



# Zienswijze op Transitie Visie Warmte Energietransitie in het Houtkwartier

Communicatie: Wim Scholten mobiel: 0651 137 163

[www.houtkwartier.com](http://www.houtkwartier.com) | [communicatie@houtkwartier.com](mailto:communicatie@houtkwartier.com) | Twitter @Houtkwartier

---

Datum: 25 november 2021

Aan: College van B&W Leiden

Van: Wijkvereniging Houtkwartier

Betreft: Zienswijze op Transitie Visie Warmte 21.0480

Zaaknummer: Z/21/3311459

## **Inleiding**

Het College heeft donderdag 14 oktober 2021 de Transitie Visie Warmte 'De omschakeling naar een aardgasvrij Leiden' voor het indienen van zienswijzen vrijgegeven. Deze visie beschrijft hoe het energiesysteem van de toekomst er uit moet komen te zien en hoe en hoe snel we de omschakeling naar duurzamere energiebronnen willen vormgeven om verdere klimaatverandering tegen te gaan. De concept Transitie Visie Warmte ligt vanaf 15 oktober t/m 25 november ter inzage.

Wij hebben als wijkvereniging Houtkwartier de Transitie Visie Warmte (TVW) intensief bestudeerd en met deskundigen en bewoners besproken. De hoofdlijnen van onze bezwaren zijn in vervolg aangeduid. In de bijlagen is een gedetailleerde reactie opgenomen<sup>1</sup>. We hebben ook aangegeven hoe de Transitie Visie en de aanpak van de energietransitie kunnen worden verbeterd.

De Transitie Visie Warmte hinkt op 2 heel verschillende gedachten. Er lijkt sprake te zijn van 2 verschillende visies. De Transitie Visie bevat veel tegenstrijdigheden en is incompleet. Essentiële facetten ontbreken. Er wordt geen aandacht besteed aan innovaties. Belangrijke elementen als koeling en energie opslag ontbreken. Onderbouwingen ontbreken veelal.

Deze zienswijze is opgesteld in nauwe samenwerking met de Stichting TegenGas Merenwijk. Op diverse plekken worden voorbeelden vanuit de Merenwijk genoemd.

**Met vriendelijke groet,  
Wim Scholten, vz wijkvereniging Houtkwartier**

---

<sup>1</sup> De 5 bijlagen vormen een integraal onderdeel van deze zienswijze

## Hoofdlijnen bezwaren tegen de Transitie Visie Warmte

- De doelstellingen en ambities van de transitie zijn zeer verschillend geformuleerd en bevatten de nodige tegenstrijdigheden en onmogelijkheden.
- De gemeente dient de belangen van de bewoners, eigenaren en huurders te borgen. Dat gebeurt onvoldoende.
- Verder is keuzevrijheid van de eindgebruiker een belangrijk item. De Transitie Visie noemt belangrijke mogelijke beperkingen van de keuzevrijheid.
- Het is ongewenst om een wijkuitvoeringsplan c.q. wijkplan vast te stellen met een DEFINITIEVE warmteoplossing (energieoplossing). En dat dan voor een periode van 8 jaar waarin geen wijzigingen mogelijk zijn. Er wordt uitgegaan van een top-down benadering en dit doet onvoldoende recht aan de keuzevrijheid. Het blokkeert innovatie.
- Kwantitatieve gegevens ontbreken in de TVW
  - Er is niet aangegeven hoeveel woningen zullen worden aangesloten op het voorziene warmtenet
  - Er is niet aangegeven hoeveel electriciteit en warmte (vermogen) een woning of gebouw nodig heeft
  - De gemeente maakt beleid zonder inzicht in de kosten van haarzelf of de eindgebruiker
  - De gemeente maakt beleid zonder geld en de nodige financiering tegenover de plannen te zetten.
  - Er bestaat een volstrekt incompleet beeld van de kosten van verschillende mogelijke oplossingen en de opbouw van deze kosten. De te verwachten toekomstige verbruikskosten en benodigde investeringen in woningen, gebouwen en een netwerkinfrastructuur ontbreken. Er wordt geen enkel inzicht gegeven in hoe deze zullen worden vastgesteld.
- Het is noodzakelijk om schone energiebronnen toe te passen in de volledige keten. Op diverse manieren wordt het probleem van de CO2 productie alleen maar verplaatst
  - Restwarmte, die wordt geproduceerd op basis van steenkool of gas
  - Productie van electriciteit op basis van gas of biomassa
  - Bijverwarmen op basis van gas
- De gemeente stimuleert het isoleren, de ventilatie en het plaatsen van zonnepanelen op daken. Er bestaat een relatie tussen de mate van isolatie en de te kiezen toekomstige energie oplossingen en de daarbij behorende infrastructuur. Met deze relatie wordt geen rekening gehouden. Een eenzijdige focus op isolatie doet geen recht aan de bestaande mogelijkheid van een optimalisatie van de investeringskosten en de toekomstige verbruikskosten
- De transitievisie is nu beperkt tot het aspect warmte. Het toekomstige energiesysteem bestaat uit een integratie van warmte, koude en electriciteit. Het is nalatig om met de kennis van nu nog steeds een aparte visie te maken voor één van deze aspecten. Je dient alle energieaspecten mee te nemen.
- Nieuwe ontwikkelingen (innovatie) hebben ten onrechte geen plek gekregen in de Transitie Visie. Dit was al een groot gemis in het document "Handelingsperspectief energietransitie". Het is onbegrijpelijk dat dit nog steeds niet is opgepakt.
- De huidige Transitie Visie heeft in essentie een belangrijk top-down karakteristiek. Grootschalige warmtenetten en andere infrastructuur elementen zijn daarbij bepalend voor de ontwikkelingen. Innovaties worden daardoor voor 40 jaar beperkt.

- Een meersporenbeleid en een multiscenario-aanpak voor de toekomstige energie infrastructuur is nog onvoldoende zichtbaar.
- De huidige visie leunt te sterk op gebruik van restwarmte en de aanpak daarvan is te risicovol. Er wordt weliswaar gesproken over een multibronnen strategie maar de restwarmte vormt de basis.
  - Een grootschalig warmtenet vraagt een grootschalig distributienet in de stad met hoge kosten, groot risico op kostenoverschrijdingen en vertragingen, langdurig afgesloten straten, graafwerkzaamheden etc.
  - De multibronnen strategie is niet verder uitgewerkt in de TVW
    - Het gaat om restwarmte, geothermie en aquathermie
    - Er is niet aangegeven hoe er wordt omgegaan met de temperatuurverschillen van de verschillende bronnen (bijverwarmen?; hoe wordt een gewenste afnametemperatuur aangeboden?; verschillende distributienetten?)
  - Met de Leiding door het Midden zijn grote maatschappelijke en financiële belangen én risico's gemoeid.
  - De afstand tussen de bronnen en Leiden en omgeving is veel te groot. Er wordt niet voldaan aan de richtlijnen van het Expertise Centrum Warmte (ECW).
  - Voor de gemeente Leiden is het zaak lering te trekken uit de historie van het WBR. In het eindrapport van de Raadsenquête Warmtebedrijf Rotterdam zijn er grote vraagtekens geplaatst bij de kennis en competenties van de gemeente om grip te houden op een complex project als het WBR. Die zorg kan de gemeente Leiden zich ook aantrekken. Wij missen een expliciete uitwerking van deze casus en welke lessen de gemeente Leiden hieruit trekt.
  - Op basis van het huidige ontwerp van WarmtelinQ is het niet mogelijk om de woningen en gebouwen in Leiden e.o. voldoende te verwarmen in koude periodes. Dit leidt tot hoge extra kosten om additionele voorzieningen te treffen.
  - Het transporteren van restwarmte naar Den Haag en Leiden leidt tot transportverliezen in de vorm van warmteverlies en pompenergie. Dat zijn vermijdbare verliezen. Het gecombineerde energieverbruik van alle "stops" langs de route is lager als je de transportafstand minimaliseert. Rotterdamse warmte moet je dus in Rotterdam gebruiken op het moment dat daar vraag naar is.
  - Met een doelredentatie naar de warmteleiding uit Rotterdam blijft het CO2 effect op het hele systeem onderbelicht. Het is onverantwoord voor een overheid om plannen te maken tot de eigen voordeur.
  - Een eerste indicatie van de kosten laat zien dat het gebruik van restwarmte uit Rotterdam veel duurder is dan de verschillende alternatieven, die we hebben geëvalueerd
- Er wordt een 3e generatie warmtenet aangelegd. Daarmee loop je 2 generaties achter op de laatste ontwikkelingen.
- Er zal sprake zijn van een ringleiding rond Leiden. Een beschrijving daarvan en ontwerpgegevens ontbreken.
- Bij de Energie Hubs gaat het nu vooral om ruimtereserveringen (niet genoemd in de TVW maar wel in de omgevingsvisie). Op deze locaties worden grote hoeveelheden data uitgewisseld. Privacy bescherming en beveiliging van data zijn kritische issues, die nog niet zijn benoemd
- Het is volstrekt onduidelijk hoe de omvang van een warmtekavel zal worden bepaald en waar een kavel begint en eindigt.



- De complexiteit en benodigde projectorganisatie voor de energietransitie worden onderschat zowel binnen de gemeentelijke organisatie als in de wijken
- De energietransitie is een van de grootste projecten van na WOII en de rijksoverheid benadrukt keer op keer dat de participatie van de burgers essentieel is. Dit geldt des te meer vanwege de verreikende gevolgen achter de voordeur.
- Aan de bescherming van bodem en drinkwater is geen aandacht besteed.
- Er is geen aandacht besteed aan de gevolgen van de plannen voor de biodiversiteit en de klimaatadaptatie.
- Waterstof staat te laag op de z.g. warmteladder.
- Er wordt onvoldoende geleerd van ervaringen elders met de energietransitie (proefprojecten, pilots, ervaringen in het buitenland, etc.)

### Voorstellen voor verbetering van de Transitie Visie Warmte

- De doelstellingen en ambities van de transitie dienen te worden geformuleerd in termen van:
  - De reductie van CO2 uitstoot van het hele systeem
  - Besparingen op het energiegebruik door alle spelers in het gebied
  - De mate van hernieuwbare energieopwekking
- De gemeente dient de belangen van de bewoners, eigenaren en huurders te borgen. Het gaat daarbij om de beschikbaarheid van duurzame energie, de betrouwbaarheid van de levering en betaalbaarheid.
- Bij de keuzevrijheid gaat het om 3 verschillende keuzes n.l.:
  - 1) de keuze van de leverancier van warmte,
  - 2) transparantie bij en een vrije keuze en flexibiliteit (keuzes kunnen en zullen veranderen) uit toekomstige mogelijke oplossingen en
  - 3) de tijdlijn voor het maken van stappen naar de toekomstige oplossing
- In het kader van een wijkuitvoeringsplan c.q. wijkplan maakt elke bewoner/eigenaar/huurder en verhuurder een keuze voor een warmteoplossing (energieoplossing). Deze keuze kan worden veranderd. Daarmee wordt recht gedaan aan de dynamiek van innovaties, veranderende kosten, veranderende wensen van bewoners, verhuizingen etc. Uiteraard moet een wijziging in de keuze op een beheersbare en transparante wijze worden doorgevoerd.
- Kwantitatieve gegevens zijn beschikbaar
  - Het is volstrekt duidelijk hoeveel woningen zullen worden aangesloten op het voorziene warmtenet. Hoe dit wordt bepaald is volstrekt duidelijk.
  - Voor elke woning en elk gebouw is duidelijk hoeveel electriciteit en warmte er nodig is. Het is volstrekt duidelijk hoe dit wordt bepaald.
  - De gemeente maakt beleid en biedt een transparant inzicht in de kosten
  - De gemeente maakt beleid en geeft aan hoe dit wordt gefinancierd
  - Er wordt een compleet beeld geschetst van de kosten van verschillende mogelijke oplossingen en de opbouw van deze kosten . De te verwachten toekomstige verbruikskosten en benodigde investeringen in woningen, gebouwen en een netwerkinfrastructuur komen beschikbaar als onderdeel van het wijkuitvoeringsplan c.q. wijkplan.
  - In het geval van een warmtenet zijn de totale kosten duidelijk en is sprake van een transparante verdeling van de kosten.
- Voor de productie van electriciteit en warmte wordt gebruik gemaakt van schone energie. Daarbij gaat het om:
  - Zon
  - Wind
  - Waterstof en
  - Kernenergie (4<sup>e</sup> of 5<sup>e</sup> generatie en bij voorkeur Thorium)
- Voor elke woning/gebouw wordt bepaald hoe je die kunt optimaliseren in relatie tot de keuze van een mogelijke oplossing. De woning/het gebouw staat centraal bij het maken van keuzes in relatie tot het gewenste comfort en de te maken kosten voor het gewenste comfort

- De transitievisie is gebaseerd op alle energieaspecten. Electriciteit (zonnepanelen, elektrische voertuigen, inductie koken, batterijen, etc.), koeling, energie opslag etc. zijn onderdeel van de visie.
- Nieuwe ontwikkelingen (innovatie) zijn onderdeel van de transitievisie. Dan gaat het b.v. over waterstof en andere nieuwe brandstoffen, de energie opslag, nieuwe methoden van energie opwekking, nieuwe methoden van isolatie en sociale en marktinnovaties als peer-to-peer levering van energie en coöperatieve opslag.
- De nieuwe Transitie Visie wordt primair gebaseerd op een bottom-up karakteristiek. Deze laatste optie biedt veel flexibiliteit. Innovaties zijn makkelijk in te passen
- Een meersporenbeleid en een multiscenario-aanpak voor de toekomstige energie infrastructuur zijn zichtbaar. Verschillende mogelijke oplossingen worden op een transparante manier tegen elkaar afgewogen.
  - We hebben een 6-tal alternatieven met elkaar vergeleken (ook qua kosten) om te kunnen voorzien in de toekomstige energiebehoefte van Leiden. De restwarmte vanuit Rotterdam leidt tot de hoogste kosten.
- De visie zou moeten uitgaan van de te verwachten ontwikkelingen en de daaraan gerelateerde ontwikkeling van de kosten:
  - Zonne-energie is in grote hoeveelheden beschikbaar. De efficiency van zonnepanelen zal van de huidige 20% toenemen naar 50% in 2050 (zie bijlage 1).
  - In 2050 zullen kosten van electriciteit, gemaakt op basis van natuurlijk gas, het dubbele zijn van de kosten van electriciteit gemaakt op basis van zonne-energie (zie bijlage 1).
  - Windparken kunnen op grote schaal energie generen en windturbines kunnen offshore worden gebouwd
  - Waterstof is transportabel (in tegenstelling tot zon en wind) en is een bijzonder compacte brandstof
- Energie opslag technologieën zullen het enorme intermittency probleem van schone energiebronnen oplossen. De schone energiebronnen worden hierdoor net zo betrouwbaar en consistent als fossiele brandstoffen
- De continuïteit van het huidige HT warmtenet wordt geborgd via de STEG centrale aan de Langegracht. Deze zal werken op basis van schone energie
- Er worden kleinschalige netwerken opgezet. Deze worden aan elkaar gekoppeld om de continuïteit te waarborgen. Bottom-up zal een groot warmtenetwerk ontstaan. Warmte Koude Opslag (WKO), koeling en kleine warmtekavels zijn inherent aan kleinschalige netwerken
- Er worden 5e generatie warmtenetten toegepast. Daarmee ben je up-to-date en loop je in de pas met de grote marktpartijen in de rest van Europa.
- Monumentale huizen en gebouwen en panden met een karakteristiek stadsgezicht (veel breder dan alleen het centrum) worden verwarmd op basis van waterstof, dat wordt aangeboden via het bestaande gasnet
- Er worden zo veel mogelijk zonnepanelen op daken en gevels geplaatst
- Energie opslag systemen thuis, op kantoor en binnen het energie netwerk zijn een essentieel element voor de toekomstige energie oplossingen.
- De ambities zijn realistisch; ze worden gemonitord en voortgang wordt met de stad gedeeld.
- De complexiteit en benodigde projectorganisatie voor de energietransitie worden geadresseerd zowel binnen de gemeentelijke organisatie als in de wijken
- Participatie van de burgers is essentieel. In de Transitie Visie wordt expliciet vermeld en onderbouwd hoe de participatie van bewoners, eigenaren en huurders wordt geborgd.



