

**Energie efficiency onderzoek bij  
Hulshof's  
Koninklijke Verenigde Fabrieken  
te Lichtenvoorde**

Veenendaal, januari 2000

Ing. W. Hendertink

Energie Consult Holland BV  
Plesmanstraat 59  
3905 KZ VEENENDAAL  
Tel : 0318-551106  
Fax : 0318-551322



Dit rapport mag slechts in zijn geheel, zonder enige toevoegingen of weglatingen, worden gereproduceerd. Voor afwijking van deze voorwaarde, of voor publicatie in vertaling, is schriftelijke toestemming vereist van Energie Consult Holland BV.

Alle opdrachten worden uitgevoerd overeenkomstig de bepalingen opgenomen in de Regeling van de Verhouding tussen Opdrachtgever en adviserend Ingenieursbureau (RVOI 1987, herziene druk 1993), gedeponceerd ter griffie van de Arrondissementsrechtbank te 's Gravenhage.

## INHOUDSOPGAVE

|   | Blz. |
|---|------|
| 1. Samenvatting   | 3    |
| 2. Inleiding  | 5    |
| 2.1 Doel van het onderzoek                                  | 5    |
| 3. Omschrijving object en bedrijfsactiviteiten              | 6    |
| 4. Productie- en energiecijfers 1999                        | 11   |
| 5. Energieverdeling 1999                                    | 13   |
| 5.1 Aardgasverdeling  | 13   |
| 5.2 Elektriciteitsverdeling                                 | 14   |
| 5.3 Totale energiehuishouding                               | 16   |
| 6. Energiebesparingsopties voor toekomstige bedrijfsvoering | 18   |
| 6.1 Efficient gebruik aardgas                               | 18   |
| 6.2 Efficient gebruik elektriciteit                         | 31   |
| 6.3 Warmte/Kracht   | 37   |
| 6.4 Energiebeheer   | 37   |
| 7. Energiebesparingspotentieel                              | 40   |

- Bijlagen :
1. Situatieschets bestaand
  2. Situatieschets na geplande uitbreiding
  3. Flowschema productie
  4. Aardgasverdeling
  5. Elektriciteitsverdeling
  6. Overzicht stoomsysteem na geplande uitbreiding

## 1. Samenvatting

Koninklijke Hulshof's Verenigde fabrieken is een leerlooierij, gevestigd aan de Aaltense weg 2 te Lichtenvoorde, die op locatie al meer dan 100 jaar runderhuiden verwerkt tot leer, ten behoeve van de meubelindustrie.

In 1999 werden 7.771.085 kg runderhuiden ingewerkt. Uit deze huiden werd 876.310 m<sup>2</sup> meubelleer vervaardigd en werden 1.086.342 kg splitdelen tot proteïnes verwerkt.

In deze periode bedroeg het totale elektriciteitsverbruik 3.028.560 kWh, het aardgasverbruik werd vastgesteld op 1.106.330 m<sup>3</sup>.

Hulshof is voornemens om de productiecapaciteit op locatie te verhogen, volgens onderstaande tabel.

|         | <b>huidige productie/dag</b>          | <b>toekomstige productie/dag</b> | <b>uitbreiding</b> |
|---------|---------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| nathuis | 840 huiden<br>650 intern / 190 extern | 1200 huiden                      | 43%                |
| finish  | 650 huiden                            | 1200 huiden                      | 85%                |
| HPT     | 7,5 ton                               | 40 ton                           | 430%               |

Na de voorgenomen productie-uitbreiding zal het jaarlijks aardgasverbruik naar verwachting ca. 3.000.000 m<sup>3</sup> en het jaarlijks elektriciteitsverbruik ca. 6.000.000 kWh gaan bedragen.

Voor een energiezuinige bedrijfsvoering, zijn voor Hulshof de volgende besparingsopties relevant:

### *Aardgas*

- aanschaf van direct aardgasgestookte spandroogkasten, voorzien van efficiënte droogluchtregeling;
- aanschaf van stoomverwarmde HPT-drogers, voorzien van efficiënte droogluchtregeling;
- aanschaf van extra stoomketel, voorzien van economiser;
- optimalisatie stoomsysteem;
- stoomheaters fabriekshallen vervangen door direct aardgasgestookte HT-stralers (bij vervanging).

*Elektriciteit*

- optimalisatie persluchtsysteem;
- toerengeregelde aandrijving elektromotoren;
- toepassing hoogrendementsselektromotoren (bij vervanging en/of nieuwbouw);
- toepassing energiezuinige verlichting (bij vervanging en/of nieuwbouw);
- aanschaf van efficiënt koelsysteem (nieuwbouw);

*Algemeen*

- invoeren energiemonitoringsysteem;
- good housekeeping.

Het besparingspotentieel, gebaseerd op de toekomstige bedrijfsvoering bedraagt ca. 300.000 m<sup>3</sup> aardgas en ca. 600.000 kWh ofwel 14.900 GJ.

## 2. Inleiding

Koninklijke Hulshof's Verenigde fabrieken is een leerlooierij, gevestigd aan de Aaltense weg 2 te Lichtenvoorde, die op locatie al meer dan 100 jaar runderhuiden verwerkt tot leer, ten behoeve van de meubelindustrie.

De huidige productie bedraagt ruim 800 huiden per dag. Hulshof is voornemens om de productiecapaciteit op te voeren tot 1.200 huiden per dag, door uitbreiding op locatie.

Het aantal werknemers bedraagt 140, waarvan er 105 in de fabriek en 35 op kantoor werkzaam zijn.

Het aantal produktiedagen op jaarbasis bedraagt 235.

De processen worden op werkdagen bedreven tussen 06.00 en 22.00 uur (3.760 bedrijfsuren/jaar).

In 1999 werden 7.771.085 kg runderhuiden ingewerkt. Uit deze huiden werd 876.310 m<sup>2</sup> meubelleer vervaardigd en werden 1.086.342 kg splitdelen tot proteïnes is verwerkt.

In deze periode bedroeg het totale elektriciteitsverbruik 3.028.560 kWh, het aardgasverbruik werd vastgesteld op 1.106.330 m<sup>3</sup>.

Hulshof is voornemens om de productiecapaciteit op locatie te vergroten.

In onderstaande tabel zijn de huidige dagproductie en de dagproductie na voorgenomen uitbreiding weergegeven.

|         | <b>huidige productie/dag</b>          | <b>toekomstige productie/dag</b> | <b>uitbreiding</b> |
|---------|---------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| nathuis | 840 huiden<br>650 intern / 190 extern | 1200 huiden                      | 43%                |
| finish  | 650 huiden                            | 1200 huiden                      | 85%                |
| HPT     | 7,5 ton                               | 40 ton                           | 430%               |

### 2.1 Doel van het onderzoek

Alvorens wordt overgegaan tot uitvoering van de voorgenomen productie-uitbreiding, heeft Hulshof besloten om de huidige energievoorziening in kaart te laten brengen om te onderzoeken welke technische alternatieven, volgens de huidige stand der techniek, kunnen worden toegepast om tot een energiezuinige bedrijfsvoering te komen.

### 3. Omschrijving object en bedrijfsactiviteiten

#### 3.1 Omschrijving van de gebouwen

Op het bedrijfsterrein van Hulshof staan een aantal gebouwen, te weten:

- kantoor oppervlakte ca. 3.100 m<sup>2</sup> inhoud ca. 9.200 m<sup>3</sup>
- looihal oppervlakte ca. 4.100 m<sup>2</sup> inhoud ca. 23.800 m<sup>3</sup>
- finishhal oppervlakte ca. 3.800 m<sup>2</sup> inhoud ca. 32.000 m<sup>3</sup>
- watergebouw

Voorgenoemde gebouwen staan weergegeven op de situatieschets (bijlage 1).

In het kantoorgebouw is ook de werkplaats van de Technische Dienst en de snij- en stikafdeling gehuisvest. Het is een oud gebouw met ongeïsoleerde spouwmuren, een betonnen plat dak en veel enkelglas.

In de looihal vinden de eerste productieprocessen plaats: ontvangst ruwe huiden, natte bewerking en drogen. Het is een oud gebouw met een gedeeltelijk nieuwe aanbouw. Het gebouw is ongeïsoleerd.

De finishhal, waar de eindbewerking van de huiden plaatsvindt, is in 1994 gebouwd en voldoet aan de eisen die worden gesteld aan gebouwisolatie. Het dak bevat veel lichtkoepels.

Op een nieuw aangekocht bedrijfsterrein is Hulshof voornemens een bedrijfspand te bouwen waarin de splitverwerking ten behoeve van Hulshof Proteïen Technologies BV zal worden gehuisvest.

In het bestaande fabrieksdeel zullen diverse aanpassingen worden gedaan om de capaciteitsvergroting inzake de verwerking van runderhuiden tot meubelleer te kunnen realiseren.

De situatieschets na voorgenomen uitbreiding is weergegeven op bijlage 2.

#### 3.2 Omschrijving processen

Voor het verloop van het productieproces wordt verwezen naar bijlage 3 (flowschema productie).

De te verwerken huiden worden in vers gekoelde toestand aangeleverd en, na te zijn gewogen, in roterende vaten gedaan.

In deze vaten ondergaan de huiden de eerste fase van de bewerking van huid tot meubelleer.

### *"Procesgang nathuis"*

Allereerst worden de huiden geweekt. Hierbij worden de huiden met behulp van emulgatoren gereinigd en op de juiste vochtigheid gebracht.

