

Onderbouwing EMG Arenapoort

Datcenter restwarmte uitkoppeling



14-6-2022

Rapportage

Documentnummer
Auteur(s)
Versie
Status
Opdrachtgever

GV22012-GAM-Onderbouwing EMG-Arenapoort_v1.0.docx
Cees de Wit, Christiaan van Soest
Versie 1.0
Definitief
Gemeente Amsterdam

Onderbouwing EMG Arenapoort

GV22012-GAM-Onderbouwing EMG-Arenapoort_v1.0.docx

Colofon

Opdrachtgever
Contactpersoon

Gemeente Amsterdam
Steven Roerink, Richard Ruijtenbeek

✗ Gemeente
✗ Amsterdam
✗

Opdrachtnemer
Auteur(s)
Datum
Gecontroleerd door

Greenvis, onderdeel van DWTM
Cees de Wit, Jop van Rookhuijzen
14 juni 2022
Christiaan van Soest

GREENVIS
ONDERDEEL VAN DE WARMTETRANSITIEMAKERS

Contactgegevens

Contactpersoon
Email
Telefoon

Christiaan van Soest
christiaan.van.soest@dwtm.nl
+31 6 41 59 44 69

Disclaimer

Dit rapport is gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied en uitgangspunten. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteurs en DWTM B.V. kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit dit rapport

Inhoudsopgave

1	Inleiding bij datacenter restwarmte uitkoppeling	3
2	De waardering van datacenter restwarmte volgens Bijlage P van de NTA8800;2022	3
3	Restwarmte uitkoppeling van datacenter AM7 naar Eleven Square	4
4	Duurzaamheidprestaties van het systeem	4
5	Het effect van de hulpenergie	5
6	De invloed van de totale warmtevraag	5
7	Het distributieverlies	6
8	Het effect van betere distributiepompen	7
9	Samenvatting	8
10	Conclusie	8

1 Inleiding bij datacenter restwarmte uitkoppeling

In Amsterdam is er veel datacenter restwarmte beschikbaar. De gemeente Amsterdam wil deze duurzame vorm van energie graag nuttig inzetten. Er is echter onduidelijk hoe duurzaam de inzet van deze restwarmte is volgens de EMG-normeringen (Energiebesparende Maatregelen op Gebiedsniveau).

Om hier inzicht in te krijgen heeft Greenvis een concept EMG-berekening opgesteld voor de restwarmte uitkoppeling van het AM7-datacenter naar het kavel van Eleven Square. Deze notitie geeft verdere onderbouwing achter de uitkomsten van de EMG-berekening. Er wordt uitgebreid ingegaan op de algemene energieprestatie berekening voor datacenter restwarmte en hoe dit uitpakt voor het systeem in Amsterdam. Daarnaast is er extra aandacht voor de invloed van de belangrijkste parameters.

2 De waardering van datacenter restwarmte volgens Bijlage P van de NTA8800;2022

Volgens de NTA8800:2022 is restwarmte volledig hernieuwbaar of ‘fossiel vrij’. Er is hier geen onderscheid gemaakt tussen verschillende soorten restwarmte, dus datacenter restwarmte valt ook onder restwarmte. Wel moet er rekening worden gehouden met de energie die nodig is voor het beschikbaar maken van restwarmte, de hulpenergie. Deze hulpenergie is afkomstig uit het landelijke elektriciteitsnet. De forfaitair waarde voor de fp:del van restwarmte is 0,1. Aangezien de fp:del van het landelijk net vaststaat, is de enige parameter die de fp:del van restwarmte kan verbeteren het specifieke verbruik van elektrische hulpenergie om de restwarmte uit te koppelen.

De benodigde hulpenergie voor restwarmte uitkoppeling wordt gegeven door;

$$W_{HD;aux;gen;rw} = Q_{HD;gen;rw} * f_{rw;aux;spec} \tag{1}$$
$$f_{P;del;rw} = \frac{W_{HD;aux;gen;rw} * f_{P;del;el}}{Q_{HD;gen;rw}} \tag{2}$$

In deze formules is;

$W_{HD;aux;gen;rw}$	De hoeveelheid benodigde elektrische hulpenergie in kWh
$Q_{HD;gen;rw}$	De hoeveelheid restwarmte die aan het externe systeem wordt geleverd in kWh.
$f_{rw;aux;spec}$	Het specifieke elektrische hulpenergiegebruik voor het beschikbaar maken van restwarmte (rw) in kWh _e /kWh _{rw} . De forfaitaire waarde is 0,07 kWh _e /kWh _{rw} .
$f_{P;del;rw}$	Primaire energiefactor van restwarmte bij levering aan het externe systeem.
$f_{P;del;el}$	De primaire energiefactor van het landelijke elektriciteitsnet. Deze waarde is 1,45.

Formules 1 en 2 kunnen worden gecombineerd tot;