- De bescherming van bodem en drinkwater is nodig; het bodemgebruik moet worden gereguleerd
- Waterstof is voor de toekomst een serieuze optie voor monumentale woningen en gebouwen en woningen en gebouwen, die zijn geclassificeerd als een karakteristiek pand
- Er wordt veel meer dan nu geleerd van ervaringen elders met de energietransitie (proefprojecten, pilots, ervaringen in het buitenland, etc.). Experts uit de wijken volgen de ontwikkelingen en delen die via b.v. reguliere webinars
- Het bestaande gasnet wordt gekoesterd en onderhouden totdat bewezen alternatieven beschikbaar komen. Het is een reële optie voor een toekomstig waterstofnet (of andere klimaatneutrale, gasvormige energiedragers).

**Zet op korte termijn realistische stappen, die de woningen en gebouwen in Leiden energiezuiniger en toekomstbestendig maken. Maak keuzes en kosten inzichtelijk.**





## Bijlage 1 gedetailleerde zienswijze op Transitievisie

### Contents

Bijlage 1 gedetailleerde zienswijze op Transitievisie .....	9
Doelstellingen en ambities .....	10
Bewoners, eigenaren en huurders .....	13
Draagvlak .....	14
Keuzevrijheid .....	14
Moderne Energietransitie .....	16
Energieopwekking en opslag .....	17
Restwarmte, warmtenetten en warmtewet .....	18
Geplande Restwarmte uit Rotterdam .....	18
Het ontwerp probleem van WarmtelinQ .....	20
De veranderde situatie met restwarmte uit Rotterdam .....	20
Vergelijking alternatieve scenario's om Leiden van energie te voorzien .....	22
Energiehubs .....	22
Organisatie .....	23
Financiën .....	24
Wat biedt de gemeente tot nu toe .....	24
Risico Management / Complexiteit .....	24
Juridische aspecten .....	25
Bescherming van bodem en drinkwater .....	25
Behoud het aardgasnet totdat haalbare alternatieven beschikbaar zijn en als reële optie voor een toekomstig waterstofnet .....	25
Rol energieleveranciers en infrabeheerders .....	26
Wat vragen wij(=de gemeente) van het Rijk .....	27
Ervaringen elders .....	28
Wijkuitvoeringsplannen .....	29
Pas op de plaats maken .....	30
Bijlage 2: De schone energie revolutie .....	31
Bijlage 3: Energie opslag .....	33
Bijlage 4: Transitie Visie Warmte onder de loep .....	34
Bijlage 5: WarmtelinQ+ kan Leiden in de winter niet verwarmen .....	40

## Doelstellingen en ambities

De hele energietransitie is gericht op het reduceren van de CO<sub>2</sub> productie en het verminderen van het energiegebruik. In het spraakgebruik wordt gesproken over “we moeten van het gas af” of “we moeten van het aardgas af”. Dit spraakgebruik is verwarrend en doet onvoldoende recht aan waar het werkelijk om gaat. Initieel ging het om het stoppen van het gebruik van aardgas uit Groningen. Dat is inmiddels al grotendeels gerealiseerd.

Bruinkool, steenkool, olie zijn de grootste veroorzakers van de CO<sub>2</sub> productie en pas daarna komt aardgas. In Duitsland wordt bruinkool als tussenstap vervangen door gas. Steenkool wordt nog in grote hoeveelheden gebruikt in b.v. China, India en de Verenigde Staten. Ook in die landen is een overstap naar gas een tussenstap op weg naar het finale doel.

In Nederland zou de industrie de 1<sup>e</sup> prioriteit moeten zijn bij het reduceren van de CO<sub>2</sub> productie. Dan hebben we het over Tata Steel (steenkool), de olie raffinaderijen, de vuilverbranding en de elektriciteitscentrales, overige industrie en bouw en landbouw en visserij. Dit gaat om zo’n 53% van de CO<sub>2</sub> productie in Nederland. Dat plaatst de rest van de CO<sub>2</sub> productie in een perspectief.

Gepensioneerde Shell medewerkers geven het volgende aan voor Nederland:

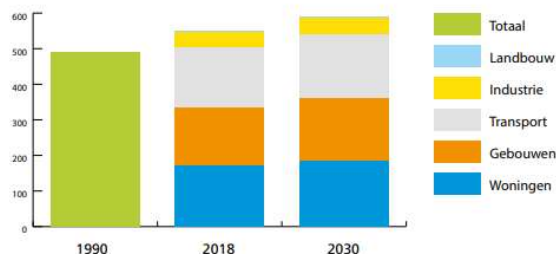


Eerst nog even de dimensies wat betreft energiegebruik in diverse hoofdsectoren. In 2020 wordt het verbruik aan energie in Nederland 2418 Petajoules (PJ), exclusief verbruik als grondstof voor de chemie.

Daarvan was de verdeling:

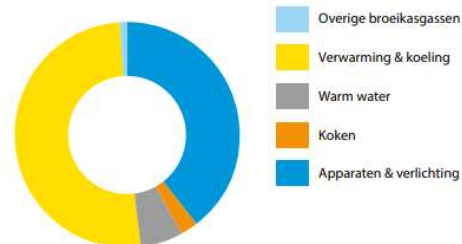
Elektriciteitsproductie	20%
Industrie & bouw	26%
Landbouw & visserij	7%
Verkeer & vervoer	24%
Huishoudens	16%
Overige	7%

CO<sub>2</sub> opgave gemeente Leiden (kT)



Bron: Routekaart, richting een klimaatneutraal Leiden in 2050 (2021)

Gebouwde omgeving



Bron: Routekaart, richting een klimaatneutraal Leiden in 2050

Bovenstaande figuur (bron Transitie Visie Warmte) toont de CO<sub>2</sub> opgave en de verdeling van het energiegebruik richting een klimaatneutraal Leiden in 2050.

### Doelstellingen Transitievisie

Er worden verschillende uitspraken gedaan over verwachtingen en doelstellingen.

*'De verwachting uit de genoemde Routekaart is dat Leiden tot en met 2050 een CO2-reductie van 40% realiseert.'* (Blz. 10 en 12). Op blz. 58 staat daarentegen: *'Met de oprichting van de LWW (destijds Coalitie Aardgasvrij Leiden) in 2017 hebben partijen zich gecommitteerd aan een gezamenlijke ambitie: het samen zorg dragen voor een CO2-neutrale gebouwde omgeving'..... 'Het doel van de Leidse Warmtewissel is samen te werken aan het aardgasvrij (CO2 -neutraal) maken van de gebouwde omgeving in de gemeente Leiden.'*

### **Wat is nu de doelstelling? Waarop is de reductie van 40% gebaseerd?**

*Op blz. 28 staat een doelstelling om voor 2050 de isolatie van alle woningen in de stad zo te verbeteren dat:*

- *een temperatuur-stap wordt gemaakt tot een basisisolatieniveau*
  - *minimaal MT (dus alle woningen en gebouwen verwarmen op maximaal een midden temperatuur)*
  - *vergelijkbaar met ongeveer energielabel B*
- *wanneer woningen al LT zijn, dan is de doelstelling 30% besparing op de energierekening te realiseren in 2050 ten opzichte van 2020*

*"vergelijkbaar met ongeveer energielabel B"; Dit is een onmogelijke eis; niet haalbaar en betaalbaar voor alle woningen en gebouwen.*

*"wanneer woningen al LT zijn, dan is de doelstelling 30% besparing op de energierekening te realiseren in 2050 ten opzichte van 2020". Dit is een onmogelijke eis.*

### **Wat is minimaal MT? Wat is ongeveer energielabel B?**



Gepensioneerde Shell medewerkers geven het volgende realistische beeld over de mogelijkheden om woningen en gebouwen te isoleren

Bouwjaar	% van huizenbestand in NL	Wat kan?
Na 2000	15%	Isolatie is meestal geschikt en afgiftesysteem zoals radiatoren of vloerverwarming kan worden aangepast.
1983 - 2000	20%	Verbetering isolatie en aanpassingen afgiftesysteem kan tegen redelijke kosten.
1976 - 1982	20%	Isolatie kan verbeterd worden, met name de spouwmuur maar de kosten zijn aanzienlijk. Echt goede isolatie is moeilijk.
1920 - 1976	30%	Isolatie mogelijkheden zijn meestal nog beperkter en tegen hoge kosten. Veel huizen in dit segment worden nooit volledig 'duurzaam'.
Voor 1920	15%	In het algemeen niet mogelijk om goed te isoleren.

De doelstellingen en ambities dienen te worden geformuleerd in termen van:

- De reductie van CO2 uitstoot
- Besparingen op het energiegebruik
- De mate van hernieuwbare energieopwekking

Sluit daarbij aan op de omgevingsvisie!!!

N.B.:

De energielabels van voor 1 januari 2021 zijn niet gerelateerd aan het energiegebruik van een woning of gebouw. Ze hebben een beperkte betekenis voor het isolatie-niveau. Ze zijn vooral gerelateerd aan welke maatregelen zijn getroffen. Vanaf 1 januari 2021 zijn de BENG-normen (Bijna Energie Neutraal Gebouw) van toepassing. Die zijn nauw gerelateerd aan het energiegebruik van een woning of gebouw. Je zou de doelstelling moeten baseren op deze nieuwe normen. Het verkrijgen van energielabel op basis van deze nieuwe norm kost Euro 200 – 250. De energielabels op basis van de oude norm zijn nog maximaal 10 jaar geldig.

Op blz. 41 staat: *'In de isolatiestrategie gaan wij ervan uit dat de bestaande woningen genoeg geïsoleerd moeten worden om van het aardgas af te kunnen en over te gaan op middentemperatuur warmte.'*

**Wat is genoeg isoleren voor woningen die voor 1980 zijn gebouwd? Welke kosten zijn hieraan verbonden? Zijn hiervan gedetailleerde berekeningen gemaakt? Zo ja, kunnen deze worden gedeeld? Bovendien dient middentemperatuur éénduidig gedefinieerd te worden.** Een paar graden meer of minder heeft grote consequenties voor de isolatie én voor de dimensionering van radiatoren en convectoren.

*'dat het mogelijk is de stad op een betaalbare en duurzame manier te verwarmen door in te zetten op minimaal basisisolatieniveau van de woningvoorraad (vergelijkbaar met ongeveer energielabel B). (blz.55)*

**Hoe vallen onze inschattingen van de kosten van tienduizenden euro's voor isolatie te rijmen met de gedachte van de gemeente?**

*Doelstellingen in Omgevingsvisie*

*In relatie tot de energietransitie formuleert de Omgevingsvisie de volgende ambities:*

- *"In 2040 is de gezondheidswinst toegenomen door schonere lucht"*
- *"In 2040 is de uitstoot van broeikasgassen afgenomen."*
- *"In 2040 is de bebouwde omgeving van Leiden voor een groot deel aardgasvrij. Duurzame elektriciteit wordt binnen de stad vooral opgewekt met zonnepanelen. Het overige deel zal, gezien de beperkte ruimte in de stad, vooral van buiten de stad moeten komen."*

**Concrete streefwaarden en ijkpunten voor de jaren tussen nu en 2040 ontbreken.**

- De overkoepelende ambitie voor CO<sub>2</sub>-reductie: 40% reductie in 2030 (ten opzichte van de uitstoot in 1990) is meetbaar geformuleerd en komt overeen met de Europese CO<sub>2</sub>-reductiedoelstelling voor 2030. Wel is deze minder ambitieus dan de nationale doelstelling van 49% CO<sub>2</sub>-reductie in 2030. Deze doelstelling is op landelijk niveau inmiddels bijgesteld naar 55% reductie van CO<sub>2</sub>-emissies in 2030 ten opzichte van 1990, in lijn met het besluit van de Europese Commissie (Europese klimaatwet). Wel constateert CE Delft dat er voor het jaar 2020 (in tegenstelling tot veel andere gemeenten) door de gemeente Leiden geen doelstelling is geformuleerd.

1,5% reductie

- De doelstelling voor energiebesparing in de gemeente Leiden komt wel precies overeen met de landelijke doelstelling voor energiebesparing. Hierbij valt op dat de doelstelling waar de gemeente het meeste invloed op heeft, namelijk de energiebesparing in de eigen gemeentelijke organisatie, niet ambitieuzer is geformuleerd dan de doelstelling die voor de gehele gemeente geldt.
- Het doel voor hernieuwbare energieopwekking is met 20% in 2020 in lijn met de EU doelstelling, maar een stuk ambitieuzer dan de nationale doelstelling van 14% hernieuwbare energieopwekking in 2020. Daarbij moet echter worden aangetekend dat de doelstelling is geformuleerd op regionaal niveau, met andere woorden, voor het behalen van deze doelstelling is Leiden (groten)deels afhankelijk van omliggende gemeenten.

Met de energietransitie van Leiden gaat het niet voorspoedig. De gemeente ligt niet op koers met de eerder geformuleerde doelstellingen op het gebied van CO<sub>2</sub>-reductie, energiebesparing en hernieuwbare energie. In de Omgevingsvisie ontbreekt het aan reflectie op de behaalde resultaten tot 2020 en aan herijking van de doelstellingen in termen van kwantitatieve streefwaarden voor 2040 met tussentijdse mijlpalen om de voortgang van het beleid te kunnen beoordelen. CE Delft signaleerde al dat het de gemeente Leiden niet ontbreekt aan ambitieuze doelstellingen, maar tekort schiet in de projectmatige uitvoering en het gestructureerd monitoren van de voortgang, waardoor inzicht in de doeltreffendheid en kosteneffectiviteit van beleidsmaatregelen ontbreekt.