Hierna vindt het kalken plaats. Door het toevoegen van kalk wordt het proces voltooid en ontstaan zogenaamde "bloten" (uitgeklede huiden). De totale procesduur bedraagt 24 uur.

Om de bloten te ontdoen van vlees- en vetresten worden ze geveleesd.

Om de bloten op juiste dikte te brengen worden ze direct daarna in twee lagen gesneden met behulp van een splitmachine. De onderste laag, "split" genaamd, wordt verwerkt tot een hoogwaardige eiwitproduct bij Hulshof Proteïen Technologies BV (HPT).

### *"Procesgang wet-blue"*

De bovenste laag, de nerf genaamd, wordt verwerkt tot meubelleer. Vanuit verzamelbakken wordt de nerf in zogenaamde looivaten gedaan. Overnacht worden de bloten behandeld met kalk (nakalken), waarna ze de volgende morgen ontkalkt worden met koolzuur. Na een behandeling met enzymen (beitsen) worden ze zuurgesteld in een bad met keukenzout en zwavelzuur. Daarop volgt chroomlooiing met chroomzouten, die een maximale opname en fixatie van het chroom garanderen. Dit maakt de nerfbloten tot het zogenaamde "wet-blue" leer. De totale procesduur van bloot tot wet-blue bedraagt 48 uur.

Om overtollig vocht weg te nemen worden de wet-blue vellen uitgeperst (abwelken).

Vervolgens worden de vellen op exacte dikte geschaafd.

### *"Procesgang ververij"*

Na sortering en partijformering worden de wet-blue vellen in de ververij nagelooit met sterk fixerende nalooistoffen en vervolgens geveerd en gevet in roterende vaten.

De abwelkpers perst ook daarna weer het overtollige water uit deze vellen. Het aanvang vochtgehalte van de huiden voor het persen bedraagt 80 - 90 %. De abwelkpers ontwatert tot ca. 50 % restvocht.

### *"Procesgang spanafdeling + walkafdeling"*

Gespannen op ramen van automatische spankasten worden de vellen nu gedroogd tot een vochtpercentage van 12%.

Door snoeien, afranden, invochten (vochtgehalte 20%), overnacht conditioneren en stollen, wordt het meubelleer in de juiste conditie gebracht om soepel te worden gemaakt. Dit soepel maken vindt plaats in zogenaamde walkvaten, welke bewerking dan ook walken of millen wordt genoemd.

### *"Finish hal"*

Na sortering en partijformering in het tussenmagazijn gaat het meubelleer direct naar de finishhal of wordt eerst licht geschuurd (ca. 40%) om kleine huidbeschadigingen te corrigeren.

Stollen brengt het meubelleer in de juiste toestand om gefinished te worden.

Drukmachines en spuitmachines brengen nu verschillende finishlagen aan op het leer. Vervolgens wordt het leer door een droogtunnel gevoerd om de finish te drogen.

Tijdens het finishproces wordt het leer één of meerdere malen gperst met een glad oppervlak of een dessin om de finish te doen samensmelten en het meubelleer het gewenste uiterlijk te geven.

Na nogmaals soepel en zacht te zijn gemaakt in walkvaten, wordt het meubelleer gemeten waarna het via de expeditie het bedrijf verlaat naar de meubelindustrie.

Omdat in de finishhal met spuitmachines wordt gewerkt, dient de lucht continu te worden ververst. Hiertoe staan twee luchtbehandelingskasten (LBK's) opgesteld die, elk met een capaciteit van 40.000 m<sup>3</sup> lucht/uur tijdens productie-uren in bedrijf zijn. Buiten de bedrijfsuren worden de LBK's uitgezet.

### *"Hulshof Proteïn Technologies BV"*

De split wordt in het zusterbedrijf Hulshof Proteïn Technologies BV verwerkt tot hoogwaardige eiwitproducten, die hun toepassing vinden in de voedingsmiddelenindustrie.

De split wordt eerst, onder toevoeging van chemicaliën, ontkalkt in een roterend vat.

Vervolgens wordt overtollig water middels een ontwateringspers uit de ontkalkte split verwijderd.

In een droogkast wordt de split gedroogd en daarna in een granulator fijngemalen.

### *"Utilities"*

Ten behoeve van de productieprocessen staan de volgende utilities ter beschikking:

- water;
- aardgas;
- elektriciteit;
- perslucht;
- stoom.

Ten behoeve van de procesvoering wordt dagelijks ca. 500 m<sup>3</sup> bronwater opgepompt, dat eerst wordt ontijzerd/ontmangaand en vervolgens wordt onthard en gedecarbonateerd.



Aardgas wordt geleverd door GAMOG te Zutphen en wordt gebruikt voor de gasgestookte stoomketel en een decentrale CV-installatie (4 HR-ketels á 65 kW in cascadeschakeling) ten behoeve van de kantorenverwarming.

Elektriciteit wordt geleverd middels twee trafostations door NUON Oost-Gelderland te Doetinchem, ten behoeve van licht- en krachtstroomverbruikers op locatie.

In de persluchtbehoefte (7 bar(o)) wordt voorzien door een tweetal schroefcompressoren van respectievelijk 37 en 45 kW. Een zuigercompressor (22 kW) fungeert als stand-by compressor. Perslucht wordt gedroogd met behulp van een koeldroger.

Ten behoeve van de algehele procesverwarming en bedrijfshalverwarming is één aardgasgestookte stoomketel in bedrijf.

De stoomketel heeft een capaciteit van 5 ton verzadigde stoom/uur bij een werkdruk van 8 bar(o). Stoom wordt toegepast voor:

- het bereiden van warmwater ten behoeve van het verf- en looiproces in de boilers middels een warmtewisselaar;
- het bereiden van warmwater ten behoeve van het looiproces middels een warmtewisselaar;
- het bijwarmen van de verf- en looivaten middels open stoom;
- stoolementen in droogcabines van een tweetal spankasten;
- stoolementen in de droogunits van de drukmachine;
- stoolementen in de droogunits van een tweetal spuitmachines;
- stoolementen in een tweetal Dynavac installaties;
- warmtewisselaar ten behoeve van CV-verwarming en verwarming van de luchtbehandelingskasten van de finishhal;
- stoomgevoede luchtverhitters in de looihal;
- stoolementen in de droogkasten van de HPT-afdeling.

Voor het stoomsysteem wordt verwezen naar het schema op bijlage 4 (stoombalans).

Op basis van beschikbare wateranalyses laat de hoeveelheid retourcondensaat zich berekenen op ca. 85% (de suppletiewaterhoeveelheid bedraagt derhalve 15%).

Het spuipercentage wordt berekend op ca. 15% van de suppletiewaterhoeveelheid.

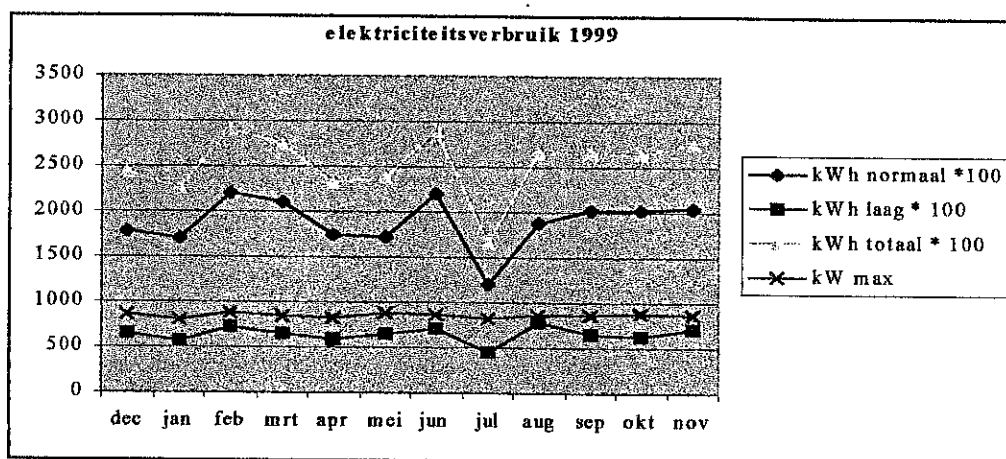
De meeste stoom wordt, na warmtewisseling, in de vorm van condensaat teruggevoerd naar een condensaatmengtank in het ketelhuis, vanwaar het condensaat opnieuw wordt ingezet als ketelvoedingwater ten behoeve van de stoomproductie.

Verliezen in de vorm van spuiwater en het directe stoomverbruik ten behoeve van het op temperatuur brengen van de verf- en looivaten, worden middels vers (onthard) water aangevuld. Suppletie vindt plaats in de condensaatmengtank. De voedingwatertemperatuur in deze tank bedraagt ca. 85 °C.

## 5.2 Elektriciteitsverdeling

Over 1999 bedroeg het totale elektriciteitsverbruik 3.028.560 kWh.

Onderstaande grafiek laat het maandelijkse elektriciteitsverbruik zien, waarbij onderscheidt is gemaakt in kWh normaal en kWh laag. Tevens worden de maandelijkse piekverbruiken vermeld.



Het gecontracteerd vermogen bedraagt 880 kW. Het minimaal te berekenen vermogen bedraagt 528 kW. Er wordt geen blindverbruik in rekening gebracht.

Uit elektriciteitsmetingen blijkt overigens dat Hulshof een slechte cos-phi bezit. Indien het blindverbruik (kVArh) door het energiebedrijf in rekening wordt gebracht, dient de aanschaf van condensatorbatterijen te worden overwogen, teneinde de cos-phi te verbeteren en derhalve het blindverbruik te reduceren.

