

WarmtelinQ+ kan Leiden in de winter niet verwarmen

Bas van Poppel, Wim Scholten, 2021-11-07

Inleiding

De kern van de Transitie Visie Warmte 2021-2026 van de gemeente Leiden is de levering van Rotterdamse restwarmte, aangevuld met warmte uit diepe geothermie en aquathermie.

De GasUnie (=de beheerder van WarmtelinQ+) en de gemeente Leiden stellen dat de warmtepijp voorziet in het gebruik van Rotterdamse restwarmte voor verwarming en tapwater voor woningen in de Leidse regio. Over het aantal woningen komen we nog te spreken. De vraag in ons onderzoek is of WarmtelinQ+ inderdaad de benodigde aanvoer van warmwater kan garanderen. In dit document worden vragen over de duurzaamheid en de enorme kosten niet besproken. De WarmtelinQ pijp is ontworpen om de **gemiddeld** benodigde hoeveelheid warmwater te kunnen transporteren.

Centraal in ons onderzoek staat het begrip gemiddeld. Een voorbeeld:

- Wanneer het waterschap onze dijken zou ontwerpen op de gemiddelde zeespiegel, dan zou ons land twee keer per dag overstromen.
- Wanneer het waterschap onze dijken zou ontwerpen op de gemiddelde vloed hoogte, dan zou ons land overstromen bij springtij of een stevige noordwester.

Bij WarmtelinQ+ zijn twee variaties in de vraag van belang. Die variaties hangen samen met de warmtevraag c.q. de behoefte aan warmwater

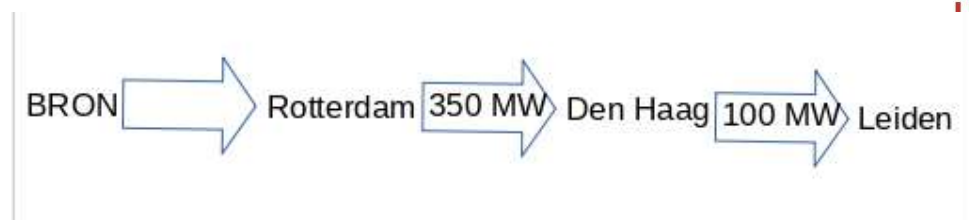
- Er is een seizoensinvloed, in de zomer stoken we niet en de winter wel. Dan is het logisch dat je het maximale aanbod uit WarmtelinQ+ moet afstemmen op de koudste wintermaand. Dat is ook de wettelijke eis
- We moeten evenwel ook kijken naar de dagen met strenge vorst en naar de vroege ochtend waarop het merendeel van de bewoners zo ongeveer gelijktijdig de verwarming inschakelt. Dat zijn de echte piekbelastingen.

WarmtelinQ+ levert zelf het water niet aan de voordeur. Daar zit het z.g. wijkdistributie warmtenet tussen (in termen van de Transitie Visie Warmte, het kavel). De temperatuur (hoog, midden, laag) die aan de voordeur wordt aangeboden en de voorwaarden die het distributienet stelt aan de woning, zoals isolatie, booster pomp etc., heeft grote invloed op de bruikbaarheid van het warmtenet voor de bewoner. Die problematiek laten we in dit document buiten beschouwing.

De basisuitgangspunten voor het ontwerp worden beschreven in hoofdstuk 0 inclusief een verantwoording van de bronnen. De seizoensvariatie komt aan bod in hoofdstuk 0 en de piekbelasting in hoofdstuk 0. In hoofdstuk 0 wordt een analyse uitgevoerd van de consequenties van de groei van het aantal aangesloten aantal woningen op de warmtepijp tot aan de eindsituatie (= het geplande aantal woningen is allemaal aangesloten). De conclusies presenteren we in hoofdstuk 0,

Ontwerp

WarmtelinQ+ is een warmwater transportleiding om restwarmte van de Rotterdamse haven naar woningen te transporteren. WarmtelinQ+ is een uitbreiding van Warmtelinq. Warmtelinq voorziet in een leiding van Rotterdam naar Den Haag. WarmtelinQ+ betreft de leiding van Den Haag naar Leiden, waarbij - uiteraard - de leiding van Rotterdam naar Den Haag verzaamd moet worden, zie figuur 1.



Figuur 1. Ontwerp Warmtelinq+. De bron verschaft 600 MW.