## Bewoners, eigenaren en huurders

### Positie van de bewoners en de kosten

Er bestaat bij degenen die de plannen van de gemeente kennen grote onrust over de enorme kosten die met de energietransitie zijn gemoeid. Ze voelen zich in dit opzicht in de kou staan.

Er wordt gesteld dat: *'De producent en netwerkeigenaar hebben de meeste invloed op publieke waarden; betaalbaar, duurzaam, betrouwbaar, open, toekomstbestendig en uitvoerbaar'*

Dit terwijl de gemeente Leiden hiervoor geen verantwoordelijkheid neemt. Volgens het volgende citaat neemt de gemeente wel de verantwoordelijkheid.

*'De gemeente Leiden neemt de verantwoordelijkheid van de omschakeling op duurzame warmte op zich en kan daardoor zorgen dat maatschappelijk waarden als betrouwbaarheid zoveel mogelijk worden behaald.'*

### Wie behartigt nu de belangen van de bewoners?

Ook hier weer de vraag: **'wie komt voor de belangen van de bewoners op?'**

**Is het de gemeente bekend dat alleen al aansluitkosten op een warmtenet voor de eigenaar omhoog schieten van € 1.039 naar € 4.510 (bron ACM)?** Verder zijn enorme kosten te verwachten voor andere vormen van verwarming van woonhuizen. Schattingen lopen uiteen van € 30.000 - € 50.000 en zelfs tot € 100.000.

De belangen van de producenten en neteigenaars zijn duidelijk verankerd met de opmerking op blz. 17: *'Het warmtenet moet evolutie van het net mogelijk maken en perspectief op rendement bieden.'*

Het Plan Bureau voor de Leefomgeving heeft aangegeven dat CO2 reductie voor gebouwen het moeilijkst bereikbaar is. Elke geïnvesteerde euro levert bijvoorbeeld in de industrie een veel grotere CO2 reductie op.

De gemeente dient onder ogen te zien dat CO2 reductie in de wijken alleen mogelijk is voor zover het gaat om aanvaardbare kosten voor de aanpassing van woningen en gebouwen. Feitelijk moeten we accepteren dat zeker bij de oudere woningen en gebouwen het energiegebruik maar in beperkte mate kan worden gereduceerd. Zij zullen blijvend zoveel warmte vragen dat deze warmte slechts met gasen getransporteerd kan worden of via een HT warmtenet. Mogelijk bieden innovaties in de toekomst nieuwe mogelijkheden.

**Het is in deze fase nog volstrekt onduidelijk wat de totale kosten voor de bewoners zijn. Wat is betaalbaar? Wij zouden een groot voorstander zijn van een netto kostenneutrale transitie voor de bewoners.** Wij verwachten tenminste dat de gemeente transparant en verifieerbaar de kosten voor de bewoners specificeert, inclusief indirecte kosten als belastingen en subsidies en inclusief de kosten voor woningaanpassingen. Voorts verwachten wij een risico analyse omdat in de transitievisie verschillende onzekere aannames zijn gedaan die grote impact kunnen hebben.

Omdat de investeringen zo immens zijn, wil de gemeente aan de exploitant van het warmtenet een monopolie gunnen. Het is niet uit te leggen waarom niet meerdere warmte aanbieders hun diensten aan de bewoners zouden kunnen leveren. **Inmiddels is overduidelijk aangetoond dat warmtenetten in Nederland veel duurder zijn voor de bewoner dan elders in Europa, vaak wel anderhalf keer zo duur.**

In bijlage 4 hebben we beschreven hoe de woningen hoe de woningen in de toekomst op basis van de TVW verwarmd kunnen worden. We concluderen dat de TVW ernstige ontwerpfouten bevat en dat de woningen niet voldoende warm kunnen worden. Deze warmteproblemen en de bijbehorende kosten worden op de bewoner afgeschoven.

## Draagvlak

Zonder draagvlak zal de noodzakelijke energietransitie niet slagen. Via de Transitie Visie Warmte dienen de volgende aspecten te worden gewaarborgd:

- Keuzemogelijkheden
- Baas in eigen huis
- Iedereen heeft eigen behoefte
- Transparantie
- Inzicht in kosten en consequenties
- Help bewoners bij het maken keuzes
- Een keuze kan altijd veranderd worden; dit leidt periodiek tot wijzigingen in de plannen voor aansluitingen (en niet zoals is aangegeven dat een gemaakte keuze vanaf een bepaald moment niet meer veranderbaar is)

## Keuzevrijheid

Verder is keuzevrijheid een belangrijk item voor de bewoners/eigenaren/huurders en verhuurders. Het gaat dan om 3 verschillende keuzes n.l.:

- de keuze van de leverancier van warmte; net als bij gas en electriciteit wil je jaarlijks kunnen switchen
- je wilt kunnen kiezen uit meerdere mogelijke oplossingen. Er dient een helder en transparant inzicht te bestaan over de mogelijkheden en onmogelijkheden en de consequenties qua kosten. Het moet mogelijk zijn om een eenmaal gemaakte keuze te veranderen.



- de tijdlijn voor het maken van stappen naar de toekomstige oplossing; het kiezen logische momenten om stappen te zetten om het energiegebruik te verminderen:
  - Verbouwing
  - Nieuwe eigenaar / bewoner
  - Vervanging CV ketel
  - Etc.

Mogelijke keuzes voor een oplossing zijn b.v.:

1. Elektrische warmtepomp
2. Lage Temperatuur warmtenet / WKO (warmte koude opslag)
3. Hoge Temperatuur warmtenet
4. HR CV ketel met hernieuwbaar gas of waterstof
5. Hybride oplossing (combinatie 1 + 4)

Op blz 25 laatste paragraaf onder individuele oplossingen staat: *“Een andere belemmering kan ontstaan als in wijken op grote schaal wordt gekozen voor individuele oplossingen, waardoor een substantiële verzwaren van de bestaande infrastructuur voor elektriciteit door de netbeheerder zal worden gevraagd”.*

**Een dergelijke belemmering zou niet moeten ontstaan. Het tast de keuzevrijheid aan. Tijdige maatregelen zijn nodig om het elektriciteitsnet te verzwaren** immers:

- Het is gemeentelijk beleid om zo veel mogelijk zonnepanelen op daken te plaatsen.
- Er wordt verwacht dat iedereen elektrisch zal gaan koken
- Er wordt verwacht dat iedereen elektrisch zal gaan rijden

*‘Keuzevrijheid is en blijft een waardevol uitgangspunt binnen onze energietransitie’,* zo wordt op blz. 57 gesteld

**Wat blijft over van de keuzevrijheid als de buurt als geheel moet meedoen met het voorkeursalternatief?**

*‘De transitiekaart in deze Transitievisie Warmte geeft wel een duidelijk voorkeursalternatief aan voor de buurt als geheel, waar we als gemeente met beleid op zullen sturen. Dat doen we mede omdat we de totale maatschappelijke kosten zo laag mogelijk willen houden.’* (blz. 8).

*‘Het kan dus ook zo zijn dat er in buurten die nu nog niet zijn weergegeven in één van de eerste fases, toch al stappen worden gezet richting aardgasvrij.’* Dezelfde blz 8

**Aan welke stappen moet worden gedacht bij deze uitspraak?**

**Wat blijft over van de keuzevrijheid zoals verwoord op blz. 51 na het afhaken van de Rotterdamse restwarmte**

*‘Bovendien zien we zowel landelijk als regionaal de contouren van een nieuwe energie infrastructuur, veelal op basis van warmtenetten. Dit soort systeemkeuzes kan ervoor zorgen dat er lokaal minder keuzevrijheid ontstaat.’* Blz. 51

**Waarom is er alleen voor de binnenstad mogelijk groen gas te gebruiken, zoals op meerdere plaatsen aangegeven?**

**Waarom geldt dit ook niet voor (delen van) wijken waar de aardgasinfrastructuur aanwezig is en waar de isolatie van huizen alleen tegen voor bewoners onverantwoord hoge kosten mogelijk is?**

Ook buiten de begrenzings van de binnenstad is sprake van oude monumentale woningen en woningen met een beschermd stadsgezicht.

**Een belangrijke vraag vanuit de optiek van bewoners is welke garanties er zijn dat water van de middentemperatuur daadwerkelijk op 70 graden wordt geleverd.**

## **Moderne Energietransitie**

Een moderne energietransitie vergt meer dan een warmtenet. Het vraagt om een integrale benadering van:

- warmte voor verwarming,
- warm water voor de badkamer en de keuken
- electriciteit,
- opslag
- koeling
- oplaad infra voor elektrische voertuigen
- waterstof / groen gas
- schone bronnen

Daarbij moet nadrukkelijk rekening worden gehouden met alle nieuwe ontwikkelingen (innovatie). Deze nieuwe ontwikkelingen gaan bijzonder snel.

Zorg dat de continuïteit wordt gewaarborgd

- calamiteiten,
- dubbele routes/leidingen,
- koppelen verschillende kleinschalige netwerken

Het energienetwerk moet in balans zijn met de optimalisatie van woningen/gebouwen.

De energiebron en ook de energie opslag liggen zo dicht mogelijk bij de gebruiker  
Maak gebruik van kleinschalige lokale netwerken, die aan elkaar kunt koppelen.  
Pas in de regel maatwerk toe, tenzij collectief logischer/voordeliger/eenvoudiger is

De continuïteit moet geborgd zijn:

- Het energienetwerk moet kunnen functioneren en leveren bij een piekbelasting.
- De leverbetrouwbaarheid moet voldaan aan vooraf gestelde eisen

**In de bijlagen 2 en 3 wordt verder ingegaan op de te verwachten ontwikkelingen voor de aspecten zonne-energie, windenergie, waterstof en energie opslag.**

### Optimalisatie woningen en gebouwen:

Niet rücksichtlos isoleren maar rekening houden met:

- Kwaliteit huizen en gebouwen
- Wijze van gebruik
- Gewenst comfort in zomer en winter

Er is sprake van interactie tussen een woning/gebouw en een mogelijke (netwerk)oplossing voor de energievoorziening.

- Niet elke oplossing is geschikt voor elke woning/gebouw



- Het kunnen toepassen van een bepaalde oplossing vereist al dan niet bepaalde maatregelen aan een woning of gebouw

De variëteit in woningen en gebouwen is groot. Dit hangt b.v. samen met het bouwjaar en de grootte van de woning. Sociale factoren spelen ook een belangrijke rol b.v. het aantal personen in een woning/gebouw, de wijze van gebruik en het gewenste comfort in de zomer en de winter. Bovendien wordt koeling steeds belangrijker.

**Je moet voor elke woning/gebouw bekijken hoe je die kunt optimaliseren in relatie tot de keuze van een mogelijke (netwerk)oplossing. Stel de woning/het gebouw bij het maken van keuzes centraal in relatie tot het gewenste comfort en de te maken kosten voor het gewenste comfort.**

## Energieopwekking en opslag

Gezien de natuurschaarste in de regio en de enorme verstedelijkingsdruk op de omgeving van Leiden vragen wij de gemeente om de ontwikkeling van zon- en windparken in het buitengebied te bestrijden.

De gemeente zou absolute prioriteit moeten geven aan de benutting van het beschikbare dakoppervlak in de gebouwde omgeving voor zon-PV, te beginnen met het gemeentelijke vastgoed. Plaats zonnepanelen op zoveel mogelijk daken. Het gaat dan niet alleen om PV-panelen maar ook om PVT-panelen (= voor warm water).

Windparken en grote windturbines passen niet in een dichtbevolkt gebied. Zij horen offshore.

### Energiebronnen

- Geen energieopwekking door onze bossen op te stoken.
- Voorlopig nog wel door gebruik van gas. Dit wordt later vervangen door waterstof
- Zo veel mogelijk lokale bronnen:
  - Geen restwarmte uit Rotterdam maar de Uniper centrale vergroenen m.n. om de continuïteit van het huidige HT warmtenet te borgen
  - Bodemwarmte
  - WKO
- Zonnepanelen op zo veel mogelijk daken
- Verdere opties (van geschikte locaties ver buiten Leiden):
  - Zonnepaneelparken
  - Windparken en windturbines
  - Geothermie

*'een meer duurzame opwek van elektriciteit'* (laten) realiseren? (blz. 11).

**Op welke wijze wil de gemeente *'een meer duurzame opwek van elektriciteit'* (laten) realiseren? (blz. 11).**

**Hoe groen is de elektriciteit op dit moment?**

blz. 51. *'Regionaal is een slimme verdeling van de bronnen noodzakelijk, zodat alle gemeenten in de regio tegen de laagst maatschappelijke voor de eindgebruiker de hoogste CO2 -uitstoot kunnen realiseren.'*

**Dit is een voor ons onbegrijpelijke passage. Wat is de betekenis hiervan?**

## Restwarmte, warmtenetten en warmtewet

### Geplande Restwarmte uit Rotterdam

Het gebruik van restwarmte uit Rotterdam is de hoeksteen van de Leidse energietransitie. De gemeente Leiden heeft zich daartoe gecommitteerd aan de zogenoemde Leiding door het Midden van WarmtelinQ+, die beheerd zal worden door Gasunie. **Geconstateerd wordt dat de Gasunie nog geen enkele ervaring heeft met warmtetransport en –distributie.**

**We stellen vast dat de huidige bronnen van restwarmte in Rotterdam verre van duurzaam zijn en dat de duurzame beschikbaarheid van die restwarmte niet is gegarandeerd.** Daarom is het zaak nieuwe, duurzame warmtebronnen te ontsluiten.

In de Omgevingsvisie wordt, vooruitlopend op de nieuwe warmtewet, alvast gemeld:

“Het bestaande stadswarmtenet wordt verder uitgebreid en verduurzaamd. Doordat het stadswarmtenet open wordt gesteld voor meerdere bronnen, vormt het de ruggengraat van het duurzame energienetwerk.”

Hoe meer bronnen en hoe diverser die bronnen, hoe beter voor de leverbetrouwbaarheid en voorzieningszekerheid. Dat is de theorie. **In de praktijk ligt dat voor een warmtenet echter niet zo eenvoudig als voor een elektriciteits- of een gasnet. Bij warmtebronnen hebben we te maken met verschillende temperatuurniveaus en met veel hogere kosten voor het aankoppelen van nieuwe bronnen dan bij gas of elektriciteit. In vergelijking met een gasnet is de aanleg van een warmtenet per lengte-eenheid ten minste een factor 2 à 3 duurder en is een warmtenet niet flexibel.**

**De warmtekavels die de gemeente wil aanwijzen zijn veel te groot en doen geen recht aan de heterogeniteit van de gebouwde omgeving in de meeste wijken.** De grootschalige top-down benadering van de Zuid-Hollandse warmterotonde, die door de provinciale en gemeentelijke bestuurders wordt omarmd, is een recept voor grootschalige verspilling. De warmteverliezen van een grootschalig hogetemperatuurwarmtenet zijn enorm (conservatieve schattingen gaan uit van 25 à 30%), wat noodzaakt tot bijplaatsen van (gasgestookte) boosters om de temperatuur onderweg op te vijzelen, en ook de energiebehoefte voor het verpompen van heet water over lange afstanden mag niet onderschat worden.

