

Duurzaam Legionella beheer in het Sint-Andriesziekenhuis Tielt: Balans tussen veiligheid, energiebesparing en efficiëntie

Voorwoord

Als regionaal ziekenhuis hebben we, net als alle andere instellingen in de zorg, te maken met diverse uitdagingen die op ons pad komen. Naast de veranderende en strenger wordende wetgeving, duurzaamheid, green deal(s) zijn er de vraagstukken om de energiekosten te drukken. Er waren tal van cases waarop we konden inspelen, zoals de elektrificatie van onze verwarming en sterilisatie, de uitbreiding van ons gebouwbeheersysteem met extra software, al dan niet met AI-toepassingen, om betere inschattingen te maken over het sluisenverbruik of de verliezen. Daarnaast omvatten de mogelijkheden het verbeteren van de ventilatie, het vernieuwen van koelinstallaties door vierpijpmachines die zowel kunnen koelen als verwarmen, en een slimmere aanpak van legionella, enzovoort. Hierbij mogen we de werkdruk op het (technisch) personeel niet vergeten, want extra werk zorgt niet altijd voor extra personeel. Daarom zijn we met het Sint-Andriesziekenhuis Tielt en een externe partner, gespecialiseerd in legionella behandeling, op zoek gegaan om al deze puzzelstukken in elkaar te laten passen en tot een slimme en duurzame oplossing te komen.

Het doel van ons proefproject was drievoudig:

- 1) Wettelijke normen halen: Legionellabeheersing efficiënt en effectief organiseren volgens de Belgische richtlijnen,
- 2) Energiekosten drukken,
- 3) Werklast verlichten van het personeel.

Hiermee willen we niet alleen huidige uitdagingen het hoofd bieden, maar ook een duurzame en toekomstbestendige infrastructuur neerzetten.

Inleiding

Het Sint-Andriesziekenhuis in Tielt, België, werd opgericht in 1923. In 1966 werd het ziekenhuis overgedragen aan de Congregatie van de Zusters van het Geloof, die reeds eigenaar was van de afzonderlijke instelling Materniteit 'Ave Maria' (opgericht in 1938) en de Sint-Lucaskliniek (opgericht in 1954). Deze drie instellingen werden gefuseerd en samengebracht in een volledig nieuw ziekenhuisgebouw, dat in 1980 in gebruik werd genomen.



Sint-Andriesziekenhuis Tielt - 1980



Sint-Andriesziekenhuis Tielt - 2024

In dit 'nieuwe' gebouw uit 1980 werd een uitgebreide installatie voor sanitair warm water aangelegd. Vanwege de omvang van het gebouw werd een complexer netwerk van waterleidingen geïnstalleerd. Een dergelijke installatie vereist extra aandacht voor onderhoud en het voorkomen van

legionellabesmetting. In dit artikel belichten we de verschillende fasen van onze aanpak om Legionella te beheersen.

In tegenstelling tot veel bestaande publicaties ligt de focus in dit artikel niet uitsluitend op Legionella-bestrijding, maar op de integrale benadering ervan:

- Installatiekeuze en -implementatie: Het ontwerp van een duurzame en veilige waterinfrastructuur.
- Energieoptimalisatie: Technische aanpassingen om het energieverbruik te minimaliseren.
- Werklastreductie: Het optimaliseren en vereenvoudigen van onderhoudsprocessen zonder in te boeten aan veiligheid.

Daarnaast blijft de veiligheid van de kwetsbare doelgroepen, zoals patiënten, centraal staan. Het project moest immers niet alleen effectief, maar ook verantwoord zijn. We lichten hierbij onze praktijkervaringen en lessen uit de uitvoering toe.

Wat is legionella en wat zijn de gevolgen?

Voordat we ingaan op onze praktische casus, verduidelijken we eerst wat Legionella is en welke risico's deze bacterie met zich meebrengt als preventieve maatregelen worden verwaarloosd.



Legionella is een bacterie die voorkomt in diverse (drink)watersystemen. Onder gunstige omstandigheden kan de bacterie zich snel vermenigvuldigen, wat kan leiden tot legionellose bij blootstelling. Besmetting vindt plaats via het inademen van aerosolen - zeer kleine waterdruppeltjes - die bijvoorbeeld vrijkomen tijdens het douchen.

De bacterie groeit optimaal in water met temperaturen tussen 20 en 50 °C, met een voorkeur voor temperaturen tussen 35 en 40 °C. Bij temperaturen onder de 20 °C stopt de groei, terwijl de bacterie bij temperaturen boven 55 °C afsterft, met een snellere afbraak bij hogere temperaturen. Voor groei heeft Legionella voedingsstoffen nodig, zoals aminozuren, mangaan en ijzer, die aanwezig zijn in de biofilm aan de binnenkant van leidingen en andere onderdelen van watersystemen. Daarnaast bevorderen factoren zoals stilstaand water (bijvoorbeeld in ongebruikte leidingen of tappunten) en afzettingen, zoals kalk, de groei van Legionella.

Om het risico op de groei en verspreiding van Legionella in openbare gebouwen en installaties te minimaliseren, zijn wettelijke kaders opgesteld die normen en beheersmaatregelen voorschrijven.¹

Wetgeving

Er bestaat een uitgebreid wettelijk kader om Legionella onder controle te houden. In België zijn verschillende niveaus van wetgeving van toepassing: nationale wetten uitgevaardigd door de federale overheid, regionale wetgeving opgesteld door Vlaanderen (Gemeenschap en Gewest), en lokale regelgeving van provincies en gemeenten.

Specifiek voor Legionella geldt in Vlaanderen het *Besluit van de Vlaamse Regering van 9 februari 2007 betreffende de preventie van de veteranenziekte op publiek toegankelijke plaatsen*², ook wel bekend als het *Legionellabesluit*.

Voor onze casus zijn de volgende bepalingen uit dit besluit het meest relevant:

- Het besluit is van toepassing op alle publieke instellingen en installaties waar aerosolen kunnen vrijkomen.
- Exploitanten zijn verplicht een beheersplan op te stellen en uit te voeren. De genomen maatregelen en relevante gegevens moeten worden bijgehouden in een register.

- Bij de aanleg van nieuwe watervoorzieningen, de aanpassing van bestaande systemen of de ingebruikname van onderdelen daarvan, moet een conformiteitsattest worden verstrekt.
- Instellingen worden ingedeeld op basis van risicoklasse. Aan elke risicoklasse zijn specifieke maatregelen en meldingsplichten verbonden. Ziekenhuizen worden aangemerkt als hoogrisico-instellingen, waarvoor strengere eisen gelden.

De meldingsplicht voor hoogrisico-inrichtingen³, zoals een ziekenhuis, is als volgt:

Niveau	Drempelwaarde	Acties
Waakzaamheid	≥ 30% stalen > 1.000 KVE/l	- In samenwerken met de artsen de waakzaamheid opvoeren voor mogelijke legionella infecties.
Verhoogde waakzaamheid	≥ 30% stalen >10.000 KVE/l	- Zelfde maatregel als bij 'waakzaamheid'. - Het beheersplan, de uitvoering en de waterinstallatie wordt kritisch beoordeeld. - Aanvullende maatregelen worden genomen om onder de 10.000KVE/l te komen. - Staalfrequenties worden opgevoerd tot maandelijkse controle. - Enkel als staalnames onder 10.000KVE/l daalt kan staalname verminderd worden.
Melding	3 opeenvolgende meetcampagnes niveau van verhoogde waakzaamheid 3 opeenvolgende stalen op hetzelfde meetpunt >10.000KVE/l ≥ 30% stalen >100.000 KVE/l	- Zelfde maatregelen als bij 'verhoogde waakzaamheid'. - De overheid wordt op de hoogte gebracht - Onmiddellijk stoppen met het gebruik van aerosloproducerende installaties. - Maatregelen in overleg met de overheid - Aerosloproducerende installaties mogen terug gebruikt worden als de staalnames onder 10.000KVE/l is. - De installatie wordt nog 3 maanden met een intensief staalname opgevolgd ism de overheid.

