



Leerresultaten waterstof- project Lochem

Deel 2: Eerste jaar van de beheerfase

| | |
|--------------------|---|
| Versie | 1.0 |
| Status | Definitief |
| Datum | 12 juni 2024 |
| Opdrachtgever | Elbert Huijzer |
| Projectleider | Hans Rienks |
| Auteur(s) | Peter Verstegen, Hans Rienks en Astrid van Sprang |
| Verspreidingslijst | Externe versie |

Inhoud

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Inleiding | 2 |
| 2 | Overzicht uitgevoerde werkzaamheden | 3 |
| 2.1 | Werkzaamheden door Liander | 3 |
| 2.2 | Werkzaamheden invoedstation door Westfalen | 4 |
| 2.3 | Werkzaamheden CV-ketels door Remeha | 4 |
| 2.4 | Werkzaamheden door LochemEnergie | 5 |
| 2.5 | Presentaties, publicaties en rondleidingen voor geïnteresseerden | 5 |
| 2.6 | Overleg met toezichthouders | 5 |
| 3 | Resultaten | 6 |
| 3.1 | Deelnemerstevredenheid | 6 |
| 3.2 | Interne organisatie bij netbeheerder Liander | 6 |
| 3.3 | Bevindingen bij onderhoud en storingen | 7 |
| 3.3.1 | Invoedinstallatie | 7 |
| 3.3.2 | Distributienet | 8 |
| 3.3.3 | Binneninstallatie woningen en combiketel | 9 |
| 3.4 | Afhandeling aandachtspunten SodM | 11 |
| 3.5 | Calamiteitenoefening | 11 |
| 4 | Functioneren waterstofsysteem als geheel | 13 |
| 4.1 | Inleiding | 13 |
| 4.2 | Waterstofverbruik en netdruk | 13 |
| 4.3 | Odorisatie | 18 |
| 4.4 | Gaskwaliteit | 20 |
| 4.4.1 | Hoofdcomponenten | 20 |
| 4.4.2 | Vochtgehalte | 21 |
| 4.4.3 | Gastemperatuur, effectiviteit warmtewisselaar bij invoedinstallatie | 23 |
| 4.5 | Combiketels | 23 |
| 5 | Leerpunten | 24 |

Bijlagen

| | | |
|-----------|--|----|
| Bijlage 1 | – Onderhoudsschema Westfalen | 27 |
| Bijlage 2 | – Onderhoudsschema Remeha | 28 |
| Bijlage 3 | – Publicaties, Presentaties en Rondleidingen | 29 |
| Bijlage 4 | – Controleschema tweewekelijkse inspecties Westfalen | 31 |

1 Inleiding

Dit rapport beschrijft de leerresultaten van het eerste jaar na de inbedrijfstelling van het waterstofdistributienet in Lochem. Het sluit daarmee aan op het Alliander rapport Leerresultaten deel 1: Van de start tot de inbedrijfstelling, auteurs Leo Brummelkamp, Elbert Huijzer en Hans Rienks, mei 2024.

Daarmee is het één van de rapporten in een reeks waarmee de ervaringen en leerpunten van het Alliander waterstofproject Lochem worden ontsloten en beschikbaar gesteld.

Het rapport vangt aan met een beschrijving van de uitgevoerde werkzaamheden. Daarna wordt ingegaan op de bevindingen en leerpunten bij de deelnemers, de organisatie van Liander, het uitgevoerde onderhoud en geconstateerde storingen, de afhandeling van de aandachtspunten van de toezichthouder uit de inbedrijfsstellingsfase en de uitgevoerde calamiteitenoefening.

Dan volgt een beschouwing van het functioneren van het waterstofsysteem als geheel. Het rapport wordt afgesloten met een beoordeling van de leerpunten aan de hand van de thema's uit het leerplan dat vooraf is opgesteld voor waterstofproject Lochem.

Let wel, niet alle beschikbare detailinformatie is in dit rapport opgenomen, denk hierbij bijvoorbeeld aan het logboek en (chemische) analyseresultaten.

2 Overzicht uitgevoerde werkzaamheden

2.1 Werkzaamheden door Liander

Het jaar 2023 is het eerste jaar van de beheerfase die ingegaan is na de ingebruikname van het invoedstation en het distributienet op 14 november 2022.

Zodoende stond 2023 vooral in het teken van het inrichten, inregelen en verbeteren van het beheerproces.

In tabel 1 is het schema opgenomen uit het Beheerplan.

Tabel 1 Schema Beheerplan met werkzaamheden Liander

| Activiteit | Uitvoerder | Opdrachtgever | 2023 | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|---------------------------|------|---|----|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Algemeen | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bouw registratiesysteem voor onderhoud en beheer | Projectteam | PM H ₂ -Lochem | | | | | | | | | | | | | |
| Toetsen Onderhoud-en beheerplan aan kaders overheid* | Projectteam | PO innovatie K&O | | | | | | | | | | | | | |
| Evaluatie beheerplan | Projectteam | PM H ₂ -Lochem | | | ** | | | | | | | | | ** | |
| Controle gereedschappen en PBM's voor waterstof | O&S | PM H ₂ -Lochem | | | | | | | | | | | | | |
| Calibratie gereedschappen zie separaat Excelbestand | O&S | PM H ₂ -Lochem | | | | | | | | | | | | | |
| Hoofd- en aansluitleidingen | | | | | | | | | | | | | | | |
| Afsluitercontrole vlg LH2-VWI | O&S | PM H ₂ -Lochem | | | | | | | | | | | | | |
| Gaslekzoeken vlg LH2-VWI | O&S | PM H ₂ -Lochem | | | | | | | | | | | | | |
| Tracé-controle | O&S | PM H ₂ -Lochem | | | | | | | | | | | | | |
| Controle odorisatie | KIWA | PM H ₂ -Lochem | | | | | | | | | | | | | |
| Controle gaskwaliteit | KIWA | PM H ₂ -Lochem | | | | | | | | | | | | | |
| In de woning | | | | | | | | | | | | | | | |
| Controle H2-detectoren | O&S | PM H ₂ -Lochem | | | | | | | | | | | | | |
| Controle meteropstelling en binnenleiding | O&S | PM H ₂ -Lochem | | | | | | | | | | | | | |
| Controle markeringen en instructiekaart | O&S | PM H ₂ -Lochem | | | | | | | | | | | | | |
| Controle ventilatie opstellingsruimte meter en ketel | O&S | PM H ₂ -Lochem | | | | | | | | | | | | | |
| Beheer | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hertraining van monteurs, WV-ers en OIV-ers *** | APM-I | PM H ₂ -Lochem | | | | | | | | | | | | | |
| Periodiek overleg interne partijen | Projectteam | PM H ₂ -Lochem | | | | | | | | | | | | | |
| Periodiek overleg externe partijen | Projectteam | PM H ₂ -Lochem | | | | | | | | | | | | | |
| Herhaal-presentatie Graafschadepreventieteam | Projectteam | PM H ₂ -Lochem | | | | | | | | | | | | | |
| Controle KLIC-procedure dmv fictieve melding | O&S | PM H ₂ -Lochem | | | | | | | | | | | | | |
| KLAK controleren op storingsmeldingen | O&S | PM H ₂ -Lochem | | | | | | | | | | | | | |

*: planning afhankelijk van beschikbaar komen van kaders van de overheid

** : na 3 en 12 maanden wordt het beheerplan geëvalueerd. Daarbij wordt per

Behalve deze reguliere beheerwerkzaamheden door Liander is er op 9 maart een extra meetpaal geplaatst halverwege het tracé van de distributieleiding in de Nieuweweg om een volledig beeld te krijgen van de gaskwaliteit.

Het projectteam onderhoudt daarnaast contacten met de deelnemende huishoudens, zo zijn er twee deelnemersavonden gehouden op achtereenvolgens 8 maart en 21 november.

Dan zijn er de volgende wijzigingen geweest onder de deelnemende huishoudens:

- Eén deelnemer is op diens verzoek op 29 maart teruggezet op aardgas (van 11 naar 10 deelnemers);
- Eén deelnemer was nog niet aangesloten om dat deze nog niet volledig voldeed aan de voorwaarden uit de deelnemersovereenkomst. Na het uitvoeren van de isolatiemaatregelen is deze deelnemer alsnog aangesloten op 3 oktober met als bijzonderheid dat het twee waterstofketels betreft;
- Eén nieuwe deelnemer is op 11 december aangesloten. Dit was al eerder gepland maar de aansluitleiding moest gesaneerd worden hetgeen tot vertraging had geleid.

2.2 Werkzaamheden invoedstation door Westfalen

In het kader van de levering van waterstof heeft Westfalen periodiek de trailers verwisseld teneinde de leveringszekerheid maximaal te kunnen waarborgen. Het besturingssysteem heeft daarnaast een aantal updates gehad, in 2 gevallen moest het systeem herstart worden vanwege werkzaamheden. De werkzaamheden betroffen het vervangen van de debietmeters, het installeren van een permanente THT-meter en het installeren van EVHI-computers.

Daarnaast is er een onderhoudsschema opgesteld waarin het voorgeschreven periodiek onderhoud is vermeld, zie bijlage 1. Twee voor 2023 geplande controles (hoge druk deel van de installatie en de bliksem- en overspanningsbeveiliging) zijn in februari 2024 uitgevoerd doordat de betreffende partijen niet eerder beschikbaar waren.

2.3 Werkzaamheden CV-ketels door Remeha

In totaal zijn er eind 2023 13 van de 15 door Remeha beschikbaar gestelde waterstofcombiketels in gebruik.

Er is een toestel teruggekomen van een deelnemer die gestopt is, die staat in het lab van Remeha in een duurproef. Een ander toestel is eind 2022 naar de fabriek van Remeha in Italië retour gegaan omdat het niet goed werkte bij de inbedrijfstelling. Dit toestel is thans niet meer functioneel door alle gedane onderzoeken. Achteraf bleek een aardingsfout in de woning de oorzaak te zijn van het niet goed functioneren van dit toestel.

Tussen eind november en begin december 2022 is de eerste software update uitgevoerd door Remeha, deze update was bedoeld om de ketel stabiel warm water te laten leveren en de opstarttijd voor leveren van warm tapwater te bekorten. In februari 2023 is een tweede update uitgevoerd waarbij alle problemen met het niet stabiel zijn van het tapwater opgelost zijn; daarnaast is de geluidsoverlast ook sterk verminderd na deze update. In oktober 2023 heeft er regulier

onderhoud plaatsgevonden aan de ketel. Dit onderhoud zal jaarlijks plaatsvinden, zie schema bijlage 2.

2.4 Werkzaamheden door LochemEnergie

Er is ervaring opgedaan met het afrekenen van de waterstof verbruiken bij de bewoners op basis van de HanzeBox data. Bemoeilijkt werd dit doordat een vrijwilliger die hier in eerste instantie ondersteuning bij zou verlenen, zich voortijdig heeft teruggetrokken. Daardoor kwamen er meer uren bij voor de projectleider van LochemEnergie en de penningmeester. De (vele) aanpassingen door de overheid in belastingen en prijsplafond maakten het ook lastig en vooral moest dit aan de bewoners worden uitgelegd. Communicatie hierover vanuit energiebedrijven en overheid is soms verwarrend. Ondertussen is ervoor gekozen om per maand achteraf te factureren. Er lijkt inmiddels een goede vorm te zijn bereikt. Aan verschillende bewoners van de referentiegroep zijn HanzeBox Mini's uitgereikt en is waar nodig uitleg gegeven over de installatie en het gebruik.

2.5 Presentaties, publicaties en rondleidingen voor geïnteresseerden

Het project heeft in 2023 diverse presentaties, publicaties en rondleidingen verzorgd waarbij in een aantal gevallen deelnemende huishoudens hun woning hebben opengesteld. Westfalen heeft haar invoedstation opengesteld tijdens de Open Energiedag in september, daarnaast is tijdens rondleidingen gewoonlijk de invoedinstallatie bezocht.

In bijlage 3 staat een overzicht.

2.6 Overleg met toezichthouders

Er is regelmatig overleg met ACM geweest over de voortgang van het bereiken van de leerdoelen van het project en de ervaringen van de deelnemers.

SodM heeft op 23 oktober een veldinspectie uitgevoerd bij het invoedstation van Westfalen en een audit van het beheerproces gehouden in Lochem waarbij ter plaatse de afsluitercontrole is gedemonstreerd.

Daarnaast is er regelmatig contact geweest met SodM over de afhandeling van de aandachtspunten die bij de kantoorinspectie en de veldinspecties tijdens de inbedrijfstelling in 2022 zijn geconstateerd.

3 Resultaten

3.1 Deelnemerstevredenheid

Elf deelnemers zijn omgeschakeld eind 2022, maart 2023 heeft één deelnemer gekozen om weer teruggezet te worden op aardgas omdat hij deelname aan het project te veel tijd vond kosten en het warmwater comfortniveau van zijn oude ketel (CW5 versus CW4 van de waterstofketel) terug wilde. In oktober 2023 is een extra deelnemer aangesloten nadat deze deelnemer de afgesproken isolerende werkzaamheden had uitgevoerd. Eind 2023 is nog een laatste (gezien het aantal inzetbare ketels) deelnemer aangesloten. Daarmee komt het aantal deelnemers op 12 uit met 13 ketels, waarmee het doel van 10 tot 15 deelnemers bereikt is.

Om het contact met de deelnemers goed en soepel te laten verlopen, is er een vaste contactpersoon vanuit het projectteam voor vragen en opmerkingen vanuit de deelnemers. Het belangrijkste punt van verbetering betrof de softwarematige aansturing van de waterstofketel. Na software-updates van Remeha tijdens de eerste drie maanden van de pilot is dit punt verbeterd en zijn de deelnemers ook hierover tevreden.

