

Examensarbete, Högskolan på Åland, utbildningsprogrammet för maskinteknik

# Energieffektivisering

## Ålands idrottscenter

Henrik Thyren



23:2018

Datum för godkännande: 26.11.2018  
Handledare: Göran Henriksson

# EXAMENSARBETE

## Högskolan på Åland

<b>Utbildningsprogram:</b>	Maskinteknik
<b>Författare:</b>	Henrik Thyren
<b>Arbetets namn:</b>	Energieffektivisering Ålands idrottscenter
<b>Handledare:</b>	Göran Henriksson
<b>Uppdragsgivare:</b>	Ålands idrottscenter

### Abstrakt

Syftet med detta examensarbete är att utreda olika typer av energisparande åtgärder för Ålands Idrottscenters idrottshall. Huvudpunkten i examensarbetet handlar om idrottscentrets ventilationsanläggning, men även belysningen i idrottshallen tas upp, eftersom denna påverkar nuvarande kostnader negativt. Examensarbetet utreder om det lönar sig ekonomiskt att uppgradera nuvarande ventilationsanläggning, eller om den istället bör bytas ut. Arbetet behandlar grundkomponenterna för en ventilationsanläggning utan luftkonditionering, med beräkningar för ventilationsanläggningar samt investerings- och återbetalningskalkyler för olika alternativ, utan att luft- och värmeklimatet i sporthallen skulle ändras.

### Nyckelord (sökord)

Energieffektivisering, ventilation, värme, inomhusklimat, belysning

<b>Högskolans serienummer:</b>	<b>ISSN:</b>	<b>Språk:</b>	<b>Sidantal:</b>
23:2018	1458-1531	Svenska	49 sidor

<b>Inlämningsdatum:</b>	<b>Presentationsdatum:</b>	<b>Datum för godkännande:</b>
08.11.2018	15.05.2018	26.11.2018

# DEGREE THESIS

## Åland University of Applied Sciences

<b>Study program:</b>	BSc mechanical engineering
<b>Author:</b>	Energy optimization in a sports hall
<b>Title:</b>	Henrik Thyrén
<b>Academic Supervisor:</b>	Göran Henriksson
<b>Technical Supervisor:</b>	Ålands idrottscenter

<b>Abstract</b>
<p>The purpose of this degree project is to investigate different types of energy-saving measures for the Åland sports center's sports hall. The main point in this degree project is about the sports center's ventilation system, but also the lighting in the hall is taken up as this affects the current costs negatively. The thesis examines whether it is economically worthwhile to upgrade the current ventilation system, or if it's better to replace it completely. The work deals with the basic components of an air-conditioning ventilation plant, with ventilation plant calculations and investment and repayment calculations for different options, without changing the air and heat climate in the sports hall.</p>

<b>Keywords</b>
Energy optimization, ventilation, heat, indoor climate, lighting

<b>Serial number:</b>	<b>ISSN:</b>	<b>Language:</b>	<b>Number of pages:</b>
23:2018	1458-1531	Swedish	49 pages

<b>Handed in:</b>	<b>Date of presentation:</b>	<b>Approved on:</b>
08.11.2018	15.05.2018	26.11.2018

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.	Introduktion	6
2.	Ventilationsrummets komponenter	7
2.1.	Fläktrummet	7
2.2.	Fläktar	7
2.3.	Spjäll	8
2.4.	Filter	9
2.5.	Vattenvärmebatteri	10
2.6.	Styr- och reglersystem	10
3.	Energioptimering av ventilationsanläggning	12
3.1.	Frekvensomriktare	12
3.1.1.	Frekvensomriktarens uppbyggnad	12
3.1.2.	Formler för frekvensomriktare	13
3.2.	Värmeåtervinning	14
3.2.1.	Typer av värmeåtervinnare	14
3.2.2.	Formler för värmeåtervinning	16
4.	Nuvarande Idrottshallen	18
4.1.	Idrottshallens ventilationsanläggning	18
4.2.	Mätningar och statistik	19
5.	Uppgradering av nuvarande ventilationsanläggning	23
5.1.	Användande av frekvensomriktare	23
5.2.	Val av värmeåtervinnare	23
5.2.1.	Dimensionering samt offertförfrågan	24
6.	Beräkningar för optimering av idrottscentret	26
6.1.	Uppgradering av nuvarande system	26
6.1.1.	Frekvensomriktare med befintliga fläktar	26
6.1.2.	Uppgradering av aggregat	29

6.2.	Ny ventilationsanläggning	31
6.2.1.	Frekvensomriktare med nya fläktar	31
6.2.2.	Nytt Aggregat	34
6.3.	Sammanfattning av optimeringsberäkningarna	35
7.	Övriga energisparande åtgärder av idrottscentret	37
7.1.	Belysning	37
7.1.1.	Nuvarande Belysning	37
7.1.2.	LED-rör Sylvania Toledo Superia T8	38
7.1.3.	Osram LED-tube Substitube	38
7.1.4.	Sammanfattning av belysning	39
7.2.	Dörrisolering	40
8.	Ekonomiska inbesparingar	41
8.1.	Investeringar	42
8.2.	Återbetalningstider	43
9.	Slutsats	46
	KÄLLOR	47
	BILAGOR	49

# 1. Introduktion

Hösten 2012 fick jag mitt examensarbete från Ålands idrottscenter. Målet med examensarbetet är att beräkna och ge förslag på olika energisparande åtgärder för idrottshallsdelen vid Ålands idrottscenter, för att på sikt kunna få ner driftskostnaderna.

Anläggningen är väldigt gammal och byggd i slutet av 80-talet, då olja fortfarande var en relativt billig energikälla. Idrottshallen är dåligt isolerad och värms upp med en ventilationsanläggning som saknar både värmeåtervinning och frekvensomvandlare. Även belysningen är av gammal, energislukande modell.

För att minska på investeringskostnaderna är målet att behålla den nuvarande ventilationsanläggningen så långt det går och uppgradera den. Det andra alternativet, som för med en större investeringskostnad, är att byta ut den nuvarande ventilationsanläggningen helt och ersätta den med en ny som är energisnålare. I examensarbetet undersöker jag de båda alternativen och ger min bedömning av vilket av alternativen som lämpar sig mest ekonomiskt.

Även belysningen, som inte har med ventilationsanläggningen att göra, är av gammal, energislukande modell (vanliga lysrör), och påverkar därför driftkostnaderna negativt. Därför har jag valt att ta upp även denna energisparande åtgärd i examensarbetet.

## 2. Ventilationsrummets komponenter

För att underlätta förståelsen för examensarbetets ämne tar detta kapitel upp ventilationssystemets huvudkomponenter samt deras funktion. Dock har inte alla ventilationssystem samma slags komponenter utan alla anpassas efter behov och funktion.

Nedan förklaras endast de vanligaste huvudkomponenterna för en ventilationsanläggning utan luftkonditionering, dvs. en sådan som är installerad hos Ålands idrottscenter.

### 2.1. Fläktrummet

Fläktrummet är rummet där ventilationsaggregatet finns. Under ventilationsaggregatet är golvet skyddat mot vätskor och försett med dränering, då kondensvatten normalt bildas vid drift. Aggregatet är även upphöjt en bit för att förhindra skador på själva aggregatet ifall en större vattensamling skulle inträffa. Idrottscentrets fläktrum (Figur 1) är utrustat med en gummimatta och en golvsil. Rummet är stort och luftigt och inrymmer aggregatets reglerskåp samt varmvattenrör.



Figur 1 illustrerar den nuvarande anläggningen på idrottscentret.

### 2.2. Fläktar

Fläktarna är själva hjärtat i en ventilationsanläggning, eftersom det är de som skapar luftflödet. De kan vara av olika typ och drivs av elmotorer, vars varvtal kan kontrolleras.

De fläktar som används i idrottscentrets nuvarande anläggning är av typen kammarfläkt och drivs med remdrift (Figur 2). När kammarfläkten börjar rotera sätter centrifugalkraften in och fläkten börjar suga luften från centrum och slungar den utåt, vilket skapar luftflöde och tryck (IV produkt, 2015).



*Figur 2 illustrerar de nuvarande kammarfläktarna i ventilationsaggregatet.*

### **2.3. Spjäll**

Ett spjäll (Figur 3) används för att strypa luftflödet och fungerar i princip som en vanlig ventil, men har plåtar som kan öppna eller minska luften enligt önskemål. Genom att använda spjäll i en ventilationsanläggning kan man reglera luftflödet till olika rum och därigenom få önskat klimat i rummen (Home & garden, u.d.).



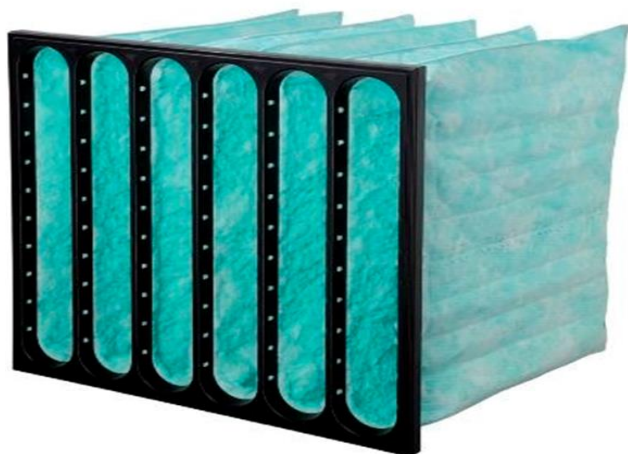


Figur 3 illustrerar ett motorstyrtd spjäll (Hagab, u.d.)

## 2.4. Filter

För att få ett behagligt och rent klimat behövs filter. Filter tar bort stoft och besvärliga partiklar från uteluften. Om de är av typen kolfilter tar de även bort hemska lukter.

Man brukar mäta dess filteringsförmåga enligt standarden SS-EN779, som är indelat i två klasser: grundfilter och finfilter. Grundfiltret, som är installerat före finfiltret, har som uppgift att fånga upp större partiklar och skydda det mer känsliga finfiltret. Man tillverkar oftast filter av glasfibermatta, men även filter av syntetfibermatta kan förekomma. Filtermaterialet sys ihop till påsar som sedan monteras på en ram som passar in i aggregatet (Figur 4) (IV produkt, 2015).



Figur 4 illustrerar ett filter. (Pinterest, u.d.)

## 2.5. Vattenvärmebatteri

För att kunna höja temperaturen på tilluften används ett värmebatteri, vilket vanligen är av typen vattenvärmebatteri (Figur 5). Ett vattenvärmebatteri består av olika kopparslingor, vilka innehåller flödande varmvatten. Dessa kopparslingor är sammanfogade med varandra med aluminiumlameller som luften passerar igenom. Aluminiumlamellerna gör vattenvärmebatteriet effektivare genom att öka ytan mellan luft och uppvärmningsmedium. Med hjälp av varmvattnet går värmeenergin via kopparslingorna och lamellerna vidare till tilluften (IV produkt, 2015).



Figur 5 illustrerar ett vattenvärmebatteri. (Exhausto, u.d.)

## 2.6. Styr- och reglersystem

- Ställdon

Ställdonet består av i det här fallet av en elmotor som omvandlar elektriska signaler till en mekanisk rörelse. Ställdon används för att styra t.ex. ett spjäll, och på så vis stänga eller öka det önskade flödet som styrenheten begär (Wikipedia, Ställdon, 2013).

- Styrenhet  
Styrenheten tar emot signalerna från sensorerna. Där upptar den ett värde (ärvärde) och beräknar om styrsignalerna till ställdonet enligt ett önskat värde (börvärdet) (Wikipedia, Reglerteknik, 2017).
- Sensorer  
Sensorer mäter t.ex. temperatur och CO<sub>2</sub>-halt, för att sedan omvandla informationen till elektriska signaler som styrenheten kan uppfatta och beräkna (Wikipedia, Sensor, 2017).
- Reglerkrets  
Tillsammans bildar sensorer, styrenhet och ställdon en reglerkrets. Alla tre hjälper till att reglera den valda processen.

## 3. Energoptimering av ventilationsanläggning

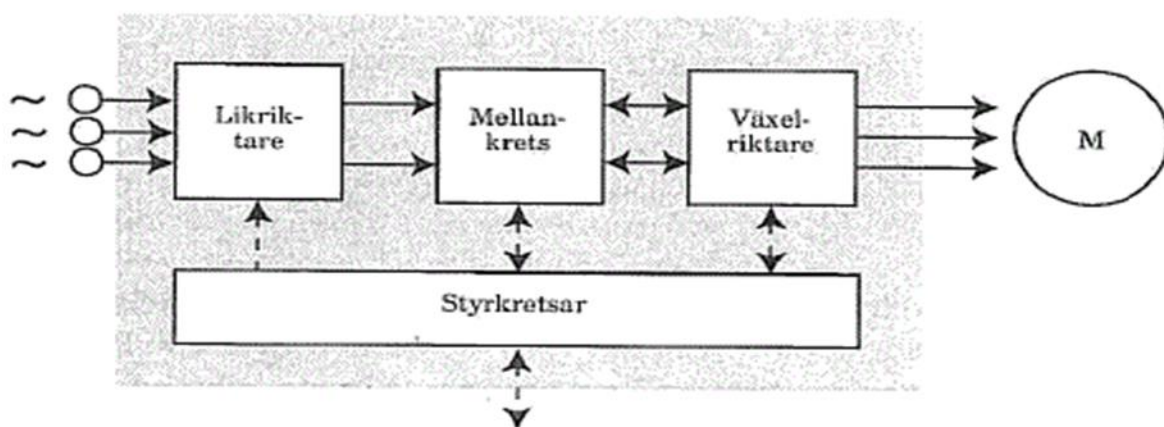
### 3.1. Frekvensomriktare

I den nuvarande anläggningen regleras luftens tillflöde och utflöde med hjälp av ett spjäll, samt med fläktar som har hel- och halvfartsfunktion. Eftersom hel- och halvfartsfunktionen inte fungerar, tvingas man istället justera mer på spjällen. Fläktarna går på fullt trots att det inte behövs, vilket kostar onödiga pengar.

En frekvensomriktarstyrd fläkt möjliggör steglös och optimerad processreglering av luftflödet i en ventilationsanläggning. Frekvensomvandlaren medför även en högre verkningsgrad än en strypreglering (spjäll) eller en mekanisk varvtalsreglering, och kan därför minska energibehovet.

#### 3.1.1. Frekvensomriktarens uppbyggnad

En frekvensomriktare se (Figur 6) består av fyra huvuddelar: likriktare, mellankrets, växelriktare och styrkretsar. Likriktaren är den delen av frekvensomriktaren som är kopplad till elnätet. Den består av styrda eller icke-styrda halvledarkomponenter och matas antingen med 1-fas eller 3-fas (beroende på storleken på frekvensomriktaren). Likriktaren omvandlar växelspänning till likspänning (Drivteknik, 2007-2016).



Figur 6 illustrerar komponenterna i en frekvensomvandlare. (Drivteknik, 2007-2016)

Likspänningen kommer sedan till mellankretsen. Mellankretsen kan ses som en stor energiterminal. Där spänningen glättas, det vill säga man stabiliserar likspänningen, med hjälp av kondensatorbatteri och induktor.

Växelriktaren består av styrda halvledarkomponenter. En växelriktare gör om den lagrade likspänningen till variabel växelspanning med både amplitud och frekvens som variabler (Wikipedia, Frekvensomriktning, 2014).

Styrkretsarna är frekvensomriktarens styrenhet. De tar emot och skickar tillbaka signalerna mellan de tre enheterna ovan. Till styrkretsarna hör även någon form av användargränssnitt för parameterprogrammering och övervakning av frekvensomriktaren (Drivteknik, 2007-2016).

### 3.1.2. Formler för frekvensomriktare

För att kunna beräkna en frekvensomriktare behöver man veta fläktarnas motoreffekt, luftflöde och varvtal, och även vilken frekvens som ska användas.

Lättaste sättet att beräkna sambanden varvtal, effekt och luftflöde hos en fläkt eller mellan två likformiga fläktar är att använda sig av affinitetslagarna. Affinitetslagarna gäller då man har en oförändrad arbetslinje för varierande varvtal vid fläktdrift.

Förhållandet mellan luftflödet  $q_{l1}$  vid varvtalet  $n_1$  och luftflöde  $q_{l2}$  vid varvtalet  $n_2$  ges med formeln (Fagergren, 2018):

$$\frac{q_{l1}}{q_{l2}} = \frac{n_1}{n_2} \quad (\text{Formel 1})$$

Förhållandet mellan effekt  $P_1$  vid varvtalet  $n_1$  och effekt  $P_2$  vid varvtalet  $n_2$  beräknas med formeln (Fagergren, 2018):

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3 = \frac{n_1^3}{n_2^3} \quad (\text{Formel 2})$$

Dessa två formler går att skriva ihop och ger således förhållandet mellan effekt  $P_1$  vid luftflödet  $q_{l1}$  och effekt  $P_2$  vid luftflöde  $q_{l2}$ . För att beräkna förlusten från frekvensomriktaren lägger man till  $P_3$ . Uppgifter om förlusteffekten kan fås av tillverkarens data för den valda frekvensomriktaren. Formeln som används till beräkningen är:

$$P_2 = \frac{P_1 \cdot q_{l2}^3}{q_{l1}^3} + P_3 \quad (\text{Formel 3})$$

Det nya varvtalet  $n$  beräknas med formeln (Fagergren, 2018):

$$n = 120 \cdot \frac{f}{p} \quad (\text{Formel 4})$$

där  $n$  är varvtalet,  $f$  är frekvensen och  $p$  är antalet poler.

## 3.2. Värmeåtervinning

Värmeåtervinning är att ta tillvara värmeenergi från frånluften och överföra den till tilluften och därigenom spara energi. Det finns två metoder för denna återvinning; värmewäxling och luftblandning. Värmewäxling kan göras på olika sätt, bl.a. med roterande värmeåtervinnare eller plattvärmewäxlare. De olika metoderna och typerna beskrivs i det följande underkapitlet (Luftbutiken, u.d.).

### 3.2.1. Typer av värmeåtervinnare

- Blandning tilluft-frånluft

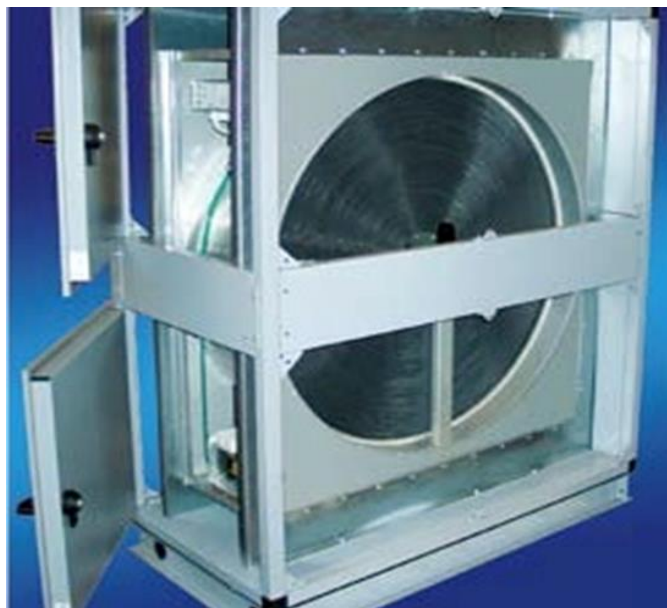
Ett billigt och enkelt sätt att spara energi är att återanvända frånluften genom att låta den blandas med tilluften. Denna metod medför dock försämrade luftkvalité för inomhusmiljön, då det kommer in mindre frisk luft i byggnaden (IV produkt, 2015).

- Roterande värmeåtervinnare

Roterande återvinnare är en av de vanligaste typerna av värmeåtervinnare (Figur 7) och brukar kallas regenerativa återvinnare. Huvudkomponenten hos en roterande värmeåtervinnare är ett aluminiumhjul med koaxiala ihåligheter. Aluminiumhjulet består av aluminiumplattor som har pressats ihop så att ihåligheter formas för att luften ska kunna passera igenom.

