

# CHALMERS



## Energioptimering av industriellt tryckluftssystem Energy optimization of industrial compressed air system

**EXAMENSARBETE INOM MASKININGENGÖRSPROGRAMMET**

**JEANETTE ALLING  
MIKAEL ANDERSSON**

Institutionen för produkt- och produktionsutveckling  
*Avdelningen för produktionssystem*  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, 2011

# FÖRORD

Denna rapport är ett examensarbete om energioptimering av ett industriellt tryckluftssystem. Arbetet är utfört på Borealis AB i Stenungsund under 2011. Arbetet har en omfattning om 15 hp och är en avslutande del av maskiningenjörsutbildningen 180 hp på Chalmers tekniska högskola.

Vi vill först tacka Borealis AB för möjligheten att utföra vårt examensarbete på företaget. Vi vill även tacka våra handledare Stefan Andersson på Borealis AB och Torbjörn Ylipää på Chalmers, för deras goda stöd och handledning under arbetets gång, Stefan Gustavsson och Ulf Larsson på Atlas Copco för teknisk support och möjlighet att medverka i det läcksökande arbetet på Borealis.

Vidare vill vi tacka Daniel Winkler på LEAKS för support och möjligheten att medverka på tryckluftseminariet.

Göteborg, augusti 2011.

Jeanette Alling & Mikael Andersson

## SAMMANFATTNING

Inom industrin ligger idag mycket fokus på att minska kostnaderna och företagens miljöpåverkan. I många större industriella anläggningar finns idag stora energiförluster i form av läckande och föråldrade tryckluftssystem. Inom tryckluftsinstallationer finns idag avancerad teknik för energibesparing och minskad miljöpåverkan tillgänglig.

Borealis AB har energiintensiva processer och arbetar aktivt med att förbättra dess energieffektivitet. Borealis polyetenanläggning i Steungsund deltar även i det svenska "Programmet för energieffektivisering". De har i detta arbete börjat se över sitt tryckluftssystem och eventuella uppdateringsbehov och energioptimering. Arbetet beskrivet i denna rapport syftar till att utifrån en läcksökning utförd av Atlas Copco, analysera systemets status, skick, eventuella underhållsbehov och dess verkan på energiförbrukningen. Arbetet innefattar även en ekonomisk kalkyl över de föreslagna reparationernas återbetalningstid.

Resultatet av arbetet visar på värdet av att kontinuerligt kontrollera och underhålla sitt tryckluftssystem. Tryckluft är ett dyrt, energitörstigt medium att framställa och varje läcka innebär ett stort slöseri. Att kontinuerligt söka efter och täta tryckluftsläckor borde idag vara en självklarhet för ett modernt företag. En anledning till att just tryckluftssystemet ofta blir eftersatt är att läckage inte märks så tydligt. Jämför med t.e.x. olja eller vatten så lämnar dessa medium mer tydliga spår. Lite tryckluftspys i kanske en för övrigt bullrig miljö anses ofta som ett ganska litet problem i jämförelse med flottig utrustning och pölar på golvet.

Vad det gäller investeringar så är det viktigaste att hålla läckaget under kontroll. Inte förrän detta är gjort är ytterligare investering i mer energisnåla kompressorer och energiåtervinning aktuellt.

## **SUMMARY**

In the manufacturing industry today there is a lot of focus on reducing costs and environmental impact. Most large industrial plants have large energy losses through leaking obsolete compressed air systems. Now days there are technologies available for improvement in such systems.

Borealis AB has energy-intensive processes and are working actively on improving the company's energy efficiency. Borealis polyethylene plant in Stenungsund participates in a Swedish program called "Program for energy efficiency". They have through this work started to review their compressed air system and its possible needs for updates. By using leak detection work performed by Atlas Copco this thesis work intend to analyze the systems status, condition, maintenance needs and its energy efficiency. The report also includes an economic analysis of the recommended repairs payback time.

The result of this thesis work clearly shows the importance to continuously inspect and maintain a compressed air system. Compressed air is expensive and energy consuming to produce and every leak is a big waste. To continuously seek out and repair every compressed air leak should be obvious for every modern company. One of the reasons that compressed air systems often are neglected could be that leakage often is hard to notice. Compared with oil and water these medias leave more evident tracks when leaking. Some noise from an air leak often seems less serious compared to a greasy machine, equipment or even a puddle on the floor.

When it comes to investments the most important thing is to keep the leakage under control. Not until this is achieved should more investments in new compressors and other equipment come in question.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund .....	1
1.2 Syfte .....	1
1.3 Avgränsningar .....	1
1.4 Precisering av frågeställning .....	2
1.5 Rapportens disposition .....	2
2 Teoretisk referensram.....	3
2.1.1 Skruvkompressorn.....	3
2.1.2 Traditionell Kompressor .....	3
2.1.3 Varvtalsstyrd kompressor.....	3
2.1.4 Tryckreglering .....	4
2.1.5 Styrsystem .....	4
2.2 Energiförluster tryckluft.....	5
2.2.1 Läckage .....	5
2.2.2 Läcksökning .....	5
2.2.3 Tryckfall .....	6
2.2.3 Värmeåtervinning tryckluftsproduktion .....	7
2.3 Livscykelkostnad.....	8
3 Metod.....	9
4 Företagsbeskrivning .....	11
4.1 Borealis.....	11
4.2 Borealis Sverige .....	11
4.3 Krackeranläggningen .....	12
4.4 Polyetenanläggningen .....	12
4.4.1 Högtrycksanläggningen.....	12
4.4.2 Lågtrycksanläggningen .....	13
4.4.3 Borstaranläggningen.....	14
4.5 Bearbetning .....	15
4.6 Borealis miljöarbete .....	16
5 Nulägesbeskrivning .....	17
5.1 Kompressorer .....	17
5.2 Lufttorkar .....	18

5.3 Styrning .....	18
5.4 Övervakning .....	19
5.5 Energiförbrukning .....	19
6 Företagsbesök.....	21
6.1 SKF.....	21
7 Tryckluftseminarium .....	22
8 Läcksökning .....	23
9 Resultat och diskussion .....	24
10 slutsats .....	29
Referenser.....	30
Bilaga1 Läcksökningsprotokoll.....	1
Bilaga2 Sammanställning.....	17
Bilaga3 Läckagelista.....	24

# 1 INLEDNING

Inom industrin ligger idag mycket fokus på att minska kostnaderna och företagens miljöpåverkan. I många större industriella anläggningar finns idag stora energiförluster i form av läckande och föråldrade tryckluftssystem. Inom tryckluftsininstallationer finns idag avancerad teknik för energibesparing och minskad miljöpåverkan tillgänglig.

## 1.1 Bakgrund

Borealis är ett globalt företag som tillverkar polyolefiner, vilket är kemikalieresistenta plastmaterial. I Stenungsund ligger Borealis Scandinavia som är det enda företaget i Sverige som producerar polyeten vilken är en typ av polyolefiner. Anläggningen inkluderar en krackeranläggning, tre polyetenfabriker samt ett centrum för forskning och utveckling. I krackeranläggningen utvinns eten och propen. Detta slussas sedan vidare till polyetenanläggningarna där de polymeriseras till polyeten. Av polyetenet tillverkas sedan bland annat rörsystem samt plastisolering till kraft och kommunikationskablar.

Eftersom Borealis AB processer är energiintensiva arbetar de aktivt med att förbättra dess energieffektivitet. Borealis polyetenanläggning i Steungsund deltar i det svenska "Programmet för energieffektivisering". Detta är ett femårigt program som går ut på att företaget skall jobba aktivt med energifrågor och energieffektiviserande åtgärder. De har i detta arbete börjat se över sin tryckluft samt eventuella uppdateringsbehov på systemet.

## 1.2 Syfte

Projektets syfte var att utifrån en läcksökning utförd av Atlas Copco, analysera systemets status. I uppgiften ingick att delta i själva läcksökningsprocessen samt analysera de data som framkom under läcksökningen. Vidare skulle även en uppfattning skapas om hur skicket på rörsystemet var och om eventuella underhållsbehov fanns. Energiförbrukningen på tryckluftssystemet skulle även ses över. Borealis ville utifrån detta få ett antal åtgärdsförslag samt någon typ av underhållsplan för systemet.

I uppgiften ingick även att ta fram en ekonomisk kalkyl över de direkt aktuella förbättringsförslagen. Företaget ville även ha en återbetalningsplan på eventuella investeringar då Borealis har som policy att genomföra alla investeringar som betalar sig på tre år.

## 1.3 Avgränsningar

I samråd med Borealis avgränsas detta examensarbete helt från att behandla företagets vatten och ångsystem. Systemets uppbyggnad dokumenterades heller inte. Vidare ingick det inte att delta i alla tio dagar av läcksökningen, då detta inte var möjligt tidsmässigt.

## 1.4 Precisering av frågeställning

För att analysera energiförlusterna i polyetenfabrikens tryckluftssystem har vi utgått från nedan frågor.

- Hur är tryckluftsystemets skick?
- Hur stora energibesparingar ger läcktätning?
- Vad kan ny teknik så som ett smart styrsystem bidra med?
- Kan investeringsförslagen försvaras ur en rent ekonomisk synvinkel?
- Hur lång blir återbetalningstiden?

## 1.5 Rapportens disposition

För att få en överblick över uppbyggnaden av rapporten beskrivs kapitlens innehåll kortfattat nedan.

Kapitel 1. Detta kapitel redogör rapportens bakgrund, syfte och avgränsningar. De frågeställningar som jobbats efter finns även här

Kapitel 2. Här beskrivs teorin bakom rapporten.

Kapitel 3. Detta kapitel åskådliggör de metoder som använts.

Kapitel 4. Företaget Borealis beskrivs under detta kapitel.

Kapitel 5. Kapitlet redovisar nulägesanalysen på företaget

Kapitel 6. Här beskrivs utfört företagsbesök

Kapitel 7. Trycklufts seminariet som besöktes beskrivs i detta kapitel

Kapitel 8. Under detta kapitel fås en klar bild över hur läcksökningsarbetet genomfördes

Kapitel 9. I kapitlet tas slutsatser och diskussioner upp.

Kapitel 10. Här redovisas resultatet.

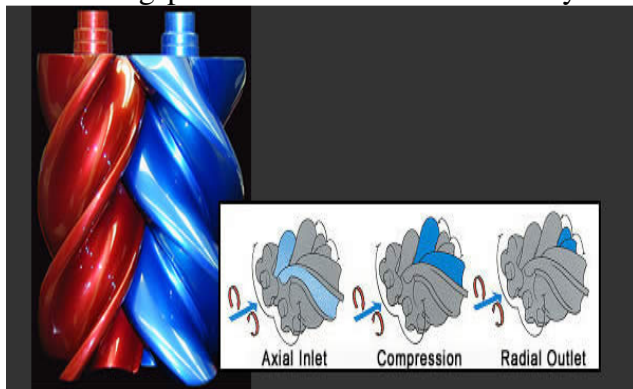


## 2 TEORETISK REFERENSRAM

För komprimering av luft och distribuering i ett tryckluftssystem finns olika metoder. Ny teknik såsom energieffektiva kompressorer och styrsystem, ger möjlighet att göra detta på ett effektivt och bra sätt.

### 2.1.1 Skruvkompressorn

Utvecklingen av skruvkompressorn initierades redan under 1930-talet. Under arbete med gasturbiner uppkom ett behov av en kompressor med hög kapacitet och med mer stabil strömning än vad dåtidens centrifugalkompressorer kunde erbjuda (1). Under 50-talet utvecklades skruvkompressorn till ett praktiskt utförande för större stationära kompressorer. Under åren förbättrades konstruktionen på flera punkter som t.ex. en helt ny rotorprofil under 60-talet som starkt förbättrade verkningsgraden. Kompressionen sker genom att luft sugas in i mellanrummet mellan de två skruvarnas gängor, och komprimeras genom att detta utrymme minskas med dess vridning (se fig.1). Skruvkompressorns kompressionsförlopp innebär inga accelerations eller retardationskrafter att övervinna, till skillnad mot kolvkompressorns. De roterande skruvarna rör varken varandra eller själva huset och detta gör att kompressionsutrymmet är befriat från inre slitage. Konstruktionen sätter dock höga krav på tillverkningsprocessen då toleranserna är mycket snäva.



Figur 1 Skruvfunktion i tryckluftskompressor (14)

### 2.1.2 Traditionell Kompressor

Den traditionella kompressorn jobbar med ett konstant varvtal och styrs genom att slås av och på utifrån systemets tryck (2). Tryckregleringen är inställd efter ett tryckband, alltså ett tillåtet max- och mintryck i systemet. Kompressorn slås då på när trycket nått sitt tillåtna minvärde och går sen över i avlastat läge när den det nått sitt max. Oftast stänger sedan en timer av motorn då kompressorn gått avlastad en bestämd tid. Detta ger att systemtrycket pendlar mellan max och min med en frekvens som beror på luftförbrukningen. Vidare innebär det också att motorn ofta går mycket tid avlastad, alltså arbetar men utan att producera luft. I kombination med en oftast äldre ineffektiv motor blir kompressorn en riktig energibov. Det finns dock styrsystem för äldre kompressorer som minimerar tiden kompressorn går avlastad.

### 2.1.3 Varvtalsstyrd kompressor

Fördelen med en varvtalsstyrd kompressor är att den kan reglera sitt arbete på ett mycket bättre sätt än den traditionella kompressorn. Varvtalet regleras genom att styrningen justerar

växelströmmens frekvens till kompressorns motor med hjälp av en frekvensomvandlare (2). Med en varvtalsstyrd kompressor utrustad med ett reglersystem kan ett mycket smalt tryckband erhållas. Styrningen kan smart justera motorns varvtal utifrån luftbehovet. Den är snabb att reglera sin luftproduktion, inte bara utifrån tryckets absolutvärde utan även dess förändringshastighet. Då luftproduktionen styrs direkt av systemets behov produceras inte mer luft än nödvändigt. Detta innebär energimässigt en effektivare process.

#### **2.1.4 Tryckreglering**

Då läckage är proportionellt mot systemtrycket är det viktigt att inte ha högre tryck än nödvändigt. En trycksänkning på t.ex. 0,3 bar, innebär en läckageminskning på 4 % (2). Detta gör att det är väldigt viktigt att ha en bra reglering av systemets tryck. Det finns två huvudgrupper av system för reglering av tryckluftproduktionen från en kompressor. Den första och mest vanliga reglertypen är av- och pålastning. Detta innebär att trycket tillåts variera inom ett visst tryckband. När högsta tillåtna tryck nås stoppas flödet helt (avlastning) och när trycket sedan når det lägst tillåtna återupptas flödet (pålastning). Tryckbandets storlek ställs in efter hur många av/pålastningscykler som är önskvärdt per tidsenhet men ligger oftast inom 0,3-1 bar. Det andra sättet är kontinuerlig kapacitetsreglering. Då justeras trycket genom att antingen styra kompressorns varvtal eller en ventil efter systemets tryckvariation. Detta ger ett smalare tryckband neråt 0,2 bar men beror på reglersystemets snabbhet.

#### **2.1.5 Styrsystem**

För att utnyttja sin kompressoranläggning på bästa sätt är ett övergripande styrsystem en god investering. Ett sådant system ger ökade möjligheter för både övervakning och styrning (2). När tryckluftsanläggningen består av mer än en kompressor blir fördelarna än mer betydande. Då kan nämligen alla kompressorer kopplas in i systemet och fås att samverka. Systemet kan då fördela drifttider och antalet starter jämt mellan kompressorerna. Ett relativt smart system kan även läsa av tryckets förändringshastighet (tidsderivata). Med dessa värden kan det framtida luftbehovet beräknas och styra kompressorerna utifrån det. Med ett sådant system i en rätt dimensionerad anläggning kan man få trycket inom 0,2 bar. Ett smart styrsystem innebär också ökade möjligheter vad det gäller övervakning se (fig 2 och 3). Man kan på kontrollpanelen avläsa t.ex tryck, temperatur och status. Om något värde närmar sig ett gränsvärde kan en varningssignal skickas ut. Man har då möjlighet att åtgärda fel innan kompressorn slås ut. Om systemet även är utrustad med ett minne kan värden loggas och underlätta felsökning vid eventuell driftsstörning. Vissa system kan även fjärrstyras från t.ex ett kontrollrum med ökade möjligheter för koninuerlig övervakning. En investering i ett centralt styrsystem innebär ett relativt enkelt sätt att modernisera även en äldre tryckluftsanläggning. Driften blir då mycket mer ekonomisk och energisnål.



Figur 2 Styrsystemsinterface (15)



Figur 3 Styrsystemsinterface (16)

## 2.2 Energiförluster tryckluft

Eftersom komprimering av tryckluft är en väldigt energikrävande process, är det viktigt att minimera förluster i ett system.

### 2.2.1 Läckage

I ett industriellt tryckluftnät är läckage på uppemot 30 % av kompressorkapaciteten ingen ovanlighet (2). I allmänhet är tryckluftanvändarna inte medvetna om vilka läckage det innebär även med relativt små hål. Med måttliga kostnader i form av underhåll och utbildning av personal är det inte svårt att minska läckaget till 5-10% och hålla det där. Med höga kostnader för elenergi ligger det ekonomiska vinster i att hålla läckaget på en ännu lägre nivå trots högre underhållskostnader. Läckage förbrukar luft kontinuerligt. Jämförs det med tryckluftsverktyg som används ca 40-60% av tiden, innebär det att en läcka med samma momentana luftförbrukning förbrukar dubbelt så mycket energi.

### 2.2.2 Läcksökning

Tryckluften ger ifrån sig ett ohörbart ultraljud när den pressas igenom exempelvis ett hål eller spricka (2). För att upptäcka dessa läckor används en läcksökare (se fig. 4). Den förvandlar ultraljudet till ett för örat hörbart ljud samt ger ett utslag på instrumentdisplayen. När sedan apparaturen vinklas och riktas åt olika håll kan själva läckans exakta position fastslås. Beroende på hur högt ljud som läcksökaren ger ifrån sig precis intill läckan kan läckans omfattning fastslås. Det som måste beaktas är att ljudet är fastslaget med hjälp av runda hål så om det exempelvis rör sig om en spricka får mätvärdena utvärderas. Vissa instrument kan mäta ultraljud i ett frekvensområde mellan 20kHz till 100kHz. För att instrumentet skall kunna användas när produktionen är igång finns ett filter som sorterar bort bakgrundsljud.