Verder zijn er verschillende contactmomenten geweest om de deelnemers op de hoogte te houden:

- 14 november 2022: eerste omschakeling;
- 1 december 2022: persbijeenkomst en viering met de deelnemers in hotel Hof van Gelre
- Januari 2023: met alle deelnemers is telefonisch gesproken over de eerste ervaringen, eventuele verbeterpunten en vragen;
- 8 maart 2023: Deelnemersavond om ervaringen tot nu toe met elkaar en het projectteam te delen, van te voren was een schriftelijke enquête uitgezet, welke anoniem tijdens de bijeenkomst is besproken;
- 21 november 2023: Deelnemersavond waarop stil gestaan is bij het één jaar in bedrijf zijn. De deelnemers hadden vooral vragen of er een vervolg komt na drie jaar;
- Daarnaast zijn er de periodieke binnenleidingcontroles waarbij er ook contact is tussen deelnemers en Liander. De eerste drie maanden waren deze maandelijks, sinds maart 2023 zijn deze eens per kwartaal.

Conclusie: Het eerste jaar was er sprake van ruim draagvlak onder de deelnemende bewoners. Uit de individuele gesprekken, bijeenkomsten en enquête-uitkomst kan geconcludeerd worden dat de deelnemers grotendeels tevreden zijn na de updates van Remeha die in de eerste drie maanden hebben plaatsgevonden. De resterende periode van de pilot zal het draagvlak onder en de tevredenheid van de bewoners periodiek worden geëvalueerd.

3.2 Interne organisatie bij netbeheerder Liander

Bij aanvang van de beheerfase bleek al snel dat er extra personeel moest worden opgeleid om het rooster voor storingsdiensten rond te kunnen krijgen. Met name het aantal WV-ers met een

waterstofaanwijzing bleek te krap te zijn. Om die reden zijn er drie extra opleidingsronden georganiseerd in maart, april en september.

In totaal zijn er 25 AVP-ers en 11 WV-ers die een waterstofaanwijzing hebben gehaald. Eén AVP-er is trainer geworden bij de Technische Bedrijfschool Regio Oost. Om deze aanwijzing te behouden, is deelname aan herhaaltrainingen verplicht gesteld door de installatieverantwoordelijke Gas. Deze herhaaltrainingen worden elk kwartaal gegeven door trainers van de Technische Bedrijfschool. Het ene kwartaal is de herhaaltraining theorie in het Opleidingslokaal in vestiging Duiven, het andere kwartaal een praktijktraining met waterstof bij de demowoning op het terrein van KIWA Apeldoorn. Via Alliander Opleidingen worden de betreffende collega's uitgenodigd voor de herhaaltrainingen.

Andere uitdagingen in de beheerfase bleken te zijn:

- Gereedschapsbeheer: het onderbrengen van het specifieke waterstofgereedschap in het reguliere beheerproces blijkt moeizaam te verlopen. Belangrijke factoren zijn het vergaand gestandaardiseerde en uitbestede reguliere proces en gebrek aan eigenaarschap, er blijkt geen functionaris beschikbaar te zijn om dit in te richten.
- IT-middelen (bijv. drukbeproeving aansluit- en binnenleidingen) zijn niet ingericht voor waterstof, waardoor er handmatig een logboek bijgehouden wordt met de uitkomsten van controles. Specifieke zaken zoals drukbeproevingen worden in door het project gemaakte formulieren handmatig genoteerd.

Deze zaken zijn voor nu, een project met een beperkte omvang, te hanteren. Bij een grootschaligere uitrol zijn dit belangrijke aandachtspunten die van te voren geregeld moeten worden.

3.3 Bevindingen bij onderhoud en storingen

3.3.1 Invoedinstallatie

De debietmeter die de geleverde hoeveelheid waterstof meet, bleek in december 2022 niet goed te werken. De waterstofmeters in de woningen bleken samen substantieel meer waterstof te meten, en ook het berekende verbruik uit de tubetrailers. Daarnaast moest ook de dosering van de geurstof THT worden verhoogd, blijkend uit de periodieke en extra analyses van THT. De toegepaste rotormeter bleek niet het juiste type te zijn, waardoor de magneetjes in contact kwamen met waterstof. Door de inwerking van waterstof werden de magneetjes bros wat resulteerde in een te lage waarde voor het waterstofdebiet en daarmee een verkeerde waarde voor de aansturing van de odorisatie. Dit is opgelost door de meter in de hoofdstraat op 31 januari te vervangen door het juiste type waarbij de magneetjes zijn afgedekt door een beschermlaag. De meter in de reservestraat is later ook vervangen.

Er zijn geen storingen gemeld waarbij de levering van waterstof is onderbroken.

Westfalen heeft aan de hand van een afvinklijst periodieke visuele controles uitgevoerd, in het begin wekelijks, vanaf juli tweewekelijks, zie voorbeeld in bijlage 4.

Daarnaast zijn er door de verschillende toeleveranciers voor onder meer de meet-, regel- en odorisatie-installatie, de bliksembeveiliging & aarding en de gasdetectie periodiek controles en onderhoud uitgevoerd. Bijzonderheid was dat de stikstofinstallatie lekkage vertoonde via afsluiters, die vervolgens zijn vervangen.

De druk- en temperatuurcorrectie voor de facturatie aan LochemEnergie gebeurt handmatig doordat het EVHI te kampen had met lange levertijden van onderdelen en daardoor nog niet geïnstalleerd kon worden.

Daarnaast heeft Westfalen bij wijze van experiment een (semi)permanente THT-meting in laten bouwen in de MRO als extra controle. Het is echter in 2023 niet gelukt om deze meting goed werkend te krijgen, de oorzaak hiervoor is nog in onderzoek.

3.3.2 Distributienet

Bovengronds lekzoeken

Tijdens het bovengronds lekzoeken met de sleepmat en de Sewerin Variotec 460 gaslekzoeker zijn geen lekkages aangetroffen. Bij het lekzoeken wordt het gehele leidingtracé vanaf de horizontale boring bij de Berkel tot waar de Nieuweweg op de Zwiepseweg uitkomt, afgelopen inclusief de huisaansluitleidingen in de voortuinen.

Afsluitercontroles

Tijdens de afsluitercontroles zijn geen afwijkingen of lekkages aangetroffen. In totaal zijn er 5 afsluiters aanwezig in het waterstofnet. De afsluitercontrole is identiek aan die voor aardgasafsluiters. De uitvoerende monteur krijgt drie vragen om te beantwoorden. Dat zijn: is de afsluiter gevonden, is de afsluiter bereikbaar en in de afsluiter in orde, d.w.z. is deze bedienbaar en lekt hij niet.

KLIC-meldingen

KLIC staat voor Kabels en Leidingen Informatie Centrum. Om graafschade aan kabels en leidingen te voorkomen, is het wettelijk verplicht om machinale graafwerkzaamheden te melden. Er is binnen H2-Lochem voor KLIC-meldingen een speciale procedure ingericht. Samengevat komt die erop neer, dat er bij een melding binnen 4 meter vanaf de waterstofleiding automatisch een Eis Voorzorgsmaatregel wordt afgegeven, met daarin de melding dat er afstemming nodig is met Liander Schadepreventie. Gelijktijdig wordt het Graafschadepreventieteam ingelicht, dat vervolgens contact opneemt met de grondroerder.

Bij een calamiteitenmelding (= niet geplande gebeurtenis) is er op basis van WIBON geen verplichting om voorafgaand aan graafwerkzaamheden contact op te nemen. In dat geval staat in de EV-brief dat Liander tijdens kantooruren bereikbaar is voor het beantwoorden van eventuele vragen.

In tabel 2 zijn de KLIC-meldingen over 2023 binnen de aangegeven query-polygoon weergegeven. Er waren in het betreffende gebied 18 meldingen, waarvan 14 graafmeldingen, 3 oriëntatieverzoeken en 1 calamiteitenmelding. Er zijn ons geen werkzaamheden bekend die niet gemeld zijn.

Tabel 2 - KLIC-meldingen over 2023

| Query polygoon | Datum aanvr. | Straat | Nr | Av Bedrijfsnaam | Meldingssoort | Soort Werkzaamheden | Belangsoort |
|---|--------------|-----------|------|------------------------------|---------------------|--|------------------------|
|  | 3-feb-23 | Endepol | 13 | A. Hak Noord-Oost B.V. | Graafmelding | gasleidingleggen;verwijderenkabelsleidingen | Eis Voorzorgsmaatregel |
| | 8-feb-23 | Nieuweweg | 46 | Eenmalige Melder | Oriëntatieverzoek | kabelsleidingenverleggen | Geleverd |
| | 8-feb-23 | Nieuweweg | 46 | Eenmalige Melder | Oriëntatieverzoek | kabelsleidingenverleggen | Eis Voorzorgsmaatregel |
| | 14-feb-23 | Nieuweweg | 46 | Eenmalige Melder | Graafmelding | kabelsleidingenverleggen | Eis Voorzorgsmaatregel |
| | 24-feb-23 | Nieuweweg | 34 | Liander N.V. Netcare | Graafmelding | werkaanbestaandeleiding | Eis Voorzorgsmaatregel |
| | 24-mrt-23 | Nieuweweg | 26 | Liander N.V. Netcare | Graafmelding | werkaanbestaandeleiding | Eis Voorzorgsmaatregel |
| | 21-apr-23 | Nieuweweg | 47 | Liander N.V. Netcare | Graafmelding | werkaanbestaandeleiding | Eis Voorzorgsmaatregel |
| | 26-apr-23 | Nieuweweg | 15 | Ministerie van EZK | Oriëntatieverzoek | ruilverkaveling | Eis Voorzorgsmaatregel |
| | 26-jun-23 | Nieuweweg | 17 | A. Hak Noord-Oost B.V. | Graafmelding | kabelsleidingenverleggen;leggenlaagspanning | Eis Voorzorgsmaatregel |
| | 19-sep-23 | Nieuweweg | 27 | Liander N.V. Netcare | Graafmelding | werkaanbestaandeleiding | Eis Voorzorgsmaatregel |
| | 28-sep-23 | Nieuweweg | 33 | Vitens N.V. | Calamiteitenmelding | (leeg) | Geleverd |
| | 13-okt-23 | Nieuweweg | 11 a | Liander N.V. Netcare | Graafmelding | gasleidingleggen;hdpebuisleggen;huisaansluitingenmaken | Eis Voorzorgsmaatregel |
| | 24-okt-23 | Nieuweweg | 11 a | Stantec B.V. | Graafmelding | bodemonderzoeksonderingen | Eis Voorzorgsmaatregel |
| | 20-nov-23 | Nieuweweg | 38 | Eenmalige Melder | Graafmelding | bestratingswerk;hovenierswerkzaamheden | Eis Voorzorgsmaatregel |
| | 23-nov-23 | Nieuweweg | 11 | A. Hak Noord-Oost B.V. | Graafmelding | kabelsleidingenverleggen | Eis Voorzorgsmaatregel |
| | 5-dec-23 | Nieuweweg | 20 | Ten Elsen Boom en Groen B.V | Graafmelding | bomenrooienofplanten;hovenierswerkzaamheden | Eis Voorzorgsmaatregel |
| | 8-dec-23 | Nieuweweg | 11 | Liander N.V. Netcare | Graafmelding | werkaanbestaandeleiding | Eis Voorzorgsmaatregel |
| | 23-jan-24 | Nieuweweg | 33 | Hoveniersbedrijf M. Schepers | Graafmelding | hovenierswerkzaamheden | Eis Voorzorgsmaatregel |

In het beheer & onderhoudsplan is opgenomen dat er twee maal per jaar wordt geverifieerd of de meldingen nog steeds volgens de beschreven procedure worden afgehandeld. Dat kan middels een werkelijke of een fictieve melding. In december 2023 waren er werkzaamheden door Liander zelf. Daarbij is gecontroleerd of er afstemming met het Graafschadepreventieteam is geweest. Dat was het geval, het graafschadepreventieteam had contact opgenomen met de dienstdoende WV-er.

KLAK-meldingen

KLAK is het systeem van Liander waar storingen worden vastgelegd. In 2023 waren er twee KLAK-meldingen in de postcodegebieden van de H2-leiding. In beide gevallen ging het om een melding n.a.v. gaslekzoeken voor een gietijzeren LD aardgashoofdleiding¹ aan het begin van de Nieuweweg, op circa 200 m afstand van de waterstofleiding. Dit betrof dus niet het waterstofnet.

3.3.3 Binneninstallatie woningen en combiketel

De binnenhuis installatie moet minimaal vier keer per jaar gecontroleerd worden. In het eerste jaar heeft dit vijf keer plaatsgevonden op:

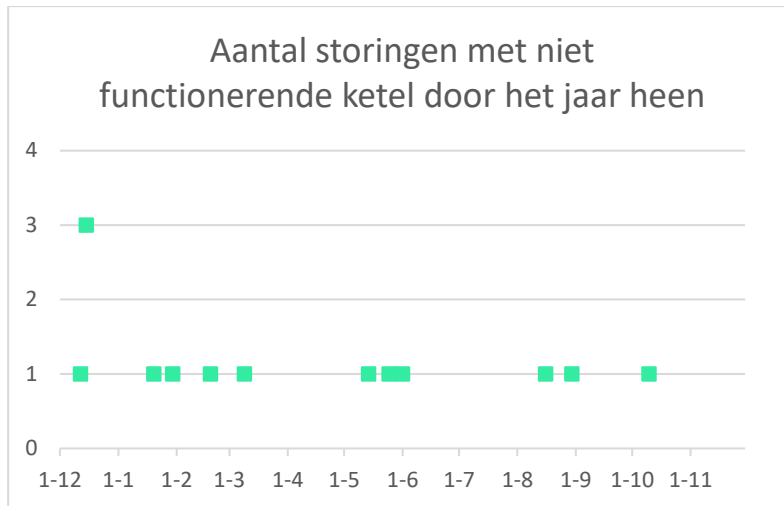
1. 9 jan/13 jan: Geen lekkage gevonden. Bij één van de woningen is er een kast om de ketel geplaatst om minder geluidsoverlast te hebben van de ketel. Bij de controle is opgemerkt dat deze geen ventilatieroosters heeft, er daarom een extra sensor buiten de kast opgehangen.
2. 23 maart/28 maart: Geen lekkage gevonden.
3. 22 juni/ 27 juni: Geen lekkage gevonden.
4. 14 september/19 september: minimaal lekje bij één van de huishoudens bij de aansluiting van de hoofdkraan aan de aanvoerszijde. De lekkage is ter plaatse verholpen door de knelverbinding een stukje aan te draaien.
5. 13 december/14 december: Geen lekkage gevonden.

