



Rijksdienst voor Ondernemend  
Nederland



## Openbaar eindrapport VEKI220004 – Mild drogen van levensmiddelen

### Locatie

Ohmweg 13  
3442 AA Woerden

### Aanvrager en penvoerder

Grozette B.V.  
Ohmweg 13  
3442 AA Woerden

### Contactpersoon

Jan Willem Nijse, directeur

### Projectperiode

30 september 2020 – 1 december 2021

### Intermediair

Sparkling Projects  
Postbus 10209  
7301 GL Apeldoorn

### Contactpersoon

Ir. Steven Lobregt

### Datum

17 februari 2022

## 0. Samenvatting

### Aanleiding

Grozette B.V. is opgericht in 1963 en heeft zich ontwikkeld tot de specialist in het drogen van kaas. Bekend zijn de rode bussen met strooikaas. Daarnaast wordt voor industriële toepassing en voor de foodservice een veelheid aan kaassoorten gedroogd tot kaaspoeders, korrels, sliertjes en blokjes. Deze producten werden voorheen gedroogd in een tunnel voorzien van verwarmingsblokken, koelblokken en ventilatoren. Nadeel van dit concept is dat bij temperaturen boven de 18°C de kwaliteit van de kaas afneemt. De kaas gaat “zweten” wat betekent dat er sprake is van vetuittreding. Naast een kwaliteitsissue is dit ook funest voor de schoonheid van de tunnel en HACCP eisen.

Grozette B.V. heeft twee jaar onderzoek gedaan om hier een oplossing voor te vinden. In samenwerking met diverse specialisten heeft dat geleid tot de ontwikkeling van een nieuwe droogtunnel gebaseerd op een totaal nieuw tunnelconcept van Equans Refrigeration (voorheen Engie Refrigeration). De techniek is gebaseerd op traditionele rijpingskamers in de kaas in combinatie met koeltunnels uit de levensmiddelenindustrie en warmtepompdrogers voor bloembollen. Het geheel leidt tot meer dan 69% CO<sub>2</sub> emissiereductie bij een kwalitatief hoogwaardiger product.



### Doel

In dit project is het mild drogen van levensmiddelen in de Nederlandse industrie gedemonstreerd. Met een maximale luchttemperatuur van 18°C wordt de kaas gedroogd. Door het inzetten van een koude/warmte terugwinsysteem en een warmtepompfunctie op de koelinstallatie wordt het energiegebruik ten behoeve van het drogen sterk teruggebracht. De toegepaste radiaal gelijkstroommotoren zorgen voor de laatste besparing.

### Omschrijving activiteiten

Grozette B.V. is de opdrachtgever en Equans Refrigeration (voorheen Engie) is de aannemer in dit project. De werkzaamheden na opdrachtverstrekking bestaan uit de (detail)engineering, diverse proeven om luchtverdeling in de praktijk te testen, het bouwen van de tunnel en de inbedrijfstelling. Gezien de relatief korte doorlooptijd van 9 maanden tussen opdracht en opstart is er niet gewerkt met milestones.

Het project heeft alleen Grozette als deelnemer. Uitbestedingsrelaties zijn Equans Refrigeration voor de droogtunnel en de koelinstallatie/warmtepomp, Ingenieursbureau Sparkling Projects als koeltechnisch adviseur en Jan Diekema als droogspecialist.

### Resultaat

Het fysieke resultaat is een droogtunnel waarin met droge lucht van een lage temperatuur (< 18°C) kaas gedroogd wordt. Dit concept bevordert de productkwaliteit. Het ontwerp is energiezuinig omdat:

- toegepaste technieken (ventilatoren en koeling) minimale energie gebruiken
- de op te warmen en af te koelen lucht onderling uitgewisseld wordt
- het laatste deel verwarmen uitgevoerd wordt met een warmtepomp.

Er wordt gekozen voor groot warmtewisselend oppervlak en veel contactoppervlak tussen kaas en lucht door geperforeerde bakken.

De totaalinvestering voor Grozette in de tunnel en bijbehorende droogtechnologie is ruim € 3,7 mln euro. Hoofdopdrachtnemer is Equans Refrigeration.

### Energiebesparing

De gezamenlijke jaarlijkse energiebesparing is ca. 0,4 mln m<sup>3</sup> aardgas en 0,4 mln kWh elektra. Dit is goed voor ruim € 200.000,- per jaar aan kostenbesparing. Over een periode van 5 jaar is de totale CO<sub>2</sub> emissiereductie 4.239 ton CO<sub>2</sub>.

