans

Aan de hand van de onbalans tussen de warmte- en koudevraag is de benodigde te onttrekken TEO bepaald. Enkele uitgangspunten die hierbij zijn gehanteerd betreffen:

- Warmtepompen die in de gebouwen worden geplaatst voegen energie toe waardoor de onbalans wordt gereduceerd. Het rendement dat voor deze warmtepompen is aangehouden is:
 - Warmtepomp voor ruimteverwarming Tcond 43K en Tverd 8K COP = 5;
 - Warmtepomp voor warmtapwater Tcond 60K en Tverd 8K COP = 3,5.
- Het maximaal temperatuurverschil voor het onttrekken van oppervlaktewater bedraagt 5 graden.
- Onttrekking vindt alleen plaats als de watertemperatuur 18 graden of hoger is.

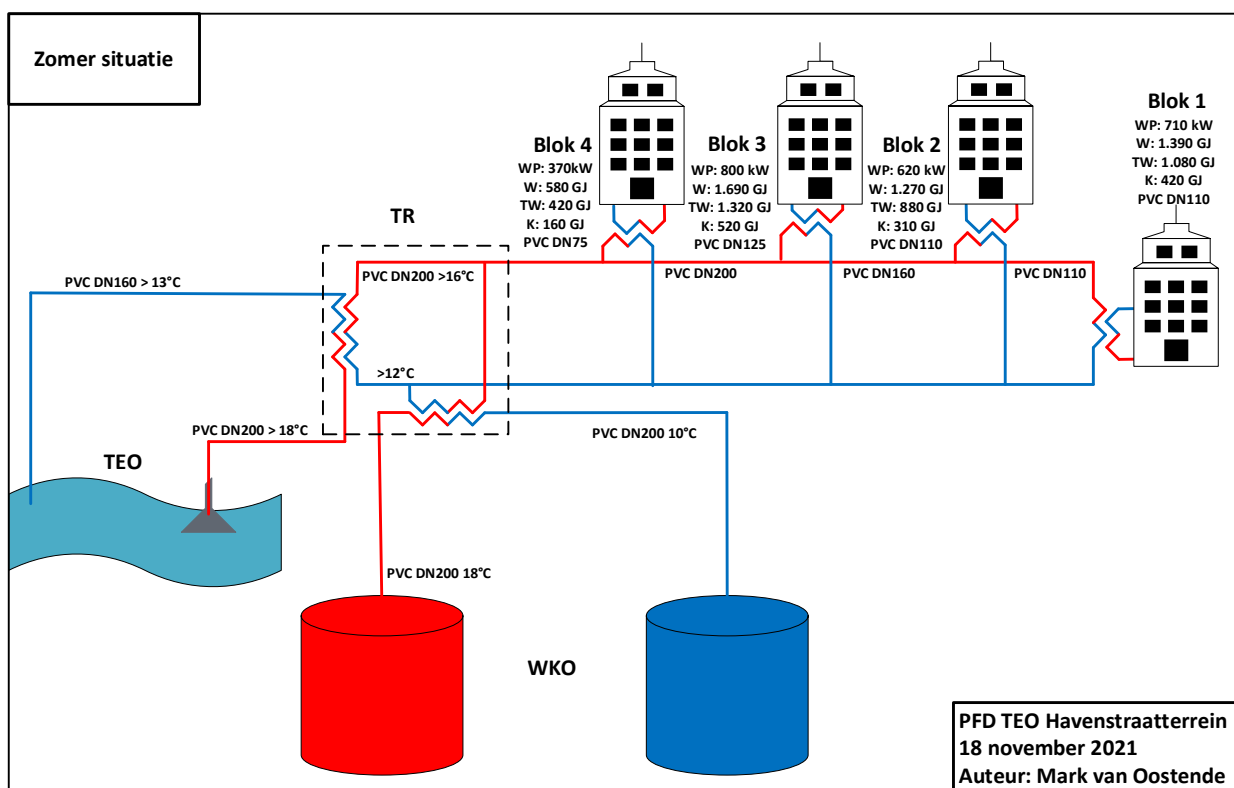
Door de inzet van de warmtepomp wordt de onbalans gereduceerd met ca. 550.000 kWh. De resterende onbalans bedraagt hierdoor 1.315.000 kWh wat in de zomer maanden aangevuld wordt door TEO.

Waternet heeft van juni 2020 t/m augustus 2021 temperatuurmetingen in de Stadiongracht uitgevoerd. Deze metingen zijn uitgevoerd op 40 cm en 100 cm onder het wateroppervlak. Uit de temperatuurmetingen blijkt op 100 cm diepte de temperatuur ca. 0,5 graad lager te liggen dan de watertemperatuur op 40 cm onder het wateroppervlak.



Figuur 2 Temperatuurmetingen Stadiongracht op 40 cm diepte

Het aantal uur dat de watertemperatuur 18 graden of hoger is betreft 2520 uur. Bij een dT van 5 graden resulteert dit in een te onttrekken debiet van 90 m³/h voor regeneratie van de WKO bronnen. Figuur 3 geeft het Proces Flow Diagram (PFD) voor TEO Havenstratterrein. Hierin zijn tevens de leidingdiameters opgenomen voor het transport van de debieten van het TEO, WKO en bronnet systeem.



Figuur 3 PFD TEO Havenstratterrein – zomer situatie

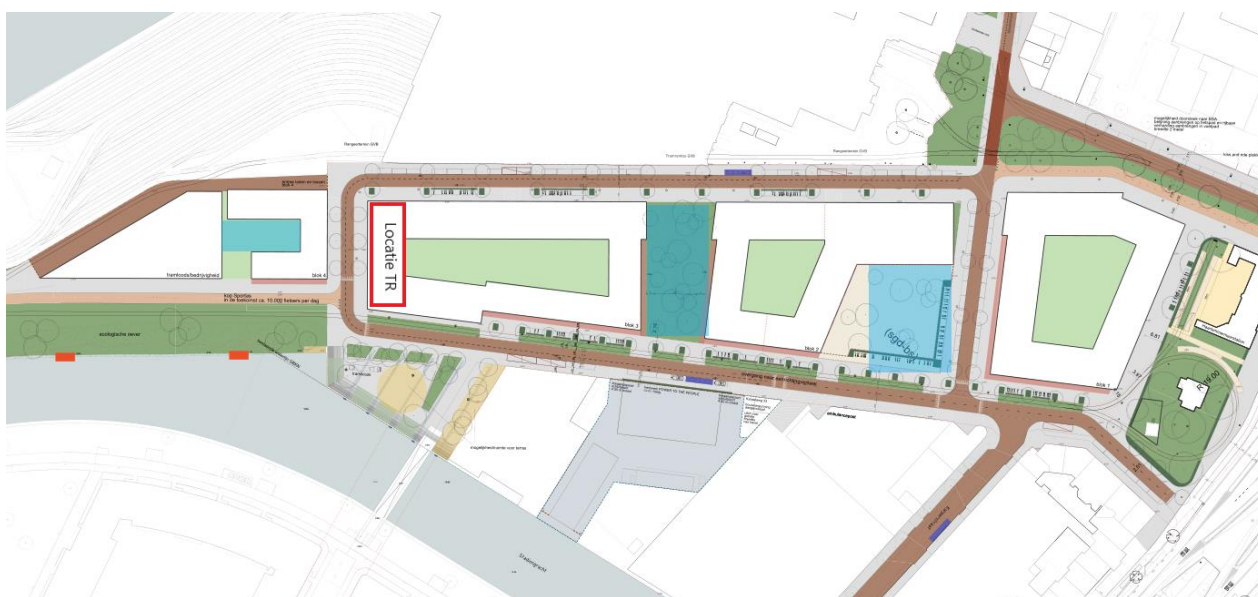
Voor de opzet van het systeem was er nog de keuze voor een centrale WKO doublet of decentrale monobronnen per bouwblok. De benodigde capaciteit van de WKO bedraagt 200 m³/h. Uit het 'Masterplan Bodemenergie Amsteloever, gemeente Amsterdam, d.d. 22-09-2021' blijkt dat in dit deel van Nederland WKO's een maximale capaciteit van 250 m³/h en monobronnen een maximale capaciteit van 60 m³/h kunnen leveren. Beide zijn voldoende voor de capaciteit die in het Havenstratterrein nodig is. Voor de uitwerking van het VO is door gemeente Amsterdam gekozen om de centrale WKO doublet uit te werken.

Voor de te verpompen debieten blijken voor het bronnet grotere leidingdiameters nodig dan eerder in het schetsontwerp voor TEO Havenstratterrein vanuit is gegaan. Naast de aanvoer- en retourleiding van het bronnet zal er tevens een derde leiding in de straat komen te liggen voor de verbinding tussen de warme- en koude WKO bron. De dwarsprofielen van de leidingen in de straat uit het schetsontwerp van TEO Havenstratterrein zullen aangepast moeten worden met de grotere leidingdiameters voor het bronnet en extra leiding als verbinding tussen de WKO bronnen.

6 TEO-Installatie

De TEO-installatie bestaat uit een in- en uitlaat constructie in de Stadiongracht, een inpandige technische ruimte waarin de installaties aanwezig zijn en een zuig- en persleiding die deze componenten met elkaar verbinden. In bijlage 1 is een schematische weergave van het systeem opgenomen.

Voor de in- en uitlaat constructie geldt dat deze beperkt bovengronds ruimte in beslag nemen. De beoogde locatie voor deze in- en uitlaatpunten is door de gemeente aangegeven. Voor de technische ruimte heeft de gemeente aangegeven dat de voorkeur is om deze in een bouwblok te verwerken.



Figuur 4 Gereserveerde ruimte voor in- en uitlaat (rode vlakken), technische ruimte (TR) en WKO's (turquoise vlakken)

6.1 Uitgangspunten

Uitgangspunt voor het hydraulisch ontwerp van de TEO installatie is het vereiste debiet. O.b.v. de warmte- en koudevraag en de onbalans tussen deze twee is het debiet van de TEO installatie bepaald. Deze bedraagt 90 m³/h. Daarnaast bepalen de locaties van onttrekking- en lozingspunt, gecombineerd met de locatie van de technische ruimte (zoals weergegeven in Figuur 4), de leidingtracés.