**Het is niet logisch om hoge- en lage-temperatuurbronnen in één warmtenet te koppelen.**

Gezien het gebrek aan flexibiliteit van grootschalige warmtenetten, is het **veel verstandiger warmtenetten kleinschalig te ontwikkelen**, op het niveau van wooncomplexen, straten en buurten. Lagetemperatuurwarmtebronnen worden bij voorkeur lokaal benut met een lokaal warmtenet dat is ontworpen op de karakteristieken van de gebouwenvoorraad van de specifieke warmtekavel.

Het besluit over die upfront investering wordt genomen op een moment dat het nog totaal onduidelijk is welke duurzame warmtebronnen op termijn de huidige niet-duurzame bronnen gaan vervangen en hoe de warmtevraag zich ontwikkelt. **De gemeente doet er verstandiger aan eerst kleinschalige projecten te faciliteren en zo ervaring op te doen met verschillende warmtebronnen en verschillende typen distributienetten. Op termijn kunnen die kleinschalige netten naar elkaar toegroeien en verbonden worden om meer leveringszekerheid te bieden voor alle gebruikers.**

De warmtemarkt in Nederland heeft zich nog niet ontwikkeld. Dat heeft onder meer te maken met de grote technologische dynamiek en dito onzekerheden. Het is een illusie te denken dat die onzekerheden van snel voorbijgaande aard zullen zijn. Het is in elk geval een veeg teken dat private investeerders terugschrikken voor de enorme risico's en onzekerheden. En als private investeerders

wél instappen, moeten we ons realiseren dat zij voor het nemen van die grote risico's een navenante risicoconforme beloning zullen eisen.

“Het bedrag dat een gemiddeld Nederlands huishouden kwijt is aan **stadswarmte voor verwarming en douchen is Euro 1141 per jaar**. Dat is exclusief het huren van de afleverset, zoals de installatie bij stadswarmte heet. Volgens voorlichtingsorganisatie Milieu Centraal betalen Nederlanders, die stoken **op aardgas, zo'n Euro 980 per jaar**, waarbij het onderhoud van de cv-ketel niet wordt meegerekend”. (TNO onderzoek; FD 30 april).

**In Nederland zijn de huidige klanten van warmtenetten in elk geval veel duurder uit dan in andere landen. Voor dezelfde hoeveelheid warmte betalen Nederlandse warmtegebruikers 15% tot 55% meer dan in Duitsland en de Scandinavische landen.** De tarieven in die andere landen zijn gebaseerd op de kostprijs: ze zijn transparant en er zijn benchmarks. Het niet-meer-dan-anders (NMDA) principe dat in Nederland wordt gehanteerd, met aardgas als referentie, is geen transparante basis voor de tarieven die warmteafnemers moeten betalen en de gasprijs is uiteraard geen houdbare referentie voor de warmtetarieven. **Wat we ook kunnen leren van het buitenland is dat de tarieven in gebieden waar geen aansluitplicht geldt, lager zijn dan in gebieden waar aansluiting verplicht is. Hoe ontevreden de Nederlandse klanten van warmtenetten ook zijn, zij kunnen geen kant op: zij zijn met huid en haar overgeleverd aan de lokale/regionale warmtemonopolies, die volgens de nieuwe warmtewet op een concessietermijn van 30 jaar mogen rekenen.** In het Nederlandse systeem ontbreekt het volkomen aan prikkels voor de warmtemonopolist om zijn kosteneffectiviteit te verbeteren.

Het is de vraag welke rol de gemeente kan spelen in het beschermen van haar burgers als *captive users* van lokale/regionale warmtemonopolies. Gezien haar commitment aan WarmtelinQ+ besteedt de gemeente Leiden die verantwoordelijkheid maar al te graag uit aan een partij als Gasunie, die nog geen enkele ervaring heeft met warmtetransport. Binnen WarmtelinQ+ heeft de gemeente in elk geval geen regierol. Maar ook voor lokale warmtenetten geldt: **heeft de gemeente wel voldoende kennis om de plannen van verschillende aanbieders te beoordelen en om, in een situatie van informatie-asymmetrie, effectief toezicht te houden op de concessiehouder? Wat gebeurt er als de concessiehouder failliet gaat? Hoe wordt de dienstverlening dan geborgd? Hoe worden andere publieke waarden geborgd?**

**Anders dan bij de aardgas- en elektriciteitsvoorziening worden de kosten van warmtenetten niet gesocialiseerd; warmtekosten worden uitsluitend gesocialiseerd per kavel. Gaan de burgers van Leiden straks meer betalen dan de burgers van Den Haag en Rotterdam, voor dezelfde restwarmte? En hoe zit het met de kostenverschillen tussen wijken en buurten? Het opknippen van Nederlandse gemeenten in warmtekavels leidt tot een lappendeken van warmtenetten met grote verschillen in de kwaliteit en kosten van duurzame warmtevoorziening per kavel. Dat heeft zowel te maken met verschillen in de beschikbaarheid van duurzame warmtebronnen als met verschillen in de kwaliteit van de gebouwde omgeving. Enerzijds rijst hiermee de vraag of burgers kunnen rekenen op enige rechtsbescherming bij het aanwijzen van warmtekavels door de gemeente. Anderzijds is het de vraag of het maatschappelijk aanvaardbaar is dat er grote verschillen in de kosten van warmte ontstaan tussen gemeenten en tussen wijken en buurten binnen een gemeente.** Het publieke debat hierover zal ongetwijfeld gevoerd gaan worden, want warmtevoorziening is in ons klimaat voor alle burgers een essentiële dienst die we niet voor niets altijd als nutsvoorziening hebben beschouwd.

Wij bevelen aan dat de gemeente haar burgers pas overlevert aan de warmtemonopolisten als zij absolute waarborgen heeft voor de duurzame beschikbaarheid, betrouwbaarheid en betaalbaarheid van de warmtelevering voor haar burgers en nadat zij zich verzekerd heeft van de maatschappelijke acceptatie. Zolang die waarborgen ontbreken, doet de gemeente er verstandig aan een pas op de

plaats te maken en het bestaande gasnet te koesteren als reële optie voor een toekomstig waterstofnet.

### Het ontwerp probleem van WarmtelinQ

WarmtelinQ is ontworpen op een capaciteit, waarmee het gemiddelde van de vraag naar warmte over het hele jaar geleverd kan worden. Dit wordt de basislast genoemd. In de winter wordt te weinig warmte geleverd en in de zomer te veel. Er wordt geen rekening gehouden met de karakteristieken van de vraag naar warmte. Onze woningen en gebouwen hebben een verwarmingsinstallatie, die is ontworpen op basis van de wettelijke eisen (voldoende warm bij een temperatuur van -10 en een noordoosten wind met een kracht van 7 Beaufort). Er is dus sprake van 2 totaal verschillende ontwerp principes

De warmte wordt eerst geleverd in Rotterdam en vervolgens in Den Haag. De woningen en gebouwen in Leiden e.o. liggen aan het eind van de warmtepijp. Wanneer het echt koud is, komt er onvoldoende warmte naar Leiden e.o. Dit leidt tot hoge extra kosten om additionele voorzieningen te treffen. Deze kosten zijn niet gespecificeerd.

Op het moment dat de warmtevraag in Rotterdam hoger is, dan de basislast, is de meest efficiënte oplossing om warmte die in Rotterdam beschikbaar is daar ook te gebruiken. Het transporteren van restwarmte naar Den Haag en Leiden leidt tot transportverliezen in de vorm van warmteverlies en pompenergie. Dat zijn vermijdbare verliezen. Het gecombineerde energieverbruik van alle "stops" langs de route is lager als je de transportafstand minimaliseert.

In bijlage 5 is aangegeven dat WarmtelinQ+ volgens het huidige ontwerp de woningen in Leiden in de winter niet voldoende kan verwarmen. In de winter is er sprake van een tekort aan warmte. Alleen door additionele maatregelen en de daaraan gerelateerde hoge kosten kan een oplossing worden geboden. Dit wordt niet genoemd in de TVW.

### De veranderde situatie met restwarmte uit Rotterdam

Het is volstrekt onduidelijk wat nu de positie is van de aanvoer van restwarmte uit Rotterdam. De gemeenteraad van Rotterdam heeft de aanleg unaniem afgewezen en de Gasunie ziet alleen brood in de aanleg van een leiding naar Den Haag. **Wat betekent dit voor het hart van de Transitie Visie Warmte?**

De Rotterdammers vinden de restwarmte te duur. Wij vinden het onbegrijpelijk dat de Leidenaren deze warmte dan goedkoop zouden vinden, immers de WarmtelinQ kost honderden miljoenen en er moet tussendoor fors bijgestookt worden. **Is er een garantie dat die bijstook niet met aardgas, of erger nog biomassa plaatsvindt?**

De transitievisie van B&W Leiden komt op een merkwaardig moment. De belangrijkste pijler onder deze visie - het betrekken van restwarmte uit de Rotterdamse haven via het transportnetwerk WarmtelinQ+ - is door de Rotterdamse gemeenteraad unaniem onderuit gehaald. **Onze vraag is dan ook of deze Transitie Visie nog verder kan lopen zonder dit mankerende been? Moet de hele aanpak niet terug naar de tekentafel? Moet niet opnieuw worden gekeken naar de geschetste scenario's in bijlage 1 van de TVW? Wat ons betreft verdienen andere scenario's verre de voorkeur. Kan de gemeente de financiële onderbouwing van de verschillende scenario's geven?**

**Maakt het besluit van de Gasunie om € 400 miljoen te investeren voor een warmteleiding van Rotterdam naar Den Haag een mogelijke verbinding naar Leiden niet extra gecompliceerd?**

*Op blz. 40 staat de warmteladder. Restwarmte levert een belangrijke bijdrage aan de warmtebehoefte*

**Welke gevolgen heeft het niet beschikbaar komen voor de warmteladder?  
 Wat betekent de opmerking?  
 Waarom staan groene gassen zo laag op deze ladder?**

op dezelfde bladzijde 40: *'Gemeente Leiden is van plan samen met de regiogemeenten in de toekomst af te wijken van de warmteladder uit de RES, mede door de keuze voor een open regionaal systeem met een mix*

*'Een logische stap in de transitie is dan ook het bestaande warmtenet dat nu nog gebruik maakt van aardgas te voeden met duurzame warmte. De ambitie is dat vóór 2030 geen aardgas meer wordt gebruikt als warmtebron voor de basislast. Vattenfall zet voor het bestaande net in op een aardgasvrije piekcapaciteit voor 2040. We willen de restwarmte uit het havengebied van Rotterdam gebruiken in afwachting tot het beschikbaar komen van geothermie als warmtebron voor het nieuwe collectieve net.'*  
 (blz. 23)

**Hoe is bij deze afweging ook rekening gehouden met de huidige technologische ontwikkelingen en de mogelijkheid van import van groen gas uit zonovergoten gebieden of plaatsen met een enorm windpotentieel?**

**Op welke wijze moeten deze stappen tegen de achtergrond van de nieuwe omstandigheden worden gelezen?**

Wij verwachten dat Vattenfall garandeert dat geen aardgas en ook geen biomassa gebruikt wordt voor de niet-basislast. Voor de basislast mag uitsluitend geothermie of restwarmte gebruikt worden.

**Ook hier is een risico analyse op z'n plaats die tijdig wordt uitgevoerd.** Immers geothermie (en aquathermie) zijn op deze schaal nog nooit toegepast.

Hoe moet in de nieuwe situatie de passage worden gelezen

*'De regionale inzet is deze warmte in 2026 beschikbaar te maken, omdat op dat moment het huidige contract rondom gasgestookte warmtelevering vanuit de Uniper-centrale afloopt.'* (blz. 40).

*Blz 61. 'Het ontwikkelen van Warmtelinq+ leidt zonder extra landelijke subsidies tot een significante onrendabele top. Dit betekent dat we zonder een rijksbijdrage deze leiding niet kunnen ontwikkelen, waarmee de warmtetransitie stil dreigt te vallen zonder regionale samenwerking. Bovendien kunnen we een flinke tijd geen extra stappen bovenop de energiebesparingsopgave zetten.'*  
*rondom gasgestookte warmtelevering vanuit de Uniper-centrale afloopt.'* (blz. 40).

**Waarom wordt de Uniper-centrale niet duurzaam gemaakt?**

**Wat betekent deze passage op blz. 61 in het licht van de sterk veranderde omstandigheden?**

## Vergelijking alternatieve scenario's om Leiden van energie te voorzien

Er is door ons een vergelijking gemaakt van 5 opties om Leiden in de toekomst van energie te voorzien. Deze vergelijking is volledig gedocumenteerd. Het gaat om de volgende scenario's:

- Op basis van restwarmte uit Rotterdam (totaal 70 MW)
- Deels restwarmte (40 MW) en deels warmtepompen (30 MW)
- Deels restwarmte (40 MW) en zon en wind (elk 30 MW)
- Op basis van een nieuwe STEG (70 MW)
- Op basis van een nieuwe STEG (40 MW) en zon en wind (elk 30 MW)

Het resultaat van de vergelijking staat in onderstaande tabel.

**Een eerste (incomplete) indicatie van de kosten laat zien dat het gebruik van restwarmte uit Rotterdam veel duurder is dan de verschillende alternatieven, die we hebben geëvalueerd**

Leids deel van de kosten van basis optie en alternatieven (40 jaar)										
	Basis		alternatief 3		alternatief 1		alternatief 2		alternatief 4	
Soort energie	warmte Restwarmte 40 MW	warmte Restwarmte 30 MW	warmte Nieuwe STEG 40 MW	warmte Nieuwe STEG 30 MW	warmte Restwarmte 40 MW	electriciteit Warmtepompen 30 MW	warmte Restwarmte 40 MW	electriciteit Zon en Wind elk 30 MW	warmte Nieuwe STEG 40 MW	electriciteit Zon en Wind elk 30 MW
Bron										
WarmtelinQ	10???				10???		10???			
Kosten WarmtelinQ buffers	???	???			???		???			
Nieuwe STEG			379	285					379	
Vastrecht 40.000	640		640		640		640		640	
Distributienet + Aansluitingen 30.000		375		375						
Vastrecht 30.000		480		480						
Compensatie warmteverliezen	600	450			600		600			
Zonnepanelen								44,5		44,5
Windturbines (land/zee)							40/200			40/200
Kosten aansluiting in huis		???		???					???	
Kosten huis geschikt maken	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???
Warmtepompen						450				
Stroomnet	480	360	480	360	480	360	480	720	480	720
Totaal in miljoenen	3395		2999		2540		2534,5/2694,5		2303,5/2463,5	

## Energiehubs

Over de energiehubs die vanwege de **noodzakelijke ruimtereserveringen** een prominente plaats hebben in de Omgevingsvisie, hebben wij nog veel vragen. **Op welke schaal moeten we die energiehubs zien? Op de schaal van wijken, buurten of kleinere eenheden? En welke partij zou dan de balancering van elektriciteit, warmte, groen gas en eventueel waterstof voor zijn rekening moeten nemen?** In principe vallen die energiediensten onder verschillende regimes van wetgeving en regulering en is het vooralsnog volkomen duister welke partij, onder welke voorwaarden zo'n mandaat zou kunnen krijgen en hoe de burgers dan beschermd zijn tegen misbruik van hun eigen gebruikersdata en tegen misbruik van marktmacht door leveranciers.