Het afgelopen jaar waren enkele storingen in de ketel en andere meldingen vanuit de deelnemer. In het totaal waren dit 109 meldingen. Hieronder in tabel 3 staat hoeveel van die meldingen echt storingen in de ketel waren en hoe die zijn onderverdeeld. In figuur 1 is het verloop van de 14 ketelstoringen over het jaar te zien.

Tabel 3 - Soort storingen

| Type storing | Aantal van type |
|------------------------|-----------------|
| Storing | 14 |
| Storing in thermostaat | 4 |
| Water niet heet genoeg | 1 |
| Watertemp niet stabiel | 1 |
| Eindtotaal | 20 |

¹ Klaknummers 6478599 en 6478627



Figuur 1 - Verloop storingsmeldingen

Te zien valt hoe de 14 storingsmeldingen uit tabel 3 zijn verdeeld over het jaar. Zo waren er 3 meldingen op 15 december '22 en 1 op 12 december '22, dus relatief dicht op elkaar. En eind mei/begin juni ook 3 meldingen vlak achter elkaar.

Verder waren de meldingen erg divers van aard. Hieronder (tabel 4) staat een overzicht uit het projectlogboek voor één van de deelnemers. Zoals te zien zijn deze meldingen erg divers en maar een enkele keer was er echt een oplossing van Remeha nodig.

Tabel 4 - Voorbeeld meldingen

| Datum | Melding | Oplossing |
|-----------|---|--|
| nov-22 | Kimenai stoot de deur omver bij installatie waterstofketel | Bijkeukendeur hersteld door timmerman Alliander |
| nov-22 | Storing aardgasketel | Bedieningsfout met de Remeha app |
| dec-22 | Lang wachten op warm tapwater | Is acceptabel |
| dec-22 | Geluid buiten in de tuin | Is acceptabel |
| 12-1-'23 | Waterdruk is soms te laag | Het zal te maken hebben met de lagere ketelcapaciteit. Kan niet opgelost worden. |
| 20-2-'23 | Deelnemer bellen n.a.v. update | Gereed |
| 15-2-'23 | Tijdens onderhoud ketel is een lekkage onder de ketel en hele kleine in de ketel ontdekt en gerepareerd | Opgelost 16-2-2023 |
| 8-3-'23 | Uit de enquête blijkt dat er toch nog paar kleine problemen zijn | Opgelost 1-4-2023 |
| 1-6-'23 | Geen connectie met de ketel (klant merkt hier niets van) | Opgelost 16-6-2023 |
| 1-10-'23 | Storing in de thermostaat e-Twist, niet waterstof gerelateerd | Opgelost 14-10-2023 door spanningsloos maken (harde reset). |
| 29-11-'23 | Problemen met warm water | Opgelost 30-11-2023: Remeha is bij de familie langs geweest. Geen probleem in de ketel. Langer wachten op warm water komt door het niet meer hebben van boilervat. |

3.4 Afhandeling aandachtspunten SodM

De diverse aandachtspunten, door SodM geconstateerd tijdens inspecties, zijn te vinden in de inspectierapporten die SodM heeft gepubliceerd op zijn website:

<https://www.sodm.nl/onderwerpen/waterstof/documenten>

De aandachtspunten zijn te verdelen in vragen naar/over:

- Materiaalcertificaten, beproevings- en opleverrapporten, uitslagen van analyses van gasmonsters enz.
- Documenten waarin beheerprocessen zijn beschreven;
- Wijze waarop controles worden uitgevoerd;
- Gereedschapsbeheer;
- Veiligheidswerkinstructies.

Belangrijk is dat alle zaken die van invloed kunnen zijn op veiligheid schriftelijk worden vastgelegd en traceerbaar en uitlegbaar/te onderbouwen zijn.

Dit gaat verder dan bij de uitvoerende organisatie voor aardgas gebruikelijk is, waardoor dit een continu aandachtspunt is.

Tijdens de audit van het beheerproces is vooral gekeken naar de wijze waarop het beheer wordt uitgevoerd en of alles gedocumenteerd en vastgelegd is.

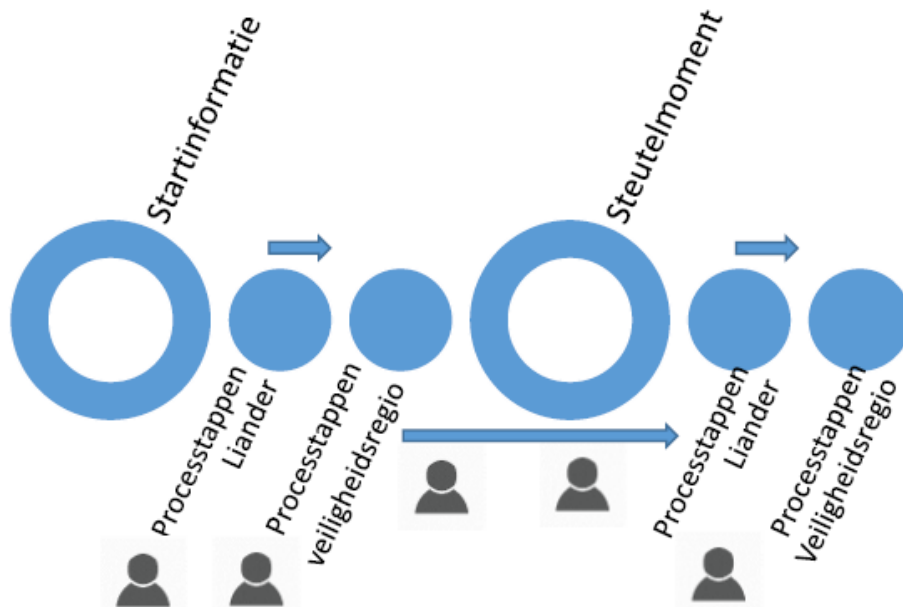
3.5 Calamiteitenoefening

Op 18 september is er een calamiteitenoefening gehouden met de brandweer en de veiligheidsregio. De vorm van de oefening betrof een proces- & dilemmasessie met als oefendoelen:

- Samenwerking binnen Liander en in de keten met partners bij een calamiteit Controle op processen met partners als brandweer.
- Weten partijen elkaar te vinden?
- Worden de juiste meldingen verricht?
- Controle op kennis van de processen conform het beleid van Liander

Een dilemmasessie is een trainingsvorm waarbij een crisisteam op een interactieve wijze de dilemma's in een bepaalde casus vanuit individuele rollen verkent en vervolgens plenair bespreekt. Door expliciet aandacht aan bepaalde keuzes en sleutelmomenten te besteden wordt kennis genomen van rollen, verantwoordelijkheden en bevoegdheden en wordt teaminteractie en teamvertrouwen vergroot.

Daarbij zijn de oefendoelen zijn behaald, met één verbeterpunt (vaker themadagen gezamenlijk doen om inzicht en begrip te krijgen in elkaars werkveld) en twee actiepunten (meetmogelijkheden brandweer voor waterstof en het eventueel door de brandweer bedienen van de afsluiters in het waterstofnet).



Figuur 2 - Schematische weergave van de dlemmasessie

4 Functioneren waterstofsysteem als geheel

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het functioneren van het waterstofsysteem als geheel behandeld aan de hand van waterstofverbruik en netdruk, odorisatie, gaskwaliteit en de waterstofcombiketels.

4.2 Waterstofverbruik en netdruk

Alle deelnemers hebben van de projectpartner energiecoöperatie LochemEnergie een gratis 'Hanzebox' ontvangen. Deze 'HanzeBox' is een kastje dat realtime de waterstofmeter uitleest en de waarden via internet beschikbaar stelt, waardoor de deelnemers continu en realtime inzicht hebben in hun energieverbruik en dit ook over langere periode kunnen monitoren. De bewoners ontvangen op basis van deze data maandelijks een overzicht van hun verbruik en een inschatting van het verwachte jaarverbruik.

De gegevens uit de 'Hanzebox' worden ook uitgelezen door de projectorganisatie en benut voor diverse monitoringsactiviteiten. Vooral in de eerste maanden waren er wat vragen over het verbruik vanuit sommige deelnemers. Na aanleiding van deze vragen is vanuit de projectgroep toen het waterstofverbruik vergeleken met het aardgasverbruik van eerdere jaren op basis van de graaddagenmethode. Dit resultaat is met de deelnemers gedeeld. Uit deze analyse is vastgesteld dat het verbruik niet significant anders is dan verwacht zou mogen worden met een aardgasaansluiting en aardgas cv-ketel. In de zomer is een aanvullende analyse uitgevoerd op het nachtverbruik omdat dit relatief hoog leek. Na nadere analyse van de gegevens bleek dat dit nachtverbruik niet significant afweek van vergelijkbare woningen en dat het wordt veroorzaakt door de comfortstand van de ketel, waarbij de warmtewisselaar voor tapwater op temperatuur wordt gehouden.

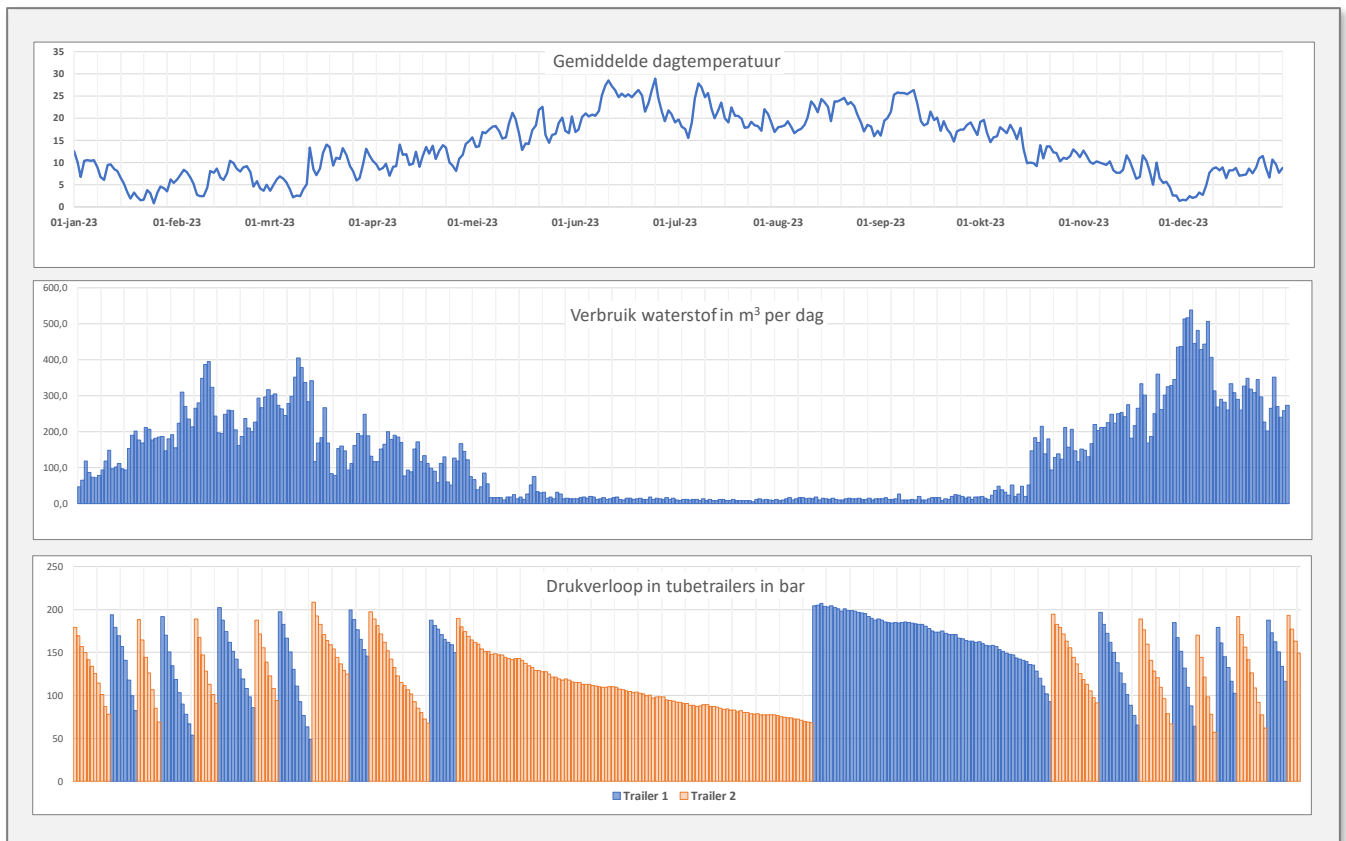
Voorafgaand aan de waterstofpilot zijn berekeningen voor het net uitgevoerd met de netrekentool die ook voor aardgas worden gebruikt. Op basis van deze berekeningen is vastgesteld dat de capaciteit van het bestaande aardgasnetwerk (ruim) voldoende is voor de waterstofvraag van de deelnemende woningen. Het opgeleverde waterstofsysteem functioneert naar verwachting en er zijn geen onderbrekingen en incidenten geweest. Het gehele systeem wordt continue bemeten (druk, temperatuur en verbruik) en gemonitord.

Tijdens het eerste pilotjaar hebben de deelnemers hun woningen comfortabel kunnen verwarmen. De beschikbare capaciteit in het waterstofsysteem was voldoende om de benodigde waterstof te transporteren. De resterende pilotjaren zullen benut worden om meer inzicht te krijgen in het waterstofsysteem. Om een onderbouwde conclusie te kunnen trekken over het waterstofsysteem is het van belang dat er meerdere stookseizoenen wordt gemonitord.

