

# Energieffektivisering av Hyllstofta reningsverk

## En studie av energikartläggning och energieffektivisering för el och värme på Hyllstofta reningsverk



---

**Uros Tripunovic**

Division of Industrial Electrical Engineering and Automation  
Faculty of Engineering, Lund University



# Energieffektivisering av Hyllstofta reningsverk

En studie av energikartläggning och energieffektivisering för el och värme på Hyllstofta reningsverk



**LUNDS  
UNIVERSITET**  
Lunds Tekniska Högskola

**LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Elektroteknik med Automation**

Examensarbete:  
Uros Tripunovic

© Copyright Uros Tripunovic

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Lunds universitet  
Box 882  
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering  
Lund University  
Box 882  
SE-251 08 Helsingborg  
Sweden

Tryckt i Sverige  
Lunds universitet  
Lund 2019

## Sammanfattning

På uppdrag från Miljöbron och Hyllstofta utreder denna rapport vilka elenergibesparande åtgärder som kan införas för Hyllstofta reningsverk. Fokus för arbetet ligger i att effektivisera applikationerna för reningsprocessen. Rapporten ger förslag på energieffektiviseringar tillsammans med beräkningsexempel på hur mycket energi som går att spara.

Elförbrukningen kartlades under perioden 20190211–20190430. Den totala elförbrukningen uppgick i snitt till 33 198 kWh/månad. Luftningssteget svarar för 65,81 % av den totala elförbrukningen. Besparingen för möjliga åtgärder gav en potentiellt minskad elförbrukning på 7656 kWh/månad. Detta motsvarar en minskning av elenergiförbrukning på 2,49 %. Kostnadsbesparingen motsvarar 4473 kr/år. Kartläggningen för värmeförbrukningen uppgav inga reduktioner i energikostnaderna. Resultatet visar att energieffektiviseringar kräver mer utförliga studier för både luftningsstegen och värmeförbrukningen. Resultatet för värmeförbrukningen visar att utökade studier krävs för bättre värmeisolering.

Nyckelord: reningsverk, energianalys, energieffektivisering, lakvatten

## **Abstract**

On behalf of Miljöbron and Hyllstofta, this report studies which electricity-energy-saving measures can be carried out at Hyllstofta treatment plant. The focus of this study is to streamline the applications treatment process. The report provides suggestions for energy efficiency improvements together with calculation examples of how much energy can be saved.

Electricity consumption was mapped during the period 20190211–20190430. The total electricity consumption averaged around 33 198 kWh/month. The aeration accounts for 65,81 % of the total electricity consumption. With the electricity-energy saving measures a possible saving of 7656 kWh/month could be achieved. This results in a decrease in electricity consumption of 2,49 %. The cost savings correspond to 4473 kr/year. The survey for heat consumption did not indicate any reductions in energy cost. The result shows that energy efficiency improvements require more detailed studies for both the aeration and heat consumption. The results for heat consumptions show that extended studies are required for better isolation.

**Keywords:** treatment plant, survey, energy efficiency, leachate

## **Förord**

Detta examensarbete omfattar 15 arbetsveckor på heltid och är avslutningen på högskoleprogrammet i elektroteknik med automation på Lunds Tekniska Högskola (LTH) i Campus Helsingborg.

Arbetet har utförts på Hyllstofta reningsverk i samarbete med Miljöbron. Jag vill tacka Helena Ensegård från Miljöbron som hjälpa mig hitta detta examensarbete och jag vill tacka Vd:n Andreas Winkler som tog emot mig med ett varmt välkommande. Ett extra tack för företagshandledare Christer Nilsson som har ställt upp och hjälp mig på Hyllstofta. Ett enormt tack till Mats Lilja som har varit till stor hjälp under arbetets gång.

Slutligen vill jag tacka min familj och vänner för deras stöd och uppmuntran.

