



HÖGSKOLAN I BORÅS
Institutionen Ingenjörshögskolan

Avblås för torkning av kabel

AirWipes for drying of cable

Arnis Cehic, Lukas Strach

cehicarnis@hotmail.com, lukasstrach@spray.se

Sammanfattning

Denna rapport är skriven på uppdrag av Nexans IKO Sweden AB i Grimsås som är ett elkabeltillverkande företag och som vill ha hjälp med att undersöka möjligheter till att spara energi på tryckluftsidan, framför allt genom att effektivisera utnyttjandet av tryckluften. Tillverkning av elkablar sker på följande sätt: Uppgiften gick ut på att fastställa dagsläget, effektivisera avblåsstationerna för att minska tryckluftsförbrukningen och därmed spara pengar. Även arbetsmiljöaspekter berörs då buller- nivån från pneumatiska system och motorer är oftast hög.

Ett schema över luftflödet i fabriken och en inventering över aktuell avblåssituation har gjorts. Förslag på investeringar för utbyten baserade på jämförelse mellan de gamla avblås munstycken och nya munstycken av märket Huestis lades fram. Alternativa torkningsmetoder som inte kräver någon tryckluft har undersökts och tagits fram som förslag på ritningsnivå.

Insamlad data från fabriksproduktionen och undersökningar baserade på mätningar ligger till grund för jämförelseberäkningar och utbytesförslag. För sammanställning av data och konstruktion har datorprogram som Excel och Pro/Engineer används.

Handledare för arbetet på Nexans IKO Sweden AB: Hans Yngvesson

Examinator för examensarbetet: Per Berg Ingenjörsskolan Borås

Summary

This report is written on the assignment by Nexans IKO Sweden AB in Grimsås which is a cable manufacturing company. Nexans IKO Sweden AB was in need of help to examine possibilities for saving energy by saving compressed air, in first place by using the compressed air more efficient.

The task was to determine the present situation, making the airwipe stations more efficient by reducing the consumption of the compressed air and in turn save money. Even the aspects of the working environment were discussed as the noise levels from the pneumatic systems and engines are usually high.

A schedule over the airflow in the factory and the inventory over current airwipessituation was made. A proposal on investments for exchange based on comparison between the old airwipes mouthpieces and the new mouthpieces of the brand Huestis was made. The alternative drying methods wich does not demand any compressed air was examined and introduced as suggestions on the drawing level.

The data collected from the factory production and examinations based on measurements are the fundation for the comparison calculations and exange investments. For compilation of data and design computer programs like Excel and Pro/Engineer was used.

Supervisor: Hans Yngvesson, Nexans IKO Sweden AB

Examiner: Per Berg, the University College of Borås

Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
Summary	2
Innehållsförteckning	3
1. Inledning	4
1.1 Uppdragets presentation och syfte/mål	4
1.2 Företagspresentation.....	6
2. Schema över luftflödet i fabriken	6
2.1 Kompressordrivna luftförbrukningskällor	6
2.2 Fläktdrivna luftförbrukningskällor	6
3. Inventering av aktuell avblås situation	8
3.1.1 Inventering av kompressordrivna avblås.....	8
3.1.2 Inventering av fläktdrivna avblås.....	9
4. Luftflöde ur ett vinkelrätt hål	10
5. Kostnadsjämförelse mellan olika typer av avblås	11
5.1 Underlag för beräkningar.....	11
5.1.1 Priset för en kubikmeter komprimerad luft.....	11
5.1.2 Luftförbrukningen för en Kub avblås	11
5.2 Kostnadsjämförelse vid byte av Kub avblås till Huestis avblås.....	12
5.2.1 Pay off-metoden - återbetalningsmetoden.....	13
5.3 Kostnadsjämförelse vid byte av Marldon avblås till Huestis avblås.....	13
5.3.1 Driftkostnad för Marldon munstycken.....	14
5.3.2 Driftkostnad för Huestis munstycken.....	15
5.3.3 Total kostnad vid utbytesinvestering från Marldon till Huestis munstycken.....	16
5.4 Kostnadsjämförelse vid byte av Öppna munstycken till Huestis avblås.....	17
5.4.1 Förslag till byte från Öppna munstycken till Huestis munstycken.....	17
5.4.2 Total kostnad vid utbytesinvestering från Öppna munstycken till Huestis munstycken.....	19
6. Totala återbetalningstiden för samtliga tre investeringar	21
7. Alternativa torkningsmetoder	23
7.1 Mekanisk avtorkare-nr.1.....	23
7.2 Mekanisk avtorkare-nr.2	24
8. Diskussion	25
9. Slutsats	25
Referenslista	26

Bilaga A	Datablad för Huestis
Bilaga B	Prislista för Huestis
Bilaga C	Datablad för Marldon
Bilaga D	Undersökning av motorernas verkliga effekt
Bilaga E	Energiflöde vid Nexans IKO Sweden AB
Bilaga F	Avtorkare nr.1 ritad i <i>Pro/ENGINEER</i>
Bilaga G	Avtorkare nr.2 ritad i <i>Pro/ENGINEER</i>

1. Inledning

Överallt och inom alla företag pågår ständigt en jakt efter att få ned kostnaderna inom alla led av tillverkningen. Alla utgifter granskas inte minst energikostnaderna, allt från att byta till en energisnålare glödlampa på ett kontor eller till att köpa in en effektivare kompressor. Företagen har börjat i dagens läge se över sin elförbrukning på grund av ständigt ökande elpris per kWh, detta har skapat en mycket högre medvetenhet hos företagen som strävar efter att förbättra sin vinstmarginal. Många chefer har fått order från sina respektive företagsledningar att effektivisera produktionen för att minska elförbrukningskostnaderna och därmed spara pengar.

Denna rapport är skriven på uppdrag av Nexans IKO Sweden AB i Grimsås som är ett elkabeltillverkande företag och som vill ha hjälp med att undersöka möjligheter till att spara energi på tryckluftsidan, framför allt genom att effektivisera utnyttjande av tryckluften.

1.1 Uppdragets presentation och syfte/mål

Vid tillverkning av kablar pressas en het plastsmälta genom ett ringformat munstycke ut runt en metalltråd. Smältan måste därför kylas snabbt, dels för att bibehålla formen dels för att kunna hanteras utan deformation. Detta sker i långa vattenfyllda kylrännor. (Se fig. 1)



Figur 1.

Vattnet måste sedan avlägsnas före de olika process-steg:

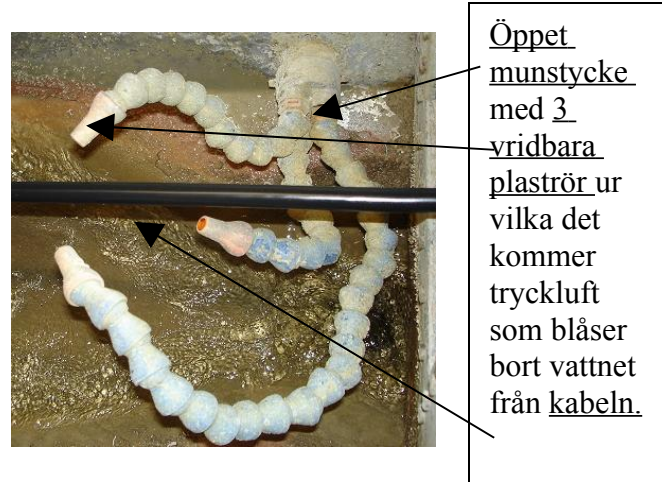
- Före optiska diameterkontroller. Vattendroppar på kabelns yta stör mätresultatet.
- Före ”spark-testers”. (Elektrisk provapparat som kontrollerar den elektriska spänningshållfastheten av isolationsskiktet).
- Före upprullning, kabeln måste vara torr för att uppfylla kundens krav.