Resultaten Monitoring

In figuur 3 zijn de resultaten van de monitoring over 2023 weergegeven. In het bovenste deel staat de gemiddelde dagtemperatuur, in het middelste deel het gesommeerde verbruik van de woningen, en in het onderste deel het drukverloop in de tubetrailers. Daarbij wordt opgemerkt dat het aantal woningen op waterstof niet over het gehele jaar gelijk was: op 29 maart is er een woning teruggezet op aardgas, en op 4 oktober en 11 december zijn er woningen bijgekomen.

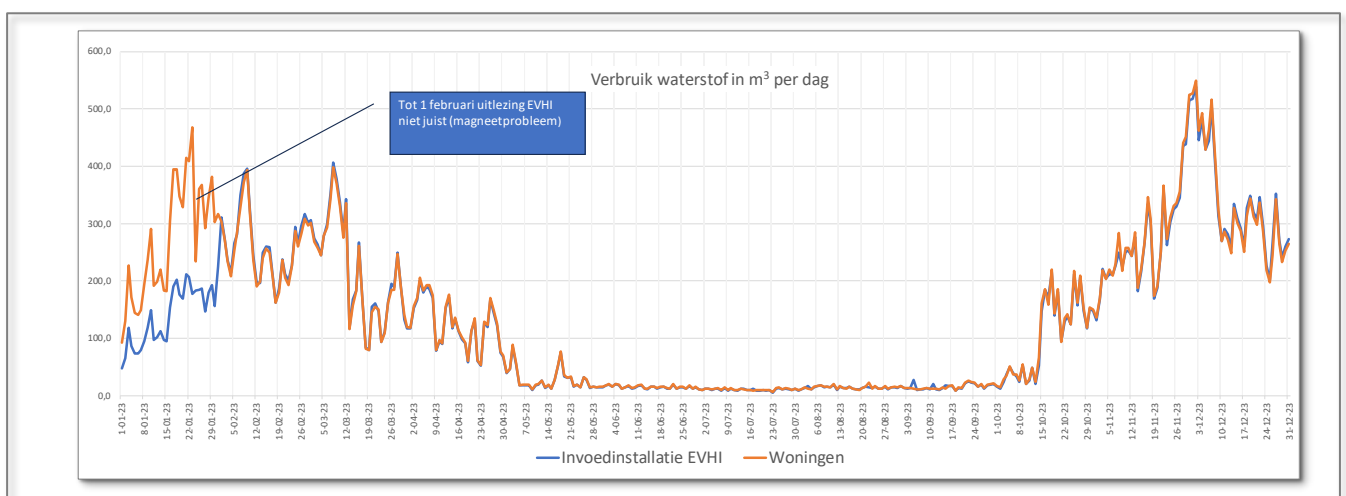
In de figuur is duidelijk de verwachte correlatie tussen temperatuur en waterstofverbruik te zien. Wat verder opvalt is grote verschil in gebruiksperiode voor de tubetrailers. In de winterperiode was er soms wekelijks een trailerwissel, in de zomerperiode een keer in 4 maanden.



Figuur 3- Temperatuur, waterstofverbruik en drukverloop

Gemeten verbruiken bij de invoedinstallatie en de woningen

In figuur 4 zijn de gemeten afname bij de invoedinstallatie en het gesommeerde verbruik van de woningen met elkaar vergeleken. Daarbij zijn er in de periode tot 1 februari grote verschillen te zien. De reden hiervoor was een niet goed functionerend EVHI (Elektronisch Volume Herleiding Instrument), als gevolg van waterstofgevoeligheid van de pick-up magneten. Zie ook paragraaf 3.2.1..



Figuur 4- Gemeten waterstofverbruik bij de invoedinstallatie en bij de woningen

In tabel 5 zijn de maandverbruiken van de EVHI op de invoedinstallatie en van de woningen met elkaar vergeleken. Januari 2023 is daarbij buiten beschouwing gelaten, om de hierboven genoemde reden. Uit de tabel blijkt dat de afwijking, en ook de richting van de afwijking, van maand tot maand verschilt. Een hele duidelijke reden hiervoor is niet gevonden. Vooral nog wordt dit toegeschreven aan de meetnauwkeurigheid van de meters.

Wat verder opvalt is dat het verschil over de totale beschouwde periode erg klein is, te weten 0,8%. Gezien de verschillen tussen de verschillende maanden kan daaruit nu nog niet de conclusie worden getrokken, dat de verschillen op jaarbasis verwaarloosbaar klein zijn.

Tabel 5- Maandverbruiken

| Maand | EVHI m3 | Woningen m3 | delta m3 | Delta % |
|---------|------------|----------------|-------------|------------|
| 1 | 4352 | 8411 | -- | -- |
| 2 | 7349 | 7177 | -173 | -2,3% |
| 3 | 6739 | 6620 | -119 | -1,8% |
| 4 | 3741 | 3822 | 81 | 2,2% |
| 5 | 849 | 874 | 25 | 3,0% |
| 6 | 444 | 461 | 18 | 4,0% |
| 7 | 326 | 335 | 10 | 3,0% |
| 8 | 431 | 447 | 16 | 3,7% |
| 9 | 475 | 469 | -6 | -1,2% |
| 10 | 3122 | 3200 | 78 | 2,5% |
| 11 | 8091 | 8267 | 176 | 2,2% |
| 12 | 10420 | 10636 | 215 | 2,1% |
| feb-dec | 41986 | 42308 | 322 | 0,8% |

Relatie tussen gemiddelde dagtemperatuur en H2-verbruik

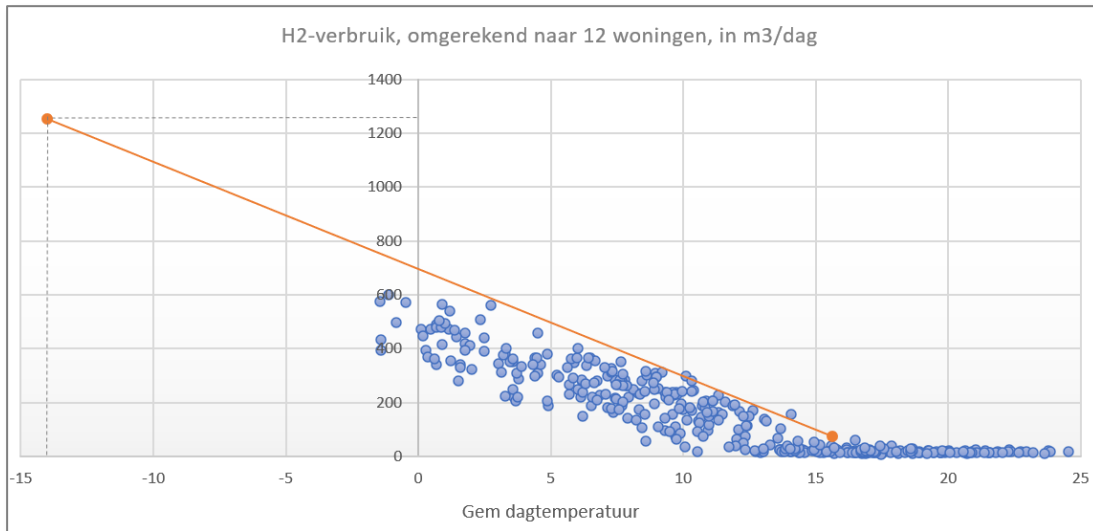
In figuur 5 is de relatie tussen H2-verbruik en gemiddelde dagtemperaturen weergegeven. Door extrapolatie is daaruit het verbruik bij -14 °C bepaald, dat is manier waarop de benodigde capaciteit van gasontvangstations (GOS-sen) wordt bepaald².

Het verbruik bij -14 komt uit op ongeveer 1.250 m3 per dag. In perspectief bezien:

- Een tubetrailer (aanne trailerwissel bij 80 bar) zou dan na iets meer dan 2 dagen omgewisseld moeten worden;
- Als alle ketels continu op vol vermogen draaien zou het verbruik circa 2.100 m3 per dag zijn.

Dit is in lijn met de ontwerpeisen van het invoedstation, waarbij uitgegaan is van levering van maximaal 180 normaalkuub waterstof per uur bij 15 ketels (bij continu maximale afname is dat circa 4.300 m3 per dag).

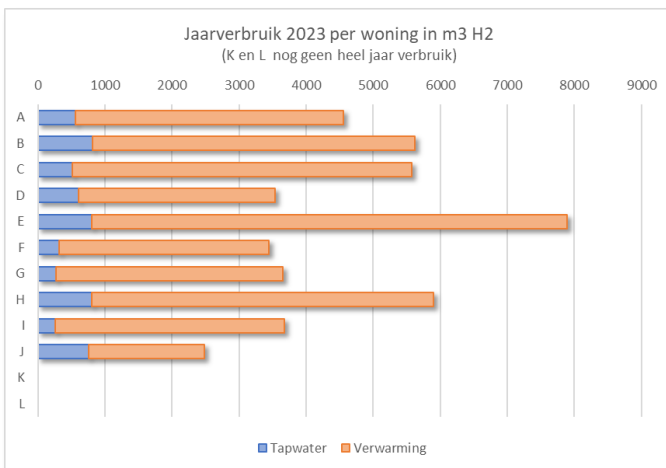
² Bij het bepalen van de benodigde capaciteit van een gasontvangstation wordt er tussen +16 en -14°C een rechte lijn getrokken aan de bovenkant van de puntenwolk (benodigde capaciteit wordt bepaald door hoogste waarde, niet door gemiddelde waarde), waarbij uitbijters buiten beschouwing worden gelaten.



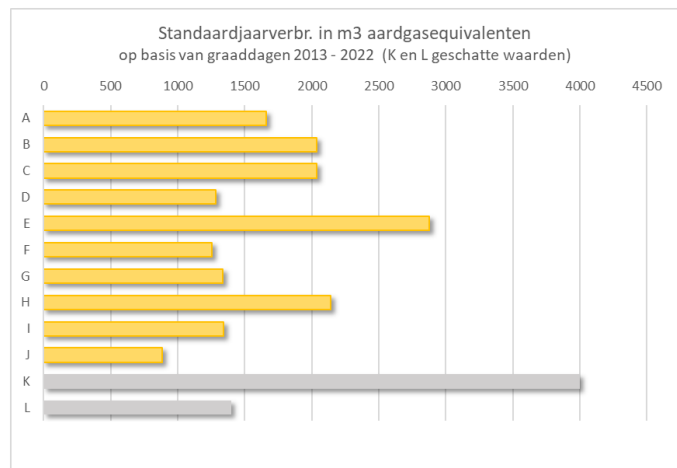
Figuur 5 - Relatie tussen H2-verbruik en gemiddelde dagtemperatuur

Verbruik per woning

In figuur 6 is het H₂-verbruik over 2023 weergegeven, in figuur 7 zijn deze verbruiken omgerekend naar het standaardjaarverbruik in aardgasequivalenten. Het verbruik voor tapwater is afgeleid uit de verbruiken buiten het stookseizoen. In de eerste figuur zijn de verbruiken van woningen K en L weggelaten omdat die respectievelijk pas in oktober en december 2023 in gebruik zijn genomen.



Figuur 6 – Gemeten Jaarverbruik per woning in normaalkuub waterstof



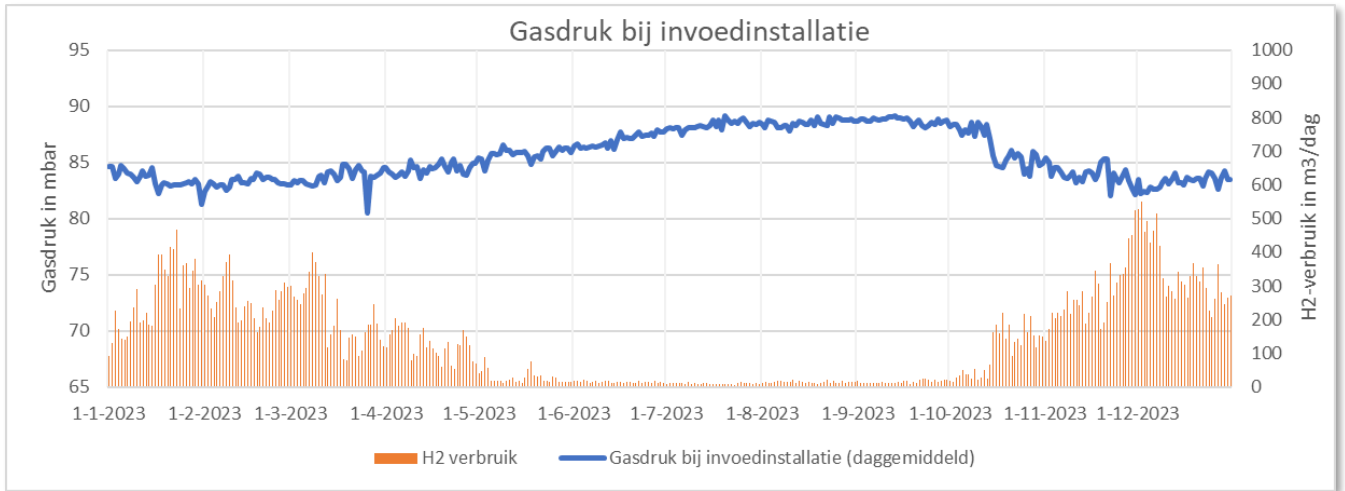
Figuur 7 – Berekend Standaardjaarverbruik waterstof in aardgasequivalenten

Uit de cijfers blijkt dat de verschillen groot zijn. Uitgedrukt in standaardjaarverbruik en aardgasequivalenten varieert het verbruik tussen circa 900 en 4.000 m³, met een gemiddelde van 1.855 m³ per jaar.

De grote verschillen kunnen worden toegeschreven aan verschillen in de mate van isolatie, grootte van de woning en bewonersgedrag.