Uit de elektriciteitsnota's blijkt dat de kosten kunnen worden beïnvloed door de belasting (kW).

In de huidige situatie wordt door NUON voor de plateau-uren dezelfde belasting aangenomen als voor de normale maximale belasting omdat geen aparte piekregistratie plaatsvindt. Een aparte piekregistratie kost fl 17,- per maand extra. Omdat de (te meten) piek nooit hoger kan zijn dan de maximale belasting, is een piekregistratie bij wisselende belasting altijd gunstig.

De plateau-uren gelden van november tot en met februari, op werkdagen van 09.00 - 11.00 uur en van 16.30 - 18.30 uur, of van 10.30 - 12.30 uur en van 16.30 - 18.30 uur.

De maximum continue belasting geldt, ongeacht het tijdstip van de dag, het gehele jaar.

Het is wenselijk om een separate piekregistratie tijdens de zogenaamde plateau-uren te laten uitvoeren, zodat gedurende de wintermaanden een geldelijke besparing is te boeken.

Totaal staat bij Hulshof ca. 2.100 kW aan elektrisch vermogen opgesteld.

### 5.3 Totale energiehuishouding 1999

De totale energiebalans van Hulsf Hof's verenigde fabrieken is weergegeven in onderstaande tabel.

| Ingekocht        | GJ/a                            | Verbruik   |                                   | GJ/a    |
|------------------|---------------------------------|------------|-----------------------------------|---------|
| Aardgas          | 3.5015                          | CV-ketel   | kantorenverwarming                | 677,8   |
|                  |                                 |            | schoorsteen + restverliezen       | 13,8    |
|                  |                                 | Stoomketel | bijwarmen verf-/loovaten          | 222,1   |
|                  |                                 |            | warmtewisselaar watermix loovaten | 1.850,6 |
|                  |                                 |            | warmtewisselaar boilers           | 2.775,9 |
|                  |                                 |            | stoomheaters looihal              | 490,6   |
|                  |                                 |            | spankastdroger Poletto            | 2.456,9 |
|                  |                                 |            | spankastdroger Carlessi           | 3.083,2 |
|                  |                                 |            | splitdroger HPT                   | 5.918,3 |
|                  |                                 |            | droogunit drukmachine             | 578,1   |
|                  |                                 |            | droogunits spuitmachines I&II     | 4.432,1 |
|                  |                                 |            | warmtewisselaar LBK I&II finishal | 5.543,3 |
|                  |                                 |            | schoorsteen- en overige verliezen | 6.947,1 |
|                  |                                 |            | Elektriciteit                     | 27.257  |
| nathuis wetblue  | 1.488,0                         |            |                                   |         |
| nathuis ververij | 1.087,1                         |            |                                   |         |
| spanafdeling     | 1.644,4                         |            |                                   |         |
| walkafdeling     | 542,1                           |            |                                   |         |
| finishal         | 8.651,2                         |            |                                   |         |
| HPT-afdeling     | 1.024,1                         |            |                                   |         |
| Utilities        | perslucht                       | 2.864,0    |                                   |         |
|                  | ketelhuis                       | 893,5      |                                   |         |
|                  | bronwaterbehandeling            | 812,2      |                                   |         |
| Overig           | afvalwaterbehandeling           | 2.128,7    |                                   |         |
|                  | kantoorapparatuur + verlichting | 1.134,4    |                                   |         |
| <b>Totaal</b>    | <b>62.272</b>                   |            |                                   |         |

Voor de omrekening naar primaire energie-eenheden (GJ/a = GigaJoule/jaar) worden de volgende factoren gehanteerd.

De onderste verbrandingswaarde (stookwaarde  $H_o$ ) van het aardgas (Slochteren kwaliteit) bedraagt  $31,65 \text{ MJ/m}_0^3$ . Als omrekenfactor voor elektriciteit wordt 1 kWh als  $0,28 \text{ m}_0^3$  aardgasequivalent beschouwd. Dit komt overeen met een primair energieverbruik van  $9 \text{ MJ/kWh}$ .

## 6. Energiebesparingsopties voor toekomstige bedrijfsvoering

Bij de berekeningen van besparingsopties is gerekend met de geldende energieprijzen voor aardgas van fl 0,28/m<sup>3</sup> en voor elektriciteit van fl 0,15/kWh.

### 6.1 Efficiënt gebruik van aardgas

Uit de aardgasverdeling blijkt dat de drooginstallaties de grootste verbruikers zijn.

Conform de te volgen strategie bij energiebesparing dienen allereerst maatregelen te worden genomen die de warmtevraag minimaliseren, bijvoorbeeld door, waar mogelijk, de droogprocessen te optimaliseren. Vervolgens dient de toepassing van alternatieve verwarmingstechnieken te worden onderzocht.

Behoudens de Carlessi spandroogkast (bouwjaar 1970) zijn alle overige procesdrooginstallaties van recentere datum (1994/1997) en daarbij zodanig ge-optimaliseerd, dat zij voldoen aan de huidige stand der droogtechniek.

Hulshof is voornemens om, in het kader van de productie-uitbreiding, diverse drooginstallaties te gaan vervangen.

De Carlessi spandroogkast zal evenals de Poletto spandroogkast worden vervangen door een tweetal nieuwe spandroogkasten met een grotere productiecapaciteit.

De huidige drooginstallatie van HPT BV zal worden vervangen door twee nieuwe drooginstallaties met een grotere productiecapaciteit.

De drooginstallaties van de finishhal blijven ongewijzigd.

Met het vervangen van voorgenoemde installaties dient bij de aanschaf rekening te worden gehouden met de huidige stand der droogtechniek en kan een, voor de toepassing, geschikt verwarmingsmedium worden gekozen.

#### 6.1.1 Efficiënte drooginstallaties

Uit de praktijk blijkt dat drogers vaak onvoldoende geregeld worden waardoor verspilling van energie optreedt. Bij convectiedrogers is deze verspilling vaak een gevolg van een te grote inlaat- of uitlaatluchtstroom of ten gevolge van aanzienlijke hoeveelheden leklucht.

Bij drooginstallaties zijn een aantal algemene aandachtspunten van belang om te komen tot een optimaal droogproces.

### *Het aanvang-vochtgehalte*

Waar mogelijk dient het aanvang-vochtgehalte van het produkt vóór het thermische droogproces op mechanische wijze te worden gereduceerd.

Het aanvang-vochtgehalte voor het drogen wordt bij Hulshof zo laag mogelijk gehouden door het toepassen van een zogenaamde Abwelkpers (drogen huiden) en een ontwateringspers (drogen split).

### *Het eind-vochtgehalte*

Het produkt moet niet verder worden gedroogd dan strikt noodzakelijk is. Overdrogen moet ten allen tijde worden voorkomen.

### *Het vochtgehalte van de af te voeren drooglucht*

Voor zover aan het produkt te stellen eisen dit toelaten dient altijd gestreefd te worden naar een zo hoog mogelijk vochtgehalte van de af te voeren drooglucht.

### *De droogluchttemperatuur*

De vochtopnamecapaciteit van de drooglucht neemt bij hogere temperaturen exponentieel toe. De drijvende kracht voor het afstaan van vocht door het product neemt bij hogere temperaturen toe, naarmate de lucht minder verzadigd is.

### *Recirculatie van de drooglucht*

Voor het behalen van een hoog thermisch rendement is recirculatie van drooglucht noodzakelijk.

### *De droogluchtsnelheid*

Verhoging van de droogluchtsnelheid heeft tot gevolg dat de laminaire laag om het produkt dunner wordt waardoor het warmte- cq vochttransport gedurende de eerste droogfase verbetert.

### *Gelijkmatige verdeling van de drooglucht*

Indien de verdeling van de droogluchttoevoer naar het te drogen materiaal niet optimaal is, kan hierdoor het energetisch rendement en de capaciteit van de droger sterk teruglopen.

### *Meet- en regelapparatuur*

Voor de juiste werking en voor het behalen van een optimaal energetisch rendement is plaatsing van meet- en regelapparatuur onontbeerlijk. Als minimale voorzieningen moeten in dit verband beschouwd worden:

- vochtmeting van het gedroogde product (voor wat betreft runderhuiden kan worden volstaan met een discontinu-meting);
- temperatuurmeting van de uitlaatlucht van de droger;
- vochtmeting van de uitlaatlucht na de droger.

#### *Warmteterugwinning*

In veel gevallen kan gebruik worden gemaakt van de warmte van de uitgaande luchtstroom om de ingaande luchtstroom voor te verwarmen.

Bij de aanschaf van de nieuwe drooginstallaties dient met voorgenoemde aandachtspunten rekening te worden gehouden.

#### **6.1.2 Keuze van verwarmingsmedium bij droogprocessen**

Bij de opwarming van het droogmedium (lucht) wordt in het algemeen onderscheid gemaakt tussen:

- indirecte opwarming van het droogmedium. Het droogmedium wordt in een warmtewisselaar met scheidingswand door een tussenmedium opgewarmd. Het tussenmedium wordt hiertoe eerst in een ketel opgewarmd en via een tussencircuit naar de warmtewisselaar gevoerd. Als tussenmedium wordt: water, stoom of thermische olie gebruikt. Deze tussenmedia worden gewoonlijk niet hoger dan respectievelijk ca. 100 °C, 200 °C of 300 °C opgewarmd.
- directe opwarming van het droogmedium. Als verwarmingsmedium worden verbrandingsgasen gebruikt welke ontstaan door brandstof met een bepaalde overmaat lucht te verbranden. Door instelling van de luchtvermaat kan elke gewenste droogtemperatuur tot ca. 1000 °C worden verkregen.