Normalt sker dessa torkningar med hjälp av olika typer av ”avblås” anordningar som blåser bort vattnet från kabelns yta med hjälp av tryckluft.

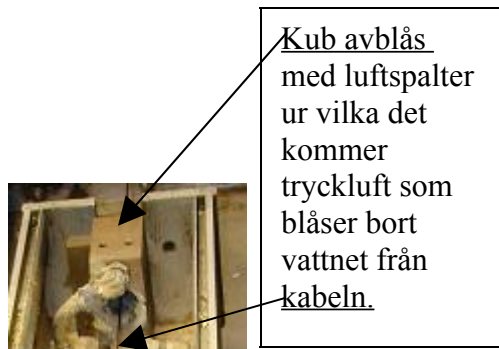
Avblås finns i många former, några exempel:



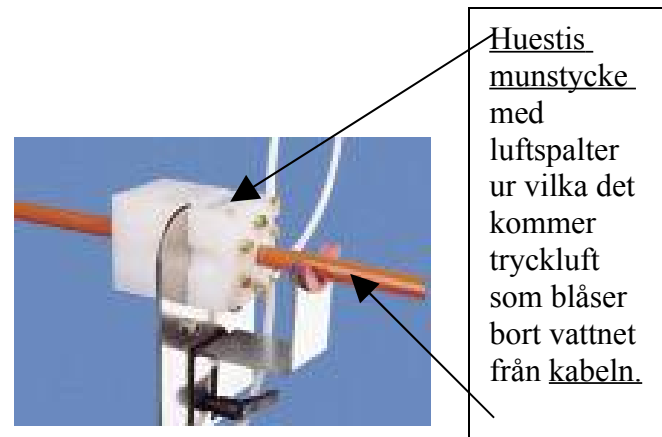
Figur 2. Marldon



Figur 3. Öppet munstycke



Figur 4. Kub avblås



Figur 5. Huestis

Syftet med examensarbetet är att fastställa dagsituationen och ge förslag till ändringar för att minska den specifika energiförbrukningen genom att minska tryckluftsförbrukningen vid tillverkningen av kabel. Olika förslag ges till att effektivisera torkprocessen t.ex. genom att förbättra avblås stationerna och föreslå alternativa torkmetoder som inte kräver tryckluft.

1.2 Företagspresentation

Nexans är världsledande inom kabelindustrin. Företaget erbjuder ett omfattande urval av koppar- och optokabellösningar för infrastruktur, installation och industri. Nexans kablar och kabelsystem finns i alla miljöer, från eldistribution och telekommunikation till fastigheter, bilar, tåg, flyg, sjukvård etc. Med industriell närvaro i 29 länder och kommersiell verksamhet över hela världen har Nexans 20 000 anställda och försäljning under 2004 på 4,8 miljarder euro. Nexans IKO Sweden AB har marknadsansvar för Sverige, Danmark, Finland, Estland, Lettland och Litauen.

Nexans IKO Sweden AB i Grimsås producerar över 1 000 olika kablar - kraftkabel, installationskabel, fiberkabel och specialkablar för fordons- och vitvaruindustrin- det blir omkring 40 000 ton kabel varje år.

Företaget har flera kvalitets- och miljöcertifikat. Allt avfall från produktionen tas om hand och återvinns om möjligt vid Nexans moderna avfallsanläggning.

I Grimsås finns även Nexans kompetenscentra för fiberbandskabel. Fiberbandstekniken gör det möjligt att tillverka kablar med ett stort antal fibrer. Denna sorts kablar används mycket i de nordiska nätverken.

Företaget har ett modernt materiallaboratorium som bedriver ett nära samarbete med Nexans forsknings- och utvecklingsavdelningar runt om i världen för att framställa nya högkvalitativa material som till exempel är halogenfria och brandsäkra.

2. Schema över luftflödet i fabriken

För att få en förståelse över hur luften genereras och förbrukas gjordes en inventering av luftflödet i fabriken. Resultatet av denna inventering presenteras som ett schema över totala eleffekten vid produktion av tryckluft med tillhörande luftförbrukningskällor som delas i kompressordrivna och fläktdrivna luftförbrukningskällor. Se schema nr.1 (sid. 7).

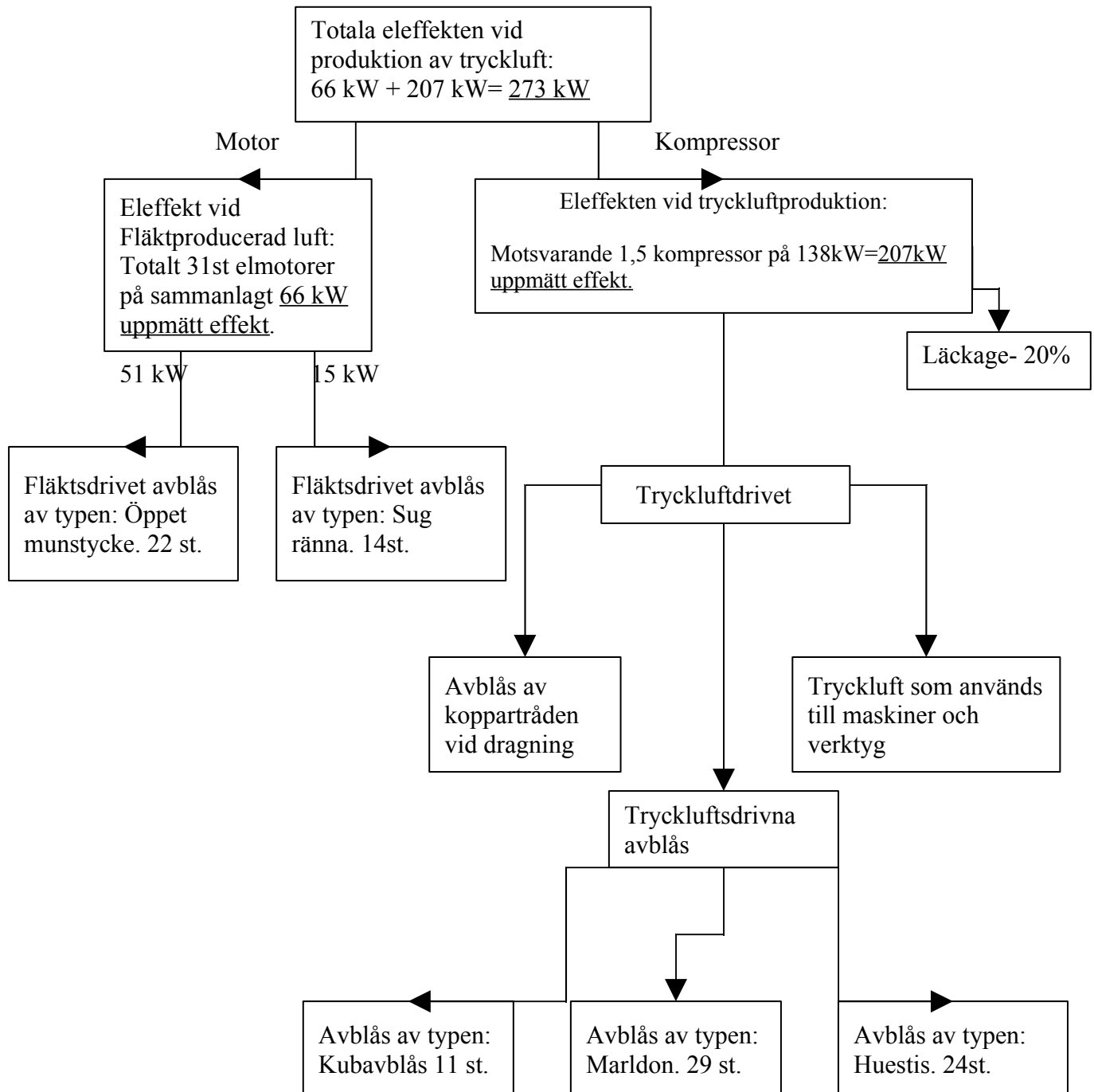
2.1 Kompressordrivna luftförbrukningskällor

Det finns två kompressorer som genererar tryckluft, den ena går på maximal effekt motsvarande 138 kW och den andra är varvtalstyrd dvs. dess eleffekt varierar beroende på den aktuella luftförbrukningen i fabriken. Över hela året förbrukar dessa två kompressorer elenergi som uppgår till 1200 MWh (se bilaga E) och detta motsvarar en och en halv 138 kW kompressor. Tryckluften som genereras av kompressorerna går via olika rörledningar ut i fabriken och förbrukas av kompressordrivna luftförbrukningskällor. Dessa källor är följande: Kompressordrivna avblås (Kub avblås, Marldon, Huestis), avblås av koppartråden vid dragning, maskiner och verktyg.