**Waarom zijn deze Energiehubs niet opgenomen in de Transitie Visie Warmte?** Zij vormen wel degelijk een essentiële bouwsteen in het geheel.

- Energie Hubs:
  - Groot pompstation en warmte opslag in Oostvlietpolder?? Nergens concreet gemaakt (staat wel in Omgevingsvisie)
  - Nieuwe grote elektriciteitstransformatie ter grootte van 6 voetbalvelden. Waar en hoe gedimensioneerd. Nergens beschreven (Staat wel in Omgevingsvisie)

Ook in de Omgevingsvisie blijft het verre van duidelijk wat Leiden voor ogen heeft met een **Smart City grid**. Voor de energiehubs signaleren we alvast dat de real-time balancering van productie en consumptie van verschillende energiedragers en energiediensten in energiehubs enorme dataflows met zich meebrengt. Die data zijn in principe niet van de gemeente, maar van haar burgers. De



gemeente lijkt zich noch bewust van het issue van data ownership noch van de intensiteit van het dataverkeer dat geacommodeerd moet worden in de gedroomde toekomst voor 2040.

In bijlage 3 worden de ontwikkelingen rond energie opslag uitgebreid toegelicht.

## Organisatie

De energietransitie is een groot en bijzonder complex traject met een groot aantal betrokken partijen en belanghebbenden. De deadline voor dit project is het jaar 2050. In de loop der jaren zullen nieuwe technieken en nieuwe oplossingen (innovaties) beschikbaar komen. Deze moeten op een beheersbare manier worden ingevoerd.

Binnen Leiden is het niet alleen de gemeente, die een rol heeft te vervullen. Ook de wijken en elke bewoner, eigenaar en huurder hebben een rol. **De huidige versie van de Transitie Visie Warmte biedt onvoldoende inzicht hoe de gemeente denkt een en ander te organiseren.**

**Welke projectorganisatie heeft de gemeente voor ogen om de geweldige klus van de energietransitie te klaren?** De vraag is of de gemeente voldoende geëquipeerd is om een dergelijke project op degelijke wijze uit te voeren.

Op diverse niveaus moet een plan van aanpak worden gemaakt. Het gaat daarbij om:

- De regio
- De gemeente
- Elke wijk
- Elke bewoners, eigenaar en huurder en verhuurder

Via het plan van aanpak moet de rolverdeling worden vastgesteld. Er moet worden bepaald wie verantwoordelijk is voor wat. Communicatie, participatie en een goede samenwerking tussen alle betrokken partijen zijn cruciaal.

**Betrouwbare gegevens over de huidige situatie en de door bewoners/eigenaren/huurder en verhuurders gewenste toekomstige situatie zijn onmisbaar voor het maken van plannen.**

Veel bewoners, eigenaren en huurders zullen ondersteuning nodig hebben bij de uitvoering van hun rol.

**Wie behartigt de belangen van de burgers in relatie tot de leveranciers van energie en de beheerders van de netwerken? Is dat de gemeente of het ministerie?**

Waar voorts geen aandacht aan besteed is, is de **praktische uitvoerbaarheid**. Nederland beschikt niet over de aantallen installateurs, aannemers, service medewerkers etc., die nodig zullen zijn voor een operatie van een dergelijke omvang.

**Voor de gemeente Leiden is het zaak lering te trekken uit de historie van het WBR. In het eindrapport van de Raadsenquête Warmtebedrijf Rotterdam zijn er grote vraagtekens geplaatst bij de kennis en competenties van de gemeente om grip te houden op een complex project als het WBR. Die zorg kan de gemeente Leiden zich ook aantrekken.**

**Met de Leiding door het Midden zijn grote maatschappelijke en financiële belangen én risico's gemoeid.** De aansluiting op restwarmte uit Rotterdam vraagt een enorme upfront investering met een groot lock-in risico. De upfront investering die nodig is voor het project moet over een termijn van circa 40 jaar worden terugverdiend. Daarover wordt al een besluit genomen op een moment dat er nog geen enkele zekerheid is over de beschikbaarheid, de technologie en de kosten van duurzame warmtebronnen in de toekomst, inclusief de kosten om woningen geschikt te maken, en over de

toekomstige ontwikkeling van de vraag (qua kwantiteit, temperatuurniveaus en ruimtelijke distributie). Anders gezegd: de gemeente neemt een gigantische hypotheek op de toekomst en wentelt het risico daarvan af op haar burgers.

**In de situatie van gebruik van restwarmte vanuit Rotterdam is er niet alleen een grote warmwaterleiding nodig van Rotterdam naar Leiden en omgeving. Dan is er ook een grootschalig distributienet nodig in de stad.** Op dit moment zijn in Leiden en omgeving een 12.000 adressen op een dergelijk distributienet aangesloten. Voor de toekomst wordt voorzien, dat in Leiden 36.000 adressen worden aangesloten. Dat is een grote uitbreiding. We hebben het dan over een grootschalige hoge temperatuur warmtenet. Alle nieuwe adressen moeten worden aangesloten. Dit vergt ook veranderingen binnenshuis. Dit brengt hoge kosten met zich mee. Het leidt tot grote overlast in de stad. De ervaring is dat dergelijke projecten moeilijk te beheersen zijn. Er is vaak sprake van grote tijdsoverschrijdingen en grote overschrijdingen van de begrote kosten. Bovendien is het resultaat vaak minder dan afgesproken.

## Financiën

Essentieel voor het draagvlak is het bieden van een helder inzicht in:

- Kosten optimaliseren woning/gebouw
- Impact op verbruikskosten
- Kosten benodigde infrastructuur
- Wie betaalt wat en subsidies

**De rijksoverheid en ook de gemeente blijft hangen in de kreten haalbaar en betaalbaar. Nergens wordt dit concreet gemaakt**

## Wat biedt de gemeente tot nu toe?

Er is veel meer nodig dan hetgeen tot nu toe wordt geboden.

- Alles wat geen warmte is onbreekt
- Geen energie opslag
- Beleid zonder kosten
- Beleid zonder geld en financiering
- Geen koeling
- Geen innovatie en nieuwe ontwikkelingen
- Voor de binnenstad alternatief gas en eventueel waterstof; ook buiten de binnenstad zijn er monumentale panden, die een soortgelijke aanpak nodig hebben als de binnenstad
- Gemeente wenst de regie te nemen; op blz 53 worden de verschillende mogelijke rollen genoemd. Blijkbaar heeft de gemeente het voornemen om alle deze rollen situatie afhankelijk in te vullen. **De gemeente zou gebruik moeten maken van de kennis en ervaring, die in de stad aanwezig is. Tot nu toe zijn er geen zichtbare initiatieven vanuit het college c.q. de gemeenteraad**
- Continue in gesprek met de stad??? **Wat levert dat echt op?**
- **Bewonersinitiatieven worden gestimuleerd. Hoe dan?**

## Risico Management / Complexiteit

In meerdere opzichten is de energietransitie een bijzonder complexe operatie.

- Er is sprake van veel verschillende soorten betrokken partijen:
  - Rijk, provincie, regio, gemeente, wijk
  - Infrabeheerders (gasnet, warmtenet, elektriciteitsnet)
  - Leveranciers (gas, elektriciteit, warmte (met verschillende temperaturen) en waterstof)



- Bewoners, eigenaren en huurder/verhuurders
- Veel verschillende mogelijke oplossingen (autonoom of collectief)
- Nieuwe ontwikkelingen (hoe wordt er omgegaan met innovaties?)
- Wil men een eigen oplossing van een woning/gebouw of is men bereid samen met anderen een oplossing te realiseren

## Juridische aspecten

De energietransitie dient juridisch te worden verankerd. Daarbij gaat het b.v. om:

- Op dit moment ontbreekt nog een juridische basis (b.v. de nieuwe omgevingswet is nog niet van kracht)
- De nieuwe warmtewet versie 2.0 is doorgeschoven naar de nieuwe regering
- Concurrentie op de warmtemarkt is nog niet geborgd
- Wet- en regelgeving dient innovatie te stimuleren
- Geen verplichte aansluitingen
- Prijsregulering
- De eigendomsverhoudingen, rollen en verantwoordelijkheden dienen helder te zijn
- Mogelijke juridische obstakels wegnemen
- Afsluiten van gas (8 jaar na aankondiging door de gemeente). **Over welk gas hebben we het dan?**

## Bescherming van bodem en drinkwater

Een grote complicatie bij het inrichten van een warmtenet is de grote heterogeniteit van de lokale warmtevraag en het warmteaanbod. Welke techniek geschikt is wordt aan de ene kant bepaald door de lokale/regionale beschikbaarheid van duurzame warmtebronnen en aan de andere kant door de aard en kwaliteit van de lokale gebouwenvoorraad. Op beide fronten zijn er grote verschillen tussen locaties, die bepalend zijn voor het benodigde temperatuurniveau en voor de kosten van de nieuwe warmtevoorziening. Voor nieuwe ontwikkelingsprojecten van woonwijken, bedrijventerreinen en industrie kan de bouw in samenhang met de beschikbaarheid en ontwikkeling van lokale duurzame warmtebronnen worden gepland. Daarbij zal bij voorbaat rekening gehouden moeten worden met klimaatverandering. Langdurige perioden van droogte en een hogere frequentie en intensiteit van regenval zullen repercussies hebben voor de beschikbaarheid van bijvoorbeeld aquathermie en bodemwarmte. Ook de inzet van (grootschalige) geothermie vereist planning en coördinatie, zowel wat betreft de ontwikkeling van de bovengrondse warmteafzet en de combinatie met andere functies in de ondergrond, als het zekerstellen van de continuïteit van warmtelevering op de langere termijn.

**Er is dringend behoefte aan heldere principes voor allocatie van ruimte in de ondergrond**

**Het gebruik van dergelijke bronnen vereist in elk geval een gecoördineerde benadering met de drinkwaterbedrijven en de waterschappen, gezien de noodzaak van het waarborgen op de langere termijn van de drinkwatervoorziening, de waterveiligheid en de beschikbaarheid van water voor natuur en landbouw (waterpeilbeheer).**

## Behoud het aardgasnet totdat haalbare alternatieven beschikbaar zijn en als reële optie voor een toekomstig waterstofnet

Gegeven al die onzekerheden is het de vraag of de gemeente er niet verstandiger aan doet even af te wachten en het bestaande fijnmazige gasnet voorsnog te koesteren. Zolang er aardgas geleverd wordt, moeten geplande onderhouds- en vervangingswerkzaamheden aan het gasnet om veiligheidsredenen sowieso doorgang vinden. De beschikbaarheid van aardgas is geen probleem; die

is niet afhankelijk van Groningen. Aardgasvoorraden zijn breed verspreid over de wereld (geen OPEC-achtig kartel), de voorraden zijn tot ver in de toekomst toereikend, aardgas komt niet alleen uit Rusland en voormalige Sovjet-staten, maar ook uit heel veel andere delen van de wereld, via de GATE-terminal (LPG). Waterstof kan aardgas te zijner tijd vervangen. Waterstof kan bijgemengd worden in het aardgasnet, zodat een geleidelijke transitie van aardgas naar waterstof mogelijk is. Op dit moment lopen er al pilots met pure waterstofvoorziening in Nederland (o.a. in Stad aan 't Haringvliet en Hoogeveen). Nederland is dankzij de lege gasvelden op de Noordzee goed gepositioneerd voor de productie van blauwe waterstof, zolang groene waterstof nog niet in voldoende hoeveelheden beschikbaar is. In de toekomst is het waarschijnlijk dat we niet alle groene waterstof die Nederland nodig heeft in eigen land zullen maken, maar het in grote hoeveelheden met schepen en via pijpleidingen zullen importeren uit landen die gunstiger condities dan Nederland hebben voor relatief goedkope, grootschalige productie.

Zoals er grote onzekerheden zijn over de beschikbaarheid van duurzame warmtebronnen en de technologie die nodig is om die bronnen duurzaam te exploiteren, zo zijn er ook grote onzekerheden over de toekomstige beschikbaarheid van alternatieven voor aardgas: groen gas, synthetisch gas, synthese gas, blauwe en groene waterstof. De zekerheid die we wél hebben is de beschikbaarheid van een fijnmazig aardgasnet, dat tegen relatief geringe kosten geschikt kan worden gemaakt voor transport en distributie van waterstof. Dat aardgasnet vertegenwoordigt een enorme investering uit het verleden, waarvan we nog decennia kunnen profiteren als waterstof de brandstof voor de toekomst zou worden, met alle voordelen van flexibiliteit en schaalbaarheid.

**Koester het bestaande gasnet totdat bewezen alternatieven beschikbaar komen en als reële optie voor een toekomstig waterstofnet (of andere klimaatneutrale, gasvormige energiedragers).**

## Rol energieleveranciers en infrabeheerders

De huidige situatie is als volgt:

- De Gasunie is de beheerder van het landelijke gasnetwerk
- Alliander is beheerder van het lokale gasnetwerk
- Alliander is beheerder van het electriciteitsnetwerk
- Gas en electriciteit worden geleverd door een leverancier naar keuze
- Vattenfall is beheerder van het warmtenetwerk in Leiden en is de leverancier van de warmte via het warmtenetwerk. Er is geen sprake van een vrije keuze. Een en ander is gereguleerd via Warmtenet 1. ACM is de toezichthouder. Prijzen zijn gebaseerd op het **niet-meer-dan-anders** principe en worden vastgesteld door de ACM.

Voor de toekomstige situatie is de volgende situatie voorzien:

- De Gasunie is de beheerder van de warmtepijp van Rotterdam naar Leiden
- Vattenfall levert de warmte via deze warmtepijp
- Vattenfall is de beheerder van het huidige warmtenet in Leiden.
- Warmtewet 2.0 zou dit moeten reguleren:
  - In het concept staat dat de gemeente kavels aanwijst voor de levering van warmte. De gemeente bepaalt hoe groot een kavel is. **In relatie tot kleinschalige warmtenetten en andere kleinschalige oplossingen pleiten wij voor kleine kavels**
  - Het moet mogelijk zijn om net als bij gas en electriciteit om jaarlijks te wisselen van warmteleverancier
  - De prijs van warmte dient te zijn gebaseerd op een kostprijs + een faire opslag. Daarbij geldt dat de prijs gelijkwaardig moet zijn aan het prijsniveau in b.v. Denemarken en Duitsland (en niet 50% hoger)

- De warmteleveranciers dienen te worden gestimuleerd om hun kostprijs omlaag te brengen

Blz 61. *'Het ontwikkelen van Warmteling+ leidt zonder extra landelijke subsidies tot een significante onrendabele top. Dit betekent dat we zonder een rijksbijdrage deze leiding niet kunnen ontwikkelen, waarmee de warmtetransitie stil dreigt te vallen zonder regionale samenwerking. Bovendien kunnen we een flinke tijd geen extra stappen bovenop de energiebesparingsopgave zetten.'*  
*rondom gasgestookte warmtelevering vanuit de Uniper-centrale afloopt.'* (blz. 40).