$$f_{P;del;rw} = f_{rw;aux;spec} * f_{P;del;el} \tag{3}$$

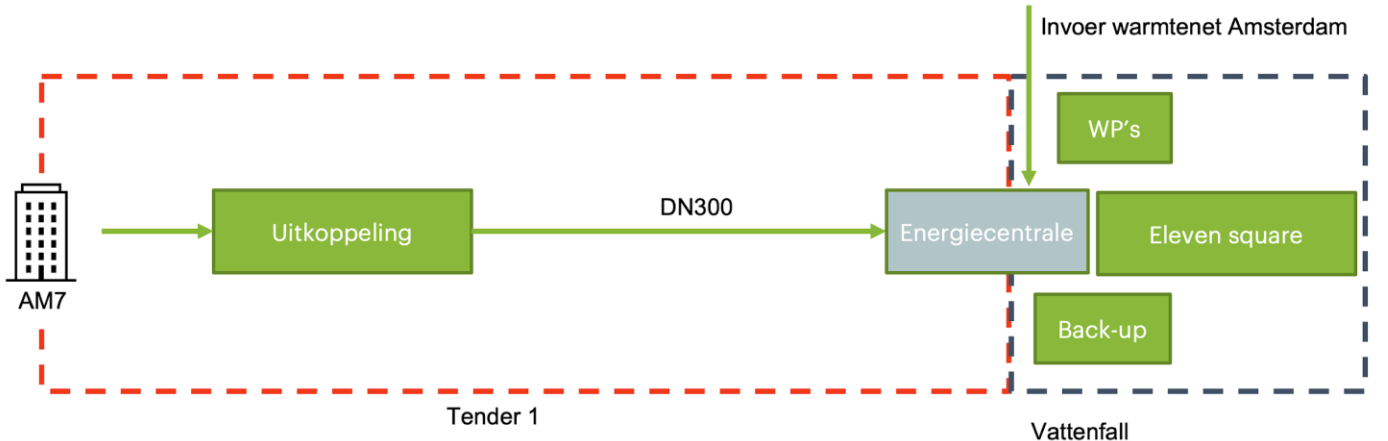
Met de forfaitaire waardes van het specifieke elektrisch hulpverbruik (0,07 kWh_e/kWh_{rw}) en de primaire energiefactor (1,45) krijgen we dan;

$$f_{P;del;rw} = 0,07 * 1,45 = 0,10 \tag{4}$$

Deze 0,10 is de forfaitaire waarde voor fp:del van restwarmte, zoals volgens de NTA8800 mag worden toegepast. Deze fp:del doelt op de uitkoppeling of opwekking van restwarmte. De verliezen van de distributie in een warmtenet zijn nog niet meegenomen.

3 Restwarmte uitkoppeling van datacenter AM7 naar Eleven Square

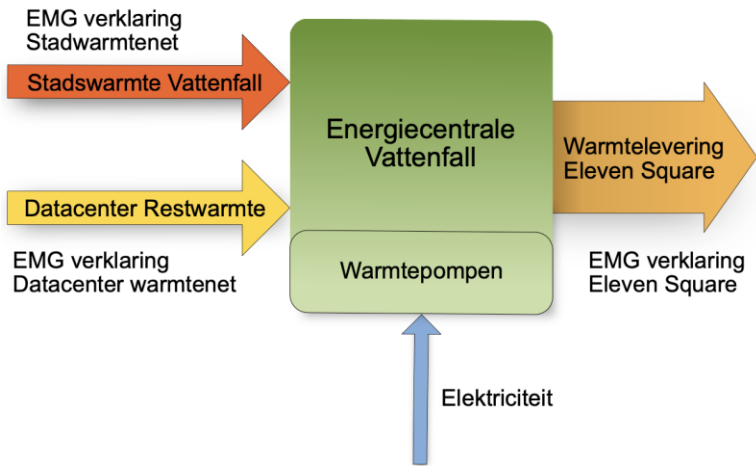
De energieprestatieberekening betreft de warmteleiding van het AM7 datacenter naar Eleven Square, zie Figuur 1. Voorzien wordt een DN300 leidingdiameter. De binnen diameter en buiten diameter van deze leiding zijn respectievelijk 290 en 355 mm. Deze leiding brengt restwarmte van het datacenter met 28 graden naar de afleverset in de energiecentrale bij Eleven Square. Na deze afleverset wordt geleverde warmte opgewaardeerd door warmtepompen en gecombineerd met warmte uit het Amsterdamse stadswarmtenet van Vattenfall. Het voorlopige tracé van deze leiding is 1542 m.



Figuur 1 Systeemdemarkatie van AM7 datacenter restwarmte uitkoppeling naar de energiecentrale van Eleven Square

Relevant om te vermelden is dat de DN300 leidingdiameter van de datacenter restwarmteleiding ruim groter is dan de geplande warmtebehoefte van het Eleven Square kavel. Dit maakt het mogelijk om in de toekomst ook andere kavels / afnemers aan te sluiten op de warmteleiding.

De scope van deze energieprestatie berekening betreft alleen de uitkoppeling van datacenter restwarmte i.c.m. een warmteleiding tot de energiecentrale van Eleven square. De warmte opwaardering en levering op het Eleven Square kavel is een activiteit van Vattenfall en valt zodoende buiten scope van de energieprestatie berekening. Vattenfall zal een extra EMG-verklaring opstellen waarin de specifieke duurzaamheid prestatie op het Eleven Square kavel wordt berekend, zoals geïllustreerd in Figuur 2.



Figuur 2: Energiestromen bij de Energiecentrale van Vattenfall. Bij Eleven Square wordt een aparte EMG verklaring opgesteld, waar de invoer van het stadswarmtenet en datacenter restwarmte is meegenomen. Geadopteerd van een figuur van Vattenfall.

Bij datacenter restwarmtelevering zal de temperatuur zoals door het warmtenet geleverd moeten worden opgewaardeerd. De temperatuur van het warmtenet zorgt voor een betere COP van de warmtepompen op de aangesloten kavels. De energieprestatie van de datacenter restwarmte uitkoppeling en levering moet wel worden meegewogen in de uiteindelijke energieprestatie van de warmte- en koudevoorziening van de aangesloten kavels. Met andere woorden, de verbetering van de efficiëntie van de warmtepompen op de aangesloten kavels moet opwegen tegen het primair energieverbruik van de datacenter restwarmteleiding.