6.2 Technische ruimte / warmtewisselaar (skid)

Kern van het TEO systeem is de warmtewisselaar, die de energie uit het oppervlaktewater onttrekt en afdraagt aan de WKO's. Gekozen is voor een skid waarin alle componenten (pompen, filters, warmtewisselaar, afsluiters, aansturing, etc.) als een package unit aanwezig zijn. Deze skid wordt compleet geleverd door Xylem. Dimensionering van deze skid is afgestemd met Xylem en gebaseerd op het gewenste debiet van (90 m³/h) plus een veiligheidsmarge van 30 m³/h. Totaal heeft de skid dus een maximale capaciteit van 120 m³/h.

Deze skid wordt geplaatst in de technische ruimte, waarvoor ruimte ter beschikking wordt gesteld in een van de bouwblokken. De minimale benodigde afmetingen van deze ruimte zijn weergegeven in bijlage 1. Hierin is rekening gehouden met de skid zelf, E-installaties, en voldoende werkruimte rondom de skid en het leidingwerk. Op basis van de beschikbare tekeningen lijkt er voldoende ruimte beschikbaar in het bouwblok, waarbij ook eventuele overige technische installaties hier nog ondergebracht kunnen worden.

6.3 Onttrekkingsput

Voor de onttrekkingsput wordt gebruik gemaakt van een betonnen prefab pompput, die qua afmetingen zo compact mogelijk gedimensioneerd is om de impact op de openbare ruimte te beperken.

De afstand tussen de onttrekkingsput en technische ruimte is beperkt, ca 50 meter, waardoor het mogelijk is om de pompen droog op te stellen in de technische ruimte. De skid zuigt dus het water op, in plaats van dat aparte pompen worden geplaatst in de onttrekkingsput die het water onder druk verpompen richting technische ruimte. Dit beperkt de afmetingen van de onttrekkingsput.

Bij de dimensionering van de zuigleiding tussen onttrekkingsput en technische ruimte is rekening gehouden met de vereiste zuigdruk van de pompen en het voorkomen van cavitatie. Door een DN200 leiding te kiezen zijn de snelheden en dynamische verliezen beperkt, waardoor het garanderen van voldoende zuigdruk geen probleem is. Tegelijk is de stroomsnelheid voldoende om transport van vuil en zwevende delen te garanderen, en zo bezinking in de leiding te voorkomen.

De **maximale** afstand tussen onttrekkingspunt en technische ruimte is een functie van deze dynamische weerstand. Uitgangspunt is om de zuigverliezen kleiner dan 1 meter waterkolom te houden, om voldoende voordruk te garanderen voor de pompen. Dit komt overeen met een leidinglengte van 220 meter (bij de gekozen leidingdiameter van DN200). Een grotere leidingdiameter zou deze afstand kunnen vergroten, maar de stroomsnelheden in de leiding worden dan mogelijk zodanig laag dat vaste delen en/of vuil kan bezinken in de leiding.

De zuigleiding dient voorzien te worden van een voetklep in de inlaatconstructie om terugstromen van water als de pomp uitstaat te voorkomen. De pompen zijn weliswaar zelf-aanzuigend, maar het vullen van de zuigleiding met water duurt even en het herhaaldelijk vullen en leeglopen van de leiding kan eenvoudig voorkomen worden.

Om aanzuigen van (drijvend) vuil te voorkomen wordt de inlaatconstructie voorzien van een krooshek en de leiding voorzien van een zuigkorf. De inlaat ligt voldoende diep onder water om aanzuiging van lucht te voorkomen. Deze diepteligging is ook van invloed op de beschikbare voordruk. De zuigleiding is voorzien van afsluiters bij de inlaat en technische ruimte om deze te isoleren om onderhoud mogelijk te maken.

6.4 Lozingsput

De lozingsput is ook ontworpen als betonnen prefab put met een minimale footprint.

Bij de dimensionering van de persleiding tussen technische ruimte en de lozingsput is rekening gehouden met een minimale vereiste stroomsnelheid (>1 m/s) voor het voorkomen van bezinking en vervuiling in de leiding. Door een DN160 leiding te kiezen zijn de snelheden hoog genoeg om vervuiling te voorkomen, en de dynamische verliezen blijven beperkt. Enige weerstand is vaak wel nodig om een geschikte pompkeuze te kunnen maken, waardoor hier een balans in is gezocht.

De persleiding dient voorzien te worden van een terugslagklep of andere voorziening om te voorkomen dat vuil of vissen de persleiding binnen kunnen dringen t.p.v. de uitstroomconstructie. De uitstroomopening ligt voldoende diep onder water om eventuele geluidsoverlast te voorkomen. De persleiding is voorzien van afsluiters bij de uitstroom en technische ruimte om deze te isoleren om onderhoud mogelijk te maken.

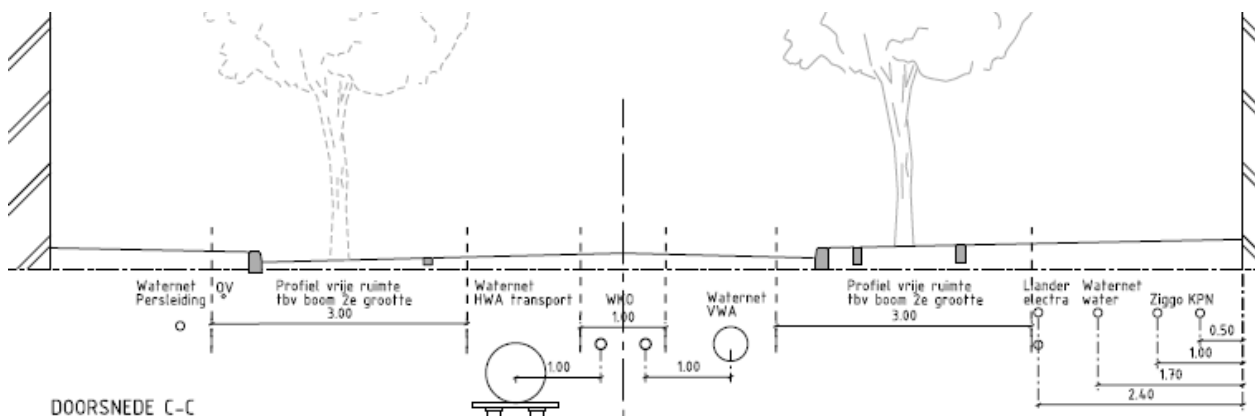
7 Bronnet

Het bronnet zorgt voor de distributie van warmte en koude naar de afnemers. Per bouwblok is rekening gehouden met één aansluiting. Per bouwblok staat een warmtepomp opgesteld die de temperatuur van het water opwaardeert. Vanaf de warmtepomp wordt het water verder door het gebouw gedistribueerd. Het bronnet wordt gevoed vanuit de TEO- en/of WKO-net.

Met Tim Koeman, Werkvoorbereider Openbare Ruimte Gemeente Amsterdam, is contact geweest over de ruimtelijke inpassing van de leidingen op het Havenstraatterrein. Naar aanleiding van dit contact is gebleken dat de procedure nog niet is gestart om te komen tot nieuwe tracés voor kabels en leidingen. De nieuwe tracés van riolering, drinkwater, elektra en data zijn nog niet bekend, hierdoor kan een exacte locatie voor het bronnet nog niet worden vastgesteld. Wel is aangegeven dat de leidingen niet door de Karperweg, maar door de Havenstraat gelegd zullen moeten worden. De procedure van gemeente Amsterdam voor nieuwe kabels en leidingstracés is als volgt:

1. Om te komen tot een WIOR (Werken In de Openbare Ruimte in de gemeente Amsterdam) vergunning, moet het betreffende project eerst aangemeld zijn op de site van Stadsregie VICTOR. De aanmelding gaat gepaard met een projectgrens en een planning, en aan de hand van deze informatie kunnen de nutsbedrijven aangeven of zij ook belangen hebben binnen het project.
2. Ongeveer een jaar voor de start uitvoering moet er een Definitief Ontwerp aanwezig zijn van het project. De werkvoorbereider van het project mailt deze tekeningen dan naar de nutspartijen die eerder hebben aangegeven betrokken te willen worden, dit heet de Aanvraag Wenstracé. De nutsbedrijven hebben dan 5 weken de tijd om hun gewenste tracés op te geven. De werkvoorbereider heeft dan weer 3 weken de tijd om alle aangevraagde tracés te verwerken in 1 tekening. Als er meerdere partijen op hetzelfde tracé willen liggen dient er afgestemd te worden wie er welke plek krijgt. Vervolgens stuurt de werkvoorbereider deze tekeningen weer naar de nutspartijen, dit heet de Akkoord Wenstracé. De nutspartijen hebben dan weer 5 weken om te reageren en de werkvoorbereider 3 weken om deze reacties al dan niet te verwerken.
3. Het DTA wordt 8 maanden voor de start van de uitvoering verstuurd, het Definitief Tracé Akkoord, waarin de tracés vast liggen. Dit moment is voor de nutspartijen ook het startsein om hun eigen werkzaamheden voor te bereiden.

Vanuit het schetsontwerp TEO [ref. 5] zijn al wel enkele dwarsprofielen opgezet voor inpassing van nieuwe kabels en leidingen in het straatbeeld. Figuur 5 geeft een dwarsdoorsnede weer. Hieruit blijkt dat ruimte is gereserveerd in het midden van de straat voor de leidingen van het bronnet (WKO).



Figuur 5 dwarsdoorsnede kabels en leidingen

De tekening van het voorlopig ontwerp van het TEO-, WKO- en bronnet is opgenomen in bijlagen 2.

8 Businesscase

Om de kostprijs voor de levering van warmte aan de afnemers te berekenen is een businesscase uitgewerkt. De uitwerking van de businesscase omvat alle kosten na de finale investeringsbeslissing (of “final investment decision” (FID)). Voorafgaand aan de FID gaat vaak nog een traject van enkele jaren waarin ook kosten gemaakt worden. Deze kosten vallen echter buiten de scope van dit onderzoek.