Er is ook een handboek opgesteld in opdracht van het agentschap Zorg & Gezondheid waarin de Best Beschikbare Technieken (BBT) worden beschreven. De conclusies in dit handboek bevatten aanbevelingen en voorschriften voor de beheersing van Legionella in nieuwe sanitaire installaties waarvoor een bouwvergunning is aangevraagd na 4 november 2007. Dit handboek had vooral een grote impact op onze verbouwing van de renovatiewerken die liepen van 2016 tot en met 2019.

Het beheersplan

Zoals wettelijk voorgeschreven, beschikken wij over een beheersplan voor de bestrijding van Legionella. Dit plan bevat uitgebreide informatie, waaronder:

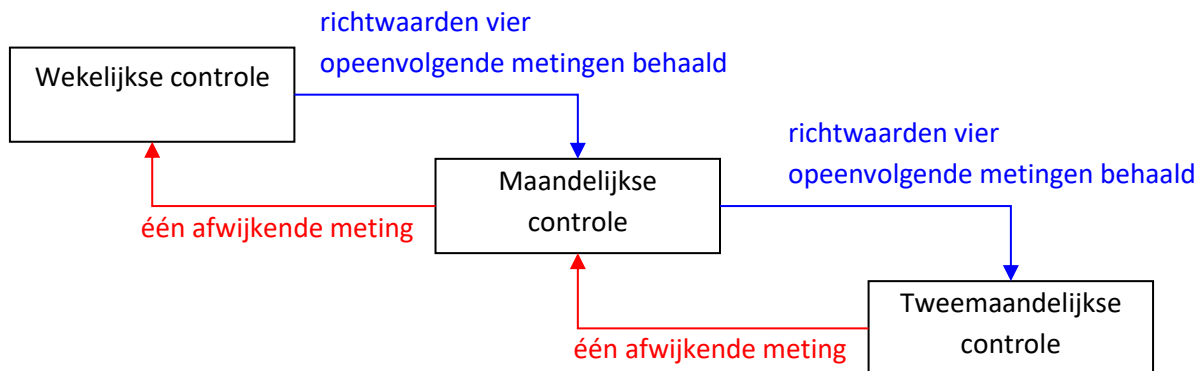
- grondplannen en principeschema's;
- een inventarisatie van de tappunten;
- een technische beschrijving van de installatie;
- details over de waterbevoorrading;
- een beschrijving van de koud- en warmwaterproductie;

- specificaties en eigenschappen van de leidingen.

Daarnaast omvat het beheersplan een logboek. Dit logboek wordt gebruikt om periodieke metingen vast te leggen en bevat gegevens die essentieel zijn voor het opvolgen en beheren van de installaties. Hieronder geven we een beknopte samenvatting van de inhoud en toepassing van het plan.

Temperatuurmetingen: controle van de omgevingstemperatuur		
Pomplokaal van de aankomst stadswater en onthardingsinstallatie	1 lokaal	Maandelijks
Stooklokalen van het sanitair warm water	4 lokalen	Maandelijks
Temperatuurmetingen: controle instellingen van de warmwaterproductie		
Alle afzonderlijke blokken	6 installaties	Schema
Temperatuurmetingen: controle aan selectie van aftappunten		
Volgens een aantal strategische gekozen aftappunten: koudwater	17 punten	Maandelijks
Volgens een aantal strategische gekozen aftappunten: warmwater	17 punten	Maandelijks
Temperatuurmetingen: controle volledig drinkwaternetwerk		
Volgens installatie plannen, dit zijn alle aftappunten	Alle punten	Jaarlijks
Spoelprogramma		
Koud- en warmwaterspoeling volgens legionellaplan - manueel	17 punten	Wekelijks
Thermische desinfectie - automatisch	6 installaties	Wekelijks
Spoelprocedure volledig drinkwaternetwerk	Alle punten	Jaarlijks
Legionella-analyses		
Volgens een aantal strategische gekozen aftappunten	17 punten	3-maandelijks
Periodiek Onderhoud		
Schoonmaak, technisch onderhoud, etc.	Alle punten	Regelmatig

Schema van de temperatuurmetingen:



Zoals uit bovenstaande kan worden afgeleid, vereist het goed onderhouden van een waterinstallatie aanzienlijke tijd en inspanning. In de praktijk vraagt dit een niet te onderschatten inspanning van het personeel. In de mate van het mogelijke, moeten we een oplossing zoeken die de werklast houdbaar maakt en de hoogste kwaliteit blijft garanderen.

Installatie: Sanitair Warm Water (SWW)

Het ziekenhuisgebouw, daterend uit de jaren 80, bestaat uit vier grote vleugels van vijf verdiepingen (hier aangeduid als blokken), verbonden door een centraal blok. Deze opzet vormt het kenmerkende Sint-Andrieskruis, dat symbolisch gekoppeld is aan de naam van het ziekenhuis. Elk blok beschikte oorspronkelijk over een eigen warmwaterboiler met redundante uitvoering.

Op het onderstaande grondplan zijn de originele blokken uit 1980 te zien: ZA, ZL, ZV, en ZR. In 2005 werd blok ZB toegevoegd, uitgerust met lokale waterboilers. Vervolgens werd in 2007 blok MG

gebouwd, waar lokale warmwaterproductie via een cv-ketel plaatsvond. Vanaf 2012 werden twee nieuwe onderdelen, aangeduid als MP, gerealiseerd. Deze laatste uitbreidingen markeerden het begin van een volledige herziening en renovatie van de warmwaterinstallatie.

Bij verbouwingen in 2012 werd de warmwaterinstallatie gecentraliseerd, waarbij gebruik werd gemaakt van condensatieketels. De blokken worden sinds de renovatiewerken in 2016 individueel geregeld met behulp van warmtewisselaars. Deze herziening leidde echter tot een complexere installatie, vooral wat betreft het leidingwerk.

De blokken WZC en de twee kloosters, aangeduid als KK en KP, vallen buiten het bereik van deze studie.



Grondplan Sint-Andriesziekenhuis

Probleemstelling

Het ziekenhuisgebouw, dat door historische groei bestaat uit verschillende warmtebronnen en diverse soorten leidingmaterialen, kent specifieke uitdagingen. Door langdurig ongebruik van kranen of douchekoppen ontstaat een verhoogd risico op Legionellagroei. Regelmatige legionellametingen, uitgevoerd om de drie maanden conform de wetgeving, bevestigden de aanwezigheid van Legionella. De meldingsplicht bij meerdere en hoge Legionella uitbraken, zorgen zowel bij de technische dienst als bij de directie voor de nodige stress. Dit leidde tot de noodzaak van diverse extra preventieve en tijdrovende maatregelen, zoals frequenter spoelen op vele locaties en thermische desinfectie.

Het uitvoeren van deze maatregelen vraagt aanzienlijke inspanningen. Bovendien kunnen slechte meetresultaten leiden tot strengere eisen: een meting die niet voldoet kan ervoor zorgen dat de controlefrequentie toeneemt van tweemaandelijks naar maandelijks, of zelfs wekelijks bij aanhoudend negatieve resultaten. Dit legt een grote druk op de technische dienst.

Onze doelstelling in 2012 was daarom drievoudig:

1. Het effectief beheersen van Legionella.
2. Het reduceren van de tijdsinvestering van de technische dienst, met behoud van een tweemaandelijks controlefrequentie.
3. Waar mogelijk, het realiseren van energiebesparingen.

De vraag is: hoe kunnen we dit probleem oplossen en voldoen aan onze doelstellingen?