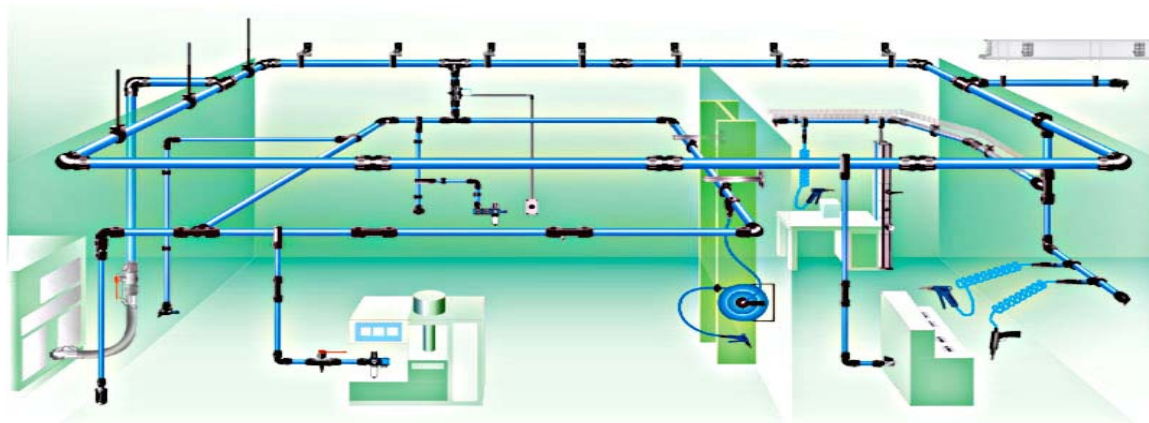
Figur 4 Läcksokningsutförande (17)

### 2.2.3 Tryckfall

Det tryck man får direkt ut från kompressorn kan som regel inte utnyttjas i hela systemet. Detta på grund av att tryckluftens transport genom ledningsnätet kräver vissa förluster som resulterar i tryckfall (2). Förlusterna utgörs främst av friktionsförluster i rören men även i strypningar och omkastning av strömningsriktning i ventiler och rörkrökar mm. Tryckfallet i en rak ledning kan beräknas enligt formeln.

$$\Delta p = 1,6 \cdot 10^{12} \cdot \frac{q_v^{1,85} \cdot l}{d^5 \cdot p_1}$$

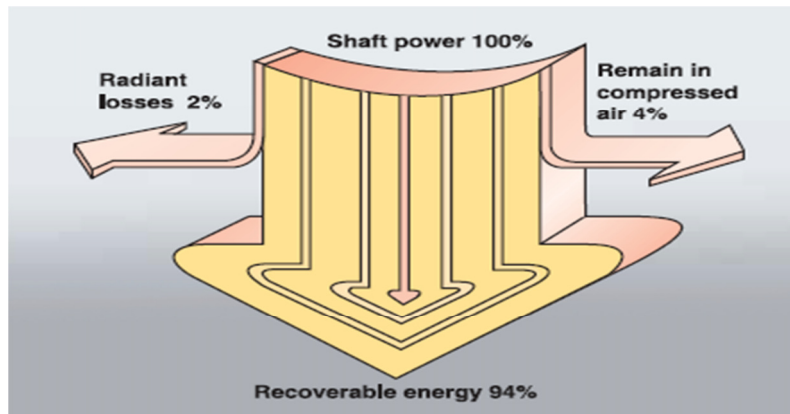
För att minimera tryckfall är det viktigt att man vid dimensionering av rörnätet, har med en ökning av luftförbrukningen i beräkningarna. Rörledningarna bör dimensioneras så att tryckfallet aldrig överstiger 10 kPa från kompressorn till något förbrukningsställe. Vad det gäller rörsystemets dragning är bästa lösningen en så kallad ringledning, placerad kring ytan där luften förbrukas (se fig. 5). På detta sätt får man en jämnare tryckluftförsörjning då luften leds till förbrukningsplatsen från två håll.



Figur 5 Ringledning (18)

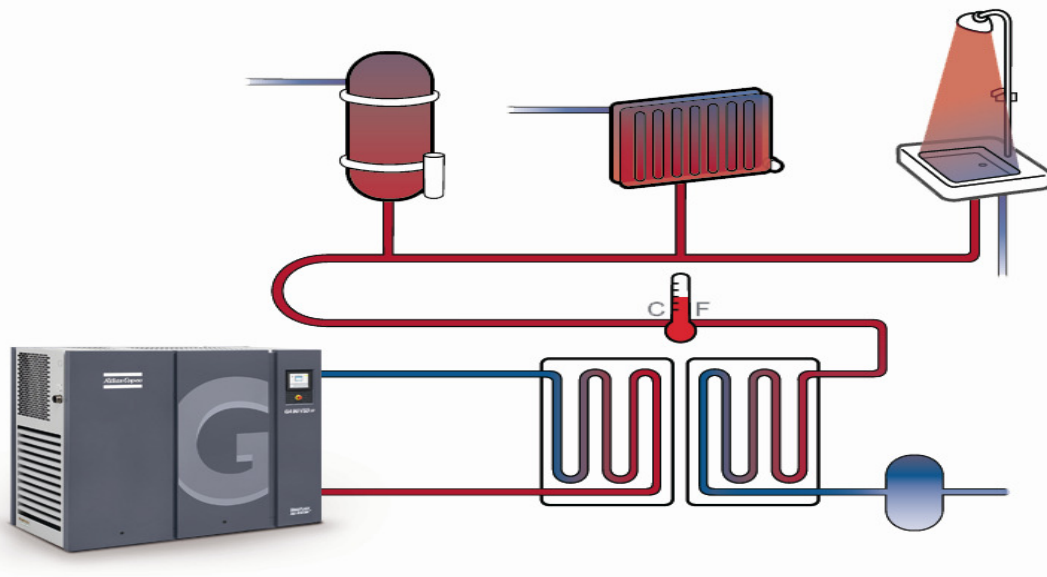
## 2.2.3 Värmeåtervinning tryckluftproduktion

Komprimering av tryckluft med en kompressor är en process med låg verkningsgrad (se fig. 6). Så lite som 4 % av tillförd energi stannar kvar i den komprimerade luften (2). Den stora merparten av energin går istället ut som värme ifrån processen. I ett traditionellt tryckluftssystem är detta värme som helt enkelt kyls bort.



Figur 6 Energifördelning Tryckluftproduktion (2)

Genom att installera modern teknik kan man idag utnyttja denna värme för t.ex. uppvärmning av varmvatten, lokaler, eller processer (se fig. 7). Detta ger en mycket högre utnyttjandegrad av processens energitillförsel. Den ökade energieffektiviteten innebär i sin tur, förutom rena ekonomiska fördelar även mindre miljöpåverkan.



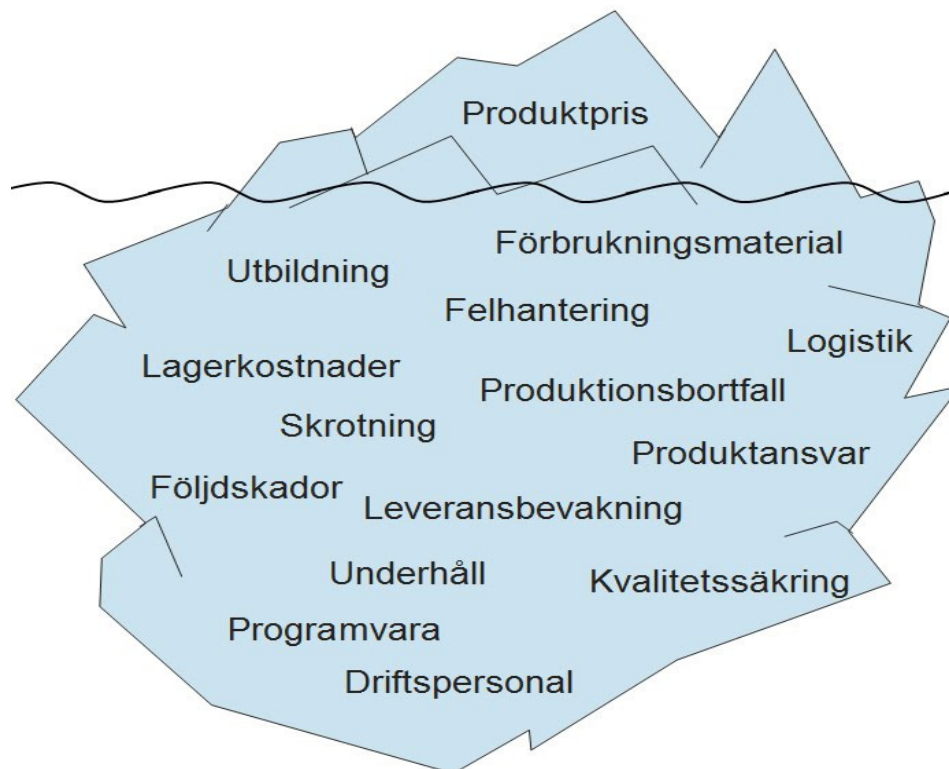
Figur 7 Energiåtervinning (2)

## 2.3 Livscykelkostnad

De energikostnader en produkt har under sin livstid är nästan alltid en större del i totala kostnader än vad själva grundinvesteringen är. Därför är det minst lika viktigt att titta på vilken produkt som har lägst energikostnader och är billigast i underhåll som att se vilken som är billigast i inköp. Lättaste sättet att göra detta på är att utföra en livscykelkostnadsanalys (LCC-analys). En LCC-analys är en sammanställning av en produkts totala kostnader under hela dess livslängd. Med andra ord alla kostnader kring produkten fram till dess den tas ur bruk (se fig. 8).

Under genomförandet av en LCC- analys tar man fram investerings-, underhålls- och energikostnader för produkten under hela dess livslängd (4). Eftersom energi- och underhållskostnader är mer flytande kostnader förenklas dessa genom att anta att de blir lika stora varje år. Vidare uppskattar man en produkts livslängd och med hjälp av nuvärdesfaktorn räknas sedan energi- och underhållskostnaderna om till dagens pengavärde. Alla kostnader kan sedan jämföras med varandra. Det som måste beaktas när kostnader räknas om bakåt i tiden är bland annat rådande energipris, inflation, kalkylränta, låneränta.

Då olika investeringsalternativ skall jämföras kan antingen deras LCC-värden eller antalet år det krävs för att investeringen ska betala sig jämföras. Vid användning av båda dessa metoder räknas skillnaden i kostnad under utrustningens livslänga ut och ofta förenklas genom att beaktas under ett år. Fördelarna med LCC är att man tar hänsyn till alla kostnader dvs. för investering, drift och underhåll under investeringens hela livslängd. För att sedan kunna jämföra de olika utrustningsalternativen räknas den totala livscykelkostnaden ut (6).



Figur 8 Produktpriset av en vara är bara toppen av isberget (9)

### 3 METOD

Informationskällorna i arbetet innefattar bl.a. leverantörer av utrustning och underhåll, Borealis underhållschef, drifts- och energiingenjörer. Informationsutbytet har skett löpande under arbetets gång i form av e-post korrespondens, telefonkontakt och möten. Under mötena har semistrukturerad intervjuteknik använts. Semistrukturerad intervjuteknik är en mix mellan den strukturerade och den ostrukturerade intervjutekniken (7) (8). Den minst strukturerade kan även kallas för öppen intervju och i denna intervju kan respondenten helt fritt svara på frågor vilket kan leda till följdfrågor som även de kan resoneras fritt om. I den mer styrda intervjun är upplägget att skriva väl formulerade frågor som ger tydliga svar på just det intervjuaren vill ha svar på. Den mest styrda av de strukturerade intervjuerna är enkätundersökningar. De frågor som behandlats under intervjuerna är Borealis tryckluftssystem vad det gäller skick, teknik och möjliga förbättringsåtgärder.

I uppstarten av examensarbetet kontaktades Atlas Copco som skulle genomföra läcksökningen. Ett möte på ca en timme hölls med två representanter från Atlas tillsammans med handledaren från Chalmers. Under detta möte presenterade Atlas sin läcksökningsteknik, utrustning samt eventuella lösningar för energioptimering. Under resterande del av mötet gick även igenom hur läckor på tryckluftssystem kan uppstå och att det många gånger kan vara svårt att upptäcka. Vidare togs även kompressorteknik och övervakningssystem upp. Under mötets gång fanns det möjligheter att ställa frågor som styrde samtalen mot detta arbetes frågeställningar som finns under punkt 1.4.

Som ett nästa steg hölls ett studiebesök med tillhörande möte på SKF i Göteborg. SKF har utfört åtgärder inom energioptimering liknande de Borealis har i åtanke. Mötet förbereddes genom att via mail informera driftschefen om de frågeställningar intressanta för examensarbetet. Besöket inleddes med en presentation kring tidigare ställda frågeställningar på ca 30 min av driftchefen. Efter detta hölls en semistrukturerad intervju där resterande relevanta frågor ställdes. Mer detaljer om resultatet från detta studiebesök kan läsas om i kapitel 6.1. Efter mötet genomfördes en kort rundtur på området där kompressorer och tryckluftssystem gick igenom.

Borealis tryckluftsystems uppbyggnads presenterades på plats utav dels företagets underhållschef samt driftingenjör. Under en två timmars rundvandring på anläggningen med underhållschefen erhöles en övergripande bild om hur tryckluftssystemet ser ut. Kompressorläggningen samt luftens distribueringsystem inspekterades. Senare genomfördes en intervju med driftingenjören där systemet diskuterades mer i detalj. Under intervjun tillhandahölls en nulägesrapport angående kompressorerna och tryckluftssystemet. Dessutom diskuterades Borealis kompressorteknik samt hur dessa arbetar ihop och hur systemet övervakas. Vidare under arbetets gång gavs möjlighet till löpande information om uppbyggnaden genom besiktningrundor med anläggningens servicepersonal.

Datainsamling kring energiförluster skedde bl.a. genom läcksökningsarbete. En utförlig läcksökning utfördes under 10 dagar, tillsammans med Atlas Copco. Den innefattade hela tryckluftssystemet. Rör, kopplingar och pneumatisk utrustning undersöktes med hjälp av läcksökare. Varje enskild läcka dokumenterades sedan i ett protokoll, se bilaga 1, utifrån läckagenivå, placering och berörd utrustning.

Tryckluftssystemets skick bedömdes även det utifrån genomgången med underhållschefen. Bedömning av skicket på luftens distribueringsystem och dess utrustning gjordes med hjälp

av tidigare beskriven läcksökning. Ytterligare bedömning gjordes under besiktningrundor tillsammans med företagets servicepersonal och genomgångar på efterföljande möten.

För att få en kompletterande informationskälla kring läcksökning och energioptimering kontaktades LMS-Nordic. Detta företag är specialiserat på läcksökning och energioptimering och har tidigare utfört läcksökning på Borealis anläggning. Även här erbjöds och genomfördes ett besök med tillhörande semistrukturerad intervju om ca en timme.

Efter kontakt med LMS-Nordic gavs möjligheten att under en helg delta i LMS tryckluftseminarium i Örebro. Information om tryckluftsprodukter så som kopplingar, slangar, slangklämmor och blåspistoler presenterades av representant från CEJN AB. Under denna presentation framkom att väsentliga besparingar är möjliga genom att undvika slangklämmor, sänka systemtrycket samt att använda högprestanda kopplingar. Med dessa åtgärder minskas läckaget. Ingersoll Rand representerade kompressortillverkarna och höll ett föredrag om hur kompressorer kan bidra i arbetet med energieffektivisering. Representant från pneumatikföretaget SMC pratade om hur energi kan sparas genom korrekt uppbyggnad av det pneumatiska systemet. Detta innefattar placering av pneumatisk utrustning och användning av tryckregulatorer mm. Vidare erhöles också information från Bureau Veritas om ISO:s energiledningssystem. Mycket bra information erhöles också från LMS själva kring läcksökning och tryckluftsläckages kostnad. Mellan och efter föredragen gavs tillfälle för ostrukturerade intervjuer med de andra deltagande företagen på seminariet om deras arbete kring energioptimering.

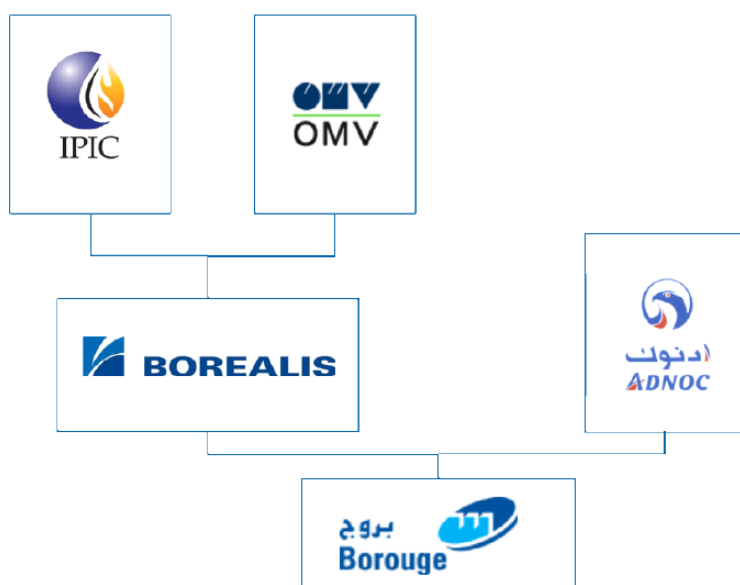
Allmän fakta kring arbetet söktes upp i diverse litteratur och internetsidor relevant i respektive fall. Detta innefattade tryckluftssystem, kompressorteknik, energioptimering och ekonomi. Möjlig energioptimering utvärderades utifrån anläggningens nuvarande teknik och tillgänglig teknik från olika leverantörer. Informationen från tidigare nämnda studiebesök analyserades. I denna analys utvärderades de utförda åtgärdernas möjliga förbättringar på Borealis vad det gäller energiutnyttjande. Ovanstående analyser sammanställdes sedan i ett antal rekommendationer för Borealis fortsatta arbete i frågan.



## 4 FÖRETAGSBESKRIVNING

### 4.1 Borealis

Borealis är en ledande leverantör i Europa av polyolefiner, vilket är kemikalieresistenta plastmaterial. Företaget grundades 1994 genom en sammanslutning av norska Statoil och finska Nester (3). Då företaget var en förening mellan två nordiska bolag fick det namnet Borealis som just betyder nordlig. År 1997 sålde Nester sin del till lika andelar till International Petroleum Investment Company (IPIC) och Österreichische Mineralölverwaltung (OMV) som är ett av Österrikes största börsnoterade industriföretag. År 2005 sålde även Statoil sin del i företaget till IPIC (39 %) och OMV (11 %). Så från 2005 ser ägarstrukturen i företaget ut enligt nedanstående bild.



Figur 9 Ägarstrukturen i Borealis (3)

### 4.2 Borealis Sverige

Borealis Scandinavia har sin produktionsverksamhet i Stenungssund och är det enda företaget i Sverige som framställer polyeten. Anläggningen omfattas av en krackeranläggning och tre polyetenfabriker. Där finns även ett centrum för forskning och utveckling. Av propan, etan, butan och nafta utvinns i krackeranläggningen eten och propen. Krackeranläggningen har en kapacitet på 620 000 ton om året (3). Etenet slussas sedan vidare till polyetenanläggningens hög- och lågtrycksfabriker och polymeriseras till polyeten. Deras huvudsakliga produkter är rörsystem och plastisolering av kraft och kommunikationskablar. De tillverkar även fordonsdelar, medicinsk utrustning och avancerade förpackningar. Borealis förser sina kunder med specialplaster till några av världens största projekt, inom olja, energi och vattendistribuering. Råvarorna till företagets produktion levereras med båt till Stenungssunds hamn. Hamnen tar emot över 500 leveranser per år vilket gör det till en av Sveriges största industrihamnar

### 4.3 Krackeranläggningen

Krackning är en process där man bryter ner stora kolvätemolekyler till mindre mer omättade molekyler (5). Med omättade menas att molekylerna får en eller flera dubbelbindningar.