Omdat bij directe verwarming geen schoorsteenverliezen optreden is het rendement van deze wijze van warmte-opwekking het hoogst.

Wel zal door de, tijdens de verbranding, gevormde waterdamp het absolute vochtgehalte van de drooglucht iets hoger zijn dan bij indirecte opwarming.

Om een eindproduct met hetzelfde vochtgehalte te krijgen is het noodzakelijk de uitlaatdrooglucht met hogere temperatuur af te voeren. Deze verhoogde temperatuur wordt zodanig gekozen dat de relatieve vochtigheid weer gelijk wordt aan de indirect opgewarmde lucht.

Uit oogpunt van doelmatig gebruik van brandstof gaat voor de opwarming van het droogmedium de voorkeur uit naar de wijze van opwarming volgens het directe principe.



In sommige gevallen mogen verbrandingsgassen niet in aanraking komen met het product. In deze gevallen kan uitsluitend indirect worden verwarmd.

Warmwater wordt doorgaans gebruikt bij procestemperaturen <100 °C. Stoom wordt gebruikt bij procestemperaturen van 100 - 200 °C. Thermische olie wordt gebruikt bij procestemperaturen >200 °C, omdat voor stoom de systeemdrukken te hoog worden, waardoor de installatie te kostbaar wordt.

De verliezen van de indirecte droogmethode, met stoom als tussenmedium, zijn het grootst. Als gevolg van de hoge mediumtemperatuur van stoom, ligt ook de rookgastemperatuur en daarmee het schoorsteenverlies op een hoger niveau.

Een tweede oorzaak van het lage rendement van stoomketels is toe te schrijven aan het opstarten en beëindigen van de productie. De hoge energie-inhoud per massa betekent dat aan de ketel veel warmte moet worden toegevoerd voordat er bruikbare stoom is. Bij beëindiging van de productie gaat deze energie weer verloren. Verder spelen spuverliezen en verliezen als gevolg van een niet optimaal functionerend condensaatstelsel een belangrijke rol in deze.

Bij Hulshof is de warmtevraag niet van een gelijk temperatuurniveau. De stoomtemperatuur is afgestemd op de hoogste vraag. Voor elk lager temperatuurniveau heeft stoom een onnodig hoge temperatuur. Inherent daaraan zijn onnodig grote warmteverliezen. Met een betere afstemming is veel energie te besparen.

Er dient in eerste instantie te worden nagegaan voor welke procesgang stoom als warmtedrager noodzakelijk is. Hiertoe dienen de temperatuurniveau's, waarop de proces- en ruimteverwarming wordt bedreven, in kaart te worden gebracht.

De temperatuurniveau's van de verschillende processen volgen uit onderstaande tabel.

| verbruiker                                | huidig verwarmingsmedium     | procestemp. (°C) |
|---|------------------------------|------------------|
| droogcellen spuitmachines finishhal       | indirect middels stoom       | 120/80           |
| droogcel drukmachine finishhal            | indirect middels stoom       | 120              |
| Dynavac installaties finishhal            | indirect middels stoom       | 100              |
| luchtbehandelingskast I&II finishhal      | indirect middels stoom/water | 90/70            |
| droogtunnel HPT                           | indirect middels stoom       | 90               |
| boilers t.b.v. warmwater verf-/looiproces | indirect middels stoom       | 85               |
| spandroogkasten                           | indirect middels stoom       | 55               |
| watermix looiproces                       | indirect middels stoom       | 40               |
| bijwarmen looi- en verfvaten              | direct middels open stoom    | 40               |
| stoomheaters looihal                      | indirect middels stoom       | 20               |

Uit de tabel blijkt dat stoom, vanwege de vereiste procestemperatuur, als verwarmingsmedium voor de machines in de finishhal noodzakelijk blijft.

Vanwege technische bezwaren is directe gasverwarming geen alternatief. Bovendien laat een dergelijke aanpassing van de bestaande installaties zich niet eenvoudig terugverdienen.

Indien deze installaties in de toekomst, aan het eind van de technische levensduur, dienen te worden vervangen, moet de haalbaarheid van direct aardgasstoken opnieuw worden onderzocht.

Ook voor HPT BV blijkt de toepassing van stoom als verwarmingsmedium vooralsnog het enigste alternatief, omdat in deze procesgang twee pasteurisatiestappen (procesluchttemperatuur tenminste 85 °C) zijn ingebouwd. Bovendien worden eisen gesteld aan het opwarmtraject, waarbij een grote volumestroom lucht in korte tijd op temperatuur dient te worden gebracht.

Omdat het eindproduct zijn toepassing vindt in de voedingsmiddelenindustrie is directe gasverwarming geen alternatief. Met met oog op de kwaliteitseisen, is direct contact tussen product en verbrandingsgassen namelijk niet gewenst.

Ook voor het bijwarmen van de verf- en looivaten blijft open stoomverwarming noodzakelijk.

Alle overige verwarmingsprocessen kunnen eventueel worden vervangen door alternatieve verwarmingsmedia, mits dit economisch haalbaar is.

#### *Waterverwarming vatprocessen*

Voor het verwarmen van het boilerwater blijft stoomverwarming, het meest efficiënt.

Het is economisch niet haalbaar om dit systeem om te bouwen naar indirecte warmwaterverwarming omdat dit grote investeringen vergt als gevolg van het plaatsen van een grotere warmtewisselaar en een gasgestookte warmwaterketel, terwijl stoom op locatie voorhanden blijft.

Procestechnisch worden echter problemen ondervonden met de huidige stoomgevoede warmtewisselaar van de boilervaten. Deze warmtewisselaar is zeer compact en raakt herhaaldelijk vervuild, als gevolg van resthardheid in het proceswater dat zich bij de relatief hoge (stoom)temperatuur, afzet op het verwarmd oppervlak, waardoor de warmte-overdragende capaciteit snel afneemt. Bovendien functioneert de temperatuurregeling, als gevolg van een overgedimensioneerde warmtewisselaar, niet naar behoren.

Het verdient de aanbeveling om de boilerwaterverwarming door middel van directe stoominspuiting te laten plaatsvinden, middels een zogenaamd mengstation waarmee elke gewenste watertemperatuur tussen 40 en 90 °C is in te stellen.

### *Stoomheaters fabriekshallen*

Ten aanzien van de stoomverwarmde luchtverhitters die in de fabriekshallen voor ruimteverwarming worden gebruikt, geldt dat dit bijzonder corrosiegevoelige delen zijn in stoom- en condensaatssystemen.

Samenvattend een overzicht van de nadelen van stoomverwarmde luchtverhitters:

- beperkte levensduur van verwarmingsregisters en condenspotten, met name als gevolg van zuurstofcorrosie;
- relatief beperkte levensduur van condensaatleidingen;
- slechte capaciteitsregeling (energieverlies);
- geluidsoverlast (klappen van heaters en leidingen ten gevolge van thermische waterslag);
- slechte kwaliteit van retourcondensaat (energie- en waterverlies);
- relatief veel onderhoud nodig.

Een alternatief voor stoomverwarmde luchtverhitters is stralingsverwarming.

Stralingsverwarming vindt heden ten dage snel opgang dankzij de lage exploitatiekosten. Een stralingsverwarmer verspilt immers geen energie aan verwarming van de lucht, maar verwarmd uitsluitend de aangestraalde objecten. Vanwege dit gegeven zijn de direct gasgestookte stralingsverwarmers opgenomen in de Energie-Investeringsaftrek (EIA-regeling).

Bovendien geldt voor installatie van dit soort energiebesparende verwarmingsapparatuur een éénmalige subsidie via het energiebedrijf van fl 6,-/kW geïnstalleerd vermogen bij plaatsing in gebouwen die dateren van vóór 15 december 1995 (ISO-HR).

Voor direct gasgestookte hoge-temperatuurstralers moet rekening worden gehouden met een investeringsbedrag van ca. fl 15.000,-/100 kW geïnstalleerd thermisch vermogen.

Het plaatsen van dergelijke apparatuur dient te worden overwogen bij vervanging (einde technische levensduur) van de stoomheaters.

### *Luchtbehandelingskasten Finishhal*

Voor het verwarmen de luchtbehandelingskasten in de finishhal is, uitgaande van een nieuwbouwsituatie, indirecte gasverwarming of directe warmwaterverwarming het meest efficiënt.

Het plaatsen van een tweetal CV-ketels (2 \* 414 kW), ter vervanging van de huidige stoomheater is ook hier een kostbare aangelegenheid (ca. fl 75.000,-), die zich niet eenvoudig laat terugverdienen.

Het huidige verbruik van de LBK's bedraagt ca. 150.000 m<sup>3</sup> aardgasequivalenten per jaar. Uitgaande van efficiency verbetering van 20% ten opzichte van stoomverwarming, resulteert dit in een jaarlijkse besparing van 30.000 m<sup>3</sup> ofwel fl 9.500,-. De terugverdientijd bedraagt dan ca. 8 jaar.