**Hoe en door wie worden de energieleveranciers en infrabeheerders aangestuurd?**

## **Wat vragen wij(=de gemeente) van het Rijk**

Op blz 35 en 36 is het volgende aangegeven:

*"Een open regionaal energiesysteem komt niet vanzelfsprekend tot stand. De Leidse voorwaarde voor een eerlijke afweging van maatschappelijke kosten en baten, is erg afhankelijk van landelijke ontwikkelingen. Denk hierbij aan de rol die partijen spelen in de warmtetransitie.*

*De onafhankelijke publiek gereguleerde rol van landelijke en regionale netbeheerders is voor gas en elektriciteit wel geregeld, nog niet voor warmte en zeker nog niet voor de integraliteit van het energiesysteem.*

*Het wetgevend kader voor duurzame warmtevoorziening (de Wet Collectieve Warmtevoorziening) is ook nog in ontwikkeling en kent vooralsnog een flinke kloof als het gaat om de borging van ketenverantwoordelijkheid voor de eerdergenoemde publieke waarden.*

*Tegelijkertijd is de rol van de Leiden belangrijk, maar ook afhankelijk van ontwikkelingen in de buurgemeenten. Op dat niveau lijkt een optimale afweging van publieke waarden en het energetisch-financieel en ruimtelijk afwegen van maatschappelijke kosten en baten het beste te kunnen worden vormgegeven. De omschakeling op een andere vorm van warmte wordt daarbij alleen een succes als het voor bewoners haalbaar en betaalbaar is hun huis te verduurzamen. Verder moeten gemeenten in staat worden gesteld om de extra taken die op hen afkomen ook uit te kunnen voeren. Daarvoor hebben ze voldoende middelen, extra capaciteit en de juiste bevoegdheden nodig. Het Rijk zal gemeenten hierin tegemoet moeten komen. Ook zullen er nog veel vakmensen moeten worden opgeleid voor de uitvoering van de omschakeling.*

*Wij vragen van het Rijk om te zorgen voor het op orde brengen van de volgende randvoorwaarden:*

- *Zorg voor arrangementen die een oplossing bieden voor het onrendabele deel en voorfinanciering bij de aanleg van collectieve warmteoplossingen;*
- *Maak het betaalbaar voor bewoners, daarvoor is aanvullende financiering en subsidies voor particulieren, huurders en VvE's;*
- *Maak snelheid met voldoende bevoegdheden voor gemeenten in wet- en regelgeving;*
- *Stel ons in staat met capaciteit en middelen voor de uitvoering*

*Bij de oplevering van het transportnet en de selectie van een leverancier, is het van belang om een wettelijk normenkader voor de leveringszekerheid, de kwaliteit van de geleverde warmte, de storingsregistratie en een goede kwaliteit van dienstverlening verder aan te scherpen om hiermee ook nieuwe aansluitingen van eindgebruikers op het warmtenet tevreden te houden. Dit normenkader zou antwoord kunnen geven op de volgende vragen:*

- *Wat te verstaan onder betrouwbare levering van warmte?*
- *Welke temperatuur moet worden geleverd?*
- *Waar ligt de bewijslast om aan te tonen dat een storing heeft plaats gevonden?*
- *Hoe moet een warmteleverancier omgaan met vragen en klachten?*
- *Wat is voor het beheren en opereren een redelijk rendement?"*

**Wat is de stand van zaken bij het op orde brengen van de noodzakelijke randvoorwaarden?**

**Wanneer wordt wetgevend kader voor duurzame warmtevoorziening (de Wet Collectieve Warmtevoorziening) verwacht?**

**Wil de gemeente de bevoegdheid krijgen om bewoners van het gas af te sluiten? Zo ja, hoe verhoudt zich dat tot de keuzevrijheid van bewoners?**

## **Ervaringen elders**

*Op blz. 53 staat: 'Wij baseren ons op de kennis die is opgedaan in de proeftuinen die vallen onder het Programma Aardgasvrij Wijken en maken gebruik van het afwegingskader dat binnen dit programma is ontwikkeld.'*

**De vraag is op welke manier leert de gemeente van de ervaringen die bij pilots elders zijn en worden opgedaan?**

**Kan deze passage worden verduidelijkt?**

De ervaringen die zijn opgedaan met pilots om (delen van) wijken aardgasvrij te maken zijn verre van positief. NRC heeft daarover een reeks artikelen gepubliceerd. Heeft de gemeente daarvan kennis

genomen? Binnen het Programma Aardgasvrije Wijken is veel fout gegaan. Van deze fouten kan veel worden geleerd.

Er kan veel worden geleerd van:

- Denemarken, Zweden en Noorwegen
- Finland
- Duitsland
- De Verenigde Staten
- Purmerend
- Benoordenhout in Den Haag
- De Vruchtenbuurt in Den Haag
- De wijk Ramplaan in Haarlem
- Nagele in de Noordoostpolder

Een belangrijke les is dat bewonersinitiatieven uiterst belangrijk zijn voor de motivatie en bereidheid van de burgers om actief te worden in het kader van de energietransitie. Gelukkig lijkt de gemeente beseffen, dat zij bewonersinitiatieven dient te ondersteunen en te faciliteren.

## Wijkuitvoeringsplannen

Op blz 28 staat: *“De definitieve kaders voor (delen van) een specifieke wijk worden beschreven in een wijkuitvoeringsplan, die wordt vastgesteld door de raad. Als dit plan is vastgesteld, is de keuze voor een (of meerdere) warmteoplossing(en) definitief en is bepaald wanneer een wijk wordt beoogd afgesloten van het aardgas. Die datum moet minimaal acht jaar voor afsluiting van het aardgas vastliggen”.*

Het is positief dat het eindbeeld op dit moment nog niet vast ligt.

*‘...door nieuwe kennis en technieken in de energietransitie en gesprekken met de stad, zal het definitieve eindbeeld per wijk later worden vastgesteld in wijkuitvoeringsplannen.’ (blz. 19)*

Dit is in tegenspraak met de plannen over de aanleg van de infrastructuur

op blz. 21: *‘Een reden om nu al te beginnen met de aanleg (zuidelijk gedeelte van de ring) van de benodigde infrastructuur die zorgt voor het transport van warmte door de gehele stad, is dat zodra de warmte beschikbaar komt een versnelling en opschaling mogelijk wordt.’*

De gemeente neemt de infrastructuur en de wensen / belangen van de infrabeheerders en energieleveranciers als basis voor het opstellen van het wijkuitvoeringsplan.

In het Houtkwartier nemen we de comfort wensen van de burgers en de optimalisatie van de woningen en gebouwen als uitgangspunt voor het opstellen van een wijkplan

**Het is ongewenst om een wijkuitvoeringsplan c.q. wijkplan vast te stellen met een DEFINITIEVE warmteoplossing (energieoplossing). En dat dan voor een periode van 8 jaar. Dat doet geen recht aan de dynamiek van innovaties, veranderende kosten, veranderende wensen van bewoners, verhuizingen. Uiteraard moeten wijzigingen op een beheersbare en transparante wijze worden doorgevoerd.**

**Kan de gemeente garanderen, dat geen investeringen in het warmtenet zullen worden gedaan voordat de besluitvorming in de gemeenteraad en het overleg met de wijken over de wijkuitvoeringsplannen is afgerond?**

**Er wordt verder ingezoomd op de aanpak in een wijk (blz. 29 van de TVM).**

**Hoe wordt de financiële draagkracht in een wijk gemeten?**

**Worden daarbij ook de enorme investeringen meegewogen die nodig zijn de woning voldoende warm te kunnen houden bij middentemperaturen van een warmtenet of bij lage temperaturen via aquathermie?**

**Wordt in de uitvoeringsplannen ook gebruik gemaakt van het prototype waterstofketel van Remeha?**

### **Pas op de plaats maken**

De gemeente zou er verstandig aan doen voorlopig een pas op de plaats te maken en af te wachten hoe de warmtemarkt zich ontwikkelt. Vooral nog zijn er grote onzekerheden. Zo is er ook sprake van een sterke technologische dynamiek.

Er zijn veel vormen van alternatieve warmtevoorziening (anders dan aardgas) denkbaar, waarbij verschillende warmtebronnen (restwarmte, geothermie, aquathermie, ondiepe bodemwarmte, etc.), verschillende energiedragers (afval, biomassa, groen gas, waterstof) en verschillende schaalniveaus van distributie (van individuele huishoudens tot wijk/stad/regio/land) in beeld komen.

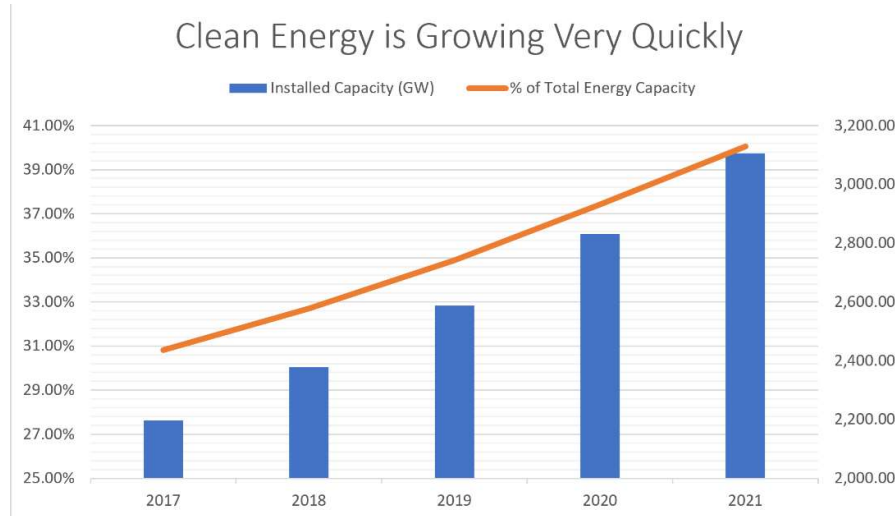
Het arsenaal van potentiële technische oplossingen is een bonte verzameling van rijp en groen, met grote onderlinge verschillen in schaalniveau, complexiteit en flexibiliteit. Het bestaan van deze verschillen en de huidige en voorziene technologische dynamiek maken het hoogst onwaarschijnlijk dat het aanbod zich op afzienbare termijn zodanig ontwikkelt dat een stabiele marktwerking mogelijk wordt.

Alle innovaties en technologische ontwikkelingen zullen een grote impact hebben op de investeringskosten en de toekomstige verbruikskosten van de bewoners/eigenaren/huurders en verhuurders.

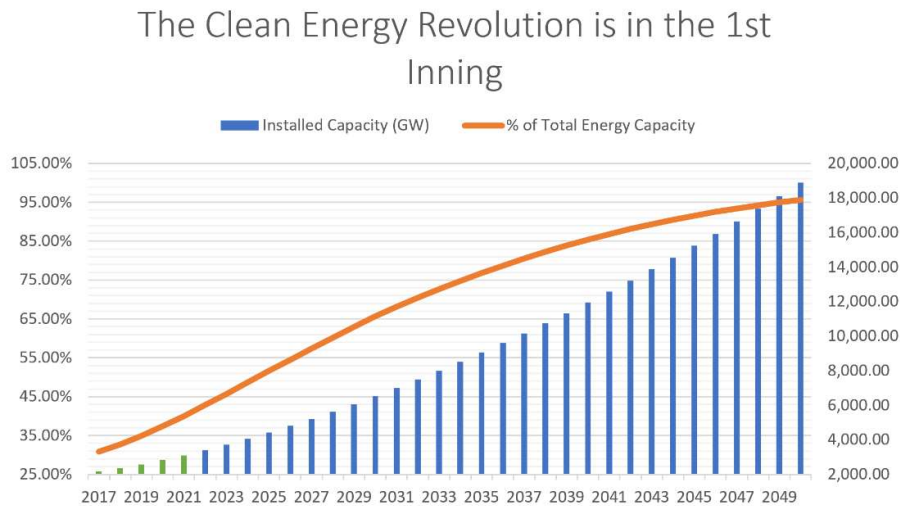
## Bijlage 2: De schone energie revolutie

Bron: Clean Energy Revolution, Luke Lango, 5 november 2021

In de afgelopen jaren is de hoeveelheid schone energie (zon, wind en waterstof) significant toegenomen van 2.197 GW geïnstalleerd vermogen in 2017 tot 3.100 GW geïnstalleerd vermogen nu in november 2021.



Er wordt voorspeld, dat in 2050 95% van de energie behoefte via schone energie.

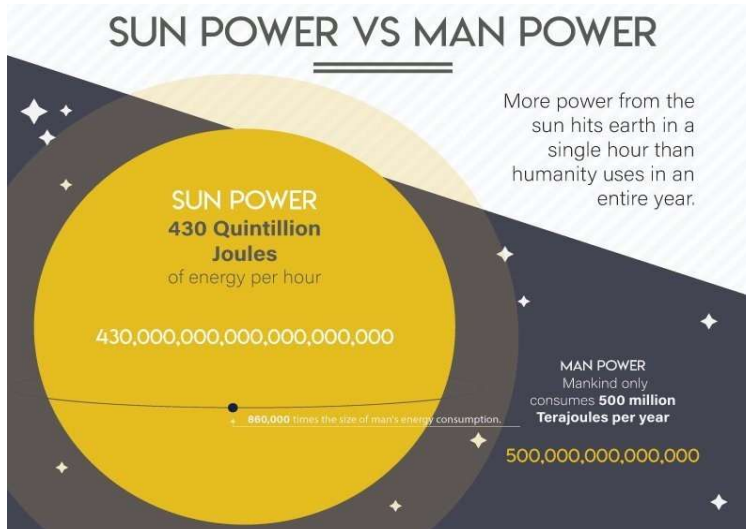




## ENERGIE VAN DE ZON

### Beschikbaarheid

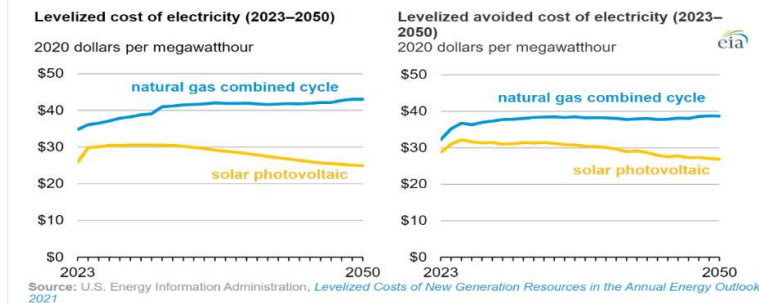
De hoeveelheid energie afkomstig van de zon is een factor 806.000 keer zo groot dan de hoeveelheid energie, die totale wereldbevolking in een jaar gebruikt.