Den roterande värmeåtervinnaren är installerad så att halva aluminiumhjulet är exponerat för luft i frånluftskanalen och den andra halvan av hjulet är exponerat för luft i tilluftskanalen. När frånluften passerar aluminiumhjulet på sin sida värmer den upp aluminiumet på hjulet. Hjulet roterar sakta till tilluftssidan, där den kalla tilluften passerar den uppvärmda delen av hjulet. Tilluften absorberar värmeenergin i aluminiumet och blir således uppvärmd. Genom att justera varvtalet på aluminiumhjulet kan man ändra värmeeffekten och därmed temperaturen på tilluften.

Den roterande värmeväxlaren har ett lågt tryckfall och en hög verkningsgrad på ca 70-80 %, och det finns oftast ingen frysrisk eftersom den ger en hög årsverkningsgrad. Nackdelen är dock att denna värmeväxlare kräver energi i form av en elmotor som driver den, samt att det kan uppstå läckage mellan till- och frånluft (IV produkt, 2015).

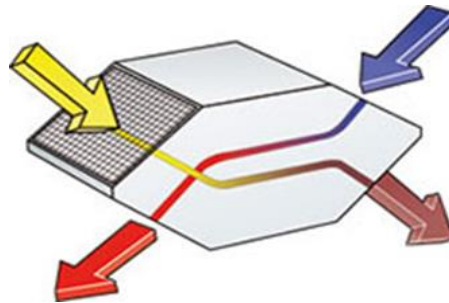


*Figur 7 illustrerar en roterande värmeåtervinnare. (Ekovent, u.d.)*

- Plattvärmväxlare

En plattvärmväxlare består av veckade aluminiumplattor som är ihopsatta till ett lamellpaket. Genom lamellpaketet passerar från- och tilluften varandra, varvid värmeenergin avgår från frånluften till tilluften. Plattvärmväxlaren delas upp i två olika typer beroende på flödesriktningarna på från- och tilluften; korsströmsvärmväxlare (Figur 8) och motströmsvärmväxlare (Svensk ventilation, u.d.). I en plattvärmväxlare är från- och tilluft separerade och det finns därmed ingen risk för luftöverföring, vilket är en fördel. Andra fördelar med plattvärmväxlare är att de inte har rörliga delar samt att de är enkla i konstruktionen. Till nackdelarna hör högt tryckfall och svår åtkomst för rengöring av lamellerna (IV produkt, 2015).

Verkningsgraden på en plattvärmväxlare är 60-90%, där de högsta verkningsgraderna uppnås med en motströmsvärmväxlare. (Svensk ventilation, u.d.)



Figur 8 illustrerar en plattvärmväxlare av korsströmstyp. (Svensk ventilation, u.d.)

### 3.2.2. Formler för värmeåtervinning

Formler som berör värmeåtervinning används i beräkningar i kapitlet Beräkningar för optimering av idrottscentret. Eftersom ingen fukt tillförs eller bortförs från den ventilerande luften, kan man beräkna dessa med temperaturändringen istället för med entalpidifferensen. (Swegon Air Academy, 2008-04-01).



För beräkningar används följande formler:

$$T_{VX} = T_{Ute} + \eta_t(T_{Från} - T_{Ute}) \quad (\text{Formel 5})$$

där  $T_{VX}$  är temperaturen efter återvinnaren,  $T_{Ute}$  är temperaturen för uteluften,  $T_{Från}$  är temperaturen för frånluften och  $\eta_t$  är den totala verkningsgraden för återvinnaren (Swegon Air Academy, 2008-04-01).

$$\Delta T = T_{Till} - T_{VX} \quad (\text{Formel 6})$$

där  $\Delta T$  är det behövliga temperatursteget efter värmeåtervinnaren,  $T_{Till}$  är den önskade tilluftstemperaturen och  $T_{VX}$  är temperaturen efter återvinnaren (Swegon Air Academy, 2008-04-01).

$$\dot{Q} = \frac{Q}{\Delta t} = \dot{V} \rho c_p \Delta T \quad (\text{Formel 7})$$

där  $\dot{Q}$  är värmebehovet per tidsenhet,  $\dot{V}$  är volymflödet för luften,  $\Delta T$  är det behövliga temperatursteget efter värmeåtervinnaren,  $C_p$  är värmekapaciteten för luften och  $\Delta t$  är tiden (Swegon Air Academy, 2008-04-01).

## 4. Nuvarande Idrottshallen

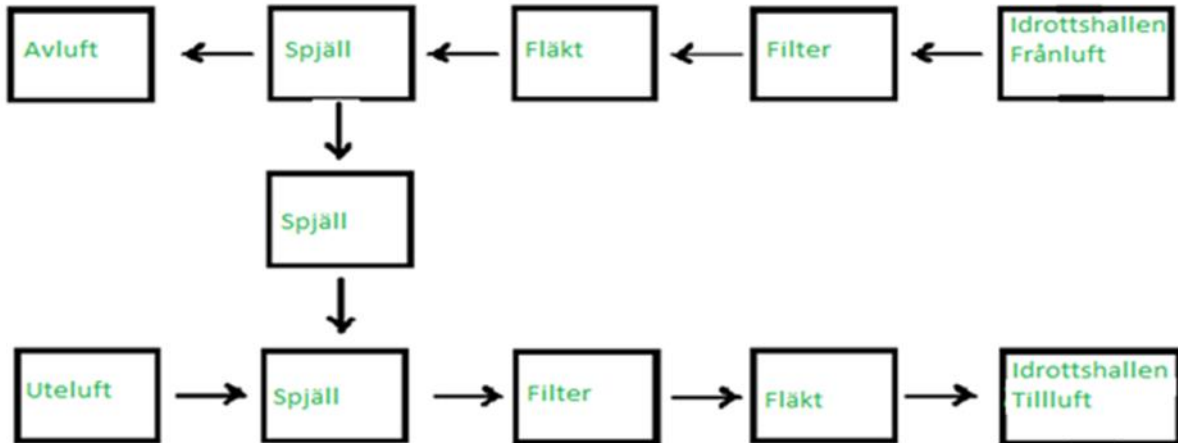
Idrottshallen idag utgör tillsammans med simhallen och vandrarhemmet med tillhörande i vissa dagar under den perioden är den stängd på grund av högtider. Hela anläggningen får värmeenergi med fjärrvärme från Ålands skogsindustrier AB, men ursprungligen drevs den med oljepannor. Oljepannorna fanns dock länge kvar, och det var först 2014 man tog bort dem.

Oljepannorna hade fungerat som reservvärmekälla för anläggningen sedan övergången till fjärrvärme, men de ansågs med tiden vara överflödiga, och därför monterade man ner dem. Miljön i idrottshallen påverkas till stora delar av luftklimatet och av hur väl ventilationen fungerar. De flesta kunder vill ha en lagom temperatur och ett klimat där det inte finns så mycket luftdrag. Man eftersträvar att ha lika mycket från- som tilluft för att skapa ett behagligt luftklimat, med så lite drag som möjligt.

Då den nuvarande anläggningen har större frånluftsflyde, bildas ett undertryck inne i hallen. Kall luft börja suga in under dörrarna, vilket får klimatet i hallen att uppfattas som dragigt och kallt. Det ökar även mängden tilläggsvärme som behövs för idrottshallen.

### 4.1. Idrottshallens ventilationsanläggning

I den nuvarande ventilationsanläggningen (Figur 9) stryker man tilluften och frånluften med hjälp av ett spjäll, samt har hel- och halvfartsstyrning på fläktarna. Eftersom fläktarnas hel- och halvfartsstyrning inte fungerar längre, tvingas man istället justera mera på spjällen. Fläktarna går hela tiden på helfart och jobbar med ett högre mottryck, vilket ger en hel del energiförluster och ökade kostnader.



Figur 9 illustrerar ett enkelt blockschema över det nuvarande ventilationssystemet.

## 4.2. Mätningar och statistik

Mätprotokoll av energiförbrukning och luftflöden i idrottshallen är utförda av olika företag. Bomanson & CO har utfört mätningar av tilluft och frånluft (Se bilaga luftflödesmätningar Bomanson & CO). Luftflödesmätningarna är gjorda på 1990-talet (Tabell 1).

Tabell 1 illustrerar uppmätt tilluft och frånluft samt det uträknade luftbehovet av Bomansons & Co.

<i>Luftflödesmätning 30.10.1990</i>			
	<i>Behov</i>	<i>Tilluft</i>	<i>Frånluft</i>
<b>m<sup>3</sup>/h</b>	22 000	28 600	32 900
<b>m<sup>3</sup>/s</b>	6,11	7,944	9,138

Reglerna för luftbehov har ändrats genom åren och bör beräknas på nytt enligt nedanstående regler, som är ungefär desamma på Åland och Finland som i Sverige.

*Luftbehovet för en idrottshall kräver 10 l/s person. Då beräknar man max 30 pers./100 m<sup>2</sup> + även antalet åskådarpplatser 7l/s + 0,35l/s/m<sup>2</sup> där maxantalet är 150pers./100 m<sup>2</sup>* (Socialstyrelsen, 2012) (Finlex, 2008).

Ålands idrottscenters idrottshall är ca 1485 m<sup>2</sup> och har 220st läktarplatser. Beräkningen av dess luftbehov ses nedan:

$$10 \frac{l}{s} \cdot 30 \text{ pers} \cdot \left( \frac{1485 m^2}{100 m^2} \right) + \left( 220 \text{ pers} \cdot 7 \frac{l}{s} \right) + \left( 0,35 \frac{l}{m^2} \cdot \frac{100 m^2}{150 \text{ pers}} \cdot 220 \text{ pers} \right)$$

$$= 6\,046,33 \frac{l}{s} = 6,05 \text{ m}^3/s$$

6,05 m<sup>3</sup>/s är alltså så mycket frisk uteluft som behövs för anläggningen om den används med full kapacitet. Då man vanligtvis kör tillbaka ca 5,65 m<sup>3</sup>/s av den använda luften, så betyder det att det endast flödar in ca 2,1 m<sup>3</sup>/s frisk luft, vilket gör att anläggningen inte blir adekvat för dagens regler och ändamål. Man kommer alltså bli tvungen att välja mellan högre uppvärmningskostnader, alternativt sämre luftkvalitet. Man kan dock notera att det inte är ofta som idrottshallen är fullsatt vilket gör att det sällan behövs dessa luftmängder i hallen.

Det nya uträknade luftbehovet samt egna uppmätta flöden blir således enligt följande (Tabell 2).

Tabell 2 illustrerar egen uppmätt tilluft samt frånluft samt det uträknade luftbehovet.

<i>Luftflödesmätning 1.11.2013</i>			
	<i>Behov</i>	<i>Tilluft</i>	<i>frånluft</i>
<b>m<sup>3</sup>/s</b>	6,05	7,75	9,45

Dagens luftbehov skiljer sig inte från tidigare beräkningar, vilket betyder att de gamla mätningarna stämmer och går att använda för beräkningar.

Fjärrvärmeförbrukningen mättes upp av Finströms kommunaltekniska mellan åren 2007–2012. För att få fram det ungefärliga värmebehovet per år, är det lättast att räkna ut medelvärdet av förbrukningen under dessa sex år (Tabell 3).

Tabell 3 illustrerar årsförbrukningen mellan åren 2007-2012 samt medelförbrukningen av dessa.

<b>Värmeenergiförbrukning 2007-2012</b>							
	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>Medelvärde 2007-2012</b>
<b>Total förbrukning MWh/år</b>	241,33	164,51	244,43	320,39	357,57	368,42	282,77

Värmebehovet för idrottshallen är således i medeltal ca 282,77 MWh/år. Tittar man på värmebehovet för respektive år ser man att förbrukningen ökat för varje år, förutom under år 2008, som var ett mycket varmt år sett till medeltemperaturen (Figur 10). Ökningen de andra åren har berott på att anläggningen har ett gammalt reglersystem med återluftscirkulation som inte fungerar adekvat längre.



Figur 10 illustrerar avvikelser från medeltemperaturen. Man kan utläsa att 2008 var ett varmt år samt att 2010 var ett kallt år.

Värmeförbrukningen är beroende av årstid, och en kall vinter kan värmebehovet öka markant. Ett sätt att få fram temperaturer som kan användas i beräkningar, är att använda sig av ÅSUB's statistik över medeltemperaturen per månad för år 2007–2012 (Tabell 4) (ÅSUB, 2018). Det nuvarande priset på fjärrvärme är ca 68 €/MWh, enligt Mariehamns energi. Då idrottshallen har haft ungefär samma priser för fjärrvärmeenergin från Ålands Skogsindustrier AB, så kommer Mariehamns energis priser att användas i beräkningarna av värmeförbrukningen (Kapitel 6) (Mariehamns Energi, 2018).

Tabell 4 illustrerar medeltemperaturen per månad för år 2007-2012, samt årsmedeltemperaturen.

<i>Medeltemperatur i Celsius per månad 2007-2012</i>												
<i>Jan</i>	<i>Feb</i>	<i>Mars</i>	<i>Apr</i>	<i>Maj</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Aug</i>	<i>Sep</i>	<i>Okt</i>	<i>Nov</i>	<i>Dec</i>	<i>År</i>
–	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	+
1,48	3,75	0,45	4,08	8,90	13,28	17,27	16,13	11,9	7,00	3,43	0,48	<b>6,39</b>

Elförbrukningen nedan har uppmätts av Ålands elandelslag (Tabell 5).

Tabell 5 illustrerar elförbrukningen för år 2007-2012 på hela idrottscentret. Idrottshallen använder ca 300 MWh/år av detta.

<i>Vind El energiförbrukning 2007-2012</i>							
	<i>2007</i>	<i>2008</i>	<i>2009</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>Medelvärde 2007-2012</i>
<b>Total förbrukning MWh/år</b>	750,76	655,35	674,07	695,99	684,28	700,52	693,50

Nuvarande elpris ligger enligt medeltal år 2017 på ca 33,8 €/MWh (Alwinds, 19), vilket motsvarar ca 0,0338 €/kWh. På det tillkommer en effekttariff med ytterligare kostnader i form av elskatt om 0,02253 €/kWh samt en elöverföringsavgift. Avgiften för överföringen är 0,0581 €/kWh under vardagar i nov-mars (kl. 07-23) och ca 0,0208 €/kWh under övrig tid. (Ålands Elandelslag, 2018). Dessa priser kommer att användas i beräkningarna (Kapitel 6).

## **5. Uppgradering av nuvarande ventilationsanläggning**

På grund av utrymmet i fläktrummet samt önskemål från personalen skulle installation av en roterande värmeåtervinnare lämpa sig bäst, dels för att den har en hög verkningsgrad och dels för att den är användarvänlig och tar relativt lite plats vid installation. Enligt Fläktwoods går det dock inte att installera varken en roterande värmeåtervinnare eller en korsströmsvärmväxlare på det befintliga aggregatet. Det nuvarande aggregatet är ett kvd-aggregat och sista leveransen av denna modell var någon gång mellan 1986–1987, vilket innebär att aggregatet är över 30 år gammalt. Så rekommendationerna att det befintliga aggregatet byts ut ifall man önskar installera en återvinnare.

### **5.1. Användande av frekvensomriktare**

Lösningen för att få ner elförbrukningen är att installera en frekvensomriktare, som sänker frekvensen och därmed varvtalet. Detta gör så att luftflödet minskar eller ökar beroende på frekvensen, vilket kan få ner förbrukningen efter önskat luftflöde.

### **5.2. Val av värmeåtervinnare**

Utetemperaturen spelar en stor roll i hur mycket man sparar på en värmeåtervinnare. Speciellt på vintrarna lönar det sig att använda värmeåtervinnare. På somrarna är värmebehovet inte lika stort då det är varmare utemperaturer, och på så vis blir inte inbesparingen lika stor.

När man väljer värmeåtervinnare bör man först utreda vilken typ som lämpar sig bäst för ändamålet, med avseende på verkningsgrad, driftskostnader, driftvänlighet och underhåll. Inköpspriset kan variera mycket mellan det olika värmväxlartyperna och driftsvänligheten kan variera mycket mellan grundtyperna.

Tabellerna nedan (Tabell 6, Tabell 7 samt Tabell 8) ger en översikt på inköpspris, verkningsgrad, driftkostnader, underhåll samt för- och nackdelar för respektive typ.

Tabell 6 förklarar inköpspris, verkningsgrad, driftkostnader och underhåll för respektive typ.

<i>Typ</i>	<i>Verkningsgrad</i>	<i>Driftkostnader</i>	<i>Underhåll</i>
<i>Roterande Värmeväxlare</i>	74,5 %	<i>Obefintliga</i>	<i>Minimalt</i>
<i>Plattvärmeväxlare</i>	60-90 %	<i>låga</i>	<i>Regelbundet</i>

Tabell 7 förklarar för- och nackdelar för en roterande värmeväxlare

<i>Roterande Värmeväxlare</i>	
<i>Fördelar</i>	<i>Nackdelar</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Hög verkningsgrad</i></li> <li>• <i>Kompakt design</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Kräver elmotor som drar energi</i></li> <li>• <i>Risk för luftutbyte</i></li> </ul>
<i>Slutsats: Passar bra för ändamålet pga. den kompakta designen samt priset</i>	

Tabell 8 förklarar för- och nackdelar för en plattvärmeväxlare.

<i>Plattvärmeväxlare</i>	
<i>Fördelar</i>	<i>Nackdelar</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Hög verkningsgrad</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Komplicerad rengöring</i></li> <li>• <i>Tar mycket plats</i></li> </ul>
<i>Slutsats: Passar inte bra pga. Utrymmesbrist samt underhållsvänlighet</i>	

Valet blev en växelflödesvärmeväxlare (roterande värmeväxlare) till den nya anläggningen, dels på grund av att det inte finns så mycket extra utrymme, men även för att verkningsgraden och driftsvänligheten är bra.

### **5.2.1. Dimensionering samt offertförfrågan**

Då man skall dimensionera en ny ventilationsanläggning bör man veta svaret på en hel del frågor, då det finns mycket man behöver veta för att kunna få rätt aggregat för anläggningen.

1. Vad vill man ha för typ av värmeåtervinnare? En roterande värmeväxlare återvinner mycket och tar lite plats, men bör kanske inte användas om man befärrar att smutsig frånluft kan läcka över till tilluften, eller om frånluften är väldigt fuktig, vilket den kan vara om ventilationen används till en dusch eller ett omklädningsrum.



2. Vad är det för luftflöden i den nuvarande anläggningen, samt hur stort är anläggningens luftbehov?
3. Vad är det för kanaltryckfall vid uteluftssidan/tilluftssidan samt vid frånluftssidan/avluftsidan? Det behöver man veta för att kunna leverera rätt motorstorlek.
4. Vill man ha endast ett värmebatteri eller behövs det ett kylbatteri också? Viktigt är iallafall att man får reda på de dimensionerade luft- och vätsketemperaturerna.
5. Vill man ha en anläggning med eller utan aggregatljuddämpare? Ska den vara med eller utan styr- och regelsystem för fläktar och spjäll?
6. Finns det krav på maximalt SFP-tal och/eller minimal temperaturverkningsgrad? SFP-talet är den specifika fläkteffekten som anger hur många kilowatt som behövs per  $\text{m}^3/\text{s}$  luft.
7. Finns det andra speciella krav, t.ex. värmeväxlarens materialkrav?
8. Hur kan/ska aggregaten (tilluftaggregat/frånluftaggregat) placeras? Takhöjd? Kan tilluftaggregatet och frånluftaggregatet stå på varandra som vid roterande värmeväxlare eller måste de stå åtskilda? I sådant fall, behövs ett batteri-värmeväxlar-system.