Ook warmteterugwinning uit de ventilatielucht van de finishhal is een besparingsoptie, die bij het ontwerp van de installatie had moeten worden betrokken. Er dienen aanzienlijke investeringen te worden gedaan om, onder de huidige omstandigheden, een dergelijke besparingsoptie te realiseren. Omdat er een absolute eis is, dat de afzuiglucht en de toevoerlucht van elkaar gescheiden blijven komt alleen het zogenaamde tweebatterij-systeem (ofwel twin coil systeem) voor warmteterugwinning in aanmerking.

#### *Droogspankasten*

Omdat de twee bestaande droogspankasten worden vervangen door twee droogspankasten met een grotere capaciteit kan, vanwege de relatief lage procestemperatuur, voor een alternatieve verwarmingsmethode worden gekozen. Hierbij gaat de voorkeur uit naar directe gasverwarming (zie voorgaande beschouwing).

De warmte die op deze wijze direct wordt opgewekt gaat niet gepaard met verliezen, die naar verhouding optreden bij stoomverwarming of in mindere mate bij warmwaterverwarming, hetgeen resulteert in een hogere efficiency.

Direct gasgestookte drooginstallaties hebben bovendien als voordeel dat deze snel- en efficiënt zijn te regelen.

Voor deze drooginstallaties dient wel een gasleiding te worden aangelegd naar de opstellingsruimte in de fabriekshal. Voor stoomgevoede droogspankasten had anderszins moeten worden geïnvesteerd als gevolg van een grotere dimensionering van de stoomaanvoer- en condensaatrouteleiding.

#### **6.1.3 Vaststellen benodigde stoomcapaciteit na productie-uitbreiding**

Uit de inventarisatie blijkt dat de huidige stoomketel, met een capaciteit van 5.000 kg/h, niet aan de toekomstige warmtevraag kan voldoen.

Om aan de piekvraag van de toekomstige HPT-installatie te kunnen voldoen is een stoomcapaciteit benodigd van ca. 8.000 kg/h.

Indien met verschoven productielijnen wordt gewerkt is de piekvraag van de HPT-afdeling te beperken tot een stoomverbruik van ca. 7.000 kg/h.

Ten behoeve van de algehele productie-uitbreiding is totaal 11.000 kg/h aan stoomcapaciteit benodigd, indien de droogspankasten worden uitgevoerd met direct gestookte aardgasbranders..

Hieruit blijkt dat ca. 6.000 kg/h aan stoomcapaciteit dient te worden bijgeplaatst.

Het is mogelijk om een extra stoomketel in het nieuwe bedrijfspand van de HPT-afdeling onder te brengen, of naast de bestaande ketel in het huidige ketelhuis te plaatsen.

Plaatsing van de ketel in het HPT-gebouw kent een aantal nadelen t.o.v. plaatsing in het huidige ketelhuis, te weten:

- er dient in een extra stookruimte te worden voorzien;
- er dient een aardgasleiding te worden aangelegd;
- het koppelen van de oude en nieuwe ketel is gecompliceerder.

Bij plaatsing in het huidige ketelhuis, kan de nieuwe stoomketel worden geplaatst op de plek waar nu de oliegestookte ketel staat opgesteld.

Er behoeven dan minimale aanpassingen te worden gedaan.

#### **6.1.4 Optimalisatie stoomsysteem**

Omdat de stoomketels het grootste deel van het toekomstig aardgasverbruik voor hun rekening nemen, is het van belang om dit systeem, waar mogelijk, verregaand te optimaliseren.

In algemene zin wordt hieronder wordt verstaan:

- stoomdrukverlaging;
- warmteterugwinning uit de rookgassen;
- efficiënte warmte-uitwisseling voedingwater met condensaat;
- warmteterugwinning spuiwater;
- warme verbrandingsluchtaanzuiging;
- automatische gaslekcontrole gasslot, waarmee het verplichte voorspoelen vervalt;
- Good Housekeeping.

Onderstaand zal worden nagegaan in hoeverre deze aandachtspunten voor Hulshof relevant zijn.

#### **Stoomdrukverlaging**

Bij stoomtoepassing moet primair worden gezien of met de juiste stoomdruk wordt gewerkt. Als de totale afnamedruk lager is dan de stoomdruk bij de ketel, is verlaging van de stoomdruk mogelijk. Permanente stoomdrukverlaging van 8 naar 6 bar(o) is, rekening houdend met de procescondities tijdens bedrijf, mogelijk.

Buiten de bedrijfsuren is het toepassen van een verlaagde drukregeling wenselijk. Het stoomnet staat 24 uur per dag, gedurende 365 dagen per jaar onder een druk van 8 bar(o). Gedurende 5.000 uur per jaar, als zijnde de niet productieve uren, kan de stoomdruk worden verlaagd naar 3 bar(o). De investering wordt geraamd op fl 5.000,- (automatisch verlaagde drukregeling). De besparing bedraagt ca. 20.000 m<sup>3</sup> (fl 5.500,-) op jaarbasis, zodat de terugverdientijd ca. 1 jaar bedraagt.

## Warmteterugwinning uit de rookgassen

### *Plaatsen economiser*

Een economiser is een warmtewisselaar, die in het rookgaskanaal wordt geplaatst. Een economiser bestaat uit een pijpenbundel waarin het ketelvoedingwater wordt voorverwarmd voordat het naar de ketel gaat.

Hiermee wordt onder gunstige omstandigheden een energiebesparing van 4 á 5% van de, aan de ketel, toegevoerde thermische energie geboekt.

Onder de huidige omstandigheden wordt het voedingwater vanuit een atmosferische condensmengtank (85 °C) naar de ketel gepompt. Onder deze omstandigheden is de thermische zuurstofuitdrijving minimaal. Om zuurstofcorrosie in het stoom-/condensaatnet te voorkomen wordt zuurstof in de ketel chemisch gebonden, door toevoeging van een chemische zuurstofbinder.

Bij toepassing van een economiser worden echter hoge eisen gesteld aan het restzuurstofgehalte in het voedingwater alvorens het in de ketel wordt gepompt. Dit in verband met het optreden van waterzijdige zuurstofcorrosie in de economiser.

Derhalve dient eerst in een drukgergelde voedingwaterontgasser te worden voorzien.

Een dergelijke voedingwaterontgasser wordt vanwege de vereiste voordruk voor de voedingwaterpompen, ter voorkoming van pompcavitatie, op hoogte in het ketelhuis geplaatst (ca. 3 m).

Een bijkomend voordeel van een thermische voedingwaterontgasser is, dat het chemicaliënverbruik (restzuurstofbinder) drastisch kan worden teruggebracht, zodat hier een geldelijke besparing is te boeken.

Het verdient de aanbeveling om een economiser in het rookgaskanaal van de nieuwe ketel te plaatsen. Als leidende ketel zal deze gedurende de bedrijfsuren het hoogst worden belast, waardoor de grootste rendementswinst wordt geboekt.

Naar verwachting zal het jaarlijkse aardgasverbruik van de nieuwe stoomketel 1.750.000 m<sup>3</sup> bedragen (op basis van 16 uur per dag / 235 dagen per jaar).

Voor het plaatsen van een economiser, voorzien van een modulerende voedingwaterregeling, bedragen de meerinvesteringskosten ca. fl 90.000,- (er dient namelijk naast een economiser ook in een voedingwaterontgasser te worden geïnvesteerd). De besparing bedraagt 80.000 m<sup>3</sup>/a ofwel fl 22.500,-/a (terugverdientijd ca. 4 jaar).

De bestaande ketel zal voornamelijk worden ingezet om de piekvraag te dekken. Omdat deze ketel, gedurende de bedrijfsuren gemiddeld lager belast in bedrijf is, een economiser in het rookgaskanaal van deze ketel minder aantrekkelijk.

### *Plaatsen rookgascondensor*

Een rookgascondensor in het rookgaskanaal heeft besparingspotentieel mits er een gelijktijdige warmtebehoefte bestaat op een laag temperatuurniveau, zodat de rookgassen kunnen worden afgekoeld tot onder het dauwpunt van circa 56°C. Binnen de energievoorziening komt hiervoor alleen het suppletiewater in aanmerking, mits in voldoende mate benodigd.

Omdat 85% van alle stoom na warmtewisseling in de vorm van condensaat retour komt, is weinig suppletiewater benodigd zodat deze besparingsmaatregel geen voordelen biedt.

### Effectieve warmte-uitwisseling voedingwater met condensaat

Na de ontgasser heeft het voedingwater een temperatuur van ca. 105 °C. Voor de goede werking van de ontgasser moet er in de ontgasser tenminste een temperatuurverschil van 10 °C á 15 °C beschikbaar zijn. Dit betekent dat er bij condensaattemperaturen lager dan 90 °C een extra besparingsmogelijkheid wordt geboden. Door toepassing van een warmtewisselaar tussen condensaat en voedingwater zal een voedingwatertemperatuur van 85 °C in plaats van 105 °C worden bereikt.

Bij toepassing van een economiser zal deze met een lagere temperatuur worden gevoed, hetgeen een rendementswinst oplevert van ca. 1%. Vanwege het zuurstofrijke condensaat dient de warmtewisselaar uit corrosievast materiaal te worden vervaardigd.

De kosten van een warmtewisselaar tussen condensaatretour- en het ketelvoedingwaterstroom naar een nog te installeren economiser worden geraamd op ca. fl 20.000,--. De besparing bedraagt 20.000 m<sup>3</sup>/a, ofwel fl 5.000,--/a (terugverdientijd ca. 4 jaar).

### Warmteterugwinning spuiwater

Spuien gaat gepaard met het lozen van warmte. De warmte uit dit hete ketelwater kan worden teruggewonnen door expansie in een ontspanningsvat.