Legionella en tijdbesparende oplossing

Om een structurele oplossing te bieden, is het noodzakelijk verder te gaan dan de minimale wettelijke eisen. Bij het evalueren van de best beschikbare technieken (BBT) voor Legionellabeheersing kwamen meerdere methoden in aanmerking, waaronder systemen op basis van:

- chloor;
- chloordioxide;
- in-line aanmaak van vrij chloor;
- waterstofperoxide;
- koper-zilverionisatie.

In 2016 werden door de technische dienst en een studiebureau de verschillende opties bekeken. Gezien iedere keuze van installatie zijn voor- en nadelen had, waren de vele extra voordelen van koper-zilver ionisatie de doorslag om deze installatie te adviseren naar de directie toe. Enkele voordelen⁵ zijn: een groter residuaal effect dan andere chemische desinfectiemiddelen, koper-zilver blijft langer in het water en is dus langer actief, is actief in het volledige waterinstallatie, ...

De directie ondersteunde deze suggestie en dus besloten we om in te zetten op koper-zilverionisatie. Tegelijkertijd werd een plan opgesteld om tijdens de aankomende verbouwingen de sanitaire installatie te vernieuwen. Het doel was om één centraal productiepunt te creëren met een dubbele cv-ketel voor sanitair warm water, waarbij warmtewisselaars per blok werden geïnstalleerd. Deze aanpak maakte het mogelijk om de renovaties per blok te doen zonder de rest van het ziekenhuis te hinderen en de sanitaire omschakeling geleidelijk door te voeren.

Uitdagingen bij implementatie



Er ontstond echter een tussenperiode tussen de ingebruikname van de koper-zilverionisatie en de volledige renovatie van het leidingnetwerk. In de eerste maanden werden de beoogde tijdbesparingen niet gerealiseerd. De oude verzinkte leidingen bevatten een biofilm die door de koper-zilverionisatie geleidelijk werd afgebroken, wat resulteerde in bruine verkleuring van het water, ook beter gekend als sedimentatie. Dit leidde ertoe dat er voor bepaalde toepassingen, zoals koken, tijdelijk op flessenwater moest worden overgeschakeld.

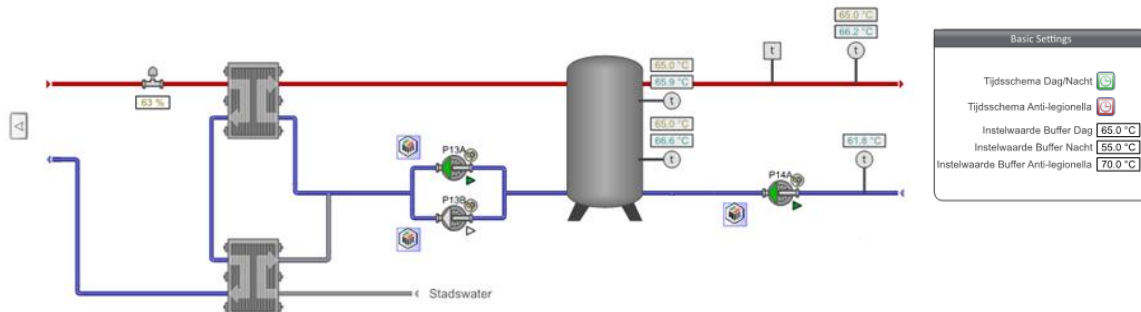
> Sedimentatie

Daarnaast trad er putcorrosie op in de oude galva leidingen, waar de biofilm voorheen een beschermende functie had. Deze problemen onderstreepten de noodzaak van een snelle uitvoering van de renovaties, die gelukkig al gepland waren, waarbij mepla leidingen over heel het gebouw werden voorzien. Na de voltooiing van de renovaties kon deze uitdagende fase worden afgesloten, en werd een solide basis gelegd voor een efficiënter beheer van de waterinstallaties.

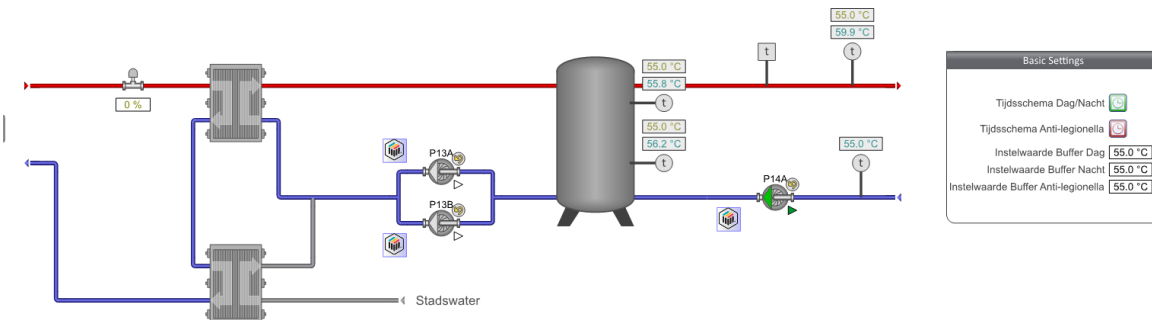
Energiebesparende oplossing

Toegegeven... De investering in energiebesparende maatregelen heeft enige tijd op zich laten wachten, van 2016 tot 2019 was er weinig tijd om hier grondig mee aan de slag te gaan. Na de voltooiing van de renovatiewerken in eind 2019 en begin 2020 bevonden wij ons, net als andere zorginstellingen, in de situatie om tijdens de covid-19 pandemie vooral het hoofd boven water te houden. Pas met de

energiecrisis in 2021 kwam het onderwerp van energiebesparing op warm water opnieuw op de agenda. De voorgestelde energiebesparing hield in dat het temperatuurregime, dat aanvankelijk op 65°C stond, zou worden verlaagd naar 55°C, oftewel een daling van 10°C. Dit roept de vraag op: hoeveel zouden we hiermee kunnen besparen?



Figuur: Cv-installatie van blok Achter – originele instelling (65°C)



Figuur: Cv-installatie van blok Achter – gewenste instelling (55°C)

Communicatie met de verschillende stakeholders

Het aanpassen van een temperatuurregime kan technisch eenvoudig lijken door een simpele muisklik in het gebouwenbeheersysteem te doen, maar de realiteit vraagt om zorgvuldige afstemming met diverse belanghebbenden of stakeholders.

- **Directie:** Allereerst werd goedkeuring gevraagd aan de directie. Hoewel het een energiebesparende maatregel betrof, moesten er middelen beschikbaar worden gesteld voor een gecontroleerde uitvoering.
- **Externe partijen:** We schakelden externe expertise in, waaronder de leverancier van de koper-zilverionisatie om de installatie nauwkeuriger te monitoren, en een adviesbureau om de theoretische besparing in kaart te brengen. Uniek was het gebruik van ons gebouwenbeheerssysteem, gecombineerd met een extra calorimeter, om zowel theoretische als praktische berekeningen uit te voeren en te vergelijken.
- **Technische dienst:** De HVAC-technici waren essentieel voor het controleren van de installatie en het handmatig registreren van enkele niet-gemonitorde meetpunten.
- **Ziekenhuishygiëne:** Vanwege de verlaagde watertemperatuur was het advies van de afdeling ziekenhuishygiëne cruciaal. Aanvankelijke scepsis werd overwonnen door een gefaseerde aanpak van temperatuurverlaging in drie fases, gecombineerd met aanvullende en gerichte staalnames op vier locaties.

Theoretische studie voor de technische support en het advies omtrent legionella

Het concept is nu duidelijk. Voor deze test werd één van de vier ziekenhuisblokken geselecteerd, waar relatief minder verzwakte patiënten verblijven, genaamd blok Achter. De temperatuurverlaging werd uitgevoerd in drie fasen:

- Fase 1: van 65°C naar 62°C
- Fase 2: van 62°C naar 58°C
- Fase 3: van 58°C naar 55°C

Elke fase duurde drie maanden, waarin staalnames werden uitgevoerd om de Legionella-, koper- en zilverwaarden te monitoren.