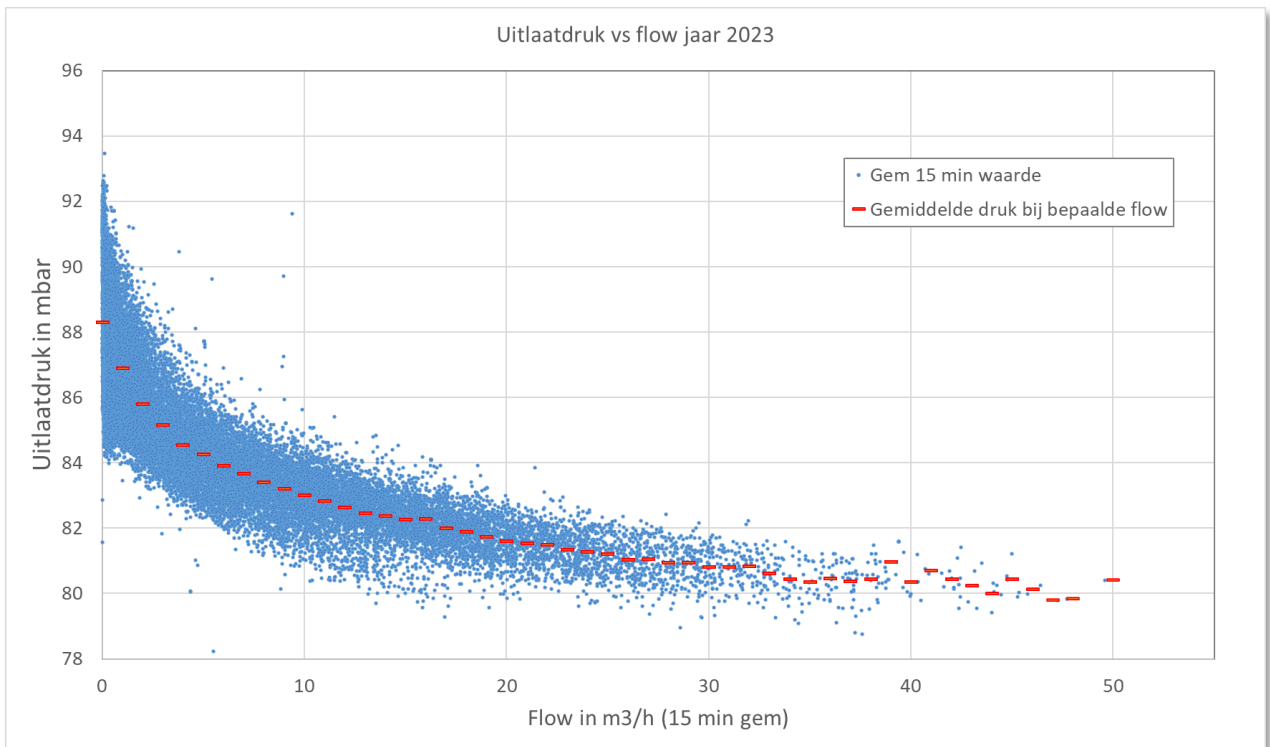
Gasdrukken

De afspraak met Westfalen voor de afleverdruk is 80 mbar, in figuur 8 is te zien in hoeverre daaraan wordt voldaan. Figuur 8 toont het drukverloop per dag. De gemiddelde netdruk over 2023 was 85,6 mbar.

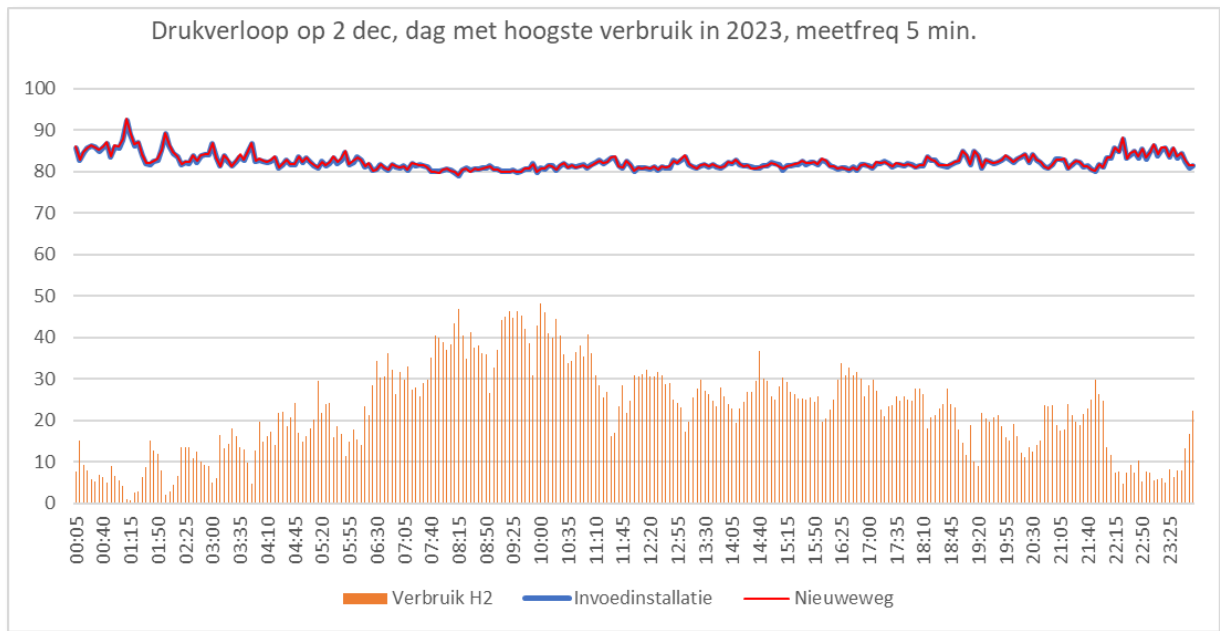


Figuur 8 Gasdruk bij de invoedinstallatie

Uit figuur 8 valt op te maken dat de gemiddelde druk tijdens het stookseizoen lager is dan in de zomermaanden. Dit wordt toegeschreven aan het feit dat er in de zomermaanden vaker sprake is van perioden met lage of geen gasafname. De gasdruk gaat in die periodes richting sluitdruk van de regelaar, zie ook figuur 9.



Figuur 9 - Uitlaatdruk tegen het debiet uitgezet



Figuur 10 – Drukverloop op 2 december 2023 in mbar en waterstofverbruik in m³/u

In figuur 10 is het drukverloop op 2 december weergegeven, de dag met het hoogste verbruik in 2023.

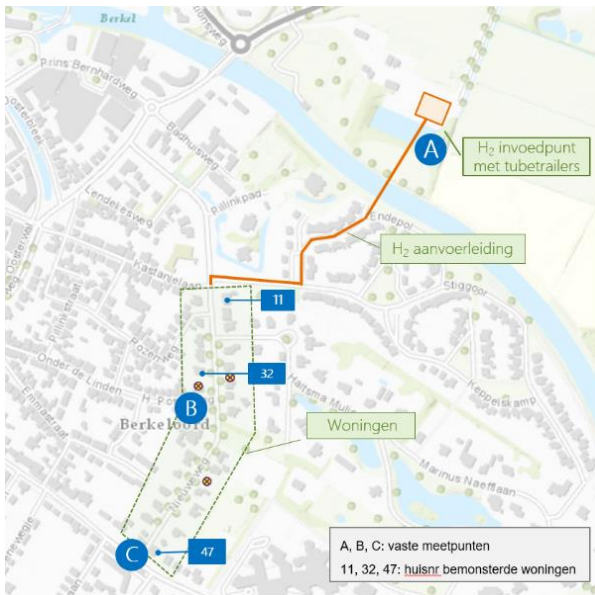
De gemiddelde druk over die dag was 82,3 mbar. In de grafiek is ook te zien dat de druk bij een verbruik vanaf ongeveer 30 m³/u rond bij de 80 mbar ligt.

In de figuur is ook het drukverloop op het meetpunt aan de Nieuweweg weergegeven. Op de dag met het hoogste verbruik, met een gemiddelde etmaaltemperatuur van 1,5 °C op het invoedpunt, was het drukverlies maximaal 0,5 en gemiddeld 0,1 mbar.

4.3 Odorisatie

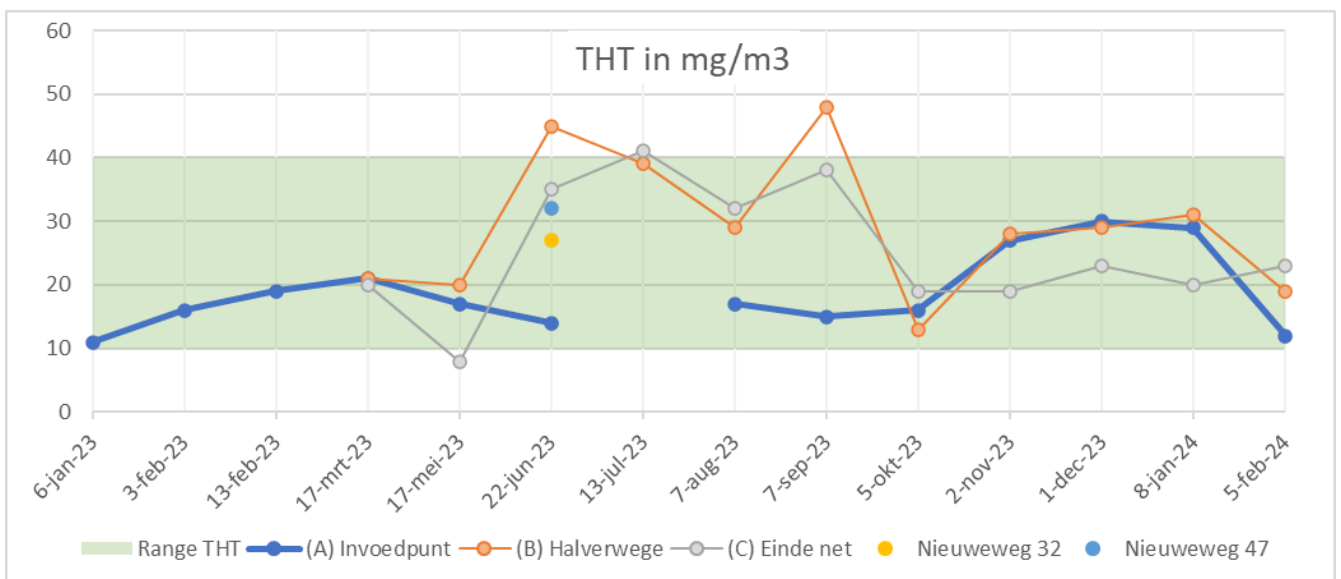
Odorisatie is een belangrijke veiligheidsmaatregel om gaslekage tijdig te kunnen waarnemen. Waterstofgas is net zoals aardgas reukloos van zichzelf. Daarom is de geurstof THT toegevoegd, die ook in aardgas zit, zodat een lekkage door iedereen als een gaslucht zal worden waargenomen.

Gezien het belang van voldoende ruikbaar gas, wordt elke maand een bemonstering en analyse uitgevoerd op het gehalte THT en de ruikbaarheid door een geurpanel. Sinds 1 maart worden er op drie punten monsters genomen, zie figuur 11. Het betreft drie vaste monsterpunten, daarnaast zijn incidenteel monsters genomen bij de meteropstelling in woningen.



Figuur 11 – Meetpunten

De gemeten gehalten THT zijn in figuur 12 weergegeven.



Figuur 12 – THT-metingen

De bandbreedte voor het THT-gehalte is 10 tot 40 mg per m³, dit is in de grafiek met een groene band aangegeven. Te zien valt dat een aantal uitslagen zich net buiten deze bandbreedte bevindt.

In mei is er een monster met een THT-gehalte van 8 mg (en onvoldoende ruikbaar) dat afkomstig was van de meetpaal aan het einde van het net. Deze meetpaal zit aan een leiding waar alleen doorstroming is bij bemonstering: de schatting van “dood volume” is ca. 45 l (2 meter 160 PVC en 6 meter 32 PE). De meting is toen als niet representatief beoordeeld omdat het THT-gehalte bij de andere twee meetpunten wel voldeed en er weinig afname was door de relatief hoge temperaturen. Wel is besloten om bij de bemonstering in juni ook twee binnenhuisleidingen bemonsterd en THT laten bepalen. Deze uitslagen zijn binnen de vereiste bandbreedte. KIWA heeft overigens aangegeven dat de relatieve fout op THT-analyses plusminus 10% is.

In juli is er geen uitslag voor het invoedpunt doordat vanwege werkzaamheden een monster op een andere plek is genomen dat bij nader inzien niet representatief is voor de gastroom die het distributienet ingaat.

Bijzonderheid bij de metingen in de zomerperiode is, dat het THT-gehalte in het net hoger is dan bij het invoedpunt. Ook zijn enkele koolwaterstoffen gemeten wat zou kunnen duiden op teruglevering van aardgascomponenten uit de buiswand gezien het lage verbruik van waterstof sinds mei.

Verder bleef THT over het algemeen binnen de bandbreedte.

4.4 Gaskwaliteit

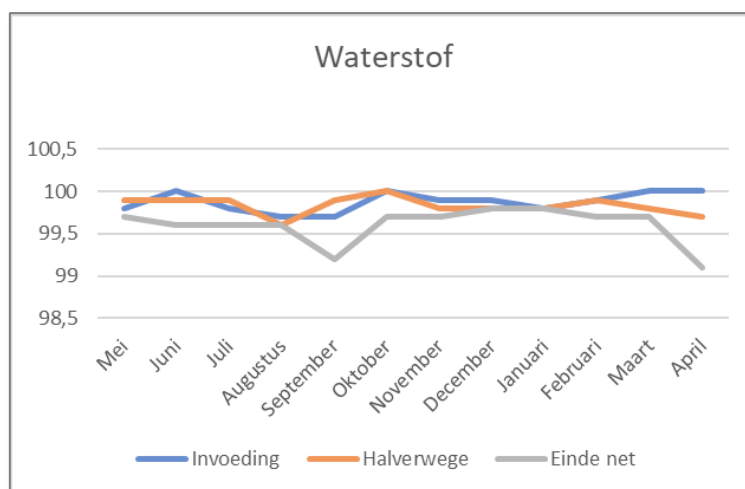
De hoofdcomponenten waterstof, stikstof en zuurstof zijn sinds mei bepaald en daarnaast argon, aromatische koolwaterstoffen en alkanen. De periode voor mei was nodig om tot een veilige (werk-instructie bij KIWA moest op waterstof worden herschreven) en representatieve bemonstering te komen, o.a. gebruik van een vlamdover, een compressor en metalen cilinders die alleen voor dit project worden gebruikt.