2.2 Fläktdrivna luftförbrukningskällor

Det finns sammanlagt 31st. motorer på sammanlagt uppmätt effekt 66 kW som driver fläktar. Fläktdrivna luftförbrukningskällor är avblås av typen: Öppet munstycke och Sugränna. Sugrännan fungerar så att den suger upp vattnet från kablar. En motor är kopplad som en ”dammsugare” till en ihålig metallränna genom vilken vattnet suges upp och leds ned i avloppssystemet.

Schema nr.1



3. Inventering av aktuell avblås situation

Fabriken består av tre produktionsavdelningar där tillverkning av elkablar sker. Dessa avdelningar är Kraftavdelning, Teleavdelning och Specialavdelning. Nedanstående tabeller visar resultat av inventeringen. Tabell 1. visar tydligt vilka sprutor (produktions liner) som använder kompressordrivna avblås vid torkning av kabeln. I tabellen kan man utläsa vilken typ och antal av avblås som används vid respektive spruta.

3.1.1 Inventering av kompressordrivna avblås

Tabell 1. Resultat av inventeringen.

	Kompressordrivna			
	Typ och antal av avblås:			
	Huestis	Marldon:		Kub avblås
KRAFTAVDELNING		688/2	674/2	685/2
Spruta :				
1	1			2
8	2		2	
20			1	3
36	1			2
23-24				
50	2			1
19	1		4	
3				
38-39				
TELEAVDELNING				
Spruta:				
17				2
14				2
49	4			
16				
5				1
28				
44	4	2		
43,13				
37			2	
22			1	
336				3
46		3		
47		3	2	
SPECIALAVDELNING				
Spruta:				
51	1			
42	2			
45	1			
26	2	1		
21			1	2
33	1			
35	2			
Totalt:	24	9	13	7
				11

Tabell 2. visar tydligt vilka sprutor (produktions liner) som använder fläktdrivna avblås vid torkning av kabeln. I tabellen kan man utläsa vilken typ och antal av avblås som används vid respektive spruta. I vissa fall används en motor till flera avblås exempelvis vid spruta 8 används en motor till att driva två Öppna munstycken.

3.1.2 Inventering av fläktdrivna avblås

Tabell 2. Resultat av inventeringen

	Fläktsdrivna		Motor typer			
	Typ och antal:		Kopplade som avblås:		Kopplade som uppsugning:	
	Öppna munstycken	Sugrännor	2,2 kW	1,1kW	2,2kW	1,1kW
KRAFTAVD.						
Spruta :						
1		2			2	
8	2		1			
20	1		1			
36	2		2			
23-24	2		2	1		
50	1		1			
19						
3	3		2			
38-39	3		2			
TELEAVD.						
Spruta:						
17		1			1	
14		1				1
49		1			1	
16	2			2		
5		1				1
28	2		1	1		
44		1			1	
43-13	2	2	1		1	
37						
22			1			
336						
46						
47						
SPECIALAVD.						
Spruta:						
51	2	2	1		1	
42						
45						
26						
21		2			1	1
33		1			1	
35						
Totalt:	22	14	15	4	9	3

4. Luftflöde ur ett vinkelrätt hål

Ljudnivå och luftförbrukning för olika typer av rör kan vara högs varierande. Faktorer som påverkar dessa värden är exempelvis, blåsning ur ett borrat vinkelrätt hål, blåsning direkt ur ett rakt rör. Dessutom är det stor skillnad på blåsegenskaperna om röret är böjt, rakt, långt eller kort. Alla dessa parametrar påverkar rörets blåsegenskaper i form av blåskraft, ljudnivå och luftförbrukning. Därför är det i stort sett omöjligt att bestämma den korrekta ljudnivån eller luftförbrukningen för ett rör utan att göra mätningar vid varje enskild applikation.

Genom nedanstående formel och uträkningar får man luftflöde ur vinkelrätt hål vid rumstemperatur och ett övertryck på 6 bar = 600 kPa. Luftflödet är proportionellt mot hålets diameter dvs genomströmningsarean. Trycket i rummet är 1 bar = 100 kPa.

Massflöde m [kg/s] blir då vid ett tryckfall:

$$m = \frac{A \times p_1}{a_1} \sqrt{\frac{2\kappa}{\kappa - 1} \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{2}{\kappa}} - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\kappa + 1}{\kappa}} \right]} \quad \text{kg/s} \quad (\text{formel 1})$$

A = genomströmningsarean [m^2], a_1 = ljudhastighet 345 m/s vid 23 °C,
 p_1 = trycket i röret [Pa], p_2 = trycket i rummet [Pa], κ för luft = 1.4,

Tabell 3. Luftflöde ur ett vinkelrätt hål.

Håldiameter (mm)	Massflödet m (kg/s)	Luftflöde (m^3 /min)
4	0,012	0,6
4,5	0,015	0,75
5	0,019	0,95
6	0,027	1,36
6,5	0,031	1,6
7	0,037	1,84
8	0,048	2,4
9,5	0,068	4,1
10	0,09	4,5
12	0,108	5,4

Dessa värden på luftflödet är högre än för ett rör med en viss längd.

5. Kostnadsjämförelse mellan olika typer av avblås

5.1 Underlag för beräkningar

5.1.1 Priset för en kubikmeter komprimerad luft

Det totala tryckluftflödet som genereras från kompressorer är $30 \text{ m}^3/\text{min}$. (se bilaga E) vid 6 bar övertryck och motsvarar 1,5 kompressor. En kompressor har en effekt på 138 kW (uppmätt värde). Produktionen är igång 250 dagar om året och 24 tim./dygn. Det aktuella elpriset är 0,45 kr / kWh. Nedanstående beräkning visar priset för en kubikmeter komprimerad luft.

Den årliga elförbrukningskostnaden för kompressorn blir:

$$1,5 \times 138 \times 24 \times 250 \times 0,45 = 558\,900 \text{ kr}$$

Den årliga underhålls och avskrivningskostnaden är 85 000 kr.

Total årlig kostnad för kompressorn blir: $558\,900 + 85\,000 = \underline{643\,900}$ kr

Den årliga luftförbrukningen räknat i antal kubikmeter luft för hela kompressordrivna luftsystemet blir:

$$30 \times 60 \times 24 \times 250 = 10\,800\,000 \text{ m}^3$$

Priset för en kubikmeter :

$$643\,900 / 10\,800\,000 = 0,06 \text{ kr} / \text{m}^3$$

5.1.2 Luftförbrukningen för en Kub avblås

Luftförbrukningen för en Kub avblås har beräknats med hjälp av formeln för luftflöde ur ett vinkelrätt hål (se formel 1). En Kub avblås har 4 st. friblåsande hål ur vilka det kommer tryckluft som blåser rent kabeln. Nedanstående beräkningar baserade på formel 1 visar luftflödet ur ett sådant friblåsande hål.