Het adviesbureau leverde daarnaast een theoretische studie aan, waarin het energieverbruik en de kosten werden vergeleken tussen de starttemperatuur (65°C) en het einddoel (55°C). Daarenboven werd ter validatie van deze studie ook een praktische energiemeting uitgevoerd met behulp van het gebouwbeheerssysteem, aangevuld met de metingen van een extra gehuurde calorimeter. Vanwege de hoge kosten voor deze calorimeter moest de meetperiode echter aanzienlijk korter worden gehouden dan de duur voor de theoretische berekening. Praktisch zullen we gedurende 14 dagen de installatie gemeten bij een temperatuur van 65°C, gevolgd door eenzelfde meetperiode bij 55°C. Het uiteindelijk doel was om de energetisch en theoretische studie te vergelijken met de praktijk.

Daarnaast werd de vraag gesteld of de vertrektemperatuur verder verlaagd kon worden naar 47°C en wat de impact hiervan zou zijn op het terugverdienmodel. Door een tweede test uit te voeren, zouden we hier beter inzicht in krijgen. Eerder onderzoek, zoals de studie *Controlling Legionella pneumophila in water systems at reduced hot water temperatures with copper and silver ionization*⁷, toonde aan dat een verlaging naar 43°C mogelijk is met gunstige resultaten. Dit bood een sterke onderbouwing om het experiment uit te voeren, zonder een significant verhoogd risico op Legionella. De resultaten bespreken we verder in dit artikel.

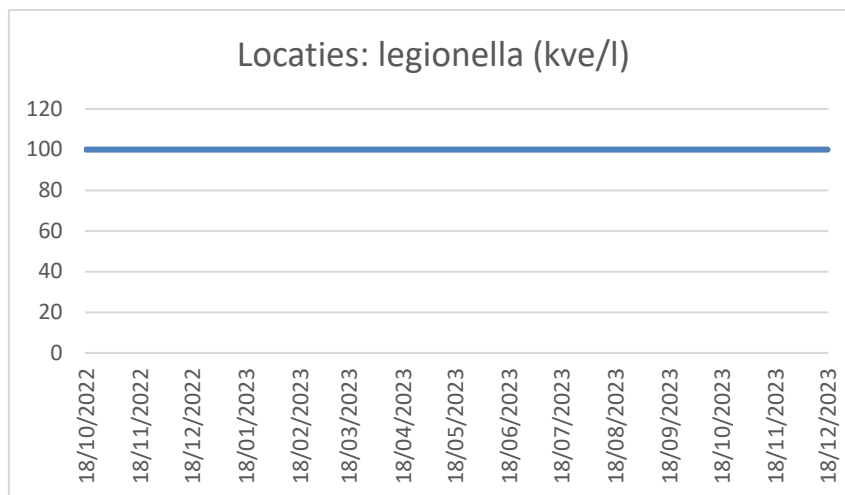
Technische aanpassingen voor de proefopstelling om praktische data te verzamelen

Aangezien tijdens de renovatie al veel water-, kWh- en calorimeters werden geïnstalleerd, met of zonder koppeling aan het gebouwenbeheerssysteem (GBS), waren de technische aanpassingen voor onze proefperiode beperkt. De volgende aanpassingen werden doorgevoerd:

1. Installatie van een calorimeter om het energieverbruik per blok geïsoleerd te meten.
2. Aanpassing van het gebouwenbeheerssysteem om de juiste vertrektemperatuur voor de cv-installatie in te stellen.

Microbiologische opvolging met de adviezen gespreid over het jaar

Ziekenhuishygiëne speelde een cruciale rol binnen deze oefening, vooral gezien de kwetsbare gezondheidstoestand van de patiënten. Het was essentieel om streng toe te zien op de Legionella-waarden en mogelijke verhogingen strikt te monitoren. Om deze reden werd aanzienlijk geïnvesteerd in een nauwkeurige meetstrategie. Iedere fase van de temperatuurdaling omvatte vijf staalnames: een nulmeting voorafgaand aan de verlaging, gevolgd door metingen na twee weken, één maand, twee maanden en drie maanden. Alleen bij gunstige resultaten van de vijfde staalname werd overgegaan naar de volgende fase. Naast Legionella-waarden werden ook de concentraties koper en zilver gecontroleerd, en de resultaten hiervan werden doorgestuurd naar de betrokken firma. Op basis van deze gegevens kon de installatie verder worden geoptimaliseerd om de inzet van koper en zilver zo efficiënt mogelijk te maken.



De grafiek toont de gemeten Legionella-waarden tijdens de testperiode, verspreid over de drie verschillende fasen. In alle fasen bleven de waarden onder de drempel van 100 kve/l (kolonievormende eenheden per liter), wat als veilig wordt beschouwd. Echter, verliep alles zonder problemen? Absoluut niet. Los van onze studie werden de gewone driemaandelijks drinkwater- en Legionella-staalnames voortgezet. Tijdens één van deze staalnamecampagnes bleek een kamer, die niet in de aftakpunten beschreven stond, te worden gebruikt omdat ‘juiste’ kamer niet toegankelijk was. Het staal uit deze kamer toonde een ongunstige waarde van 40.000 kve/l van de *Legionella non-pneumophila*. Na nader onderzoek bleek dat deze zogenaamde “tienerkamer” al maanden gebruikt werd voor de verzorging van pasgeborenen, vanwege de nabijheid van de verpleegpost. Hierbij werd de douche niet gebruikt. Deze bevinding benadrukte het belang van correct doorgeven van langdurig ongebruikte kamers en lokalen. Dit resulteerde in samenspraak met de afdelingen en de schoonmaakkdienst naar een gerichte aanpak waarbij, indien lange leegstand van locaties zich moesten voordoen, om deze locaties periodiek te laten spoelen. Hoe goed de koper-zilverionisatie ook werkt, de effectiviteit ervan is afhankelijk van de aanwezigheid van watercirculatie in de leidingen en kranen. Regelmatig spoelen blijft daarom essentieel om optimale resultaten te garanderen.

Vermindering van de taken bij de technische dienst

Dankzij de centralisatie van de warmwaterproductie tijdens de renovaties beschikken we nu over slechts één stookplaats, wat het aantal te controleren installaties aanzienlijk heeft verminderd. Bovendien heeft de implementatie van de koper-zilverionisatie-installatie geleid tot een betere beheersing van Legionella. De resultaten van vier opeenvolgende metingen bleken consistent goed, waardoor de frequentie van de controles aanzienlijk kon worden verlaagd. Waar eerder wekelijkse controles noodzakelijk waren, konden deze eerst naar maandelijks en vervolgens, na opnieuw vier gunstige metingen, naar een tweemaandelijks frequentie worden gebracht. Hierdoor hebben we onze taken opnieuw georganiseerd en aangepast aan de gunstige nieuwe controlefrequentie.