Av dessa frågor vet man att:

1. Man önskar en roterande värmeväxlare för idrottshallen.
2. Nuvarande tilluft är  $7,94 \text{ m}^3/\text{s}$  samt frånluft  $9,14 \text{ m}^3/\text{s}$  och luftbehovet är  $6,11 \text{ m}^3/\text{s}$
3. Kanaltryckfallet är  $180 \text{ Pa}$  för tilluftsflödet och  $240 \text{ Pa}$  för frånluftsflödet.
4. Då de endast har tänkt använda ventilationen att värma med behövs endast ett värmebatteri.
5. För att få bra klimat och trivsel i hallen, väljs en ljuddämpare på aggregatet, samt styr- och regelsystem på fläktar och spjäll.
6. Nej! Finns inget krav på maximalt SFP-tal, dock eftersträvas ett så lågt SFP-tal som möjligt.
7. Materialet ska gärna vara av aluminium, dels på grund av vikten och dels på grund av värmeledningsförmågan i materialet.
8. Den nuvarande anläggningen har aggregaten ovanpå varandra och ett spjäll mellan dem. Därför bör man välja en liknande anläggning, där de kan stå ovan på varandra, fast utan spjället emellan.

## 6. Beräkningar för optimering av idrottscentret

### 6.1. Uppgradering av nuvarande system

#### 6.1.1. Frekvensomriktare med befintliga fläktar

Tilluftsfläkten på den befintliga anläggningen drar ca 8,7 kW (uppmätt). Luftbehovet för hallen ligger på 6,11 m<sup>3</sup>/s och nuvarande maxflödet är 7,94 m<sup>3</sup>/s. Enligt Schneider Electric beräknas förlusteffekten vara ca 0,425 kW för en 15 kW-frekvensomriktare. Genom att använda (Formel 3) fås följande beräkning:

$$\frac{8,7 \text{ kW} \cdot 6,11^3 (\text{m}^3/\text{s})^3}{7,94^3 (\text{m}^3/\text{s})^3} + 0,425 \text{ kW} = 4,39 \text{ kW}$$

4,39 kW är effekten som behövs för att luftbehovet skall kunna upp nås vid aktivitet. Denna effekt behövs ca 9 månader om året (vinterläge), då idrottshallen används 6 timmar om dagen på helger och 13 timmar om dagen på vardagar. Detta motsvarar tillsammans ca 3 010 h/år. Således blir förbrukningen under denna period:

$$4,39 \text{ kW} \cdot 3\,010 \text{ h} = 13\,214 \text{ kWh}$$

När idrottscentret är stängt finns inte samma luftbehov utan endast minimiflödet på 0,35 l/s per m<sup>2</sup>, vilket motsvarar ca 519,75 l/s. Dock måste man beakta, att rekommendationen är att inte köra frekvensomriktaren lägre än 10 Hz, för att det uppstår vibrationer vid lägre varvtal än 10 Hz. Genom att använda (Formel 4) kan man beräkna det lägsta varvtalet elmotorn kan ha:

$$120 \cdot \frac{10}{4} = 300 \text{ rpm}$$

När man vet varvtalet kan man genom (Formel 1) beräkna det lägsta flödet som går att använda:

$$\frac{300 \text{ rpm} \cdot 7,94 \text{ m}^3/\text{s}}{1\,500 \text{ rpm}} = 1,588 \text{ m}^3/\text{s} \approx 1,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

Och således kan resterande tid av förbrukningen beräknas med (Formel 3):

$$\frac{8,7 \text{ kW} \cdot 1,6^3 (\text{m}^3/\text{s})^3}{7,94^3 (\text{m}^3/\text{s})^3} + 0,425 \text{ W} = 0,5 \text{ kW}$$

0,5 kW avser hallens nattförbrukning. Aggregatets nattläge är tänkt att köras ca 5 750 timmar per år, vilket blir en årsförbrukning på:

$$0,50 \text{ kW} \cdot 5\,750 \text{ h} = 2\,875 \text{ kWh}$$

Således blir den totala årsförbrukningen:

$$2\,875 \text{ kWh} + 13\,214 \text{ kWh} = 16\,089 \text{ kWh}$$

Den nya förbrukningen beräknades till 16 089 kWh/år. Utan frekvensomvandlare skulle den ha förbrukat:

$$8,7 \text{ kW} \cdot 8\,760 \text{ h} = 76\,212 \text{ kWh}$$

Då blir inbesparingen:

$$76\,212 \text{ kWh} - 16\,089 \text{ kWh} = 60\,123 \text{ kWh}$$

En frekvensomriktare bör alltså spara in 60 123 kWh på tilluften.

De ekonomiska beräkningarna beräknas genom två olika tariffer beroende på tiden, som nämns i (Kapitel 4.2). Där det totala priset under vardagar nov-mars (kl. 07-23) kostar 0,1144 €/kWh samt övrig tid 0,07713 €/kWh. Beräkningarna beräknas enligt denna formel:

$$\text{Driftskostnad} = P \cdot T \cdot t$$

Där P är effekten.

T är tariffen under tidsperioden.

t är tiden.

Beräkningarna görs i 8 rader per fläkt, då fläktarna kör olika hastigheter olika tider i dygnet. Vilket gör att priserna kommer att variera se (Tabell 9). Samma beräkningar görs även i (Kapitel 6.2.1).

Tabell 9 redovisar inbesparingen med frekvensomriktare i euro.

<b>Total inbesparing i euro</b>			
<b>Effekt (kW)</b>	<b>Tariff (€/kWh)</b>	<b>Tid (h)</b>	<b>Euro</b>
8,7	0,07713	5 429	3 643,03
8,7	0,1144	1 655	1 647,19
8,7	0,07713	1 355	909,25
8,7	0,1144	321	319,48
Nuvarande kostnad tilluftsfläkt			6 518,95
0,5	0,07713	5 429	209,37
4,39	0,1144	1 655	831,17
4,39	0,07713	1 355	458,80
0,5	0,1144	321	18,36
Kostnad med frekvensomriktare			1 517,70
Total inbesparing			~5 000

Inbesparingen skulle bli ca 5 000 € på att installera en frekvensomriktare på tilluften.

Frånluftsfläkten på den befintliga anläggningen drar ca 12 kW el (uppmätt). Luftbehovet för hallen ligger på 6,11 m<sup>3</sup>/s och det nuvarande maxflödet är 9,14 m<sup>3</sup>/s. Enligt Schneider Electric beräknas förlusteffekten vara ca 0,425 kW för en 15 kW frekvensomriktare.

Genom att använda (Formel 3) fås följande beräkning:

$$\frac{12 \text{ kW} \cdot 6,11^3 (\text{m}^3/\text{s})^3}{9,11^3 (\text{m}^3/\text{s})^3} + 0,425 \text{ kW} = 4,23 \text{ kW}$$

Den nya effekten beräknades till ca 4,23 kW och vi får således fram en årsförbrukning (vinterläge) med beräkningen:

$$4,23 \text{ kW} \cdot 3 010 \text{ h} = 12 732 \text{ kWh}$$

Då frånluftfläkten är i nattläge beräknas flödet vara (Formel 1):

$$\frac{300 \text{ rpm} \cdot 9,11 \text{ m}^3/\text{s}}{1 500 \text{ rpm}} = 1,822 \approx 1,82 \text{ m}^3/\text{s}$$

Då kan den nya förbrukningen beräknas enligt (Formel 3):

$$\frac{12,6 \text{ kW} \cdot 1,82^3 (\text{m}^3/\text{s})^3}{9,11^3 (\text{m}^3/\text{s})^3} + 0,425 \text{ kW} = 0,53 \text{ kW}$$

Årsförbrukningen beräknas:

$$0,53 \text{ kW} \cdot 5\,750 \text{ h} = 3\,048 \text{ kWh}$$

Och den totala årsförbrukningen blir således:

$$3\,048 \text{ kWh} + 12\,732 \text{ kWh} = 15\,780 \text{ kWh}$$

Den nya förbrukningen beräknades till 15 780 kWh/år. Utan frekvensomvandlare skulle förbrukningen ha varit:

$$12,6 \text{ kW} \cdot 8\,760 \text{ h} = 110\,376 \text{ kWh}$$

Inbesparingen med en frekvensomriktare blir:

$$110\,376 \text{ kWh} - 15\,780 \text{ kWh} = 94\,596 \text{ kWh}$$

Vilket motsvarar ca (Tabell 10):

Tabell 10 redovisar inbesparingen med frekvensomriktare i euro.

<i>Total inbesparing i euro</i>			
<i>Effekt (kW)</i>	<i>Tariff (€/kWh)</i>	<i>Tid (h)</i>	<i>Euro</i>
12,6	0,07713	5 429	5 276,11
12,6	0,1144	1 655	2 385,58
12,6	0,07713	1 355	1 316,84
12,6	0,1144	321	462,70
Nuvarande kostnad frånluftsfläkt			9 441,23
0,53	0,07713	5 429	221,93
4,23	0,1144	1 655	800,87
4,23	0,07713	1 355	442,08
0,53	0,1144	321	19,46
Kostnad med frekvensomriktare			1 484,35
Total inbesparing			~7 900

Totalt skulle man alltså årligen spara in ca 12 900 € på att installera en frekvensomriktare på de befintliga fläktarna.

### 6.1.2. Uppgradering av aggregat

Man kan uppdatera ventilationsanläggningen genom att installera frekvensstyrningar på fläktarna och ha dem att köra så att flödet blir lika stort som luftbehovet och därmed få ner

energiförbrukningen en aning. Man gör då i princip samma beräkningar som om man skulle ha en återvinnare, men man räknar ut spjällets k-värde istället för dess verkningsgrad (Swegon Air Academy, 2008-04-01). Detta görs genom att ta spjällets luftflöde genom tilluftsflödet.

Då man installerar en frekvensomvandlare kommer tilluften att minska, men även frånluften, så vi håller spjället vid ungefär samma k-värde i uppgraderingsberäkningarna.

Enligt ÅMHM's medeltemperaturtabell som nämnts tidigare kan man beräkna att medeltemperaturen från september-maj är ca 3,34 Celsius. Frånluftstemperaturen ligger på 21 Celsius och tilluften på 20 Celsius. Temperaturskillnaden beror på att belysning, människor och fläktar genererar lite extra värme till frånluften. Flödet i spjället uppmättes till 5,65 m<sup>3</sup>/h och tilluften uppmättes till 7,94 m<sup>3</sup>/h, vilket ger ett k-värde på ca 0,71. Vi kan räkna med det värdet eftersom det ligger på samma position hela tiden. Genom att använda (Formel 5) får man fram temperaturen före luftvärmaren:

$$3,34^{\circ}\text{C} + 0,71 \cdot (21^{\circ}\text{C} - 3,34^{\circ}\text{C}) = 15,88^{\circ}\text{C}$$

Man kan då räkna ut  $\Delta T$  genom att använda (Formel 6):

$$20^{\circ}\text{C} - 15,88^{\circ}\text{C} = 4,12^{\circ}\text{C}$$

Medelflödet för september till maj beräknas enligt:

$$\frac{\frac{6,11 \text{ m}^3}{\text{s}} \cdot 3\,027 \text{ h} + \frac{1,6 \text{ m}^3}{\text{s}} \cdot 3\,723 \text{ h}}{6\,570 \text{ h}} = 3,72 \text{ m}^3/\text{s}$$

Och således kan värmebehovet beräknas för sep-maj (Formel 7):

$$3,72 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 4,12^{\circ}\text{C} \cdot 6\,570 \text{ h} \cdot 1,06 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} = 128\,083,30 \text{ kWh}$$

Enligt ÅMHM medeltemperaturtabell är medeltemperaturen från juni-augusti ca 15,56 Celsius. Flödet i spjället uppmättes till 5,65 m<sup>3</sup>/h och tilluften uppmättes till 7,94 m<sup>3</sup>/h. Detta ger ett k-värde på ca 0,71 (Formel 5):

$$15,56^{\circ}\text{C} + 0,71 \cdot (21^{\circ}\text{C} - 15,56^{\circ}\text{C}) = 19,42^{\circ}\text{C}$$

Man kan då räkna ut  $\Delta T$  genom att använda (Formel 6):

$$20^{\circ}\text{C} - 19,42^{\circ}\text{C} = 0,58^{\circ}\text{C}$$

När  $\Delta T$  är uträknat kan man räkna ut värmebehovet enligt (Formel 7):

$$1,6 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,58^{\circ}\text{C} \cdot 2\,190 \text{ h} \cdot 1,06 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} = 2\,585,11 \text{ kWh}$$

Och den totala årsförbrukningen:

$$128\,083,3 \text{ kWh} + 2\,585,11 \text{ kWh} \approx 130\,668 \text{ kWh} \approx 130,67 \text{ MWh}$$

Det uppgraderade aggregatets värmebehov ligger på ca 130,67 MWh.

## 6.2. Ny ventilationsanläggning

### 6.2.1. Frekvensomriktare med nya fläktar

Tilluftsfläkten på den nya anläggningen är beräknad att förbruka ca 9,15 kW. Den har en 6-polig motor och ett varvtal på ca 1 000 rpm. Luftbehovet för hallen ligger på 6,11 m<sup>3</sup>/s och den nya fläktens maxflöde är 7,94 m<sup>3</sup>/s. Enligt Schneider Electric beräknas förlusteffekten vara ca 306 W för en 11 kW frekvensomriktare. Genom att använda (Formel 3) fås den nya effekten:

$$\frac{9,15 \text{ kW} \cdot 6,11^3 (\text{m}^3/\text{s})^3}{7,94^3 (\text{m}^3/\text{s})^3} + 0,306 \text{ kW} = 4,475 \text{ kW}$$

Den årliga förbrukningen är då:

$$4,475 \text{ kW} \cdot 3010 \text{ h} = 13\,470 \text{ kWh}$$

Den nya vinterförbrukningen beräknades till 13 470 kWh per år.

Det lägsta varvtalet som elmotorn kan ha är (Formel 4):

$$120 \cdot \frac{10}{6} = 200 \text{ rpm}$$

Och således blir det lägsta flödet (Formel 1):

$$\frac{200 \text{ rpm} \cdot 7,94 \text{ m}^3/\text{s}}{1\,000 \text{ rpm}} = 1,588 \approx 1,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

Resterande tid av förbrukningen kan beräknas med (Formel 3):

$$\frac{9,15 \text{ kW} \cdot 1,6^3 (\text{m}^3/\text{s})^3}{7,94^3 (\text{m}^3/\text{s})^3} + 0,306 \text{ kW} = 0,381 \text{ kW}$$

0,381 kW avser nattförbrukningen. Aggregatets nattläge är tänkt att köras ca 5 750 timmar per år, vilket ger en årsförbrukning på:

$$0,381 \text{ kW} \cdot 5\,750 \text{ h} = 2\,190 \text{ kWh}$$

Den totala årsförbrukningen blir då:

$$13\,470 \text{ kWh} + 2\,190 \text{ kWh} = 15\,660 \text{ kWh}$$

Eftersom den gamla anläggningen utan frekvensomriktare skulle ha förbrukat:

$$8,7 \text{ kW} \cdot 8\,760 \text{ h} = 76\,212 \text{ kWh}$$

Blir inbesparingen per år ca:

$$76\,212 \text{ kWh} - 15\,660 \text{ kWh} = 60\,552 \text{ kWh}$$

Vilket motsvarar ca (Tabell 11):

Tabell 11 redovisar inbesparingen med frekvensomriktare i euro.

<b>Total inbesparing i euro</b>			
<b>Effekt (kW)</b>	<b>Tariff (€/kWh)</b>	<b>Tid (h)</b>	<b>Euro</b>
8,7	0,07713	5 429	3 643,03
8,7	0,1144	1 655	1 647,19
8,7	0,07713	1 355	909,25
8,7	0,1144	321	319,48
Nuvarande kostnad tilluftsfläkt			6 518,95
0,381	0,07713	5 429	159,54
4,475	0,1144	1 655	847,26
4,475	0,07713	1 355	467,69
0,381	0,1144	321	13,99
Kostnad med frekvensomriktare			1 488,48
Total inbesparing			~5 000



Inbesparingen skulle alltså bli ca 5 000 € genom att installera en frekvensomriktare på tilluften.

Frånluftsfläkten på den nya anläggningen beräknas förbruka ca 10,9 kW. Den har en 4-polig motor och ett varvtal på ca 1 500 rpm. Luftbehovet för hallen ligger på 6,11 m<sup>3</sup>/s och maxflödet är 8,5 m<sup>3</sup>/s. Enligt Schneider Electric beräknas förlusteffekten vara ca 306 W för en 11 kW frekvensomriktare. Genom att använda (Formel 3) nedan:

$$\frac{10,9kW \cdot 6,11^3 (m^3/s)^3}{8,5^3 (m^3/s)^3} + 0,306 kW = 4,354 kW$$

Beräknas den nya effekten till ca 4,354 kW. Med beräkningen:

$$4,354 kW \cdot 3 010 h = 13 106 kWh$$

Är den förbrukningen i vinterläge 13 180 kWh/år. Som tidigare beräknats är 300 rpm det lägsta varvtalet en 1 500 rpm elmotor kan ha utan att få vibrationer. Det lägsta flödet beräknas med (Formel 1):

$$\frac{300 rpm \cdot 8,5 m^3/s}{1500 rpm} = 1,7 m^3/s$$

Och förbrukningen i nattläge med (Formel 3):

$$\frac{10,9 kW \cdot 1,7^3 (m^3/s)^3}{8,5^3 (m^3/s)^3} + 0,306 kW = 0,39 kW$$

Vilket visar att förbrukningen i nattläge är 0,39 kW. Aggregatets nattläge är tänkt att köras ca 5 733 timmar på år, vilket ger en årsförbrukning på:

$$0,39 kW \cdot 5 750 h = 2 243 kWh$$

Således blir den totala årsförbrukningen:

$$13 106 kW + 2 243 kW = 15 349 kW$$

Medan den gamla anläggningen utan frekvensomvandlare skulle ha förbrukat:

$$12,6 kW \cdot 8 760 h = 110 376 kWh$$

Inbesparingen blir därmed ca:

$$110\,376\text{ kWh} - 15\,439\text{ kWh} = 95\,027\text{ kWh}$$

Vilket motsvarar ca (Tabell 12):

Tabell 12 redovisar inbesparingen med frekvensomriktare i euro.

<b>Total inbesparing i euro</b>			
<b>Effekt (kW)</b>	<b>Tariff (€/kWh)</b>	<b>Tid (h)</b>	<b>Euro</b>
12,6	0,07713	5 429	5 276,11
12,6	0,1144	1 655	2 385,58
12,6	0,07713	1 355	1 316,84
12,6	0,1144	321	462,70
Nuvarande kostnad frånluftsfläkt			9 441,23
0,39	0,07713	5 429	163,31
4,354	0,1144	1 655	824,35
4,354	0,07713	1 355	455,04
0,39	0,1144	321	14,32
Kostnad med frekvensomriktare			1 457,02
Total inbesparing			~8 000

Totalt sett skulle man alltså årligen spara in ca 13 000 € på att installera ett nytt aggregat med frekvensomriktare.

### 6.2.2. Nytt Aggregat

Temperaturen efter värmväxlaren beräknas enligt (Formel 5). Den roterande värmväxlaren har en verkningsgrad på ca 74,5 % vilket är 0,745. Frånluftstemperaturen är 21 Celsius och tilluften är 20 Celsius.