Daarnaast zijn het dauwpunt en het vochtgehalte bepaald.

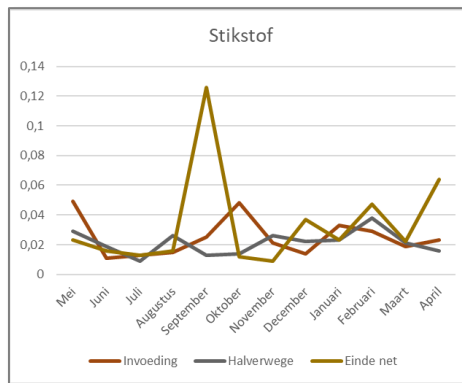
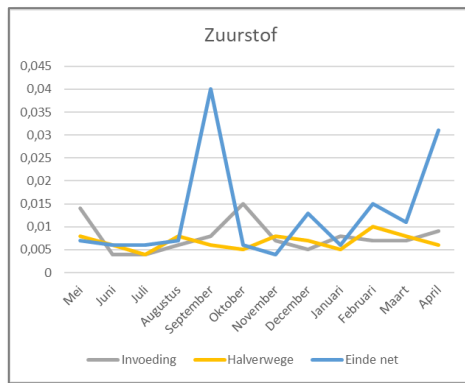
4.4.1 Hoofdcomponenten

Uit bemonstering en analyse blijkt, dat het gehalte waterstof (figuur 13) zich bevindt tussen de 99,6 en de 100 molprocenten, met in september 2023 en april 2024 een iets lagere waarde van 99,2 en 99,1 molprocent. De resterende molprocenten worden grotendeels door stikstof en zuurstof opgevuld in de verhouding 3 à 4 staat tot 1, dat is vrijwel gelijk aan de verhouding tussen deze elementen in lucht, de grafieken (zie figuren 14 en 15) zijn ook gelijkvormig.

In de zomerperiodes zijn er geringe hoeveelheden aromaten en alkanen aangetroffen, waarschijnlijk door teruglevering uit de buiswand, hetzelfde verschijnsel als bij THT is geconstateerd. Dit verschijnsel was vooral waarneembaar bij het meetpunt op het einde van het net, met maximaal 40 ppm methaan en 0,5 ppm aromaten (BTEX).



Figuur 13 – Waterstofgehalte in molprocenten mei 2023 – april 2024



Figuur 14 - Zuurstofgehalte in molprocenten Figuur 15 – Stikstofgehalte in molprocenten

4.4.2 Vochtgehalte

Kiwa bepaalt maandelijks het dauwpunt³ en het vochtgehalte van het gas. De meetpunten komen overeen met de meetpunten in figuur 11, waarbij wordt opgemerkt dat meetpunt C helemaal aan het einde van de H2-leiding in de Nieuweweg zit, waardoor er over een langere periode sprake kan zijn van stilstaand gas.

Er zijn nog geen eenduidige criteria voor het waterdauwpunt van waterstof bij lage druk:

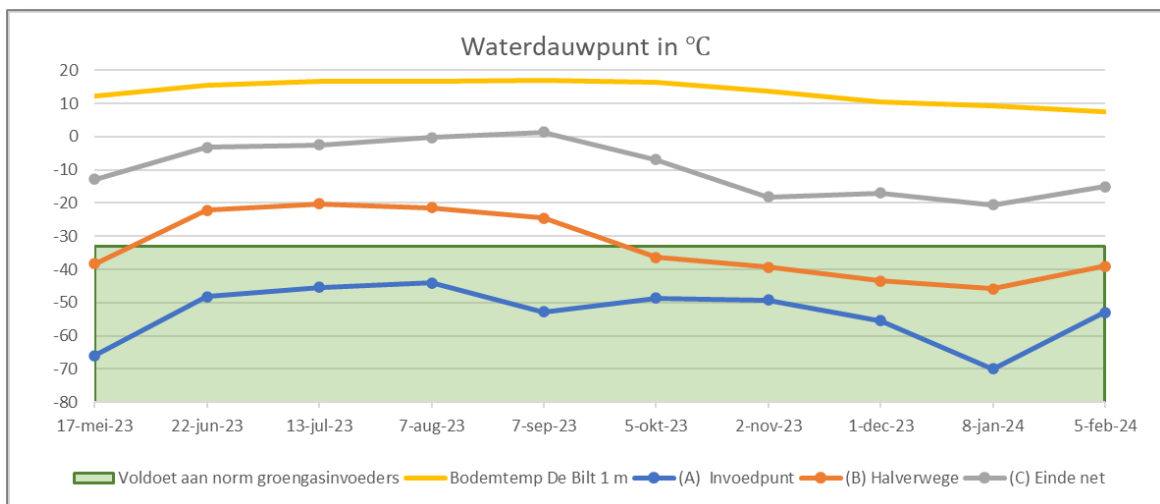
- Het DNV/Kiwa rapport *“Een verkenning naar waterstofsificaties entry- en exitpunten distributienet (feb 2021)”* noemt een waterdauwpunt gelijk of lager dan -10 °C bij 8 bar(a). Dat geldt echter alleen voor invoeding. Bij aflevering is een voetnoot opgenomen die zegt *“Met uitzondering van netten met een druk lager dan of gelijk aan 200 mbar(o)”*, wat in Lochem het geval is.
- *“Richtlijnen beheersprotocol groengas invoedingen, NBNL, aug 2016”* noemt ook de -10 °C bij 8 bar(a), maar biedt ook mogelijkheden voor RNB-netten⁴:
 - Berekenen afhankelijk van gasdruk. Bij 80 mbar moet het dauwpunt dan lager zijn dan -33 °C.
 - Een watergehalte lager dan 354 volume-ppm of 285 mg/m³(n), ongeacht de druk

Uitkomsten periodieke vochtmetingen

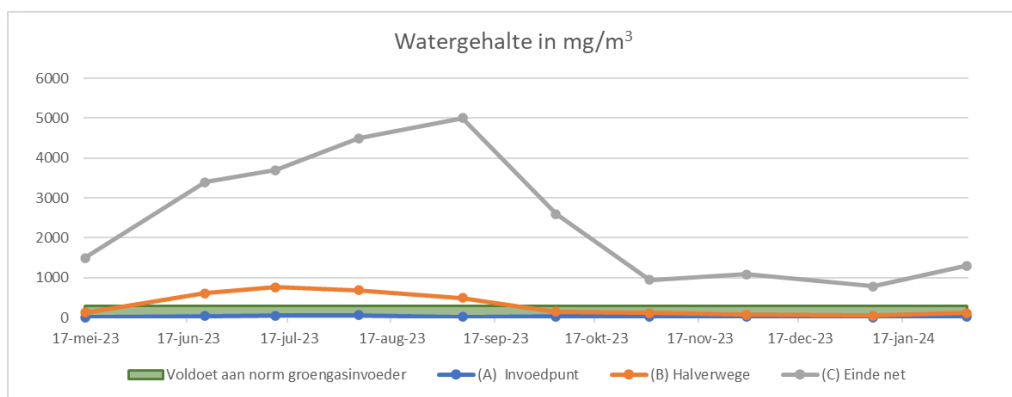
De gemeten waterdauwpunten zijn weergegeven in figuur 16. In figuur 17 zijn deze omgerekend naar mg/m³, zodat kan worden getoetst aan de norm van 285 mg/m³(n) die wordt gehanteerd bij invoeding van groengas.

³ Het dauwpunt is de temperatuur waarbij een gas voor 100% verzadigd is met water. Bij een gastemperatuur beneden het dauwpunt treedt condensatie van waterdamp op. Dat kan verschillende negatieve effecten hebben, zoals corrosie van metalen leidingen en bevrozing van leidingen of kleppen. Daarnaast is het effect van waterdamp op de Wobbe-index bij waterstof groter dan bij aardgas. Waterstofgas is veel lichter dan aardgas en de hoeveelheid waterdamp heeft daarom een ongeveer vijfmaal zo grote invloed op de Wobbe-index.

⁴ Zie bijlage C2 van het rapport



Figuur 16 – Verloop van het waterdauwpunt en de bodemtemperatuur



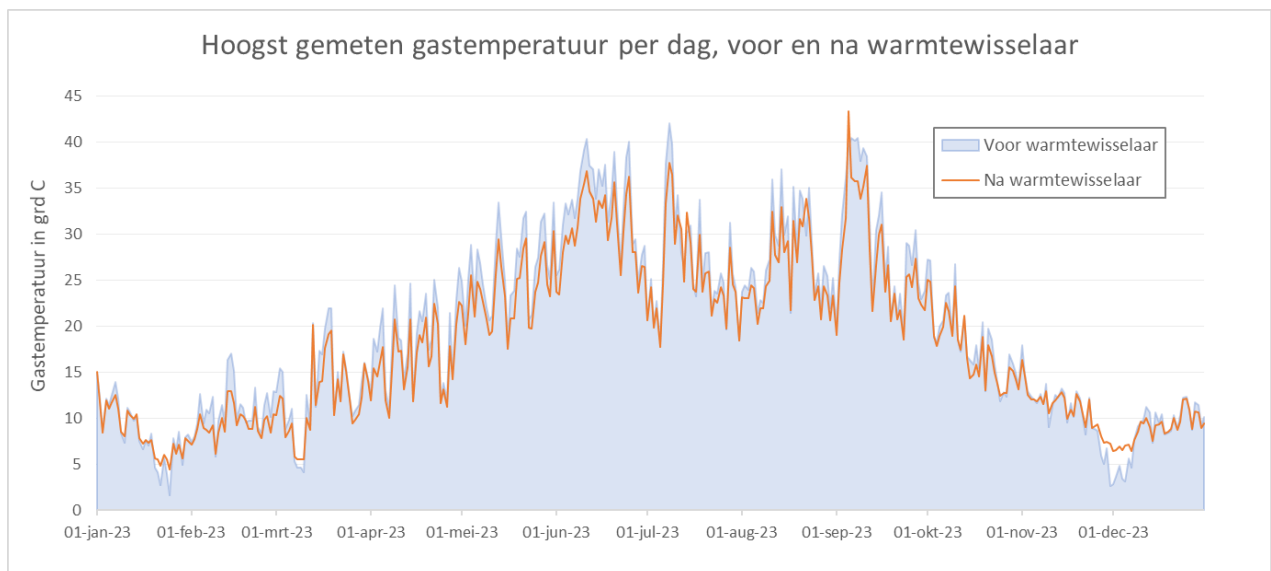
Figuur 17 – Verloop van het watergehalte

Uit de resultaten blijkt onder andere dat:

- Het vochtgehalte op het invoedpunt voldoet aan beide normen die bij groengas worden gehanteerd.
- Het vochtgehalte in de hoofdleiding hoger is dan bij het invoedpunt. In de figuren is ook te zien dat het vochtgehalte stijgt in de maanden dat er weinig gasafname is en weer daalt in het stookseizoen.
Dit geldt met name voor meetpunt C, helemaal aan het einde van het net.
- Om e.e.a. in perspectief te plaatsen is in figuur 16 ook de bodemtemperatuur toegevoegd. Daaruit blijkt dat het dauwpunt van het gas steeds ruim onder de bodemtemperatuur ligt. Algemeen wordt aangenomen dat er geen sprak zal zijn van condensatie, als de grondtemperatuur meer dan 10 °C hoger is dan de dauwpunt van het gas. Dat is bij alle metingen het geval.

4.4.3 Gastemperatuur, effectiviteit warmtewisselaar bij invoedinstallatie

In figuur 18 is per dag de hoogst gemeten gastemperatuur weergegeven, zowel voor als na de warmtewisselaar bij het invoedstation. Uit de figuur blijkt dat de warmtewisselaar zowel zorgt voor afkoeling als opwarming van het gas. Zie afkoeling in zomermaanden en opwarming in de maand december. Stroomafwaarts van de warmtewisselaar varieerde de temperatuur tussen de -0,7 en +37°C). Zonder warmtewisselaar zou dit -2,3 en 42 °C zijn geweest.⁵



Figuur 18 – Gemeten gastemperatuur bij de invoedinstallatie

4.5 Combiketels

In de eerste paar weken leidde het functioneren van de combiketels tot de meeste vragen bij de deelnemers. Dit ging dan over zaken als geluid, opwarmingsnelheid en temperatuur van tapwater en instellen/bedienen van de thermostaat. De geluidsproductie en het warmwatercomfort zijn door middel van updates van het besturingsprogramma van de ketels op een peil gebracht dat acceptabel is voor de deelnemers, dit heeft circa 2 maanden doorlooptijd gekend.

Storingen zijn allemaal binnen een dag opgelost door Remeha of Kimenai. Verdere vragen zijn gemiddeld binnen een week beantwoord en opgelost.

⁵ Voor de uitschieter op 5 september is vooralsnog geen verklaring gevonden. Er zijn voor die dag geen meldingen in het logboek.

5 Leerpunten

In de voorafgaande hoofdstukken zijn de belangrijkste leerpunten uit het eerste jaar van de beheerfase inhoudelijk onderbouwd en beschreven.