4 Duurzaamheidprestaties van het systeem

De energieprestatie van de warmteleiding voor datacenter restwarmte uitkoppeling kan worden vergeleken met de forfaitaire waarden voor restwarmte uitkoppeling, zie Tabel 1. De benuttingsgraad van de warmteleiding is daarbij een relevante factor.

De forfaitaire energieprestatie van restwarmte (Tabel 1, rij 1) gebruiken we als referentiewaarden. Merk op dat in deze waarde alleen de opwek van restwarmte is meegenomen. Er is geen rekening gehouden met het energieverbruik en de warmteverliezen die worden toegeschreven aan warmteleiding.

Wanneer de DN300 warmteleiding wél wordt meegenomen én er wordt gerekend met een forfaitaire restwarmte uitkoppeling (Tabel 1, rij 2), dan volgt t.o.v. de referentie een duidelijk slechtere energieprestatie. Hierbij is het goed om op te merken dat in de berekening alleen rekening is gehouden met warmtelevering aan Eleven Square. De beschikbare leidingcapaciteit is dus onderbenut, waardoor pompenergie en warmteverliezen relatief hoog zijn.

Wanneer bij de uitkoppeling van datacenter restwarmte wordt gerekend met een realistischer energieverbruik (Tabel 1, rij 3), dan volgt t.o.v. de referentie een duidelijk betere energieprestatie. Merk op dat er nog altijd alleen wordt gerekend met warmtelevering aan Eleven Square. Nog altijd is de leidingcapaciteit in dit geval onderbenut.

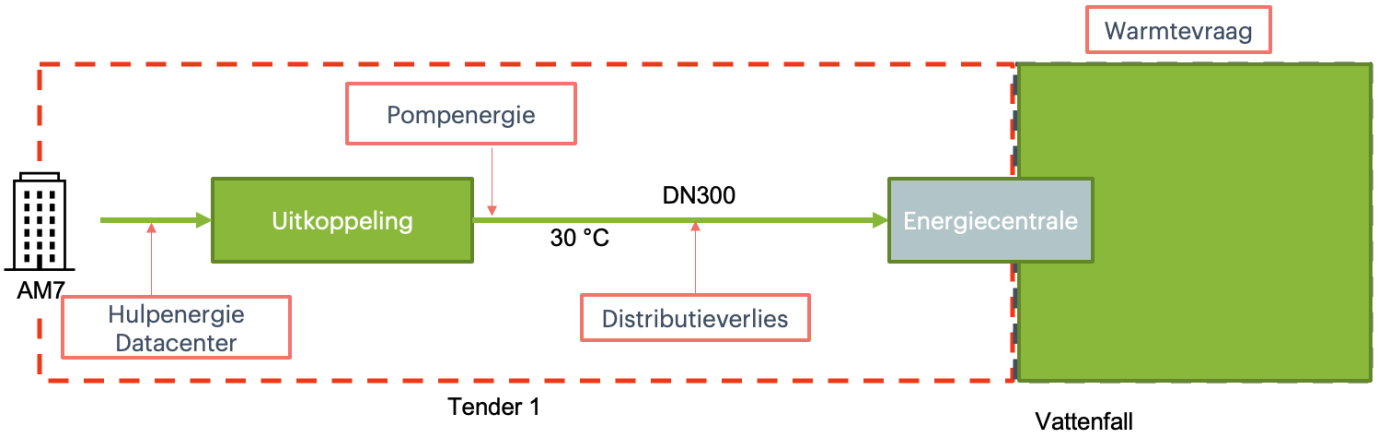
Tabel 1 Energieprestatie indicatoren voor het warmtesysteem. Merk op dat de som van de fp;ren en fp;del niet optelt tot één. Dit komt doordat de distributieverliezen verschillend effect heeft voor beide waarden.

	Fp;del	Fp;ren	KCO2 [kg/kWh]
Forfaitaire waarde restwarmte benutting	0,10	0,90	0,02
Warmtenet met forfaitaire restwarmte uitkoppeling	0,18	0,89	0,05
Warmtenet met verbeterde restwarmte uitkoppeling	0,07	0,96	0,02

Figuur 3 toont de belangrijkste parameters met een impact op de energieprestatie, dit zijn;

- De hulpenergie voor de uitkoppeling van restwarmte
- Het distributieverlies in de warmteleiding
- De warmtevraag in het systeem
- De pompenergie voor het distributienet

In de volgende hoofdstukken wordt toegelicht hoe groot het effect van deze verschillende parameters is op de duurzaamheidsscore. Daarbij wordt gefocust op de primaire energiefactor, de fp;del, die volgens de norm afrondt op 2 decimalen.



Figuur 3 Belangrijkste parameters voor de duurzaamheidsindicatoren.

5 Het effect van de hulpenergie

Zoals in hoofdstuk 2 is beschreven wordt de primaire energiefactor voor (datacenter)restwarmte bepaald door de hoeveelheid elektrische energie die nodig is om de restwarmte uit te koppelen. Hierbij gaat het om de pompenergie die nodig is, maar ook ventilatoren, regelingen, beveiligen etc.

Zoals te zien in vergelijking 4 komt met de forfaitaire waarde voor de uitkoppeling voor restwarmte (0,07 kWh_e/kWh_{th}) de fp:del:rw uit op 0,1. Dit is de forfaitaire waarde waar mee mag worden gerekend als er gebruik wordt gemaakt van restwarmte. Dit is nog niet de primaire energiefactor van het energiesysteem, omdat verliezen in de warmtedistributie nog niet worden meegerekend.