Enligt ÅMHM:s medeltemperaturtabell är medeltemperaturen från september-maj ca 3,34 Celsiusgrader.

$$3,34^{\circ}\text{C} + 0,745 \cdot (21^{\circ}\text{C} - 3,34^{\circ}\text{C}) = 16,50^{\circ}\text{C}$$

Man kan räkna ut  $\Delta T$  genom att använda (Formel 6):

$$20^{\circ}\text{C} - 16,5^{\circ}\text{C} = 3,5^{\circ}\text{C}$$

Medelflödet för september till maj beräknas enligt:

$$\frac{6,11 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 3\,027 \text{ h} + 1,6 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 3\,723 \text{ h}}{6570 \text{ h}} = 3,72 \text{ m}^3/\text{s}$$

Och således blir värmebehovet för sep-maj (Formel 7):

$$3,72 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3,5^\circ\text{C} \cdot 6570 \text{ h} \cdot 1,06 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} = 108\,808,66 \text{ kWh}$$

Enligt ÅMHM:s medeltemperatortabell är medeltemperaturen från juni-Augusti är ca 15,56 Celsiusgrader. Beräkning med (Formel 5) ger:

$$15,56^\circ\text{C} + 0,745 \cdot (21^\circ\text{C} - 15,56^\circ\text{C}) = 19,61^\circ\text{C}$$

Man kan då räkna ut  $\Delta T$  genom att använda (Formel 6):

$$20^\circ\text{C} - 19,61^\circ\text{C} = 0,39^\circ\text{C}$$

När  $\Delta T$  är uträknat räknas värmebehovet ut enligt (Formel 7):

$$1,6 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,39^\circ\text{C} \cdot 2\,190 \text{ h} \cdot 1,06 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} = 1\,738,26 \text{ kWh}$$

Och således blir det totala värmebehovet:

$$108\,808,66 \text{ kWh} + 1\,738,26 \text{ kWh} \approx 110\,547 \text{ kWh} \approx 110,55 \text{ MWh}$$

Det nya aggregatets värmebehov skulle vara ca 110,55 MWh.

### 6.3. Sammanfattning av optimeringsberäkningarna

Den nuvarande värmeenergiförbrukningen i ventilationssystemet räknades fram genom medeltal till ca 282,77 MWh per år. Med en ny ventilationsanläggning med värmeåtervinnare beräknades värmeenergiförbrukningen till ca 110,55 MWh, vilket innebär en väsentligt stor skillnad om man använder både värmeväxlare och frekvensomriktare.

Den totala inbesparingen mätt i energi blir:

$$282,77 \text{ MWh} - 110,55 \text{ MWh} = 172,22 \text{ MWh} \approx 172 \text{ MWh}$$

Då det nuvarande fjärrvärmepriset är 68 € per MWh, blir årsinbesparingen:

$$172 \text{ MWh} \cdot \frac{68 \text{ €}}{\text{MWh}} = 11\,696 \text{ €} \approx 11\,700 \text{ €}$$

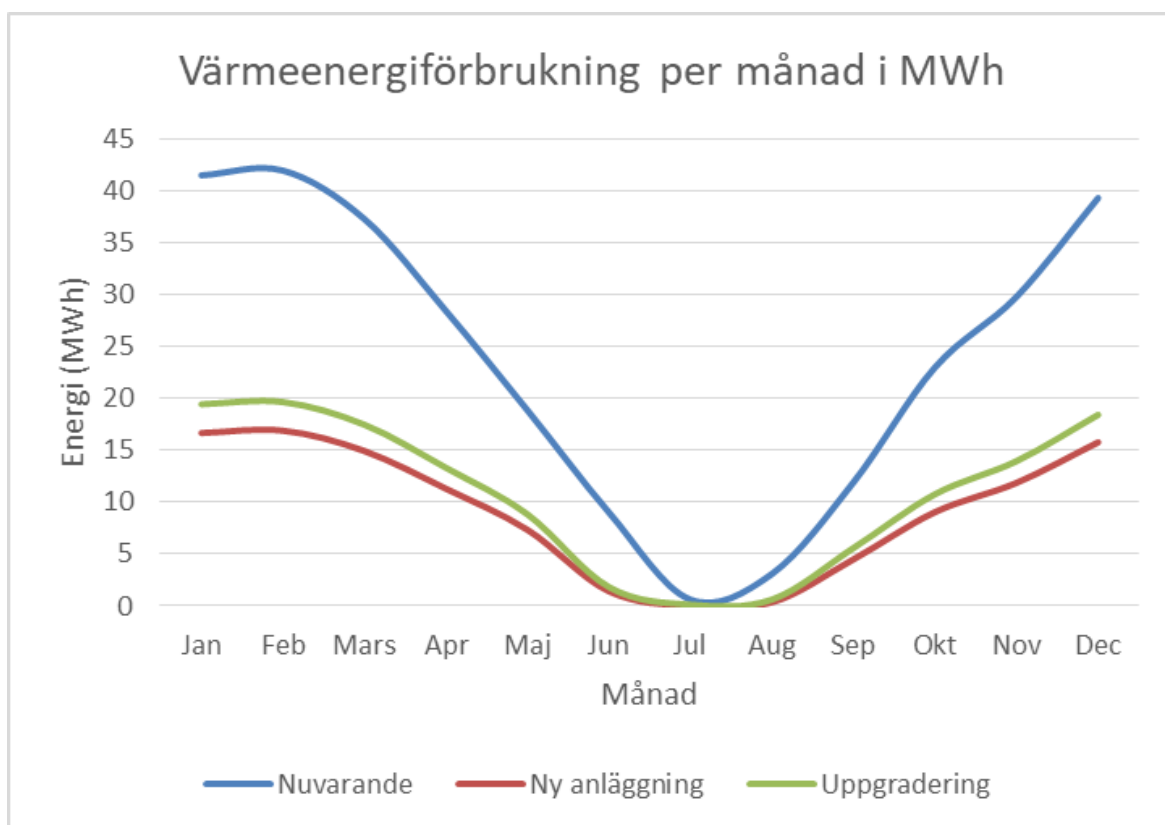
Det uppgraderade ventilationssystemet beräknades använda 130,67 MWh per år, vilket ger en inbesparing på:

$$282,77 \text{ MWh} - 130,67 \text{ MWh} = 152,10 \text{ MWh} = 152 \text{ MWh}$$

Det nuvarande fjärrvärmepriset är 68 € per MWh, och inbesparingen per år blir:

$$152 \text{ MWh} \cdot \frac{68 \text{ €}}{\text{MWh}} = 10\,336 \text{ €} \approx 10\,300 \text{ €}$$

Man skall ta i beaktande att detta endast är beräkningar för vad man sparar i fjärrvärmekostnader. För en mer detaljerad beräkning månadsvis kan man se i (Bilaga 4 Månadsberäkningar av ventilationssystem). En kort sammanställning av värmeenergiförbrukningen per månad kan ses, i form av ett diagram (Figur 11). För den totala inbesparingen, se (Kapitel 8) om ekonomiska beräkningar.



Figur 11 illustrerar fjärrvärmeförbrukningen under ett år med den gamla anläggningen, med en uppgraderad anläggning samt med en helt ny anläggning.

## 7. Övriga energisparande åtgärder av idrottscentret

### 7.1. Belysning

Belysningen i idrottshallen är av gammal lysarmatursmodell. Belysningen består idag av 560 stycken lysrör, vilka avger värme som absorberas av taket. Ett sätt att spara pengar på detta är att byta till LED-belysning som avger mindre värme, och på så vis minska spillvärmens i anläggningen. De energisparande åtgärderna med belysningen kommer att vara att utreda om det är möjligt att installera LED-rör i de befintliga armaturerna, samt att avgöra om det är lönsamt att installera LED-rör trots det högre anskaffningspriset.

Driftskostnaden (Tabell 13) för respektive alternativ räknas ut med formeln:

$$\text{Driftskostnad} = \frac{\text{inköspriset} + P \cdot N \cdot T \cdot t}{t}$$

Där P är totaleffektförbrukning per lysrör.

N är antal lysrör.

T är tariff priset i medeltal.

t är livslängden i timmar för lysrören.

Medeltariffpriset beräknas genom:

$$T_{medel} = \frac{0,11443 \text{ €/kWh} \cdot 1655 \text{ h} + 0,07713 \text{ €/kWh} \cdot 1355 \text{ h}}{3010 \text{ h}} = 0,0976 \text{ €/kWh}$$

Tabell 13 illustrerar inköspris, livslängd och driftskostnad per timme i medeltal för 560 st. rör.

<b>Typ</b>	<b>Inköspris</b>	<b>Livslängd</b>	<b>Driftskostnad för 560st rör medeltal</b>
<i>Lysrör</i>	<i>1 344 €</i>	<i>15 000 h</i>	<i>3,861 €/h</i>
<i>Sylvania LED</i>	<i>25 732 €</i>	<i>45 000 h</i>	<i>2,365 €/h</i>
<i>Osram LED</i>	<i>3 908,80 €</i>	<i>30 000 h</i>	<i>1,305 €/h</i>

#### 7.1.1. Nuvarande Belysning

Den nuvarande totaleffektförbrukningen på belysningen beräknas enligt formeln nedan.

Transformatorn drar 11 W och lysröret 58 W. Antalet lysrör är 560st.

$$P = (P_{Trafo} + P_{Lysrör}) \cdot N$$

Beräkningen ger:

$$P = (11 \text{ W} + 58 \text{ W}) \cdot 560 \text{ st} = 38,64 \text{ kW}$$

### 7.1.2. LED-rör Sylvania Toledo Superia T8

Totaleffektförbrukningen för LED-rör beräknas enligt formeln:

$$P = P_{LED} \cdot N$$

Drosseln behöver inte räknas med eftersom den inte används när man använder LED -rör. En beräkning med formeln ger:

$$P = 32 \text{ W} \cdot 560 \text{ st} = 17,92 \text{ kW}$$

Mellanskillnaden beräknas med formeln:

$$\Delta P = P_{Lysrör} - P_{LED}$$

Och beräkningen ger svaret:

$$\Delta P = 38,64 \text{ kW} - 17,92 \text{ kW} = 20,72 \text{ kW}$$

Effektinbesparingen vid byte till Sylvania Toledo Superia T8 blir således 20,72 kW.

Belysningen används under vardagar i ca 13 h/dag och 6 h under helgdag. Hallen är öppen 9 månader per år vilket innebär att belysningen i hallen används ca 3010 timmar per år.

En beräkning ger då:

$$\Delta E = 20,72 \text{ kW} \cdot 3\,010 \text{ h} = 62,367 \text{ kWh} = 62\,400 \text{ kWh}$$

Och inbesparingen blir

$$20,72 \text{ kW} \cdot 1\,655 \text{ h} \cdot 0,11443 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} + 20,72 \text{ kW} \cdot 1\,355 \text{ h} \cdot 0,07713 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 6\,089,46 \text{ €}$$
$$\approx 6\,100 \text{ €}$$

Den ekonomiska inbesparingen vid byte till Sylvania LED-lysrör skulle med dagens energiavtal bli 6 100 € per år.

### 7.1.3. Osram LED-tube Substitute

Totaleffektförbrukningen beräknas enligt formeln:

$$P = P_{LED} \cdot N$$

Drosseln behöver inte räknas med eftersom den inte används när man använder LED-rör.

Beräkningen ger:

$$P = 21,5 \text{ W} \cdot 560 \text{ st} = 12,04 \text{ kW}$$

Och mellanskillnaden beräknas enligt formeln:

$$\Delta P = P_{Lysrör} - P_{LED}$$

Således fås:

$$\Delta P = 38,64 \text{ kW} - 12,04 \text{ kW} = 26,56 \text{ kW}$$

Effektinbesparingen skulle bli 26,56 kW genom att byta till Osram LED-tube Substitute.

Belysningen används vardagar ca 13 h/dag och 6 h under helgdag. Hallen är öppen 9 månader om året vilket är ca 3 010 timmar per år.

En beräkning ger:

$$\Delta E = 26,56 \text{ kW} \cdot 3\,010 \text{ h} = 79\,945 \text{ kWh} = 80\,000 \text{ kWh}$$

Och därmed svaret:

$$26,56 \text{ kW} \cdot 1\,655 \text{ h} \cdot 0,11443 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} + 26,65 \text{ kW} \cdot 1\,355 \text{ h} \cdot 0,07713 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 7\,804,75 \text{ €}$$

$$\approx 7\,800 \text{ €}$$

Den ekonomiska inbesparingen skulle således bli 7 800 € per år på att installera Osrams LED-rör med dagens elenergiavtal.

#### 7.1.4. Sammanfattning av belysning

Sammanställning av de olika alternativen visade att Osrams LED-rör skulle passa ypperligt för idrottshallen vad gäller livslängd, inköpspris samt energiförbrukning. Tabellerna (Tabell 14, 15, 16) illustrerar alternativens för- och nackdelar samt slutsats. För sammanfattning av den totala energiförbrukningen av de olika alternativen, se (Figur 12).

Tabell 14 illustrerar för- och nackdelar för Philips lysrör.

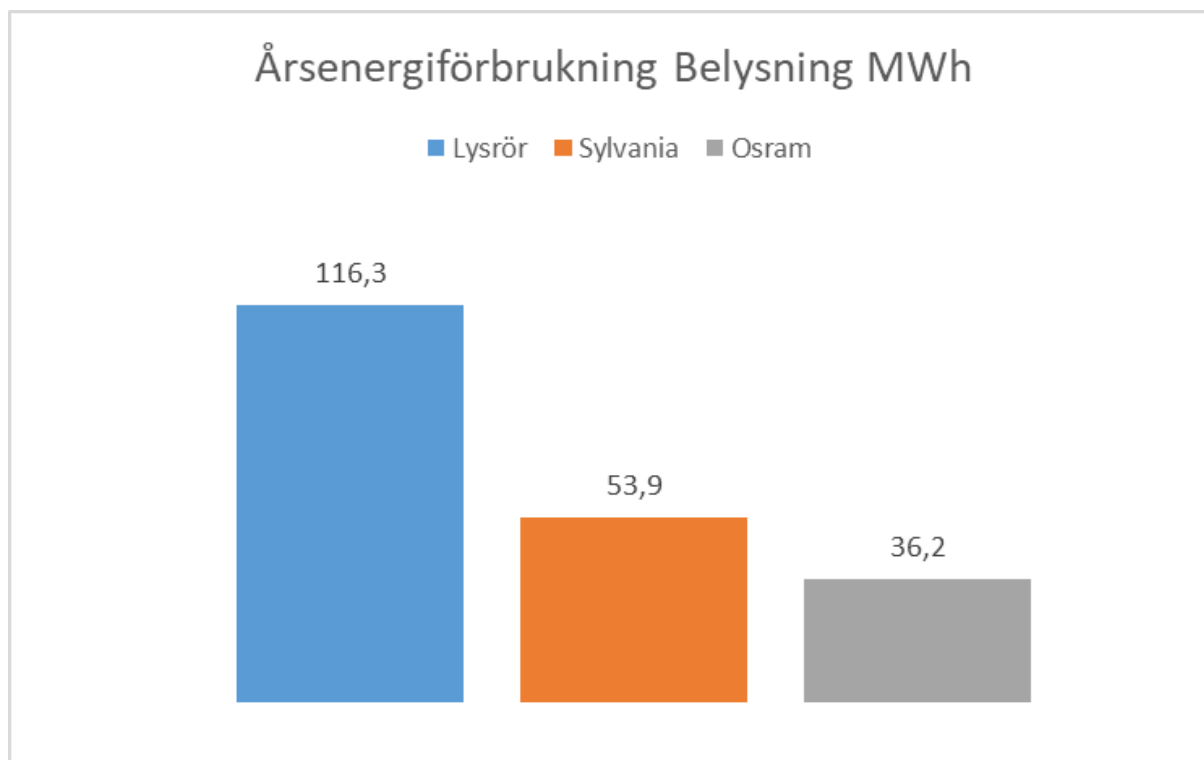
<i>Lysrör Philips</i>	
<i>Fördelar</i>	<i>Nackdelar</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Billigt inköpspris</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Låg Livslängd</i></li> <li>• <i>Dyra driftskostnader</i></li> </ul>
<i>Slutsats: Passar inte bra för ändamålet pga. den höga energiförbrukningen.</i>	

Tabell 15 illustrerar för- och nackdelar för Sylvania Toledo Superia T8.

<i>Sylvania Toledo Superia T8</i>	
<i>Fördelar</i>	<i>Nackdelar</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Relativt låg energiförbrukning</i></li> <li>• <i>Lång livslängd</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Dyrt inköpspris</i></li> </ul>
<i>Slutsats: Passar inte bra pga. det höga inköpspriset</i>	

Tabell 16 illustrerar för- och nackdelar för Osram Led tube Substitute.

<i>Osram Led tube substitute</i>	
<i>Fördelar</i>	<i>Nackdelar</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Relativt lång livslängd</i></li> <li>• <i>Billigt i inköpspris</i></li> <li>• <i>Låg energiförbrukning</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Sämre livslängd än Sylvania Toledo Superia T8</i></li> </ul>
<p><i>Slutsats: Passar bra för ändamålet pga. det låga inköpspriset och den låga energiförbrukningen.</i></p>	



Figur 12 illustrerar belysningens årsenergiförbrukning med konventionella lysrör, Sylvania samt Osram.

## 7.2. Dörrisolering

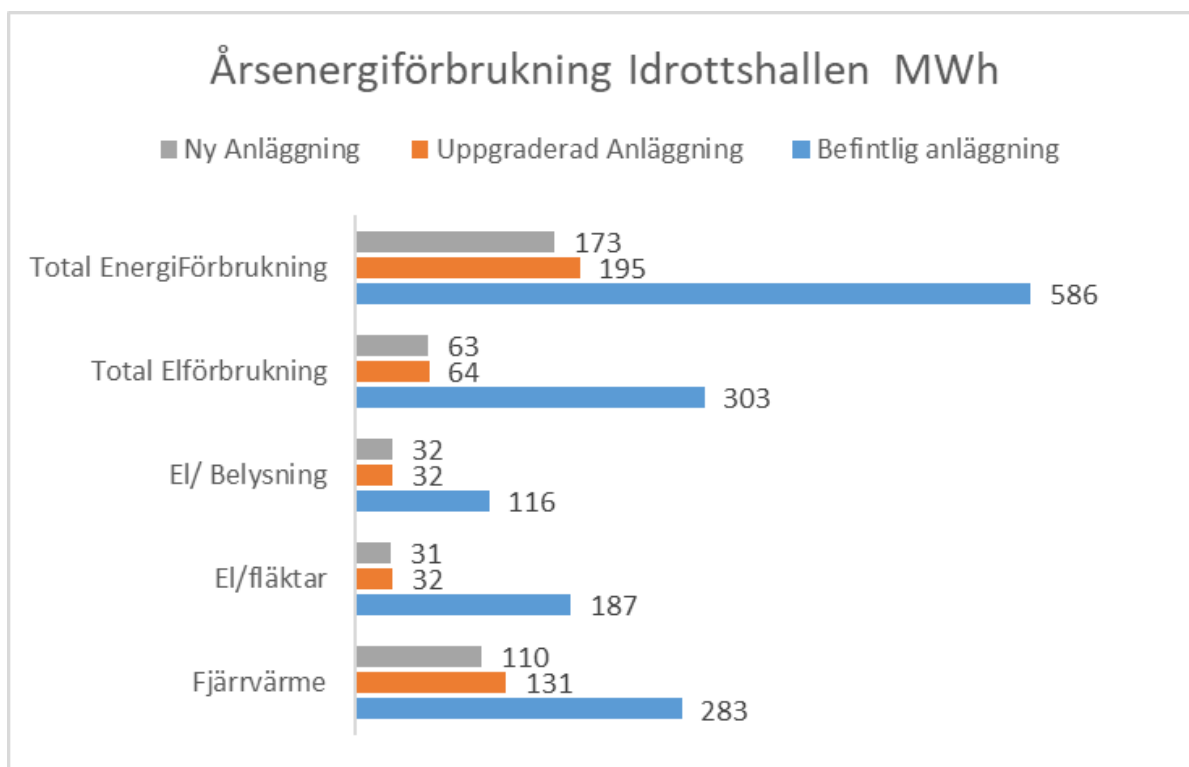
Isoleringen i hallen är gammal och på en del ställen i hallen finns det ingen isolering alls. Bland annat är gymdelen och förrådsutrymmena i hallen väldigt dåligt isolerade. Detta gör att mycket av värmen försvinner ut i naturen.