De techniek heeft geen negatieve bijeffecten. Wel positieve, zoals minder geluidsproductie vanaf het dak en betere arbeidsomstandigheden ten aanzien van reinigen van de tunnel.

Het project heeft een vertraging opgelopen van ongeveer drie maanden vanwege een vertraagde levering van een nieuwe trafo. Verder is het project volledig volgens de aanvraag uitgevoerd en functioneert naar behoren.

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat-Klimaat en Energie, subsidieregeling Versnelde klimaatinvesteringen in de Industrie, uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

De installatie is in 2021 succesvol opgestart. De werking van de tunnel is mede afhankelijk van stabiele aan- en afvoer van product. Dit is beide volledig nieuw en sterk geautomatiseerd. Begin 2022 is Grozette er in geslaagd de toe en afvoer zodanig in te regelen dat de tunnel de beoogde capaciteit van 1.500/uur gedurende langere tijd kon draaien.

Grozette is zeer tevreden over de kwaliteit van de nieuwe droogtunnel en de te verwachten energie- en kostenbesparing. Grozette staat open voor verdere kennisdeling over de toegepaste technieken, met gepaste terughoudendheid richting concurrenten in de kaasbranche.

De totale besteding van 3,7 mln is meer dan de begrote 2,8. Een groter deel van de centrale koeling dient toegerekend te worden aan de tunnel. Verder waren kosten voor hijsen, geluidreductie en diverse veiligheidsvoorzieningen niet voorzien. Uit logistiek oogpunt zijn er aanpassingen gedaan voor inpassen van de tunnel in het proces. Ook zijn er extra bakken besteld om kaas te drogen. De meerkosten hebben geen betrekking op de technologie zelf.

## 1. Deelnemers en derden

### 1.1 Overzicht van projectdeelnemers en essentiële uitbestedingsrelaties

Onderstaande tabellen 1 en 2 tonen respectievelijk de deelnemer en essentiële uitbestedingsrelaties.

Naam aanvrager	Type organisatie	SBI-code	Deelnemer in MJA/MEE-convenant
Grozette B.V.	Midden-groot bedrijf	1051 (C)	Nee

*Tabel 1: Deelnemer*

Naam Uitbestedingsrelatie	Type organisatie	Rol in project
Equans Refrigeration	Groot bedrijf	Leverancier droogtunnel
Jan Diekema	Klein bedrijf	Zelfstandig droogspecialist
Sparkling Projects	Klein bedrijf	Ingenieursbureau

*Tabel 2: Essentiële uitbestedingsrelaties*

### 1.2 Beschrijving per deelnemer en essentiële uitbestedingsrelaties

#### Penvoerder en investeerder Grozette B.V.

Grozette B.V. is een zelfstandig bedrijf, dat gesneden en geraspte kaas produceert. Daarnaast is het bedrijf gespecialiseerd in het drogen van kaas. Bekend is de rode bus met strooikaas. Daarnaast wordt voor industriële toepassing en voor de foodservice een veelheid aan kaassoorten gedroogd tot kaaspoeders, korrels, sliertjes en blokjes. Het gedroogde product wordt in of op levensmiddelen en maaltijden verwerkt, waaronder kaasbroodjes, croissants, pizza's, sausen, vleeswaren etc. Het drogen van de kaas verlengt de houdbaarheid, verhoogt de verwerkbaarheid in veelal vochtige voedingsmiddelen en verbetert het smeltgedrag bij verhitting of afbakken. Bij Grozette werken ca. 100 mensen. Productontwikkeling wordt in eigen beheer gedaan en enkele medewerkers zijn gespecialiseerd in het bedienen van de ruim 30 jaar oude droogtunnel. Grozette is in 2021 overgegaan tot vernieuwing van de productielocatie. De opdracht voor de vernieuwing tot een BREEAM Outstanding pand is eind juli 2020 gegeven.