De ontspanningsstoom kan bijvoorbeeld worden gebruikt als verwarmingsstoom in de ontgasser en de rest van het spuiwater kan door een warmtewisselaar worden geleid, bijvoorbeeld voor het opwarmen van koud suppletiewater.

De economische haalbaarheid hangt nauw samen met de hoeveelheid suppletiewater. Omdat er bij Hulshof, als gevolg van de grote hoeveelheid retourcondensaat relatief weinig water wordt bijgesuppleerd, is deze optie niet relevant.

### Warme verbrandingsluchtaanzuiging

Voornamelijk als gevolg van de verliezen door geleiding, straling en convectie van de stoomketelinstallatie kan de luchttemperatuur bovenin het ketelhuis aanmerkelijk hoger zijn dan op de begane grond. Bij het aanzuigen van de verbrandingslucht bovenuit het ketelhuis wordt een deel van deze warmte benut. De praktisch te realiseren besparing kan slechts empirisch worden bepaald, doch in de praktijk wordt ervan uitgegaan dat 25 à 50% van het convectieverlies van de ketel hiermee nuttig kan worden gebruikt.

Uit DIN 1942 kan worden bepaald dat deze verliezen voor een stoomketel, bij gemiddeld 75% belasting, in de orde van 1,5% van de toegevoerde energie bedragen. Ervan uitgaande dat hiervan eenderde nuttig kan worden aangewend, bedraagt de besparing 0,5% van de toegevoerde energie.

Voor warme verbrandingsluchtaanzuiging bedragen de investeringskosten ca. fl 3.000,-.

De besparing bedraagt ca.  $5.150 \text{ m}_0^3/\text{a}$  ofwel fl 1.500,-/a (terugverdientijd ca. 2 jaar).

### Automatische gaslekcontrole gasslot

Aardgasgestookte stoomketels dienen op grond van de VISA-voorschriften rookgaszijdig te worden geventileerd alvorens de brander automatisch ontstoken wordt om mogelijk aanwezige brandbare componenten te verwijderen, teneinde een explosieve ontsteking tegen te gaan. Hierbij dient minimaal een luchthoeveelheid te worden doorgevoerd die overeenkomt met het 5-voudige rookgaszijdig volume. Indien een ketel regelmatig regelstops maakt, gaat met dit spoelen energie verloren voordat de spoellucht opgewarmd de schoorsteen verlaat. De mate van energieverlies is afhankelijk van de werkdruk en de ketelconstructie.

Bovendien veroorzaakt de relatief koude ventilatiestroom thermische spanningen in het ketelmateriaal, hetgeen ten koste gaat van de technische levensduur van de ketelinstallatie.

Het spoelen na een regelstop mag achterwege blijven als de branderinstallatie wordt voorzien van een automatische dichtheidstest van het gasslot in de gasstraat van de brander, welke voldoet aan de VISA-voorschriften.

Als de brander als gevolg van een storing of door het handmatig uitschakelen buiten bedrijf gesteld is geweest (dus geen regelstop), moet wel worden geventileerd.

Als toepassingscriterium geldt een aantal regelstops van 5 regelstops/24 uur. De terugverdientijd bedraagt 1 - 3 jaar. Dit is mede afhankelijk van het feit of de lekttest al dan niet eenvoudig in het bestaande systeem kan worden ingepast. Voor de bestaande ketel is dit een optie, wanneer deze ketel buiten bedrijfstijd op voorkeur wordt geschakeld.

Doorgaans moet met een investeringsbedrag van tenminste fl 4.500,- rekening worden gehouden. De besparing bedraagt naar verwachting  $5.500 \text{ m}_0^3/\text{a}$  ofwel fl 1.500,-/a (terugverdientijd ca. 3 jaar).



### Good Housekeeping

Onder Good Housekeeping van stoominstallaties wordt verstaan:

- optimalisatie van isolatie van leidingen + appendages (energieverlies);
- vermijden van stoompluimen/verhelpen lekkages (energieverlies);
- controle op de goede werking van condenspotten (lekkende condenspotten vervangen);
- regelmatig onderhoud van de branderinstallatie (optimale branderafstelling).

### *Optimalisatie isolatie van leidingen + appendages*

Het isoleren van stoom- en condensaatleidingen en appendages geeft een belangrijke besparing.

Ter illustratie: het jaarlijks verlies van een ongeïsoleerde afsluiter (aansluitmaat DN100, 10 bar(o)) komt overeen met 1.500 m<sup>3</sup> aardgas als de afsluiter in een bedrijfsruimte is gesitueerd en 4.500 m<sup>3</sup> aardgas als de afsluiter zich in de buitenlucht bevindt. Het warmteverlies van een ongeïsoleerde afsluiter komt overeen met dat van 2 m ongeïsoleerde leiding. Het energieverlies is evenredig met de lengte van het leidingnet en de dikte van de isolatie.

Bij een slecht geïsoleerd leidingsysteem kan het verlies wel oplopen tot 5 - 10%. Isolatie van stoomtransportleidingen en de opslagtank van retourcondensaat is een vereiste. De terugverdientijd bedraagt, afhankelijk van de situatie, enkele maanden tot enkele jaren. De stichting CINI (Commissie Isolatie Nederlandse Industrie) heeft het "handboek isolatie voor de industrie" samengesteld, waarin ondermeer staat aangegeven hoe de optimale isolatiedikte kan worden bepaald. Bij Hulshof is het meeste leidingwerk goed geïsoleerd. Appendages, zoals stoomafsluiters, zijn niet geïsoleerd. Door afsluiters van isolatieschalen of isolatiematten te voorzien, is hier nog een extra besparing te boeken.

De overige aandachtspunten behoeven geen toelichting.

Uit ervaringcijfers blijkt dat met Good Housekeeping tenminste 5% op de aan de ketel toegevoerde energie bespaart kan worden.

Samenvattend dienen voor de uitbreiding- en aanpassing, ter optimalisatie van het bestaande stoomsysteem, de volgende investeringen te worden gedaan.

|    | Onderdeel   | Investering          |
|----|---|----------------------|
| 1  | nieuwe stoomketel (6.000 kg/h / 8 bar(o)) voor onbe-<br>waakt bedrijf | fl 140.000,--        |
| 2  | low NOx aardgasbrander voor nieuwe stoomketel                         | fl 60.000,--         |
| 3  | economiser voor nieuwe ketel  | fl 35.000,--         |
| 4  | modulerende voedingwaterregeling voor nieuwe ketel                    | fl 10.000,--         |
| 5  | automatische continu spuiregeling voor nieuwe ketel                   | fl 5.000,--          |
| 6  | schoorsteen (6 m) op nieuwe ketel                                     | fl 5.000,--          |
| 7  | voedingwaterontgasser voor twee ketels                                | fl 45.000,--         |
| 8  | warmtewisselaar condensaat/voedingwater                               | fl 15.000,--         |
| 9  | automatische verlaagde drukregeling beide ketels                      | fl 5.000,--          |
| 10 | warme verbrandingsluchtaanzuiging beide ketels                        | fl 5.000,--          |
| 11 | automatische gaslekcontrole bestaande stoomketel                      | fl 5.000,--          |
|    | <b>Totaal</b>   | <b>fl 330.000,--</b> |

Verder dient een stoomleiding- + condensatretourleiding te worden aangelegd naar de nieuw te bouwen HPT-installatie.

Een mogelijke uitvoering van het toekomstig stoomsysteem is weergegeven op bijlage 6.

## 6.2 Efficiënt gebruik elektriciteit

Aandachtspunten voor het bevorderen van de energiezuinigheid bij het gebruik van elektrische energie zijn:

- optimalisatie persluchtsysteem;
- energiezuinige verlichting;
- hoogrendementsmotoren;
- toerenregelbare aandrijving;
- koude-installatie (nieuwbouw HPT).

### Optimalisatie persluchtsysteem

Het persluchtsysteem is in veel bedrijven een grote gebruiker van energie (bij Hulshof 10% van het totale elektriciteitsverbruik).

Het rendement van persluchtsystemen is laag: slechts 4% van de toegevoerde energie wordt omgezet in lucht onder druk; hiervan gaat ook nog een deel verloren door lekkage of smoren.

Alvorens over te gaan tot uitbreiding van persluchtcapaciteit, verdient het de aanbeveling om eerst de persluchtbehoefte te reduceren aan de hand van de volgende besparingsopties.

In het kader van energiebesparing verdienen een aantal punten bij persluchtsystemen de aandacht, te weten:

### *Verminderen lekkages*

Verminderen van lekkages levert doorgaans de grootste besparing op, want vaak gaat via lekken 10 - 40% van de geproduceerde perslucht verloren. Bij een werkdruk van 6 bar(o) gaat bij een lek met een diameter van 3 mm, 30 m<sup>3</sup>/uur verloren, overeenkomend met een verlies van fl 4.000,- per jaar.

Door tijdens een productiestop, één weekeinde bijvoorbeeld, de compressor aan te laten staan en zijn gebruik te noteren is eenvoudig de omvang van het lekverlies vast te stellen.

Verminderen van het verlies is vaak eenvoudig door het vervangen van lekke slangen, inwendig aangetaste koppelingen, verroeste of versleten afsluiters en dergelijke.

Het gezamenlijk aantal draaiuren van de compressoren bedraagt 10.750 uur per jaar, waarvan 8.630 vollasturen. Het aantal effectieve bedrijfsuren op jaarbasis bedraagt 3.760 uur. Dit duidt op een hoog persluchtverbruik.