Dörrarna i hallen är dåligt isolerade och det finns glipor under dem. Eftersom det är ett undertryck just nu i hallen, kommer den kalla luften att sugas in utifrån, vilket gör att hallen kyls ner och det måste tillföras mera värme för att kunna värma hallen. Dock har tilläggsisolering gjorts på senare tid och arbetet med det kommer att fortsättas så att värmespillet kommer att minskas.

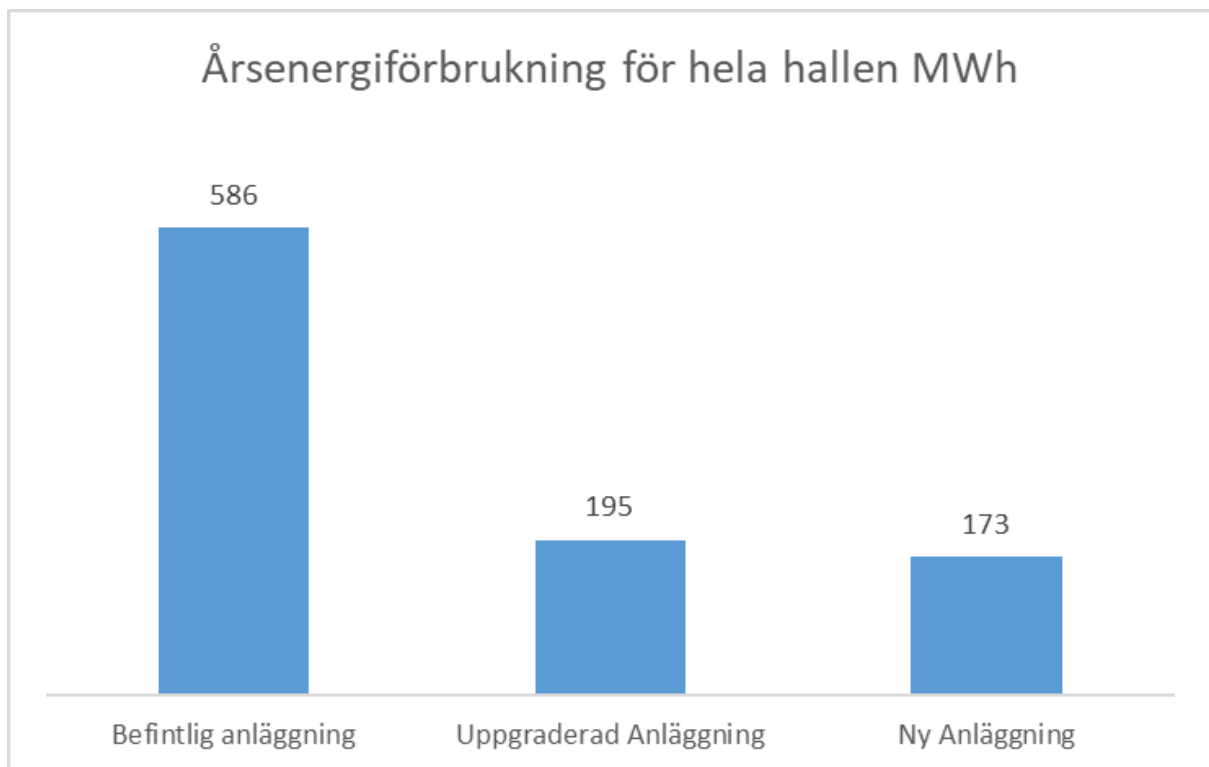


## 8. Ekonomiska inbesparingar

Sammanfattningen av de olika inbesparingarna går att se i (Figur 13). Vad man kan utläsa från diagrammet är att driftkostnaderna för idrottshallens anläggning har potential att sjunka mycket. Fjärrvärmeförbrukningen går att sänka nästan 173 MWh och elförbrukningen nästan 240 MWh. Energiinbesparingen på årsbasis för ett helt nytt ventilationsaggregat och LED-lysrör, motsvarar tillsammans hela 413 MWh. Detta betyder att energiförbrukningen kan minskas med 70,5 %, till 173 MWh från de 586 MWh som idrottshallen använder just nu.



Figur 13 illustrerar årsförbrukningen av energi i idrottshallen vid olika alternativ.



*Figur 14 illustrerar den totala årsenergiförbrukningen för fjärrvärme och el med befintlig anläggning, med uppgradering av den gamla anläggningen samt med en ny anläggning.*

Som man ser i (Figur 14) är energiförbrukningen för en ny anläggning mindre än tredjedel av den nuvarande energiförbrukningen. Summerar man ihop alla inbesparingar vid ett nytt aggregat, frekvensomriktare och belysning blir den ekonomiska årsinbesparingen ungefär 32 500 €.

## **8.1. Investeringar**

Rekommendationen är att byta ut den nuvarande ventilationsanläggningen, dels för att den är omodern och dels för att det skulle kosta stora summor att bygga om anläggningen, eftersom det då egentligen bara är det yttre skalet på ventilationen man kan lämna kvar. Detta skulle leda till att man skulle bli tvungen att anpassa alla delar efter det gamla skalet, vilket skulle kosta massor i både arbete och pengar. Det är lättare och billigare att ersätta den med en ny, modern anläggning, med roterande värmeväxlare och frekvensomvandlare.

I nuläget skulle det löna sig att installera LED-lampor i hallen. Det rekommenderas även att de nuvarande dörrarna och portarna byts ut till nya moderna dörrar och portar med bättre värmegenomgångskoefficient. Skulle man välja att behålla den nuvarande anläggningen,

kunde man installera CO2-styrda frekvensomriktare samt nytt styrsystem, ställdon, spjäll och spjällmotorer (se offert bilaga HP Kyla och Värme).

## 8.2. Återbetalningstider

I HP Kyla & Värmes offert beräknades uppgraderingen av den nuvarande anläggningen kosta ca 16 850 € med ett tillägg på 30 €/mån ifall man vill ha onlinesupport. Denna uppgradering skulle spara årligen ca 10 300 € i fjärrvärme och 12 900 € i el, vilket är en total inbesparing på 23 200 €.

På Hebo-rörs offert finns ett helt nytt aggregat från Fläktwoods (se offert bilaga Fläktwoods) med återvinnare samt frekvensomvandlare. Priset för det nya aggregatet är ca 50 000 € och till det kommer monterings kostnader på ca 19 600 €, vilket blir ett totalpris på ca 69 600 €. Med detta nya aggregat skulle vi spara ungefär ca 11 700 € per år i fjärrvärme samt 13 000 € i el, vilket skulle ge en totalinbesparing på ca 24 700 €.

För att lättast ta reda på hur lång återbetalningstid varje investering har, använder man en break-even tabell med 5 % kalkylränta. Kalkylräntan räknas dock inte med i HP Kyla & Värmes offert, då återbetalningstiden är under 1 år. Dock kommer kalkylräntan att räknas in i diagrammen.

HP Kyla & Värmes offert (Tabell 17) skulle redan efter första året vara inbesparad enligt nuvarande förutsättningar.

*Tabell 17 illustrerar inbesparingen vid en uppgradering av det nuvarande aggregatet. Återbetalningstiden skulle vara ca 9 månader.*

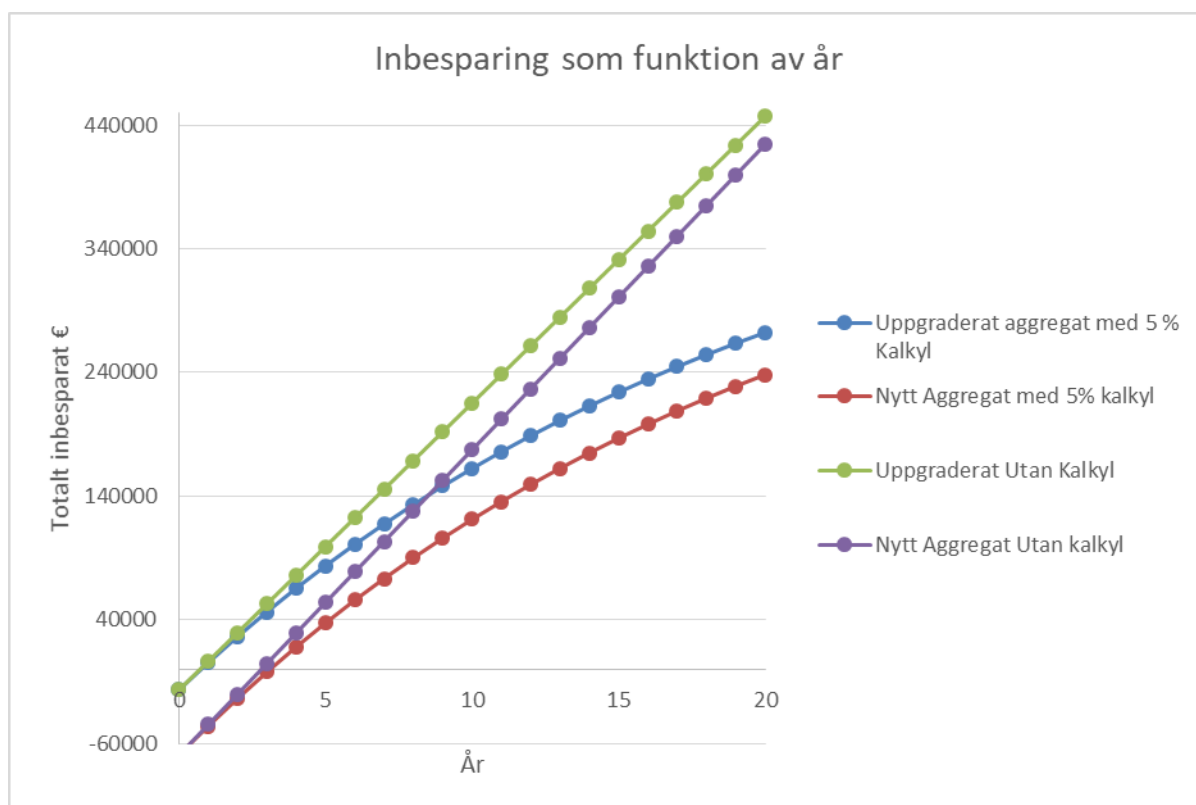
<b>HP kyla och Värme offert Återbetalningstid</b>		
<b>År</b>	<b>Inbesparing per år</b>	<b>Totalt inbesparat</b>
0	0	- 16 850 €
1	23 200 €	6 350 €

I Fläktwoods offert (Tabell 18), skulle det vara break-even efter drygt tre år, och vara återbetalt på kort tid även vid en hårdare kalkylränta än medräknat.

Tabell 18 Illustrerar återbetalningstiden på en ny ventilations aggregat.

<i>Fläktwoods offert inbesparingstid</i>		
<i>År</i>	<i>Inbesparing per år</i>	<i>Totalt inbesparat</i>
0	0	- 69 600 €
1	24 700 €	- 46 076 €
2	23 524 €	- 23 672 €
3	22 403 €	- 2 336 €
4	20 321 €	17 985 €

Vid en snabb titt på (Figur 15) börjar en uppgradering av anläggningen generera ett överskott snabbare än vid en ny anläggning. Man kan dock inte räkna in de underhållskostnader som den gamla anläggningen kommer att ha, vilket gör att man kommer att tjäna in mer pengar på det nya ventilationssystemet än på det uppgraderade.



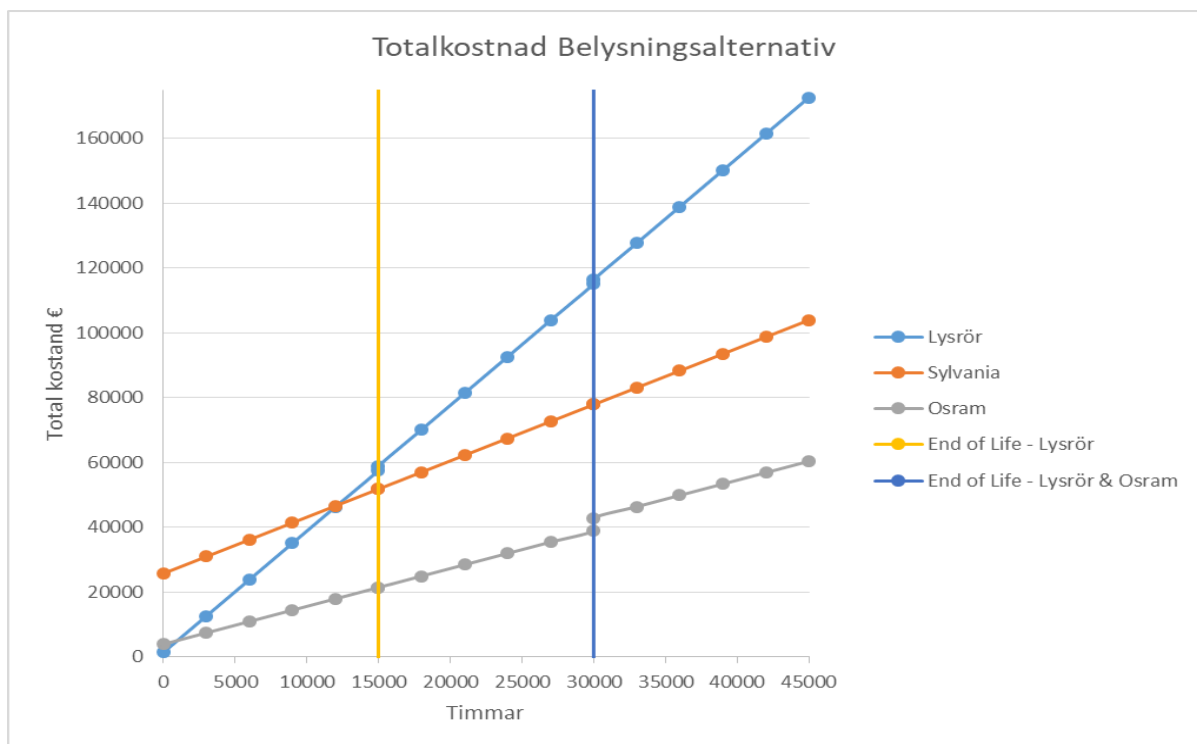
Figur 15 illustrerar den totala inbesparingen av de två olika alternativen, både med kalkylränta och utan.

Då det gäller belysningen i hallen skulle inköspriset vara ca 3 908,80 € och inbesparingen per år skulle ligga på ca 7 800 €/år. Det betyder att Osrams LED-rör skulle vara återbetalda redan efter första året (Tabell 19).

Tabell 19 illustrerar inbesparingstiden vid Osrams LED-belysning

<i>Osram LED- Substitute</i>		
<i>År</i>	<i>Inbesparing per år</i>	<i>Totalt inbesparat</i>
0	0	- 3 908,80 €
1	7 800 €	3 891,20 €

Tittar man i (Figur 16) kan man se en jämförelse mellan olika belysningsalternativ.



Figur 16 illustrerar den faktiska kostnaden (inköspris samt energiförbrukningskostnad) under 45 000 h. Man kan utläsa från diagrammet att Osram vinner överlägset över de andra två alternativen.

## 9. Slutsats

Slutsatsen för examensarbetet är en rekommendation om att beställa ett helt nytt aggregat, då ett byte till en ny och modern ventilationsanläggning på sikt skulle spara in mycket pengar genom mindre underhåll och högre energieffektivitet. Dessutom är återbetalningstiden endast 2,5 år längre.

En nackdel om man istället valde att uppgradera den befintliga anläggningen är att luftkvaliteten skulle försämrats av att en del av frånluften skulle återgå i tilluften, som det gör just nu. Så väljer man en ny modern anläggning med värmeväxlare blir även luftkvaliteten bättre.

Man kan inte heller garantera att uppgraderingen kommer att vara en bra investering, då nuvarande aggregat är ordentligt föråldrat. Aggregatet är över 28 år gammalt och alla reservdelar måste specialanpassas, vilket innebär att man ändå skulle bli tvungen att byta ut anläggningen inom en snar framtid. De 16 850 euro som man investerat i det gamla aggregatet skulle då troligtvis vara bortkastade pengar.

Värt att notera är att återbetalningstiderna är beräknade med en hårdare kalkylränta (inflation) än uppdragsgivaren begärt, och därmed kommer investeringarna säkerligen att betalas av snabbare än beräknat.

Lysrören i hallen rekommenderas att bytas ut till LED eftersom inbesparingen gör att de betalar sig snabbt.

Dörrarna till hallen bör bytas ut. Detta är dock troligtvis ganska dyrt då det är väldigt stora portar i hallen. Tilläggsisolerandet bör fortsätta i alla tilliggande förråd och utrymmen, då dessa utrymmen är dåligt isolerade och dessutom öppnas ofta när saker ska tas ut till hallen.

Idrottscentret är insprängt i berget, vilket man skulle kunna dra nytta av i framtiden och då installera bergvärme om så önskas. Idrottscentret har även mycket stora takytor som skulle kunna utnyttjas till elproduktion, om man vill installera solpaneler som till exempel har gjorts vid PAF:s huvudkontor. Dessa två saker skulle delvis kunna göra idrottscentret självförsörjande i framtiden.

# KÄLLOR

Alwinds. (19, 4 2018). *Alwinds*. Retrieved from Lokalproducerad el:

<http://www.allwinds.ax/lokalproducerad-el/vara-elpriser/>

Drivteknik. (2007-2016). *Princip FO*. Retrieved 4 10, 2016, from Frekvensomriktare:

<http://www.drivteknik.nu/skolan/skola-omriktare>

Ekovent. (n.d.). *Värmeväxlare*. Retrieved 4 10, 2016, from EKO-ATEASY:

<http://www.ekovent.se/sv/produkter/luftbehandlingsaggregat/luftbehandlingsaggregat/eko-ateasy/vaermevaexlare.aspx>

Exhausto. (n.d.). *Varmvattenbatteri*. Retrieved 4 10, 2016, from Kyl och värmebatteri:

<http://www.exhausto.se/produkter/Heating%20and%20cooling%20coils/HCW/HW060x140>

Fagergren, S. (2018, 11 8). *Teknisk formelsamling Kalmar Maritime Academy*. Retrieved from Linné Universitetet:

<https://lnu.se/contentassets/25a8d89031f74edea5190f755521c2f0/formelsamling-2014.pdf>

Finlex. (2008, 12 22). *Byggnaders inomhusklimat och ventilation*. Retrieved from Finlex:

[http://www.finlex.fi/data/normit/34164/D2-2010\\_ruotsi\\_22-12-2008.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/34164/D2-2010_ruotsi_22-12-2008.pdf)

Hagab. (n.d.). *Spjäll RSHA*. Retrieved 4 10, 2016, from Produkter:

<http://www.hagab.com/produkt/spjall-rsha/>

Home & garden. (n.d.). *Vad är ett luftspjäll*. Retrieved 4 10, 2016, from Ventilation:

<http://hem.98905.com/home-repair-maintenance/ventilation/1012078197.html>

IV produkt. (2015). *Teknik & system*. Retrieved 4 24, 2015, from Docplayer:

<http://docplayer.se/5578242-Teknik-system-innehallsfor-teckning-innehallsfor-teckning.html>

Luftbutiken. (n.d.). *Värmeåtervinning*. Retrieved 4 9, 2016, from

<http://www.luftbutiken.se/content/49-varmeatervinning>

Mariehams Energi. (2018, 3 15). *Värmetaxa*. Retrieved from Energi:

<http://www.energi.ax/fjarrvarme/varmetaxa>

Pinterest. (n.d.). *Ventilationsfilter*. Retrieved 4 10, 2016, from

<https://www.pinterest.com/pin/529595237401870084/>

Socialstyrelsen. (2012, November 9). *http://www2.taby.se*. Retrieved April 2, 2018, from <http://www2.taby.se>:  
<http://www2.taby.se/Global/SRMH/Informationsblad/H%C3%A4lsoskydd/Extern%20information/2012-11-9.pdf>

Swegon Air Academy. (2008-04-01). *Luft*. Swegon Air academy.