In de periode 2018-2020 heeft Grozette achterliggende kennis opgebouwd van het drogen van kaas. Diverse adviseurs (Dero, Tema, RDG, Diekema en Sparkling Projects) zijn bij de ontwikkeling betrokken. De eigen inbreng betreft 2 tot 3 manjaar aan tijd. Er zijn meerdere tunnelontwerpen gemaakt, een proefopstelling gebouwd om gedrag van kaas in lucht te onderzoeken en testen uitgevoerd bij diverse luchtvochtigheid concentraties en verschillende lucht richtingen (onder of boven aanblazen). Op deze wijze is de praktijk ervaring van meer dan 40 jaar drogen theoretisch onderbouwd. Tunnelbouwers Tema en Equans Refrigeration hebben op basis daarvan beide een aanbieding uitgebracht voor een droogtunnel. De tunnel van Equans Refrigeration heeft hierin de voorkeur gekregen.

#### Essentiële uitbestedingsrelaties Equans Refrigeration

Equans Refrigeration (voorheen Engie Refrigeration) is de koeltechnische installateur. Naast koelinstallaties en warmtepompen, bouwt het bedrijf in Emmeloord koel- en vriestunnels voor levensmiddelen en warmtepomp drogers voor agrarische producten. Het product kaas kent voor Equans geen geheimen. De nieuwe droogtunnel is een combinatie van bekende technieken. Met het mild drogen van o.a. bloembollen en uien zijn de afgelopen jaren positieve ervaringen opgedaan. Deze sector is traditioneel gewend veel ventilatielucht te gebruiken, deze te verwarmen met cv-ketel en te drogen met koeling. Hoewel het een totaal ander product is, is de achterliggende thermodynamica identiek aan het drogen van kaas.

### **Essentiële uitbestedingsrelatie Sparkling Projects en Jan Diekema**

Sparkling Projects is een ingenieursbureau met specialisme koeltechniek en warmtepompen. Sparkling Projects is koeltechnisch adviseur van Grozette en verzorgt de gehele rapportage voor RVO. Jan Diekema is zelfstandig gevestigd specialist in droogtechnieken.

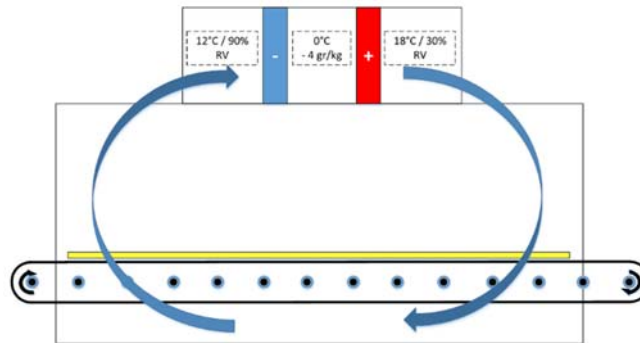
Jan Diekema en Sparkling Projects hebben in de voorfase diverse tunnelconcepten doorgerekend. Het eerste concept was op basis van zeer droge lucht met absorptiedrogers. Daarna is geadviseerd met mildere luchtcondities te gaan testen zodat niet zeer diep (en daarmee energie intensief) gekoeld en verwarmd hoeft te worden. Sparkling Projects is bij diverse innovatieve warmtepompprojecten betrokken. Er zijn berekeningen gemaakt aan luchtverdeling, optimalisatie van luchthuishouding en vergroting van warmtewisselend oppervlak om energie zuiniger te kunnen werken.

De adviseurs zijn betrokken gebleven in het project ter controle van het ontwerp van Equans Refrigeration. Ze waren betrokken bij de testopstelling en hebben de testresultaten onafhankelijk gecontroleerd. Jan Diekema heeft de opstart van de droogtunnel luchtzijdig begeleid. Sparkling Projects heeft dit traject vanuit energetisch oogpunt begeleid.

## 2. Projectbeschrijving

### 2.1 Uitgangssituatie

De conventionele wijze van drogen bestaat uit een droogtunnel voorzien van een lopende band met daarop de te drogen kaas. De lucht wordt door de band geblazen, afgezogen en in de luchtbehandelingskast gedroogd. Dit geschiedt door afkoeling door middel van een koelinstallatie en vervolgens opwarming door middel van een verwarmingsinstallatie. Dit is in lijn met conventionele rijping in kaaspakhuizen. Het concept is schematisch weergegeven in figuur 1. Figuur 2 toont enkele foto's.