De restwarmte wordt eerst naar woningen in Rotterdam gepompt en van daaruit naar Den Haag. Tussen Rotterdam en Den Haag heeft de Warmtelinq leiding een maximaal vermogen van 250 MW. Dit hebben we berekend met gebruikmaking van cijfers uit het calamiteiten rapport [1]. De leiding naar Leiden krijgt een diameter van 500 mm. Met deze diameter en de daarbij behorende maximale stroomsnelheid [2] is het maximale vermogen berekend, i.c. 105 MW, afgerond op 100 MW.

We weten dat de bron maximaal 600 MW kan leveren maar er lijkt geen sprake te zijn van een Warmtelinq(+) leiding tussen de bron en Rotterdam. De Warmtelinq leiding naar Den Haag takt ergens af in Rotterdam meestal wordt over Vlaardingen gesproken.

In verschillende notities en rapporten is aangegeven dat er 600 MW bij de bron beschikbaar is, dat Rotterdamse woningen daarvan 250 MW krijgen, Haagse woningen 250 MW en Leidse woningen 100 MW. Wij hebben deze getallen echter in de voor ons relevante Transitie Visie Warmte van Leiden niet kunnen vinden. In dit document gaan wij uit van deze cijfers.

Op de website van Warmtelinq+ (raadpleging op 2021-11-02) staat dat 250 MW voldoende is voor 130.000 huishoudens. Per woning is er dan $250 \text{ MW} / 130.000 = 1,92 \text{ kW}$. Dit getal geeft aan wat er maximaal geleverd kan worden aan één woning. Met dit getal, het maximale vermogen per woning, kan het maximaal aantal aan te sluiten woningen bepaald worden.

In de Transitie Visie Warmte van Leiden hebben wij het maximaal vermogen per woning niet kunnen vinden en ook niet het maximaal aantal aan te sluiten woningen, zodat wij in dit document uitgaan van de getallen in tabel 1. Opgemerkt moet worden dat de gemeente Leiden eerder echter uitgaat (referentie) van 1 kW/woning [6], waarmee het maximaal aantal woningen zou kunnen worden verdubbeld. Dit onrealistisch uitgangspunt is verder niet meegenomen.

Tabel 1. Maximaal beschikbaar vermogen en aantal aan te sluiten woningen.

	Max. beschikbaar vermogen [MW]	Max. aantal woningen bij 1,92 kW/woning	Max. aantal woningen bij 5 kW/woning
Rotterdam	250	130.000	50.000
Den Haag	250	130.000	50.000
Leiden	100	52.000	20.000

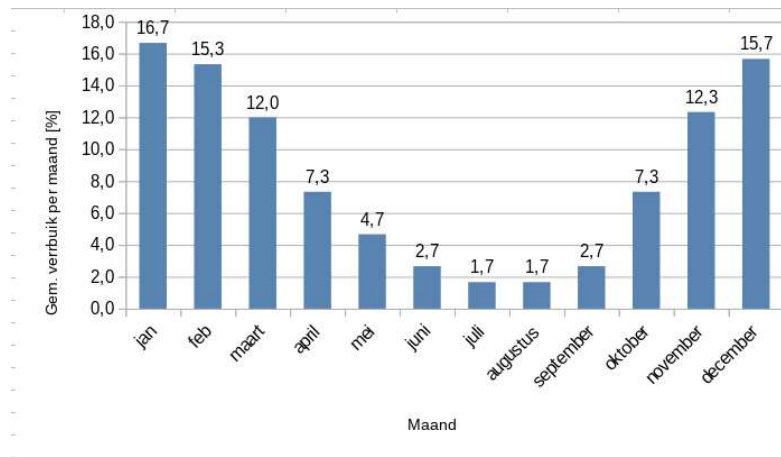
Begin november 2021 wordt, n.a.l.v. het intrekken van steun aan WarmtelinQ+ door de Rotterdamse gemeenteraad, gesproken over 120.000 woningen in Den Haag waarmee het vermogen per woning neerkomt op 2,08 kW [7].

In de literatuur wordt veelal gerekend met een waarde van 5 kW, waarvoor wij echter geen betrouwbare openbare bron hebben kunnen vinden.

Seizoensvariatie

De warmtevraag is groot in de winter en marginaal in de zomer. In figuur 2 is de warmtevraag per maand getoond in procenten, zie voor de bron paragraaf 7.1. Let op dat voor elke maand het gemiddelde over die maand wordt getoond, per dag kan het gebruik aanzienlijk verschillen en ook over de dag.