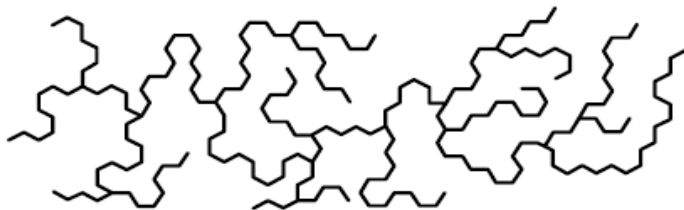
Krackeranläggningen i Stenungssund består av nio stycken parallella krackerugnar. Gasen leds genom en ugn via en lång rörledning och flera stycken brännare hettar upp gasen till ca 800°C. Det är värmen som gör att molekylerna separeras genom att bindningarna bryts. Detta är en komplicerad process och det är svårt att få kolkedjorna att separera lagom mycket så att det ämne som önskas utvinns. Det ämne som i flesta fall eftersträvas är eten. Det som styr krackningsprocessen är värme, tryck och tid. Ett problem som kan uppstå i ugnen är att de färdigkrackade ämnena reagerar med varandra och återigen bildar långa kedjor. Efter att gasen varit i krackerugnen kyls den ner till -100 grader i flera steg och vätgas och metangas skiljs åt från resterande gas. Vidare så tvättas gasen, komprimeras och tvättas igen för att få bort rester av oönskade ämnen. När gasen är färdig transporteras den vidare i anläggningen.

### 4.4 Polyetenanläggningen

Polyeten är en plast som består av kedjor av kol och väte (5). Polyeten bildas vid polymerisation då dubbelbindningen i etenmolekylen släpper och ger molekylerna möjlighet reagera med en annan etenmolekyl som i sin tur reagerar med en annan osv. Det finns två huvudtyper av polyeten vilket är lågdensitets-(LD-PE) och högdensitetspolyeten(HD-PE).

#### 4.4.1 Högtrycksanläggningen

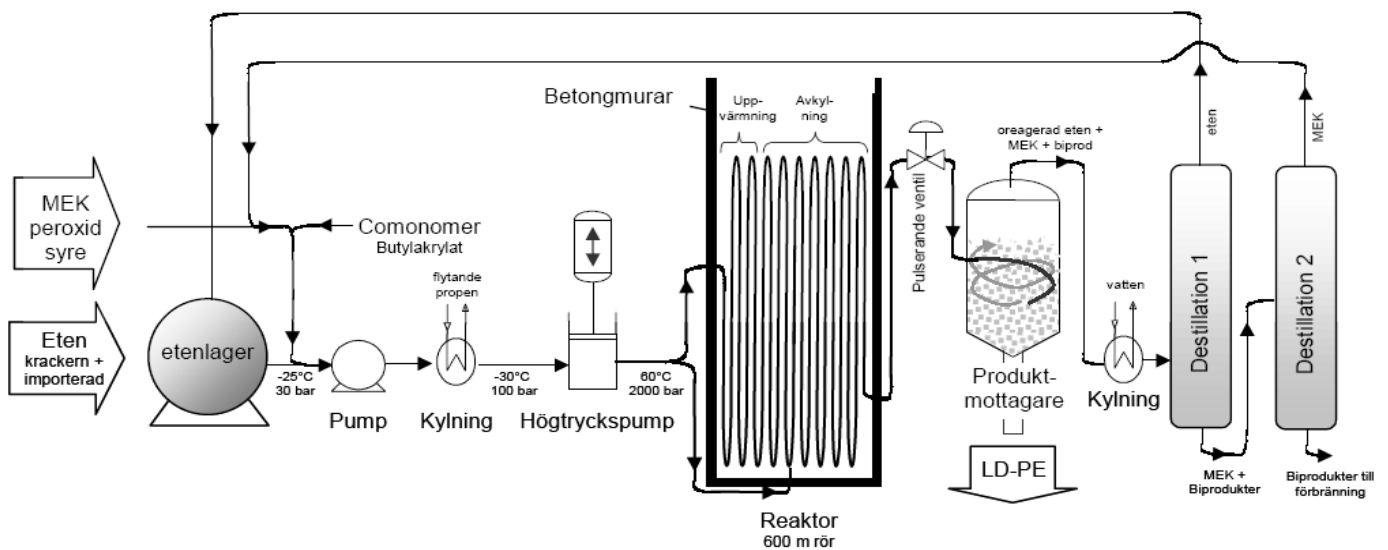
I Borealis högtrycksanläggning tillverkas LD-PE. Polymerisationen sker slumpartat utan katalysator vilket gör att polyetenkedjorna förgrenar sig mycket och inte har någon direkt huvudkedja (5). Detta gör i sin tur att polymererna inte packas så tätt vilket resulterar i låg densitet (se fig.10).



Figur 10 En förgrenad lågdensitetspolyeten kedja utan direkt huvudkedja (5)

För att sätta igång processen tillsätts en mycket liten del syre som är en peroxid. Peroxid är en fri radikal, en molekyl som inte har ett fullt yttersta elektronskal vilket gör att den gärna reagerar med andra ämnen. Dessa två ämnen bildar tillsammans etenperoxid. Tillsätts för mycket syre kan reaktionen rusa iväg okontrollerat och polyetenet klyvs till vatten och koldioxid. Då syret och etenet behöver värme för att reagera med varandra tillsätts en annan peroxid som sätter igång processen vilket gör att det bildas värme. Till processen tillsätts även Metyl-Etyl-Keton(MEK) vilket är dels ett slags lösningsmedel som avbryter kedjebildningen men även en reaktant som startar ny polymerisation. Blir kedjorna för långa blir plasten för hård att bearbeta. För att etenet ska kunna bilda polymerer krävs det mycket stora tryck. I anläggningen höjs trycket på gasen till 2000 bar i tre steg. Detta tryck kan jämföras med ett vattentryck nere på 22 000 meters djup vilket är lika långt ner i havet som berget Kebnekaise

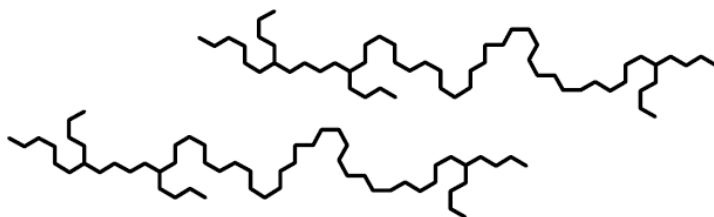
är högt. Etenet som har temperaturen 60°C förs sedan in i reaktorn och en viss andel polymeriseras till polyeten. Detta sker genom att gasen först värms upp för att snabbt kylas. Varje reaktor har 600 meter långa rör där gaser transporteras igenom på mindre än en minut. Det är viktigt att kylningen fungerar bra så att inte polymererna krackas sönder igen. Processen gör att ca 20 % av etenet polymeras. Detta är en bra mängd så att polyetenet inte fastnar på rörväggarna och skapar proppar). Propparna i sin tur gör att temperaturen stiger och polyetenet krackas igen. Det färdiga polyetenet samlas i en produktmottagare där eten som ej reagerat och MEK destilleras två gånger för att sedan returneras tillbaka in i processen. Figuren nedan illustrerar hela processen.



Figur 11 Översiktsbild över Borealis högtrycksanläggning (5)

#### 4.4.2 Lågtrycksanläggningen

I lågtrycksfabriken produceras högdensitetspolyeten. Med hjälp av en katalysator sammankopplas etenmolekylerna på ett mer ordnat sätt än lågdensitetspolyetenet (5). Kedjan får en huvudkedja där sidogrenar kan skapas med hjälp av att olika tillsatsgaser blandas i (se fig.12). Mängden av tillsatsgaser styr hur långa sidogrenarna blir. Ju kortare grenar desto högre densitet på grund av att kedjorna kan packas tätare.

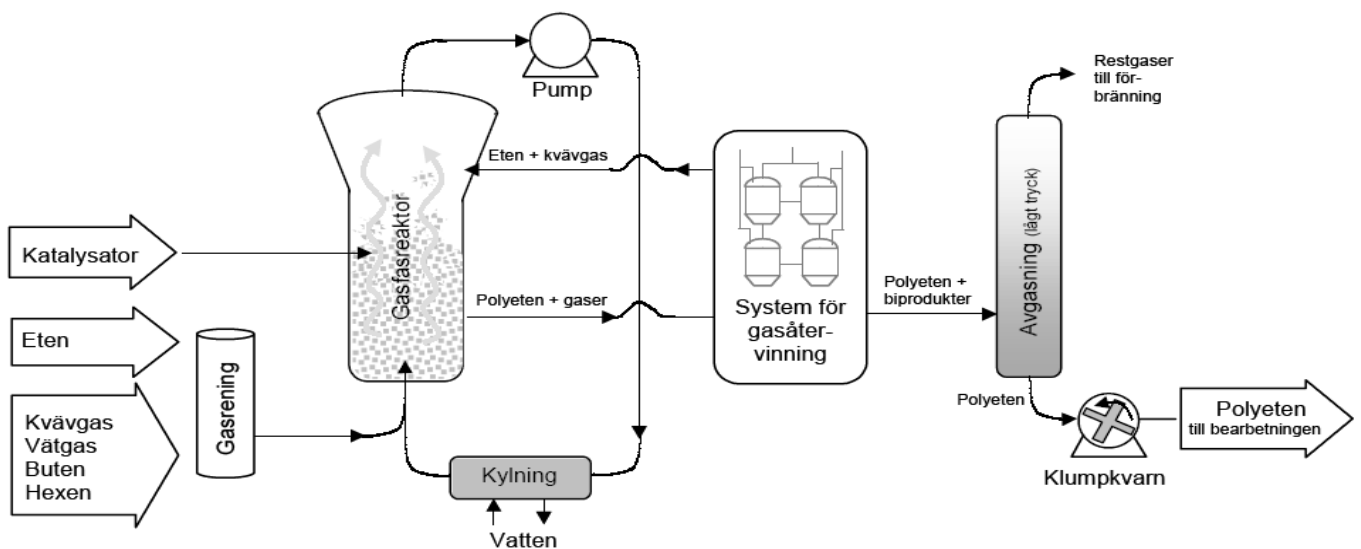


Figur 12 Högdensitetspolyetenkedjan har en huvudkedja med sidogrenar (5)

Innan gasen transporteras in i katalysatorn måste den renas ordentligt. Detta på grund av att katalysatorn är mycket känslig och kommer förstöras annars. När etenet kommer in i reaktorn

späds det ut med 50 % kvävgas för att polymerisationen ska gå lagom fort. Det tillsätts även vätgas som kan avbryta processen så att rätt längd på kedjorna uppnås. Vidare tillsätts buten och hexen som bidrar till att sidogrenarna skapas. Etenet polymeriseras i reaktorn med ett maxtryck på 21 bar och en maxtemperatur på 110°C. Reaktorn är trattformad och gasen som inte reagerar försvinner ut ur toppen där den kyls och förs in i reaktorn igen.

Polyetenpartiklarna däremot stannar kvar i reaktorn och när det blivit tillräckligt med polyeten så töms en viss del ut. Allt töms dock inte ut eftersom det fungerar som bärare av katalysatorn även kallat fluff. Reaktorn töms ungefär varannan minut. Vid tömningen är det oundvikligt att inte få med gaser ut så för att få tillbaka så mycket som möjligt till processen finns ett system för gasåtervinning. Detta system består av trycktankar som töms i en viss ordning. De gaser som finns kvar spolas bort med hjälp av kvävgas och förbränns. Det färdiga polyetenet går via en klumpkvarn till bearbetningen som går till på samma sätt som för lågtryckspolyetenet. Processen visas i nedanstående figur.

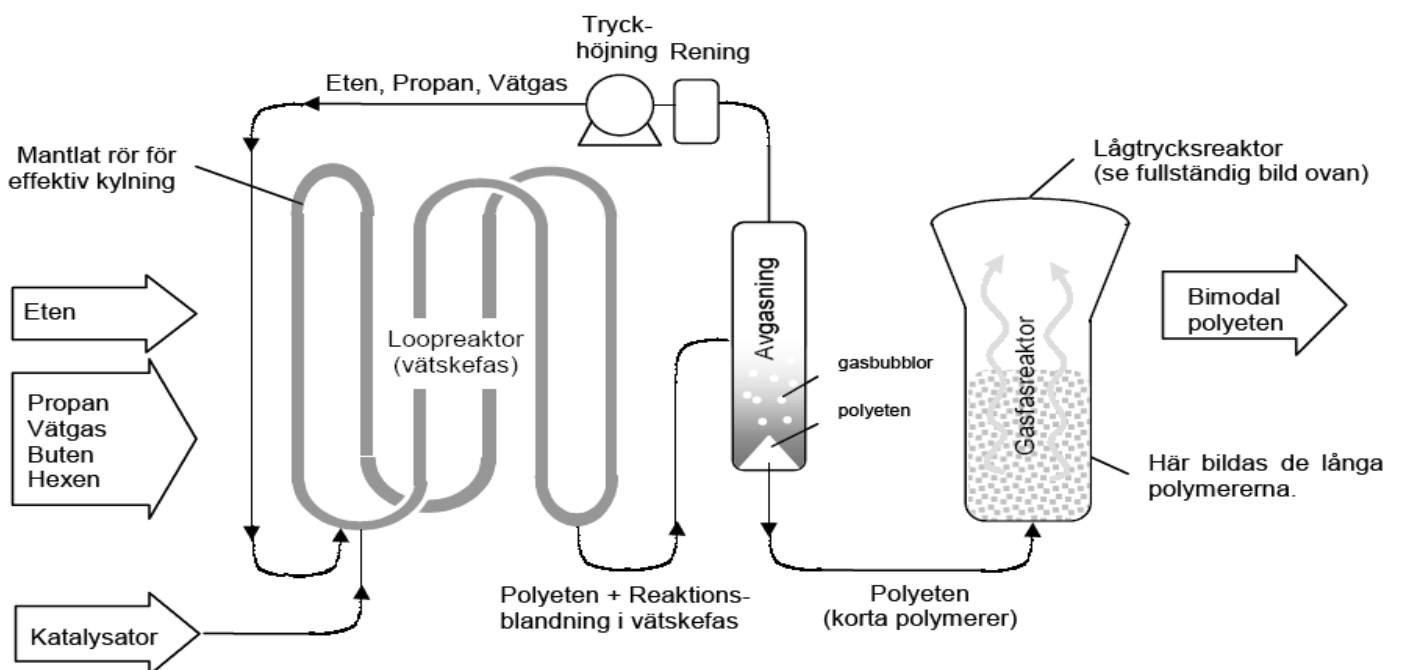


Figur 13 Översiktbild över Borealis lågtrycksanläggning (5)

#### 4.4.3 Borstارانläggningen

För att kunna få en plast som är både stark och lätt att bearbeta krävs det både korta och långa polymerer (5). Det krävs dessutom att dessa polymerer blandas på molekylnivå. De långa bidrar till styrkan medan de korta fungerar som smörjmedel. De kedjor däremellan alltså de mellanstore polymererna fungerar mest som utfyllnad. Den polyeten som tillverkas i högtrycks- och lågtrycksanläggningen består till största delen av medellånga polymerer. I borstارانläggningen tillverkas både långa och korta polymerer som sätts samman på molekylnivå. Den här polyeten kallas för bimodal polyeten och är bra att använda vid tillverkning av rör som ska ha en större diameter och tåla höga tryck som t.ex. sjökabel. I borstارانläggningen delas processen upp i två steg. I första steget bildas de korta polymererna som är i vätskefas i en loopreaktor. Detta sker genom att reaktionsblandningen tillsammans med katalysator får cirkulera runt i loopen under ett tryck på ca 65 bar och en temperatur på max 90 grader. Efter som detta sker i vätskefas är det lättare att kyla vilket gör

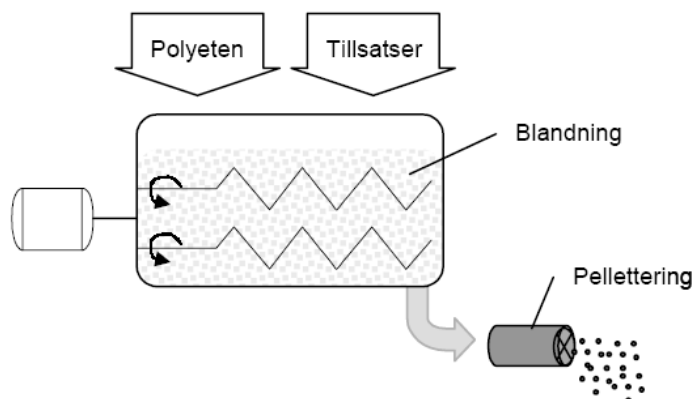
att det inte bildas massa klumpar. För att kedjorna ska bli korta och oigenade tillsätts vätgas och beroende på egenskaper som önskas tillsätts buten och hexen. Med jämna mellanrum tappas reaktionsblandningen av och eten, propan och vätgas separeras från katalysatorkornen. På katalysatorkornen sitter de korta polymererna kvar. Gaserna som inte reagerat skickas tillbaka in i loopreaktorn igen medans katalysatorkornen skickas in i gasreaktorn. I gasfasreaktorn sker det andra steget i gasfas. Detta sker vid ett tryck på 20 bar och en temperatur på 90 grader. I reaktorn tillsätts en hög halt med buten eller hexen vilket gör att vissa av de befintliga polymererna börjar växa och förgrena sig. Det finns två skillnader ifrån lågtrycksanläggningens gasfasreaktor. Den ena är att den matas med en katalysator som redan har en påbörjad polymerisation. Den andra är att propan har tillsatts vilken måste återvinnas i ett särskilt returigassteg. Processen i borstaranläggningen kan följas i figuren nedan.



Figur 14 Översiktsbild över Borealis borstaranläggning (5)

## 4.5 Bearbetning

All polyeten transporteras efter tillverkningen till bearbetningsanläggningen där tillsatsämnen blandas i vilket illustreras i nedan figur. Tillsatsämnena gör att plastens egenskaper förändras (5). Plasten gnids mot väggar och blad i en blandare och smälts genom friktion. Detta gör att degen blandas utan problem. Efter detta extruderas polyetenplasten genom en skiva med massa småhål. Denna process fungerar som en köttkvarn med skillnaden att plasten kapas av med en snabbt roterande kniv till småpellets.



Figur 15 Polyeten och tillsatser blandas i bearbetningsanläggningen (5).

## 4.6 Borealis miljöarbete

Miljöarbete ingår i en av Borealis värderingar (3). Det handlar om att företaget ska vara ansvarsfull, dvs. att de produkter som tillverkas är resurseffektiva för att minska miljöpåverkan. Företaget har valt att koncentrera sig på fyra fokusområden.