Hierbij geven we een korte samenvatting van de nieuwe situatie:

Temperatuurmetingen: controle van de omgevingstemperatuur		
Pomplokaal van de aankomst stadswater en onthardingsinstallatie	1 lokaal	Maandelijks
Stooklokalen van het sanitair warm water	1 lokaal	Maandelijks
Temperatuurmetingen: controle instellingen van de warmwaterproductie		
Alle afzonderlijke blokken	1 hoofd + 4 sub installaties	Schema* 2-Maandelijks
Temperatuurmetingen: controle aan selectie van aftappunten		
Volgens een aantal strategische gekozen aftappunten: koudwater	10 punten	Maandelijks
Volgens een aantal strategische gekozen aftappunten: warmwater	10 punten	Maandelijks

Temperatuurmetingen: controle volledig drinkwaternetwerk		
Volgens installatie plannen, dit zijn alle aftappunten	Alle punten	Jaarlijks
Spoelprogramma		
Koud- en warmwaterspoeling volgens legionellaplan - manueel	10 punten	Wekelijks
Thermische desinfectie - automatisch	1 hoofd + 4 sub	Niet
Spoelprocedure volledig drinkwaternetwerk	Alle punten	Jaarlijks
Legionella-analyses		
Volgens een aantal strategische gekozen aftappunten	10 punten	3-maandelijks
Periodiek Onderhoud		
Schoonmaak, technisch onderhoud, etc.	Alle punten	Regelmatig

Hierbij licht ik even de (kleine) besparingen, in het groen gekleurd, toe in deze nieuwe situatie:

- De centralisatie van vier naar één stookplaats zorgt ervoor dat de omgevingsluchttemperatuur slechts één keer gecontroleerd hoeft te worden.
- Door onze anti-legionella installatie hebben we geen overschrijdingen van legionellawaarden meer ondervonden. Hierdoor blijven we bij de tweemaandelijks controles, terwijl dit voorheen maandelijks of zelfs wekelijks was. Daarnaast voeren we geen thermische desinfectie meer uit, waardoor we ook energiekosten besparen.
- Dankzij de betere uitbouw van onze sanitaire warmwaterinstallatie, tijdens onze renovaties, hebben we het aantal spoel- en testpunten kunnen terugbrengen van 17 naar 10. Hierdoor hoeft er minder rondgelopen te worden, zowel bij de spoelingen als bij de staalnames voor de testen. Daarnaast besparen veel op het onderzoek van de staalnames.
- Bij het periodiek onderhoud hebben we in samenwerking met de schoonmaakdienst afgesproken dat zij, gezien hun frequente aanwezigheid op de afdelingen, bij het reinigen van de kamers ook de spoelingen uitvoeren. Dit levert geen directe tijdsbesparing op, omdat het werk wordt overgedragen van de ene dienst naar de andere.

Theoretische en praktische energiebesparing

De vergelijking is als volgt tot stand gekomen: eerst werd een energiescan uitgevoerd van het sanitair warm water-transportstelsel in het ziekenhuis. Dit gebeurde op basis van een theoretische berekening, waarbij werd uitgegaan van een vertrektemperatuur van 65°C.

In beide energiescans werd de vertrektemperatuur verlaagd om de CO₂-uitstoot en energieverbruik te reduceren. De warmteverliezen bij verschillende temperaturen werden vervolgens met elkaar vergeleken, waarbij het calorische verschil werd omgerekend naar de effectieve energieprijzen per eenheid (commodityprijs).

Na deze berekeningen werd nagegaan welke calorietellers nodig waren om een transparante en vergelijkbare meting op te zetten. De metingen werden uitgevoerd op drie verschillende temperaturen:

- 65°C (initiële temperatuur)
- 55°C (overeengekomen temperatuur met het ziekenhuis)
- 47°C (meest duurzame temperatuur)

Elke temperatuur werd gedurende twee weken gemonitord. Tijdens deze periode werd ook het waterdebiet gemeten, zodat het energieverbruik kon worden gecorreleerd met het daadwerkelijke waterverbruik.

Na het verzamelen van alle data werd de energieconsumptie genormaliseerd voor een vast waterverbruik. Dit diende als objectief ijkpunt, waardoor de metingen eenduidig konden worden vergeleken en voor alle temperatuurniveaus hetzelfde waterverbruik als referentie kon worden gehanteerd.

De laatste stap in de analyse bestond uit het vergelijken van de effectief gemeten caloriewaarden met de theoretische berekeningen uit de energiescan. Hierbij werd zowel een calorische als financiële analyse uitgevoerd om te bepalen of de verwachte return on investment (ROI) een realistische inschatting was.

Zowel de theoretische energiescan als de praktische meting zijn opgebouwd uit verschillende onderdelen: Statische berekening van warmteverliezen, Reductie van stookkosten, Thermisch opstoken en spoelen, Investerings in de installatie. In de bijlagen kunt u de details van de scan en meting terug vinden.

Hieronder volgt een samenvatting van de studie:

Wat?	Besparing	Besparing	ROI	CO2 reductie	Bijlage
Energiescan 65°C => 55°C	5.341 EUR	73 MWh	14	19 ton	1
Meting 65°C => 55°C	6.922 EUR	102 MWh	7	27 ton	2
Energiescan 65°C => 47°C	8.575 EUR	129 MWh	5	34 ton	3
Meting 65°C => 47°C	8.633 EUR	130 MWh	5	34 ton	4

De meetresultaten bleken sterk aan te sluiten bij de theoretische voorspellingen. In de praktijk was het besparingseffect zelfs gunstiger dan in de theoretische berekening, wat de haalbaarheid en impact van de voorgestelde energiebesparende maatregelen verder onderbouwt. Het verschil tussen de waarden uit de energiescan en de meting bij de 55°C kennen een significant verschil. De meting kent een beduidend gunstiger resultaat dan de voorafgaande energiescan. De theoretische modellen zijn opgemaakt via een statische berekening en houden geen rekening met de fysische omstandigheden (dynamische meting). De indirecte interactie van de retourtemperatuur en de afname van water kunnen niet worden berekend net als indirecte de verliezen uit effectieve isolatie. Het verschil in waarden tussen de meting en de energiescan op 47°C liggen veel dichterbij elkaar. Het lineaire effect van de berekening kan hier een grotere parameter zijn dan de indirecte verliezen die zich op een bepaald moment zullen stabiliseren. Hierbij kan dus gezegd worden: hoe lager de temperatuur, hoe dichterbij de theorie en de praktijk bij elkaar komen, omdat de indirecte verliezen een minder grote rol spelen.

Suggestie naar de toekomst

"Stilstaan is achteruitgaan", wordt wel eens gezegd. Daarom doen we graag enkele suggesties om de energiebesparing verder te verbeteren:

- SWW laten zakken naar 47°C

Het ziekenhuis opteert om de temperatuur van het SWW op 55°C te houden uit patiëntveiligheidsoverwegingen. Gezien de toepassing van de koper-zilverionisatie is de temperatuurcontrole niet langer vereist. Dat betekent dat de temperatuur van het SWW kan zakken naar 47°C. Er is geen wettelijk kader om de temperatuur van het SWW boven de 55°C te houden bij gebruik van een erkende alternatieve legionella beheersmaatregel. Deze koper-zilverionisatie laat toe een temperatuurdaling te hanteren met respect voor de comfort temperatuur en niet langer uit veiligheidsaspect naar Legionella toe.

- Splitsen van SWW en CV collector

De scheiding van SWW en CV zal er voor zorgen dat de hoge temperatuur verwarming kan worden gereduceerd (of in het zomerseizoen worden stilgelegd). Daarnaast kan de productiebron voor beide worden opgesplitst met het oog op de reductie van CO₂-uitstoot.

- Warmtepomp voor de productie van SWW:

Als de temperatuur van het water wordt gereduceerd tot $< 50^{\circ}\text{C}$ dan kan de volledige opwekking gebeuren door middel van een warmtepomp (al dan niet met grondboring). Dit zorgt voor een rechtstreekse reductie in CO_2 -uitstoot. Door de temperatuur van het SWW te laten zakken, zal er een verminderde warmtevraag ontstaan. Hierdoor zal het benodigde vermogen van de warmtepomp een stuk lager zijn het benodigde vermogen van de bestaande condensatieketel.

- Spoelfrequentie reduceren:

De introductie van koper-zilverionisatie leidt tot minder spoelen, de frequentie kan worden gehalveerd waardoor er minder FTE's nodig zijn om het spoelprogramma te onderhouden. Daarnaast is het extra waterverbruik en warmte-opwekking voor het spoelprogramma ook gehalveerd.