*Figuur 1: Schematische weergave behandelingskast*



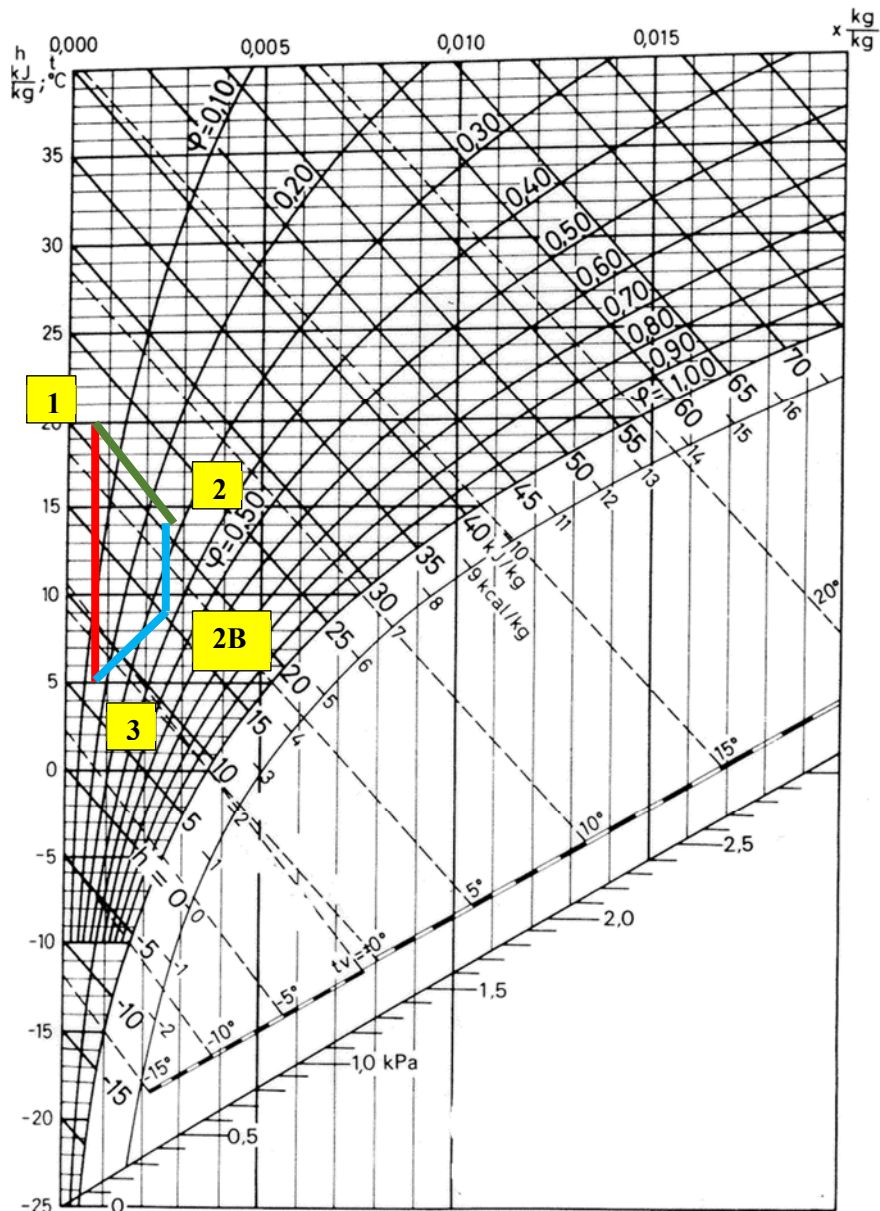
*Figuur 2: Van links naar rechts geopende deur tunnel, laag kaas op lopende band en geperforeerde retourband*

Het energiegebruik voor dit droogproces bestaat uit:

- Ventilatorenergie voor circuleren van de lucht – elektra
- Koelinstallatie om de lucht te koelen (drogen) – elektra
- CV installatie om de lucht na te verwarmen zodat ze weer vocht op kan nemen – aardgas

In figuur 3 is de klassieke droogcyclus afgebeeld in het Mollier diagram. Punt 1 is de verwarmde en droge lucht van ca. 18°C welke uit de luchtbehandelingskast komt. Als deze lucht met de kaas op de band in contact komt dan neemt ze vocht uit de kaas op. Dit is het proces van punt 1 naar punt 2 en betreft een isenthalp proces, waarbij voelbare warmte wordt uitgewisseld tegen latente warmte. De lucht koelt dus af terwijl ze vocht opneemt. De energie-inhoud (enthalpie) blijft gelijk. De vochtige lucht gaat naar een koelerblok wat is aangesloten op een koelinstallatie. De lucht wordt afgekoeld tot het dauwpunt (proces 2 – 2B). Daarna condenseert het vocht op het koelerblok van de koelinstallatie en wordt als lekwater naar het riool afgevoerd (proces 2B – 3). De luchtstroom wordt in het verwarmingsblok nu weer opgewarmd naar 18°C (proces 3 – 1). Bij droogprocessen (bollen, levensmiddelen, etc.) gebeurt dat veelvuldig met gasgestookte systemen. De luchtvochtigheid (r.v.) daalt en de energie-inhoud (enthalpie) van de lucht neemt toe.