Att minska kolväteutsläppen från anläggningen till luften är ett område. Detta sker i första hand genom att täta läckor för ”många bäckar små gör en å”.

En så stor anläggning som Borealis är drar en hel del energi. Företaget arbetar kontinuerligt med att försöka energieffektivisera sin produktion samt att ta tillvara på den egna energin. Polyetenanläggningen deltar i ”Programmet för energieffektivisering” (PFE) vilket är ett femårigt program för energiintensiva industriföretag. Programmet går ut på att företaget ska jobba aktivt med energifrågor samt energieffektiviserande åtgärder.

Företagen försöker minimera produktionsavfall och sortera. Engångsförpackningar har i många fall bytts ut mot returförpackningar. Det finns 26 miljöstationer runt om på anläggningen där personal sorterar. Farligt avfall har ett högt energiinnehåll och den delen som inte ger energi till de stora ugnarna inom den energikrävande cementindustrin tas omhand på ett säkert och fackmässigt sätt.

Villkorsgränsen för buller ligger på 50 dB (A). Enheten dB (A) är en storhet som beskriver upplevd ljudstyrka. Borealis jobbar med att minska bullret genom att ljudisolera rör och bygga in maskiner.

## 5 NULÄGESBESKRIVNING

Borealis anläggning i Stenungsund har ett omfattande tryckluftsystem. Luften komprimeras av flera kompressorer och fördelas sedan ut på anläggningen uppdelat i service- och instrumentluft. Instrumentluften används till instrument, motorventiler och annan känslig utrustning. Serviceluften används vid arbetsstationer och maskiner för att driva bl.a driva tryckluftswerktyg och blåsmunstycken. Instrumentluften prioriteras i systemet och då trycket understiger en gräns satt till 6 bar stängs serviceluften med hjälp av motordrivna ventiler. Utöver detta finns ett omfattande separat luftsystem för transport av pellets genom anläggningen som ej berörs i denna rapport.

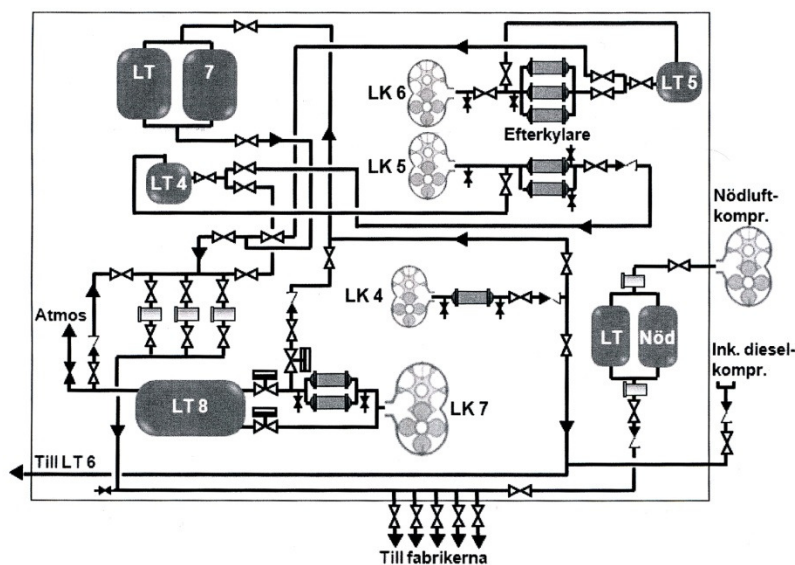
### 5.1 Kompressorer

Tryckluften levereras från en luftcentral innehållande fyra kompressorer numrerade 4-7 (se fig.18). Ytterligare en kompressor av märket Kaeser står placerad på anläggningen i en flyttbar container. Denna kompressor ställdes dit för att täcka det ökade luftbehovet då Borealis öppnade en ny anläggning 2009. Utöver dessa kompressorer finns en dieseldriven nödluftkompressor placerad utanför luftcentralen. Nödluftskompressorn startar automatiskt vid strömavbrott eller om trycket understiger 6 bar.

#### Kompressorernas kapacitet:

Luftkompressor 4	29 Nm <sup>3</sup> /min
Luftkompressor 5	35 Nm <sup>3</sup> /min
Luftkompressor 6	35 Nm <sup>3</sup> /min
Luftkompressor 7	60 Nm <sup>3</sup> /min
Kaeser	25 Nm <sup>3</sup> /min
Nödluftkompressor	42 Nm <sup>3</sup> /min

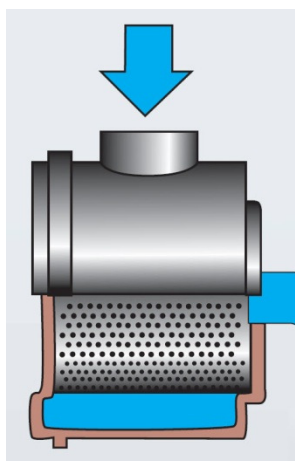
(Nm<sup>3</sup> är en enhet kallad normalkubik och beskriver en kubikmeter luft vid normalt atmosfärstryck och ca 20°C)



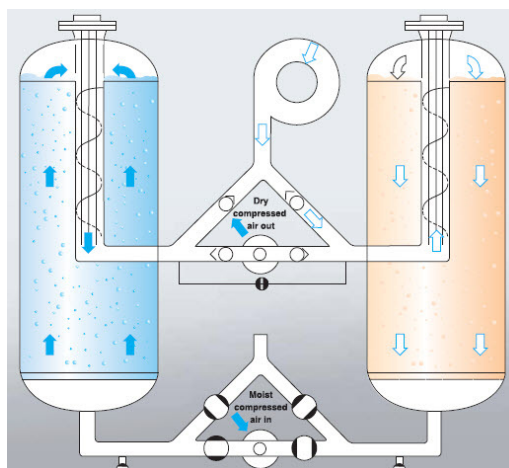
Figur 16 kompressoranläggningen (19)

## 5.2 Lufttorkar

Torkning av systemets tryckluft sker med absorptionsmetoden. Två typer av torkar är representerade på anläggningen . Tork 6 och 7 har två torn vilka växlas mellan torkning och regenerering (se fig. 18). Tork 4, 5 och 8 däremot har en roterande trumma där 75 % av trummans yta används för torkning medans resterande 25 % regenereras (se fig.17). Efter varje tork mäts daggpunkten som normalt ligger på ca  $-30^{\circ}\text{C}$ .



Figur 17 trummtork (2)

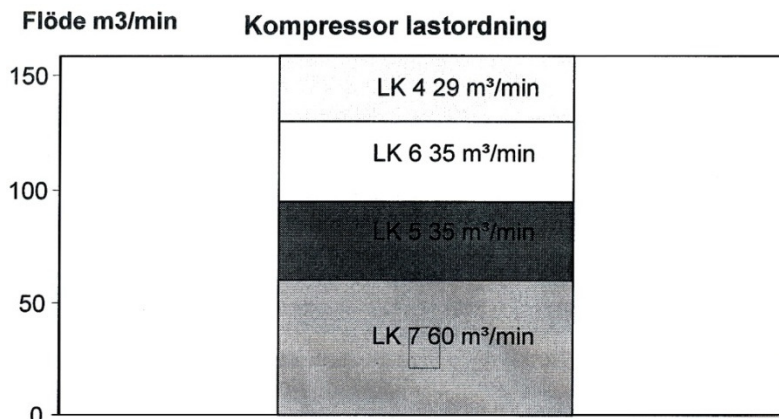


Figur 18 tvåtornstork (2)

## 5.3 Styrning

Luftförbrukningen mäts ej utan uppskattas utifrån kompressorernas kapacitet och deras drifttid. Detta görs månadsvis då driftstider avläses på kompressorernas ställverk och journalförs. Kompressorerna lastar av och på i kaskad vilket innebär att de styrs i olika tryckband (se fig. 19). LK4 är den kompressor som ligger med högst tryckband och är den som normalt styr trycket genom på och avlastning. Övriga kompressorer går normalt pålastade.

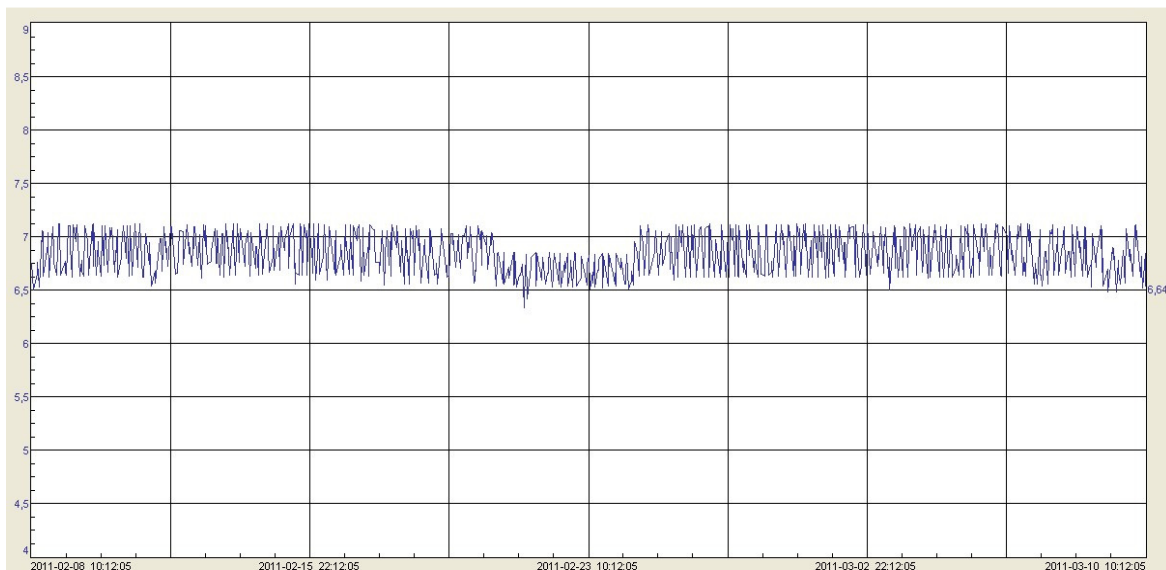




Figur 19 Lastordning kompressorer (19)

## 5.4 Övervakning

Trycket ut på stamnätet mäts och övervakas i Borealis övervakningssystem. Där kan man utläsa ett varierande tryck som normalt pendlar mellan ca 6,6–7,1 Bar (se fig.20). Detta är det enda mätvärde som övervakas kontinuerligt, och då är det trycket direkt ut från kompressorcentralen som mäts.



Figur 20 Loggad tryckvariation Borealis tryckluftsystem

## 5.5 Energiförbrukning

Elförbrukningen för varje kompressor läses också av månadsvis. Denna divideras sedan med den beräknade luftproduktionen för att få fram energiförbrukning per volymenhet luft. Utifrån denna beräkning fås en genomsnittlig energiförbrukning om ca 0,12 kwh per Nm<sup>3</sup>. Detta får anses som ett godkänt värde då kompressortillverkares riktvärde för energiförbrukning på en modern kompressor ligger mellan 0,10–0,11 kwh/Nm<sup>3</sup>. Även om energiförbrukningen får anses som godkänd, så skulle en sänkning av denna på en så pass stor anläggning ge

betydande energibesparingar. Det är också ett genomsnittligt värde och tittar man på t.ex. kompressor 4 separat fås betydligt sämre värden. Orsaken verkar vara det faktum att just denna kompressor går mycket av sin tid obelastad.

## 6 FÖRETAGSBESÖK

### 6.1 SKF

Vi fick genom det läcksökande företaget en kontakt hos en av deras kunder SKF. Detta företags anläggning i Göteborg är i storleksordning jämförbart med Borealis och de har utfört mycket åtgärder för energibesparing och energiåtervinning.

Sedan 4 år tillbaka utför de med hjälp av ett utomstående företag en årlig läcksökning med tillhörande läcktätning. Några analyser kring ekonomin i detta har inte gjorts men det har minskat luftförbrukningen markant. Mentaliteten på företaget är helt enkelt den att läckaget ska vara minimalt och ”läcker det så tätar vi”.

Då modifiering av luftsystem inte har krav vad det gäller yrkeskompetens som till exempel el, är det fritt fram för vem som helst att utföra förändringar i systemet. Detta gjorde tidigare att anställdas tryckluftsinstallationer när till exempel ny utrustning skulle kopplas in, inte var fackmannamässigt gjorda. Detta innebar ofta onödiga tryckfall och läckage. Följden blev då att systemtrycket inte räckte till och det blev tvunget att skruva upp trycket till en onödigt hög nivå.

Men med utbildning av servicetekniker och operatörer kom de till rätta med problemet. Detta var enligt företaget en mycket viktig del i arbetet med förlusterna i systemet. Utbildningen innebar förutom kunskap i tryckluftsystem, även en förståelse för de energiförluster som kan förekomma. Vad det gäller trycknivån i systemet så fastställdes den genom att systematiskt sänka trycket tills problem uppstod i anläggningen, sedan höjdes trycket till en nivå som gav lite säkerhetsmarginal.

Några egentliga mått på luftförbrukningen före och efter åtgärderna är svåra att sammanställa, då det har skett kontinuerliga förändringar i systemet och variationer i produktionen. Men det som bör nämnas är att luftförbrukningen är idag lägre trots ett större system och ökad produktion. En grov uppskattning från driftschefen är att besparingar på uppåt 30% har uppnåtts.

En annan del av den utförda energioptimeringen är energiåtervinningen av värmen från luftkomprimeringen. Alla SKF:s kompressorers kylsystem är idag kopplade till ett värmeväxlarsystem som förser anläggningen med varmvatten. Detta ger årligen energi för uppvärmning av vatten på 2-3 GWh och står för ca 5 % av anläggningens totala varmvattensbehov.

## 7 TRYCKLUFTSEMINARIUM

Genom kontakt med läcksökningsföretaget LMS-Nordic fick vi möjlighet att delta i ett seminarium med inriktning mot tryckluft och energibesparing. Seminariet innehöll genomgångar från diverse företag i tryckluftsbranschen. På plats förutom LMS-Nordic själva fanns kompressortillverkaren Ingersoll-Rand och pneumatikföretaget SMC. Cejn som tillverkar tryckluftsprodukter som t.ex. snabbkopplingar och slang medverkade också. För att ge information om ISO:s energiledningsystem fanns Bureau Veritas på plats.

Seminariet gav även möjlighet till diskussion med andra deltagare om deras företags syn på tryckluft och energioptimering. Det gav även en mer djupgående bild över möjligheterna till energibesparing. Detta på grund av att specialister på sina respektive områden fanns på plats och fokuserade på just sitt område.

Den röda tråden energioptimering fanns med i alla områden och behandlade allt från kompressorer och pneumatikutrustning ner till blåsmunstycken och snabbkopplingar. Uppenbart var att energioptimering är väldigt komplext då varje anläggning är unik. En bedömning och prioritering måste göras över förlusterna i varje specifik anläggning.

Klart blev att som ett första steg borde fokus ligga på att se över distribuering och tryckluftsanvändningen i sin anläggning. Detta innefattar läckage, onödiga blåsapplikationer och för högt tryck för respektive utrustning. Läckage hittas ofta i utrustning såsom kopplingar, regulatorer, ventiler, pneumatiska verktyg och slangar. Blåsapplikationer är något som bör undvikas i högsta grad om alternativ finns. Ett för högt tryck kan åtgärdas med regulatorer installerade före berörd utrustning. Ett lokalt behov av ett högre tryck till någon specifik utrustning kan lösas med hjälp av en booster. Om möjligt ger avstängning av delsystem som inte är i drift stora besparingar. En möjlighet är att installera elektriskt styrda ventiler som kan implementeras i styrsystem. Detta bör följas upp med utbildning av berörd personal för att öka medvetenheten om läckage och dess kostnader.

Ofta ligger fokus från företag på stora dyra kompressorer och avancerade styrsystem. Effekten brukar då oftast bara bli en optimering av slöseriet och en överdimensionerad kompressoranläggning. Energiåtgången per producerad luftmängd går då ner men med lika stora förluster som tidigare. Börjar man istället med att minimera förluster och se över sitt verkliga luftbehov leder detta till att en korrekt dimensionering av anläggningen blir möjlig. Kanske räcker den gamla kompressorn då till och en onödig investering undviks.

När förlusterna minimerats och anläggningen anpassats kan det först då bli aktuellt att effektivisera sin kompressoranläggning. För att fastställa erforderligt systemtryck vid kompressorn bör en utförlig bedömning av systemet göras. Det som då tas i beaktande är tryckbehov i pneumatisk utrustning samt eventuellt tryckfall i systemet. Utifrån denna nivå är det lämpligt att höja trycket en aning för att erhålla lite säkerhetsmarginal. Med modern kompressorteknik och styrsystem, kan sedan kring det fastställda systemtrycket, ett smalt tryckband med små variationer erhållas.

Installation av övervakande mätutrustning gällande tryck och flöde på strategiska punkter, ger sedan en bra uppföljning av luftbehov och systemets skick. Ett exempel kan vara att luftflödet ökar utan att systemet byggts ut. I detta fall kan läckage misstänkas. Det ger också möjlighet att utvärdera luftbehovet för olika delar i en större anläggning.

## 8 LÄCKSÖKNING

Läcksökningsarbetet inleddes med en genomgång och planering tillsammans med involverade parter i det praktiska utförandet. Detta inkluderade förutom oss själva representanter från Borealis och det läcksökande företaget. I planen ingick en uppdelning av anläggningen i olika områden samt en preliminär tidsplan. Anläggningen innefattar EX-klassade områden där användning av elektronisk utrustning är mycket begränsad om ens tillåten. På grund av detta gick även igenom områden där speciella tillstånd behövs.

Den praktiska delen av läcksökningen utfördes med ett ultraljudsinstrument (se fig.21). Detta instrument kalibrerades om inför varje delområde. Orsaken till detta är att minimera bakgrundsljudens inverkan på mätresultatet. En mätning görs då av områdets bakomliggande ljudnivå och ställs sedan in som en dämpning på instrumentet. Först görs en sökning för att hitta själva läckorna. Där prioriteras områden så som kopplingar och utrustning då det sällan läcker längs själva rören. Sedan läggs fokus på enskilda läckor som scannas noggrannare från olika vinklar för att hitta ett så korrekt mätvärde som möjligt. Vidare görs en godtycklig bedömning av mätvärdet rent fysiskt genom att utan instrument lyssna och känna med handen efter luftströmmar.



Figur 21 Utförande läcksökning Borealis

Dokumentationen sker på så vis att läckan märks på plats med en skylt innehållande ett id-nummer, mätvärdet och dämpningsnivå (se fig. 22 ). Då läckorna sitter på svåråtkomliga ställen skrivs även ett uppskattat avstånd mellan mätinstrument och läcka upp. Vidare noteras på separat lista mer detaljerade uppgifter. Detta innefattar läckans placering i området och typ av utrustning som läcker.