8.1 CAPEX

Op basis van de in-, uitlaat constructie en TEO-installatie is een CAPEX opgesteld met een nauwkeurigheid van +/-25%. Tabel 5 geeft een samenvatting van de CAPEX. De volledige CAPEX-berekening is opgenomen in bijlage 3.

Tabel 4 CAPEX TEO prijspeil 2021 excl. BTW

Onderdeel	Bedrag
1. Werktuigbouwkundige installaties	€ 226.000
2. Elektrotechnische & automatiseringsinstallaties	€ 37.000
3. Civieltechnische & bouwkundige werken	€ 69.000
4. Onvoorziene objectrisico's	€ 49.000
5. Directe bouwkosten	€ 39.000
6. Overige kosten (onderzoeken)	€ 10.000
Bandbreedte - 25%	€ 323.000
Projectsom	€ 430.000
Bandbreedte + 25%	€ 537.500

Op basis van de TEO-leidingen, WKO-leidingen en het bronnet is een CAPEX opgesteld met een nauwkeurigheid van +/-25%. Voor deze raming is het uitgangspunt gehanteerd dat de leidingen worden aangebracht tijdens of na het bouwrijp maken van het terrein. Hierdoor is er geen sprake van het verwijderen en herstellen van verhardingen en is er een minimale inzet van verkeersmaatregelen. Tabel 5 geeft een samenvatting van de CAPEX. De volledige CAPEX-berekening is opgenomen in bijlage 5.

Tabel 5 CAPEX bronnet prijspeil 2021 excl. BTW

Onderdeel	Bedrag
1. Kosten ontwerp en begeleiding	€ 15.800
2. Materiaalkosten	€ 23.200
3. Uitvoeringskosten	€ 26.400
4. Kosten in- en uit bedrijf stellen leiding	€ 3.000
5. Directievoering en toezicht	€ 8.000
6. Nazorg, (financiële) afwikkeling	€ 2.500
7. Grondzaken	€ 0
Bandbreedte - 25%	€ 59.000
Projectsom	€ 79.000
Bandbreedte + 25%	€ 99.000

Voor het WKO-doulet incl. installaties, de afleversets, warmtepompen en in pandig distributieleidingen in de gebouwen is de CAPEX bepaald aan de hand van eenheidsprijzen. Tabel 6 geeft een samenvatting van de CAPEX.

Tabel 6 CAPEX WKO, WP, in pandig leidingwerk en afleversets, prijspeil 2021 excl. BTW

Onderdeel	Aantal	Eenheidsprijs	Eenheid	Bedrag
1. WKO-doulet 1.380 kW	1	€ 405.000	st.	€ 405.000
2. Aansluiting en afleverset gebouwen	4	€ 50.000	st.	€ 200.000
3. Warmtepomp ca. 700 kW	3	€ 360.000	MW	€ 756.000
4. Warmtepomp ca. 350 kW	1	€ 360.000	MW	€ 126.000
5. In pandige distributieleidingen incl. aansluiting afnemers	513	€ 1.000	afnemer	€ 513.000
6. Afleverset CW4	511	€ 1.200	afnemer	€ 613.200
7. Afleverset > 30 kW en < 140 kW	2	€ 9.500	afnemer	€ 19.000
8. Overige kosten	513	€ 1.000	afnemer	€ 513.000
9. Technische ruimte	1	€ 56.000	Stelpost	€ 56.000
Bandbreedte - 25%				€ 2.819.000
Projectsom				€ 3.759.000
Bandbreedte + 25%				€ 4.699.000

Voor de technische levensduur van de verschillende onderdelen van het systeem geldt:

- Automatisering; 30 jaar;
- Werktuigbouwkundige installaties; 30 jaar;
- Elektrische installaties; 30 jaar;
- Civiele constructies (warmteleidingen); 50 jaar.

De bovengenoemde technische installaties moeten geplaatst worden in een technische ruimte. De plaatsing van de centrale installaties voor de TEO en WKO-onderdelen vraagt een centrale technische ruimte, daarnaast is een technische ruimte voor de warmtepompen per bouwblok benodigd. In totaal is een € 56.000 euro meegenomen in de business case voor technische ruimtes in de bouwblokken.

8.2 OPEX

Energieverbruik

De verschillende onderdelen in de warmte-installatie behoeven elektrische energie, een overzicht van de grote componenten met een elektraverbruik is als volgt.

- Elektriciteitsverbruik:
 - Warmtepomp (verwarmen) 591.573 kWhe/jaar
 - Warmtepomp (koelen) 27.878 kWhe/jaar
 - TEO-installatie 43.600 kWhe/jaar
 - WKO-installatie 53.300 kWhe/jaar
 - Bronnet 53.300 kWhe/jaar

Elektra-aansluiting

Per bouwblok is een elektra-aansluiting benodigd voor het voeden van de centrale warmtepompen en andere onderdelen. Per bouwblok is de benodigde aansluitcapaciteit bepaald. Een elektraprijs van € 0.07 /kWh is gebruikt voor de kale elektrakosten. De energiebelasting is per aansluiting en wordt bepaald door het totale elektraverbruik per bouwblok.

Tabel 7 Elektra en netbeheerkosten/uitgangspunten

Elektra en netbeheerkosten	Bedrag	Eenheid
Vastrechtkosten		
Klein verbruik aansluiting (3x25A)	€ 228	Euro/jaar
Grootverbruik aansluiting - Aansluit en vastrechtstarief tot 160 KVA	€ 592	Euro/jaar
Grootverbruik aansluiting - Aansluit en vastrechtstarief tot 1 MVA	€ 1.016	Euro/jaar
Grootverbruik aansluiting - Aansluit en vastrechtstarief tot 2 MVA	€ 1.533	Euro/jaar
Grootverbruik aansluiting - Aansluit en vastrechtstarief tot 5 MVA	€ 9.888	Euro/jaar
Grootverbruik aansluiting - Aansluit en vastrechtstarief tot 10 MVA	€ 11.232	Euro/jaar
Benodigde aansluitcapaciteit		
Blok 1	0.229	MVA
Blok 2	0.198	MVA
Blok 3	0.277	MVA
Blok 4	0.087	MVA
kW tarief		
kW tarief tot 2 MVA	36	EUR/kW/jaar
kW tarief tot 10 MVA	54	EUR/kW/jaar
Verwachte elektra kosten		
Totaal - Elektra inkoop kosten	€ 54.205	Euro/jaar
Totaal - Energiebelasting en Opslag Duurzame Energie	€ 44.340	Euro/jaar
Totaal - Netbeheerkosten	€ 31.801	Euro/jaar

Beheer en onderhoudskosten op basis van CAPEX

De operationele kosten (OPEX) zijn bepaald a.d.h.v. een percentage van de CAPEX. In Tabel 8 zijn de onderhoudskosten percentages per onderdeel gegeven.

Tabel 8 Onderhoudskosten

Onderhoudskosten	Percentage	Eenheid
Uitgangspunten		
Onderhoudskosten Warmtenet	1%	van CAPEX Warmtenet
Onderhoudskosten Afleverset	0.5%	van CAPEX Afleverset
Onderhoudskosten Warmtepomp	3%	van CAPEX Warmtepomp
Onderhoudskosten Open WKO bronnen	2%	van CAPEX WKO
Onderhoudskosten Aquathermie	2%	van CAPEX Aquathermie
Verwachte operationele kosten		
Onderhoudskosten Warmtenet	€ 790	Euro/jaar
Onderhoudskosten Afleverset	€ 8.291	Euro/jaar
Onderhoudskosten Warmtepomp	€ 49.194	Euro/jaar
Onderhoudskosten Open WKO bronnen	€ 8.100	Euro/jaar
Onderhoudskosten Aquathermie	€ 8.600	Euro/jaar
Overige kosten		
Verzekeringen	€ 10.530	Euro/jaar
Beheerkosten	€ 18.725	Euro/jaar

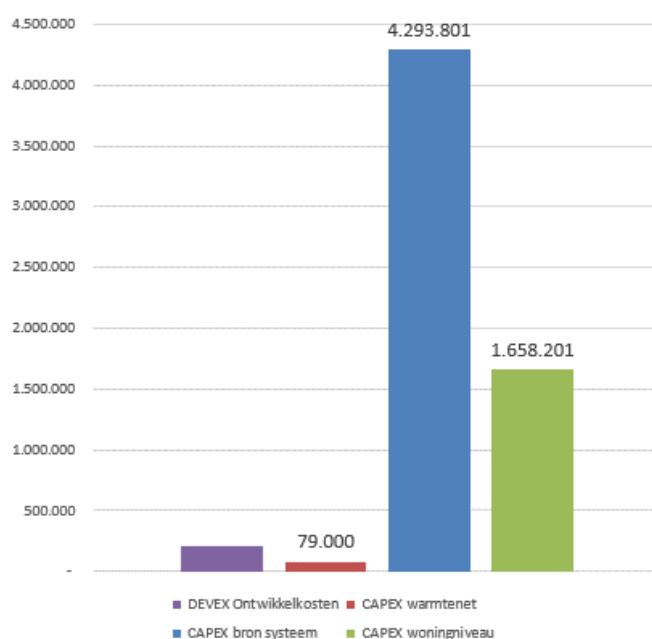
8.3 Inkomsten

In Tabel 9 zijn de inkomsten in de business case weergegeven. De uitgangspunten resulteren in een verwachte omzet uit de verkoop van warmte en het vastrecht. Voor de verwachte inkomsten is in eerste instantie gerekend met de maximale Autoriteit Consument & Markt (ACM) tarieven. De gebruikte ACM-tarieven gelden voor 2021, in de toekomst kunnen deze tarieven veranderen. De bijdrage aansluitkosten is een bedrag wat doorgerekend dient te worden aan de projectontwikkelaar/koper van de appartementen voor het aansluiten op het warmtesysteem bij de bouw. De SDE-subsidie is momenteel voor een TEO-installatie met een warmtepomp aan te vragen. Het genoemde bedrag is een subsidie welke momenteel in theorie te verkrijgen is aan de hand van de warmte uit de TEO-installatie. De looptijd van de SDE-subsidie is normaliter 15 jaar en start op het moment wanneer de warmtelevering in operatie gaat. De SDE-subsidie is afhankelijk van het moment van aanvragen en kan daarnaast in de toekomst niet meer gelden. Daarom is gekomen om de SDE-subsidie in de resultaten niet mee te nemen.