Het verdient de aanbeveling om lucht lekkages op te sporen en te verhelpen. Uitgaande van een lekverlies van 25% (75.000 kWh), is met geringe middelen jaarlijks ca. fl 15.000,- te besparen.

### *Aanzuig koude buitenlucht*

Het specifiek energiegebruik van een compressor neemt toe bij stijging van de temperatuur van de aangezogen lucht. Omdat de compressor zelf een behoorlijke warmte-ontwikkeling heeft zal de ruimte doorgaans behoorlijk worden opgewarmd.

In de huidige situatie wordt de perslucht aangezogen vanuit de zolderverdieping. Ten gevolge van de interne warmtelast bedraagt de ruimtetemperatuur van de zolderverdieping ca. 25 °C. Indien de lucht direct uit de buitenlucht wordt aangezogen bedraagt de gemiddelde aanzuigtemperatuur ca. 10 °C. De hiermee te realiseren energiebesparing bedraagt onder de huidige omstandigheden ca. 5% van het verbruik ofwel 15.000 kW/a (fl 2.250,-).

Een eenvoudige oplossing is het aanbrengen van een kanaal naar buiten voor het aanzuigen van koude lucht. De investering ligt in dezelfde orde van grootte, zodat de terugverdientijd ca. 1 jaar bedraagt.

### *Terugwinnen van persluchtcompressorwarmte*

De vrijkomende koellucht van de persluchtcompressoren kan gedurende het stookseizoen worden toegepast ten behoeve van ruimteverwarming. De te benutten warmtehoeveelheid wordt geraamd op ca. 10.000 m<sup>3</sup>/a (fl 2.800,-). De investering ten behoeve van kanalenwerk ligt in dezelfde orde van grootte, zodat de terugverdientijd ca. 1 jaar bedraagt.

### *Vollast/nullastregeling vervangen door aan/uitregeling*

Capaciteitsregelingen worden bij persluchtcompressoren toegepast omdat de vraag naar perslucht niet constant is. In veel gevallen wordt de nullast/vollast-regeling toegepast, waarbij de compressormotor gewoon doorloopt wanneer geen perslucht wordt geleverd en het elektriciteitsgebruik vaak nog 30% van het vollastgebruik bedraagt.

Een energiezuiniger oplossing biedt de aan/uit regeling, waarbij een goed gedimensioneerd drukvat (buffervat) de fluctuaties in de druk afvlakt zodat het aantal schakelingen van de motor beperkt blijft.

Uit de opgegeven draairuren blijkt dat de twee schroefcompressoren onder de huidige omstandigheden gezamenlijk 2.120 nullasturen per jaar draaien. Dit komt overeen met een nullastverbruik van ca. 50.000 kWh (fl 7.500,-), hetgeen overeenkomt met de jaarlijkse besparing bij toepassing van een aan/uitregeling.

Voor wat betreft de investering moet rekening worden gehouden met een extra persluchtvat en een aanpassing van de compressorregeling (totaal ca. fl 15.000,-). De terugverdientijd bedraagt dan 2 jaar.

### *Verlagen van de werkdruk*

In veel gevallen vindt bij het apparaat dat de hoogste werkdruk nodig heeft nog reductie van de aangeleverde druk plaats, wat aangeeft dat verlaging van de werkdruk in het persluchtnet mogelijk is.

Met name waar perslucht wordt gebruikt voor blaasdoeleinden, is het zinvol om te kiezen voor een lage druksysteem met behulp van zogenaamde rootsblowers. Door ook aandacht te besteden aan de constructie van de blaasopeningen is een besparing op het persluchtverbruik te boeken.

### Energiezuinige verlichting

Door de voortschrijdende technieken op het gebied van lichtrendement, opbrengst en veroudering kan het geïnstalleerde lichtvermogen bij toepassing van fluorescentielampen met hoogfrequente voorschakelapparatuur en spiegeloptiekarmaturen met circa 40% dalen bij gelijkblijvende lichtsterkte op de werkplek.

De investering wordt ondersteunt door de EIA-regeling en door een éénmalige bijdrage van het Regionaal Energiebedrijf van fl 25,-- per armatuur.

Energiezuinige verlichting is haalbaar bij vervanging van armaturen.

Bij de nieuw te bouwen HPT-afdeling dient deze besparingsoptie te worden meegenomen, eventueel in combinatie met een daglichtafhankelijke regeling.

### Hoogrendements elektromotoren

Standaard elektromotoren hebben al een hoog rendement, waardoor HR-exemplaren dan ook maar een paar procent minder energie verbruiken. De aanschafprijs van HR-motoren ligt veelal een factor 1,5 tot 2x hoger dan van standaard motoren. Toch is de meerinvestering snel terugverdiend omdat de aanschafprijs van een elektromotor namelijk maar 1 á 2 % van de energiekosten bedraagt, uitgaande van een levensduur van ca. 10 jaar.

De energie-investeringsaftrek (EIA-regeling) en de vrije afschrijvingsregeling (VA-mil) zijn van toepassing. Om daarvoor in aanmerking te komen moeten asynchrone motoren <50 kWe een rendement halen van ten minste 92% (motoren van 50 tot 100 kWe: 94%).

Het rendement van een standaardmotor is ongeveer constant bij een lagere belasting en neemt af wanneer de belasting daalt tot minder dan de helft van het nominale vermogen. Bij de HR-motor is het rendement hoger wanneer de belasting afneemt en blijft hoog, zelfs als de belasting terugloopt tot een kwart van het nominale vermogen.

De aanschaf dient te worden overwogen bij vervanging van elektromotoren en bij aanschaf van nieuwe apparatuur, zoals in de nieuw te bouwen HPT-afdeling, waar een aantal motoren met grote vermogens zullen worden opgesteld.

### Toerenregelbare aandrijving

Door de ontwikkeling van de vermogenselektronika zijn regelbare aandrijvingen op basis van frequentieregeling al snel rendabel, temeer omdat voor dit soort energiebesparende investeringen aanzienlijke subsidies worden verstrekt.

Boven de 15 kWe geïnstalleerd vermogen wordt via het energiebedrijf in het kader van de Stimad (Energie-efficiënte Aandrijftechniek frequentieregelaars) fl 100,-/kW subsidie verstrekt. Middels de EIA-regeling (Energie Investerings Aftrek) die loopt via Senter is, afhankelijk van het investeringsbedrag, nog eens een percentage van 40 - 52% aftrekbaar van de inkomsten- of vennootschapsbelasting.

Momenteel zijn de aandrijfmotoren van de verfvaten reeds voorzien van een traploze toerenregeling middels een frequentieregelaar.

Met name de aandrijving van de kalk- en looivaten, die op verschillende toerentallen worden bedreven, maar ook de aandrijving van één bronpomp en de aandrijving van hamermolens (4x) en nautamengers (2x) van de nieuw te bouwen Proteïnefabriek (HPT), komen voor frequentieregeling in aanmerking. Ten aanzien van de toekomstige bedrijfsvoering komt ca. 750 kW geïnstalleerd elektrisch vermogen voor toerenregeling in aanmerking. Het gemiddelde motorvermogen bedraagt ca. 50 kW (investeringskosten: ca. fl 15.000,-/50 kW exclusief subsidies; ca. fl 5.000,-/50 kW inclusief subsidies). De jaarlijkse besparing, op basis van 2.000 bedrijfsuren, zal naar verwachting 30% bedragen (= fl 4.500,-/50 kW). De terugverdientijd bedraagt derhalve ca. 1 jaar.

### Koudevoorziening

Voor de nieuw te bouwen Proteïnefabriek is een koude-installatie voorzien, waarvan het elektrisch geïnstalleerde vermogen ca. 80 kW zal gaan bedragen. Deze installatie dient voor de koeling van halffabrikaat. Dagelijks dient ca. 20 ton product te worden gekoeld bij een temperatuur van 4 °C.

Met het oog op energiebesparing dienen bij de aanschaf van de koude-installatie een aantal aandachtspunten in ogenschouw te worden genomen.

Het energieverbruik voor koelen kan dalen door beperking van de koudevraag, bijvoorbeeld door goede isolatie en door deuropeningen zoveel mogelijk gesloten te houden. Daarnaast is een efficiënte inzet van apparatuur vereist, die begint met een optimaal systeemontwerp: een zo hoog mogelijke verdampingstemperatuur, een zo laag mogelijke condensortemperatuur en een optimale regeling.

### *Keuze koudemiddel*

Toepassing van chloor-fluorkoolwaterstoffen (bijvoorbeeld freon -R22-) in koude-installaties zal uit milieu-overwegingen (aantasting ozonlaag) in de nabije toekomst steeds meer onder druk komen te staan. Een alternatief voor R22 is R404A.

Het energieverbruik van koelcompressoren is bij toepassing van R404A echter circa 16% hoger dan bij toepassing van R22.

Ten opzichte van chemische koudemiddelen blijkt het natuurlijke koudemiddel ammoniak voor veel bedrijven steeds vaker een aantrekkelijk alternatief te zijn als gevolg van de relatief geringe invloed op het milieu en het 8% gunstiger energieverbruik ten opzichte van R22. De risicofactoren voor de omgeving zijn minimaal mits aan de geldende richtlijn (CPR 13-2) wordt voldaan.