Figur 22 Läckagemarkeringsskylt

## 9 RESULTAT OCH DISKUSSION

Efter avslutad läcksökning sammanställdes resultatet i en tabell (se bilaga2) av det läcksökande företaget. I denna sammanfattning fanns värden för läckagevolym och kostnad. Dessa värden är framtagna genom att mata in de uppmätta ljudnivåerna i en av Atlas Copcos utarbetade formler (11). Efter detta gjordes en rundvandring tillsammans med personal från Borealis servicepartner. Under genomgången noterades reservdelsbehov och tidsåtgång för reparation(se bilaga2). Resultatet vad det gäller tidsåtgång fördes sedan in i tidigare nämnda tabell, och en tabell gjordes över reservdelsbehovet. Dessa tabeller kompletterades sedan med uppskattade reservdelspriser ifrån utvald leverantör (13) och en timkostnad specificerad av Borealis. I denna tabell redovisades också vilka läckor som missats att tätas från tidigare läcksökningar. Dessa markerades med texten leak seak. Ett utdrag av denna tabell redovisas nedan

Tabell 1 Utdrag ur slutgiltig sammanställning av läckor

ID	Position	Ni vå	Läckage m <sup>3</sup> /min	Årlig kostnad för läckage kr/år	LEAK SEAK	Föreslagen åtgärd	Personaltimmar	Personalkostnad 420 kr/h	Kostnad reservdel
<b>Bearb - Pex 152-153 Mag.1-2</b>									
1	152 Spikpistol anslutn.Handtag BV	65	0,08736	3815,88		Byte koppling och nippel	1	420	265
2	Vågrum NIPPEL Manöverdon	58	0,03402	1485,99		Byte manöverdon	2	840	2500
5	Luftvinden Fläktrum	62	0,05586	2439,96		Byte av luftvinda ??	2	840	2700
6	Luftcylindervågor Fläktrums vår	72	0,17976	7851,92		Byte koppling ev hela cylindern	1	420	170
1	Filmislagare Regulator Söder N.	60	0,03486	1522,68		Byte regulator ??	1	420	635
1	Filmislagare Borstar ÖVRE	47	0,0273	1192,46		Byte luftdon ??	1	420	2500
2	9 Unionkappl Linje 105	64	0,07686	3357,24		Byte unionskoppling	1	420	502
3	0 Manöverdon Trycksändare 1	63	0,06636	2898,60		Byte manöverdon ??	2	840	2500
3	1 Manöverdon Trycksändare 3	65	0,08736	3815,88		Byte manöverdon ??	2	840	2500
3	2 Ventil slurry Tank 1	24	0,01386	605,40		Byte ventil	1	420	951
3	3 Filter Regulator Mag 2	55	0,03192	1394,27		Byte filterregulator	1	420	1620
	<b>Sa.</b>		<b>0,69552</b>	<b>30380,31</b>			<b>15</b>	<b>6300</b>	<b>16843</b>

<b>Bearbetning HT</b>									
3	5 Kvalitetskväve KW 130732-5 DON 10 6 (Kväve)	38	0,02226	972,32		Byte manöverdon/nippel	2	840	2595
3	6 Kvävgas Ledn. 106 (kväve)	35	0,02058	898,93		Byte spindel	1	420	1200
3	8 Instrumentledn. 2vån L 105 Tanksida	47	0,0273	1192,46		Lagning av rörskarv	16	6720	965
3	9 Förtork T 103 3vån	44	0,02562	1119,08		Inne i förtork ?? ( packning??)	1	420	200
4	0 Luftrenare 3vån 103	25	0,0147	642,10	LEAK SEAK	Flänsförband	6	2520	1200
4	1 Luftledn 3vån vägg	30	0,01764	770,52	LEAK SEAK	Byte rör ??	16	6720	965
4	2 Serviceluftledn. 104	42	0,02436	1064,04		Byte unionskoppling	1	420	502

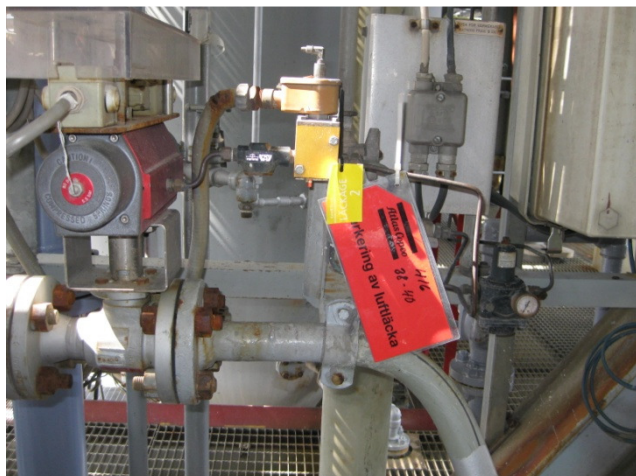
Resultat från genomgången blev bristfälligt då resurserna var begränsade vad det gällde tillgänglig personal. Den största bristen låg i att Borealis personal från läcksökningen ej fanns tillgänglig. Dokumentationen av läckornas position var ofta baserad på aktuell personals egna namn på anläggningens delområden (se bilaga 1). Då dessa namn ej är gemensamt fastställda var det svårt att hitta alla läckor trots att flertalet anställda rådfrågades. Ytterligare har många skyltar blivit förstörda eller borttryckta. Laminerade skyltar saknades i början av arbetet vilket innebar att läcksökningen fick påbörjas inomhus med vanliga pappersskyltar. Dessa pappersskyltar visade sig ej tåla den tuffa miljön som finns på anläggningen även inomhus och blev förstörda. Troligen har Borealis personal även gjort egna bedömningar av läckors existens. Att utan tillräcklig utrustning och kunskap ifrågasätta läcksökning utförd av experter, visar på bristfällig intern kommunikation. Ytterligare ett tecken på detta är att flera läckor blivit reparerade på eget bevåg. Detta visar också på vikten av utbildad personal som nämnts i kapitel 6 och 7. Som en följd av dessa brister kunde endast ca en tredjedel av läckorna följas upp.

Effekten av dessa brister hade dock kunnat minimeras om läcksökningsföretaget haft en noggrannare dokumentation (se bilaga3). Dokumenteringen bör innehålla fotografier av läckan, mer exakt position, reservdel samt en uppskattad reparationstid. En orsak till den bristfälliga dokumentationen kan bero på att företaget enbart har läcksökningen som en bisyssla. Deras huvudsakliga verksamhet är försäljning och service av kompressorer och styrsystem. Konkurrerande företag inriktade på läcksökning erbjuder en mer heltäckande lösning där utförligare dokumentation ingår (Ref Leeks Daniel Winkler). En ytterligare brist är att personalen utför läcksökningen på olika sätt. Under läcksökningen var två olika läcksökare inblandade. Den första visade på större erfarenhet och gjorde en rimlighetsbedömning av instrumentvärdena. Den mer oerfarna förlitade sig mer på utrustningen som ibland gav orimliga värden. Instrumentet visade vid flera tillfällen på stora läckage som vid närmare undersökning varken kändes eller hördes. Vid efterföljande kompletteringsrunda hittades ytterligare tecken på bristande erfarenhet. En mycket stor skyltad läcka från en tidigare läcksökning hade helt missats och stod och läckte för fullt (se fig.23).



*Figur 23 Gammal läcka*

Vad det gäller Borealis kan man tydligt se att de tidigare nedprioriterat tryckluftssystemet. Bland annat fann vi flera skyltade läckage från en tidigare läcksökning som fortfarande stod och läckte (se fig.24). Dessa läckor rödmärktes i dokumentationen med LEAK SEAK (se tab.1). Ytterligare läckage blev synligt då det regnade och det faktiskt bubblade ur marken. När vi påpekade detta var det något de var väl medvetna om men som på något vis ramlat mellan stolarna.



Figur 24 Gammal läcka

Den totala reparationskostnaden kunde sedan summeras i tabeller (se tabell 2 och 3). Kostnaden för reparation användes sedan mot årlig kostnad för läckage för att räkna ut återbetalningstid enligt formel (se tabell). Uträkningar gällande ekonomisk hållbarhet kring reparation av tryckluftsläckage gav ett tydligt resultat. Borealis krav på en återbetalningstid på under tre år uppfylls med stor marginal. Återbetalningstiden trots att vi räknat med marginal på både reservdelar och arbetstimmar landade på endast 39 veckor.

$$\frac{\text{reparationskostnad}}{\text{årlig läckagekostnad}} \times 52\text{veckor} = \text{återbetalningstid i veckor}$$

Tabell 2 Slutsummor

SLUTSUMMOR		
Mantid	Arbetskostnad	Materialkostnad
196 h	82 320 kr	110 933 kr

Tabell 3 Slutresultat

SLUTRESULTAT	
Läckage	5,87 m <sup>3</sup> /min
Årlig kostnad på grund av läckage	256 490 kr
Reparationskostnad	193 253 kr
Återbetalningstid	39 Veckor



Under arbetets gång har vi kommit till insikt om att en uppdatering av kompressoranläggningen bör skjutas på framtiden. Detta på grund av att det är av stor vikt att kompressorer är anpassade efter anläggningens tryckluftsbehov. Det är i nuläget oklart vilken nivå luftbehovet hamnar på efter läckagetätning. Varför detta är viktigt är att om man t.ex. väljer en modern frekvensstyrd skruvkompressor (se kapitel 2) är den enligt Atlas Copco energimässigt optimerad i ett visst varvtalsområde (12). Om kompressorn måste jobba under eller över detta område försämras energieffektiviteten drastiskt.

Vid eventuell senare uppdatering av anläggningen bör en fullständig livscykelanalys på tänkta investeringar göras (se kapitel 2). Vad det gäller energiåtervinning av tryckluftsproduktion som på SKF (se kapitel 2 & 6) är detta i nuläget av lägsta prioritet för Borealis. Anledningen till detta är att Borealis har processer med mycket högre energiförluster som t.ex. ånga vid högt tryck som borde återvinnas i första hand.

Efter en utförd läckagereparation är det av stor vikt att anläggningens tryckluftsbehov kartläggs. Enligt oss är en bra lösning strategiskt utplacerade flödesmätare. Om dessa även integreras med det befintliga övervakningssystemet kan tryckluftsåtgången övervakas och loggas kontinuerligt. Detta skulle leda till flera möjligheter. Förutom en mer exakt genomsnittlig förbrukning kan även trender och olika områdens luftbehov övervakas. Bättre analyser av systemets skick blir även möjliga då t.ex. ökad förbrukning kan tyda på läckage. Loggning av luftförbrukningens variationer kan användas för att utvärdera behovet av ett eventuellt styrsystem.

Om det i framtiden blir aktuellt med utbyggnad eller ombyggnad av anläggningen och dess tryckluftsförsörjning, bör utformningen ske med minimering av tryckfall i beaktande (se kapitel 2).

Under våra besök på Borealis har vi sett ett klart behov av utbildning vad det gäller tryckluft. Tryckluftsläckage har en låg prioritet och insikt saknas i hur mycket tryckluftsläckage egentligen kostar. Brister i utförandet av reparationer som innefattar tryckluft är tydligt då utrustning som repareras ofta har mer läckage. Viss nonchalans verkar även finnas bland anläggningens personal. Denna insikt baserar vi på att enkelt åtgärdade tydliga läckage inte åtgärdats t.ex. trasiga tryckluftshandtag som står och blåser högljutt. Viktiga punkter vi rekommenderar att ha med i ett utbildningsmaterial är:

- Utrustning som ofta läcker
- Korrekt beräkning av tryckluftens totalkostnad
- Kostnad för läckage
- Arbetstryckets påverkan på läckage (sänkt tryck medför mindre läckage)
- Samband mellan flöde och tryck
- Verkningsgrad
- Besparingsåtgärder
- Byta eller reparera
- Vad kostar det om man väntar med att täta
- Vad händer när man tätar

Inom industrin ligger idag mycket fokus på att minska kostnaderna och företagens miljöpåverkan. I många större industriella anläggningar finns idag stora energiförluster i form av läckande och föråldrade tryckluftssystem. Många företag har börjat få upp ögonen för just tryckluft som den energibehov det kan vara. Kompression av luft har för det första en extremt dålig verkningsgrad. Läckage är ofta inte lätt att upptäcka då det inte syns och ljudet dränks ofta av annat maskinbuller. Även när de upptäcks så nonchaleras läckorna ofta då det inte är någon giftig gas eller vätska som bildar pölar på golvet. Dålig insikt i vad tryckluft kostar innebär att den ofta används slösaktigt med t.ex. blåapplikationer för kylning. Reparationer är ofta temporära, snabba lösningar såsom ett par varv eltejp runt en läcka. En orsak är att det ej krävs någon behörighet för servicearbete vad det gäller tryckluft. Många gånger väljs också det billigaste alternativet vad det gäller utrustning. En vanlig trädgårdsslang och slangklämma används ofta istället för en anpassad slang och koppling. I detta fall svullnar slangen pga. det höga trycket och skavs sönder mot slangklämman. Läckagetätning nedprioriteras ofta då det vanligtvis inte har någon direkt påverkan på produktionen. Men inte desto mindre ett stort slöseri både ekonomiskt och energimässigt.

## 10 SLUTSATS

Resultatet visar på värdet av att kontinuerligt kontrollera och underhålla sitt tryckluftssystem. Tryckluft är ett dyrt, energitörstigt medium att framställa och varje läcka innebär ett stort slöseri. Att kontinuerligt söka efter och tätta tryckluftsläckor borde idag vara en självklarhet för ett modernt företag. En anledning till att just tryckluftssystemet ofta blir eftersatt är att läckage inte märks så tydligt. Jämför med t.e.x. olja eller vatten så lämnar dessa medium mer tydliga spår. Lite tryckluftspys i kanske en för övrigt bullrig miljö anses ofta som ett ganska litet problem i jämförelse med flottig utrustning och pölar på golvet.

Vad det gäller investeringar så är det viktigaste att hålla läckaget under kontroll. Inte förrän detta är gjort är ytterligare investering i mer energisnåla kompressorer och energiåtervinning aktuellt.

Efter analys av resultatet i denna rapport har följande rekommendationer formulerats i form av ett antal punkter.

- Utföra årliga läcksökningar med efterföljande reparationer.
- Hårdare krav på dokumentation och utförande eller anlita företag med läcksökning som huvudsyssla.
- Investera i ett smart styrsystem.
- Implementera övervakning av luftförbrukning.
- Utbildning av personal.
- Läcker det så täta!!!!

## Referenser

1. Atlas Copco (1973): Tryckluftshandboken, 4de upplagan, Nacka: Atlas Copco svenska försäljnings AB
2. Atlas Copco (2010): Compressed air manual, 7<sup>th</sup> edition, Wilrijk Belgium: Atlas Copco Air Power NV
3. Borealis (2011) <http://www.borealisgroup.com> (2011-03-24)
4. Bångens, L.(2010) Räkna för livet: Handbok för livscykelkostnad (LCC), 2a upplagan, Stockholm: UFOS och Sveriges kommuner och Landsting
5. Kemikalielärarnas resurscentrum (uå) <http://www.krc.su.se> (2011-03-24)
6. Statens energimyndighet (uå) <http://www.energimyndigheten.se> (2011-02-24)
7. Kylén, J-A. (2004) Att få svar: intervju enkät observation. Stockholm: Bonnier Utbildning.
8. Lantz, A. (2007) Intervjumetodik. 2a upplagan. Lund: Annika Lantz och Studentlitteratur.
9. Bogspot (2011) <http://inkopsideer.blogspot.com> (2011-03-26)
10. Bgsu (ua) [http://www.bgsu.edu/departments/greal/llc/germanwq/Germ670\\_AYASalzburg/task2.html](http://www.bgsu.edu/departments/greal/llc/germanwq/Germ670_AYASalzburg/task2.html) (2011-03-26)
11. Möte med Atlas Copco (februari -2011)
12. Möte med Leaks (februari-2011)
13. Ahlsell (2011) <http://www.ahlsell.se>(2011-08-11)
14. [www.tryckluftservice.se](http://www.tryckluftservice.se) (2011-03-06)
15. [www.atlascopco.se](http://www.atlascopco.se) (2011-03-28)
16. [www.kaeser.se](http://www.kaeser.se) (2011-03-16)
17. Precisions teknik AB [www.ptnordic.se](http://www.ptnordic.se) (2011-04-07)
18. Rogers Machinery Company, Inc, [www.rogers-machinery.com](http://www.rogers-machinery.com) (2011-03-16)
19. Borealis (2011) Luftsystem vid Åc, Utgåva2 (2011-01-20)

14/4

10 Rb-5

ID:	POSITION: R1604	NIVÅ:	AVSTÅND:	DB:
1	<del>78</del> Koppling blåsmonstykke Collincktr.	42	1m	50
2	<del>79</del> Koppling monstykke Collin 1604	32	1m	50
3	UPPRULLING: 77-8 Luftkoppling	43	1m	50
4	Regulator fræsning opprulling 77-8	48	1m	40
5	Motorventil Luftcylinder Somas	38	1m	50
6	Motorventil Luftcylinder V90.1	36	1m	50
7	Luftkoppling L.601 slangvinda	35	1m	50
8	Slangvind OMRØRE:	48	1m	40
9	VACUUMBUCK Transport R 801: block	42	1m	30
10	Filler Malma R 801: 1	53	1m	30
11	Ventilblock Filler Malma R 801	43	1m	40
12	Motorventil V 77:1	48	1m	40
13	Motorventil V 28: 8	43	1m	40
14	Kapmaskin R. 77:7 Nippel	32	1m	50
15	Membran Motorventil LACK Level 3	48	1m	40
16	Regulator Strukturer R. 621:10	52	1m	40
17	Slangvind verktøjsstativ	40	1m	40
18	High Stability Capstan R 1662: 3	35	1m	50
19	Avruller RW R. 621: 3	41	1m	40
20	Ekstruder 3 621 + Tskytte Plugg Tskott	31	1m	50
21	Reglerventil Bad 18 R. 1205: 4	57	1m	36
22	Nippel Bad 19 15:05	53	1m	30
23	Luftcylinder botten	49	1m	40
24	Slangvinda	53	1m	30
25	Regulator tP 2	39	1m	40
26	REHERMER R 973	50	1m	40
27	Luftvinda FR Lab LignsRum	43	1m	40
28	Regulator. LEVEL 2	26	1m	50