<b>1 Inledning</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Bakgrund</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Syfte</b> .....	<b>1</b>
<b>1.3 Mål</b> .....	<b>1</b>
<b>1.4 Problemformulering</b> .....	<b>1</b>
<b>1.5 Avgränsningar</b> .....	<b>2</b>
<b>2 Hyllstofta reningsverk</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 Reningsprocessen på Hyllstofta reningsverk</b> .....	<b>3</b>
2.1.1 Lutfningsstegen på Hyllstofta .....	4
2.1.2 Uppvärmning av luftningsbassäng .....	4
2.1.3 Slambehandling .....	5
<b>3 Energikartläggning</b> .....	<b>6</b>
<b>3.1 Kartläggning av elförbrukningen</b> .....	<b>6</b>
<b>3.2 Kartläggning av värmeförbrukningen</b> .....	<b>9</b>
3.2.1 Värmeförbrukningen .....	9
3.2.2 Elproduktion.....	10
<b>4 Förslag till effektivare elanvändning</b> .....	<b>11</b>
<b>4.1 Ändrad styrning av lakvattenpumpar</b> .....	<b>11</b>
<b>4.2 Effektivare blåsmaskiner</b> .....	<b>12</b>
<b>4.3 Åtgärder för ytluftare</b> .....	<b>13</b>
4.3.1 Utbyte av ytluftare .....	13
<b>4.4 Avstängning av omrörare</b> .....	<b>13</b>
<b>4.5 Vattencirkulation i luftningsbassängen</b> .....	<b>14</b>
<b>4.6 Dekantering- och renvattenpumpen</b> .....	<b>14</b>
<b>4.7 Total besparing och rekommendationer</b> .....	<b>14</b>
4.7.1 Frekvensomriktare .....	14
4.7.2 Minskad lufttillförsel .....	15
4.7.3 Total besparing .....	15
<b>4.8 Diskussion</b> .....	<b>16</b>
<b>5 Förslag till effektivare värmeanvändning</b> .....	<b>17</b>
<b>5.1 Energibehov för uppvärmning av luftningsbassäng</b> .....	<b>17</b>
5.1.1 Reduktion av värmeförluster.....	17
<b>5.2 Rekommendationer</b> .....	<b>17</b>
<b>6 Slambehandling</b> .....	<b>18</b>
<b>6.1 Användningsmöjligheter</b> .....	<b>18</b>
6.1.1 Elproduktion.....	18
6.1.2 Investering i rötchammare .....	18
<b>6.2 Rekommendationer</b> .....	<b>19</b>
<b>7 Slutsats</b> .....	<b>20</b>
<b>7.1 Fortsatt arbete</b> .....	<b>20</b>
<b>8 Referenser</b> .....	<b>21</b>



<b>Ordlista</b>	<b>22</b>
<b>Bilaga A Hyllstofta reningsverk</b>	<b>23</b>
<b>A.1 Driftöversikt reningsprocessen</b>	<b>23</b>
<b>A.2 Processutrustning på reningsverket</b>	<b>24</b>
<b>Bilaga B Elförbrukning</b>	<b>25</b>
<b>B.1 Beräkning av elförbrukningen</b>	<b>25</b>
<b>B.2 Processutrustning och dess elförbrukning elförbrukning</b>	<b>26</b>
<b>Bilaga C Driftdata på Hyllstofta reningsverk</b>	<b>27</b>

# **1 Inledning**

## **1.1 Bakgrund**

Examensarbetet lades upp på Miljöbrons hemsida. Miljöbron är en organisation som ökar samverkan mellan näringsliv och högskola genom förmedling och koordinering av projekt som studenter kan ta del i för att förbättra miljön. Själva projektet skall utföras hos Närab, vilket är ett kommunalt bolag som har i uppgift att svara för avfallshanteringen inom ägarkommunerna Klippan, Perstorp och Örkelljunga. Projektet går ut på att hitta möjliga metoder för att minimera energiförbrukningen hos ett reningsverk.

Hyllstofta reningsverk byggdes runt 80- och 90-talet. Processen drivs och styrs av äldre utrustning, vilken kräver mer energi. Slitage kommer med åldern vilket påverkar utrustningens effektivitet. För att kunna avgöra vilka åtgärder som behöver göras skall en kartläggning av energiåtgången göras.