In het CE Delft rapport [5] wordt erop gewezen dat woningverwarming met zijn seizoensgebonden warmtevraag met een bron, hier restwarmte, die op elk moment dezelfde hoeveelheid warmte levert, een uitdaging is.

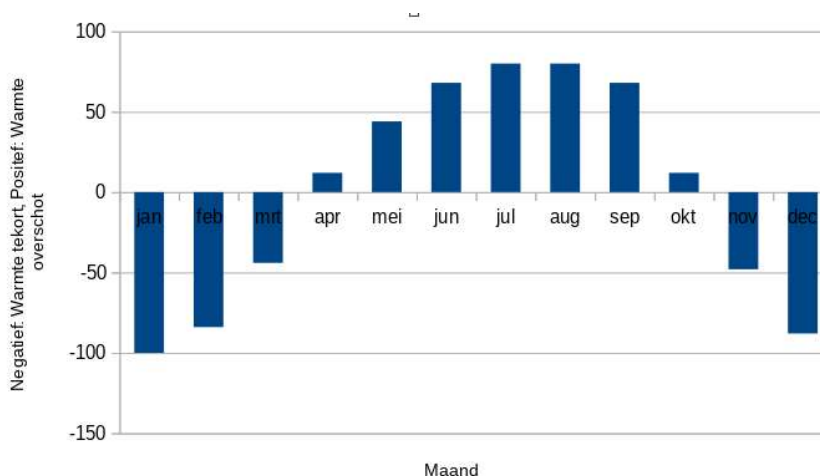


Figuur 2. Seizoensvariatie van de warmtevraag. Het gemiddelde is 8,3 %.

Door de leiding naar Leiden kan maximaal 100 MW worden getransporteerd. Het aantal aangesloten woningen in Leiden is gebaseerd op een gemiddelde vraag over het hele jaar. We kunnen uitrekenen als de gemiddelde vraag over het hele jaar 100 MW is, hoeveel warmte er nodig is in maanden met een vraag boven het gemiddelde en andersom, hoeveel warmte er overschiet in maanden waar de vraag onder het gemiddelde ligt.

De gemiddelde vraag is 8,3 % per maand. Het gemiddelde aanbod voor Leiden is 100 MW. In januari is de warmtevraag van 16,7 %. Leiden heeft in januari dus nodig $16,7/8,3 * 100 = 200$ MW.

Omdat de leiding maximaal 100 MW kan transporteren (ook al zou de bron meer kunnen leveren het past niet door de pijp) kan een warmtevraag boven de 100 MW niet gehonoreerd worden. In januari is er een tekort van $200-100= 100$ MW. In figuur 3 wordt voor elke maand getoond hoeveel warmte er tekort is in Leiden, ondanks de levering van WarmtelinQ+, c.q. hoeveel warmte er overschiet.



Figuur 3. Omdat WarmtelinQ+ maximaal 100 MW naar Leiden kan transporteren is er een tekort in de winter en een overschot in de zomer.

Maar nu ligt de vraag voor òf er in januari wel 100 MW is in Den Haag om aan Leiden te leveren. Den Haag en Rotterdam hebben in januari samen 1000 MW nodig ($500 * 16,7\%/8,3\%$). De bron kan echter maximaal 600 MW leveren. Rotterdam en Den Haag hebben een tekort van 400 MW in januari. Omdat het systeem ontworpen is om aan Rotterdam en Den Haag veel meer warmte te leveren dan aan Leiden, zal, als er in Leiden een tekort is, er een nog veel groter tekort zijn in Rotterdam en Den Haag. Ook al zou er een overschot zijn in Rotterdam en Den Haag, dan nog kan dat niet aan Leiden geleverd worden omdat de capaciteit van de leiding dat niet toelaat.

Het ontwerp van WarmtelinQ+ geeft geen inzicht hoe er om zal worden gegaan met deze tekorten. Wij zien twee mogelijkheden, die we achtereenvolgens bespreken.

De eerste mogelijkheid is dat er in de winter niets aan Leiden geleverd wordt en dat de 100 MW die voor Leiden bestemd was gebruikt wordt om de pijn te verzachten in Rotterdam en Den Haag. De conclusie is dan dat WarmtelinQ+ niet gebruikt wordt.