Zelfs met de meest inefficiënte zonnepanelen van dit moment kan je met een zonnepanelenpark ter grootte van de staat Arizona de hele wereldbevolking van energie voorzien.

### Kosten zonne-energie

In de meeste delen van de wereld is zonne-energie de goedkoopste energiebron. Het is goedkoper dan natuurlijk gas en steenkool.



Zonne-energie wordt tot 2050 stap voor stap alleen maar goedkoper. De kosten voor het produceren van elektriciteit op basis van natuurlijk gas zullen dan het dubbele zijn van elektriciteit geproduceerd op basis van zonne-energie.

### Efficiëntie van zonnepanelen

Zonnepanelen hebben nu een efficiëntie van 20%+. Sommige experimentele zonnepanelen gaan tot een efficiëntie van 40%. Het is zeer waarschijnlijk, dat in 2030 er zonnepanelen te koop zullen zijn met een efficiëntie van 50%.



## Bijlage 3: Energie opslag

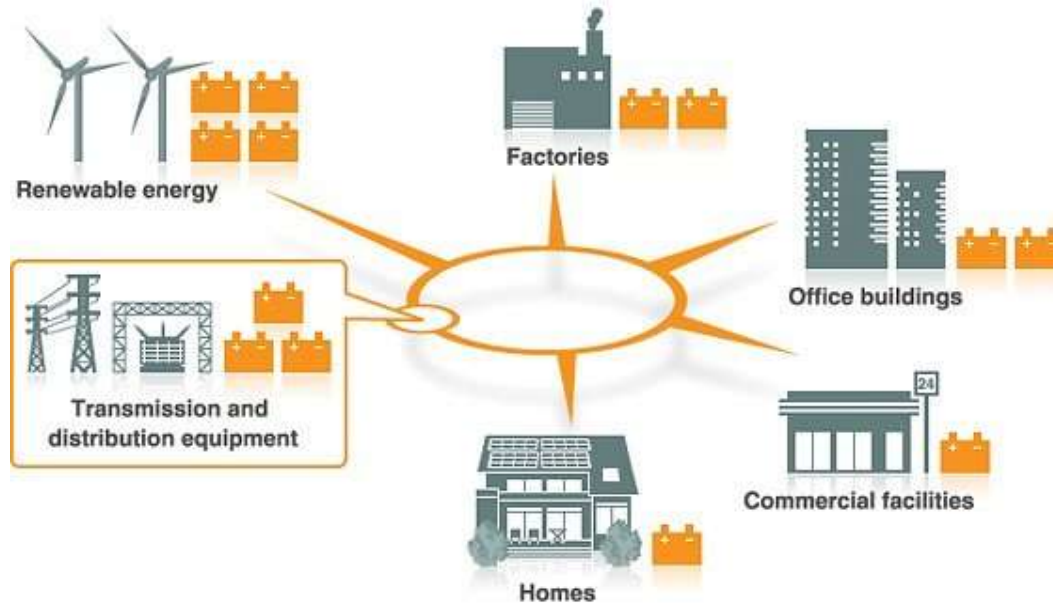
Bron: Clean Energy Revolution, Luke Lango, 5 november 2021

Wind en zon zijn intermitterende energie bronnen. Om dergelijke energy bronnen op elke willekeurig moment te kunnen gebruiken is energie opslag onmisbaar. Dit is echter op dit moment nog het minst ontwikkelde onderdeel van de energietransitie.

Energie opslag is een must op elke plek waar energie aanwezig is.

De huidige beschikbare opslag capaciteit is 24 GW. Dat is minder dan 1% van de huidige schone energieproductie. Er wordt voorspeld dat over de hele wereld er 800 GW opslag capaciteit beschikbaar zal zijn in 2030. In 2050 zal er 6.000 GW beschikbaar zijn. Dat is dan 30% van de hoeveelheid schone energie.

In de toekomst is energie opslag nodig op een diversiteit van locaties **thuis**, op kantoor en in het netwerk



Energie opslagsystemen zullen bestaan in soort en maten. Er is sprake van verschillende technologieën met elk een bepaalde duur van de opslag. De opslag kan in batterijen, in een container, in een garagebox, onder de vloer etc.

Er bestaan 4 verschillende soort opslag technologieën:

- De grootste zijn de lithium-ion batterijen
- Een alternatief is de iron-flow batterij
- De metal-air batterij
- De gravity-based opslag

## Bijlage 4: Transitie Visie Warmte onder de loep

2021-11-21, Bas van Poppel, Wim Scholten.

### Consequenties voor bewoners

#### Inleiding

In de Transitie Visie Warmte 2021-2026 (TVW) is beschreven hoe onze woningen van warmte worden voorzien<sup>2</sup>. Wij hebben onderzocht of de TVW daadwerkelijk onze woningen op een toereikende wijze de benodigde warmte kan leveren. De TVW is gebaseerd op de aanvoer van restwarmte uit Rotterdam via de WarmtelinQ+ en aanvullende warmte uit andere bronnen, zoals geothermie en aquathermie.

Om duidelijk te krijgen wat de gevolgen voor de bewoner zijn, moeten we onderscheid maken tussen alles tot aan de voordeur en alles achter de voordeur. Wat dat alles tot aan de voordeur is, is eigenlijk niet zo interessant voor de bewoner. Het gaat erom wat de bewoner geleverd krijgt, welke aanpassingen van zijn woning nodig of wenselijk zijn en wat de kosten zijn. Denk b.v. aan investeringen en verbruikskosten. Verder is van belang welke kosten op een indirecte wijze in rekening worden gebracht b.v. via belastingen en vastrecht verhogingen.

#### Woning

De TVW gaat uit van een maximaal te leveren vermogen van 2 kW per woning. Daarbij wordt de eis gesteld dat de woning geïsoleerd moet worden. In de TVM wordt (impliciet) gesteld dat de mate van isolatie afhangt van de temperatuur van het geleverde water omdat de bewoner tot een minder hoog energielabel zou hoeven te isoleren bij een hogere temperatuur.

Om een beeld te krijgen van de isolatie eisen gebruiken we z.g. BENG norm (Bijna Energie Neutraal Gebouw), die voor nieuwbouw vanaf 1 januari 2021 geldt. De BENG norm drukt de energiebehoefte van een woning uit in Watt per vierkante meter vloeroppervlak. Voor een beetje gemiddelde tussenwoning mag de energiebehoefte volgens de BENG norm niet meer bedragen dan zo'n 60 W/m<sup>2</sup>. Dit is exclusief tapwater [2, 3]. De BENG norm is een Europese norm.

Met de door het warmtenet geleverde 2 kW kunnen wij dus een woning, die volgens de BENG norm geïsoleerd is, verwarmen met een vloeroppervlak van 33 m<sup>2</sup> (2kW/60W/m<sup>2</sup>). Het gemiddelde vloeroppervlak van een woning in de Merenwijk is evenwel 110-150 m<sup>2</sup>. Stel dat een gemiddelde woning een vloeroppervlak van 130 m<sup>2</sup> heeft dan is de energiebehoefte 8 kW (130\*60). Het zal duidelijk zijn dat het vermogen van het warmtenet tekort schiet, ook al isoleren we maximaal.

Dit betekent, dat ook al heeft de bewoner maximaal geïsoleerd, dat de woning niet voldoende verwarmd kan worden. Het enige dat de bewoner nog rest is bijverwarmen. Ik zou het geen bijverwarmen meer noemen, immers de bijverwarming moet driemaal zo groot zijn als het warmtenet.

Voor de bijverwarming is een z.g. booster nodig. Een booster is veelal een elektrische verwarming, die bijspringt als het warmtenet onvoldoende warmte kan leveren. Er zijn ook boosters die op gas werken. Een booster is sowieso noodzakelijk voor warm tapwater als het aangevoerde water te koud is om de legionella bacterie te doden. Omdat er in de TVW niets gezegd wordt over een booster, moeten we ervan uitgaan dat deze voor rekening van de bewoner is.

---

<sup>2</sup> De koudevraag en andere delen van het energie systeem zijn ten onterechte niet opgenomen in de Transitie Visie Warmte. Warmte is een integraal onderdeel van het energiesysteem en zou niet buiten die context beschouwd moeten worden.

De conclusie is dat alleen door

- isolatie tot op de meest recente normen voor nieuwbouw én
- door fors bijverwarmen

een woning voldoende warm gestookt kan worden en dat de verantwoordelijkheid voor deze maatregelen bij de bewoner gelegd wordt. Dat betekent zeer fors isoleren en de aankoop van apparatuur om bij te verwarmen. Dit betekent niet alleen een eenmalige investering maar ook de steeds terugkerende kosten voor het bijverwarmen.

Het betekent ook, dat bij gebruik van elektrische boosters de capaciteit van het elektriciteitsnetwerk uitgebreid moeten worden. Dit wordt niet benoemd in de TVW. Bij gebruik van boosters op gas ligt het voor de hand de bestaande aardgasinfrastructuur te gebruiken.

### **Temperatuur warmtenet**

De TVW stelt: “de benodigde mate van isolatie hangt af van de temperatuur van de geleverde warmte en dat daarom de kosten voor isolatie bij middentemperatuur geringer zijn”<sup>3</sup>. In het navolgende zullen wij deze uitspraak van de gemeente bespreken.

Allereerst moet worden opgemerkt dat de temperaturen van de verschillende klassen, hoog, midden en laag, niet éénduidig gedefinieerd zijn in de TVW.

De mate van isolatie wordt in de TVW uitgedrukt in energielabels waarbij op verschillende plaatsen in het document verschillende energielabels worden gehanteerd [5]. Ook wordt er gesproken over een niet nader gedefinieerde basis isolatie. De energielabels van voor 1 januari 2021 zijn niet geschikt om de energiebehoefte van een woning uit te drukken. Die zeggen alleen iets over maatregelen die zijn getroffen, bijvoorbeeld dubbel glas. Dat is dan ook de reden dat aan het begin van dit jaar de BENG norm is ingevoerd, die wel de energiebehoefte beschrijft. Het is niet logisch dat de TVW de mate van isolatie uitdrukt in de verouderde labels.

Wie weleens een teiltje lauwarm sop gemaakt heeft, weet dat als het water te koud is, je dan weinig heet water of veel matig warm water kunt bijmengen. Dit betekent, dat je een huis kunt verwarmen met weinig heet water of veel lauwarm water. En dat kan ook in dezelfde tijd. In de appendix hebben we een voorbeeld uitgewerkt. Veel mensen gaan er gevoelsmatig vanuit dat een hogere temperatuur van het warm water meer energie zou kosten en tot een kortere opwarmtijd zou leiden.

Voor de verwarming van een woning kan je de temperatuur van het warmte water van je CV ketel instellen. Die kan je kiezen. Daarbij geldt wel dat de radiatoren moeten passen bij de gekozen temperatuur. Voor dezelfde warmte afgifte zijn bij lagere temperatuur fysiek grotere radiatoren nodig, of radiatoren van een andere constructie, bijvoorbeeld met ventilatoren. Bij temperaturen van minder dan 45 graden worden speciale radiatoren toegepast met een hoge warmte uitwisseling om aan het benodigde vermogen te komen zodat een woning binnen een redelijke tijd opgewarmd kan worden.

De radiatoren en convectoren in de woningen van de Merenwijk zijn ontworpen voor een temperatuur van 90 C. Dat is destijds door ingenieurs uitgerekend zodat het ook bij -10 (-17) nog

---

3 Wij hebben de betreffende formuleringen in de TVW samengevat en brengen het als citaat naar voren.

behaaglijk warm is (n.b.: -10 (-17) = wettelijke eis). Het is duidelijk dat volgens de TVW een eventueel warmtenet in de Merenwijk geen warm water van 90 C zal aanbieden. Dat betekent dat de radiatoren en convectoren moeten worden vervangen. Wanneer de radiatoren te klein zijn, dan zal het niet alleen onvoldoende warm worden, maar zal het ook langer duren voordat het warm wordt. Zie de appendix voor een uitgebreidere uitleg.

Vaak wordt geadviseerd om de temperatuur van uw combi CV ketel zo laag mogelijk te kiezen [6]. Dat kan tot energiebesparing leiden omdat het hoge rendement van een HR ketel alleen wordt behaald als het in de radiatoren afgekoelde water kouder is dan 60 C [1]. Daarnaast zijn de warmte verliezen van de leidingen kleiner bij een lagere bedrijfstemperatuur. Het extra warmteverlies van inpandige leidingen als gevolg van een hogere temperatuur is beperkt.

Wel is het zo dat in het warmtenet zelf (buiten de voordeur), dat uit kilometers lange leidingen bestaat, dit verlies wel aanzienlijk kan zijn. De bouwers van warmtenetten zullen een lagere temperatuur nastreven om het warmteverlies te beperken [10]. De consequenties van een warmtenet met een lagere temperatuur worden op de bewoner afgeschoven.

Dat lagere temperaturen momenteel in de belangstelling staan wordt veroorzaakt door apparaten die de CV ketel kunnen vervangen. Die apparaten kunnen simpelweg geen hogere temperaturen voortbrengen. Dit geldt bijvoorbeeld voor warmtepompen en lage/midden temperatuur warmtenetten.

De conclusie is dat de stelling van de gemeente waarmee we dit hoofdstuk begonnen “dat de mate van isolatie afhangt van de temperatuur en dat daarom de kosten voor isolatie bij middentemperatuur geringer zouden zijn” niet correct is.

Voorbeeld: Stel dat je woning een vloeroppervlak heeft van 140 m<sup>2</sup>. Isolatie volgens de BENG norm zou de energiebehoefte beperken tot 60 W/m<sup>2</sup> \* 140 m<sup>2</sup> = 8,4 kW. Stel dat isoleren tot de BENG norm niet haalbaar is dat we na isolatie een energiebehoefte hebben van 12 kW. Als je aan de voordeur een middentemperatuur geleverd krijgt, stel 65 C, dan moet je radiatoren hebben die 12 kW kunnen afgeven bij een aanvoer temperatuur van 65 C. Als je de warmte aangeleverd krijgt op 45 C, dan moeten de radiatoren nog steeds 12 kW kunnen afgeven, maar dat zullen fysiek grotere radiatoren zijn. Stel u heeft nu een radiator van 1,5 meter breed, die bedoeld is voor 90 C. Om hetzelfde vermogen bij 45 C te leveren heeft u een  $3,37/0,85 = 4$  maal grotere radiator nodig of 3 extra radiatoren, zie de appendix. Bij convectoren is de terugval in vermogen nog groter. Bij vloerverwarming gelden de specifieke voor- en nadelen van vloerverwarming. Zie verder de appendix.