11/4 Bearb - Per 152-153  
 May 1-2

Bearb HT

ID:	POSITION:	NIVÅ:	AVSTÅND:	DB:
	11/4 Per 152-153 - May 1			
1	152 spikpistol anslutn. Handtag BV	65	1m	20
2	Vångrum NIPPEL Manöverdon	58	1m	30
3	Manöverdon komblandare NEDRE	61	3m	30
4	Manöverdon Nippelslang NEDRE	53	3m	30
5	Luftvinda Fläktrum	62	1m	30
6	Luftcylinder Vågar Fläktrum väv	72	1m	10
7	Luftcylinder Nippel NEDRE Trumblandare	54	1m	30
8	Luftcylinder Nippel NEDRE Trumblandare	43	1m	40
9	Fyllningsventil Blandare Taket	45	1m	30
10	E. 153127 ventil	57	1m	10
11	Filtar instegare Regulator söder N.	60	1m	30
12	Filtar instegare Borstar ÖVRE	47	3m	40
13	Manöverdon spindel undre	72	1m	20
14	ventilskep söder	69	1m	20
15	Fläkthögare samt Svenska Fläkt	80	1m	20
16	- " - " -	84	1m	20
17	- " - " -	84	1m	20
18	- " - " -	84	1m	20
19	Transport 103 instrument bled ventil	47	1m	40
20	- " - " - " -	53	1m	40
21	Transport 103 Tank 13	37	1m	50
22	Transport 103 Tank 23	35	1m	50
23	Sugled R3 intransport	31	1m	50
24	Tryckventil Tank 45	64	1m	30
25	- " - " - ventil	34	1m	50
26	- " - Tank. 35 Transport	27	1m	50
27	Tryckventil Tank 46 Block	28	1m	50
28	EXTRUDERATOR kylskåp			
28	Motorventil Pv. kylare 107	34	1m	50
29	LINION Koppl Linje 105	64	1m	20
30	Manöverdon Trycksändare 1	63	1m	20
31	Manöverdon Trycksändare 3	65	1m	30
32	ventil slurry Tank 1	29	1m	50
33	Filtar Regulator May 2 Dammfilter	55	1m	30

HT Bearb

1/4

KVAVE

Lersb HT

ID:	POSITION:	NIVÅ:	AVSTÅND:	DB:
34.	2" luftledn. Muff. Väggen 2vån	39	2M	40
X 35	Kvalitetskrav KVV 130732-5 Don 106	38	1m	40
X 36	KVAVgas ledn. 106	35	1m	40
X 37	KVAVgas Extrudschakt 106	38	1m	40
38	Instrumentledn. 2vån L 105 Tank sida	47	1m	36
39	Förtork T. 103 3vån	44	1m	40
40	Lutbrenare 3vån 103	25	1m	40
41	Luftledn 3" vägg	30	1m	40
42	ServiceLuftledn. 104	42	1m	40
43	Vägg Linje 105	37	1m	40
44	Förtork 3 donut	44	1m	40
45	Vägg plan 107	46	1m	20
46	Luftledn. Doseringspump 107	50	1m	30
47	ventil Trev. Ventil 107 sugtransportör	36	1m	40
48	ventil Trev ventil 107 - u -	30	1m	40
49	ventil - u - - u - - u - sugtransportör	36	1m	40
50	Vägg 107 ventil		1m	
50	<del>50</del> Transportledn 107 2 1/2 Plan	30	1m	40
51	- u - 106 2 1/2 Plan	63	1m	20
52	- u - E. 062253 2 1/2	41	1m	40
53	Förtork E042005	61	1m	30
54	Tank 105 A	50	1m	70
55	Tank 105 B	60	1m	20
56	Tank 106 B	42	1m	40
57	Vndre Temningsventil	48	1m	40
58	Dammfilt	67	1m	30
59	Tank E. 153152	37	1m	40
60	Silos utsidan 153	37	1m	40

Taket HT BE







14/4

201-205 LT1 Bearb

ID:	POSITION:	NIVÅ:	AVSTÅND:	DB:
2	100 Reglerdorn ECL 201 BV FRÅN MIXERSCHAKT	68		20
0	101 Mixerschakt Krävings by Tavlå	61		26
2	102 Extruder 203 Magnet spole	57		36
0	103 Inkom Ramstyrning 3 vån	47		30
0	104 Luftklocka Röt 3 v	54		30
3	105 Luftklocka Röt 6 v	42		40
0	106 Bottenventil 205 M54Q	60		20
203	107 Mix shakt Läck Nippel	72		20
204	108 Slangvinda Bottenplan	43		20
04	109 Regulator Östsvången Bottenplan	32		30
204	110 Regulator Östsvången Deltplan	49		30
205	111 ventl väg 8	75		30
205	112 ventl väg 4	26		40
Använd 2054	113 Tank 331 Bottenventil	58		30
	114 Diverter E 288114	62		20
	115 Slang Sprucken	58		20
	116 Diverterventil E 208187	55		30

16/4 301 302 303 LT2

ID:	POSITION:	NIVÅ:	AVSTÅND:	DB:
301 200	Proffsmåring G21	31		40
302 201	Luftledn. instrumentledn. 2 vån. Torsk.	38		50
302 203	Blendprov G22	55		30
204	Luftledn. knapp Centraldammsugare	45		40
✓ 205	Kvävgasled Rottenplan ölgårdad	50		46
206	Koppling slangvinda	55		40
✓ 207	Unionkoppling	56		30
303 208	Pump service skålen olja vid Elmator	60		20
✓ 209	Manöverpanel	42		30
✓ 210	Kulventil Pelletur VED	46		40
211	Lufttank - " - - " -	40		50
✓ 212	Koppling - " - - " -	37		40
✓ 213	Unionkoppling 2st.	40		60
✓ 214	Regulator	44		40
215	Serviceluft	33		60
216	Luftledn. Läckelopp byles!	25		66
202 217	Skarv ventil R&C Taket	20		20
218	Kulventil bakblåsning fläkt	37		40
301V 219	Matarfacu ventil E451E12	58		30
301V 220	Randtransportör Tillagslinje 301	64		30
221	Ventil för tillag med Additiv 302	38		46

16/4

# VANBOX utforsk. 200-300

ID:	POSITION:	NIVÅ:	AVSTÅND:	DB:
222	Slangvinda 421	70	<del>60</del>	40
223	Luftslang Munstycke	70		30
224	DIVERT E 460257	57		30
225	Ventil Transport Saüdar E. 462305	75		20
226	Ventil Transportledn	52		30
227	Ventil Cellmarkare E. 462405	51		40
228	Ventil Cellmarkare E. 462406	58		30
229	Transportlufttank. Bottenplan E. 462621	46		40
230	Hölltank 313	44		40
231	- " - 312	52		40
232	- " - 311	49		40
233	VANBOX inlag 404	61		30
234	- " - 406	60		30
235	Luftmanometer 218	40	2 m	60



SILOS  
Silo AREA 500

~~300~~ ~~SILOS~~

18/4

300

ID:	POSITION:	NIVÅ:	AVSTÅND:	DB:
300		50		72
300	Silo 504 Bottenplatt koppling Rör	67		30
300	Ventil Diverter 510	51		40
300	Fördelningventil Rörlocher 512	40		50
303	UNION koppl. 2" Rörgräns 512 6m upp	58		30
304	Finesbehåll Bottenventil	48		40
305	Luffledn. 2" UNION kopp 501 6m upp	30		50
306	Vattenavskiljare Diverter 509 Dimension	65		30
307	<del>vattenavskiljare</del> Silo 510 Dimension	36		50
308	Dimension 511	40		40

Transport 302-509/510 koppling kopplat i silo 2

16/4

400

PE3 KL1-LL

PE3 R21 - R22

ID:	POSITION: <i>Estimator</i>	NIVÅ:	AVSTÅND:	DB:
400	Kvävgasledn G13 ventillock	34		50
401	ventil block. cäckage	46		40
402	Läckage Fläns	28		50
403	Kvävgasledn	55		40
404	ventilovan över klump tugg	53		30
405	Instrumentluft blockventil	59		30
406	Kvävgas ledn högtank 21 Kvävgas	60		20
407	ventil sluttstämning	59		30
408	Tätning Cylinder R22 Produktmodul	39		40
409	ventilblock Södra Produktsystem R22	43		50
410	Katalysator injekt Nö.	36		50
411	Kvävgasledn. ledn. läcker KVÄVE	63		30
412	A.ventil R21 N. Produktsystem	50		30
413	Inkommande HT KVÄVE Kat mat	60		20
414	Spolgas kat. injekt 50 R21	50		20
415	Inkommande Spolgasledn. R21	37		50
416	ventil Norra Produkttank	38		40
417	luftledn Södra Produktsystem R22	46	30	50 40
418	Dim smörjare Avgastank R22	58	40	30
419	R22 Norra Produktsystem	45		40
<del>420</del>	<del>Avgastank R</del>	<del>47</del>		<del>40</del>
421	Luft R21 Inkommande	46		40
422	Luft R21 Inkommande	59		40
423	ventil KVÄVE	43		50
424	ventil KVÄVE	51		40
425	- " - - " -	35		40
426	Luftläcka Reduceringventil	30		40
427	HT KVÄVE R22 VATTEN Tilläts	35		30
428	VIA. Avgastank	51	40	30 30
429	- " -	41	35	30
430	Killsystem R21	21		50
431	E. 441054 Tank	38	40	40

Läckage Avgastanken  
klump i produkt R22

19/4 LT1 R13

ID:	POSITION:	NIVÅ:	AVSTÅND:	DB:
✓ 432	Filterblåser TOPPEN SÅLfilter 554300	50		40
✓ 433	Manuell avvend. R12	48		30
✓ 434	Kolvgas R11 ventil	46		40
	<del>435 Kolvgas R12 ventil</del>			
✓ 435	R13 MIV Transport Fløde	64		20
	436 R3 Avgas tank	62		30
✓ 437	Ventil spindel R. Bøtter tryk.	58		30
	438 Ventil icilystem R3	59		30
	439 Ventil blåsmeleim R13	61		30
✓ 440	R2 <del>6</del> Tøtningsolja ventil Bøtteplan	53		40







20/4

Gasering CT1 &amp; CTII + PE3

LH verk.

ID:	POSITION:	NIVÅ:	AVSTÅND:	DB:
V 453	Don motorventil ETEN	63		30
V 454	Regulator Nippel	47		30
V 455	DECKO kväveflöde skåp	49		40
V 456	Regulator lätrycks kväve	38		40
V 457	Glander ventil kväve	40		40
V 458	Ventil serviceluft	59		36
459	Monolöslv 201-1 Läck Rör	39		40
460	Reglerdorn kväve läcka	38		40
461	- " - - " - - "	48		40
V 462	Manometer undreläcka	34		50
V 463	ventil ventgas Fackla Regulator	52		40
V 464	- " - - " - - " - - "	44		40
465	Luttläcker Regulator	43		40
466	Propanläck Dorn	42		40
467	kväve läcka Nippel	52		40
468	Dimsmörjare	62		20
469	Lufttank Dimsmörj E. 443292	52		30
470	Nippel Loss	64		20
471	ventil R23 Dump Tank	58		30
472	Slangvinda Svekverk. läck	58		30
473	luftledn. ventil, nippel svekverk.	37		50
474	Slangvinda bänk verkverk.	55		30
475	Svarv Luft svarv verkstnad	36		50
476	Svarv luft ledn	53		30
477	Svarv luft ledn koppling	30		50
478	Munslucke	47		40
479	Frösmaskin Slangnippel	45		40
480	Klo koppling vägg vid Frösmaskin	27		50
481	Slangvinda	34		50
482	luftledn Dumpverkstnad	48		40
483	Luftventil läck Nippel	50		40

LH-VERKSTAD

26/4

LDS

ID:	POSITION:	NIVÅ:	AVSTÅND:	DB:
500	venhli Tank T 5001B	57		20
501	venhli P 5201	46		40
502	venhli <del>H.50V</del> H.50V 5017 Hot water	56		20
503	venhli XV 50014	45		40
504	- u - XV 50001	49		40
505	venhli Ljuddämpare XV 50020	56		30
506	venhli CONVEYING AIR	65		20
507	venhli Pellerwater 20gn	68		20
508	(Sprängbleck PDT 57310) T 5710-B	58		20
509	Slangvinda Silos	46		40
510	X-5981 A Rör	42		40
511	Flåns luffledn	57		20
512	Tank. 5981-D	52		40
513	T 5982-C	71		20
514	venhli Bottenplan No. 6	56		30

**Läcksökning av tryckluftsnät 2011-04. BorealisAB.  
Polyetenfabriken.**

ID	Position	Ni vå	Läck age m <sup>3</sup> /mi n	Årlig kostn ad läcka ge kr/år	LE AK SE AK	Föreslagen åtgärd	Perso nal timm ar	Personal kost. 420 kr/h	Kostn ad reserv del
	<b>Bearb - Pex 152- 153 Mag.1-2</b>								
1	152 Spikpistol anslutn.Handtag BV	65	0,087 36	3815, 88		Byte koppling och nippel	1	420	265
2	Vågrum NIPPEL Manöverdon	58	0,034 02	1485, 99		Byte manöverdon	2	840	2500
5	Luftvinden Fläktrum	62	0,055 86	2439, 96		Byte av luftvinda ??	2	840	2700
6	Luftcylindervågor Fläktrums vår	72	0,179 76	7851, 92		Byte koppling ev hela cylindern	1	420	170
11	Filminslagare Regulator Söder N.	60	0,034 86	1522, 68		Byte regulator ??	1	420	635
12	Filminslagare Borstar ÖVRE	47	0,027 3	1192, 46		Byte luftdon ??	1	420	2500
29	Unionkappl Linje 105	64	0,076 86	3357, 24		Byte unionskoppling	1	420	502
30	Manöverdon Trycksändare 1	63	0,066 36	2898, 60		Byte manöverdon ??	2	840	2500
31	Manöverdon Trycksändare 3	65	0,087 36	3815, 88		Byte manöverdon ??	2	840	2500
32	Ventil slurry Tank 1	24	0,013 86	605,4 0		Byte ventil	1	420	951
33	Filter Regulator Mag 2 Dammfilter	55	0,031 92	1394, 27		Byte filterregulator	1	420	1620
	<b>Sa.</b>		<b>0,695 52</b>	<b>30380 ,31</b>			<b>15</b>	<b>6300</b>	<b>16843</b>

<b>Bearbetning HT</b>									
35	Kvalitetskväve KW 130732-5 DON 10 6 (Kväve)	38	0,022 26	972,3 2		Byte manöverdon/nippel	2	840	2595
36	Kvävgas Ledn. 106 (kväve)	35	0,020 58	898,9 3		Byte spindel	1	420	1200
38	Instrumentledn. 2vån L 105 Tanksida	47	0,027 3	1192, 46		Lagning av rörskarv	16	6720	965
39	Förtork T 103 3vån	44	0,025 62	1119, 08		Inne i förtork ?? ( packning??)	1	420	200
40	Luftrenare 3vån 103	25	0,014 7	642,1 0	LE AK SE AK	Flänsförband	6	2520	1200
41	Luftledn 3vån vägg	30	0,017 64	770,5 2	LE AK SE AK	Byte rör ??	16	6720	965
42	Serviceluftledn. 104	42	0,024 36	1064, 04		Byte unionskoppling	1	420	502

43	VågC Linje 105	37	0,021 42	935,6 3	Byte koppling	1	420	170
44	Förtork 3 donet	44	0,025 62	1119, 08	Byte manöverdon	2	840	2500
45	Våg plan 107	46	0,026 88	1174, 12	Byte koppling	1	420	170
47	Ventil Trev.Ventil 107 Svagtransportör	36	0,021	917,2 8	Byte trevägsventil	1	420	2185
48	Ventil Trev. Ventil 107 Svagtransportör	30	0,017 64	770,5 2	Byte trevägsventil Kv- 130719-1B	1	420	2185
54	Tank 105 A (Taket)	50	0,028 98	1265, 85	Byte koppling	1	420	170
56	Tank 106 B (Taket)	42	0,024 36	1064, 04	Byte unionskoppling	1	420	502
<b>Sa.</b>			<b>0,318 36</b>	<b>13905 ,96</b>		<b>51</b>	<b>21420</b>	<b>15509</b>

<b>P20 - P30 och pack</b>								
63	Pallastare Cylinder Luftplåtar N (P2)	50	0,028 98	1265, 85	Byte nippel	1	420	95
65	VåggasseiFilterreg. 142 (P2)	57	0,033 18	1449, 30	Byte filterregulator	1	420	1620
66	Dammsug Tillhör P120 (P2)	69	0,139 02	6072, 39	Byte ventilhuvud	1	420	951
67	Etikettskrivar E.112502 Söder (P2)	42	0,024 36	1064, 04	Byte ventilpaket	2	840	951
68	Etikettskrivar E.112501 Väst (P2)	48	0,028 14	1229, 16	Byte ventilpaket	2	840	951
69	Etikettskrivare P60 Norr (Ö-Pack)	48	0,028 14	1229, 16	Byte nippel	1	420	95
70	Slangvinda Söder (Ö-Pack)	57	0,033 18	1449, 30	Byte koppling	1	420	170
71	Blåsmunstycke Påsiläggare Väster (Ö-Pack)	44	0,025 62	1119, 08	Byte blåsmunstycke	1	420	363
74	Anslutn. Ventilblock P52 501 (Ö-Pack)	49	0,028 56	1247, 50	Byte packning	1	420	200
<b>Sa.</b>			<b>0,369 18</b>	<b>16125 ,78</b>		<b>11</b>	<b>4620</b>	<b>5396</b>

<b>401-402</b>								
76	Luftledn. Vagg Väster (Ö-Pack)	59	0,034 44	1504, 34	Byte nippel	1	420	95
<b>Sa.</b>			<b>0,057 12</b>	<b>2495, 00</b>		<b>1</b>	<b>420</b>	<b>95</b>

<b>201-205</b>									
10 0	Reglerdorn Extr.201 BV Från Mixerschakt (201)	68	0,126	5503, 68	LE AK SE AK	Täta kolv	7	2940	200

10	Mixerschakt				LE				
1	Kvävgas bv tank (201)	61	0,045 36	1981, 32	AK				
					SE	Byte solenoid koppling	2	840	956
					AK				
10	Extruder 203		0,033	1449,					
2	Magnet spole (203)	57	18	30		Byte magnetspole	1	420	966
10	Inkom RamStyrning		0,027	1192,					
3	3vån (203)	47	3	46		Byte ventil till ramen	2	840	951
10	Luftklocka Rör 3vån (203)	54	0,031 5	1375, 92	LE				
					AK	Tätning av rör	2	840	200
					SE				
					AK				
10	Luftklocka Rör Ö 3vån (203)	42	0,024 36	1064, 04		Tätning av rör	2	840	200
10	Bottenventil 205 M542 (205)	60	0,034 86	1522, 68		Byte bottenventil	1	420	951
10	Regulator Östraväggen Bottenplan (204)	32	0,018 48	807,2 1		Byte regulator	1	420	635
11	Regulator Östravägg Bottenplan (204)	49	0,028 56	1247, 50		Byte regulator	1	420	635
11	Bilverkrventil E208187 (Vanbox AREA)	55	0,031 92	1394, 27		Byte ventil	1	420	951
	<b>Sa.</b>		<b>0,401 52</b>	<b>17538 ,39</b>			<b>20</b>	<b>8400</b>	<b>6645</b>