De tweede mogelijkheid is dat de pijn over elke stad gelijkmatig verdeeld wordt. Dan krijgt Leiden zijn 100 MW maar de tekorten in alle steden blijven. Dat betekent dat je in Den Haag en Rotterdam 100 MW extra tekort hebt omdat die warmte naar Leiden is verplaatst. Feitelijk heb je het probleem verplaatst én nog wat erger gemaakt omdat voor verplaatsen energie nodig is voor de pompen en er warmteverlies zal zijn ten gevolge van het transport. Daarom ligt deze mogelijkheid niet voor de hand.

Het fundamentele probleem is alleen oplosbaar door

- ofwel veel minder woningen aan te sluiten
- ofwel de warmte in de zomer op te slaan met zogenaamde transseizoenale opslag
- ofwel door bijverwarmen in de winter.

De transseizoenale opslag kan worden gerealiseerd op basis van restwarmte.

Bijverwarmen lukt niet met restwarmte. In bestaande warmtenetten vindt bijverwarming doorgaans plaats met aardgas en in toenemende mate met biomassa. Dat wordt niet genoemd in de TVW.

Uit ons onderzoek blijkt dat WarmtelinQ+ het fundamentele ontwerp probleem van de variatie in de vraag niet heeft geadresseerd.

Piekbelasting

In een gemiddelde woning staat een CV combi ketel van zeker 20 kW. Laten we dit vergelijken met het vermogen dat het warmtenet levert, 2kW. In de winter bij strenge vorst en een stevige oostenwind¹ heb je meer dan het tienvoudige nodig. Vandaar dus die ketel met een maximaal vermogen van 20 kW. Een stevig vermogen is eveneens nodig voor het opwarmen van het huis 's ochtends.

De gemeente Leiden en WarmtelinQ+ stellen dat een vermogen van 2 kW voldoende is, zoals besproken in hoofdstuk 2. Dit is slechts weinig meer dan het gemiddelde verbruik van 1,7 kW, zie paragraaf 7.2. Op die dagen waarop een CV combi ketel simpelweg zijn maximale vermogen aanspreekt (meer dan het tienvoudige), kan WarmtelinQ+ een dergelijk vermogen overduidelijk niet leveren.

Er wordt veelal gerekend met een waarde van 5kW, waarvoor wij echter geen betrouwbare openbare bron hebben kunnen vinden. Dit is nog altijd vier keer minder dan het vermogen wat een gemiddelde combi ketel kan leveren. Dit betekent, dat het meer dan waarschijnlijk is, dat er bijgestookt moet worden. Dat bijstoken gebeurt doorgaans met goed regelbare aardgas warmte centrales. Een bijstook is evenwel niet voorzien in de Transitie Visie Warmte.

Zoals uiteengezet in hoofdstuk 3 is er geen warmte c.q. te weinig warmte beschikbaar in de wintermaanden. Als er dan wel enige warmte beschikbaar is, dan schiet het piekvermogen ernstig tekort.

Eindsituatie

Wij hebben in hoofdstuk 2 uiteengezet welke aanname we gedaan hebben voor het aantal aangesloten woningen, in totaal 312.000. Voor elke woning is er 2kW te verdelen van de 600 MW van de bron.

In de praktijk zullen de woningen in de loop der tijd worden aangesloten. In de eerste jaren waarin een beperkt deel van de woningen is aangesloten, zullen de effecten van de variatie in vraag nog beperkt zijn. Als bijvoorbeeld 10% is aangesloten dan is het gemiddelde aanbod 10 keer meer dan de vraag. Bij een toename van het aantal aansluitingen neemt het overaanbod steeds meer af. Op een bepaald moment ontstaan een tekort. Dan zal het systeem gaan haperen en zullen de beschreven effecten in steeds grotere mate optreden. De dan optredende haperingen worden veroorzaakt door de beschreven fouten in het ontwerp. Er is geen of onvoldoende rekening gehouden met de variatie van de vraag bij het ontwerp. De consequenties daarvan zullen pas veel later zichtbaar worden.

Conclusies

Aannemende dat een verplaatsing en vergroting van het warmtetekort van Leiden naar Rotterdam Den Haag niet zinvol is, is de conclusie dat Rotterdamse restwarmte in de wintermaanden Leiden niet bereikt. In de zomer is er juist een groot surplus dat slechts weggegooid kan worden.

De enige manier om dit op te vangen (zonder bijverwarming) is grootschalige opslag van warmte om de sterke seizoenschommelingen te kunnen opvangen. Daarin is niet voorzien.

Om de overeengekomen vermogens zonder seizoensopslag te kunnen leveren moet bijgestookt worden. Dat zou het meest doelmatig zijn in Leiden. Dit is niet opgenomen in de TVW.