Tabel 9 Inkomsten

Inkomsten	Bedrag	Eenheid
Uitgangspunten		
Warmtetarief	€ 25,51	Euro/GJ
Vastrecht warmtelevering	€ 478,60	Euro/aansluiting
Vastrecht koudelevering	€ 238,45	Euro/aansluiting
Bijdrage aansluitkosten	€ 4.878,00	Euro/aansluiting
Verwachte warmteafzet	8.620	GJ/jaar
Aansluitingen	513	Aansluitingen
Verwachte inkomsten		
Warmteafzet	€ 181.732	Euro/jaar
Vastrecht warmte & koude	€ 304.005	Euro/jaar
Bijdrage aansluitkosten	€ 2.502.414	Euro
Subsidie		
SDE-subsidie (niet meegenomen in resultaten)	(€ 134.725)	Euro/jaar

8.4 Resultaten



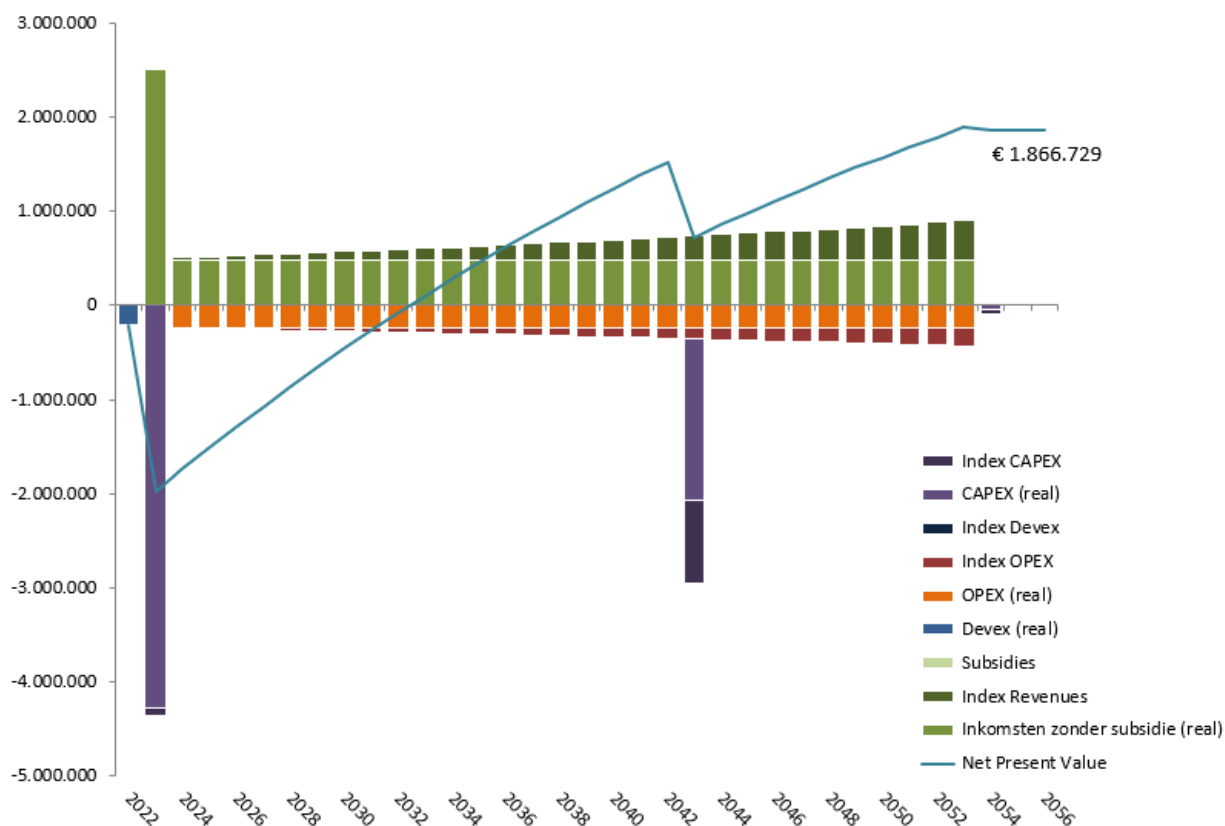
Figuur 6 DEVEK en CAPEX

In deze paragraaf is een overzicht gegeven van de resultaten van de business case o.b.v. de beschreven CAPEX, OPEX en Revenu in bovenstaande paragrafen. Figuur 6 geeft een overzicht van de DEVEX (ontwikkelkosten) welke op 5% van de totale CAPEX is gesteld. De overige staven geven een overzicht van de CAPEX voor de infrastructuur, het bron systeem en investering op woningniveau.

Voor zowel de CAPEX als de OPEX en de inkomsten is in de businesscase een indexering van 2% per jaar aangehouden. Verder zijn de volgende percentages aangehouden als uitgangspunten voor de businesscase:

- Project Equity rate 8%
- Project Debt rate 3%
- Project Leverage (debt to equity rate) 60%
- WACC 5%

In Figuur 7 is de Cashflow weergegeven inclusief Net Present Value na 30 jaar. De NPV bedraagt 1.948.104 euro en valideert een positief resultaat over de gehele looptijd van 30 jaar. Deze hoge NPV geeft aan dat er nog met bepaalde inkomsten gevarieerd kan worden. Een lagere bijdrage aansluitkosten kan nog steeds een positieve business case verzorgen. Daarnaast zou een lager vastrecht of variabel warmtetarief toegepast kunnen worden.

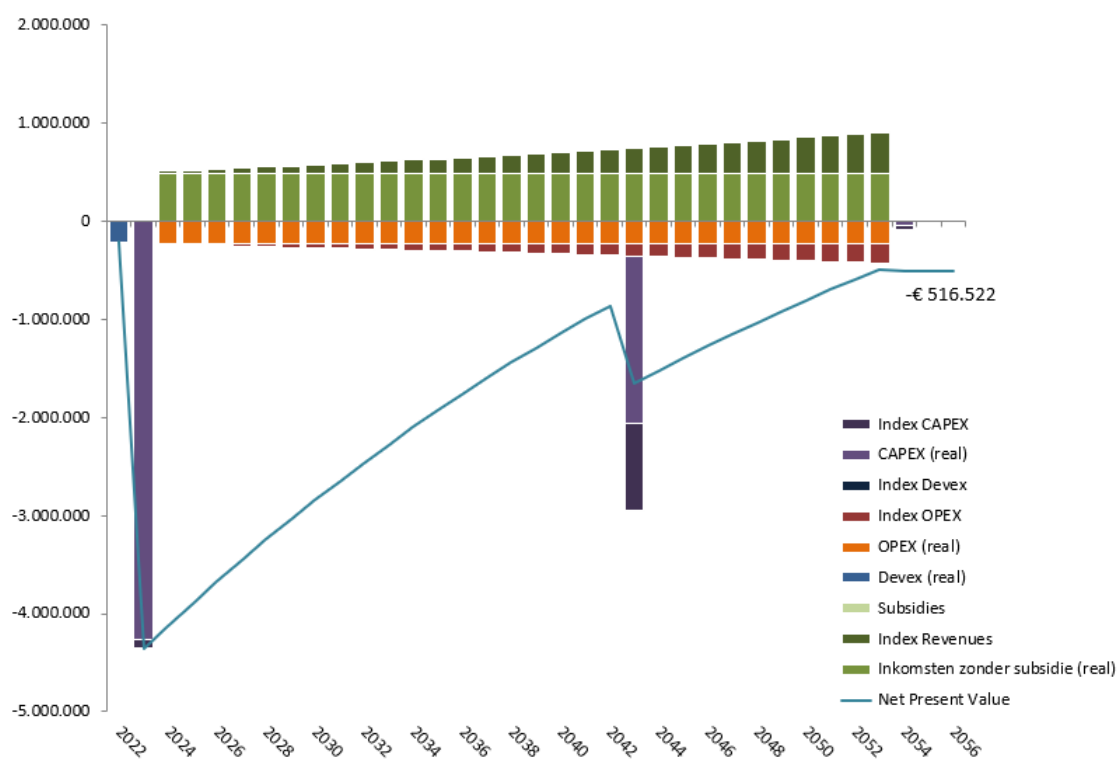


Figuur 7 Net Present Value op basis van beschreven CAPEX, OPEX en Revenu

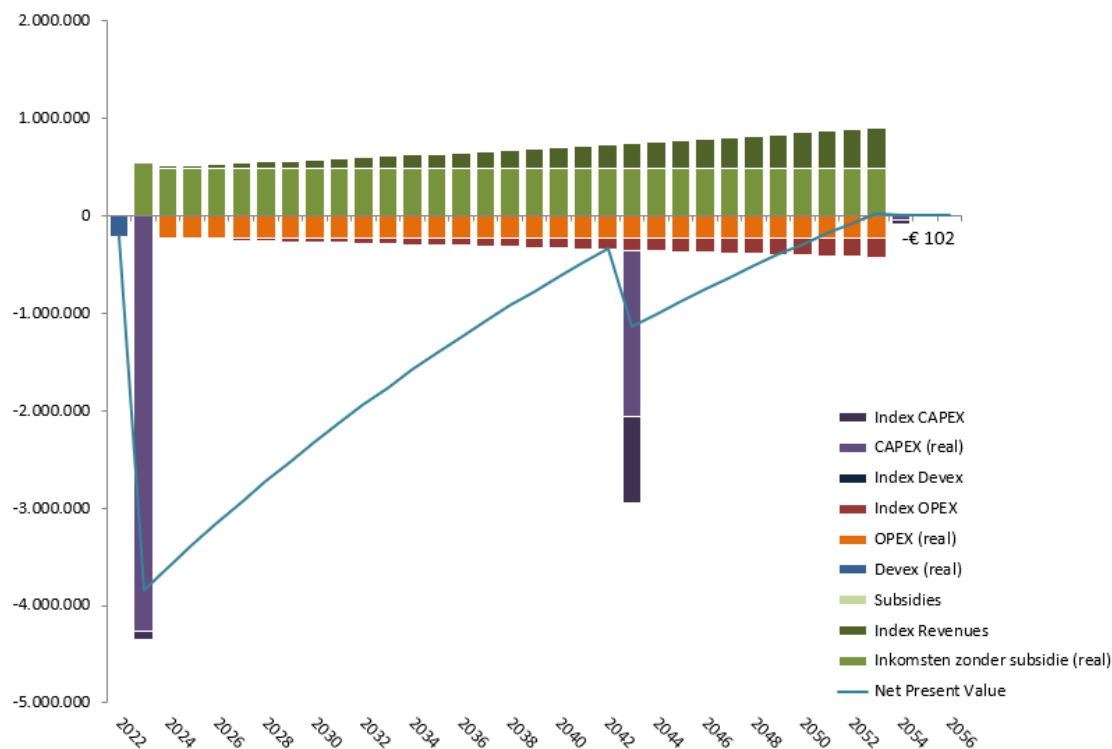
8.5 Gevoeligheidsanalyse

Vanuit het basisscenario zijn een aantal afwijkende aannames verwerkt voor de warmteprijs en bijdrage aansluitkosten om de gevoeligheid van de business case te toetsen. Hiervoor zijn de volgende parameters aangepast:

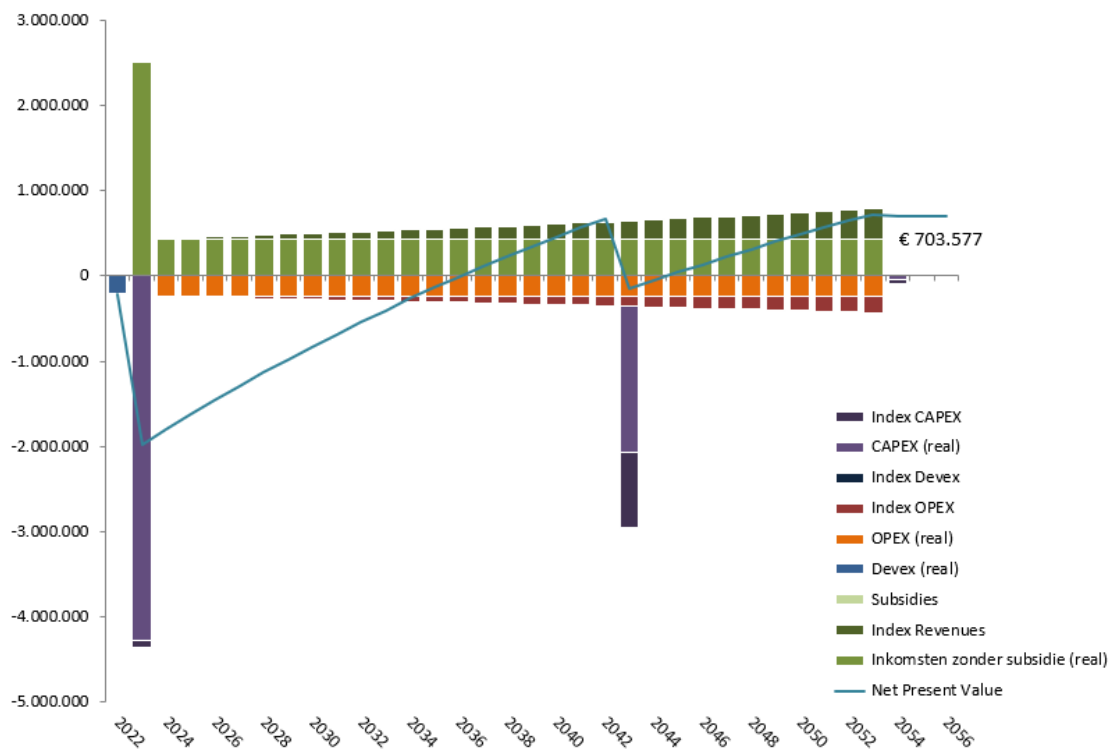
- Bijdrage aansluitkosten 0 euro
- Bijdrage aansluitkosten 1.091 euro resulterend in een neutrale netto contante waarde
- Warmteprijs 17 euro/GJ incl. BTW
- Warmteprijs 22 euro/GJ incl. BTW



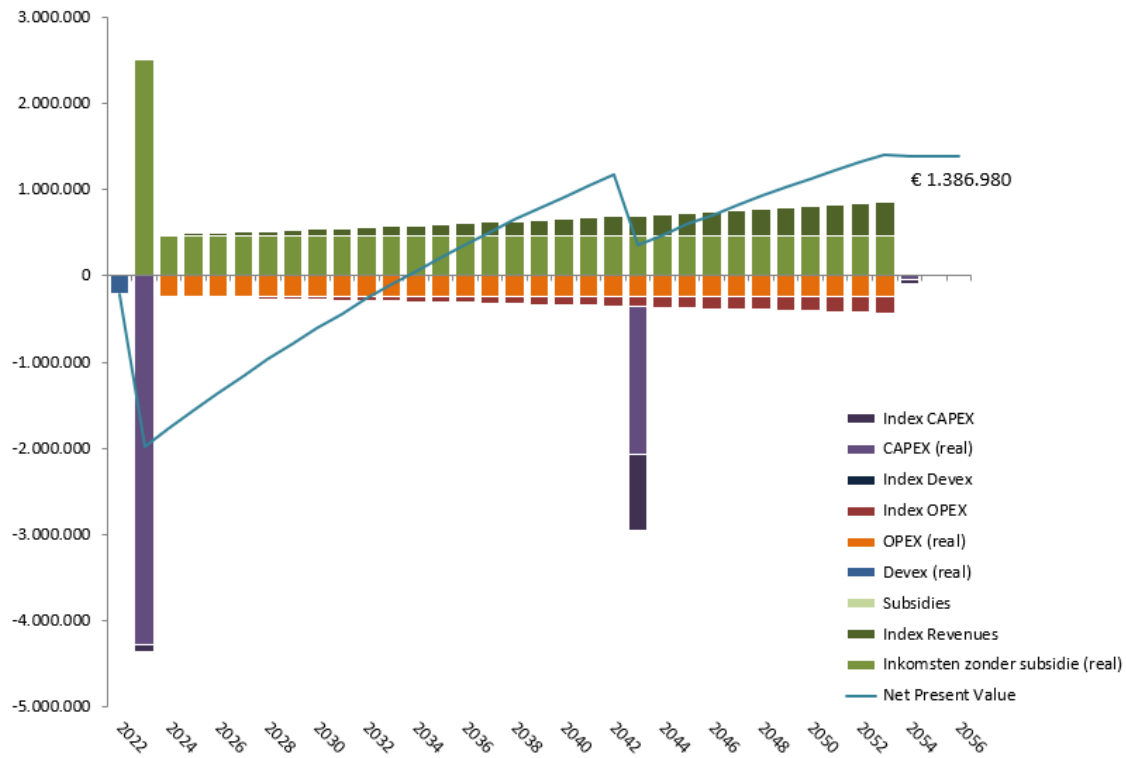
Figuur 8 Bijdrage aansluitkosten 0 euro



Figuur 9 Bijdrage aansluitkosten 1091 euro resulterend in NPV = +/- 0



Figuur 10 Warmteprijs 17 euro/GJ incl. BTW



Figuur 11 Warmteprijs 22 euro/GJ incl. BTW

9 Conclusie & aanbevelingen

9.1 Conclusie

Het Havenstraatterrein wordt getransformeerd tot nieuw woongebied. In het kader van de transformatie, het programma aardgasvrij en de duurzaamheidsambities van de gemeente Amsterdam, is een onderzoek gedaan naar het meest duurzame en passende warmte- en koudesysteem. Hiervoor is een systeem onderzocht waarbij vanaf een WKO warmte- en koude middels een bronnet wordt geleverd aan de gebouwen. In de gebouwen wordt de lage temperatuur warmte opgewaardeerd naar een hogere temperatuur zodat deze kan worden ingezet voor de ruimteverwarming van de gebouwen. Via een in pandig distributiesysteem wordt de warmte geleverd aan de individuele afnemers. Doordat de gebouwen een kleinere koudevraag in de zomer hebben dan de warmtevraag in de winter ontstaat er een onbalans. Deze onbalans bedraagt ca. 1.315.000 kWh welke in de zomer maanden wordt aangevuld door TEO.

De kern van het TEO systeem is de warmtewisselaar, die energie uit het oppervlaktewater onttrekt en afdraagt aan de WKO's. Gekozen is voor een skid waarin alle componenten (pompen, filters, warmtewisselaar, afsluiters, aansturing, etc.) als een package unit aanwezig zijn. Deze Skid wordt geleverd met een capaciteit van 120 m³/h, dit betreft een over dimensionering van 30% ten opzichte van de benodigde capaciteit. Voor de seizoensopslag is door gemeente Amsterdam de voorkeur uitgesproken om van een centrale WKO doublet uit te gaan. Deze zal een capaciteit van ca. 200 m³/h nodig hebben.

De onttrekkings- en lozingsput van het TEO systeem bestaan uit een prefab betonnen constructie. De afstand tussen de onttrekkingsput en technische ruimte is beperkt, ca 50 meter, waardoor het mogelijk is om de pompen droog op te stellen in de technische ruimte.

Het bronnet zorgt voor de distributie van warmte en koude naar de afnemers. Per bouwblok is rekening gehouden met één aansluiting. Naar aanleiding van contact met gemeente Amsterdam is gebleken dat de procedure nog niet is gestart om te komen tot nieuwe tracés voor kabels en leidingen, hierdoor was het in deze projectfase nog niet mogelijk een exacte locatie voor het bronnet vast te stellen. Indien het voorgestelde tracé in een volgende fase niet mogelijk blijkt en een alternatief tracé moet worden gevolgd kan dit effect hebben op de CAPEX van het bronnet.

Het bronnet levert water vanaf de WKO met een lage temperatuur aan de gebouwen. Per gebouw staat een afleverset en warmtepomp opgesteld om de temperatuur van het water op te waarden en in pandig te distribueren naar de individuele afnemers in het gebouw.

De initiële investeringen voor realisatie van het gehele systeem bedragen +/- 25% € 4.268.000,-.