	<b>301 302 303</b>								
20	Luftledn. Instrumentledn. 2vån Tork (301)	38	0,022 26	972,3 2		Byte ventil	2	840	951
20	Blendprov G22 (302)	55	0,031 92	1394, 27		Tätning rörskarv	3	1260	200
20	Unionskoppling (302)	56	0,032 76	1430, 96		Byte unionskoppling	2	840	502
21	Kulventil Pellets VED (303)	46	0,026 88	1174, 12		Byte kulventil	1	420	951
21	Koppling Pellets VED (303)	37	0,021 42	935,6 3		Byte unionskoppling	1	420	502
21	Unionkoppling 25st. (303)	40	0,023 52	1027, 35		Byte 2 st unionskopplingar	2	840	1004
21	Regulator (303)	44	0,025 62	1119, 08	LE				
					AK	Byte regulator	1	420	635
					SE				
					AK				
21	SkarventilRör Taket (302)	70	0,151 62	6622, 76		Tätning skarv till ventil	3	1260	200
21	Mgtmrfack Ventil E.451212 (301)	58	0,034 02	1485, 99		Byte soleniod ventil ??	2	840	956
22	Randtransportör Tillgkvåg (301)	64	0,076 86	3357, 24		Byte soleniod ventil till manöverdon	2	840	956
	<b>Sa.</b>		<b>0,424 62</b>	<b>18547 ,40</b>			<b>19</b>	<b>7980</b>	<b>6857</b>

	<b>Vanbox utlast 200-</b>								
--	---------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

300									
22 3	Luftslang Munstycke (Vanbox.Utlash.200-300)	70	0,151 62	6622, 76		Byte blåmunstycke	1	420	363
22 5	Ventil Transportsändare E.462305 (Vanbox.Utlash.200-300)	75	0,221 76	9686, 48		Byte ventil	1	420	951
22 6	Ventil Transportledn. (Vanbox.Utlash.200-300)	52	0,030 24	1320, 88		Byte ventil	1	420	951
22 8	Ventil Cellmakare E.462406 (Vanbox.Utlash.200-300)	58	0,034 02	1485, 99		Byte ventil	1	420	951
22 9	Transportlufttank. Bottenplan E.462621 (Vanbox.Utlash.200-300)	46	0,026 88	1174, 12		Byte Acuator RT240DA (Axel Larson)	2	840	2500
23 3	Vanboxintag 404 (Vanbox.Utlash.200-300)	61	0,045 36	1981, 32		Byte nippel	1	420	95
23 4	Vanboxintag 406 (Vanbox.Utlash.200-300)	60	0,034 86	1522, 68		Byte nippel	1	420	95
<b>Sa.</b>			<b>0,544 74</b>	<b>23794 ,24</b>			<b>8</b>	<b>3360</b>	<b>5906</b>

Siloarean MH									
23 6	Ventil PDC 1.1 (Silo Arean MH)	50	0,028 98	1265, 85		Byte reglerventil	1	420	3820
23 7	Ventil PDC 1.1 (Silo Arean MH)	50	0,028 98	1265, 85		Byte reglerventil	1	420	3820
23 8	Tank bottenventil 874 (Silo Arean MH)	60	0,034 86	1522, 68		Byte ventil	1	420	951
23 9	Tank bottenventil 873	40	0,023 52	1027, 35		Byte ventil	1	420	951
24 0	Tank botten ventil 872 (Silo Arean MH)	40	0,023 52	1027, 35		Byte ventil	1	420	951
24 1	Tank bottenventil 881 Regulator (Silo Arean MH)	56	0,032 76	1430, 96		Byte regulator	1	420	635
24 2	Tank bottenventil 891 Regulator (Silo Arean MH)	52	0,030 24	1320, 88		Byte regulator	1	420	635
<b>Sa.</b>			<b>0,202 86</b>	<b>8860, 92</b>			<b>7</b>	<b>2940</b>	<b>11763</b>

Siloarea 500									
30 1	Ventil Diverter 510 (Silo Arean 500)	51	0,029 82	1302, 54	LE AK SE	Byte ventil	3	1260	951



					AK				
30 2	Fördelningsventil rörlacker 512 (Silo Areal 500)	40	0,023 52	1027, 35		Byte ventil	2	840	951
30 3	Unionkoppl.2 Ventil Rörgata 512 6m upp (Silo Areal 500)	58	0,034 02	1485, 99		Byte unionskoppling	6	2520	502
30 5	Luftledn. 2 bottenventil Unionkopp 501 6m upp (Silo Areal 500)	30	0,017 64	770,5 2		Översyn luftledning	4	1680	
	<b>Sa.</b>		<b>0,105</b>	<b>4586, 40</b>			<b>15</b>	<b>6300</b>	<b>2404</b>

	<b>PE2 R21-R22</b>								
40 2	Läckage Fläns (PE3 , R21-22)	28	0,016 38	715,4 8		Tätning fläns (byte flänspackning)	1	420	330
40 3	Kvävgasledn. (PE3 , R21-22)	55	0,031 92	1394, 27		Byte ventil	1	420	951
40 4	Ventil ovan övre kluraplugg (PE3 , R21-22)	53	0,031 08	1357, 57		Byte ventil	1	420	951
40 7	Ventil Slangklämma (PE3 , R21-22)	59	0,034 44	1504, 34		Byte nippel	1	420	95
40 8	Tätning Cylinder R22 Produktmottad (PE3 , R21-22)	39	0,022 68	990,6 6		Tätning cylinder	1	420	200
41 0	Katalysator Injek NÖ (PE3 , R21-22)	36	0,021	917,2 8		Byte koppling	1	420	170
41 1	Kvävgasledn. Ledn.Läcker kväve (PE3 , R21-22)	63	0,066 36	2898, 60		Tätning ledning	3	1260	200
41 3	Inkommande HT kväve katmat (PE3 , R21-22)	60	0,034 86	1522, 68		Byte koppling	1	420	170
41 6	Ventil Norra Produkttank (PE3 , R21-22)	38	0,022 26	972,3 2	LE AK SE AK	Byte ventil	1	420	951
	<b>Sa.</b>		<b>0,280 98</b>	<b>12273 ,21</b>			<b>11</b>	<b>4620</b>	<b>4018</b>

	<b>LTI R13</b>								
43 3	Manvellaavvent. R12 (LTI R13)	48	0,028 14	1229, 16		Byte ventil	1	420	951
43 4	Kvävgas R11 Ventil (LTI R13)	46	0,026 88	1174, 12		Oläsligt		0	
43 5	R13 MIV Transportflöde (LTI R13)	64	0,076 86	3357, 24		Byte nippel	1	420	95
43 7	Ventilspindel R.BottenTryck. (LTI R13)	58	0,034 02	1485, 99		Byte reglerdon ??	1	420	2500
	<b>Sa.</b>		<b>0,165</b>	<b>7246,</b>			<b>3</b>	<b>1260</b>	<b>3546</b>

			<b>9</b>	<b>51</b>				
--	--	--	----------	-----------	--	--	--	--

<b>HTBA Reaktor</b>								
44 1	Ventil R4 (HTBA Reaktor)	60	0,034 86	1522, 68	Byte nippelrör	1	420	66
44 2	Ventil serviceluft (HTBA Reaktor)	63	0,066 36	2898, 60	Byte ventil	1	420	951
44 3	Luftledn. Bottenventil Blottör (HTBA Reaktor)	89	0,653 52	28545, 75	Byte ventil	1	420	951
44 4	Ventil Flödesvakt. (HTBA Reaktor)	78	0,277 62	12126, 44	Byte ventil	1	420	951
44 5	AGAS Stamtryck ventil (HTBA Reaktor)	49	0,028 56	1247, 50	Byte ventil	1	420	951
44 6	Nonen Tryckregl. Ventil (HTBA Reaktor)	64	0,076 86	3357, 24	Byte ventil	1	420	951
44 7	Peroxid. Spilltank (HTBA Reaktor)	48	0,028 14	1229, 16	Byte ventil	1	420	951
44 8	Peroxid Ventil Tryck (HTBA Reaktor)	41	0,023 94	1045, 70	Byte ventil	1	420	951
	<b>Sa.</b>		<b>1,189 86</b>	<b>51973 ,08</b>		<b>8</b>	<b>3360</b>	<b>6723</b>

<b>Gasreningen HT Kompressor HVS</b>								
44 9	Luftledn.ventil (Gasreningen HT Kompressor HVS)	51	0,029 82	1302, 54	Byte ventil	1	420	951
45 1	Kylkompressor Blockventil (Gasreningen HT Kompressor HVS)	54	0,031 5	1375, 92	Byte nippelrör	1	420	66
	<b>Sa.</b>		<b>0,061 32</b>	<b>2678, 46</b>		<b>2</b>	<b>840</b>	<b>1017</b>

<b>Gasreningen LT1 LT2 PE3</b>								
45 3	Don motorventil ETEN (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	63	0,066 36	2898, 60	Byte solenoid ventil	1	420	956
45 4	Regulator Nippel (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	47	0,027 3	1192, 46	Byte regulator	1	420	635
45 6	Regulator lågtrycks kväve (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	38	0,022 26	972,3 2	Byte koppling	1	420	170
45 7	Glander.ventil kväve (Gasrening LT1&LT2+PE3)	40	0,023 52	1027, 35	Tätning packbox	1	420	200

	UHverkstad)							
45 8	Ventil Serviceluft (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	59	0,034 44	1504, 34	Byte ventil	1	420	951
46 2	Manimekr. Undreläcka (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	34	0,019 74	862,2 4	Byte manometer	1	420	429
46 3	Ventil ventgas Fackla Regulator (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	52	0,030 24	1320, 88	Byte koppling	1	420	170
	<b>Sa.</b>		<b>0,223 86</b>	<b>9778, 20</b>		<b>7</b>	<b>2940</b>	<b>3511</b>

	<b>100 ton silos MH</b>							
51 5	100Ton Tank 66 (100ton silos MH)	40	0,023 52	1027, 35	Byte av rörböj 90 grader	1	420	134
51 6	Regvlator LÄCK (100ton silos MH)	51	0,029 82	1302, 54	Byte regulator	1	420	635
51 7	100ton Tank 64 (100ton silos MH)	47	0,027 3	1192, 46	Byte av rörböj 90 grader	1	420	134
51 8	100ton Tank 61 (100ton silos MH)	37	0,021 42	935,6 3	Byte koppling	1	420	170
51 9	100ton Tank 55 Ventil. (100ton silos MH)	43	0,025 2	1100, 74	Byte ventil	1	420	951
52 0	Ventil (100ton silos MH)	33	0,019 32	843,9 0	Byte ventil	1	420	951
52 2	Ventilblock Finestank 52 (100ton silos MH)	51	0,029 82	1302, 54	Byte manöverdon	2	840	2500
52 3	Ventilblock Finestank 55 (100ton silos MH)	44	0,025 62	1119, 08	Byte manöverdon	2	840	2500
52 4	Spindel ventilblock (100ton silos MH)	43	0,025 2	1100, 74	Byte reglerventil	1	420	3820
52 5	Sipndel block (100ton silos MH)	74	0,207 48	9062, 73	Byte reglerventil	1	420	3820
52 6	Sindel block (100ton silos MH)	65	0,087 36	3815, 88	Byte reglerventil	1	420	3820
52 8	Transportluftledn. Ventil golv (HTBE)	58	0,034 02	1485, 99	Byte ventil	1	420	951
52 9	Trycksändare E.146151 (HTBE)	48	0,028 14	1229, 16	Byte koppling	1	420	170
53 7	Blandningstank (GRACE)	43	0,025 2	1100, 74	Byte nippel	1	420	95
53 8	Utgående Facklan (GRACE)	75	0,221 76	9686, 48	Byte röranslutning	2	840	49
	<b>Sa.</b>		<b>0,831 18</b>	<b>36305 ,94</b>	<b>Sa</b>	<b>18</b>	<b>7560</b>	<b>20700</b>

**Läcksökning av tryckluftsnät 2011-04. BorealisAB. Polyetenfabriken.**

ID	Position	Nivå	Läckage m <sup>3</sup> /min	Årlig kostnad för läckage kr/år
	<b>Bearb - Pex 152-153 Mag.1-2</b>			
1	152 Spikpistol anslutn.Handtag BV	65	0,08736	3815,88
2	Vågrum NIPPEL Manöverdon	58	0,03402	1485,99
3	Manöverdon Konblandare	61	0,04536	1981,32
4	Manöverdon Nippelslang NEDRE	53	0,03108	1357,57
5	Luftvinden Fläktrum	62	0,05586	2439,96
6	Luftcylindervågor Fläktrums vår	72	0,17976	7851,92
7	Luftcylinde Nippel NEDRE Trumblandare	54	0,0315	1375,92
8	Luftcylinde Nippel NEDRE Trumblandare	43	0,0252	1100,74
9	Fyllnadsventil Blandare Taket	45	0,02646	1155,77
10	E.153127 Ventil	57	0,03318	1449,30
11	Filminslagare Regulator Söder N.	60	0,03486	1522,68
12	Filminslagare Borstar ÖVRE	47	0,0273	1192,46
13	Manöverdon Spindel Undre	72	0,17976	7851,92
14	Ventilskåp Söder	69	0,13902	6072,39
15	Fläktagregatt Svenska Fläkt	84	0,43638	19061,08
16	Fläktagregatt Svenska Fläkt	84	0,43638	19061,08
17	Fläktagregatt Svenska Fläkt	84	0,43638	19061,08
18	Fläktagregatt Svenska Fläkt	84	0,43638	19061,08
19	Transport 103 instrumentledventil	47	0,0273	1192,46
20	Transport 103 instrumentledventil	53	0,03108	1357,57
21	Transport 103 Tank 13	37	0,02142	935,63
22	Transport 103 Tank 23	35	0,02058	898,93
23	Svaled R3 instransport	31	0,01806	788,86
24	Tryckventil Tank 45	64	0,07686	3357,24
25	Tryckventil Tank 45 VENTIL	34	0,01974	862,24
26	Tryckventil Tank 35 Transport	27	0,01554	678,79
27	Tryckventil Tank 46 Block	28	0,01638	715,48
28	Motorventil PV.Kylare 107	34	0,01974	862,24
29	Unionkappl Linje 105	64	0,07686	3357,24
30	Manöverdon Trycksändare 1	63	0,06636	2898,60
31	Manöverdon Trycksändare 3	65	0,08736	3815,88
32	Ventil slurry Tank 1	24	0,01386	605,40
33	Filter Regulator Mag 2 Dammfilter	55	0,03192	1394,27
	<b>Sa.</b>		<b>3,2193</b>	<b>140619,02</b>
	<b>Bearbetning HT</b>			
34	24 Luftledn. Muffi. Väggen 2vån	39	0,02268	990,66
35	Kvalitetskväve KW 130732-5 DON 10 6 (Kväve)	38	0,02226	972,32
36	Kvävgas Ledn. 106 (kväve)	35	0,02058	898,93

37	Kvävgas Extrudschakt 106 (kväve)	38	0,02226	972,32
38	Instrumentledn. 2vån L 105 Tanksida	47	0,0273	1192,46
39	Förtork T 103 3vån	44	0,02562	1119,08
40	Luftrenare 3vån 103	25	0,0147	642,10
41	Luftledn 3vån vägg	30	0,01764	770,52
42	Serviceluftledn. 104	42	0,02436	1064,04
43	VågC Linje 105	37	0,02142	935,63
44	Förtork 3 donet	44	0,02562	1119,08
45	Våg plan 107	46	0,02688	1174,12
46	Luftledn. Doseringspump 107	50	0,02898	1265,85
47	Ventil Trev.Ventil 107 Svagtransportör	36	0,021	917,28
48	Ventil Trev. Ventil 107 Svagtransportör	30	0,01764	770,52
49	Ventil Trev Ventil 107 Svagtransportör	36	0,021	917,28
50	Transportledn. 107 2 (1/2(halv)) Plan	30	0,01764	770,52
51	Transportledn. 106 2(1/2(halv) Plan	63	0,06636	2898,60
52	Transportledn. E.062253 2(1/2(halv) Plan	41	0,02394	1045,70
53	Förtork E042005	61	0,04536	1981,32
<b>ID</b>	<b>Position</b>	<b>Nivå</b>	<b>Läckage m<sup>3</sup>/min</b>	<b>Årlig kostnad för läckage kr/år</b>
54	Tank 105 A	50	0,02898	1265,85
55	Tank 105 B	60	0,03486	1522,68
56	Tank 106 B	42	0,02436	1064,04
57	Undre Tömningsventil	48	0,02814	1229,16
58	Dammfilter	67	0,11298	4934,97
59	Tank E.153152	37	0,02142	935,63
60	Silos Utsidan 153	37	0,02142	935,63
	<b>Sa.</b>		<b>0,7854</b>	<b>34306,27</b>
	<b>P20 - P30 och pack</b>			
61	Etikettskrivare P30 Pallastare (P3)	58	0,03402	1485,99
62	Filmrullmag Pallastare (P3)	64	0,07686	3357,24
63	Pallastare Cylinder Luftplåtar N (P2)	50	0,02898	1265,85
64	Pallmag Ark påläggare (P2)	34	0,01974	862,24
65	VåggasseiFilterreg. 142 (P2)	57	0,03318	1449,30
66	Dammsug Tillhör P120 (P2)	69	0,13902	6072,39
67	Etikettskrivar E.112502 Söder (P2)	42	0,02436	1064,04
68	Etikettskrivar E.112501 Väst (P2)	48	0,02814	1229,16
69	Etikettskrivare P60 Norr (Ö-Pack)	48	0,02814	1229,16
70	Slangvinda Söder (Ö-Pack)	57	0,03318	1449,30
71	Blåsmunstycke Påsiläggare Väster (Ö-Pack)	44	0,02562	1119,08
72	Cylinderventilblock Inslagare (Ö-Pack)	53	0,03108	1357,57
73	Ventilblock (Ö-Pack)	43	0,0252	1100,74
74	Anslutn. Ventilblock P52 501 (Ö-Pack)	49	0,02856	1247,50
75	Ventil Rullbana Regulator (Ö-Pack)	83	0,40614	17740,20
	<b>Sa.</b>		<b>0,96222</b>	<b>42029,77</b>
	<b>401-402</b>			
76	Luftledn. Vågg Väster (Ö-Pack)	59	0,03444	1504,34
77	Blåsmunstycke Påsiläggare Väster (Ö-Pack)	39	0,02268	990,66
	<b>Sa.</b>		<b>0,05712</b>	<b>2495,00</b>