Svensk ventilation. (n.d.). *Olika typer av värmväxlare*. Retrieved 4 10, 2016, from Värmväxlare: <http://www.svenskventilation.se/ventilation/varmevaxlare/>

Wikipedia. (2013, 5 10). *Ställdon*. Retrieved 4 13, 2018, from Wikipedia: <https://sv.wikipedia.org/wiki/St%C3%A4lldon>

Wikipedia. (2014, 7 31). *Frekvensomriktning*. Retrieved 4 13, 2018, from Wikipedia: <https://sv.wikipedia.org/wiki/Frekvensomriktning>

Wikipedia. (2017, 11 24). *Reglerteknik*. Retrieved 4 13, 2018, from Wikipedia: <https://sv.wikipedia.org/wiki/Reglerteknik>

Wikipedia. (2017, 10 25). *Sensor*. Retrieved 4 13, 2018, from wikipedia: <https://sv.wikipedia.org/wiki/Sensor>

Ålands Elandslag. (2018, 1 1). *Tariffhäfte*. Retrieved 19 4, 2018, from el: [http://www.el.ax/files/tariffhafte\\_20180101.pdf](http://www.el.ax/files/tariffhafte_20180101.pdf)

ÅSUB. (2018, 3 8). *ÅSUB*. Retrieved 4 4, 2018, from Ekologisk hållbarhet medeltemperatur månad 1961-2018: <https://www.asub.ax/sv/ekologisk-hallbarhet-7-medeltemperaturmanad-1961-2018>



# **BILAGOR**

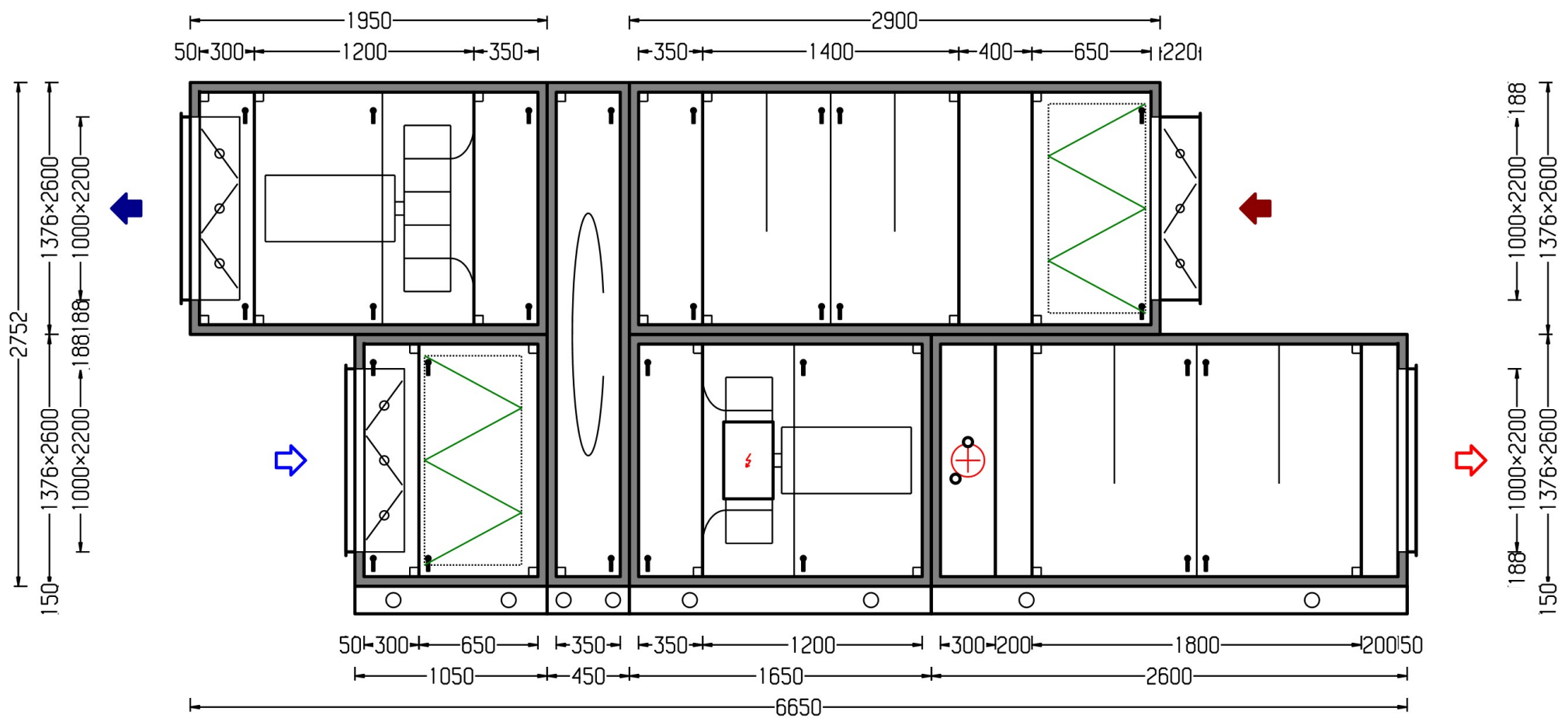
Bilaga 1. Ventilationsaggregat Fläktwoods

Bilaga 2. Uppgradering av aggregat HP Kyla & Värme

Bilaga 3. Luftflödesmätningar Bomanson & CO

Bilaga 4. Månadsberäkningar av ventilationssystem

# Bilaga 1. Ventilationsaggregat Fläktwoods



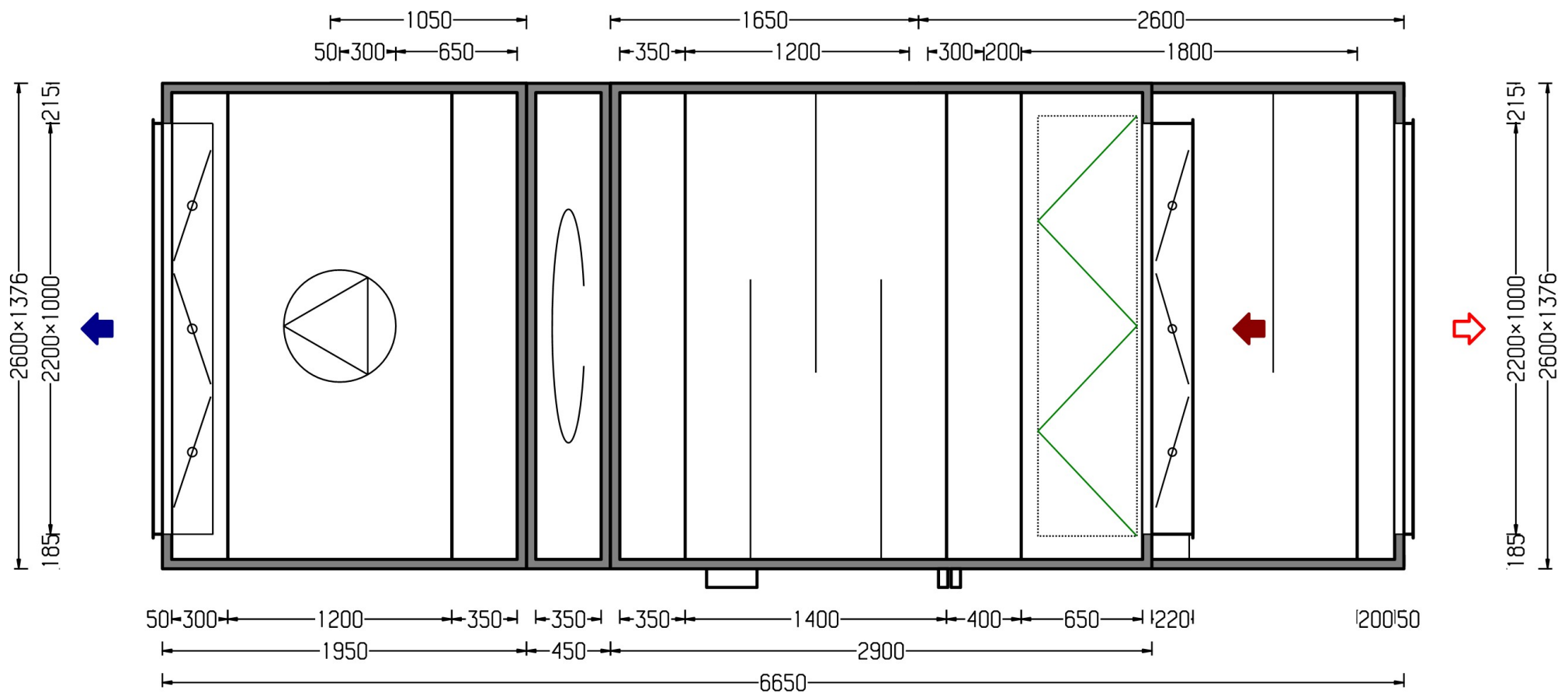
Från Inspektionssida  
2014-10-23  
2.7.141022.1

**Kund id** 1622  
**Projekt** 9841  
**Aggregat** 3  
**AOC** ACON-01543209

**Projektnamn** (ANWI141023A) / Ålands Idrottscenter  
**Aggregatnamn** Nytt aggr. 7.94/8.50m<sup>3</sup>/s  
**Tilluft** eQ-072  
**Frånluft** eQ-072

(ANWI141023A) / Ålands Idrottscenter  
Nytt aggr. 7.94/8.50m<sup>3</sup>/s  
7.94 m<sup>3</sup>/s  
8.50 m<sup>3</sup>/s

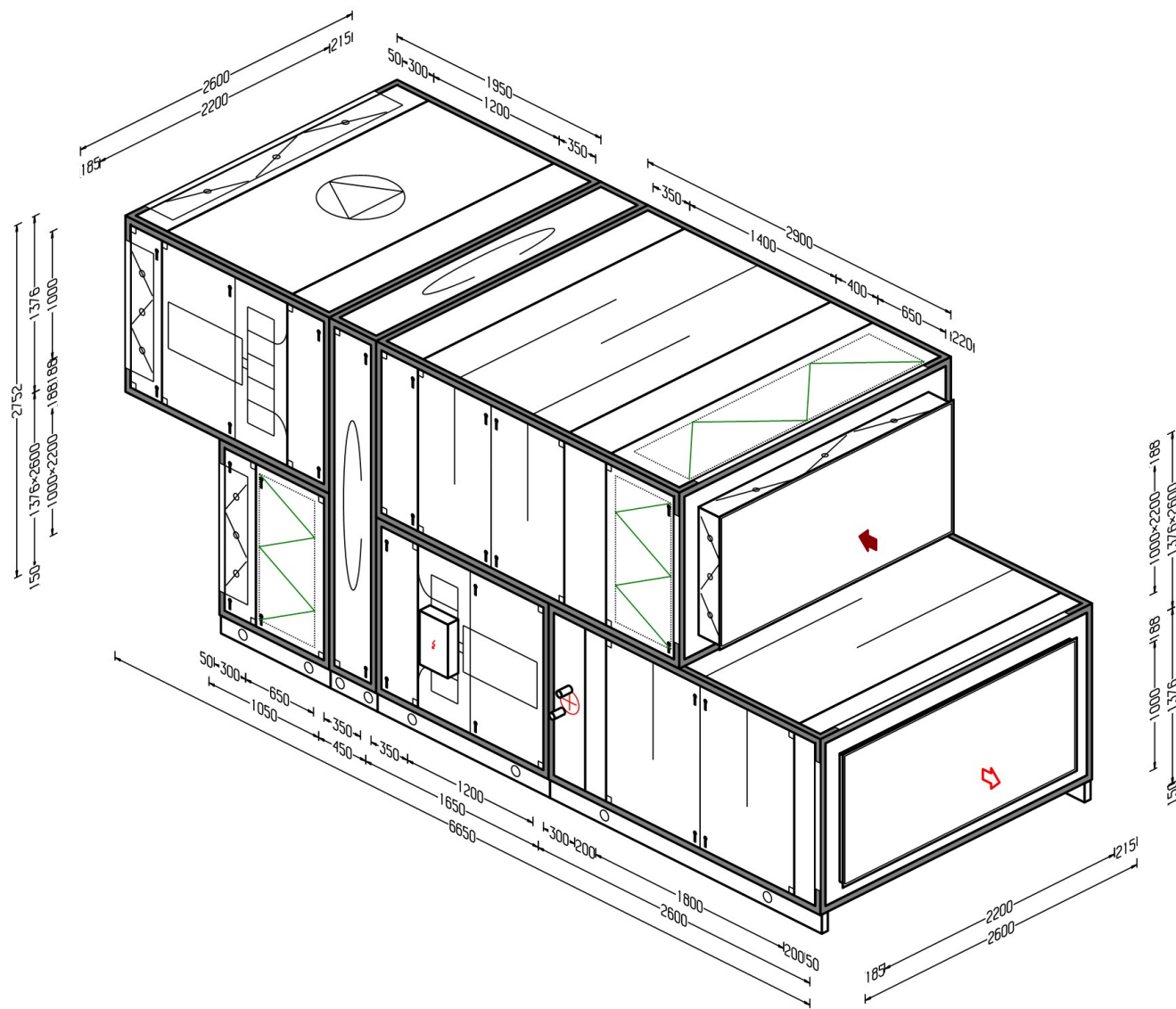




Uppifrån  
2014-10-23  
2.7.141022.1

<b>Kund id</b>	1622	<b>Projektnamn</b>	(ANWI141023A) / Ålands Idrottscenter	
<b>Projekt</b>	9841	<b>Aggregatnamn</b>	Nytt aggr. 7.94/8.50m <sup>3</sup> /s	
<b>Aggregat</b>	3	<b>Tilluft</b>	eQ-072	7.94 m <sup>3</sup> /s
<b>AOC</b>	ACON-01543209	<b>Frånluft</b>	eQ-072	8.50 m <sup>3</sup> /s





Isometrisk sydöst

2014-10-23  
2.7.141022.1

**Kund id** 1622  
**Projekt** 9841  
**Aggregat** 3  
**AOC** ACON-01543209

**Projektnamn** (ANWI141023A) / Ålands Idrottscenter  
**Aggregatnamn** Nytt agr. 7.94/8.50m<sup>3</sup>/s  
**Tilluft** eQ-072  
**Frånluft** eQ-072

(ANWI141023A) / Ålands Idrottscenter  
Nytt agr. 7.94/8.50m<sup>3</sup>/s  
7.94 m<sup>3</sup>/s  
8.50 m<sup>3</sup>/s

**FläktWoods**

### LUFTBEHANDLINGSAGGREGAT eQ

Projekt	9841 (ANWI141023A) / Ålands Idrottscenter	2.7.141022.1
AOC	ACON-01543209	
Aggregat	3 () / Nytt aggr. 7.94/8.50m <sup>3</sup> /s	2014-10-23
Storlek	072	Sida 4/15
Kund	HA	
Kundens ref.	Henrik Nyberg	
Vår ref.	Anders Wiklund	
Tilluftsflöde	7.94 m <sup>3</sup> /s Frånluftsflöde	8.50 m <sup>3</sup> /s
Externt tryckfall	180 Pa Externt tryckfall	240 Pa
Spänning	3 x 400V + N, 50 Hz Vikt	3904 kg
Specifikt eleffektbehov	2.15 kW/(m <sup>3</sup> /s) Dim. för våt kondition	
Ref. täthet	1.2 kg/m <sup>3</sup> Ref. höjd över havet	0 m

### RESULTAT ÖVERSIKT

Funktionsdelar i luftriktningen	v0 (m/s)	Et (%)	tw (°C)	ts (°C)	dP* (Pa)
<b>Tilluft:</b>					
Tilluft					30
Anslutningsdel	4.1				8
Filter	2.9				135
Värmeväxlare	3.6	74.5	-18 / 11		186
Inspektionsdel					0
Kammarfläkt		65.0	11 / 11.9	25 / 25.9	641
Luftvärmare	2.9		9.9 / 20		34
Inspektionsdel					0
Ljuddämpare	2.6				49
Inspektionsdel					0
Anslutningsdel	4.1				2
Allmän förlust					47
Uteluft					150
<b>Frånluft:</b>					
Frånluft					200
Anslutningsdel	4.3				9
Filter	3.0				141
Inspektionsdel					0
Ljuddämpare	2.7				49
Inspektionsdel					0
Värmeväxlare	4.0		21 / -5.3		199
Inspektionsdel					0
Kammarfläkt		63.4			704
Anslutningsdel	4.4				10
Allmän förlust					56
Avluft					40

\*Avser fläktens dimensionerande fall

### LJUDEFFEKTSNIVÅER

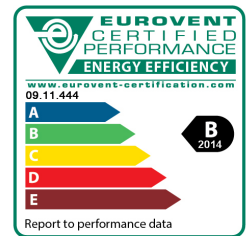
(standard: EN13053 ISO/CD 13347-2)

Oktavband (Hz)	Lw per oktavband (dB)								LwA
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB(A)
Uteluftsanslutning	76	88	79	74	74	74	69	65	80
Tilluftsanslutning	67	79	56	52	51	52	53	53	65
Frånluftsanslutning	74	79	55	47	45	51	51	50	64
Avluftsanslutning	76	95	93	94	90	87	84	80	96
Till omgivning	74	83	71	60	62	63	58	46	71

### TOLERANS

Enligt EN 13053 är LwA tolerans 4dB. Tolerans per oktavband presenteras i toleranstabellen

Oktavband (Hz)	Lw per oktavband (dB)								LwA
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB(A)
TOLERANS	8	6	6	6	6	4	4	7	4



### LUFTBEHANDLINGSAGGREGAT eQ

Projekt	9841 (ANWI141023A) / Ålands Idrottscenter	2.7.141022.1
AOC	ACON-01543209	
Aggregat	3 () / Nytt aggr. 7.94/8.50m <sup>3</sup> /s	2014-10-23
Storlek	072	Sida 5/15
Kund	HA	
Kundens ref.	Henrik Nyberg	
Vår ref.	Anders Wiklund	
Tilluftsflöde	7.94 m <sup>3</sup> /s	Frånluftsflöde 8.50 m <sup>3</sup> /s
Externt tryckfall	180 Pa	Externt tryckfall 240 Pa
Spänning	3 x 400V + N, 50 Hz	Vikt 3904 kg
Specifikt eleffektbehov	2.15 kW/(m <sup>3</sup> /s)	Dim. för våt kondition
Ref. täthet	1.2 kg/m <sup>3</sup>	Ref. höjd över havet 0 m

Frekvensomriktare och externt monterade motorer ingår ej i ljudeffektsnivåerna

**LUFTBEHANDLINGSAGGREGAT eQ**

Projekt	9841 (ANWI141023A) / Ålands Idrottscenter	2.7.141022.1
AOC	ACON-01543209	
Aggregat	3 () / Nytt aggr. 7.94/8.50m <sup>3</sup> /s	2014-10-23
Storlek	072	Sida 6/15

**TEKNISK SPECIFIKATION**

(komponenter ordnade efter luftströmmens riktning)

**TILLUFT**

**Anslutningsdel**

Tryckfall, dimensionerande

8 Pa

**Höljesgavel**

EQVA-072-1-1-11-1-1

**Multikabel**

STAZ-70-1-035-0-2-0285-4

**Spjäll**

EQAZ-12-220-100-3-2-1-11-2-0-1

Bredd i cm : 220

Höjd i cm: 100

Täthetsklass: CEN 3

Anslutning: fläns

Funktion: uteluft

Placering: invändigt gavel hela

Spjälltyp: 200mm blad

Material: Förzinkad stålplåt

**Spjällställdon**

STAZ-30-1-14-2-0-2-1-2

**Övergång**

EQAZ-26-220-100-1-1-1

Bredd i cm : 220

Höjd i cm: 100

Anslutningstyp: PG-anslutning

Material: förzinkad stålplåt / AluZink

**Tomdel**

EQTC-072-030-0-0-0-0-0-1-1-2

Aggregatstorlek: 072

Längd: 030

Inspektionssida: höger

**Påsfilter**

EQPB-072-07-24-4-2-1-1-0-0-1-1

Aggregatstorlek: 072

Filterklass : F7

Filtertyp: glasfiber, standard

Filterlängd: lång påse (endast stående filterfickor)