A = friblåsandehålets area [m^2] = $2 \times 10^{-6} \text{ m}^2$, a_1 = ljudhastighet 345 m/s vid 23°C ,

p_1 = trycket i röret [Pa] = $6 \times 10^5 \text{ Pa}$, p_2 = trycket i rummet [Pa] = 10^5 Pa ,

κ för luft = 1,4, d = densitet för luft = $1,2 \text{ kg} / \text{m}^3$

$$m = \frac{2 \times 10^{-6} \times 6 \times 10^5}{345} \sqrt{\frac{2 \times 1,4^2}{1,4 - 1} \left[\left(\frac{10^5}{6 \times 10^5} \right)^{\frac{2}{1,4}} - \left(\frac{10^5}{6 \times 10^5} \right)^{\frac{1,4 + 1}{1,4}} \right]} = 1,92 \times 10^{-3} \text{ kg/s}$$

$$m = \text{massflöde} [\text{kg/s}] = 1,92 \times 10^{-3} \text{ kg/s}$$

$$\text{luftflöde} [\text{m}^3/\text{min}] = m / d \times 60 = 1,92 \times 10^{-3} / 1,2 \times 60 = 0,096 \text{ m}^3/\text{min}$$

Enligt ovanstående blir luftförbrukningen för en Kub avblås:

$$0,096 \times 4 = 0,384 \text{ m}^3/\text{min}$$

5.2 Kostnadsjämförelse vid byte av Kub avblås till Huestis avblås

Om man ersätter en Kub avblås med en Huestis modell AMS0500 med motsvarande öppningsdiameter på 12,7 mm och där antalet friblåsande hål är 6 stycken, se datablad (bilaga A), får man enligt nedanstående uträkning en kostnadsbesparing per Kub avblås och år:

N= Luftförbrukning i m³/min, a= antalet friblåsande hål, c= luftflöde per hål i m³/min

$$N = a \times c$$

Luftförbrukning för en Huestis AMS0500 enligt datablad (bilaga A):

$$6 \times 0,0268 = 0,1608 \text{ m}^3/\text{min}$$

den årliga förbrukningen blir :

$$0,1608 \times 60 \times 24 \times 250 = 57888 \text{ m}^3/\text{år}$$

med det aktuella priset för en m³ luft som är 0,06 kr = 6 öre, blir den årliga luftförbrukningskostnaden:

$$57888 \times 0,06 = 3473 \text{ kr/år}$$

Motsvarande för en Kub avblås får man enligt nedanstående beräkningar.

Luftförbrukningen för en Kub avblås är 0,38 m³/min. Med detta värde fås den årliga förbrukningen:

$$0,38 \times 60 \times 24 \times 250 = 138000 \text{ m}^3/\text{år}$$

Luftförbrukningskostnaden för en Kub avblås blir då:

$$138000 \times 0,06 = 8280 \text{ kr/år}$$

Besparingen av luftförbrukningskostnader blir då för ett avblås per år:

$$8280 - 3473 = 4807 \text{ kr/år}$$

Vid inköp av en Huestis AMS0500 med hållare blir priset enligt gällande prislista (se bilaga B):

$$2660 + 918 = 3578 \text{ kr}$$

Totala investeringskostnaden för samtliga 11 Huestis munstycken blir:

$$3578 \times 11 = 39358 \text{ kr}$$

Jämfört med 11 st. Kub avblås som har en driftkostnad på 8280 kr/kub och år, blir den totala årliga driftkostnaden för 11 st. Huestis munstycken:

$$11 \times 3\,473 = 38\,203 \text{ kr}$$

Den totala årliga driftkostnaden för 11 st. Kub avblås blir:

$$11 \times 8\,280 = 91\,080 \text{ kr}$$

Besparingen av luftförbrukningskostnader blir då vid en sådan utbytesinvestering per år:

$$91\,080 - 38\,203 = \underline{52\,877 \text{ kr}} \quad \text{eller} \quad 11 \times 4\,807 = \underline{52\,877 \text{ kr}}$$

5.2.1 Pay off-metoden - återbetalningsmetoden

Pay off-metoden är en enkel form av investeringskalkyl och används i detta examensjobb för att avgöra om en investering är lönsam eller ej. Man tar reda på hur lång tid det tar att tjäna in det investerade beloppet. Den framräknade tiden jämförs därefter med den maximala återbetalningstid företaget kan acceptera, t_p . Maximala återbetalningstiden, t_p , på Nexans är 2 år. I dess enklaste form bortser man från ränta. En investering är lönsam om dess återbetalningstid är mindre än den maximala återbetalningstiden, t_p . Den investering är bäst som har kortast återbetalningstid.

a = besparingen av luftförbrukningskostnader, G = totala investeringskostnaden

Om a är lika stort varje år: Återbetalningstid = G/a (formel 2)

Enligt formel 2 blir återbetalningstiden för ovanstående investering:

$$\underline{39\,358/52\,877 = 0,74 \text{ år} = 9 \text{ månader}}$$

Denna specifika utbytesinvestering vid byte av Kub avblås till Huestis avblås är lönsam eftersom dess återbetalningstid på 0,74 år är mindre än den maximala återbetalningstiden på 2 år. Efter 0,74 år som motsvarar 9 månader får man en årlig besparing som är 52 877 kr.

5.3 Kostnadsjämförelse vid byte av Marldon avblås till Huestis avblås

Avblås munstycken av typen Marldon har använts i produktionen vid torkning av kabeln sedan en lång tid tillbaka utan att man har försökt ersätta de med nyare avblås. Anledningen till detta har varit ett bristande intresse från företagets sida att investera i nya avblås då man inte lade ner större vikt på luftförbrukningen eftersom elpriset var relativt låg. Dessa avblås som finns i 3 olika modeller (688/2, 674/2 och 685/2) är konstruerade på ett sådant sätt att blåsavståndet till kabeln kan anpassas för att på så sätt bibehålla samma spalt mellan kabeln och munstycke vid tillverkning av kablar med olika diameter. På så sätt optimeras luftförbrukningen eftersom blåskraften koncentreras då enbart till kabeln. Med andra ord ska man använda en lägre inställning vid tillverkning av tunnare kabel och en högre inställning vid tillverkning av tjockare kabel. Denna inställning får göras för hand varje gång man byter kabel diameter och skall göras av operatören. Problemet med denna typ av avblås är att de förbrukar mycket luft jämfört med Huestis avblås och att man aldrig anpassar inställningar till motsvarande diameter. Detta leder till att man i onödan blåser kabeln torr med mer luft än nödvändigt.

Nedanstående bilder visar tydliga brister med Marldon avblås, då de är oftast inställda till torkning av de grövsta kablar (maximal inställning) eller till hälften så grova kablar (medel inställning).



Figur 6. Dåligt inställd Marldon-munstycke



Figur 7. Bra inställd Marldon-munstycke

På företaget finns det totalt 29 Marldon (9 st. 688/2, 13 st. 674/2 och 7 st. 685/2) se tab.1. 688/2-modellen är anpassad till kablar av storlek 2-12mm i diameter och har en luftförbrukning på 0,08 till 0,23 m³/min. 674/2-modellen är anpassad till kablar av storlek 3-22mm och har en luftförbrukning på 0,14 till 0,34 m³/min. 685/2-modellen är anpassad till kablar av storlek 12-65mm och har en luftförbrukning på 0,35 till 0,71 m³/min. Se bilaga C. Nedanstående beräkningar visar kostnader och eventuella besparingar vid byte av Marldon munstycken till Huestis munstycken. Bilaga C. ligger till grund för dessa beräkningar.