Voor de verwachte inkomsten is in eerste instantie gerekend met de maximale ACM-tarieven. Voor de huidige business case is uitgegaan van de maximale ACM tarieven geldend in 2021. Uit de business case volgt een positief resultaat van € 1.867.000 over de gehele looptijd van 30 jaar. Dit geeft aan dat er nog ruimte is om met bepaalde inkomsten te variëren.

9.2 Aanbevelingen

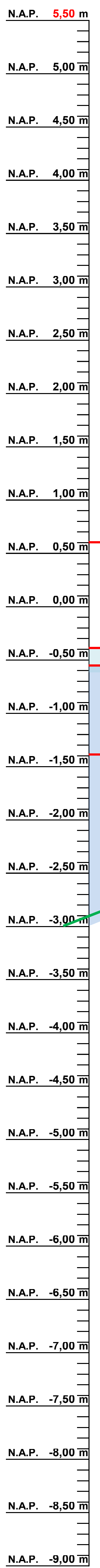
Nader onderzoek naar WKO capaciteit om te bepalen of één WKO volstaat of dat er twee nodig zijn.

De dwarsprofielen van de leidingen in de straat uit het schetsontwerp van TEO Havenstraatterrein zullen aangepast moeten worden met grotere leidingdiameters voor het bronnet en een extra leiding als verbinding tussen de WKO bronnen.

Bijlage

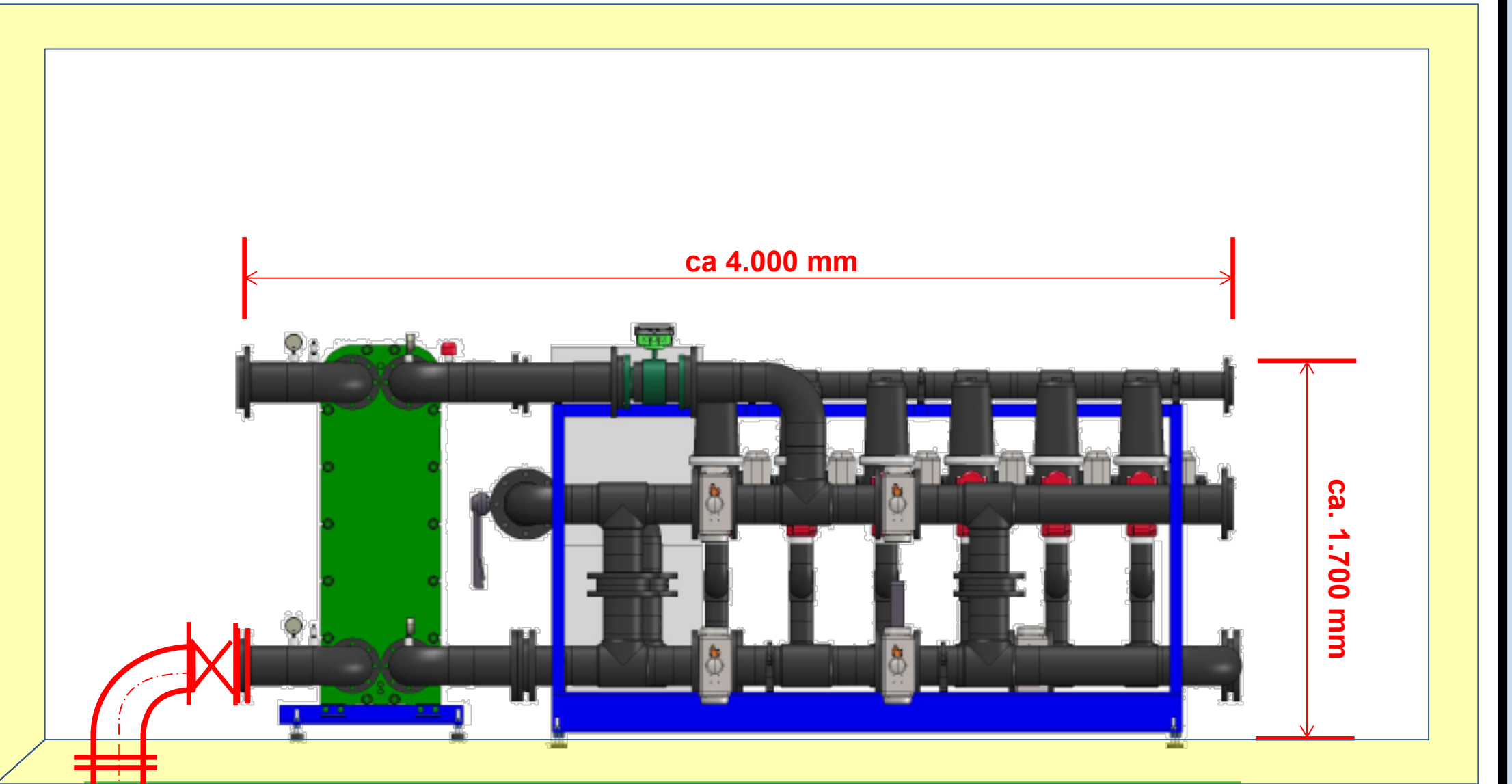
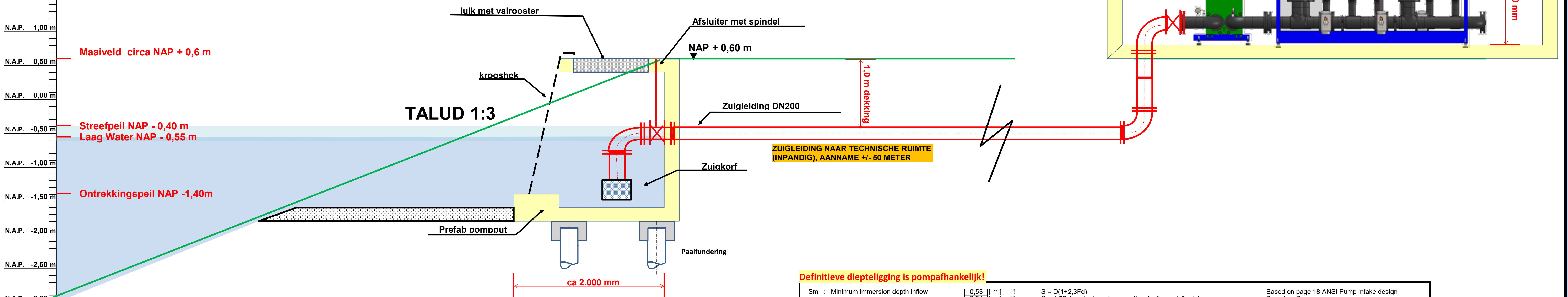
B.1 Voorlopig ontwerp TEO-installatie

PEILMATTENSCHAMA GEMAAL TEO HAVENSTRAATTERREIN



ZIJAAANZICHT

STADIONGRACHT



Definitieve diepteligging is pompafhankelijk!

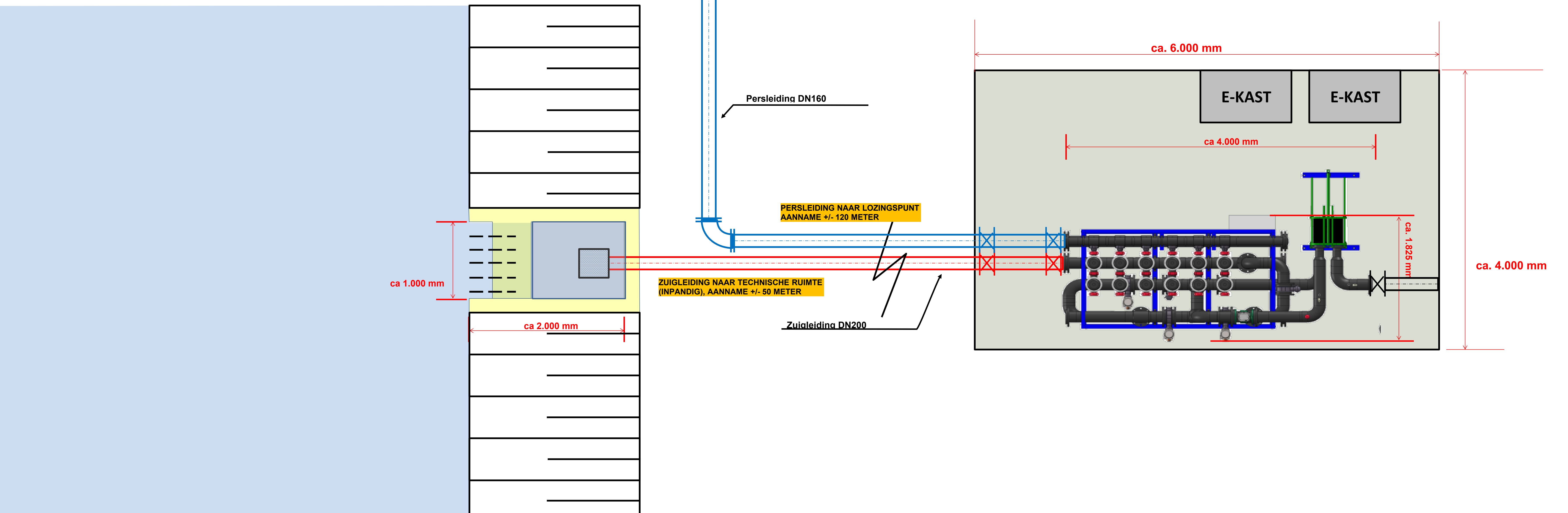
Sm	: Minimum immersion depth inflow	0.53	[m]		S = D(1+2.3Fd)	Based on page 18 ANSI Pump intake design
D	: Outer diameter suction mouth pump	0.24	[m]		S = 1.5D (applicable when mouth velocity is <= 1.3 m/s)	Based on Prosser
Q	: Max. pump discharge	0.16	[m³/min]		S = provided by manufacturer	Based on manufacturer data
Fd	: Froude number at suction mouth	1.50	[m³/min]		1.24 [m/s] Should be around 1.3 m/s (Prosser)	
		0.99	[-]			

CONDITIONS AT MINIMUM WATERLEVEL AT THE SUCTION MOUTH: LOWEST WATERLEVEL MINUS DYNAMIC LOSSES, ETC.