- Recuperatie compressor koelvermogen

De compressor van de koelmachine genereert warmte, dit zal ongeveer 10% van het maximale vermogen van de koelmachine (bv. 30 kW recuperatie voor een koelmachine van 300kW). De recuperatie van de compressor op lage temperatuur retourtemperatuur ($< 50^{\circ}\text{C}$) levert een hoog rendement.

- PVT (PhotoVoltaïsche en Thermische)

PVT-panelen leveren elektriciteit en warm water door zonneproduktie. Deze installatie is ideaal voor gebouwen (ziekenhuizen) met een continue warmtevraag (SWW) en elektriciteitsverbruik. Deze panelen zorgen op dezelfde oppervlakte voor beide productiehoeveelheden (totaal van 1375Wp/paneel ipv 440 Wp voor PV). Dit levert ook een CO_2 -reductie omwille van de inbreng van zonne-energie ter vervanging van een gasgestookt boiler voor de opwekking van SWW.

Besluit

In dit artikel hebben we ons enkele vragen gesteld, nl:

1. De vraag is: hoe kunnen we dit probleem oplossen en voldoen aan onze doelstellingen?
 - A. Het effectief beheersen van Legionella.
 - B. Het reduceren van de tijdsinvestering van de technische dienst, met behoud van een controlefrequentie van tweemaandelijks.
 - C. Waar mogelijk, het realiseren van energiebesparingen.
2. Hoeveel besparen we effectief door de vertrektemperatuur met 10°C te verlagen?

In een besluit zoals dit, moeten we tot een definitief antwoord komen op de gestelde vragen. Wat betreft onze eerste grote vraag, die is onderverdeeld in drie doelstellingen, kunnen we uit ervaring concluderen dat we sinds 2016 geen problemen meer hebben gehad met Legionella-overschrijdingen. We blijven benadrukken dat deze situatie alleen gehandhaafd kan blijven door een goede samenwerking tussen de verschillende diensten. Dit omvat enerzijds de technische dienst, die de installatie goed onderhoudt en de nodige controles doet, en anderzijds de afdelingen die ervoor zorgen dat kamers of lokalen die lange tijd niet in gebruik zijn gemeld worden, zodat de schoonmaakdienst deze punten kan doorspoelen tijdens het poetsen. Het reduceren van de arbeidstijd door een goede opvolging van de eerder genoemde taken is mogelijk. We moeten ons echter blijven realiseren dat deze controles nog steeds uitgevoerd moeten worden, we kunnen ze niet volledig uitschakelen. Toch is het uitvoeren van een controle om de twee maanden aantrekkelijker dan deze wekelijks te moeten doen. Het verlagen van de vertrektemperatuur als energiebesparende maatregel was een weloverwogen en succesvolle keuze die we hebben gemaakt, en mogelijk kunnen toekomstige aanpassingen, gebaseerd op onze eerder vermelde suggesties, nog verder bijdragen aan de energiebesparing binnen het ziekenhuis.

Als slot wil ik jullie bedanken voor de tijd die jullie hebben genomen om dit artikel te lezen. Zoals ik in de inleiding al aangaf, is het doel van dit artikel niet om te bewijzen of koper-zilverionisatie effectief is. Er zijn al diverse andere artikelen, studies en onderzoeken die dit kunnen aantonen, zoals het specifieke artikel voor ziekenhuizen: *'De bestrijding van Legionella pneumophila en overige biofilmgerelateerde pathogenen in het leidingwater van ziekenhuis Tjongerschans'* door N. Walraven, L. Schoor, B. van Bijnen, L. Ummels en K. Waar. Het doel van dit artikel is om aan te tonen dat, na het maken van de technologische keuzes om Legionella te bestrijden, er mogelijkheden bestaan om tijd en energie te besparen, indien er goed over ontwerp en koppelkansen wordt nagedacht en gepland. Alle kleine beetjes helpen, hoe beperkt deze besparingen soms ook mogen lijken. Dit vereist echter wel de nodige inspanning (tijd, overleg, etc.) en investering (metingen, opvolging, etc.). Zodra de conclusie over de finale aanpak is genomen, is het van belang om ervoor te zorgen dat de noodzakelijke taken worden uitgevoerd om de kwaliteit van het gehele systeem te waarborgen.

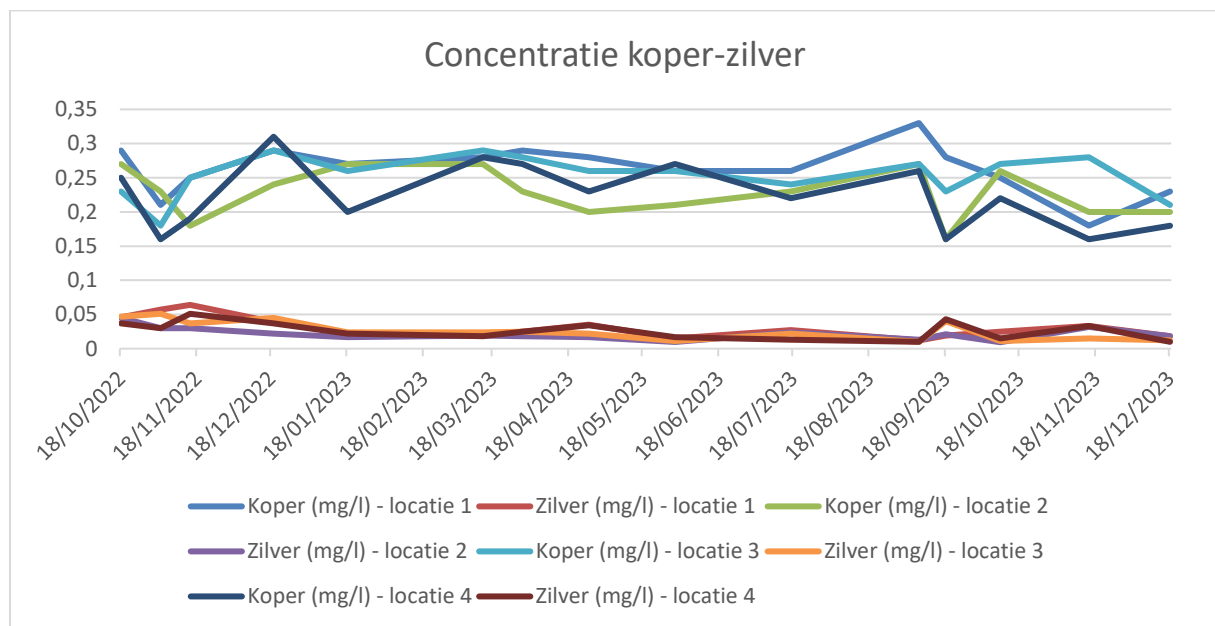
Laurens Aernout
Sint-Andriesziekenhuis Tielt
laurens.aernout@sintandriestielt.be