5.3.1 Driftkostnad för Marldon munstycken

De nuvarande 9st. Marldon (688/2-modell) är medelinställda och därför har en luftförbrukning på:

$$(0,08+0,23)/2 = 0,155 \text{ m}^3/\text{min. per styck.}$$

för samtliga 9 st. blir förbrukningen:

$$9 \times 0,155 = 1,4 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Av de nuvarande 13st. Marldon (674/2-modell) är 7 st. medelinställda, 6 st. maximalinställda och därför har en luftförbrukning på:

$$7 \times (0,14+0,34)/2 = 1,68 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$6 \times 0,34 = 2,04 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Den totala luftförbrukningen för samtliga 13 st. blir:

$$1,68+2,04=3,72 \text{ m}^3/\text{min}$$

Av de nuvarande 7st. Marldon (685/2-modell) är 2 st. medelinställda, 5 st. maximalinställda och därför har en luftförbrukning på:

$$2 \times (0,35+0,71)/2 = 1,06 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$5 \times 0,71 = 3,55 \text{ m}^3/\text{min}$$

Den totala luftförbrukningen för samtliga 7 st. blir:

$$1,06 + 3,55 = 4,61 \text{ m}^3/\text{min}$$

Den totala förbrukningen för samtliga modeller blir:

$$1,4 + 3,72 + 4,61 = 9,73 \text{ m}^3/\text{min}$$

Den totala luftförbrukningskostnaden per år blir:

$$9,73 \times 60 \times 24 \times 250 \times 0,06 = \underline{210\,168} \text{ kr}$$

5.3.2 Driftkostnad för Huestis munstycken

Motsvarande driftkostnader vid en utbytesinvestering till Huestis munstycken fås genom följande beräkningar. Bilaga A. ligger till grund för dessa beräkningar.

N = Luftförbrukning i m^3/min , a = antalet friblåsande hål, c = luftflöde per hål i m^3/min

k = antal munstycken

$$k \times a \times c = N$$

Om man byter ut samtliga 9 st. Marlton (688/2-modell) mot motsvarande Huestis munstycke med samma parametrar dvs. anpassade till en diameter upp till 6 mm får man välja en Huestis AMS0250 enligt bilaga A.

$$9 \times 6 \times 0,0268 = 1,44 \text{ m}^3/\text{min}$$

Om man byter ut samtliga 13 st. Marlton (674/2-modell) mot motsvarande Huestis munstycke med samma parametrar dvs. anpassade till en diameter upp till 22 mm blir förbrukningen:

7 st Marlton (674/2-modell) är inställda på medel vilket motsvarar kabel diameter på 11 mm. Samma parametrar gäller för motsvarande Huestis AMS0500 enligt bilaga A.

$$7 \times 6 \times 0,0268 = 1,13 \text{ m}^3/\text{min}$$

6 st Marlton (685/2-modell) är inställda maximalt vilket motsvarar kabel diameter på 22 mm. Samma parametrar gäller för motsvarande Huestis AMS1000 enligt bilaga A.

$$6 \times 6 \times 0,0268 = 0,965 \text{ m}^3/\text{min}$$

Den totala förbrukningen för samtliga 13 Huestis munstycken blir:

$$1,13 + 0,965 = 2,1 \text{ m}^3/\text{min}$$

Om man byter ut samtliga(7 st.) Marldon (685/2-modell) mot motsvarande Huestis munstycke med samma parametrar dvs. anpassade till en diameter upp till 65 mm blir förbrukningen:

2 st Marldon (685/2-modell) är inställda på medel vilket motsvarar kabel diameter på 32,5 mm. Samma parametrar gäller för motsvarande Huestis AMS1250 enligt bilaga A.

$$2 \times 8 \times 0,0268 = 0,43 \text{ m}^3 / \text{min}$$

5 st Marldon (685/2-modell) är maximalt inställda vilket motsvarar kabel diameter på 65 mm. Samma parametrar gäller för motsvarande Huestis AMS2500 enligt bilaga A.

$$5 \times 12 \times 0,0268 = 1,61 \text{ m}^3 / \text{min}$$

Den totala luftförbrukningen för samtliga(29 st.) Huestis munstycken som ersätter de nuvarande Marldon munstycken blir :

$$1,44+2,1+1,61=5,15 \text{ m}^3 / \text{min}.$$

Den totala luftförbrukningskostnaden per år blir:

$$5,15 \times 60 \times 24 \times 250 \times 0,06 = \underline{111\ 240} \text{ kr}$$

Den totala luftbesparingen vid ett sådant byte blir därför:

$$9,73 - 5,15 = \underline{4,58} \text{ m}^3 / \text{min}$$

Luftbesparingen på 4,58 m³/min. innebär en driftkostnadsbesparing som årligen uppgår till :

$$4,58 \times 60 \times 24 \times 250 \times 0,06 = \underline{98\ 928} \text{ kr}$$

$$\text{eller} \quad 210\ 168 - 111\ 240 = \underline{98\ 928} \text{ kr}$$

5.3.3 Total kostnad vid utbytesinvestering från Marldon till Huestis munstycken

Vid byte av Marldon till Huestis munstycken slängs de gamla Marldon munstycken och får ersättas med nya Huestis munstycken + hållare. Inköpskostnaden för de nya Huestis munstycken + hållare blir enligt följande prislista. Se bilaga B.

Huestis + hållare:

$$9 \text{ st. AMS0250: } 9 \times 3571 = 32\ 139 \text{ kr} , \quad 7 \text{ st. AMS0500: } 7 \times (2660+964) = 25\ 368 \text{ kr}$$

$$6 \text{ st. AMS1000: } 6 \times 4475 = 26\ 850 \text{ kr} , \quad 2 \text{ st. AMS1250: } 2 \times (3848+964) = 9\ 626 \text{ kr}$$

$$5 \text{ st. AMS2500: } 5 \times 11\ 000 = 55\ 000 \text{ kr}$$

Den totala engångskostanden för inköp av samtliga (29 st.) Huestis + hållare blir 148 981 kr.

Enligt formel 2 (sid.13) blir återbetalningstiden för ovanstående investering:

$$\underline{148\ 981/98\ 928 = 1,5 \text{ år}}$$

Denna specifika utbytesinvestering från Marldon till Huestis munstycken är lönsam eftersom dess återbetalningstid på 1,5 år är mindre än den maximala återbetalningstiden på 2 år. Efter 1,5 år som motsvarar 18 månader får man en årlig besparing som är 98 928 kr. Vidare kan möjligheter undersökas för optimering av 5 st. Huestis AMS 2500 då dessa ofta används enligt figur 6. (se sid. 13) och därför blir ofta oekonomiska. Eftersom spalten dvs. avståndet mellan kabeln och munstycke är stor vid tillverkning av tunna kablar, så blir luftförbrukningen onödigt stor och torkningseffekten på kabeln minskar. Genom komplettering med Huestis AMS 1000 och AMS 0500 kan en optimering av torkningsprocessen göras på ett smidigt sätt.