De lucht kan na verwarming de tunnel weer in om vocht op te nemen van de kaas. Deze cyclus herhaalt zich waardoor er continu vocht afgestaan wordt en de kaas droogt.



Figuur 3: Mollier diagram traditioneel droogproces

## 2.2 Probleembeschrijving

Drogen wordt breed toegepast in de levensmiddelenindustrie en agrarische sector. Bekende toepassingen in de levensmiddelen industrie zijn vleeswaren, visproducten (vaak gecombineerd met roken) en gewassen producten zoals sla. Ook het rijpen van producten zoals conditionering van kaas is een vorm van drogen. Het werken met tunnels is voor de levensmiddelenindustrie gebruikelijk.

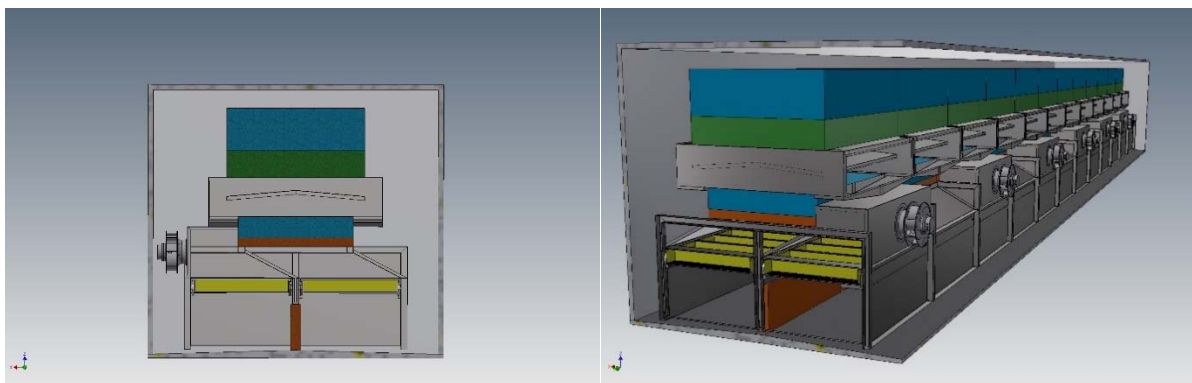
De agrarische sector werkt vooral met opslag van producten in koelcellen met veel lucht circulatie en losse (gasgestookte) kachels ten behoeve van naverwarming.

De beschikbaarheid van relatief goedkoop aardgas zorgt ervoor dat bij droogprocessen relatief kleine warmtewisselaars worden gebruikt waar warm water (60/80°C) door heen stroomt om de droog lucht op te warmen. Kleine warmtewisselaars kosten aanmerkelijk minder en zijn ook eenvoudiger te reinigen.

### 2.3 Beschrijving nieuwe situatie

De nieuwe situatie heeft diverse verbeteringen:

- 1) De lopende band wordt vervangen door een band met kratten. Zoals te zien in figuur 2 zitten er op de retourband altijd nog kaasresten. Het is niet gewenst dat verschillende soorten kaas met elkaar in contact komen. Na productie van een specifieke soort kaas dient de hele tunnel weggedraaid te worden voordat aan een ander product gedroogd kan worden. Het droogproces duurt ca. 90 minuten. Bij de keuze voor losse bakken van 1,5 meter breed bij 0,5 meter kan de tunnel vol continue in bedrijf blijven.
- 2) Er wordt de keuze gemaakt voor gelijkstroom radiaalventilatoren. Deze vragen bijna 40% minder energie dan axiaalventilatoren en hebben een krachtige drukopbouw om het kaaspakket te doorspoelen met lucht. Naast de betere ventilator is de besparing toe te schrijven aan het ontwerp van de tunnel waardoor synthetische filterpakketten komen te vervallen en de drukverliezen minder zijn.
- 3) De lucht wordt wat dieper gekoeld en komt uit op 4 gr/kg. Dat betekent op een lagere verdampingstemperatuur en daarmee een wat hoger energiegebruik voor koeling. Dit wordt echter gecompenseerd door inzet van een Twin Coil systeem. De energie die vrijkomt bij afkoelen van lucht tussen 2 en 2B wordt ingezet om het eerste deel verwarmen tussen 3 en 1 uit te voeren. Deze interne warmte-uitwisseling scheelt 43% in zowel koel- als opwarm energie.
- 4) De opwarming is verdeeld in twee stappen. Nadat de lucht door het kaaspakket gegaan is, wordt ze daarna onder band naverwarmd voor een tweede droogsessie. Er wordt één koelstap overgeslagen.
- 5) Voor verwarming wordt de koelinstallatie ook ingezet als warmtepompfunctie. De koelerblokken worden vergroot, zodat met warm water van onder de 30°C de lucht te verwarmen is naar 18°C. Gevolg is dat de koelinstallatie meer energie gebruikt door de hoge condensatietemperatuur. De cv-ketel komt echter te vervallen.
- 6) De tunnel bestaat uit twaalf losse secties, in plaats van één open tunnel. Elke sectie kan op een andere conditie ingeregeld worden. Dit biedt opties om het droogproces te optimaliseren naar energie, maar zorgt er in geval van een storing in één van de segmenten voor, dat er nog 11/12<sup>e</sup> deel van de tunnel in bedrijf is.