¹ De wettelijke eis voor een warmte installatie is dat deze de woning comfortabel verwarmt ook bij -17 C (dit is inclusief windchill).

Daarenboven kan WarmtelinQ+, al zou de warmte in de winter geleverd kunnen worden aan Leiden, op koude dagen en bij piekvraag de benodigde warmte überhaupt niet leveren. Dit betekent dat duizenden mensen in de kou zullen staan.

Wel moet bedacht worden dat dit mankement pas na enkele jaren, als een relevant deel van de woningen is aangesloten, zal optreden. Gezien de langjarige investeringen is het raadzaam dit mankement nu te onderkennen.

De slotconclusie is dat er een ernstige ontwerpfout zit in de WarmtelinQ+ die in de Transitie Visie Warmte centraal staat. Gezien de grote politieke en commerciële belangen die met de WarmtelinQ+ gemoeid zijn, zullen de conclusies van dit onderzoek door direct betrokkenen niet bij voorbaat serieus genomen worden.

APPENDIX

Seizoensvariatie

Voor ons onderzoek hebben we het gebruik van elk maand, gemiddeld over die maand nodig. Op internet zijn er verschillende bronnen die het maandelijks gebruik in termen van gasverbruik presenteren, veelal voor een vaak aangenomen gemiddeld verbruik van 1500 m³ per woning, zoals in [4]. Deze gegevens hebben we gebruikt om voor elke maand het verbruik in procenten te berekenen.

Voor januari is bijvoorbeeld een verbruik van 250 m³ opgegeven. Het gemiddelde vraag van januari in procenten is dan $250/1500 \cdot 100 = 16,7 \%$.

Berekening gemiddeld verbruik per seconde

1 m³ gas levert een energie van 35,17 MJ [3]. Dit betekent dat 1500 m³ aardgas, een veel gebruikt gemiddeld verbruik, levert 52,5 MJ. In een jaar zitten $365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60$ seconden. Het gemiddelde vermogen is dan 1,7 kW.

Maximaal Vermogen van WarmtelinQ+

Door de WarmtelinQ leiding naar Den Haag kan maximaal 1,2 m³/s stromen (diameter 700 mm). Wij berekenen nu op basis van deze maximale stroomsnelheid de maximale hoeveelheid warmte energie die aan Den Haag kan worden geleverd.

Er is 4200 J nodig om 1 liter water 1 C in temperatuur te laten stijgen, voor een m³ is dat 100 x zoveel. WarmtelinQ+ gaat uit van een verschil in aanvoer- en retourtemperatuur van 50 C. Het maximale warmtetransport is derhalve $4200 \cdot 1000 \cdot 50 \cdot 1,2 = 252 \text{ MW}$.

Aan Leiden (leiding 500 mm, met een maximale doorvoer van 0,5 m³/s) kan derhalve maximaal 105 MW worden geleverd.

Referenties

1. Voorstel tot opstellen PIP met m.e.r.-procedure t.b.v. Warmtetransportleiding Rijswijk-Leiden, Provincie Zuid-Holland, 13 juli 2021, file:///home/bas/Downloads/Statenvoorstel%20tot%20vaststelling%20het%20opstellen%20PIP%20met%20m_e_r_-procedure%20tbv%20Warmtetransportleiding%20Rijswijk-Leiden%20(7388).pdf.
2. RAPPORT WarmtelinQ - Scenarioanalyse bij calamiteiten, 19 augustus 2021, HASKONINGDHV, file:///home/admintb/TegenGas/2021-10-15---

Transitievisie%20Warmte/Bronnen/PIP%20Bijlage%2030%20%20Scenarioanalyse%20bij%20calamiteiten_pdf.pdf.

3. <https://www.energieconsultant.nl/energiemarkt/energie-berekeningen-uit-de-praktijk/omrekening-van-m3-n-naar-kwh/>.

4. Gasverbruik-per-maand-Energiesite.nl.

5. Restwarmte, de stand van zaken Een verkenning van beleid, kansen en barrières, Delft, CE Delft, februari 2019, https://ce.nl/wp-content/uploads/2021/03/CE_Delft_3T32_Restwarmte_stand_van_zaken_DEF.pdf.

6. Wethouder Spijker.

7. warmteleiding-van-rotterdam-naar-den-haag-komt-er-ondanks-weerstand, Financiële Dagblad, 2021-11-08.