Overige aandachtspunten zijn:

### *Persgasontdooiing*

De uit de compressor tredende persgassen van koude-installatie hebben doorgaans een temperatuur van 90 - 100 °C. Deze warmte kan worden opgeslagen in een persgasboiler en worden aangewend om water of lucht te verwarmen.

Vaak wordt deze warmte gebruikt om de verdampers in de koelruimte, waarop zich in de tijd een ijslaag afzet, periodiek te ontdooien, als alternatief voor elektrische ontdooiing.

De besparing bedraagt 5 á 10% van de aandrijfenergie van de compressor.

### *Beperking deurverliezen*

Extra koelenergie is nodig voor deuropeningen, waardoor niet alleen warmte maar ook vocht in de koelruimte komt, hetgeen resulteert in ijsafzetting.

Bij ijsafzetting op de verdampers dient vaak extra te worden ontdooit, waardoor extra energietoevoer naar de koelruimte nodig is. Deurverliezen kunnen oplopen tot 10 á 30%.

Beperken van deurverliezen is mogelijk met snelsluitende deuren, lucht- en strokengordijnen, sluisen (dockshelters) en automatische deuropening en -sluiting. Door luchtgordijnen zijn reducties van het koudeverlies mogelijk van 75% en door strokengordijnen van 90%.

### *Elektronisch expansieventiel*

Toepassing van een elektronisch expansieventiel leidt tot verlaging van de condensatietemperatuur. De energiebesparing is onder meer afhankelijk van de gewenste verdampingstemperatuur, het condensortype (water en/of luchtgekoeld) en de capaciteitsregeling van de compressor.

### *Tweetoerenmotoren voor condensorventilatoren*

Toepassing van tweetoerenmotoren voor de condensorventilatoren leidt tot een besparing op het elektriciteitsverbruik omdat bij omlaagregelen van het toerental het bijbehorende condensorge-deelte aanmerkelijk effectiever is dan bij uitgeschakelde ventilator.

### *Automatische ontluchting*

Vooraf bij een verdampingsdruk kleiner dan 1 bar kan door penetratie van lucht in het koelsysteem een verslechtering optreden van de warmte-overdracht in de condensor. Door toepassing van automatische ontluchting op de condensor wordt de lucht van het koudemiddel gescheiden.



### 6.3 Warmte-/kracht koppeling

Voor een effectieve bedrijfsvoering van de W/K-installaties is het van belang dat de thermische energie gelijktijdig wordt afgenomen met de opgewekte elektrische energie.

Het aantal bedrijfsuren waarin W/K bij Hulshof effectief kan worden bedreven bedraagt 3.760 uur en is daarmee aan de lage kant.

Bovendien dreigen investeringen in kleinschalige W/K-installaties, door de snel veranderende wetgeving en liberalisering van de energiemarkt, onrendabel te worden.

Liberalisering leidt tot daling van de elektriciteitsprijs, en tevens van de daaraan gekoppelde terugleververgoedingen en de warmteprijs. Ook de speciale lagere tarieven voor WKK-gas vervallen. De gasprijs wordt capaciteitsafhankelijk gemaakt. Met name kleinschalige warmte-/kracht met een ongunstig afnamepatroon, krijgt te maken met een prijsverhoging voor gas.

Vanuit dit oogpunt wordt Warmte/Kracht onder de huidige omstandigheden bij Hulshof niet aanbevolen.

### 6.4 Energiebeheer

Energiebeheer is het volgens een vooropgezet plan beheersbaar maken van energie(kosten)-stromen, om zo met minimale energie(kosten) de bedrijfsdoelstellingen te realiseren.

Structureel energiebeheer, ook wel energiezorg genoemd, is voor bedrijven en organisaties een belangrijk middel om het energiegebruik te beheersen en een blijvende (kosten)besparing te realiseren.

Structurele energiezorg zal in een organisatie moeten worden ingebed in het reguliere management. Daarvoor moeten taken en functies op het gebied van energie een formele plaats in de organisatie krijgen.

#### *Huidige situatie*

De productiecijfers worden periodiek vastgelegd en gerapporteerd.

Een overeenkomstige werkwijze is voor het energieverbruik van belang.

Onder de huidige omstandigheden worden op wisselende tijdstippen: water- ; aardgas- en kWh meterstanden opgenomen, evenals de draaiuren van de persluchtcompressoren.

Recentelijk is het elektriciteitsnet gereviseerd, waarbij de verdeelkasten van de diverse afdelingen zijn vervangen.

In de meeste verdeelkasten zijn kWh-meters aangebracht, zodat nu per afdeling het verbruik kan worden bemeterd, te weten:

- Finishhal;
- HPT (kast 922);
- Nathuis (kast 921 en kast 926);
- Wet blue (kast 929);
- Compressoren (kast 923).

Verdeelkast 925 van de Wet blue-afdeling is nog niet van een kWh-meting voorzien.

Ook de afvalwaterzuivering en bronwaterbehandeling worden elektrisch nog niet bemeterd.

#### *Toekomstige situatie*

Met de productie-uitbreiding op locatie, zal de afdeling HPT worden verzelfstandigd. Om deze reden is het van belang om de energieverbruiken van deze afdeling separaat te bemeteren.

Elektrisch dient in een separate kWh-meting te worden voorzien. Voor het vaststellen van het verbruik aan aardgasequivalenten, dient in de stoomleiding naar de HPT-afdeling een stoommeting te worden geïnstalleerd (op basis van meetflensprincipe = genormeerde meetmethode).

Voor de overige afdelingen binnen Hulshof geldt:

Indien de spandroogkasten van direct gestookte aardgasbranders worden voorzien is in de gemeenschappelijke gasaanvoerleiding een gastelwerk te installeren.

In de stoomleiding naar de finishafdeling kan in een stoomdebietsmeting worden voorzien.

Door op deze wijze de energieverbruiken per afdeling wekelijks vast te leggen en te rapporteren ontstaat inzicht in het energieverbruik en daarmee de mogelijkheid de kosten te beïnvloeden. Indien de energieverbruiken vervolgens worden gekoppeld aan de productiecijfers, kan groepsgevoors een energieverbruik per geproduceerde kilogram product of m<sup>2</sup> product worden bepaald.

Grafische presentatie van deze gegevens, samen met de productierapporten en een kort wekelijks overleg om belangrijke afwijkingen te analyseren, zal er verder toe bijdragen bewust met energie om te gaan.

Een verdergaande stap in energiebeheer is de aanschaf van een energiemonitoringsysteem, waarmee on-line energieverbruiken kunnen worden uitgelezen.

De te installeren gastelwerken dienen met een pulsuitgang te zijn uitgerust, zodat deze op eenvoudige wijze aan een energiemonitoringsysteem kunnen worden gekoppeld.

Indien ook de productiegegevens in het monitoringsysteem worden ingevoerd, is op eenvoudige wijze het specifiek energieverbruik (energieverbruik per eenheid product) te visualiseren.

Het is ook mogelijk om elektrische piekverbruiken met behulp van een dergelijk systeem on-line te registreren.

Met deze informatie is het mogelijk om de elektrische belasting te sturen, door het verschuiven van procestijden of het afschakelen van niet relevante procesapparatuur.

Er zijn verschillende energiemonitoringsystemen op de markt, elk met hun eigen toepassingsgebied.

Novem (Nederlandse Onderneming Voor Energie en Milieu) heeft in 1997 een onderzoek laten uitvoeren naar de mogelijkheden en gebruiksvriendelijkheid van diverse monitoringsystemen (brochure: "Energie Monitoring Systemen - gereedschap voor structurele energiezorg").

Energiemonitoringsystemen vallen onder de EIA-regeling.

## 7. Energiebesparingspotentieel

In onderstaande tabel worden de energiebesparende maatregelen aangegeven die voor Hulshof, in het kader van de productie-uitbreiding, relevant zijn.

|   | onderdeel  | investering (fl)                 | besparing/jaar                      | fl/jaar   |
|---|--|----------------------------------|-------------------------------------|-----------|
| 1 | nieuwe droogspankasten direct aardgas gestookt + efficiënte droogluchtregeling                       | aanschaf nieuwe installatie      | 120.000 m <sub>0</sub> <sup>3</sup> | 34.000,-- |
| 2 | stoomheaters looihal vervangen door direct aardgasgestookte HT-stralers                              | bij vervanging                   | 3.000 m <sub>0</sub> <sup>3</sup>   | 1.000,--  |
| 3 | toepassen economiser nieuwe stoomketel met modulerende voedingwaterregeling en voedingwaterontgasser | 90.000,--<br>meerinvestering     | 80.000 m <sub>0</sub> <sup>3</sup>  | 22.000,-- |
| 4 | optimalisatie stoomsysteem   | 35.000,--                        | 100.000 m <sub>0</sub> <sup>3</sup> | 28.000,-- |
| 5 | optimalisatie persluchtsysteem   | 20.000,--                        | 130.000 kWh                         | 20.000,-- |
| 6 | toepassen energiezuinige verlichting   | bij vervanging/<br>nieuwbouw HPT |                                     |           |
| 6 | toepassen hoogrendement e-motoren  | bij vervanging/<br>nieuwbouw HPT |                                     |           |
| 7 | toepassen toerenregelbare aandrijving e-motoren  | 75.000,--<br>(incl. subsidies)   | 450.000 kWh                         | 68.000,-- |
| 8 | aanschaf efficiënte koude-installatie HPT-afdeling   | bij nieuwbouw HPT                |                                     |           |
| 9 | aanschaf energie-monitoring systeem  | in overleg nader te bepalen      | in overleg nader te bepalen         |           |