Filterram: plast

Anslutningssida: inlopp gavel

Placering: undertryck

Material: fz stålplåt

Inspektionssida: höger

Antal filterinsatser

8x592x592

Tryckfall, start

85 Pa

Tryckfall, dimensionerande

135 Pa

Tryckfall, slut

185 Pa

Frontarea

2.9 m<sup>2</sup>

Fronthastighet

2.9 m/s

**Analog differanstryckmätare**

EQPZ-12-1-1

Utförande: manometer (U-rör)

**Roterande värmeväxlare REGOTERM**

EQRB-072-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1

Aggregatstorlek: 072

Rotorutförande: ej hygroskopisk

Effektvariant: Effektvariant 5 (1.7)

Spänning/frekvens : 1 x 230 V, 50Hz

Drivtyp/Klassning, motor : Reglerbart varvtal

Styranslutning : med

Funktionslängd: standard (enbart rotor)

Tilluftsplacering: undervåning

Leveransutförande: hellindad rotor, komplett levererad

Material: fz stålplåt/Alzn

Inspektionssida: höger

Versionsnummer: rotordrift version 1



LUFTBEHANDLINGSAGGREGAT eQ

Projekt	9841 (ANWI141023A) / Ålands Idrottscenter	2.7.141022.1
AOC	ACON-01543209	
Aggregat	3 () / Nytt aggr. 7.94/8.50m3/s	2014-10-23
Storlek	072	Sida 7/15

Temperaturverkningsgrad	Vinter	74.5 %
Effekt reduktion		288 kW
Fuktverkningsgrad		16.5 %
Luftflödesöverföring		0.35 m <sup>3</sup> /s
<b>Tilluft</b>	<b>Vinter</b>	
Tryckfall		157 Pa
Lufttemperatur		-18 / 11 °C
Relativ fuktighet		80.1 / 12.6 %
<b>Frånluft</b>	<b>Vinter</b>	
Tryckfall		180 Pa
Lufttemperatur		21 / -5.3 °C
Relativ fuktighet		20 / 100 %
<b>EN308</b>		
Verkningsgrad beräknas i förhålland till vad som anges i EN308 standarden		74.5 %

**Multikabel**

STAZ-70-2-035-0-1-0285-4

**Tomdel**

Aggregatstorlek: 072  
Längd: 035  
Inspektionssida: höger

EQTC-072-035-0-0-0-0-1-1-2

**Kammarfläkt, Centriflow Plus**

Aggregatstorlek: 072  
Fläktstorlek: 3  
Utrustning : normal + tryckuttag för luftflödesmätning  
Vibrationsdämpare: gummi  
Placering i höljet: tilluft  
Utloppsriktning: framåt, till efterföljande funktion  
Material: fz stålplåt  
Inspektionssida: höger

EQLK-072-3-4-1-1-3-1-1-2-1-1-2

**Dimensionerande data**

Varvtal	1335 Rpm
Fläkt verkningsgrad	65.0 %
Totalverkningsgrad	57.0 %
Tryckökning, dimensionerande	641 Pa
Fläktaxe effekt vid dim.data	8.02 kW
Näteffekt	9.15 kW
Temperaturhöjning	0.9 °C

**SFP-beräkning**

Näteffekt enligt SFP	8.26 kW
Tryckökning	581 Pa
Varvtal	1291 Rpm

**Multikabel**

STAZ-70-1-035-0-2-0285-4

**Enhastighetsmotor**

Spänning: 380-420 VD/660-690 VY  
Temperaturvakter i statorlindningen: med termistor  
Fabrikat: ABB, hög verkningsgrad IE2

APAL-6-01100-2-2-1

Verkningsgrad	89.4 %
Varvtal	974 Rpm
Motoreffekt	11 kW
Ström	23.0 A
Poltal	6
Effektmarginal, minst	10 %

**Frekvensomriktare**

STRR-1-4-0230-3-0-2-1-13-2

Skyddsform: IP54	
Verkningsgrad	98.1 %

**Dörrstopp (för dörr vid övertryck)**

EQAZ-17-1

**Motortillbehör**

APAC-1-1-5-0-1-0230-451-4-0-0

Motor: 1-hastighet  
Vartalsstyrning: Monterad frekvensomriktare

**LUFTBEHANDLINGSAGGREGAT eQ**

Projekt	9841 (ANWI141023A) / Ålands Idrottscenter	2.7.141022.1
AOC	ACON-01543209	
Aggregat	3 () / Nytt aggr. 7.94/8.50m3/s	2014-10-23
Storlek	072	Sida 8/15

Anslutningstillbehör: Snabbkontakt

Typ: Standard

Kabellängd: 451

Nätspänning: 3x400 VAC

**Fläktstyrning**

**STAZ-20-1-4-0-3-0-1-1-2**

Placering: Tilluftsfläkt

Reglerfunktion: Flödesreglering

Reglerreferens: Börvärde i DUC

Tryckområde: 0-3000 Pa

Brandfunktion: Utan

Utförande: Standard

Leveransform: Monterat på aktuellt sub, snabbanslutning

**Startutrustning fläkt**

**STAZ-21-1-1-3-4-230-000-0-2**

Placering: Tilluft 1

Motor: Enhastighet

Startmetod: Frekvensomriktare

Spänning: 400 VAC, 3-fas

Märkström högfart: 230

Leveransform: Monterat på aktuellt sub, snabbanslutning

**Luftvärmare, för värmevatten**

**EQEE-072-1-01-1-02-1-1-1-1**

Effektvariant: 1

Material, lamellkropp : Cu/Al

Lamelldelning: 2 mm

Vätskevågar: 02

Utförande: en komplett lamellkropp

Material, ram: fz stålplåt

Anslutningssida: höger

Rörstorlek

50

Vätskevolym

17.0 l

Tryckfall, dimensionerande

33 Pa

Effekt

97.1 kW

Lufttemperatur

9.9 / 20 °C

Fronthastighet

2.8 m/s

Reglerprincip vattenvärmare

flödeskontroll

Vattentemperatur

66 / 51 °C

Vattenflöde

1.58 l/s

Vattenhastighet

0.7 m/s

Tryckfall vatten

4.4 kPa

**Shuntenhet**

**STAZ-17-60-50-0250-3-1-1-1-2-3**

Shunt 50/50 röranslutningar DN 50/50

Injusteringsventil, primär STAD DN40, kvs

19.2

Styrventil VXP45.40-25 dP.max 100 kPa 3-vägs, DN40, kvs

25

Injusteringsventil, sekundär STAD DN50, kvs

33

Pumpsats WILO Stratos 25/1-6 CAN

kW

Primärt flöde

1.58 l/s

Sekundärt flöde

1.58 l/s

Primärt tryckfall

15.00 kPa

Sekundärt tryckfall

4.38 kPa

Primärt kv-värde, shunt med inj. ventil inställd på kv=18.8

14.6

Primärt kvs-värde, shunt (inj. ventil öppen)

14.8

Ventilauktoritet, styrventil kvs

1.0

Vattenhastighet, primärt

0.7 m/s

Vattenhastighet, sekundärt

0.7 m/s

**Automatisk luftningsventil med nippel**

**EQAZ-19-1**

**Frysskyddsgivare**

**STAZ-11-10-1-1-5**

Frysskyddsgivare: Luftvärmare

Givartyp: Standard

Utförande: Dykgivare

Leveransform: Medlevererat med STEQ

**Tomdel**

**EQTC-072-020-0-0-0-0-0-0-1-2**



## LUFTBEHANDLINGSAGGREGAT eQ

Projekt	9841 (ANWI141023A) / Ålands Idrottscenter	2.7.141022.1
AOC	ACON-01543209	
Aggregat	3 () / Nytt aggr. 7.94/8.50m3/s	2014-10-23
Storlek	072	Sida 9/15

Aggregatstorlek: 072  
Längd: 020  
Inspektionssida: höger

### Ljuddämpare

Aggregatstorlek: 072  
Längd: 1700 mm  
Utförande: bafflar utdragbara via inspektionsdörren  
Material: fz stålplåt  
Inspektionssida: höger  
Tryckfall, dimensionerande  
Insättningsdämpning, egenljud medräknat  
**Dörrstopp (för dörr vid övertryck)**

**EQSA-072-5-1-1-1-2**

49 Pa  
6,13,35,42,41,33,26,22 dB  
**EQAZ-17-1**

### Tomdel

Aggregatstorlek: 072  
Längd: 020  
Inspektionssida: höger

**EQTC-072-020-0-0-0-0-0-1-2**

### Anslutningsgavel

Tryckfall, dimensionerande

#### Höljesgavel

##### Övergång

Bredd i cm : 220  
Höjd i cm: 100  
Anslutningstyp: PG-anlutning  
Material: förzinkad stålplåt / AluZink

2 Pa  
**EQVA-072-2-1-11-1-1**  
**EQAZ-26-220-100-1-1-1**

## FRÅNLUFT

### Anslutningsgavel

Tryckfall, dimensionerande

#### Höljesgavel

##### Spjäll

Bredd i cm : 220  
Höjd i cm: 100  
Täthetsklass: CEN 3  
Anslutning: pg  
Funktion: frånluft  
Placering: utvändigt gavel hela  
Spjälltyp: 200mm blad  
Material: Förzinkad stålplåt

9 Pa  
**EQVA-072-1-1-11-2-1**  
**EQAZ-12-220-100-3-1-3-01-2-0-1**

### Påfilter

Aggregatstorlek: 072  
Filterklass : F7  
Filtertyp: glasfiber, standard  
Filterlängd: lång påse (endast stående filterfickor)  
Filterram: plast  
Anslutningssida: inlopp gavel  
Placering: undertryck  
Material: fz stålplåt  
Inspektionssida: vänster  
Antal filterinsatser  
Tryckfall, start  
Tryckfall, dimensionerande  
Tryckfall, slut  
Frontarea  
Fronthastighet  
**Analog differanstryckmätare**  
Utförande: manometer (U-rör)

**EQPB-072-07-24-4-2-1-1-0-0-1-2**

8x592x592  
91 Pa  
141 Pa  
191 Pa  
2.9 m<sup>2</sup>  
3.0 m/s  
**EQPZ-12-1-1**



## LUFTBEHANDLINGSAGGREGAT eQ

Projekt	9841 (ANWI141023A) / Ålands Idrottscenter	2.7.141022.1
AOC	ACON-01543209	
Aggregat	3 () / Nytt aggr. 7.94/8.50m3/s	2014-10-23
Storlek	072	Sida 10/15

### Tomdel

Aggregatstorlek: 072  
Längd: 040  
Inspektionssida: vänster

**EQTC-072-040-0-0-0-0-0-2-2**

### Ljuddämpare

Aggregatstorlek: 072  
Längd: 1300 mm  
Utförande: bafflar utdragbara via inspektionsdörren  
Material: fz stålplåt  
Inspektionssida: vänster  
Tryckfall, dimensionerande  
Insättningsdämpning, egenljud medräknat

**EQSA-072-4-1-1-2-2**

49 Pa

4,11,27,34,34,25,20,17 dB

### Tomdel

Aggregatstorlek: 072  
Längd: 035  
Inspektionssida: vänster

**EQTC-072-035-0-0-0-0-0-1-2-2**

### Tomdel

Aggregatstorlek: 072  
Längd: 035  
Inspektionssida: vänster

**EQTC-072-035-0-0-0-0-0-1-2-2**

### Kammarfläkt, Centriflow Plus

Aggregatstorlek: 072  
Fläktstorlek: 3  
Utrustning : normal + tryckuttag för luftflödesmätning  
Vibrationsdämpare: gummi  
Placering i höljet: frånluft  
Utløpsriktning: framåt, till efterföljande funktion  
Material: fz stålplåt  
Inspektionssida: vänster

**EQLK-072-3-2-1-1-3-1-2-2-1-2-2**

#### Dimensionerande data

Varvtal	1436 Rpm
Fläkt verkningsgrad	63.4 %
Totalverkningsgrad	57.2 %
Tryckökning, dimensionerande	704 Pa
Fläktaxe effekt vid dim.data	9.84 kW
Näteffekt	10.9 kW
Temperaturhöjning	1 °C

#### SFP-beräkning

Näteffekt enligt SFP	10.1 kW
Tryckökning	644 Pa
Varvtal	1396 Rpm

#### Multikabel

**STAZ-70-1-035-0-2-0285-4**

#### Enhastighetsmotor

**APAL-4-01500-2-2-1**

Spänning: 380-420 VD/660-690 VY	
Temperaturvakter i statorlindningen: med termistor	
Fabrikat: ABB, hög verkningsgrad IE2	
Verkningsgrad	91.4 %
Varvtal	1470 Rpm
Motoreffekt	15 kW
Ström	28.5 A
Poltal	4

#### Frekvensomriktare

**STRR-2-4-0285-3-0-2-1-13-2**

Skyddsform: IP54	
Verkningsgrad	98.7 %

#### Dörrstopp (för dörr vid övertryck)

**EQAZ-17-1**

#### Motortillbehör

**APAC-1-1-5-0-1-0285-451-4-0-0**



## LUFTBEHANDLINGSAGGREGAT eQ

Projekt	9841 (ANWI141023A) / Ålands Idrottscenter	2.7.141022.1
AOC	ACON-01543209	
Aggregat	3 () / Nytt aggr. 7.94/8.50m3/s	2014-10-23
Storlek	072	Sida 11/15

Motor: 1-hastighet  
Vartalsstyrning: Monterad frekvensomriktare  
Anslutningstillbehör: Snabbkontakt  
Typ: Standard  
Kabellängd: 451  
Nätspänning: 3x400 VAC

### Fläktstyrning

Placering: Frånluftsfläkt  
Reglerfunktion: Flödesreglering  
Reglerreferens: Börvärde i DUC  
Tryckområde: 0-3000 Pa  
Brandfunktion: Utan  
Utförande: Standard  
Leveransform: Monterat på aktuellt sub, snabbanslutning

STAZ-20-2-4-0-3-0-1-1-2

### Startutrustning fläkt

Placering: Frånluft 1  
Motor: Enhastighet  
Startmetod: Frekvensomriktare  
Spänning: 400 VAC, 3-fas  
Märkström högfart: 285  
Leveransform: Monterat på aktuellt sub, snabbanslutning

STAZ-21-2-1-3-4-285-000-0-2

## Anslutningsdel

Tryckfall, dimensionerande

10 Pa

### Tomdel

Aggregatstorlek: 072  
Längd: 030  
Inspektionssida: vänster

EQTC-072-030-0-0-0-0-1-2-2

### Höljsgavel

**Spjäll**  
Bredd i cm : 220  
Höjd i cm: 100  
Täthetsklass: CEN 3  
Anslutning: fläns  
Funktion: avluft  
Placering: invändigt gavel hela  
Spjälltyp: 200mm blad  
Material: Förzinkad stålplåt

EQVA-072-2-1-11-2-1

EQAZ-12-220-100-3-2-4-11-2-0-1

### Spjällställdon

**Övergång**  
Bredd i cm : 220  
Höjd i cm: 100  
Anslutningstyp: PG-anlutning  
Material: förzinkad stålplåt / AluZink

STAZ-30-8-14-1-0-2-1-2

EQAZ-26-220-100-1-1-1

LUFTBEHANDLINGSAGGREGAT eQ

Projekt	9841 (ANWI141023A) / Ålands Idrottscenter	2.7.141022.1
AOC	ACON-01543209	
Aggregat	3 () / Nytt aggr. 7.94/8.50m3/s	2014-10-23
Storlek	072	Sida 12/15

BLOCKSAMMANSTÄLLNING

	LÄNGD (mm)	BREDD (mm)	HÖJD (mm)	VOLYM (m <sup>3</sup> )	VIKT (kg)
EQGB-072-105-11-1-1-2-1-2-1-1 Aggregathölje (ram, enkelvåning) Material: AlZn stålplåt Värmeisolering: T3 Kondensiolering: TB3 Läckageklass: L2 Hållfasthet: CEN D2 Anslutningsdel Påsfilter	1100	2750	1696	5.13	378
EQHB-072-045-11-1-1-2-1-3-1-1 Aggregathölje (ram,dubbelvåning) Material: AlZn stålplåt Värmeisolering: T3 Kondensiolering: TB3 Läckageklass: L2 Hållfasthet: CEN D2 Roterande värmväxlare REGOTERM	500	2750	3072	4.22	583
EQGB-072-165-11-1-1-2-1-3-1-1 Aggregathölje (ram, enkelvåning) Material: AlZn stålplåt Värmeisolering: T3 Kondensiolering: TB3 Läckageklass: L2 Hållfasthet: CEN D2 Tomdel Kammarfläkt, Centriflow Plus	1700	2750	1696	7.93	636
EQGB-072-260-11-1-1-2-1-4-1-1 Aggregathölje (ram, enkelvåning) Material: AlZn stålplåt Värmeisolering: T3 Kondensiolering: TB3 Läckageklass: L2 Hållfasthet: CEN D2 Luftvärmare, för värmvatten Tomdel Ljuddämpare Tomdel Anslutningsgavel	2650	2750	1696	12.36	838
EQGB-072-195-11-1-1-2-1-4-1-1 Aggregathölje (ram, enkelvåning) Material: AlZn stålplåt Värmeisolering: T3 Kondensiolering: TB3 Läckageklass: L2 Hållfasthet: CEN D2 Tomdel Kammarfläkt, Centriflow Plus Anslutningsdel	2000	2750	1546	8.5	699
EQGB-072-290-11-1-1-2-1-2-1-1 Aggregathölje (ram, enkelvåning) Material: AlZn stålplåt Värmeisolering: T3 Kondensiolering: TB3 Läckageklass: L2 Hållfasthet: CEN D2 Anslutningsgavel	2950	2750	1546	12.54	770



**LUFTBEHANDLINGSAGGREGAT eQ**

Projekt	9841 (ANWI141023A) / Ålands Idrottscenter	2.7.141022.1
AOC	ACON-01543209	
Aggregat	3 () / Nytt aggr. 7.94/8.50m3/s	2014-10-23
Storlek	072	Sida 13/15