FAQ

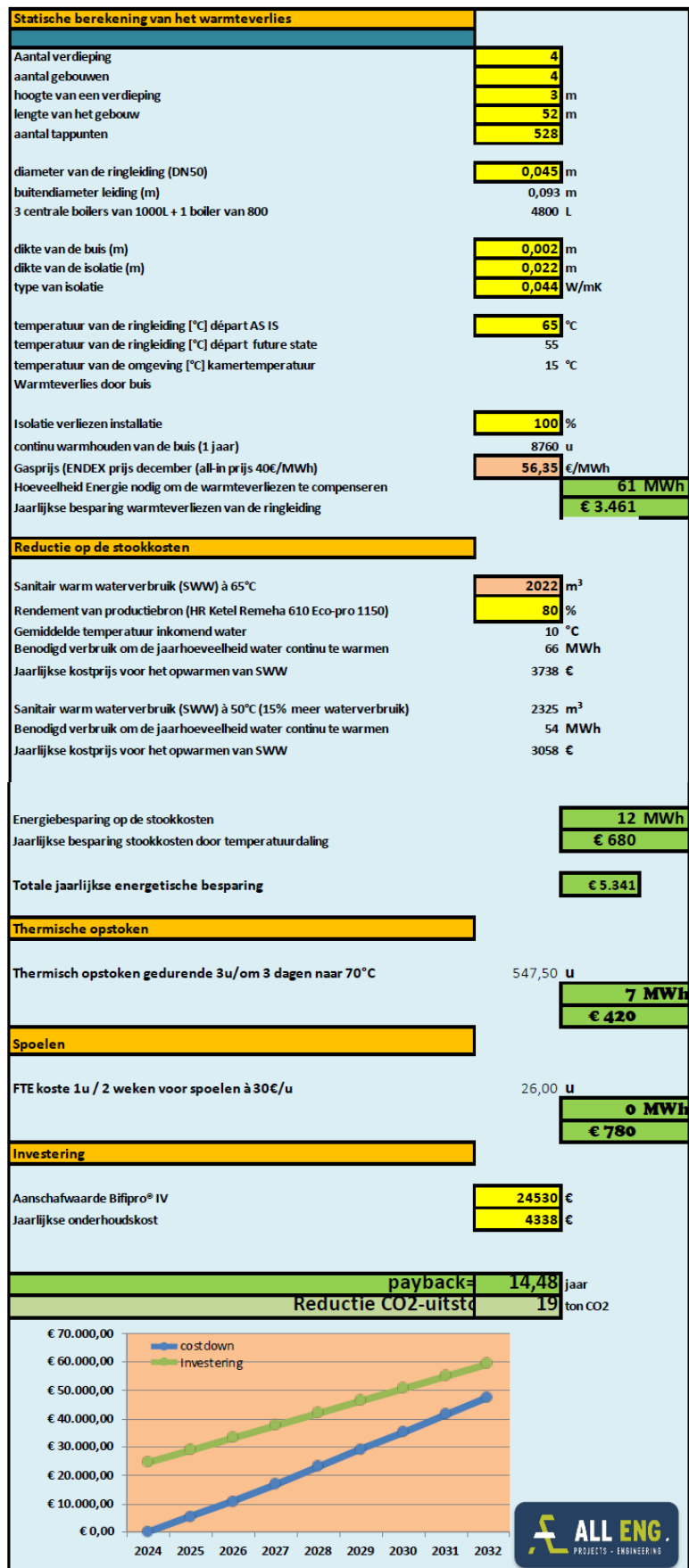
Overschrijden we de wettelijk toegestane koper- en zilvergrenzen?

Wanneer we koper-zilverionisatie toepassen, wordt vaak de vraag gesteld of het behandelde water nog steeds voldoet aan de veiligheidsnormen voor menselijke consumptie. In onze grootkeukens komt dit water zeker in aanmerking om te voldoen aan de geldende wetgeving. Deze wetgeving, het Koninklijk Besluit van 14 januari 2002, getiteld *'De kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water dat in voedingsmiddeleninrichtingen verpakt wordt of dat voor de fabricage en/of het in de handel brengen van voedingsmiddelen wordt gebruikt'*, legt specifieke minimum- en maximumwaarden vast, ook voor metalen. Bij koper-zilverionisatie worden koper en zilver gebruikt. Hoewel zilver niet expliciet in dit Koninklijk Besluit is opgenomen, geldt er wel een grens voor koper, die niet de maximumwaarde van 2000 µg/l (2 mg/l) mag overschrijden (dit is de gemiddelde waarde die de consument wekelijks binnenkrijgt). Voor zilverconcentraties moet worden gekeken naar de richtlijn van de Wereldgezondheidsorganisatie⁸ (WHO), opgesteld op 22 december 2020. In deze richtlijn wordt geadviseerd om de zilverconcentratie niet hoger dan 100 µg/l (0,1 mg/l) te laten oplopen.

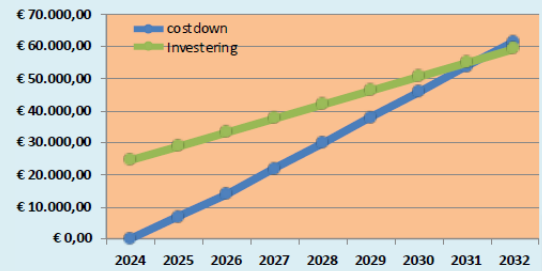
Bij het bekijken van de grafieken van de verschillende locaties op verschillende tijdstippen blijkt dat deze grenzen nooit zijn overschreden.