ID	Position	Nivå	Läckage m <sup>3</sup> /min	Årlig kostnad för läckage kr/år
<b>210-205</b>				
100	Reglerdorn Extr.201 BV Från Mixerschakt (201)	68	0,126	5503,68
101	Mixerschakt Kvävgas bv tank (201)	61	0,04536	1981,32
102	Extruder 203 Magnet spole (203)	57	0,03318	1449,30
103	Inkom RamStyrning 3vån (203)	47	0,0273	1192,46
104	Luftklocka Rör 3vån (203)	54	0,0315	1375,92
105	Luftklocka Rör Ö 3vån (203)	42	0,02436	1064,04
106	Bottenventil 205 M542 (205)	60	0,03486	1522,68
107	Mixshackt LÄCKA Nippel (203)	72	0,17976	7851,92
108	Slangvinda Bottenplan (204)	43	0,0252	1100,74
109	Regulator Östraväggen Bottenplan (204)	32	0,01848	807,21
110	Regulator Östravägg Bottenplan (204)	49	0,02856	1247,50
111	Ventil våg 8 (205)	75	0,22176	9686,48
112	Ventil våg 4 (205)	26	0,01512	660,44
113	Tank 331 Bottenventil (Vanbox AREA)	58	0,03402	1485,99
114	Diverkr E 288119 (Vanbox AREA)	62	0,05586	2439,96
115	Slang sprucken (Vanbox AREA)	58	0,03402	1485,99
116	Bilverkrventil E208187 (Vanbox AREA)	55	0,03192	1394,27
	<b>Sa.</b>		<b>0,96726</b>	<b>42249,92</b>
<b>301 302 303</b>				
200	Provtagning G21 (301)	31	0,01806	788,86
201	Luftledn. Instrumentledn. 2vån Tork (301)	38	0,02226	972,32
ID	Position	Nivå	Läckage m <sup>3</sup> /min	Årlig kostnad för läckage kr/år
202				
203	Blendprov G22 (302)	55	0,03192	1394,27
204	Luftledn. Knappa Centraldammsugare (302)	45	0,02646	1155,77
205	Kvävgasled Bottenplan (302)	50	0,02898	1265,85
206	Koppling Salngvinda (302)	55	0,03192	1394,27
207	Unionskoppling (302)	56	0,03276	1430,96
208	Pump Servicestation Olja vid Elmotor (303)	60	0,03486	1522,68
209	Manöverpanel (303)	42	0,02436	1064,04
210	Kulventil Pellets VED (303)	46	0,02688	1174,12
211	Lufttank Pellets VED	40	0,02352	1027,35
212	Koppling Pellets VED (303)	37	0,02142	935,63
213	Unionkoppling 25st. (303)	40	0,02352	1027,35
214	Regulator (303)	44	0,02562	1119,08
215	Serviceluft (303)	33	0,01932	843,90
216	Luftledn. Läcklapp BYTES! (303)	25	0,0147	642,10
217	SkarventilRör Taket (302)	70	0,15162	6622,76
218	Kulventil Bakblåsning fläkt (302)	37	0,02142	935,63
219	Mgtmrfack Ventil E.451212 (301)	58	0,03402	1485,99
220	Randtransportör Tillgkvåg (301)	64	0,07686	3357,24
221	Ventil för tillsatsmed Additiv 302	38	0,02226	972,32
	<b>Sa.</b>		<b>0,71274</b>	<b>31132,48</b>

	<b>Vanbox utlast 200-300</b>			
222	Slangvinda 421 (Vanbox.Utlash.200-300)	70	0,15162	6622,76
223	Luftslang Munstycke (Vanbox.Utlash.200-300)	70	0,15162	6622,76
224	Diverkr E.460 257 (Vanbox.Utlash.200-300)	57	0,03318	1449,30
225	Ventil Transportsändare E.462305 (Vanbox.Utlash.200-300)	75	0,22176	9686,48
226	Ventil Transportledn. (Vanbox.Utlash.200-300)	52	0,03024	1320,88
227	Ventil Cellmakare E.462405 (Vanbox.Utlash.200-300)	51	0,02982	1302,54
228	Ventil Cellmakare E.462406 (Vanbox.Utlash.200-300)	58	0,03402	1485,99
229	Transportlufttank. Bottenplan E.462621 (Vanbox.Utlash.200-300)	46	0,02688	1174,12
230	Hålltank 313 (Vanbox.Utlash.200-300)	44	0,02562	1119,08
231	Hålltank 312 (Vanbox.Utlash.200-300)	52	0,03024	1320,88
232	Hålltank 311 (Vanbox.Utlash.200-300)	49	0,02856	1247,50
233	Vanboxintag 404 (Vanbox.Utlash.200-300)	61	0,04536	1981,32
234	Vanboxintag 406 (Vanbox.Utlash.200-300)	60	0,03486	1522,68
235	Luftmunstycke 718 (Vanbox.Utlash.200-300)	40	0,02352	1027,35
	<b>Sa.</b>		<b>0,8673</b>	<b>37883,66</b>
	<b>Siloarean MH</b>			
236	Ventil PDC 1.1 (Silo Arean MH)	50	0,02898	1265,85
237	Ventil PDC 1.1 (Silo Arean MH)	50	0,02898	1265,85
238	Tank bottenventil 874 (Silo Arean MH)	60	0,03486	1522,68
239	Tank bottenventil 873	40	0,02352	1027,35
240	Tank botten ventil 872 (Silo Arean MH)	40	0,02352	1027,35
241	Tank bottenventil 881 Regulator (Silo Arean MH)	56	0,03276	1430,96
242	Tank bottenventil 891 Regulator (Silo Arean MH)	52	0,03024	1320,88
	<b>Sa.</b>		<b>0,20286</b>	<b>8860,92</b>
	<b>Siloarea 500</b>			
300	Silo 504 Bottenplan Koppling Rör (Silo Arean 500)	67	0,11298	4934,97
301	Ventil Diverter 510 (Silo Arean 500)	51	0,02982	1302,54
302	Fördelningsventil rörlacker 512 (Silo Arean 500)	40	0,02352	1027,35
303	Unionkoppl.2 Ventil Rörgata 512 6m upp (Silo Arean 500)	58	0,03402	1485,99
ID	Position	Nivå	Läckage m <sup>3</sup> /min	Årlig kostnad för läckage kr/år
304	Finesbehåll Bottenventil (Silo Arean 500)	48	0,02814	1229,16
305	Luftledn. 2 bottenventil Unionkopp 501 6m upp (Silo Arean 500)	30	0,01764	770,52
306	Skiljer Diverker 509 Dimsmörj (Silo Arean 500)	65	0,08736	3815,88
307	Silo 510 dimsmörj (Silo Arean 500)	36	0,021	917,28
308	Dimsmörj 511 (Silo Arean 500)	40	0,02352	1027,35
	<b>Sa.</b>		<b>0,378</b>	<b>16511,04</b>
	OBS **Transport 302-509/510 Koppling hoppat isär?!**			
	<b>PE2 R21-R22</b>			
400	Kvävgasledn. G13 Ventillock (PE3 , R21-22)	34	0,01974	862,24

401	Ventil Block LÄCKAGE (PE3 , R21-22)	46	0,02688	1174,12
402	Läckage Flänns (PE3 , R21-22)	28	0,01638	715,48
403	Kvävgasledn. (PE3 , R21-22)	55	0,03192	1394,27
404	Ventil ovan övre kluraplugg (PE3 , R21-22)	53	0,03108	1357,57
405	Instrumentluft blockventil (PE3 , R21-22)	59	0,03444	1504,34
406	Kvävgasledn. Högtank 21 kvävgas (PE3 , R21-22)	60	0,03486	1522,68
407	Ventil Slangklämma (PE3 , R21-22)	59	0,03444	1504,34
408	Tätning Cylinder R22 Produktmottad (PE3 , R21-22)	39	0,02268	990,66
409	Ventilblock Södra Produktsystem P22 (PE3 , R21-22)	43	0,0252	1100,74
410	Katalysator Injek NÖ (PE3 , R21-22)	36	0,021	917,28
411	Kvävgasledn. Ledn.Läcker kväve (PE3 , R21-22)	63	0,06636	2898,60
412	A.ventil R21 N.Produktsystem (PE3 , R21-22)	50	0,02898	1265,85
413	Inkommande HT kväve katmat (PE3 , R21-22)	60	0,03486	1522,68
414	Spolgas Kant.Injekt SÖ R21 (PE3 , R21-22)	50	0,02898	1265,85
415	Inkommande Spolgasledn. R21 (PE3 , R21-22)	37	0,02142	935,63
416	Ventil Norra Produkttank (PE3 , R21-22)	38	0,02226	972,32
417	Luftledn. Södra Produktsystemet. R22 (PE3 , R21-22)	46	0,02688	1174,12
418	Dimsmörjare Avgastank R22 (PE3 , R21-22)	58	0,03402	1485,99
419	R21 Norra Produktsystem (PE3 , R21-22)	45	0,02646	1155,77
421	Luft R21 Inkommande	46	0,02688	1174,12
422	Luft R21 Inkommande	59	0,03444	1504,34
423	Ventil Kväve	43	0,0252	1100,74
424	Ventil Kväve	51	0,02982	1302,54
425	Ventil Kväve	35	0,02058	898,93
426	Luftläcka Redvenngventil	30	0,01764	770,52
427	HT Kväve R22 Vatten Tillsats	35	0,02058	898,93
428	V:A Avgastank	51	0,02982	1302,54
429	V:A Avgastank	41	0,02394	1045,70
430	Killsystem R21	21	0,01218	532,02
431	E.441054 Tank	38	0,02226	972,32
	<b>Sa.</b>		<b>0,85218</b>	<b>37223,22</b>
	<b>LTI R13</b>			
432	Filterblåsare Toppen Säckfilter E.254320 (LTI R13)	50	0,02898	1265,85
433	Manvellavvent. R12 (LTI R13)	48	0,02814	1229,16
434	Kvävgas R11 Ventil (LTI R13)	46	0,02688	1174,12
435	R13 MIV Transportflöde (LTI R13)	64	0,07686	3357,24
436	R3 Avgastank (LTI R13)	62	0,05586	2439,96
437	Ventilspindel R.BottenTryck. (LTI R13)	58	0,03402	1485,99
438	Ventilkillsystem R3 (LTI R13)	59	0,03444	1504,34
439	Ventil blåsmaskin R13	61	0,04536	1981,32
440	R2 Tätningsolja ventil Bottenplan (LTI R13)	53	0,03108	1357,57
	<b>Sa.</b>		<b>0,36162</b>	<b>15795,56</b>
	<b>HTBA Reaktor</b>			
441	Ventil R4 (HTBA Reaktor)	60	0,03486	1522,68
442	Ventil serviceluft (HTBA Reaktor)	63	0,06636	2898,60
443	Luftledn. Bottenventil Blottör (HTBA Reaktor)	89	0,65352	28545,75
444	Ventil Flödesvakt. (HTBA Reaktor)	78	0,27762	12126,44
445	AGAS Stamtryck ventil (HTBA Reaktor)	49	0,02856	1247,50



446	Nonen Tryckregl. Ventil (HTBA Reaktor)	64	0,07686	3357,24
447	Peroxid. Spilltank (HTBA Reaktor)	48	0,02814	1229,16
448	Peroxid Ventil Tryck (HTBA Reaktor)	41	0,02394	1045,70
	<b>Sa.</b>		<b>1,18986</b>	<b>51973,08</b>
	<b>Gasreningen HT Kompressor HVS</b>			
449	Luftledn.ventil (Gasreningen HT Kompressor HVS)	51	0,02982	1302,54
450	Kylkompressor ventil blockverk (Gasreningen HT Kompressor HVS)	56	0,03276	1430,96
451	Kylkompressor Blockventil (Gasreningen HT Kompressor HVS)	54	0,0315	1375,92
452	Luftledn. Avskiljare LÄCK Regulator (Gasreningen HT Kompressor HVS)	64	0,07686	3357,24
	<b>Sa.</b>		<b>0,17094</b>	<b>7466,66</b>
	<b>Gasreningen LT1 LT2 PE3</b>			
453	Don motorventil ETEN (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	63	0,06636	2898,60
454	Regulator Nippel (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	47	0,0273	1192,46
455	DEOXO Kväveflöde Skåp (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	49	0,02856	1247,50
456	Regulator lågtrycks kväve (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	38	0,02226	972,32
457	Glander.ventil kväve (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	40	0,02352	1027,35
458	Ventil Serviceluft (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	59	0,03444	1504,34
459	Manifolder 201-1 LÄCK rör (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	39	0,02268	990,66
460	Reg.dorn kväve LÄCKA (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	38	0,02226	972,32
461	Reg.dorn kväve LÄCKA (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	48	0,02814	1229,16
462	Manimekr. Undreläcka (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	34	0,01974	862,24
463	Ventil ventgas Fackla Regulator (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	52	0,03024	1320,88
464	Ventil ventgas Fackla Regulator (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	44	0,02562	1119,08
465	Luftläcker Regulator (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	43	0,0252	1100,74
466	Propanläcka Dorn (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	42	0,02436	1064,04
467	Kväve läcka Nippel (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	52	0,03024	1320,88
468	Dimsmörjare (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	62	0,05586	2439,96
469	Lufttank Dimsmörjare E.443292 (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	52	0,03024	1320,88
470	Nippel Loss (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	64	0,07686	3357,24
471	Ventil R23 Dumptank (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	58	0,03402	1485,99
472	Slangvinda Svetsverk LÄCK (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	58	0,03402	1485,99
473	Luftledn. Ventilnippel svetsverk (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	37	0,02142	935,63
474	Slangvinda bänk mek.verk. (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	55	0,03192	1394,27
475	Svarvluft svarv.verkstad. (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	36	0,021	917,28

476	Svarvluftledn. (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	53	0,03108	1357,57
477	Svarvluftledn. Koppling (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	30	0,01764	770,52
478	Munstycke (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	47	0,0273	1192,46
479	Fräsmaskin slangnippel (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	45	0,02646	1155,77
480	Klokkoppling vägg vid fräsmaskin (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	27	0,01554	678,79
481	Slangvinda (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	34	0,01974	862,24
482	Luftledn. Pumpverkstad. (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	48	0,02814	1229,16
483	Luftventil LÄCK nippel. (Gasrening LT1&LT2+PE3 UHverkstad)	50	0,02898	1265,85
	<b>Sa.</b>		<b>0,93114</b>	<b>40672,20</b>
	<b>LD5</b>			
500	Ventil. Tank. T5001B (LD5)	57	0,03318	1449,30
501	Ventil P5201 (LD5)	46	0,02688	1174,12
502	Ventil H50V58019 Hot Water (LD5)	56	0,03276	1430,96
503	Ventil XV58014 (LD5)	45	0,02646	1155,77
504	Ventil XV58001 (LD5)	49	0,02856	1247,50
505	Ventil Ljuddämpare XV58020 (LD5)	56	0,03276	1430,96
506	Ventil Convcyng. AIR (LD5)	65	0,08736	3815,88
507	Ventil Pellerwater 2vån (LD5)	68	0,126	5503,68
508	(Sprängblock. PDT 57310) T5710-B (LD5)	58	0,03402	1485,99
509	Slangvinda Silos (LD5)	46	0,02688	1174,12
510	X-5981 A Rör	42	0,02436	1064,04
511	Fläns luftledn. (LD5)	57	0,03318	1449,30
512	Tank. 5981-D (LD5)	52	0,03024	1320,88
513	T 5982-C (LD5)	71	0,16548	7228,17
514	Ventil Bottenplan NORR (LD5)	56	0,03276	1430,96
	<b>Sa.</b>		<b>0,74088</b>	<b>32361,64</b>
	<b>100 ton silos MH</b>			
515	100Ton Tank 66 (100ton silos MH)	40	0,02352	1027,35
516	Regulator LÄCK (100ton silos MH)	51	0,02982	1302,54
517	100ton Tank 64 (100ton silos MH)	47	0,0273	1192,46
518	100ton Tank 61 (100ton silos MH)	37	0,02142	935,63
519	100ton Tank 55 Ventil. (100ton silos MH)	43	0,0252	1100,74
520	Ventil (100ton silos MH)	33	0,01932	843,90
521	Regulator Filter (100ton silos MH)	35	0,02058	898,93
522	Ventilblock Finestank 52 (100ton silos MH)	51	0,02982	1302,54
523	Ventilblock Finestank 55 (100ton silos MH)	44	0,02562	1119,08
524	Spindel ventilblock (100ton silos MH)	43	0,0252	1100,74
525	Sipndel block (100ton silos MH)	74	0,20748	9062,73
526	Sindel block (100ton silos MH)	65	0,08736	3815,88
527	Trycksändare E.153703 (HTBE)	67	0,11298	4934,97
528	Transportluftledn. Ventil golv (HTBE)	58	0,03402	1485,99
529	Trycksändare E.146151 (HTBE)	48	0,02814	1229,16
530	Trycksändare E.146144 (HTBE)	46	0,02688	1174,12
531	Slangkoppling (K-LAB)	47	0,0273	1192,46

532	Ventil Collinexr. (K-LAB)	38	0,02226	972,32
533	Nippel Slangklämma (K-LAB)	35	0,02058	898,93
534	Ventil ovan dörr (K-LAB)	46	0,02688	1174,12
535	Elnstograd ventilLÄCKAGE (K-LAB)	42	0,02436	1064,04
536	Mättank Tic14 (GRACE)	49	0,02856	1247,50
537	Blandningstank (GRACE)	43	0,0252	1100,74
538	Utgående Facklan (GRACE)	75	0,22176	9686,48
539	Pentmntank (GRACE)	49	0,02856	1247,50
540	Nippel Tempregl Blandtank (GRACE)	68	0,126	5503,68
	<b>Sa.</b>		<b>1,29612</b>	<b>56614,52</b>
	<b>Sammanlagt läckage och årlig kostnad</b>		<b>13,69494</b>	<b>598194,98</b>

ID	Position	R1604	Nivå	Läckage m <sup>3</sup> /min	Årlig kostnad för läckage kr/år
	<b>IC Rlab</b>				
1	Kopplingblåsmunstycke collincxtr.		42	0,02436	1653,07
2	Kopplingmunstycke collin 1604		32	0,01848	1254,05
3	Upprullning: 77-8 Luftkoppling		43	0,0252	1710,07
4	Regulator trasig upprullning 77-8		48	0,02814	1909,58
5	Motorventil Luftcylinder somas		38	0,02226	1510,56
6	MotorventilLuftcylind V90-1		36	0,021	1425,06
7	Luftkoppling L.601 Slangvinda		35	0,02058	1396,56
8	Slangvind Omrörnre		48	0,02814	1909,58
9	Vacumburk. Trnnsport R 801 : Block		42	0,02436	1653,07
10	Filler Malna R 801:1		53	0,03108	2109,09
11	Ventilblock Filler Malna R 801		43	0,0252	1710,07
12	Motorventil V 77:1		48	0,02814	1909,58
13	Motorventil V 28:8		43	0,0252	1710,07
14	Kapmaskin R 77:7 Nippel		32	0,01848	1254,05
15	Membran Motorverk LÄCK Level 3		48	0,02814	1909,58
16	Regulator Slackverk R.621:10		52	0,03024	2052,09
17	Slangvind verkstadsbänk		40	0,02352	1596,07
18	High stability capsln R 1662:3		35	0,02058	1396,56
19	AvRullar RW R.621:3		41	0,02394	1624,57
20	Extruder 3 621:+ Tstycke Plugg Taket		31	0,01806	1225,55
21	Reglerventil Bad 18 7(R).1205:4		57	0,03318	2251,59
22	Nippel Bad 19 15:05		53	0,03108	2109,09
23	Luftcylinder botten		49	0,02856	1938,08
24	Slangvinda		53	0,03108	2109,09
25	Regulator tP 2		39	0,02268	1539,06
26	Rehgmekr R973		50	0,02898	1966,58
27	Luftvinda FR lab Ugnsrum		43	0,0252	1710,07
28	Regulator. LEVEL 2		26	0,01512	1026,04
29					
30	<b>Sa.</b>			<b>0,70098</b>	<b>47568,50</b>