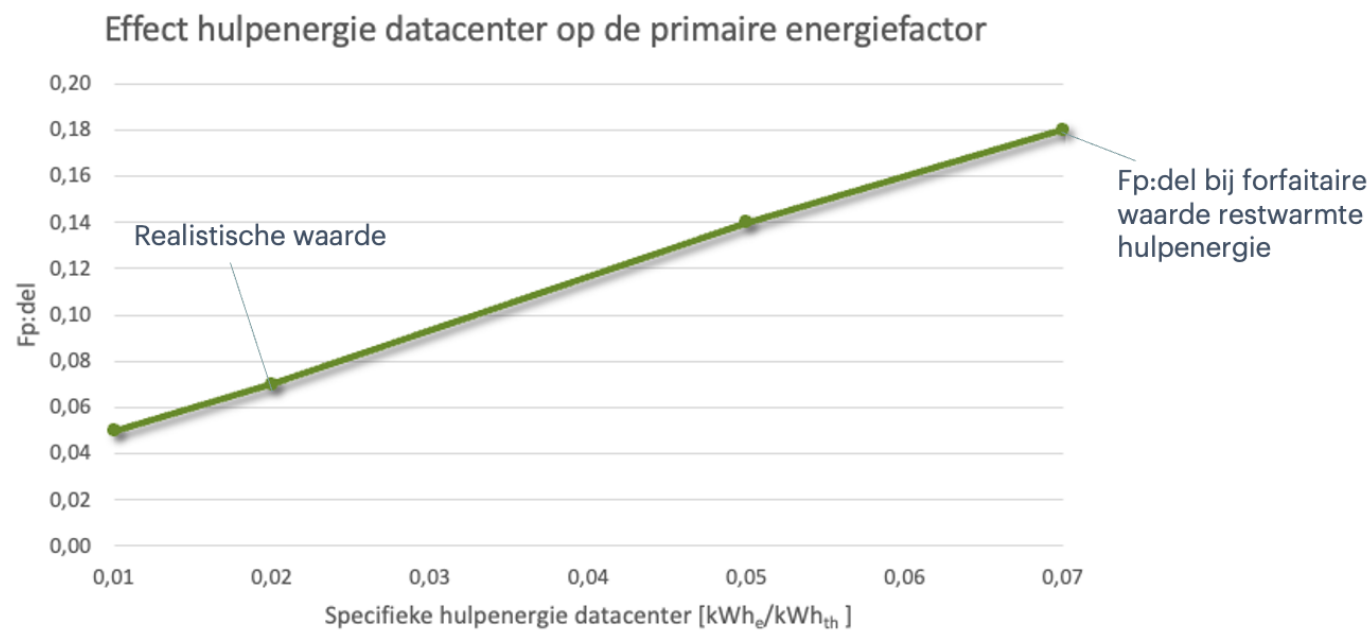
De forfaitaire waarde voor het hulpenergieverbruik (frw;aux;spec) van 0,07 kWh_e/kWh_{th} stelt dat er 0,07 kWh elektriciteit nodig is om 1 kWh restwarmte uit te koppelen. We weten dat dit een conservatieve inschatting is, zeker voor datacenter restwarmte uitkoppeling. Tijdens een interview met Hans Schelvis van Equinix is genoemd dat de typisch benodigde hulpenergie voor het uitkoppelen van datacenter restwarmte tussen de 0,005 kWh_e/kWh_{th} en 0,02 kWh_e/kWh_{th} ligt. Als we voor datacenter restwarmte rekenen met een specifiek hulpenergieverbruik van 0,02 kWh_e/kWh_{th}, dan volgt een primaire energiefactor van:

$$f_{p:del;rw} = f_{rw;aux;spec} * f_{p:del;el} = 0,02 * 1,45 = 0,029 \quad 5$$

Wat direct opvalt is dat deze score ongeveer 3x beter dan de forfaitaire primaire energiefactor van 0,1. Deze energiefactor kijkt echter nog niet over naar gehele systeem. Figuur 4 laat het effect van de specifieke hulpenergie op de primaire energiefactor van het gehele warmtesysteem zien:

- Als er wordt gerekend met een forfaitaire hulpenergie van 0,07 kWh_e/kWh_{th}, dan volgt voor de warmte uitkoppeling en de warmteleiding een fp:del van 0,18.
- Als er wordt gerekend met een forfaitaire hulpenergie van 0,02 kWh_e/kWh_{th}, dan volgt voor de warmte uitkoppeling en de warmteleiding een fp:del van 0,07.

Geconcludeerd mag dus worden dat het effect van hulpenergie erg groot is op de duurzaamheidsindicatoren.