In dit afsluitende hoofdstuk wordt aan de hand van de onderwerpen uit het Leerplan op hoofdlijnen beschreven wat er tot nog toe geleerd is. Het Leerplan is een intern Alliander document met 83 leerpunten, waarvan er 53 betrekking hebben op de periode voorafgaand aan de beheerfase, dus tot en met de inbedrijfstelling. Hieronder worden de openstaande 30 leerpunten langsgelopen.

1. Techniek

a. Ontwerp

Leer of alle genomen veiligheidsrisicomaatregelen efficiënt een bijdrage leveren aan het reduceren van het risico.

Tot nog toe hebben zich geen grote lekkages of veiligheidsincidenten voorgedaan.

Daardoor kan geen uitspraak worden gedaan t.a.v. de leervraag.

b. Ontwerp hoofdnet

Kloppen netberekeningen ook voor waterstof?

Het net heeft ruim voldoende capaciteit, dit blijkt uit de drukmetingen en is ook verklaarbaar vanuit de het geringe aantal aansluitingen (12) in verhouding tot de diameter van de hoofdleiding (160 mm).

c. Ontwerp aansluitleiding

Tijdens de gebruikperiode een storingsrapportage opnemen over de ervaringen met de flowstopper

Er zijn geen meldingen geweest die herleidbaar waren tot het functioneren van de aansluitleiding inclusief de gasstopper.

d. Ontwerp binneninstallatie

Geen leerpunten tijdens de beheerfase.

e. Ontwerp invoedinstallatie

Hoe verhoudt de capaciteit van het invoedpunt zich tot de werkelijke vraag en wat betekent dit voor de ontwerpcriteria en aanrijtijden van de tubetrailer?

De installatie heeft voldoende capaciteit en levert binnen de afgesproken specificaties. Belangrijk leerpunt is, dat goed gecontroleerd moet worden of waterstofbestendige onderdelen worden gebruikt. Zo bleek de leverancier van de MRO een standaard rotormeter uit zijn magazijn te hebben genomen, waarvan de pulsmagneten niet waren verzegeld zodat ze in contact kwamen met waterstof en verpulverden. Daardoor werd er een te laag waterstofdebiet gemeten en werd er te weinig geurstof toegevoegd.

f. Beheer en onderhoud

Blijven het distributienet, de meteropstelling en de binnenleiding gasdicht?

Zijn alle onderdelen goed geregistreerd in de Liander-systemen voor gas?

Is de huidige onderhouds- en storingsregistratie bruikbaar/geschikt?

Zijn de werkinstructies voor veilig werken en omgaan met specifieke gereedschappen en meetapparatuur duidelijk genoeg?

Is de parate kennis voldoende geborgd met de herhaaltrainingen?

Leer van storingen in het H2 netwerk van Lochem. Gebruik dit voor verbetering van het beheerproces.

Tot nu toe blijkt het systeem gasdicht te zijn op 1 bruislekje bij een hoofdkraan na. Het registreren van de onderdelen heeft de nodige aandacht gekregen, zodat zowel in NRG als in de monteursapp zichtbaar is wat waterstof is en waar bijv. de gasstopper zit. Drukdalingsproeven worden voor aardgas niet standaard opgeslagen, we hebben voor de binnenhuiscontroles aparte formulieren in Word gemaakt die handmatig met de pen worden ingevuld, ingelezen en als PDF opgeslagen.

Het project houdt een apart logboek bij waarin ook aangegeven is wat de uitkomst van de uitgevoerde controles is. Daarnaast worden ook de werkplannen opgeslagen. In de storingsregistratie in KLAk kan niet op waterstof worden gezocht, door middel van adressen is het wel mogelijk om een registratie terug te vinden.

De speciaal ingerichte KLIC-meldingsprocedure blijkt in de praktijk te werken.

De herhaaltrainingen blijken met 4x per jaar, waarbij om en om bij de demowoning en in het praktijklokaal in Duiven, goed te bevallen. De terugkoppeling van de deelnemers heeft reeds geleid tot enkele kleine wijzigingen in de werkinstructies, bijv. dat een fakkelopstelling ook een werkgebied is dat afgezet moet worden en over wie ter plaatse waarvoor verantwoordelijk is.

g. Ombouw

Dit betreft een leerpunt uit de inbedrijfstelling in 2022, er zijn geen nieuwe inzichten opgedaan
In 2023.

h. Gasmeter

Het opgetelde verbruik in de woningen correspondeert goed met dat van de metingen op het invoedstation.

i. Waterstofkwaliteit

Ontstaan van vocht in de leiding door permeatie

Vervuiling door desorptie van aardgascomponenten uit de buiswand

Eventuele effecten op de ketel

Tijdens de zomerperiode bleek het vochtgehalte inderdaad toe te nemen door permeatie door de buiswand in combinatie met vrijwel geen afname van waterstof. Ook bleek in dezelfde periode het THT-gehalte in het net en in de binneninstallatie significant hoger dan bij het invoedpunt, en zijn er methaan en aromaten in lage gehalten gemeten.

Er zijn geen effecten op de ketels geconstateerd bij de controle van de gasblokken in september.

2. Samenwerking

De samenwerking met de projectpartners, de waterstofleverancier en de deelnemende huishoudens is vormgegeven door periodieke overleggen, een vast

contactpersoon voor de deelnemers en twee deelnemersavonden. Daarnaast hebben enkele deelnemers hun huis opengesteld voor belangstellende (buitenlandse) bezoekers aan het project.

De samenwerking liep over het algemeen goed, leerpunt is wel om elkaar tijdig te blijven informeren om zo adequaat te kunnen reageren op eventuele door en bij de deelnemers levende/geconstateerde zaken.

3. Wettelijk kader

Het is nodig om de betrokken partijen goed in beeld te hebben voor het ontwikkelen van wettelijke kaders betreffende 'waterstof in de gebouwde omgeving'.

Noemenswaardig is de “voortgangsbijeenkomst” met diverse overheidsorganisaties (die een taak/rol hebben op waterstofgebied) op 11 oktober in Lochem, een jaar na een soortgelijke bijeenkomst in 2022 die toen heel nuttig was om de laatste open eindjes rond te krijgen. Tijdens de voortgangsbijeenkomst hebben SodM, ACM, ministerie van EZK, Veiligheidsregio Noord- en Oost Gelderland, Gemeente Lochem, Omgevingsdienst Achterhoek en Rijksinspectie Digitale Infrastructuur hun inzichten gedeeld en zijn ze door Alliander geïnformeerd over de bevindingen en resultaten.

4. Techniek en samenwerking

Zijn de lessen, trainingen, instructies, VWI's en procedures helder, zijn de gereedschappen compleet en aanwezig en zijn de handelingen goed uit te voeren en praktisch uit te voeren bij calamiteiten.

Zijn alle processen, lessen, trainingen en instructies juist. Worden deze toegepast in de gehele veiligheidsketen van de veiligheidsregio vanaf brandweer, Installateur, Ketelfabrikant en Liander

Tijdens de eerste herhaaltrainingen zijn de opmerkingen en vragen van het uitvoerend personeel genoteerd en verwerkt in de trainingen en VWI's. De nieuwe versie van de VWI's is in 2024 van kracht geworden.


Daarnaast wordt e.e.a. meegenomen in de calamiteitenoefening van 2024.

5. Techniek en wettelijk kader

Het zou veel werk en een component schelen als het verwisselen van de gasmeter niet nodig is.

Geen leerpunt voor project Lochem in 2023, is gericht op het aanbrengen van een gasmeter die geschikt is voor waterstof in geval van een meterwisseling in een woning.

Bijlage 1 – Onderhoudsschema Westfalen

|  Onderhoudsschema tbv Waterstof Invoedpunt Lochem | | | | | | | | | | | uitgevoerd 2023 | | uitgevoerd 2024 | | uitgevoerd 2025 | |
|---|-------|--------------------------------|--------------------|----------------------|------------------|--|----------|---------------|-------------------|---------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
| Beheer en Onderhoud | Aant. | Bedrijf | Contactpersoon 1 | Telefoon 1 | Contactpersoon 2 | Telefoon 2 | Contract | Duur contract | Interval controle | Opzegtermijn | 1x / jaar | 2x / jaar | 1x / jaar | 2x / jaar | 1x / jaar | 2x / jaar |
| Combigas | | Combigas | Leo Bosman | +31 (0) 384600200 | Bas van Gaal | bas@combigas.nl | ja | Tot opzegging | | 3 maand | | | | | | |
| Winterperiode tussentijdse inspectie | | | | | | | | | 1x / jaar | | ja | nvt | nee | nvt | nee | nvt |
| Zomerperiode Onderhoud conform H19 uit handleiding FO-W.038-702100410 Handleiding waterstof installatie Lochem V1.1 | | | | | | | | | 1x / jaar | | nee | nvt | nee | nvt | nee | nvt |
| Gavilar MRO Kast | | | | | | | | | | 3 maand | | | | | | |
| Call-out service op afroepbasis bij storingen (7 x 24) | 1 | gAvilar | Jaco van den Berg | +31 (0)85-4897158 | Marco de Moor | +31 (0)85-4897144 | ja | Tot opzegging | continue | | nvt | nvt | nvt | nvt | nvt | nvt |
| Reserveonderdelen service; door ons wordt een voorstel gemaakt welke onderdelen op voorraad moeten worden genomen. | 1 | gAvilar | Jaco van den Berg | +31 (0)85-4897158 | Marco de Moor | +31 (0)85-4897144 | ja | Tot opzegging | nvt | | nvt | nvt | nvt | nvt | nvt | nvt |
| Jaarlijks wordt een visuele inspectie gedaan de zogenoemde "A-controle" waarbij de installatie door een servicetechnicus van gAvilar geheel wordt nagekeken. Van deze werkzaamheden wordt een rapportage gemaakt die u wordt toegezonden. | 1 | gAvilar | Jaco van den Berg | +31 (0)85-4897158 | Marco de Moor | +31 (0)85-4897144 | ja | Tot opzegging | 1x / jaar | | ja | nvt | nee | nvt | nee | nvt |
| Jaarlijks wordt preventief onderhoud uitgevoerd de zogenoemde "B-controle" waarbij de functionele werking van de installatie wordt getest. Van deze werkzaamheden wordt een rapportage gemaakt die u wordt toegezonden. | 1 | gAvilar | Jaco van den Berg | +31 (0)85-4897158 | Marco de Moor | +31 (0)85-4897144 | ja | Tot opzegging | 1x / jaar | | ja | nvt | nee | nvt | nee | nvt |
| Gasdetectie | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vaste gasdetectie (gasdetectoren op site en in de MRO kast) | 4 | 7Solutions | Gert-Jan Veenman | +31 (0)10-27 99 991 | Robert Kienhuis | +31 (0)6 23 457 420 | ja | 3 jr | 2x / jaar | | ja | nee | nee | nee | nee | nee |
| Portable H2 detectors | 4 | Furoindex | Michael de Regt | +31 (0)10-2 888 000 | | | ja | Tot opzegging | 1x / jaar | | ja | nvt | nee | nvt | nee | nvt |
| Brandbestrijding | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Handbluustellen | 4 | Van der Woude Brandbeveiliging | | +31 (0)55 5211164 | | | ja | Tot opzegging | 1x / jaar | | ja | nvt | nee | nvt | nee | nvt |
| Camera toezicht | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beheer VPN verbinding en helpdesk voor camera's | 1 | Bijbrother BV | Dennis Klarenbeek | +31 (0)318 6666 99 | | | ja | Tot opzegging | continu | | nvt | nvt | nvt | nvt | nvt | nvt |
| Bliksebeveiliging en aarding | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bliksebeveiliging (meeteenheden) | 20 | van der Heide | S. Merkus | +31 (0)88 63 63 163 | | | ja | Tot opzegging | 1x / jaar | voor november | nee | nvt | nee | nvt | nee | nvt |
| Overspanningsbeveiliging | 1 | van der Heide | S. Merkus | +31 (0)88 63 63 163 | | | ja | Tot opzegging | 1x / jaar | voor november | nee | nvt | nee | nvt | nee | nvt |
| Kathodische bescherming | 1 | van der Heide | Mario Idsinga | +31 (0)88 63 63 163 | Inge Kooij | +31 (0) 657435706 | ja | Tot opzegging | 2x / jaar | voor november | ja | nee | nee | nee | nee | nee |
| Glasvezelverbinding | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Glasvezel 1e lijns support | 1 | NDOX | Dennis Seppenwoold | +31 (0)6 46 81 46 84 | | | ja | Tot opzegging | nvt | Maandelijks | nvt | nvt | nvt | nvt | nvt | nvt |

Bijlage 2 – Onderhoudsschema Remeha

| Period after installation | Month / Year | Actions |
|---|--------------|--|
| +/- 3 months | Aim: Jan '23 | DHW update |
| | | Check functionality boiler High load, low load, etc. |
| | | Check O2 level at high and low load |
| | | Check relative gas pressure |
| | | DHW water check (time and warmth) |
| | | Leakage check Water and Gas |
| | | Sensor check (fysical) |
| | | If neccessary exchange parts |
| | | Sealing boiler (IP) check |
| | | +/- 9 months |
| Check O2 level at high and low load | | |
| Check relative gas pressure | | |
| Leakage check | | |
| Sensor check (fysical) | | |
| If neccessary exchange parts | | |
| Component ageing check (HEX, stopper, manifold, etc.) | | |
| 2 years | Sept. '24 | Check functionality boiler High load, low load, etc. |
| | | Check O2 level at high and low load |
| | | Check relative gas pressure |
| | | Leakage check |
| | | Sensor check (fysical) |
| | | If neccessary exchange parts |
| | | Sealing boiler (IP) check |
| 3 years | Sept. '25 | Check functionality boiler High load, low load, etc. |
| | | Check O2 level at high and low load |
| | | Check relative gas pressure |
| | | Leakage check |
| | | Sensor check (fysical) |
| | | If neccessary exchange parts |
| | | Sealing boiler (IP) check |

Bij storingen die Kimenai niet kan verhelpen rijden wij altijd uit.
Tussentijds onderhoud meld ketel zelf en wij op.