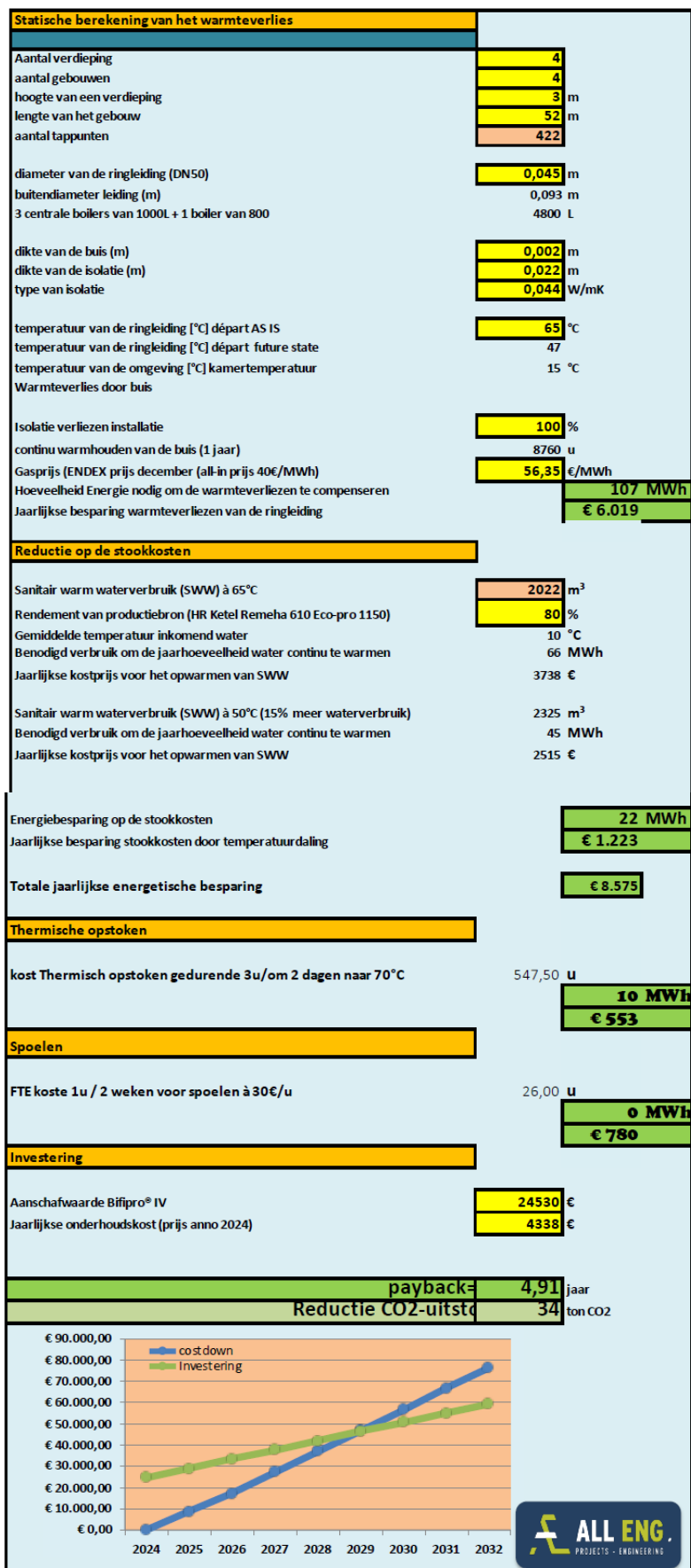
Bijlage 1: Energiescan 55°C



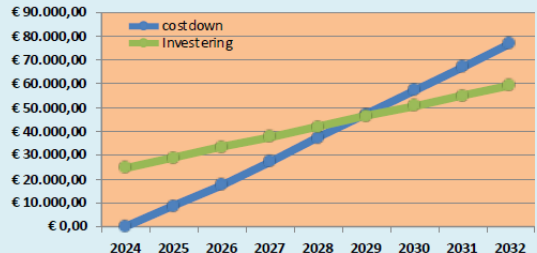
Bijlage 2: Meting 55°C

Statische berekening van het warmteverlies		
Aantal verdieping	4	
aantal gebouwen	4	
hoogte van een verdieping	3	m
lengte van het gebouw	52	m
aantal tappunten	528	
diameter van de ringleiding (DN50)	0,045	m
buitendiameter leiding (m)	0,093	m
3 centrale boilers van 1000L + 1 boiler van 800	4800	L
dikte van de buis (m)	0,002	m
dikte van de isolatie (m)	0,022	m
type van isolatie	0,044	W/mK
temperatuur van de ringleiding [°C] départ AS IS	65	°C
temperatuur van de ringleiding [°C] départ future state	55	
temperatuur van de omgeving [°C] kamertemperatuur	15	°C
Warmteverlies door buis		
Isolatie verliezen installatie	100	%
continu warmhouden van de buis (1 jaar)	8760	u
Gasprijs (ENDEX prijs december (all-in prijs 40€/MWh)	56,35	€/MWh
Hoeveelheid Energie nodig om de warmteverliezen te compenseren	99	MWh
Jaarlijkse besparing warmteverliezen van de ringleiding	€ 5.579	
Reductie op de stookkosten		
Sanitair warm waterverbruik (SWW) à 65°C	425	m³
Rendement van productiebron (HR Ketel Remeha 610 Eco-pro 1150)	80	%
Gemiddelde temperatuur inkomend water	10	°C
Benodigd verbruik om de jaarhoeveelheid water continu te warmen	14	MWh
Jaarlijkse kostprijs voor het opwarmen van SWW	786	€
Sanitair warm waterverbruik (SWW) à 50°C (15% meer waterverbruik)	489	m³
Benodigd verbruik om de jaarhoeveelheid water continu te warmen	11	MWh
Jaarlijkse kostprijs voor het opwarmen van SWW	643	€
Energiebesparing op de stookkosten	3	MWh
Jaarlijkse besparing stookkosten door temperatuurdaling	€ 143	
Totale jaarlijkse energetische besparing	€ 6.922	
Thermische opstoken		
Thermisch opstoken gedurende 3u/om 3 dagen naar 70°C	547,50	u
	7	MWh
	€ 420	
Spoelen		
FTE koste 1u / 2 weken voor spoelen à 30€/u	26,00	u
	0	MWh
	€ 780	
Investing		
Aanschafwaarde Bifipro® IV	24530	€
Jaarlijkse onderhoudskost	4338	€
payback=	7,35	jaar
Reductie CO2-uitstoot	27	ton CO2
		
		

Bijlage 3: Energiescan 47°C



Bijlage 4: Meting 47°C

Statistische berekening van het warmteverlies		
Aantal verdieping	4	
aantal gebouwen	4	
hoogte van een verdieping	3	m
lengte van het gebouw	52	m
aantal tappunten	422	
diameter van de ringleiding (DN50)	0,045	m
buitendiameter leiding (m)	0,093	m
3 centrale boilers van 1000L + 1 boiler van 800	4800	L
dikte van de buis (m)	0,002	m
dikte van de isolatie (m)	0,022	m
type van isolatie	0,044	W/mK
temperatuur van de ringleiding [°C] départ AS IS	65	°C
temperatuur van de ringleiding [°C] départ future state	47	
temperatuur van de omgeving [°C] kamertemperatuur	15	°C
Warmteverlies door buis		
Isolatie verliezen installatie	100	%
continu warmhouden van de buis (1 jaar)	8760	u
Gasprijs (ENDEX prijs december (all-in prijs 40€/MWh)	56,35	€/MWh
Hoeveelheid Energie nodig om de warmteverliezen te compenseren	125	MWh
Jaarlijkse besparing warmteverliezen van de ringleiding	€ 7.044	
Reductie op de stookkosten		
Sanitair warm waterverbruik (SWW) à 65°C	425	m³
Rendement van productiebron (HR Ketel Remeha 610 Eco-pro 1150)	80	%
Gemiddelde temperatuur inkomend water	10	°C
Benodigd verbruik om de jaarhoeveelheid water continu te warmen	14	MWh
Jaarlijkse kostprijs voor het opwarmen van SWW	786	€
Sanitair warm waterverbruik (SWW) à 50°C (15% meer waterverbruik)	489	m³
Benodigd verbruik om de jaarhoeveelheid water continu te warmen	9	MWh
Jaarlijkse kostprijs voor het opwarmen van SWW	529	€
Energiebesparing op de stookkosten	5	MWh
Jaarlijkse besparing stookkosten door temperatuurdaling	€ 257	
Totale jaarlijkse energetische besparing	€ 8.633	
Thermische opstoken		
kost Thermisch opstoken gedurende 3u/om 2 dagen naar 70°C	547,50	u
	10	MWh
	€ 553	
Spoelen		
FTE koste 1u / 2 weken voor spoelen à 30€/u	26,00	u
	0	MWh
	€ 780	
Investing		
Aanschafwaarde Bifipro® IV	24530	€
Jaarlijkse onderhoudskost (prijs anno 2024)	4338	€
payback=	4,85	jaar
Reductie CO2-uitstoot	34	ton CO2
		
		

Bronnen:

- 1) <https://www.zorg-en-gezondheid.be/per-domein/preventie/legionella>
- 2) <https://www.zorg-en-gezondheid.be/besluit-van-de-vlaamse-regering-van-9-februari-2007-betreffende-de-preventie-van-de-veteranenziekte>
- 3) <https://www.zorg-en-gezondheid.be/per-domein/preventie/legionella/legionellabeheersing-in-hoogrisico-inrichtingen>
- 4) Legionellapreventiebeleid voor het Sint-Andriesziekenhuis, Aqua Service Mouton, 2016.
- 5) <https://www.lenntech.nl/processen/desinfectie/chemisch/desinfectiemiddelen-koperzilverionisatie.htm>
- 6) https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/kbar_14_01_2002fr_nl.pdf
- 7) Controlling Legionella pneumophila in water systems at reduced hot water temperatures with copper and silver ionization, American Journal of Infection Control, 2018
- 8) Silver in Drinking-water, Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality, WHO, 22 December 2020.

Foto's:

- Legionella: <https://t-safe.com/nl/t-safe-in-focus-nl/legionellasoorten-bekendheid-en-implicaties-voor-de-sector/>

Dankwoord

Een degelijke studie voer je nooit alleen uit. Daarom wil ik de volgende personen bedanken voor hun waardevolle medewerking en het delen van hun expertise:

- David Carette, diensthoofd technische dienst en medeontwerper van de technische installatie in 2012.
- Frederik Alken ,Holland Water, voor het verstrekken van achtergrondinformatie over vergelijkbare studies.
- Christophe Allaert, ALL ENG, voor het uitvoeren van zowel de theoretische als praktische berekeningen.
- David Ysebaert, duurzaamheidsmedewerker Sint-Andriesziekenhuis Tielt, advies en tips.

Hun bijdrage was van onschatbare waarde voor deze studie.