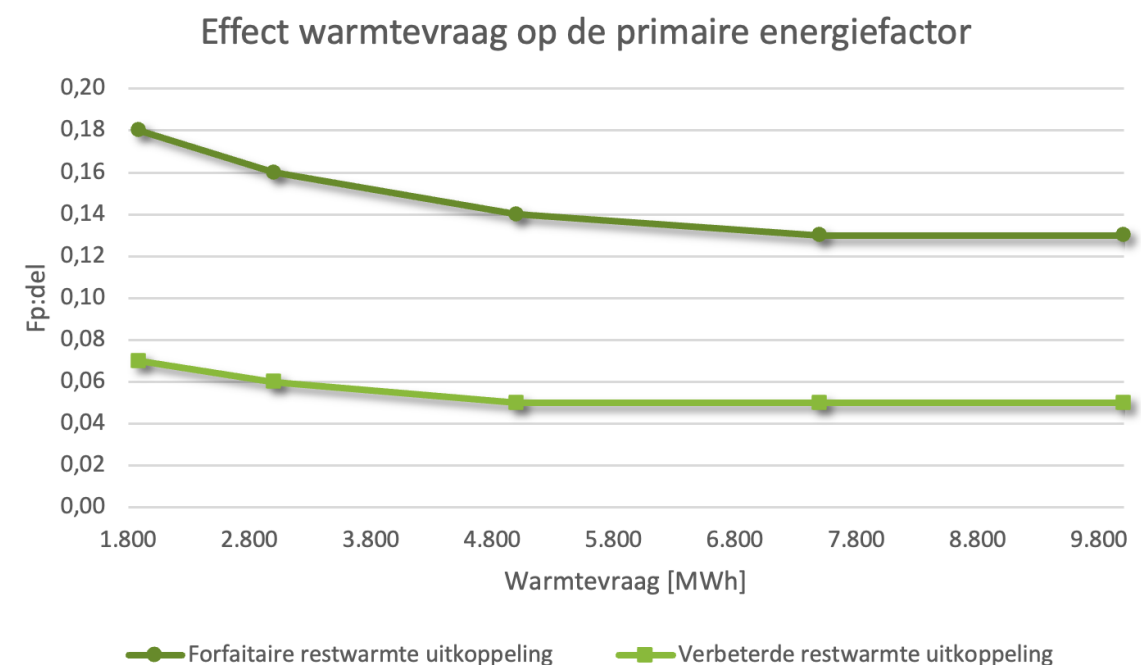


Figuur 4 Effect specifieke hulpenergie voor het beschikbaar maken van datacenter restwarmte op de primaire energiefactor van het hele systeem.

6 De invloed van de totale warmtevraag

Wanneer het warmtesysteem alleen aan Eleven Square warmte levert wordt de leidingcapaciteit niet volledig benut. De leidingcapaciteit wordt beter benut als er naast Eleven Square meer afnemers worden aangesloten. Een betere benutting van de capaciteit zorgt voor een betere primaire energiefactor. De leidingverliezen blijven namelijk gelijk, terwijl de totale warmtelevering groter wordt. Hierdoor verbeterd de efficiëntie van het systeem.

Bij de huidige warmtevraag van 1.890 MWh is de fp:del 0,07. Vanaf ongeveer 4.800 MWh is de fp:del 0,05, waarna de fp:del ook bij grotere warmtelevering gelijk blijft. Omdat het distributieverlies t.o.v. de warmtelevering relatief steeds kleiner wordt, neemt de significantie van de distributieverliezen af naarmate de warmtelevering groter wordt.

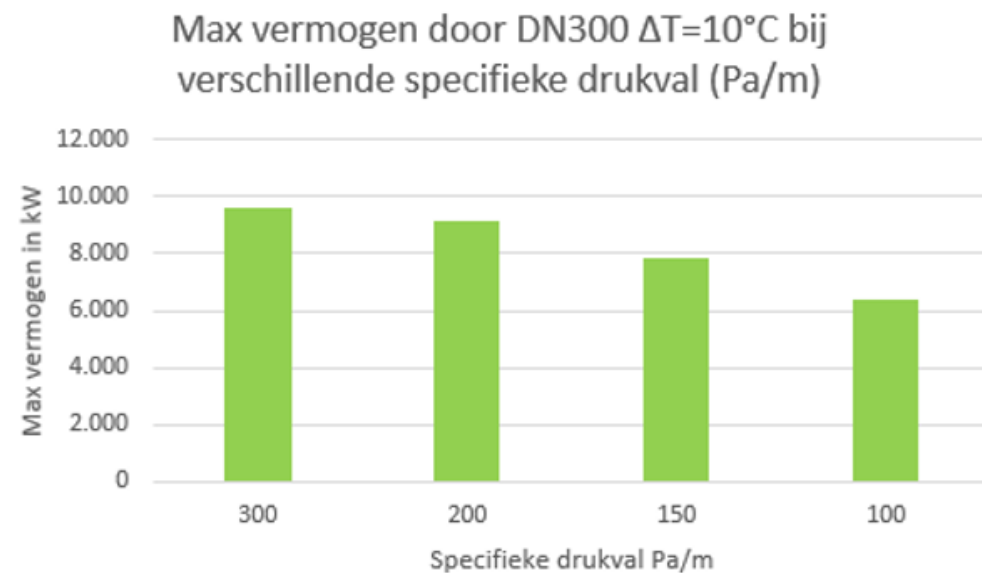


Figuur 5; Invloed van de warmtevraag op de primaire energiefactor. Bij een grotere warmtevraag wordt de warmteleiding beter benut, waardoor de primaire energiefactor daalt. De hulpenergie voor forfaitaire en verbeterde restwarmte uitkoppeling zijn respectievelijk 0,07 kWh_e/kWh_{th} en 0,02 kWh_e/kWh_{th}.

Bij een forfaitaire hulpenergie voor restwarmte uitkoppeling van 0,07 kWh_e/kWh_{th} volgt bij de huidige warmtevraag van 1.890 MWh een fp:del van 0,18. Als de warmtelevering toeneemt tot ongeveer 7.500 MWh daalt de fp:del naar 0,13. Bij een veel hogere warmtevraag zakt de fp:del tot een minimum van 0,12.