---

Påsfilter  
Tomdel  
Ljuddämpare  
Tomdel

---

**LUFTBEHANDLINGSAGGREGAT eQ**

Projekt  
 AOC  
 Aggregat  
 Storlek

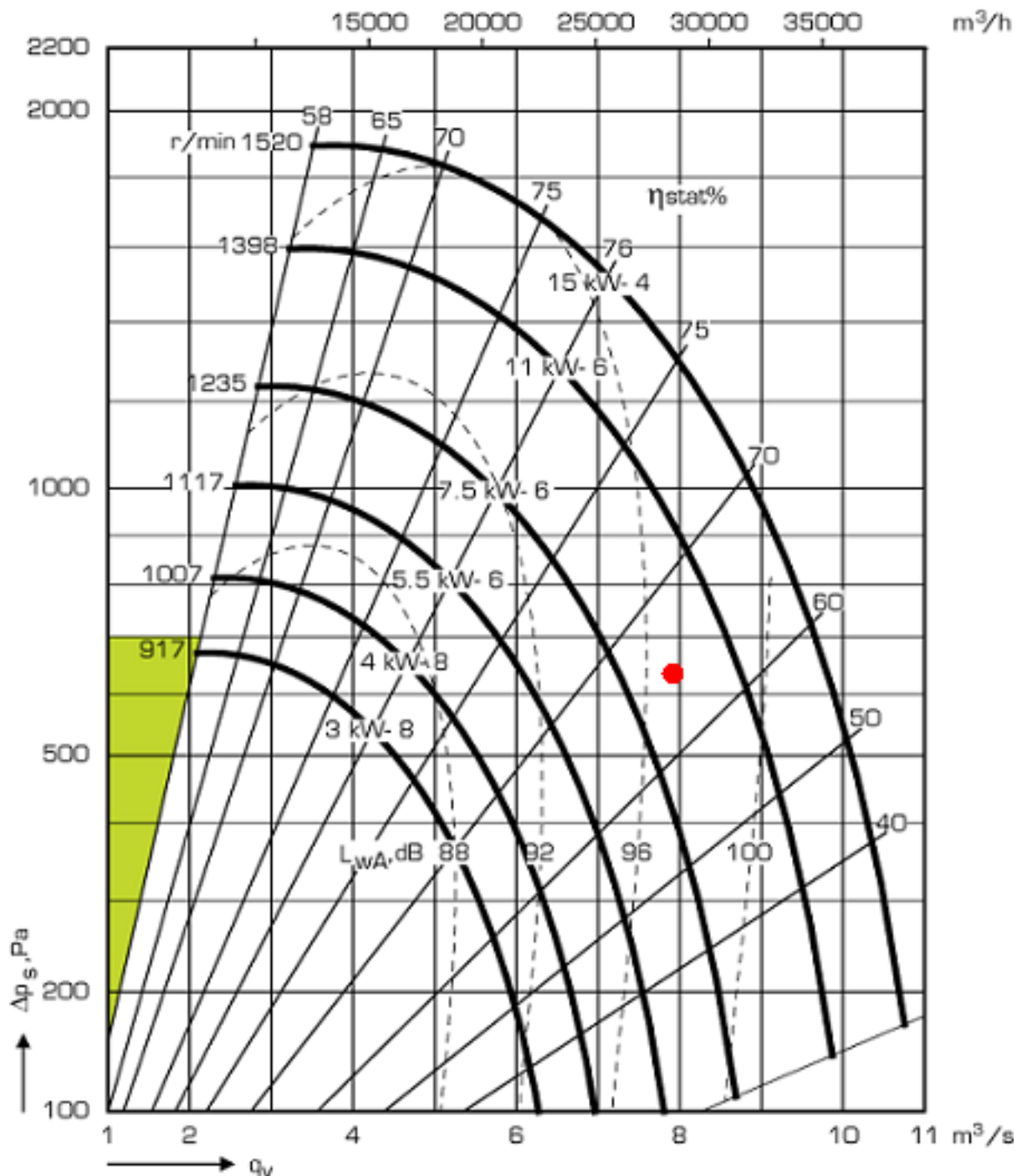
9841 (ANWI141023A) / Ålands Idrottscenter  
 ACON-01543209  
 3 () / Nytt aggr. 7.94/8.50m<sup>3</sup>/s  
 072

2.7.141022.1

2014-10-23

Sida 14/15

**Fläktdiagram - Tilluft - EQLK-072-3-4-1-1-3-1-1-2-1-1-2**





**LUFTBEHANDLINGSAGGREGAT eQ**

Projekt  
 AOC  
 Aggregat  
 Storlek

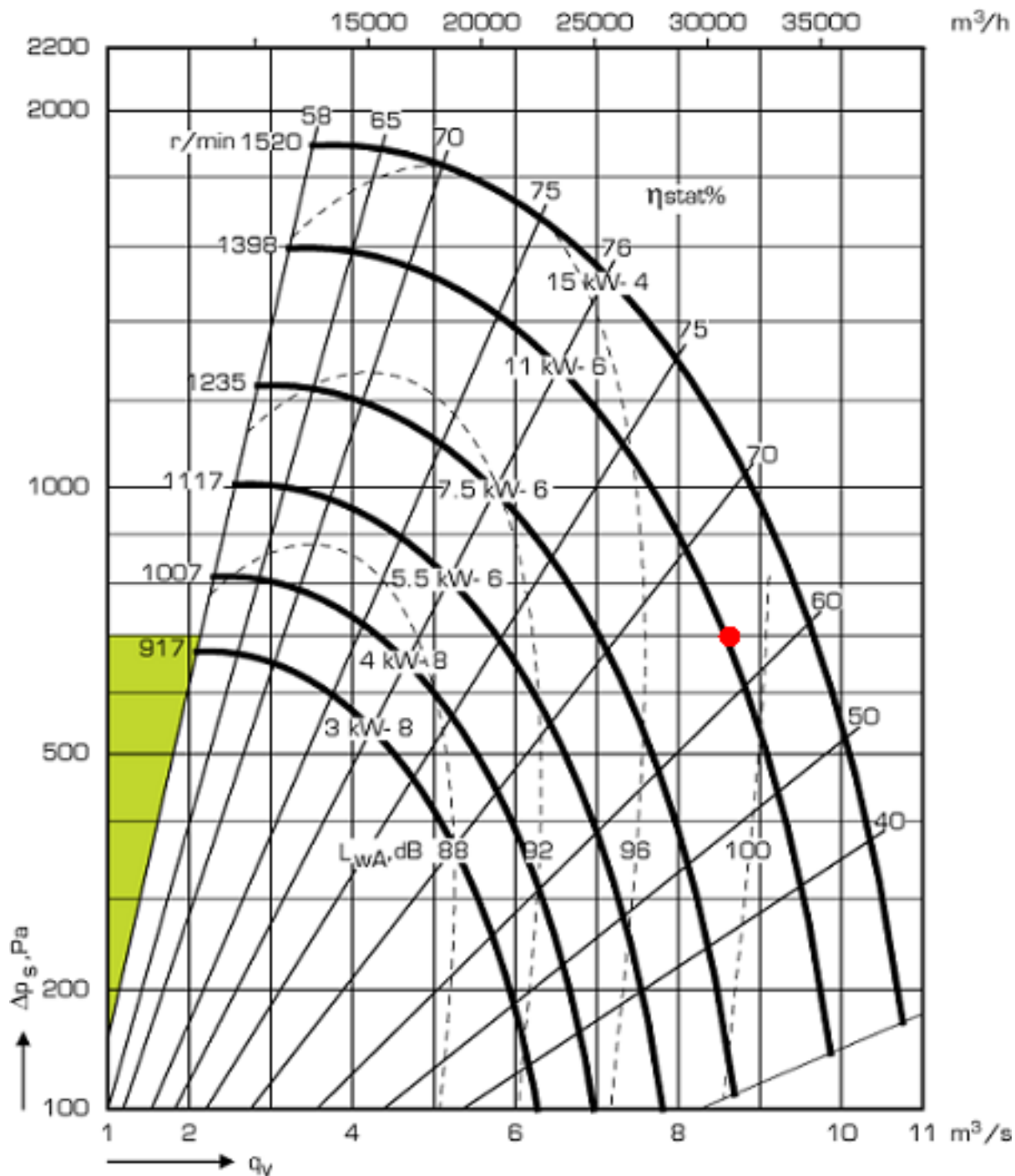
9841 (ANWI141023A) / Ålands Idrottscenter  
 ACON-01543209  
 3 () / Nytt aggr. 7.94/8.50m<sup>3</sup>/s  
 072

2.7.141022.1

2014-10-23

Sida 15/15

**Fläktdiagram - Frånluft - EQLK-072-3-2-1-1-3-1-2-2-1-2-2**



# Bilaga 2. Uppgradering av aggregat HP Kyla & Värme

27 augusti 2014

*Ålands Idrottscenter  
Bärvägen 5  
AX-22410 Godby  
Kontaktperson  
Telefon*

**Utbyte automatik TA1**

Vi tackar för er förfrågan och offererar följande.

**Betalningsvillkor**

30 dagar netto, enligt upprättad betalningsplan.

**Garantitid**

Garantitiden är 2 år.

**Vite**

Vid vite maxbegränsas beloppet till \_\_\_\_\_ av kontraktsumman.

**Giltighetstid**

Denna offert är bindande under 30 dagar räknat från ovanstående datum.

**Indexreglering**

Fast pris utan indexreglering.

**Pris**

Pris totalt exklusive gällande mervärdesskatt 16850 EUR  
/sextontusenåttahundrafemtio euro / netto

**Upplysningar kan lämnas av**

Undertecknad på telefon 018 23166 eller mobiltelefon nr  
+358457 0529591

E-mail [anders@hp.ax](mailto:anders@hp.ax)

Med vänlig hälsning

HP Kyla & Värme Ab

Anders Jansson

Bilaga nr 1 – Leveransomfattning  
Bilaga nr 2 - Driftkort

**I vårt åtagande ingår**

- 2st Frekvensomvandlare 15 kW
- 1st Xenta 911 Gateway
- 1st Xenta 302 DUC
- 1st Xenta 421A relämodul
- 1st CO2 givare i frånluftkanalen
- 1st Rumsgivare
- 1st Ventilställdon
- 2st Spjällmotorer
- Driftkort
- Upprättande av DUC dispositioner
- Programmering av DUC
- Programmering av färgbilder
- Inkoppling
- Avprovning
- Märkning och dokumentation

**I vårt åtagande ingår ej**

- Bredbandsanslutning för uppkoppling.

**Klargörande**

- Tillgång till anläggningen med web browser och larm som e-post och / eller sms.
- Månadskostnad 30 Eur / månad.
- Möjlighet till online support vid driftstörning.

## SYSTEM TA1

**Betjäna:** Idrottshall

**Placering:** Fläktrum

**Apparatskåp:** AS1

## STYRNING TA1

### Drifttider

Aggregatet styrs via tidsschema.

Vid uppstart startar frånluftsfläkten FF1 och därefter tilluftsfläkten TF1. Uteluftspjäll ST21, avluftspjäll ST22 öppnar och återluftspjäll ST51 stänger successivt under inställd uppstartstid till inställd gräns för max återluft och därefter vidtar normal reglering.

Via tidsschema kan fläktarna styras till högfart.

Vid stopp stänger uteluftspjäll ST21 och avluftspjäll ST22 och återluftspjäll ST51 öppnar.

### Luftkvalitetsgivare GQ91

Om luftkvalitetsgivaren överstiger inställd gräns styrs fläktarna till högfart.

### Nattvärme

Nattvärme startas om inomhustemperaturen vid GT11 underskrider inställt startgräns och följande villkor är uppfyllda:

- Vinterdrift
- Aggregatet ej i ordinarie drift

Nattvärmen stoppar när inomhustemperaturen är över inställd hysteres eller något av övriga startvillkor har upphört att gälla.

Aggregatet är i drift, tilluftsens temperatur vid GT22 regleras till inställt börvärde via reglering av värmeventil SV21 och full återluft ST51. Högfartsdrift är inkopplad.

		Datum	Typ av ritningsomg	Konstr	Ritat	Kontr	Godk	Anl.-systembet
		2014-08-27	Förslag	A.J				
								Arb.nr
								Ritn.nr
								Blad nr
Rev	Datum	Avser						1(4)

### Cirkulationspump P1

Pumpen är i kontinuerlig drift.

### SKYDD TA1

#### Förreglingar

Cirkulationspumpen P1 förreglar fläktar TF1 och FF1 när pumpen är i ordinarie vinterdrift. Tilluftsfläkten och frånluftsfläkten är korsvis förreglade, förregling återställs via operatörsenhet. Kortsluten givare GT81 i värmebatteriretur förreglar aggregatet och ger larm.

#### Spänningsbortfall

Spjäll stänger via fjäderåtergång.

#### Frysskydd

Frysvakt utlöses vid låg temperatur i värmebatteriets retur GT81 och stoppar aggregatet för att undvika sönderfrysning.

Frysvakt återställs via serviceomkopplare.

### REGLERING TA1

#### Temperaturreglering

Rumstemperaturen regleras via GT11. Tilluftens temperatur begränsas mellan 16 och 25 °C via temperaturgivare GT22.

Vid ökande värmebehov sker regleringen i följande sekvens:

- 1. Återluftsspjäll ST51 öppnar till max återluft  
(Om max återluft sätts till 0, används inte denna sekvens)
- 2. Värmeventil SV21 öppnar för värme
- 3. Återluftsspjäll ST51 öppnar till 100% återluft

#### CO2 kompensering

GQ91 kompenserar via kurva återluft ST51.

#### Returvattenreglering

Aggregat i drift:

Om returtemperaturen vid GT81 underskrider inställt värde kommer returvattenregulatorn att ta över styrningen av värmeventilen SV21 för att förhindra att frysvakten löser ut.


Om returvattenregulatorn tar över styrningen ges larm.

Stoppat aggregat:

Returvattenregulatorn reglerar värmeventilen så att önskad returtemperatur vid GT81 erhålles.

Vid sommarfall sätts varmhållningsbörvärdet till 10°C.

#### Varvtalsstyrning

		Datum	Typ av ritningsomg	Konstr	Ritat	Kontr	Godk	Anl.-systembet
		2014-08-27	Förslag	A.J				
				 Godby Hallen				Arb.nr
Rev	Datum	Avser	<b>FUNKTIONSBESKRIVNING</b>				Blad nr	
							2(4)	



Varvtalet på fläktarna ställs in via börvärden för lågfart och börvärden för högfart.

### CO2 kompensering

GQ91 kompenserar via kurva varvtal.


### INSTÄLLNINGSVÄRDEN TA1

Reglering temperatur: Rumsreglering  
med max/minbegränsning av tilluftstemp

Objekt	Förklaring	Lev.inst.
TF1_BL	Börvärde varvtal låg tilluft	50 %
TF1_BH	Börvärde varvtal hög tilluft	75 %
FF1_BL	Börvärde varvtal låg frånluft	50 %
FF1_BH	Börvärde varvtal hög frånluft	75 %
GT11_B	Börvärde rumstemperatur	21 °C
GT22_BB	Beräknat börvärde tilluft	KASKAD
GT81MIN_B	Mingräns retur drift	12 °C
GT81RET_B	Börvärde retur stopp	20 °C
GT81	Frys-vakt	5 °C
SV21UPÖ	Kick under uppstart	50 %
ST51_MÅL	Börvärde för max återluft	0 %
GT11NV_G	Startgräns för nattvärme	16 °C
GT11NV_HY	Hysteres stopp för nattvärme	4 °C
GT22NV_B	Börvärde tilluft för nattvärme	22 °C
GQ91_HLG	Larmgräns hög CO2 halt	800 ppm
GQ91_G	Startgräns högfart	400 ppm
GQ91ÅTERL.X	Kurva, CO2 halt:	200 600 ppm
GQ91ÅTERL.Y	Kompensering:	0 50 %
	Sommardrift gäller	Maj - September

### DRIFTTIDER TA1


Objekt	Drifttid	Drifttidsmätning
TF1 Drift	Enligt tidsschema 06:00-22:00 må-fre	X (aggregat)
FF1 Drift	Samkörs med TF1	
TF1 Högfart	07:00-17:00 må-fre eller via CO2-givare	
FF1 Högfart	sankörs med TF1	
Nattvärme	Vinter, ej ordinarie drift	
	Upstarts-fördröjning	300 sek.
P1	Kontinuerligt	X

	Datum	Typ av ritningsomg	Konstr	Ritat	Kontr	Godk	Anl.-systembet
	2014-08-27	Förslag	A.J				
			Godby Hallen <b>FUNKTIONSBESKRIVNING</b>				Arb.nr
Rev	Datum						Avser
							3(4)



## LARMER TA1

Objekt	Förklaring	Larmklass
TF1	Driftstopp	B
TF1	Handkörning	C
FF1	Driftstopp	B
FF1	Handkörning	C
P1	Driftstopp	B
P1	Handkörning	C
GT81	Frysvakt	A
GT22	Temperaturlarm	B (hög/låg tilluftstemperatur höglarm blockeras sommartid)
GT11	Klimatlarm	C (hög/låg temperatur)
GQ91	Luftkvalitetslarm	C (hög CO2 halt)
GT22	Givarfel	C
GT11	Givarfel	C
GT41	Givarfel	C
GQ91	Givarfel	C
TA1	Lång drifttid aggregat	C
P1	Lång drifttid	C
SV21	Minbegränsning aktiv	C

		Datum	Typ av ritningsomg	Konstr	Ritat	Kontr	Godk	Anl.-systembet
		2014-08-27	Förslag	A.J				
				Godby Hallen <b>FUNKTIONSBESKRIVNING</b>				Arb.nr
Rev	Datum							Avser
								4(4)

# Bilaga 3. Luftflödesmätningar Bomanson & CO



## Bilaga 4. Månadsberäkningar av ventilationssystem

### Beräkningsvärden

rho	1.2 [kg/m <sup>3</sup> ]
cp	1.06 [KJ/kgK]
T medelårs	7 celcius
T till	20 celcius
T från	21 celcius
q max till	7.94 [m <sup>3</sup> /s]
q max från	9.13 [m <sup>3</sup> /s]
Verkningsgrad	0.74 nt
q spjäll	5.65 [m <sup>3</sup> /s]
K	0.71
q luft	7.94 [m <sup>3</sup> /s]
q NY Luft	6.11 [m <sup>3</sup> /s]
* Vinter medelflöde	3.72 [m <sup>3</sup> /s]
* Sommar medelflöde	1.6 [m <sup>3</sup> /s]
* Flödena är uträknade till ett medeltal då anläggningen kör fläktarna med olika hastigheter, beroende på tidpunkten i dygnet (gäller Uppgraderd anläggning samt Ny anläggning).	

### Befintliga anläggningen

Månad	Medeltemp ute	C Spjäll	kW	Timmar	MWh
Jan	-1.48	14.4808	55.7422	744	41.47216
Feb	-3.75	13.8225	62.3908	672	41.9266
Mars	0.45	15.0405	50.0894	744	37.26649
Apr	4.08	16.0932	39.4574	720	28.40935
Maj	8.9	17.491	25.3401	744	18.85303
Jun	13.28	18.7612	12.5115	720	9.008268
Jul	17.27	19.9183	0.82514	744	0.613907
Aug	16.13	19.5877	4.1641	744	3.098089
Sep	11.9	18.361	16.5534	720	11.91843
Okt	7	16.94	30.905	744	22.99334
Nov	3.43	15.9047	41.3612	720	29.78008
Dec	-0.48	14.7708	52.8132	744	39.29306
					284.6328

### Uppgraderad anläggning

Månad	Medeltemp ute	C Spjäll	kW	Timmar	MWh
jan	-1.48	14.4808	26.116	744	19.43028
feb	-3.75	13.8225	29.2309	672	19.64319
mars	0.45	15.0405	23.4676	744	17.45986
apr	4.08	16.0932	18.4864	720	13.31017
maj	8.9	17.491	11.8722	744	8.832907
jun	13.28	18.7612	2.52121	720	1.815268
jul	17.27	19.9183	0.16628	744	0.123709
aug	16.13	19.5877	0.83911	744	0.6243
sep	11.9	18.361	7.75549	720	5.58395
okt	7	16.94	14.4794	744	10.7727
nov	3.43	15.9047	19.3783	720	13.95238
dec	-0.48	14.7708	24.7437	744	18.40934
				Total Mv	129.9581

## Ny anläggning

Månad	Medeltemp ute	C VVX	KW	Timmar	MWh
jan	-1.48	15.2676	22.393	744	16.66036
feb	-3.75	14.68875	25.132	672	16.88869
mars	0.45	15.75975	20.0642	744	14.92775
apr	4.08	16.6854	15.6842	720	11.29259
maj	8.9	17.9145	9.86825	744	7.34198
jun	13.28	19.0314	1.97129	720	1.419332
jul	17.27	20.04885	-0.0994	744	0
aug	16.13	19.75815	0.49221	744	0.366207
sep	11.9	18.6795	6.24839	720	4.498844
okt	7	17.43	12.1608	744	9.047657
nov	3.43	16.51965	16.4685	720	11.85729
dec	-0.48	15.5226	21.1863	744	15.76264
Total Mv					110.0633