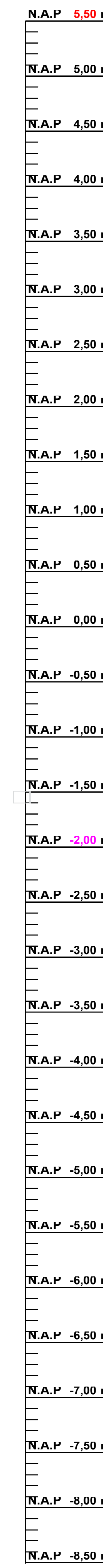
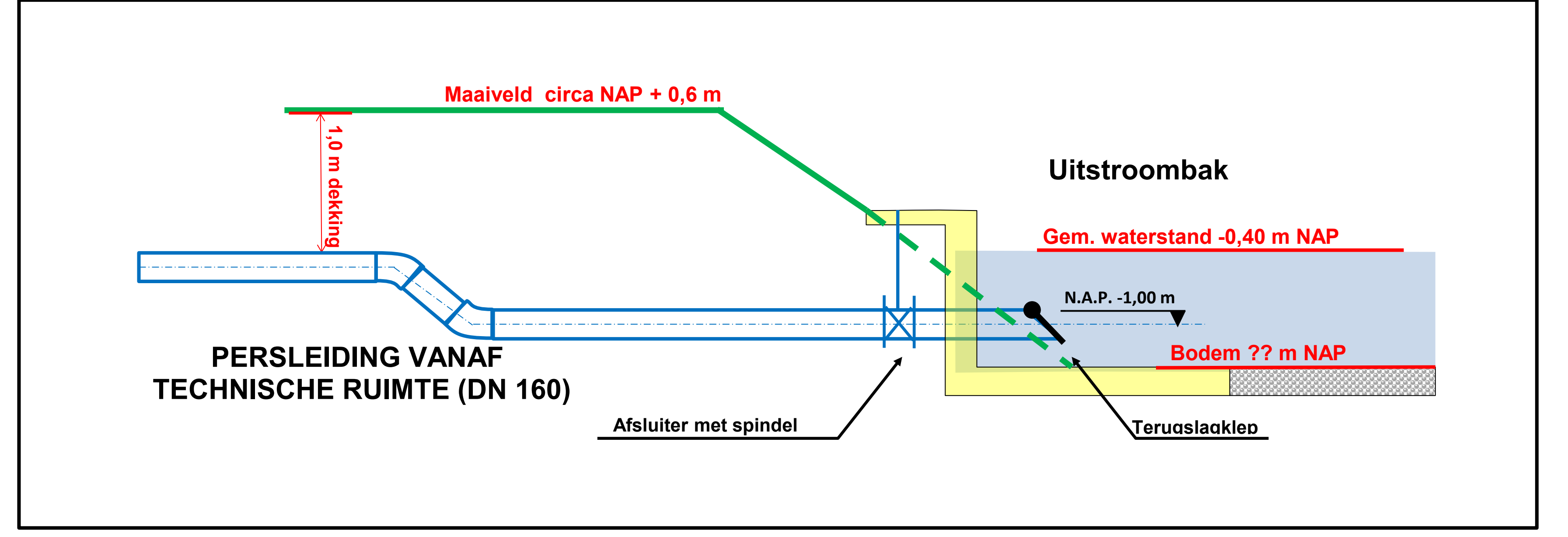
Hw	: Minimum waterlevel	-0.55	[LEVEL in m]			
Pa	: Atmospheric pressure	10.1	[mwwk]			
T	: Temperature	20.0	[°C]			
Rho	: Density	1.0	[kg/l]			
Pv	: Vapour pressure	0.24	[mwwk]			
z-h	: Centrelime impeller	1.40	[LEVEL in m]			
NPSHa	: Net Positive Suction Head available	1.40	[LEVEL in m]			
NPSHr	: Net Positive Suction Head required	7.92	[mwwk]		Hw - z-h + Pa - Pv	
Lsua	: Losses (dynamic losses in suction, etc)	1.00	[mwwk]			
NPSHa - NPSHr - Lsua	: Available immersion depth	2.04	[mwwk]			
Sw	: Available immersion depth	2.04	[m]			

NIET OP SCHAAL

BOVENAANZICHT



UITSTROOMCONSTRUCTIE



Bijlage

B.2 Voorlopig ontwerp bronnet



OVERZICHTSTEKENING
SCHAAL 1:500

Leidinglengtes (m)			
		AANVOER	RETDOUR
TE0	DN200	73	-
	DN160	-	136
WKO	DN200	73	190
BRONNET	DN200	102	100
	DN160	126	126
	DN125	19	18
	DN110	132	132
	DN75	17	18

Legenda	
—	Aanvoerleiding
—	Retourleiding

2	Aanpassing locatie inlaat en uitlaat TEO		J. POLDERVAART	M. VAN OOSTENDE	K. EVERSE	22-11-2021		
1	Aanpassing leidingdiameters		J. POLDERVAART	M. VAN OOSTENDE	K. EVERSE	02-11-2021		
0	CONCEPT		J. POLDERVAART	M. VAN OOSTENDE	K. EVERSE	15-10-2021		
revisie	omschrijving		getekend	gecontroleerd	akkoord	datum		
opdrachtgever Gemeente Amsterdam								
project VO TEO HAVENSTRAATTERREIN			 Royal HaskoningDHV <i>Enhancing Society Together</i> HaskoningDHV Nederland B.V. WATER & MARITIME					
omschrijving OVERZICHTSTEKENING TRACE								
documentstatus CONCEPT							documentversie 1.2	
projectnummer / tekeningnummer BI2571 / 0001-00								
formaat A1	schaal 1:500	fase VO	bladnr. 01	van 01				

Bijlage

B.3 CAPEX TEO-installatie

PROJECT	:	TEO HAVENSTRAATTERREIN	
PROJECT NR.	:	BI2571	TYPICAL NR. :
BETREFT	:	BOUWKOSTENRAMING	
OPSTELLER	:	WILLEM KES, GUUS V. BEVEREN	INITIALEN: WK



WERKTUIGBOUWKUNDIGE INSTALLATIES

Instroomwerk WTB

Krooshek (RVS)	:	1	stuk(s)	*	€ 5,000	=	€ 5,000
Niveaumeters	:	2	stuk(s)	*	€ 750	=	€ 1,500
							€ 6,500

Appendages

Appendages in technische ruimte (afsluiters)	:	6	stuk(s)	*	€ 1,650	=	€ 9,900
Leidingwerk in technische ruimte (inschatting incl. bochtstukken, montage, etc.)	:	50	meter	*	€ 150	=	€ 7,500
Voetklep en afsluiter DN200 (zuigleiding)	:	2	stuk(s)	*	€ 1,800	=	€ 3,600
Terugslagklep en afsluiter DN160 (persleiding)	:	2	stuk(s)	*	€ 1,500	=	€ 3,000
							€ 24,000

Subtotaal WTB

€ 30,500

PROJECT	:	TEO HAVENSTRAATTERREIN	
PROJECT NR.	:	BI2571	TYPICAL NR. :
BETREFT	:	BOUWKOSTENRAMING	
OPSTELLER	:	WILLEM KES, GUUS V. BEVEREN	INITIALEN: WK

**WERKTUIGBOUWKUNDIGE INSTALLATIES - WARMTWISSELAAR****SKID XYLEM**

Complete skid @ 120 m3/h (pompen, filters, warmtewisselaars, etc.)	:	1	stuk(s)	*	€ 195,000	=	€ 195,000	
								€ 195,000

Subtotaal warmtewisselaar € 195,000

Werktuigbouwkundige installaties totaal gespecificeerde raming € 225,500

WERKTUIGBOUWKUNDIGE INSTALLATIES - DIRECTE BOUWKOSTEN OP BASIS VAN PERCENTAGES (EXCL. SKID)

Engineeringskosten aannemer	:	10%		*	€ 30,500	=	€ 3,050	
Eenmalige kosten (FAT, SAT, keuringen etc.)	:	3%		*	€ 30,500	=	€ 915	
Algemene bouwplaats- en uitvoeringskosten (voorzieningen, personeel, gas water elect)	:	9%		*	€ 30,500	=	€ 2,745	
Algemene kosten (overhead aannemer)	:	7%		*	€ 30,500	=	€ 2,135	
Winst & Risico	:	6%		*	€ 30,500	=	€ 1,830	
								€ 10,675

Werktuigbouwkundige installaties totaal incl. directe bouwkosten € 236,175

Onvoorzien objectrisico WTB (onvolledigheid binnen de scope)	:	25%		*	€ 30,500	=	€ 7,625	
								€ 7,625

Werktuigbouwkundige installaties totaal excl. BTW € 243,800

PROJECT	:	TEO HAVENSTRAATTERREIN	
PROJECT NR.	:	BI2571	TYPICAL NR. :
BETREFT	:	BOUWKOSTENRAMING	
OPSTELLER	:	WILLEM KES, GUUS V. BEVEREN	INITIALEN: WK



ELEKTROTECHNISCHE INSTALLATIE EN AUTOMATISERING

E/A installaties - energie & besturing

Aansluitkosten electra aansluiting (incl. kabel vanaf straat +/-20m)	:	1	/post	*	€ 20,000	=	€ 20,000
KPN-ADSL aansluiting	:	1	/post	*	€ 3,000	=	€ 3,000
Frequentie Omvormers (FO's), 1x 7,5 Kw	:	1	stuk(s)	*	€ 2,500	=	€ 2,500
Energievoorziening	:	1	stuk(s)	*	€ 5,000	=	€ 5,000
Communicatie	:	1	stuk(s)	*	€ 2,500	=	€ 2,500
Aardingsinstallatie en potentiaalvereffening	:	1	stuk(s)	*	€ 4,000	=	€ 4,000
							€ 37,000

Subtotaal E/A-installatie - energie & besturing € 37,000

Elektrotechnische & Automatiseringsinstallaties totaal gespecificeerde raming € 37,000