7 Het distributieverlies

De volgende belangrijke parameter is het distributieverlies. Het distributieverlies is afhankelijk van de lengte van het tracé, de diameter van de leiding, de isolatie en de temperatuur van de leiding. In dit tracé is de buis een PE 100 DR 11 Ø290mm (DN300) met een temperatuur van 28 °C. Deze warmteleiding is ongeïsoleerd. Bij een delta T van 10 °C ligt het maximale vermogen voor deze warmteleiding tussen de 6 MW en 10 MW, zoals te zien in Figuur 6. De warmtevraag van Eleven Square is geschat op 0,6 MW. Dat is dus tien keer minder dan de transportcapaciteit van de warmteleiding. Dit is bewust zo ontworpen, zodat de warmteleiding in de toekomst aan meer systemen warmte kan leveren. Een grotere leidingdiameter heeft wel effect op het warmteverlies. De stroomsnelheid is laag omdat niet de volle capaciteit wordt benut. Daarnaast hebben grotere leidingdiameters een hoger warmteverlies dan kleinere leidingdiameters. Dat is vanwege hun grotere buitenoppervlakte.



Figuur 6; Het maximale vermogen van de warmteleiding met een binnendiameter van 290 mm (categorie DN300) afhankelijk van de specifieke drukval. De delta T van de leiding is 10 graden.

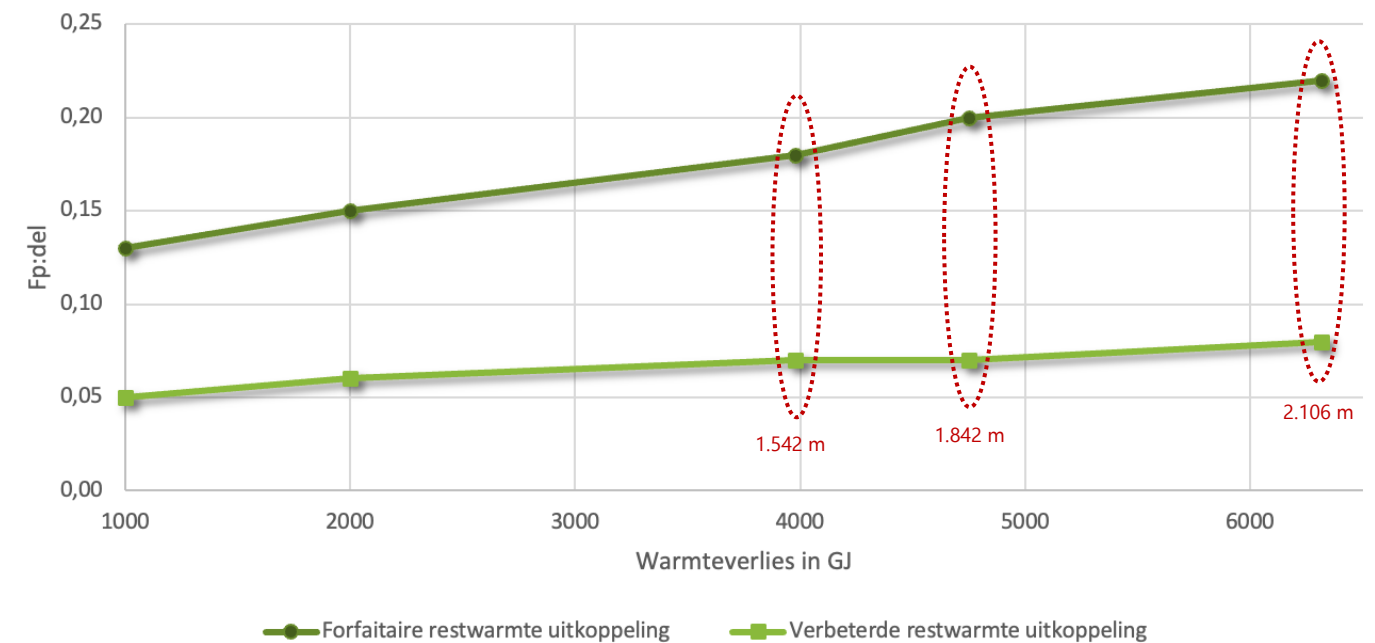
De andere twee factoren met impact op de uiteindelijke energieprestatie zijn de tracé lengte en de isolatie van de leiding. Een korter tracé en betere isolatie verlagen de warmteverliezen en leiden tot een betere primaire energie factor. Figuur 7 toont de invloed van het warmteverlies op de primaire energiefactor van het warmtesysteem. Het betreft de algemene invloed van het warmteverlies, ongeacht de oorzaak van het warmteverlies. Ter illustratie is het effect van drie verschillende tracé lengtes het volgende:

- Tracé lengte van 1.542m; warmteverlies per jaar 3.977 GJ en een fp:del van 0,07.
- Tracé lengte van 1.842m; warmteverlies per jaar 4.748 GJ en een fp:del van 0,07.
- Tracé lengte van 2.106m; warmteverlies per jaar 5.432 GJ en een fp:del van 0,08.

Deze verliezen zijn rood omcirkeld in Figuur 7. De tracé lengte van 1.542m is in de rest van deze rapportage gebruikt, zoals haalbaar geacht door Amsterdam Engineering

Bij een aanpassing van de binnendiameter van 290 naar 200 mm daalt het warmteverlies van 3.977 GJ naar 3.333 GJ. Dit is een verbetering van 16%, maar heeft weinig invloed op de afgeronde fp:del. Deze blijft namelijk 0,07 bij beide diameters, onder meer vanwege de door de NTA8800 voorgeschreven afronding op twee decimalen.

Effect warmteverlies op de primaire energiefactor



Figuur 7; Het effect van het warmteverlies op de primaire energiefactor. Het warmteverlies is afhankelijk van de lengte van het tracé, de diameter van de leiding en de isolatie en de temperatuur van de leiding. De hulpenergie voor forfaitaire en verbeterde restwarmte uitkoppeling zijn respectievelijk 0,07 kWh_e/kWh_{th} en 0,02 kWh_e/kWh_{th}. De beschreven verliezen bij de verschillende tracés zijn rood omcirkeld.