Bijlage 3 Publicaties, Presentaties en Rondleidingen

Publicaties:

- Artikel de Stentor 06-01-2023 'Het project loop wel uit de hand'
- 23 maart filmopname Franse TV: https://www.francetvinfo.fr/monde/pays-bas/pays-bas-un-projet-pilote-de-chauffage-a-l-hydrogene_5744726.html
- Artikel Henk&Fred magazine, April 2023
https://issuu.com/henkfred/docs/henk_fred_magazine_editie_2_2023_issuu_1
- Lochem nieuws / Berkel bode meermaals
- Noord-Hollands Dagblad/Haarlems Dagblad 19 augustus 2023
- BNN/VARA Vroege Vogels 23 augustus 2023 Primeur: eerste huizen verwarmd met waterstof in Lochem - Vroege Vogels - BNNVARA
- De Stentor, 30 aug 2023
- Artikel Algemeen dagblad, 02-11-2023 'Een alternatief voor de warmtepomp: je huis verwarmen op waterstof' <https://www.ad.nl/wonen/een-alternatief-voor-de-warmtepomp-je-huis-verwarmen-op-waterstof~afa4dac3/>
- Omroep Gelderland, 7 december 2023

Presentaties:

- Brandweer Lochem en Veiligheidsregio (VNOG)
- Irving Oil en Dartmouth College Canada
- Deelnemers H2-opleiding New Energy Coalition
- Raadsleden en Dienst Milieu gemeente Lochem
- Symposium H2L in Lochem waar ook provincied medewerkers en gedeputeerde aanwezig waren en een rol had
- Webinar van "De bouwklup" over de pilot Lochem, met Maurice Meulenbrugge en Elbert Huijzer, op 7 maart 2023;
- Presentatie aan de normcommissie Waterstof en Brandstofcellen, door Leo Brummelkamp, op 7 maart 2023.
- Presentatie voor de TVVL – brancheorganisatie installatietechniek door Leo Brummelkamp, Maurice Meulenbrugge en Ruud Kimenai op 11 april 2023;
- Presentatie "Verduurzamen monumentaal vastgoed met behulp van waterstof", tijdens de beurs Monument, door Guus Westgeest en Elbert Huijzer, 24 mei 2023;
- Deelname aan de landelijke Open Energiedag 16 september in Lochem, georganiseerd door NVDE
- Presentatie en Paneldiscussie 'Waterstof in de gebouwde omgeving', tijdens Vakbeurs Energie in de Brabanthallen, door Astrid van Sprang en Maurice Meulenbrugge, 11 oktober 2023;
- Netz Niederösterreich, 26 januari 2023, door Bart Vogelzang en Wouter van den Akker. Netz NO en de holding hebben E en G netwerken in meerdere landen.
- Presentatie aan UK Government Officials about Lochem Trial, 14 maart 2023 via Teams, Elbert Huijzer en Bart Vogelzang, 48 personen.
- Presentatie voor Gas Distributors 4 Sustainability, GD4S, bijeenkomst te Rotterdam met 12-15 EU gasnetbeheerders, Bart Vogelzang, 19 april 2023
- Presentatie Questions & Answers, Cadent gas, Peter Verstegen en Bart Vogelzang, 5 september 2023

- Presentatie Community of Practice Hydrogen, NIPV, Bart Vogelzang, 25 deelnemers
- Energy Innovation Summit door Elbert Huijzer, Liverpool, 1 november 2023

Rondleidingen in Lochem:

| Wie | Datum | Aantal personen |
|---|------------------|------------------------|
| Cadent, een Engelse gasnetbeheerder | 14 februari 2023 | 4 |
| Fluvius (netbeheerder uit België) | 10 maart 2023 | 17 |
| ATCO (netbeheerder uit Canada) en Gasterra | 17 maart 2023 | 2 |
| Gemeente en bewoners Hoogeveen | 5 april 2023 | 8 |
| Floene (netbeheerder uit Portugal) | 13 april 2023 | 10 |
| DNV UK | 19 april 2023 | 7 |
| Bewoners Stad aan 't Haringvliet | 13 mei 2023 | 20 |
| ATCO (netbeheerder uit Canada) | 15 mei 2023 | 7 |
| Cadent (Netbeheerder uit Verenigd Koninkrijk) | 24 mei 2023 | 11 |
| NDG/OGH2 | 25 mei 2023 | 15 |
| COB (Centrum Ondergronds Bouwen) | 25 mei 2023 | 40 |
| OP Oost | 31 mei 2023 | 4 |
| Gemeenteraad Almere | 2 juni 2023 | 11 |
| Journalist NH Dagblad | 20 juli 2023 | 1 |
| NGN | 2 aug 2023 | 5 |
| SGN UK | 17 aug 2023 | 12 |
| Rondleiding monteurs | 11 okt 2023 | 11 |
| Voortgangsbijeenkomst met diverse overheidsorganisaties | 11 okt 2023 | 25 |
| Open Energiedag Invoedpunt | 16 september | 80-120 |
| Studenten Haagse Hogeschool | 9 nov 2023 | 3 |

Bijlage 4 – Controleschema tweewekelijkse inspecties Westfalen

| | |
|---|---|
|  Westfalen | <h3 style="margin: 0;">Inspectieronde – checklist Waterstof afleverpunt Lochem</h3> |
|---|---|

| | |
|---|---|
| DATUM INSPECTIE: 22-8-2023 | LOCATIE / WERKPLEK: Waterstof Afleverpunt Lochem |
| UITGEVOERD DOOR: Leo Nieuwenhuis | |
| FREQUENTIE: Deze checklist dient 1x per week door de sitemanager of diens vervanger te worden uitgevoerd | |

| Site terrein en werkplek inspectie Criteria en Richtlijnen | JA | NEE | NVT | Opmerkingen of Correctieve Acties |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| A. GEDRAGSASPECTEN Niet gecontroleerd <input type="checkbox"/> | JA | NEE | NVT | |
| 1. Medewerkers kennen de belangrijkste / werk gerelateerde gevaren en beheersmaatregelen | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 2. Medewerkers hebben kennis van instructies en procedures | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 3. Medewerkers weten wat te doen in geval van calamiteiten | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| B. GEVAARLIJKE STOFFEN Niet gecontroleerd <input type="checkbox"/> | JA | NEE | NVT | |
| 4. Lekkages van vloeistoffen of gas | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 5. Juiste gevaren etiketten (ADR en/of CLP) zijn duidelijk zichtbaar aangebracht op alle verpakkingen van gevaarlijke stoffen | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 6. Veiligheidsinformatie bladen (VIB / SDS) zijn actueel | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 7. Verpakkingen van gevaarlijke stoffen verkeren in goede staat, zijn juist gelabeld en correct opgeslagen/gestapeld | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 8. Geschikte natuurlijke/mechanische ventilatie aanwezig | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| C. MILIEU Niet gecontroleerd <input type="checkbox"/> | JA | NEE | NVT | |
| 9. Geen afval / restmaterialen / olieplekken / afvalwater lozingen | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 10. Alleen afblazen van stoffen conform vergunning/ voorschrift | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 11. Lekbak voor THT in MRO kast in goede staat en schoon | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 12. Absorptiemateriaal is aanwezig en snel beschikbaar | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | werkruimte Aliander |
| D. TERREIN Niet gecontroleerd <input type="checkbox"/> | JA | NEE | NVT | |
| 13. Sporen van lekkages / corrosie | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 14. Terrein/looppaden in goede staat van onderhoud | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 15. Toegangswegen vrij van obstakels | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 16. Goed huisvaderschap. Werkplekken zijn schoon, droog & vrij van onnodige olie/vet/materialen | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 17. Geen gevaar voor uitglijden, struikelen, vallen of hoofdletsel. | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 18. Gele belijning zichtbaar en in goede staat conform brandpreventiebord. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 19. Verlichting op het terrein gecontroleerd op werking. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| E. ARBEIDSVEILIGHEID Niet gecontroleerd <input type="checkbox"/> | JA | NEE | NVT | |
| 20. Aanwezigheidsregistratie op orde en beschikbaar | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 21. PBM beschikbaar en gebruikt waar nodig | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 22. H2 Detector voor chauffeur beschikbaar bij laadstation | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 23. H2 detector chauffeur bij laadstation opgeladen (wisselen 1x / wk met geladen detector vanuit de control room) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 24. H2 detectors in control room aanwezig en opgeladen. (3x) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2x, 1x opgestuurd voor kalibratie |
| 25. PBM Pictogrammen duidelijk zichtbaar & juist geplaatst | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 26. Veiligheidsidentificatie toegepast waar nodig: (bv. ATEX zonering) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 27. Geen versleten gereedschappen / materialen in gebruik | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

Inspectieronde – checklist Waterstof afleverpunt Lochem

| Site terrein en werkplek inspectie Criteria en Richtlijnen | JA | NEE | NVT | Opmerkingen of Correctieve Acties |
|--|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| 28. Ventilatie/verlichting control room geschikt voor werkzaamheden | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 29. Instructieborden lossen trailer (4x) aanwezig en goed leesbaar | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| F. ELECTRICITEIT Niet gecontroleerd <input type="checkbox"/> | JA | NEE | NVT | |
| 30. Elektricitetskasten & schakelkasten weersbestendig opgesteld | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 31. Aardlekbeveiliging toegepast en regelmatig getest | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 32. Elektrisch handgereedschap / verlengsnoeren / haspels, in goed staat, gecontroleerd & geïdentificeerd of geregistreerd | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 33. Toegangsbeperking voor hoogspanningsruimten en schakelkasten | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| G. WERKMETHODEN Niet gecontroleerd <input type="checkbox"/> | JA | NEE | NVT | |
| 34. Werkvergunning systeem in gebruik | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 35. Bureaus en werkplekken zijn schoon, droog en opgeruimd | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 36. Gereedschap en hulpmiddelen worden correct en op een veilige wijze gebruikt | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 37. Duidelijke & actuele werkinstructies beschikbaar | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 38. Borden <i>Roken verboden</i> aanwezig. Rookbeleid wordt nageleefd. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| H. BEVEILIGING Niet gecontroleerd <input type="checkbox"/> | JA | NEE | NVT | |
| 39. Toegangspoort / slot / hekwerk in goede staat | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Gaat doorhangen, zie overige bevindingen |
| 40. Veiligheidshekwerk intact en beveiligingscamera's aanwezig | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 41. Veiligheidscamera's gecheckt op werking | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 42. Nooddeuren vrij, toegankelijk en panieksluiting werkt | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 43. Pictogrammen nooddeuren aanwezig | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 44. Sleutelkastjes (3x) voorzien van juiste sleutel en afgesloten | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 45. Sleutelkastjes (codes) functioneren en zijn onbeschadigd | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| I. INSTALLATIE Niet gecontroleerd <input type="checkbox"/> | JA | NEE | NVT | |
| 46. Afsluiters, equipment en leidingen zijn gelabeld (ID-tag) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 47. Afblaas- / ventilatie openingen zijn gericht in veilige richting | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 48. Noodstoppen voor installaties zijn aanwezig, duidelijk gemarkeerd en vrij bereikbaar | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 49. Machines en omliggend terrein zijn schoon en in goede staat | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 50. Aanwezige gasflessen aangesloten en vastgezet. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 51. Manometer, alarmen, drukveiligheden functioneren en worden periodiek getest (zie evt. ook onderhoudsysteem) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 52. Inloggen op het meet- en regelsysteem op afstand functioneert | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| J. NOODSITUATIES Niet gecontroleerd <input type="checkbox"/> | JA | NEE | NVT | |
| 53. Ontruimingsprocedures duidelijk zichtbaar & up-to-date | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 54. EHBO dozen aanwezig, met volledige inhoud en incl. inhoud lijst | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 55. Noodhulpmiddelen en nooduitgangen duidelijk gemarkeerd & vrij toegankelijk | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 56. Brandblusser, zijn aanwezig, duidelijk gemarkeerd & periodiek getest | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

Inspectieronde – checklist Waterstof afleverpunt Lochem

| Site terrein en werkplek inspectie Criteria en Richtlijnen | JA | NEE | NVT | Opmerkingen of Correctieve Acties |
|--|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| K. Control room Niet gecontroleerd <input type="checkbox"/> | JA | NEE | NVT | |
| 57. Control room en sanitaire ruimte zijn schoon | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 58. Actuele Onderhouds- /Inspectierapporten zijn beschikbaar (elektrische installatie / brand alarm / gasdetectie) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 59. Vlucht routes zijn goed toegankelijk, als zodanig aangeduid (groene pictogrammen) en voldoende verlicht | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 60. Computer werkplek (tafels en stoelen, zonwering) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 61. Regels voor contractors / bezoekers (bv. instructiekaartjes) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| L. VOERTUIGEN Niet gecontroleerd <input checked="" type="checkbox"/> | JA | NEE | NVT | |
| 62. Geldige documenten (bv. ADR en/of kenteken bewijs / inspectie rapporten) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 63. ADR uitrusting (brandblussers/ hi-Vis vest / zaklamp / veiligheidsdriehoek / EHBO doos /bebording) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 64. Volgen van veiligheidsprocedure tijdens laden en lossen | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| M. CHAUFFEURS Niet gecontroleerd <input checked="" type="checkbox"/> | JA | NEE | NVT | |
| 65. Rijbewijs aanwezig + Code 95, geldig en conform voertuig | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 66. Geldig ADR certificaat, VCA (SCC) certificaat (indien verplicht) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 67. Geldig paspoort /ID-bewijs | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 68. Geldig certificaat voor (meeneem-) heftruck | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| N. OVERIGE GEVAREN Niet gecontroleerd <input type="checkbox"/> | JA | NEE | NVT | |
| 69. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 70. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 71. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 72. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 73. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 74. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 75. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

| Aantekeningen / Overige bevindingen |
|--|
| |
| Poort samen met onderhoudsmonteur opnieuw afgesteld vandaag, daarmee is probleem verholpen |
| |
| |
| |
| |
| |