5.4 Kostnadsjämförelse vid byte av Öppna munstycken till Huestis avblås

Till skillnad från de tidigare nämnda avblåsen som drivs med kompressorproducerad tryckluft så drivs de öppna munstycken (se fig.3 sid.5) med hjälp av två olika typer av trefas motorer, 2,2 kW och 1,1 kW. Ett öppet munstycke definieras i denna rapport som en enhet bestående av 3 st. vridbara plaströr (se fig.3 sid.5) och ställs in för hand beroende av kabeldiameter för bästa möjliga torkningseffekt. I dagens läge använder fabriken i sin produktion sammanlagt 22 st. munstycken av denna typ som är kopplade till 15 st. 2,2 kW och 4 st. 1,1 kW motorer. I samband med inventeringen upptäcktes att dessa trefas motorer som var kopplade som avblås är egentligen konstruerade för att suga upp vatten från kablarna. Med andra ord är de kopplade som bakåtvända dammsugare. En undersökning (se bilaga D) gjordes för att ta reda på deras verkliga förbrukning genom att med ett mätinstrument mäta effekten på fyra slumpvis valda 2,2 kW motorer. Två av dessa är kopplade som avblås och två suger upp vatten (vakuum kopplade) genom sug rännor. Mätningen visade att den verkliga uppmätta effekten skiljde sig kraftigt från motorernas märkdata. Den verkliga effekten för motorerna som är kopplade som avblås visade sig ha ett genomsnittligt värde på 3,0 kW, till skillnad från motorer som är kopplade för att suga upp vattnet och har ett genomsnittlig värde på 1,5 kW. Nedanstående beräkningar visar driftkostnader för samtliga 19 st. motorer som är kopplade som avblås:

$$\begin{array}{lcl} \underline{15 \text{ st. } 2.2 \text{ kW motorer}} & + & \underline{4 \text{ st. } 1.1 \text{ kW motorer}} \\ 15 \times 3 = 45 \text{ kW} & & 4 \times 1,5 = 6 \text{ kW} \end{array}$$

Total förbrukning för dessa motorer: $45 + 6 = 51 \text{ kW}$

Årlig kostnad för dessa motorer räknat med det aktuella priset på 0,45 kr per 1 kWh:

$$51 \times 24 \times 250 \times 0,45 = 137\,700 \text{ kr/år}$$

5.4.1 Förslag till byte från Öppna munstycken till Huestis munstycken

I fabriken finns det sammanlagt 11 sprutor (produktionslinor) som använder Öppna munstycken (se tabell 2.). Eftersom de Öppna munstycken ställs in för hand och kan därför anpassas till olika kabeldiameter, har det varit svårt att avgöra med hur många Huestis munstycken man kan ersätta varje öppet munstycke. Därför har en undersökning gjorts för att ta reda på vilka kabel dimensioner som tillverkas vid respektive spruta. Baserat på denna undersökning har man kunnat fastställa de olika kabel dimensioner. Tabell på nästa sida (tabell 4) ger förslag till olika Huestis typer som ersätter Öppna munstycken.

Tabell 4.

Spruta:	Kabeldiameter (mm):	Öppna munstycken:	Huestis typer:	Huestis hållare:
8	6,4-13,8	2	2 x AMS 0375 2 x AMS 0625	2 x AW463
20	5,6-17,4	1	AMS0438 AMS0750	AW463
36	1,4-6,6	2	2 x AMS0125 2 x AMS0312	2 x AW463
23-24	16-60	2	2 x AMS0750 2 x AMS1250 2 x AMS2500	2 x AW463 1 x AW484
50	10-38	1	AMS0438 AMS0750 AMS2000	AW463 AW484
3	5,6-35,7	3	3 x AMS0438 3 x AMS0750 3 x AMS2000	3 x AW463 3 x AW484
38-39	1,4-39	3	3 x AMS0438 3 x AMS0750 3 x AMS2000	3 x AW463 3 x AW484
16	10-38	2	2 x AMS0438 2 x AMS0750 2 x AMS2000	2 x AW463 2 x AW484
28	8-80	2	Inget byte	Inget byte
43	2-12,4	2	2 x AMS0625 2 x AMS0250	2 x AW463

51	0,7-2,3	2	2 x AMS0125	2 x AW463
----	---------	---	-------------	-----------

Obs! På grund av den stora variationen i kabelstorlekar (8-80 mm) och därför behovet av ett stort antal Huestis munstycken, ges inga förslag till byte vid spruta 28.

5.4.2 Total kostnad vid utbytesinvestering från Öppna munstycken till Huestis munstycken

Nedanstående beräkningar visar kostnader och eventuella besparingar vid byte av Öppna munstycken till Huestis munstycken. Enligt aktuell prislista (se bilaga B) har inköpskostnader tagits fram och enligt datablad (se bilaga A) har luftförbrukningskostnader beräknats.

Nedanstående beräkning visar luftförbrukningen för exempelvis spruta 8 som ersätts med 4 st. Huestis munstycken av typen AMS0375 och AMS0625 (se tabell 4). Beräkningen baseras på antagandet att varje munstycke används 1/2 av produktionstiden då 2 olika typer av munstycken används eller 1/3 av produktionstiden då 3 olika munstycken används. Aktuell årlig produktionstid är 24 tim./dygn i 250 dagar, detta motsvarar 6000 timmar per år. Motsvarande beräkningar gjordes för övriga sprutor.

$N =$ Luftförbrukning i m^3/min , $a =$ antalet friblåsande hål, $c =$ luftflöde per hål i m^3/min

$k =$ antal munstycken,

$$k \times a \times c = N$$

För 2 st. Huestis AMS0375 blir luftförbrukningen:

$$2 \times 6 \times 0,0268 = 0,322 m^3/min$$

För 2 st. Huestis AMS0625 blir luftförbrukningen:

$$2 \times 6 \times 0,0268 = 0,322 m^3/min$$

Total luftförbrukning för spruta 8 blir:

$$0,5 \times 0,322 + 0,5 \times 0,322 = 0,322 m^3/min$$

Den årliga luftkonsumtionen i kubikmeter blir:

$$0,322 \times 60 \times 6000 = 115\,920 m^3$$

Totala luftförbrukningspriset per år blir:

$$115\,920 \times 0,06 = \underline{6955} \text{ kr}$$

Nedanstående tabell (tabell 5) visar inköps- och luftförbrukningskostnader för Huestis munstycken vid respektive spruta (se även tabell 4).

Tabell 5.

Spruta:	Inköpspris för Huestis+hållare (kr):	Luftförbruknings- pris per år (kr) :
8	13 016	6 960
20	8 099	3 480
36	12 462	6 960
23-24	38 646	9 926
50	17 735	3 852
3	53 205	11 556
38-39	53 205	11 556
16	35 470	8 487
43	12 910	6 960
51	7 142	6 960
Totalt:	251 890	76 600

Den totala utbyteskostnaden från Öppna munstycken till Huestis munstycken blir för samtliga 10 sprutor blir 251 890 kr (exklusive spruta 28). Den totala årliga elförbrukningen för de 17 motorer på sammanlagt 46,5 kW uppmätt effekt (spruta 28 tas inte med i utbytes beräkningar) som driver de Öppna munstycken blir:

$$46,5 \times 6000 = 279\,000 \text{ kWh}$$

Den totala årliga elkostnad för dessa motorer blir:

$$279\,000 \times 0,45 = \underline{125\,550} \text{ kr}$$

Besparingen på luftförbrukningskostnader blir då vid en sådan utbytesinvestering per år:

$$125\,550 - 76\,600 = \underline{49\,550} \text{ kr}$$

Den totala investeringskostnaden för samtliga (49 st.) Huestis + (30 st.) hållare blir 251 890 kr.

Enligt formel 1 (sid.13) blir återbetalningstiden för ovanstående investering:

$$\underline{251\ 890/49\ 550 = 5,1 \text{ år}}$$

Denna specifika utbytesinvestering vid byte från Öppna munstycken till Huestis munstycken är ej lönsam eftersom dess återbetalningstid på 5,1 år är större än den maximala återbetalningstiden på 2 år.

I det här specialfallet måste man däremot ta hänsyn till arbetsmiljöaspekter eftersom både de öppna munstycken och motorer som de drivs med orsakar buller. Vid de sprutor som använder Öppna munstycken kan man tydligt märka missnöje hos personalen som måste alltid använda hörselskydd då bullernivån är för hög. Jämfört med de sprutor där man använder Huestis munstycken som är mycket tystare behöver personalen inte använda hörselskydd.

6.Totala återbetalningstiden för samtliga tre investeringar

Den första investeringen är ett byte av 11 st. Kub avblås till 11st. Huestis avblås där den totala investeringskostnaden är 39 358 kr och den årliga besparingen på luftförbrukningskostnader är 52 877 kr. Återbetalningstiden är 0,74 år.