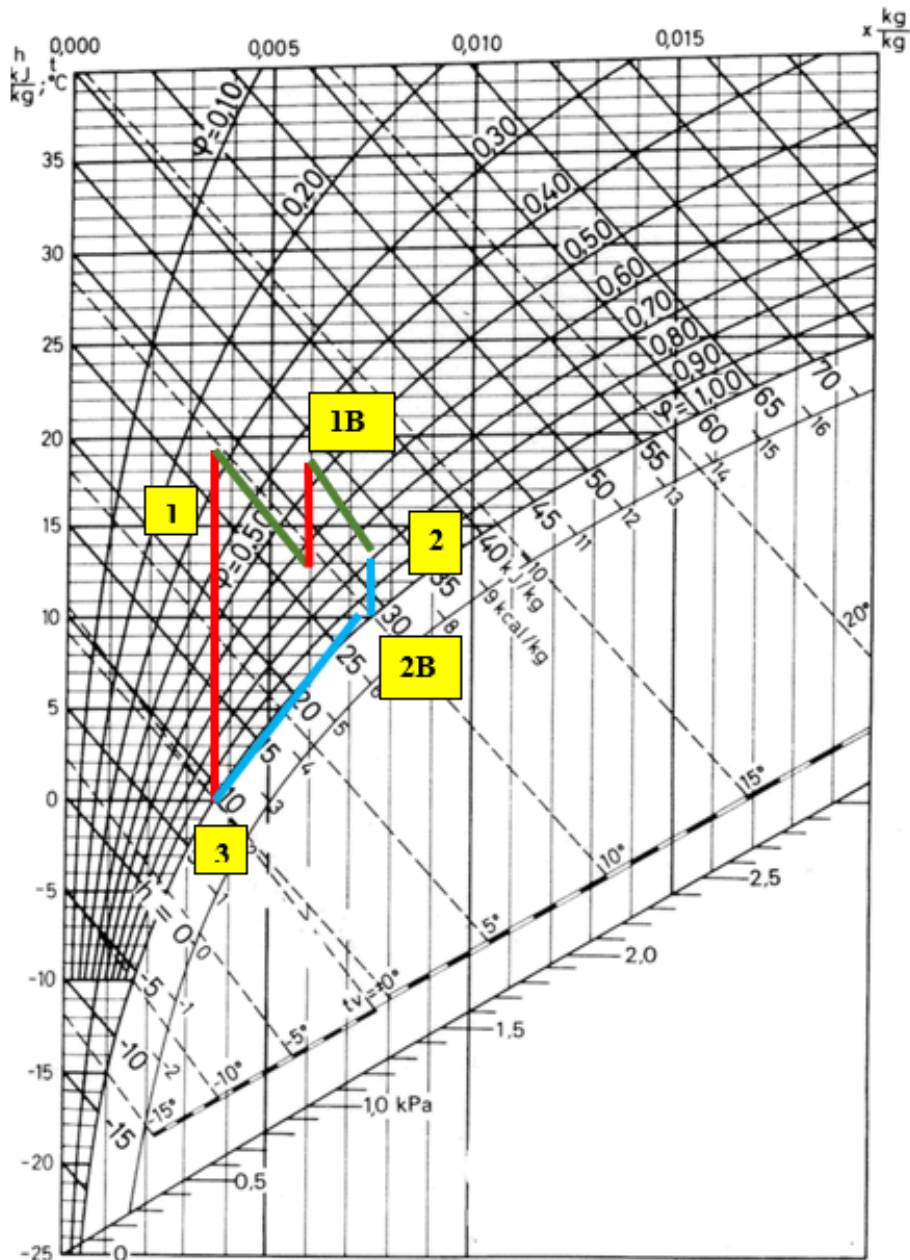


*Figuur 4: Impressie van de nieuwe tunnel.*

De ventilatoren staan aan de zijkant van de tunnel. De blauwe blokken zijn de twincoil systemen. Boven in de tunnel koelt koud water de lucht af. Dat water warmt daarbij op en wordt in het onderste

blauwe blok weer gebruikt om lucht op te warmen. Het groene blok is de koeling uit de koelinstallatie, het rode blok de verwarming. Deze staat boven en onder de productielijn. Geel zijn de bakken kaas op de lopende band.

Uitgedrukt in het Mollier diagram gaat de kringloop er als volgt uit zien. Nadat de lucht voor de eerste keer door de kaas is gegaan wordt ze onder de band met restwarmte opgewarmd tot opnieuw 18°C. Daarna gaat ze wederom door het kaaspakket. De lucht is in de deze combinatie veel verder verzadigd. Hierdoor hoeft er om dezelfde hoeveelheid vocht af te voeren veel minder lucht gecirculeerd te worden.



Figuur 5: Mollier diagram droogproces nieuwe droogtunnel

### 3. Bijdrage aan CO<sub>2</sub>-reductie

#### 3.1 Reductie CO<sub>2</sub> emissie

De gezamenlijke jaarlijkse energiebesparing is ca. 0,4 mln m<sup>3</sup> aardgas en 0,4 mln kWh elektra. Dit is goed voor ruim € 200.000,- per jaar aan kostenbesparing. Over een periode van 5 jaar is de totale CO<sub>2</sub> emissiereductie 4.239 ton CO<sub>2</sub>.

#### 3.2 Overige ecologische effecten

De nieuwe tunnel heeft een aantal positieve neveneffecten ten opzichte van de conventionele situatie. Deze hebben betrekking op het verminderen van geluidshinder, een verbetering van veiligheid en arbeidsomstandigheden en het reduceren van afval.

- De tunnel staat volledig inpandig. Dit voorkomt de plaatsing van 3 luchtbehandelingskasten op het dak met een afmeting 2,5 meter breed 3 meter hoog en 10 meter lang. Deze luchtbehandelingskasten zorgen voor geluidsdruk naar de omgeving.
- In de referentiesituatie zouden er 1.700 kW aan condensors nodig zijn voor de koelinstallatie van de droogtunnel. In de nieuwe situatie is dat 266 kW. Dit betekent een aanmerkelijke geluidsreductie.
- Een compleet inpandige tunnel betekent dat personeel voor onderhoud aan de tunnel niet meer het dak op hoeft door de luchtbehandelingskasten.
- In het conventionele ontwerp zitten ter bescherming van de fijne warmtewisselaars in de LBK 144 filters met een afmeting van 0,6 x 0,6 m. Deze filters dienen jaarlijks vervangen te worden. De ENGIE tunnel heeft alleen een aluminium filter. De grote warmtewisselaars in de tunnel zijn eenvoudig bij de wekelijkse reiniging mee schoon te spuiten. De nieuwe tunnel bespaart daarmee bedrijfsafval.

Zowel de referentie als de nieuwe situatie betreft een hoogwaardige tunnel welke aan strenge HACCP eisen moet voldoen. Er is geen verschil in voedselveiligheid.