Wanneer er met een forfaitaire hulpenergie van 0,07 kWh_e/kWh_{th} wordt gerekend is de invloed van het warmteverlies groter op de energieprestaties. Dit is geïllustreerd in Figuur 7. Het effect van de tracé lengtes verandert als volgt:

- Tracé lengte van 1.542m; warmteverlies per jaar 3.977 GJ en een fp:del van 0,18.
- Tracé lengte van 1.842m; warmteverlies per jaar 4.748 GJ en een fp:del van 0,20.
- Tracé lengte van 2.106m; warmteverlies per jaar 5.432 GJ en een fp:del van 0,22.

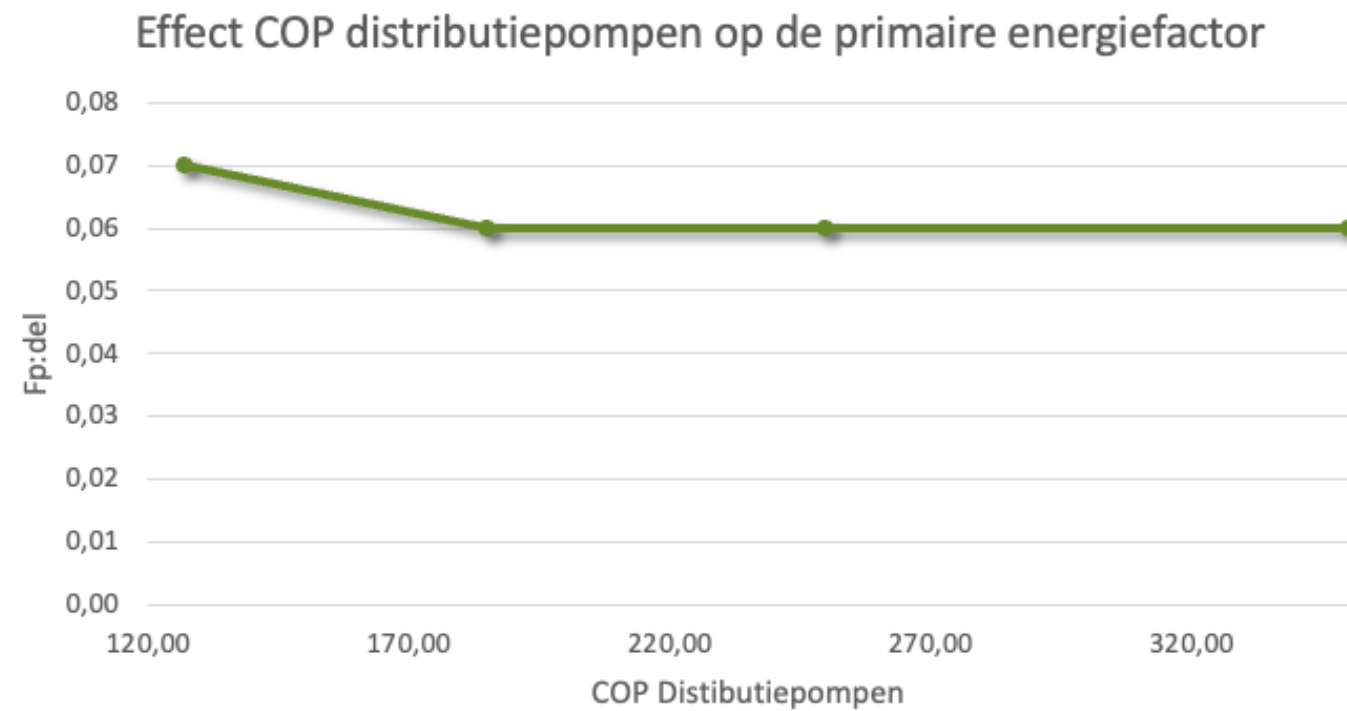
Deze verliezen zijn rood omcirkeld in Figuur 7.

Ook bij de forfaitaire hulpenergie voor de restwarmte uitkoppeling daalt het warmteverlies van de warmteleiding bij een aanpassing van de binnendiameter van 290 naar 200 mm van 3.977 GJ naar 3.333 GJ. Ook hier heeft dit maar heeft weinig invloed op de afgeronde fp:del, deze blijft namelijk 0,18 bij beide diameters.

8 Het effect van betere distributiepompen

Distributiepompen verplaatsen water door het systeem. Volgens de NTA8800 mag met een forfaitaire pomp-COP van 185 $\text{kWh}_e/\text{kWh}_{th}$ worden gerekend. Door het relatief lage temperatuurverschil van 10°C tussen aanvoer en retour in de datacenter restwarmteleiding voorzien we een relatief lage efficiëntie van de distributiepompen. In ons rekenmodel zijn we daarom uitgegaan van een pomp-COP van 127 $\text{kWh}_e/\text{kWh}_{th}$. Er is dus bewust gekozen voor een lagere pomp-COP.

Het rekenmodel laat zien dat de impact van de pomp-COP beperkt is. De $fp:del$ is 0,07 bij de doorrekening met een pomp-COP van 127 $\text{kWh}_e/\text{kWh}_{th}$. Bij een COP van 185 $\text{kWh}_e/\text{kWh}_{th}$ zakt deze $fp:del$ naar 0,06, waar deze ook bij hogere efficiëntie op blijft hangen. De conclusie is dan ook dat de impact van pomp-efficiency relatief beperkt is op de uiteindelijke energieprestatie, maar een verbetering is nog wel mogelijk.