Den andra investeringen är ett byte av 29 st. från Marldon till 29 st. Huestis avblås där den totala investeringskostnaden är 148 981 kr och den årliga besparingen på luftförbrukningskostnader är 98 928 kr. Återbetalningstiden är 1,5 år.

Den tredje investeringen är ett byte av 20 st. Öppna munstycken till 49 st. Huestis avblås där den totala investeringskostnaden är 251 890 kr och den årliga besparingen på luftförbrukningskostnader är 49 550 kr. Återbetalningstiden är 5,1 år.

Om man summerar alla tre investeringar får man en total investeringskostnad på:

$$39\,358 + 148\,981 + 251\,890 = \underline{440\,230} \text{ kr}$$

Totala årliga besparingen på luftförbrukningskostnader blir:

$$52\,877 + 98\,928 + 49\,550 = \underline{201\,360} \text{ kr}$$

Totala återbetalningstiden för samtliga tre investeringar blir enligt formel 1 (sid. 12):

$$440\,230 / 201\,360 = \underline{2,18} \text{ år}$$

Efter 2,18 år blir den ungefärliga besparingen 200 000 kr per år.

Nedanstående tabell (tabell 6) är en sammanfattning av ovanstående tre investering och visar också nuvarande situationen innan respektive investering. Luftförbrukningen för samtliga Öppna munstycken (inv. nr 3) har inte tagits fram då det inte behövdes, eftersom uträkningarna (se kapitel 5.4) för denna investering är baserade på motorernas eleffekt förbrukning.

Tabell 6.

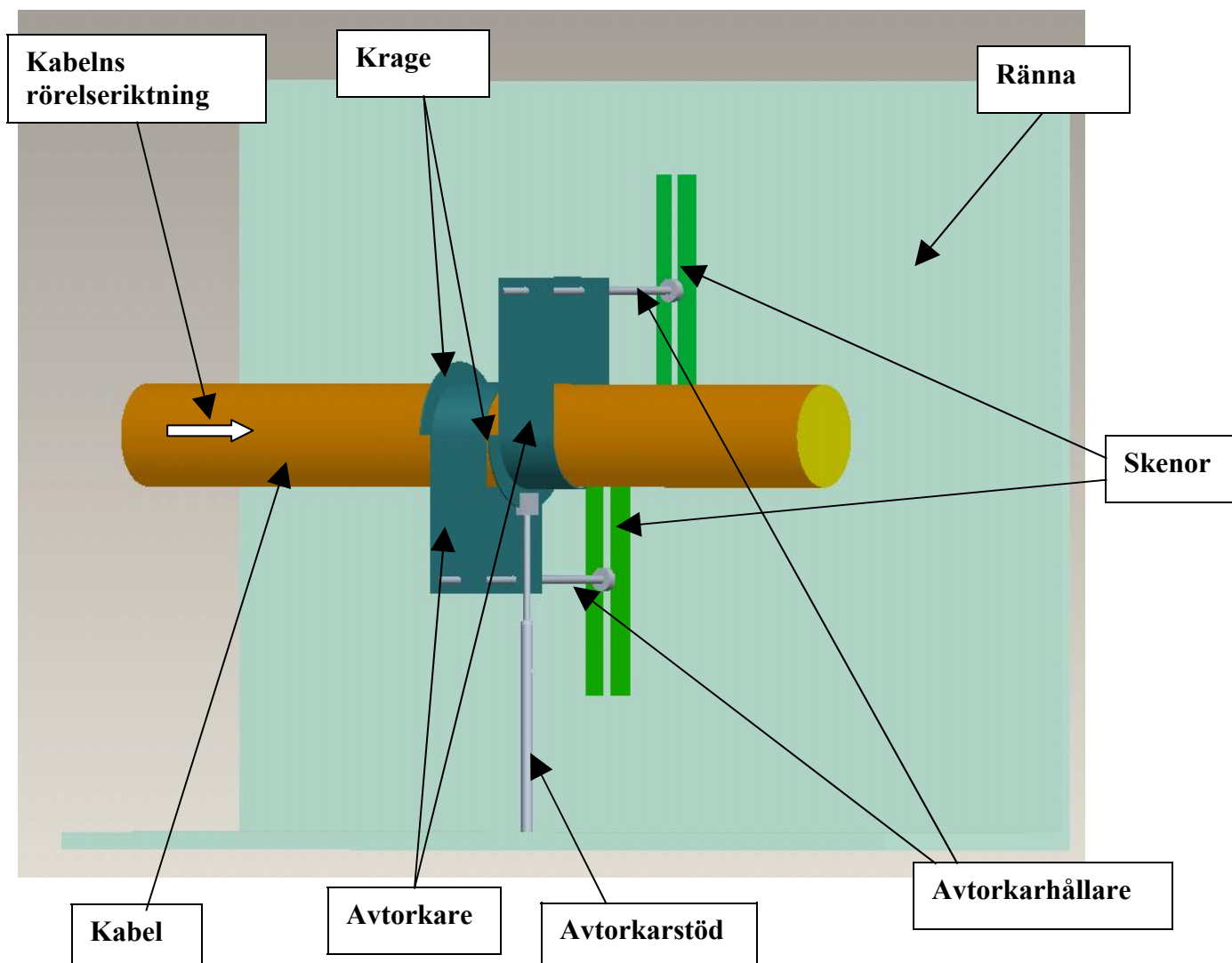
	Återbetalningstiden (år)	Eleffekt (kW)	Luftförbrukning (m ³ /år)
Före investering nr. 1	—	29,1	1 518 000
Före investering nr. 2	—	67,1	3 502 800
Före investering nr. 3	—	46,5	—
Investering nr.1	0,74	12,5	636 800
Investering nr.2	1,5	35,5	1 854 000
Investering nr.3	5,1	24,2	1 267 000

7. Alternativa torkningsmetoder

7.1 Mekanisk avtorkare-nr.1

Den första tanken man fick då uppgiften blev känd, var om man kunde konstruera en avtorkare som inte krävde tryckluft utan fungerade som en slags skrapa för att ta bort vattnet. Efter ett antal försök med olika slags design på avtorkare och val av olika polymermaterial, ritades två olika prototyper av mekaniska avtorkare (se bild 1 och 2). Den första avtorkaren fungerar på följande sätt (se bild 1): En blöt kabel rör sig längs ett par avtorkare som skrapar bort vattnet från kabeln. Dessa avtorkare har en krage för att vattnet skall bromsas upp och rinna av, avtorkarna hänger i varsin hållare som sitter fast i ställbara skenor för att kunna anpassas till kabeln på bästa möjliga sätt. Eftersom kabeln rör sig skapas därför en viss friktion mellan kabeln och avtorkare som har en tendens att dras med kabeln. För att undvika detta har ett avtorkarstöd monterats. Konstruktionen sitter fast i rännen som samlar upp vattnet. Avtorkarna är konstruerade för bästa anpassning till kabeln i SBR-gummi som är relativt billigt och slitstarkt.