## 4. Projectuitvoering

### 4.1 Werkwijze

Na opdrachtverstrekking aan Equans Refrigeration is de fase van detailengineering gestart betreffende het ontwerp van de droogtunnel. Dit ontwerp kan in hoofdlijnen worden onderverdeeld in de volgende drie zaken:

- De opbouw van de tunnel bestaande uit 12 droogmodules. Per module een opstelframe met geïntegreerde luchtstromingsplenum (plaatwerk RVS304), RVS spindels met lagering/aandrijving lopende band. Het geheel staat in een omkasting van 80 mm geïsoleerd paneel.
- Installatietechnische componenten: RVS316 lamellenblokken koelen/verwarmen/warmteterugwinning, ventilatoren, pompen.
- Elektrische installatie/besturing: PLC schakelpaneel, verlichting, meetsensoren.

Tevens is er een proefopstelling gebouwd voorzien van een proefbak en diverse meetsensoren ten behoeve van de borging van een goede droogkwaliteit. Theoretische berekeningen ten aanzien van de bepalende thermodynamische parameters (massastromen, vochttransport, lichtsnelheden, warmteoverdracht, etc.) zijn geverifieerd voor de diverse soorten kaas. De testresultaten zijn de basis geweest van het vastleggen van de diverse regelparameters in een bibliotheek met een receptenstructuur.

Na vaststelling van het definitieve ontwerp is de bouw van de modules gestart. De eerste module is uitgebreid gecontroleerd door Grozette B.V. en haar adviseurs. Iedere module is zoveel mogelijk geprefabriceerd in de werkplaats van Equans Refrigeration wat de installatietijd van de droogtunnel op locatie significant heeft verkort. Vervolgens zijn alle installatiedelen koeltechnisch gekoppeld aan de centrale installatie en elektrotechnisch aangesloten.

Na het gereed zijn van de gehele bouw van de tunnel is er gestart met proefdraaien op basis van de parameters die uit de testen met de proefopstelling zijn gekomen. Daar waar nodig zijn er (kleine) aanpassingen doorgevoerd om het proces – afhankelijk van het product – te perfectioneren. De gebruikte kaas is afgevoerd.

Het proefdraaien heeft een maand geduurd, waarbij de belading van de tunnel geleidelijk is opgevoerd. Figuur 6 toont de machinekamer met de compressoren van de centrale koelinstallatie. Figuur 7 toont de droogtunnel aan de binnenkant van de omkasting (de modules). Figuur 8 toont de droogtunnel aan de buitenkant van de omkasting.



*Figuur 6: Machinekamer met NH<sub>3</sub> compressoren centrale koelinstallatie*



*Figuur 7: Droogtunnel binnenkant omkasting*



**Figuur 8:** Droogtunnel buitenkant omkasting

De robotarm die de hier de tunnel met bakken vult, maakt geen onderdeel uit van de subsidie aanvraag. De robot zorgt wel voor een steeds uniforme belading van de tunnel en maakt het arbotechnisch mogelijk om met zwaardere bakken te werken.

#### 4.2 Technische knelpunten

Ten aanzien van de koel- en verwarmingstechniek van de droogtunnel zijn er geen knelpunten geweest. Alles functioneert volgens plan en het initiële ontwerp.

Wel ontstond er een knelpunt ten aanzien van de aandrijving van de bakken (lopende band) door de tunnel). Het initiële ontwerp bestond uit spindels die – aangedreven door frequentieregelde motoren – de bakken door de tunnel zouden transporteren. Gedurende de detailengineering bleek dat het energiegebruik als gevolg van deze spindels onacceptabel hoog zou worden. Tevens bleek dat het lastig zou zijn om de tussenafstand van de bakken precies in te stellen en deze constant te houden. Dit is wel van belang vanwege de in- en uitvoer van de bakken en het nesten van bakken. Dit geschiedt door middel van robots aan de in- en uitvoerzijde van de droogtunnel welke vereisen dat de tussenafstand tussen de bakken zeer constant is.

Ten aanzien van het droogproces waren de resultaten in het begin niet conform verwachting. Dit bleek echter te maken te hebben met een niet uniforme verdeling van het product in de bakken. Nadere afstelling van de vulrobots zorgde voor een uniforme verdeling van het product waarna de droogresultaten conform ontwerp waren.

## 5. Investering

De totale investering in de droogtunnel bedraagt ca. 3,7 miljoen euro. Hierop is VEKI subsidie verkregen van ca. 0.5 mln euro.

Daarnaast is er ook SDE++ verstrekt op de warmtepomp en EIA op de hele installatie.