Figuur 8: De invloed van de efficiëntie van de distributiepompen op de $fp:del$. De specifieke hulpenergie voor restwarmte uitkoppeling is 0,02 $\text{kWh}_e/\text{kWh}_{th}$.

9 Samenvatting

De energieprestatie indicatoren voor het warmtenet zijn afhankelijk van de gebruikte inputwaarden. De NTA8800:2022 biedt de mogelijkheid om met conservatieve ‘forfaitaire’ waarden te rekenen als er onvoldoende informatie over het systeem beschikbaar is. In dit onderzoek is gekeken naar wat het effect van verdere specificatie van verschillende inputwaarden op de uiteindelijke energieprestatie. Daarbij is vooral gekeken naar het primair energieverbruik per geleverde hoeveelheid warmte, de ‘fp;del’ van het systeem.

De belangrijkste parameters die van invloed zijn op de uiteindelijke fp:del van het systeem zijn:

- De benodigde hulpenergie voor uitkoppeling van datacenter restwarmte
- Het distributieverlies in het warmtenet
- De warmtevraag en benutting van de beschikbare leidingcapaciteit
- De pompenergie voor de warmteleiding

Hulpenergie voor uitkoppeling van datacenter restwarmte

Om datacenter restwarmte uit te koppelen is hulpenergie nodig. Het totale hulpenergieverbruik t.o.v. de uitgekoppelde restwarmte heeft de grootste impact op de uiteindelijke fp;del. Voorbeelden van hulpenergie zijn benodigde pompenergie, maar ook ventilatoren, regelingen, beveiligen etc.

- Bij een forfaitair hulpenergieverbruik van 0,07 kWh_e/kWh_{th} volgt uit het rekenmodel een fp;del van 0,18.
- Bij een realistisch hulpenergieverbruik van 0,02 kWh_e/kWh_{th} verbetert de fp;del naar 0,07.

Distributieverlies in het warmtenet

Het warmteverlies van de warmteleiding is afhankelijk van verschillende factoren, waaronder tracélengte, diameter, isolatie en temperatuur van de warmteleiding. In het huidige ontwerp is een warmteleiding tracélengte van 1.542m voorzien.

- Bij een warmteleiding tracélengte van 1.542m volgt uit het rekenmodel een fp;del van 0,07.
- Bij een langer tracé van 1.842m zorgen de extra warmteverliezen voor een slechtere fp;del van 0,08.

Aangesloten afnemers, totale warmtevraag en benutting van leidingcapaciteit

Met de aanvankelijke warmtelevering van 1.890 MWh per jaar aan Eleven Square wordt de beschikbare leidingcapaciteit niet volledig benut. Gevolg hiervan zijn relatief hoge warmteverliezen t.o.v. de geleverde hoeveelheid warmte. Als er in de toekomst meer afnemers worden aangesloten op de datacenter restwarmteleiding, dan nemen de relatieve warmteverliezen af.

- Bij het huidige leidingontwerp en een jaarlijkse warmtelevering van 1.890 MWh volgt een fp;del van 0,07.
- Bij een jaarlijkse warmtelevering van 7.500 MWh verbetert de fp;del naar 0,05.

Pompenergie voor distributiepompen

Als de pompen in de warmteleiding efficiënt werken, dan neemt het relatieve energieverbruik per geleverde hoeveelheid warmte af. Aangezien er een klein temperatuurverschil is tussen aanvoer- en retourleiding moet er relatief veel water worden verpompt. Daarom is gerekend met pomp-COP van 127, dat is lager dan de forfaitaire waarde waar volgens de NTA8800:2022 mee mag worden gerekend.

- Uit het rekenmodel volgt dat de impact van de pomp-COP beperkt is t.o.v. het uiteindelijke resultaat.
- In huidige configuratie daalt de fd:del van 0,07 naar 0,06 wanneer er met een forfaitaire COP van 185 wordt gerekend. Bij hogere efficiëntie blijft de fp:del 0,06.

Combinatie met temperatuur opwaardering

Bij datacenter restwarmtelevering zal de temperatuur zoals door het warmtenet geleverd moeten worden opgewaardeerd. De temperatuur van het warmtenet zorgt voor een betere COP van de warmtepompen op de aangesloten kavels. De energieprestatie van de datacenter restwarmte uitkoppeling en levering moet wel worden meegewogen in de uiteindelijke energieprestatie van de warmte- en koudevoorziening van de aangesloten kavels. Met andere woorden, de verbetering van de efficiëntie van de warmtepompen op de aangesloten kavels moet opwegen tegen het primair energieverbruik van de datacenter restwarmteleiding.

10 Conclusie

Volgens de rekenmethodiek mag bij het gebruik van een restwarmtebron worden gerekend met een forfaitair primair energieverbruik van 0,10. Daarin zijn het energieverbruik en warmteverliezen voor een warmteleiding nog niet opgenomen. Als die wel worden meegenomen voor de datacenter restwarmtelevering aan Eleven Square, dan volgt een primair energieverbruik van 0,18.

Factoren die van invloed zijn op het primair energieverbruik van de warmteleiding in Arenapoort zijn de hulpenergie voor de warmte uitkoppeling, het distributieverlies, benutting van de leidingcapaciteit en de efficiency van de distributiepompen. Hiervan heeft het hulpenergieverbruik voor warmte uitkoppeling de grootste impact. Wanneer gerekend wordt met een realistische waarde, dan volgt voor het systeem een primair energieverbruik van 0,07.

Als ook de andere factoren worden geoptimaliseerd, dan volgt voor het primair energieverbruik van datacenter restwarmte uitkoppeling en levering binnen Arenapoort een fp:del van 0,05.