ELEKTROTECHNISCHE EN AUTOMATISERINGSINSTALLATIES - DIRECTE BOUWKOSTEN OP BASIS VAN PERCENTAGES

Engineeringskosten aannemer	:	15%		*	€ 37,000	=	€ 5,550
Eenmalige kosten (FAT, SAT, keuringen etc.)	:	3%		*	€ 37,000	=	€ 1,110
Algemene bouwplaats- en uitvoeringskosten (voorzieningen, personeel, gas water electra etc.)	:	9%		*	€ 37,000	=	€ 3,330
Algemene kosten (overhead aannemer)	:	7%		*	€ 37,000	=	€ 2,590
Winst & Risico	:	6%		*	€ 37,000	=	€ 2,220
							€ 14,800

Elektrotechnische & Automatiseringsinstallaties totaal incl. directe bouwkosten € 51,800

Onvoorzien objectrisico E&A (onvolledigheid binnen de scope)	:	15%		*	€ 51,800	=	€ 7,770
							€ 7,770

Elektrotechnische & Automatiseringsinstallaties totaal excl. BTW € 59,570

PROJECT	:	TEO HAVENSTRAATTERREIN	
PROJECT NR.	:	BI2571	TYPICAL NR. :
BETREFT	:	BOUWKOSTENRAMING	
OPSTELLER	:	WILLEM KES, GUUS V. BEVEREN	INITIALEN: WK


CIVIELTECHNISCHE WERKZAAMHEDEN - INSTROOM-ONDERBOUW GEMAAL & UITSTROOMCONSTRUCTIE
instroomconstructie gemaal

<u>Grondwerk</u>					
Ontgraven bouwkuip + vervoer + aanvullen + afvoer overtollig	:	50	/m3	*	€ 15 = € 750
<u>Tijdelijke voorzieningen</u>					
<u>Tijdelijke damwandkuip (excl. deel permanent)</u>		100	/m2	*	€ 90 = € 9,000
Onderwaterbeton		20	/m3	*	€ 150 = € 3,000
Uitvullaag ondervloer gemaal		20	/m3	*	€ 100 = € 2,000
<u>Funderingsconstructies</u>					
Funderingspalen		4	stuk(s)	*	€ 1,500 = € 6,000
Trekankers		1	/post	*	€ 5,000 = € 5,000
<u>Betonwerk</u>					
Pre-fab pompput 2x1x3		1	stuk(s)	*	€ 15,000 = € 15,000
Installatie		1	/post	*	€ 10,000 = € 10,000
<u>Metaalwerken</u>					
Luiken		1	stuk(s)	*	€ 2,000 = € 2,000
Leuningwerk	:	2	/meter	*	€ 150 = € 300
Klein materiaal, transport diversen	:	1	/post	*	€ 1,000 = € 1,000
					€ 54,050

PROJECT	:	TEO HAVENSTRAATTERREIN	
PROJECT NR.	:	BI2571	TYPICAL NR. :
BETREFT	:	BOUWKOSTENRAMING	
OPSTELLER	:	WILLEM KES, GUUS V. BEVEREN	INITIALEN: WK

**Uitstroombouwconstructie**

Sloop- en opruimvoorzieningen	:						
Opnemen glooiing	:	100	/m2	*	€ 15	=	€ 1,500
Opnemen steenslag e.d.	:	0	/m2	*	€ 15	=	€ -
Grondwerk	:						
Ontgraven bouwkuip	:	100	/m3	*	€ 6	=	€ 600
Ontgraven uitstroombouw	:	0	/m3	*	€ 6	=	€ -
Aanbrengen glooiing	:	50	/m2	*	€ 30	=	€ 1,500
Betonwerk	:						
Pre-fab betonnen uitstroombouw	:	1	stuk(s)	*	€ 5,000	=	€ 5,000
installatie	:	1	/post	*	€ 5,000	=	€ 5,000
	:					=	€ -
	:					=	€ -
	:					=	€ -
Bodembescherming	:						
aanbrengen stortsteen	:	15	/m2	*	€ 100	=	€ 1,500
							€ 15,100

Subtotaal CT-werken - waterkering en uitstroombouwconstructie

€ 69,150

Civieltechnische- & bouwkundige werken totaal gespecificeerde raming

€ 69,150

CIVIELTECHNISCHE WERKZAAMHEDEN - DIRECTE BOUWKOSTEN OP BASIS VAN PERCENTAGES

Engineeringskosten aannemer	:	10%		*	€ 69,150	=	€ 6,915
Eenmalige kosten (Keuringen etc.)	:	3%		*	€ 69,150	=	€ 2,075
Algemene bouwplaats- en uitvoeringskosten (voorzieningen, personeel, gas water electra etc.)	:	9%		*	€ 69,150	=	€ 6,224
Algemene kosten (overhead aannemer)	:	8%		*	€ 69,150	=	€ 5,532
Winst & Risico	:	4%		*	€ 69,150	=	€ 2,766
							€ 23,511

Civieltechnisch- & bouwkundige werken totaal incl. directe bouwkosten

€ 92,661

Onvoorzien objectrisico civiel (onvolledigheid binnen de scope)

25%

* € 92,661 = € 23,165

€ 23,165

Civieltechnische- & bouwkundige werken totaal excl. BTW

€ 115,826

PROJECT	:	TEO HAVENSTRAATTERREIN	
PROJECT NR.	:	BI2571	TYPICAL NR. :
BETREFT	:	BOUWKOSTENRAMING	
OPSTELLER	:	WILLEM KES, GUUS V. BEVEREN	INITIALEN: WK



OVERIGE WERKZAAMHEDEN - ONDERZOEKEN

Geotechnisch onderzoek	:	1	stuk(s)	*	€ 10,000	=	€ 10,000
Explosieven onderzoek (n.t.b.)	:		stuk(s)	*	€ 10,000	=	€ -
Archeologisch onderzoek(n.t.b.)	:		stuk(s)	*	€ 10,000	=	€ -
Natuurtoets	:		meter	*	€ 3,000	=	€ -
Slibbodemonderzoek + bodemonderzoek	:		stuk(s)	*	€ 10,000	=	€ -
Aanvullende metingen geodesie	:		stuk(s)	*	€ 5,000	=	€ -
Onderzoek persleiding	:		stuk(s)	*	€ 5,000	=	€ -

€ 10,000

€ 10,000

Overige werkzaamheden totaal excl. BTW

TOTAAL OVERZICHT

Werkuigbouwkundige installaties totaal gespecificeerde raming	Aandeel WTB:	68%	€ 225,500
Elektrotechnische & Automatiseringsinstallaties totaal gespecificeerde raming	Aandeel E&A:	11%	€ 37,000
Civiltechnische- & bouwkundige werken totaal gespecificeerde raming	Aandeel C&B:	21%	€ 69,150

Gespecificeerde raming totaal exclusief directe bouwkosten

€ 331,650

Werkuigbouwkundige installaties totaal incl. directe bouwkosten	Aandeel WTB:	62%	€ 236,175
Elektrotechnische & Automatiseringinstallaties totaal incl. directe bouwkosten	Aandeel E&A:	14%	€ 51,800
Civiltechnisch- & bouwkundige werken totaal incl. directe bouwkosten	Aandeel C&B:	24%	€ 92,661

Bouwkosten totaal inclusief directe bouwkosten obv percentages

€ 380,636

Werkuigbouwkundige installaties totaal excl. BTW	Aandeel WTB:	58%	€ 243,800
Elektrotechnische & Automatiseringinstallaties totaal excl. BTW	Aandeel E&A:	14%	€ 59,570
Civiltechnische- & bouwkundige werken totaal excl. BTW	Aandeel C&B:	28%	€ 115,826

Bouwkosten totaal inclusief onvoorzien objectrisico (onvolledigheid binnen de scope) excl BTW

€ 419,196

Overige kosten (onderzoeken)

€ 10,000

Bouwkosten totaal excl. BTW (aanneemsom aannemer)

€ 429,196

Bijlage

B.4 OPEX TEO-installatie

Berekening energiekosten

=invullen

[illegible]

Bijlage

B.5 CAPEX Bronnet

KOSTENRAMING: Bronnet

UITVOERINGSMETHODE: Open ontgraving

Versiedatum 11-Nov-21

KOSTENRAMING

post nr.	omschrijving	aantal	eenheid	kosten/ eenheid [€]	kosten [€]	totaal [€]
100	kosten ontwerp en begeleiding onderzoeken en inmeten tracé ontwerp bestek, vergunningen aanbesteding		EUR EUR EUR EUR		1,750 4,000 7,500 2,500	15,800
200	Materiaalkosten PVC-U DN315 PN6 PVC-U DN200 PN6 PVC-U DN160 PN6 PVC-U DN125 PN6 PVC-U DN110 PN6 PVC-U DN75 PN6 Hulpstukken divers	20 505 252 37 264 35 1	m m m m m m post	116.7 51.80 33.50 25.80 16.20 9.00 4,000.00	2,334 26,159 8,442 955 4,277 315 4,000	23,200
300	uitvoeringskosten mobilisatie/demobilisatie uitvoeringswerkzaamheden aanbrengen leidingen in open ontgraving Aanbrengen mantelbuis middels persing bemaling sleufdiepte normaal inrichten en herstellen werkstrook Verwijderen / herstellen open verharding Beproeven leiding Verkeersvoorzieningen Algemene kosten winst en risico	1 618 20 618 0 0 3 1 1	stelpost m tracé m tracé m tracé m tracé m2 stelpost stuk post	5,000.00 25.00 150.00 15.00 10.00 30.00 2,500.00 2,000.00 25.00%	5,000 15,450 3,000 9,270 0 0 7,500 2,000 10,555	26,400
400	Kosten in- en uit bedrijf stellen leiding kosten in- en uit bedrijf stellen leiding	1	stuk	3,000.00	3,000	3,000
500	directievoering en toezicht directievoering en toezicht (6 wk)	4	week	2000	8,000	8,000
600	nazorg, (financiële) afwikkeling nazorg, (financiële) afwikkeling	1	stelpost	2500	2,500	2,500
700	grondzaken grondzaken	0	stuk	0.00	0	0
				projectsom		78,900
800	projectorganisatie projectorganisatie	% projectsom		4.0%	3,156	
900	onvoorzien onvoorzien	% kosten		10.0%	7,890	
SUBTOTAAL [€]						90,000