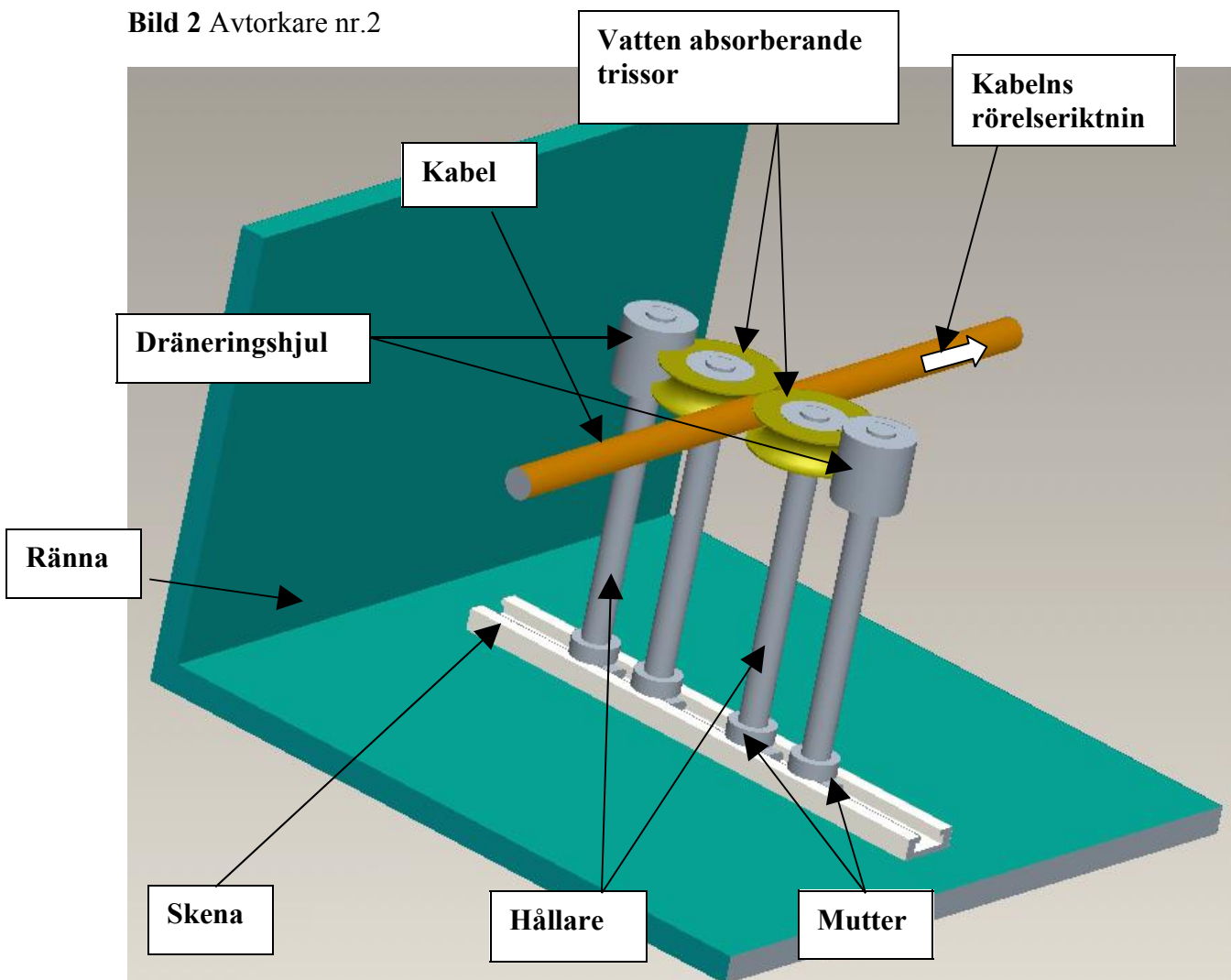
Bild 1 Avtorkare nr.1



7.2 Mekanisk avtorkare-nr.2

Denna avtorkare fungerar på följande sätt (se bild2): Kabeln åker igenom ett par trissor som är anpassad efter en viss kabeldimension. Trissorna roterar längs med kabeln och suger upp vattnet. Det uppsugna vattnet trycks ut i sin tur av två dräneringshjul. Trissorna och dräneringshjulen är monterade till varsin hållare som sitter fast i en ställbar skena för att kunna anpassas till olika kabeldimensioner på bästa möjliga sätt. Trissorna och dräneringshjulen är avtagbara från sina respektive hållare för att kunna anpassas till önskad kabeldimension. Denna konstruktion med dräneringshjul används på grova kablar som rör sig långsamt. Samma konstruktion men utan dräneringshjul kan användas vid torkning av klena kablar som rör sig snabbt. Eftersom man då kan använda sig av centrifugalkraften för att ta bort vattnet. Trissorna och hållare är konstruerade i Polyoximetylen POM (acetalplast) som används som konstruktionsplast där det ställs krav på ythårdhet, utmattningshållfasthet och hydrolysisbeständighet. Den ersätter ofta metall i maskinelement, t ex kugghjul. Den låga friktionskoefficienten gör också att den kan användas till lagermaterial. Materialet som sitter på trissorna är anpassat för att suga upp vattnet.

Bild 2 Avtorkare nr.2



Eftersom avtorkare nr.1 och nr.2 är endast till för att ta bort det grövsta lagret vatten från kabeln, måste de användas i kombination med avblås för att säkerställa att kabeln blir torr. Man kan däremot reducera antalet tryckluftsdrivna munstycken genom att ersätta dessa med avtorkare nr.1 eller nr.2.

8.Diskussion

Uppdraget vi fick av Nexans IKO Sweden AB i Grimsås kändes till en början väldigt omfattande och svårhanterligt då många faktorer var för oss helt okända, men efter en längre tids undersökningar och insamlande av data fick vi oss en relativt bra bild av hur dagssituationen såg ut. Att just fastställa den befintliga avblåssituationen som inte var känd varken för oss eller för någon på företaget, var ett viktigt och avgörande verktyg för att hitta lösningar och komma med förslag till uppgiften.

På grund av det omfattande arbete som låg framför oss var vi tvungna att göra avgränsningar för att hinna presentera uppgiften i tid. Arbetet begränsades genom att utesluta, sug rännor eftersom dessa ändå är relativt billiga i drift och avblås av koppartråd vid dragning då möjligheter att undersöka dessa avblås skulle ta för lång tid.

Kalkylerna som gjordes för de olika investeringar baserades på insamlad data som vi fick genom mätningar, inventering, befintliga dokument och i samråd med personalen.

Företaget bör vidare undersöka möjligheter att trots den långa återbetalningstiden för investering nr.3 byta ut de Öppna munstycken mot Huestis munstycken med tanke på hög bullernivå och vattenstänk.

Detta examensarbete har varit givande för oss då vi på egen hand har kunnat lösa en uppgift som anses viktig för företaget.

9.Slutsats

Slutsatsen man kan dra av denna rapport är att återbetalningstiden och därmed lönsamheten för de tre olika investeringarna skiljer sig från investering till investering.

Den första investeringen har en aktuell återbetalningstid på 0,74 år och därefter börjar bli lönsam för företaget med en årlig besparing på 52 877 kr.

Den andra investeringen har en aktuell återbetalningstid på 1,5 år och därefter börjar bli lönsam för företaget med en årlig besparing på 98 928 kr.

Den tredje investeringen har en aktuell återbetalningstid på 5,1 år och med tanke på företagets maximala återbetalningstid som är på 2 år kan denna investering inte ses som lönsam.

Däremot efter 5,1 år blir den årliga besparingen 49 550 kr.

Om ovanstående tre investeringar ses som en enda stor investering där 89 st. Huestis munstycken + hållare köpes in, så blir den totala investeringskostnaden 440 230 kr och den totala årliga besparingen på luftförbrukningskostnader blir 201 360 kr. Detta leder i sin tur till att den stora investeringen har en återbetalningstid på 2,18 år och därefter blir den ungefärliga besparingen 200 000 kr per år.

Referenslista

Holm, Holm (1975) *Pneumatik*

Olsson, Jan (1991) *Företagsekonomi*

Lamit, Louis, Gary (2003) *Pro/ENGINEER WILDFIRE*

Bjärbo, Bjärbo (1997) *Konstruktions material*

Nordling, C. (1998) *LILLA FYSIKHANDBOKEN*, Uppsala: Sandtorp Consult.

KonstruktörsLotsen (2006) <<http://www.lotsen.ivf.se/>> [hämtad 060201]

Huestis (2006) <<http://www.huestismedical.com/>> [hämtad 060201]

Nexans IKO Sweden AB (2006) <<http://www.nexans.se/>> [hämtad 060201]