### **Conclusies**

De energiebehoefte van de woningen in de Merenwijk zoals ze nu zijn, ligt in de orde van 25 kW. Het warmtenet is ontworpen om maximaal 2 kW per woning te kunnen leveren. Door isolatie tot het niveau dat nu voor nieuwbouw geldt, de BENG norm, zou je op een energiebehoefte van 8 kW (voor een woning met 130 m<sup>2</sup> vloeroppervlak) kunnen uitkomen. De warmtevraag is dan nog altijd viermaal zo hoog dan wat het warmtenet kan leveren. De bewoner zelf zal fors moeten bijverwarmen. We kunnen dat niet meer bijverwarmen noemen. Dit alles nog afgezien van tapwater.

De verantwoordelijkheid voor de enorme kosten voor isolatie en de forse bijverwarming worden bij de bewoner gelegd.

De capaciteit van het elektriciteitsnetwerk moet aanzienlijk uitgebreid worden, met bijbehorende kosten, indien elektrische boosters (bijverwarming) worden gebruikt.

De slotconclusie is dat de TVW dermate ernstige ontwerpfouten bevat dat de woningen niet voldoende warm kunnen worden. Deze warmteproblemen en bijbehorende kosten worden op de bewoner afgeschoven.

## **APPENDIX**

### **Warmte**

In deze paragraaf een klein stukje achtergrond over warmte.

Om één liter water één graad Celsius in temperatuur te verhogen is 4200 J nodig<sup>4</sup>. Joule (J) is de eenheid van energie. Als we dat in één seconde doen met een brander, dan heeft die brander een vermogen van  $4,2 \text{ kJ/s} = 4,2 \text{ kW}$ .

Wanneer we één liter water één graad Celsius in temperatuur verhogen in 10 seconden, dan is het vermogen van de betreffende brander één tiende van het vermogen van een brander die één liter water één graad Celsius in temperatuur verhoogt in één seconde. De hoeveelheid energie in beide gevallen is echter gelijk.

Uit bovenstaande volgt ook dat de hoeveelheid energie die nodig is om één liter water één graad Celsius in temperatuur te verhogen even groot is als de energie die nodig is om twee liter water een halve graad Celsius in temperatuur te verhogen. Als we dat in beide gevallen in één seconde doen met mogelijk verschillende branders dan zal het vermogen van die branders echter gelijk zijn.

In het voorgaande hebben we twee bakken met water, een bak met één liter water en een bak met twee liter water. Een woning kunnen we verwarmen met de bak met één liter of de bak met twee liter (de bakken hebben een verschillende temperatuur), het resultaat is hetzelfde omdat de hoeveelheid energie in beide bakken hetzelfde is. Wel is het belangrijk dat de bakken in hetzelfde tempo (het vermogen) hun warmte kunnen afgeven en dat kan eisen stellen aan de fysieke constructie.

### **Temperatuur Regime**

Het vermogen van een radiator hangt af van de aanvoer-, retour, en ruimtetemperatuur. Daarom wordt het vermogen opgegeven bij een norm regime voor aanvoer-, retour, en ruimtetemperatuur, in het kort genoteerd als aanvoer/retour/ruimte. Als de radiator bij andere temperaturen wordt bedreven, dan kunnen we de benodigde radiator vermogensgrootte vinden met een correctiefactor. Een vuistregel voor de retourtemperatuur bij een bepaalde aanvoertemperatuur is dat de retourtemperatuur 20-25% lager dient te zijn [8]<sup>5</sup>. In tabel 7.1 hebben we voor een aantal

4 Strikt genomen één kg water. Voor het gemak stellen we een kg gelijk aan een liter.

5 De vuistregel retour temperatuur is 20-25% lager dan aanvoer temperatuur gaat niet op voor het norm regime, maar dat is ook niet relevant, het norm regime is alleen bedoeld als referentiepunt voor de correctiefactoren.

aanvoertemperaturen en plausibele retourtemperaturen de correctiefactoren gegeven, bij een ruimtetemperatuur van 20 C [9].

Tabel 7.1. Correctiefactoren t.o.v. norm regime 75/65/20 en ruimte van 20 C.

Aanvoer	Retour	verschil	Factor	
90	65	28%	0,85	ontwerp regime Merenwijk
75	65	13%	1	norm regime
75	55	27%	1,17	
60	45	25%	2,03	
45	35	22%	3,37	
40	30	25%	5,01	

Voorbeeld: Wanneer je nu een bepaald vermogen nodig hebt, zeg 1000 W, en dat wilt realiseren met een regime 75/55/20, dan heb je een radiator met een normregime nodig van  $1000 \cdot 1,17 = 1170$  W.

Het vermogen van een plaatradiator van een bepaalde hoogte hangt (vrijwel) lineair af van de lengte van de radiator. We kunnen derhalve de correctiefactoren interpreteren als de lengte die je nodig hebt. We kunnen nu bepalen hoeveel langer onze radiatoren (die gekozen zijn op 90/65/20) moeten worden bij gebruik op 45/35/20. Dat is  $3,37/0,85 = 4$  keer zo lang.

Bovenstaande geldt voor plaatradiatoren. Convectoren, bijvoorbeeld die in de convectorputten staan in de Merenwijk hebben t.o.v. plaatradiatoren bij lagere temperatuur een nog kleiner vermogen. Installateurs zeggen wel dat convectoren beneden de 70 C niet veel doen.

### **Opwarmtijd**

Als de woning eenmaal op temperatuur is dan hoeft alleen de warmte die weglekt naar buiten aangevuld te worden. Maar als de woning koud is dan heb je meer warmte nodig om deze op temperatuur te krijgen. Hoe sneller je de woning op temperatuur wilt krijgen, hoe meer vermogen je nodig hebt. Je zou dit kunnen vergelijken met een auto die op een vlak liggende weg weinig vermogen nodig heeft, maar veel meer vermogen nodig heeft om een heuvel op te komen.

Deze opwarmtijd hangt in belangrijke mate af van de gebruikte bouwmaterialen, een huis met dikke stenen muren warmt langzamer op dan een huis met dunnere muren. De BENG normen houden hier dan ook rekening mee, de gebruikte bouwmaterialen bepalen een correctiefactor.

De opwarmtijd heeft geen relatie met de temperatuur van het CV water. Wel is het zo dat als bij het verlagen van de temperatuur de radiatoren onvoldoende vergroot zijn van afmeting, dat dan het vermogen van de radiatoren kleiner is geworden, en dat heeft uiteraard wel effect op de opwarmtijd.

Bovenstaande geldt voor plaatradiatoren. Vloerverwarming ligt in beton, en dan zal er een aanzienlijke hoeveelheid warmte nodig zijn om de vloer zelf te verwarmen, en dat kost tijd.

### **Tegennatuurlijk**

Uit de reacties op concept versies van dit paper komt telkens weer naar voren dat het tegennatuurlijk aanvoelt dat het energie verbruik en de opwarmtijd niet afhangen c.q. niet hoeven af te hangen van de water temperatuur. Het gevoel is dat je met een hogere temperatuur de ruimte sneller warm krijgt en dat een lagere temperatuur minder energie kost. Onderstaand voorbeeld is bedoeld om dat tegennatuurlijke gevoel te begrijpen.

Stel je zet twee pannetjes met water op een fornuis. Het ene, een klein pannetje, vul je met 1 liter water, het andere, een groot pannetje, met 5 liter. Je zet de pitten evenhoog en na 5 minuten zet je het vuur uit. Het water in het kleine pannetje zal warmer zijn dan in het grote pannetje. Maar zit er meer energie in het kleine pannetje omdat het water warmer is? Nee, in beide pannetjes zit *evenveel* energie, immers je hebt dezelfde hoeveelheid energie toegevoerd.

Nu ga ik met die pannetjes een kamer verwarmen. Stel dat de temperatuur in de kamer 18 C. Ik zet het kleine pannetje in de kamer, en wanneer alle warmte is afgegeven is de temperatuur 19 C geworden (in het echt zal je heel wat meer water nodig hebben). Nu doe ik dezelfde proef met het grote pannetje met het lauwe water. Zal de temperatuur nu ook 19 C worden of lager? De temperatuur zal evenhoog worden, immers de pannetjes bevatten dezelfde hoeveelheid energie.

Stel dat we in bovenstaand experiment observeerden dat het langer duurde voordat het grote pannetje al zijn warmte had afgestaan. Is het dan zo dat een lagere temperatuur altijd leidt tot een langere opwarmtijd? Nee, dat is niet zo. Als we het grote pannetje bijvoorbeeld voorzien van koelvinnen dan merken we opeens dat het grotere pannetje wel de kamer in dezelfde tijd opwarmt. Wat we gedaan hebben is het door een andere constructie gelijk maken van het afgifte vermogen van de pannetjes<sup>6</sup>. Als u er maar voor zorgt dat het vermogen van de radiator geschikt is voor de temperatuur van het CV water, dan heeft een lagere temperatuur geen effect op de opwarmtijd.

### Referenties

1. <https://nl.wikipedia.org/wiki/Hoogrendementsketel>
2. <https://warmtepomp-weetjes.nl/gerelateerd/beng-norm-per-1-juli-2020/>, BENG norm per 1 juli 2020
3. BENG voorbeeldconcepten woningbouw, In opdracht van het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, 26 maart 2021.
5. Energielabels in de TVM: Op blz. 28 staat: *'Doelstelling is om voor 2050 de isolatie van alle woningen in de stad zo te verbeteren dat een temperatuur-stap wordt gemaakt tot een basis-isolatie-niveau (minimaal MT, vergelijkbaar met ongeveer energielabel B).'* Op blz. 41 staat: *'In de isolatiestrategie gaan wij ervan uit dat de bestaande woningen genoeg geïsoleerd moeten worden om van het aardgas af te kunnen en over te gaan op middentemperatuur warmte.'*
6. Bijvoorbeeld: <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/verwarmen-op-gas-of-hout/cv-ketel-onderhoud-en-instelling/>
7. WarmtelinQ+ kan Leiden in de winter niet verwarmen, Bas van Poppel, Wim Scholten, 2021-11-18.
8. <https://www.zelfenergiebesparen.nl/gas-besparen/cv-ketel-zuinig-afstellen/>
9. Henrad, TEMPERATUUR CORRECTIEFACTOREN EN442 75/65/20°C
10. [https://en.wikipedia.org/wiki/District\\_heating](https://en.wikipedia.org/wiki/District_heating)

---

<sup>6</sup> Voor de oplettende lezer: aangenomen dat de constructie wijziging heeft geen invloed heeft op het opname vermogen.



## Bijlage 5: 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

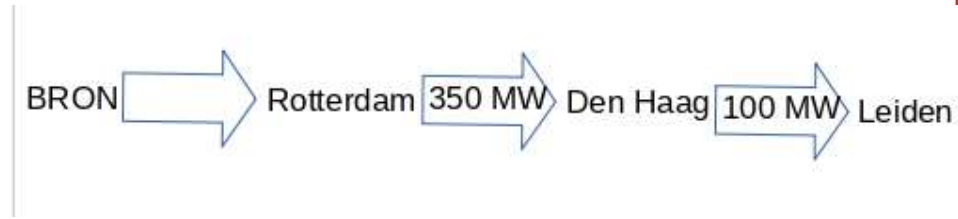
- Er is een seizoensinvloed, in de zomer stoken we niet en de winter wel. Dan is het logisch dat je het maximale aanbod uit WarmtelinQ+ moet afstemmen op de koudste wintermaand. Dat is ook de wettelijke eis
- We moeten evenwel ook kijken naar de dagen met strenge vorst en naar de vroege ochtend waarop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

### **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 e.o., 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

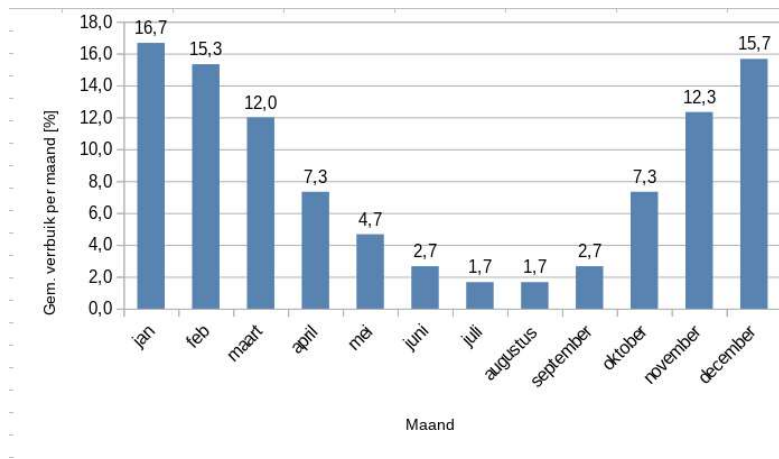
Begin november 2021 wordt, n.a.l.v. het intrekken van steun aan WarmtelinQ+ door de Rotterdamse gemeenteraad, gesproken over 120.000 woningen in Den Haag waarmee het vermogen per woning neerkomt op 2,08 kW [7].

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.

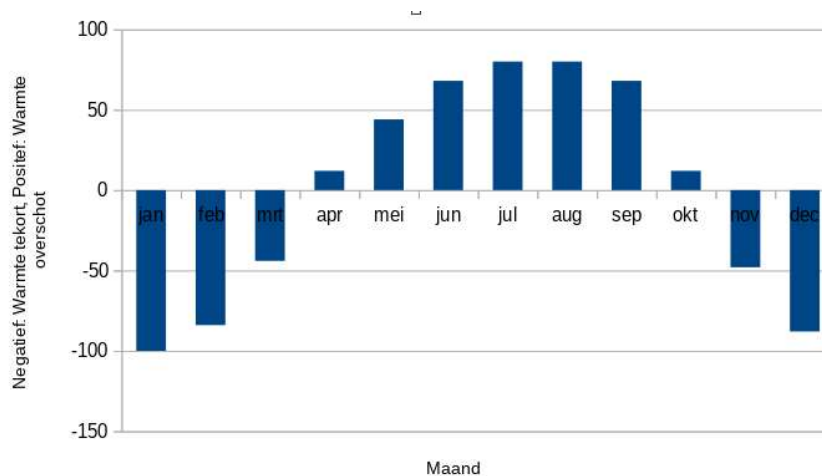


Figuur 2. Seizoensvariatie van de warmtevraag. Het gemiddelde is 8,3 %.

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 gelijkelijk 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 oostenwind<sup>7</sup> 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.

---

<sup>7</sup> 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 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup> opgegeven. Het gemiddelde vraag van januari in procenten is dan  $250/1500 \cdot 100 = 16,7 \%$ .

### Berekening gemiddeld verbruik per seconde

1 m<sup>3</sup> gas levert een energie van 35,17 MJ [3]. Dit betekent dat 1500 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup>/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](https://ce.nl/wp-content/uploads/2021/03/CE_Delft_3T32_Restwarmte_stand_van_zaken_DEF.pdf).
6. Wethouder F. Spijker van de gemeente Leiden.
7. warmteleiding-van-rotterdam-naar-den-haag-komt-er-ondanks-weerstand, Financiële Dagblad, 2021-11-08.