En sökning efter liknande examensarbeten gjordes på Uppsök. Sökningen av termen "energioptimering" gav 39 träffar varav ett arbete var intressant. Sökningen av termen "reningsverk" gav 192 träffar varav ett arbete var intressant. Sökningar av "Energikartläggning" gav 151 träffas varav de flesta var uppföljningar av energikartläggningsarbeten. Slutligen sökningar av "Energieffektivisering" gav 576 träffas varav ett arbete var intressant och det handlade om energikartläggning för både reningsprocessen och anläggningen.

## **1.2 Syfte**

Syftet med arbetet är att ta fram förslag på hur energianvändningen på Hyllstofta reningsverk kan minimeras utan att försämra utgående vattenkvalitet. För att få en överblick över energifördelningen ska en teoretisk kartläggning göras över reningsprocessen.

## **1.3 Mål**

Målet med energikartläggning är att få en bild över energianvändningen på anläggningen. Denna bild kommer att ligga till grund för att upptäcka områden där energioptimering kan vara aktuell och för framtagandet av åtgärdsförslag.

## **1.4 Problemformulering**

- Hur kan en energianalys se ut för reningsprocessen vid Hyllstofta reningsverk?
- Vilka energieffektiviseringsåtgärder kan göras?

## **1.5 Avgränsningar**

Examensarbetet kommer fokusera på att kartlägga energianvändningen för reningsprocessen i reningsverket och inte fastigheten. Energoptimering av drivsystem för utrustningen kommer inte att göras pga. tidsbrist. Arbetet utfördes under våren 2019 vilket medför att mätningarna gjordes under en begränsad tid. Dessa mätningar skall representera ett halvår vilket leder till att beräkningarna är ganska grova och kommer att utgöra en indikation för framtida arbeten.

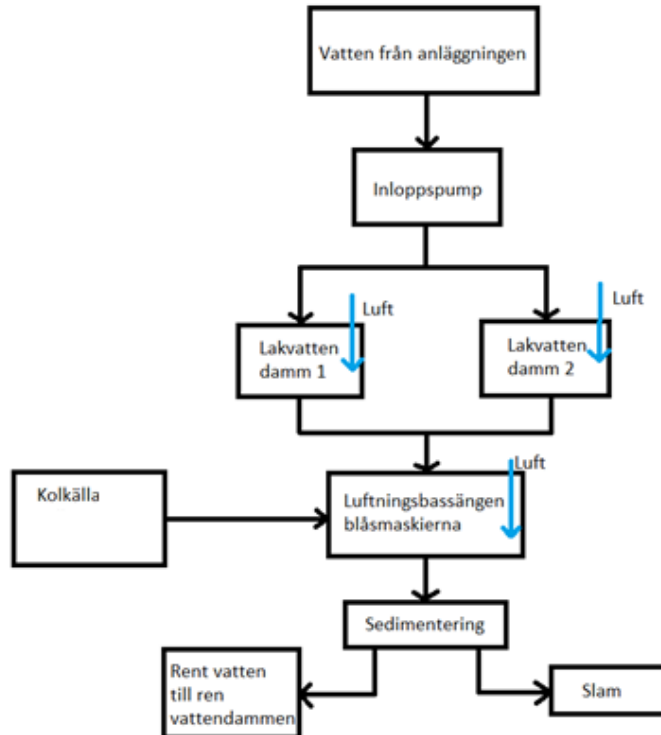
## **2 Hyllstofta reningsverk**

### **2.1 Reningsprocessen på Hyllstofta reningsverk**

Ett konventionellt reningsverk består av tre huvudsteg som delas upp i mekanisk, biologisk och kemisk rening. Vattnet som renas skapas av själva anläggningen, det är regnvatten eller annat vatten som har varit i kontakt med avfallet (Nilsson, 2019). Vattnet pumpas in mot en av de två lakvattendammar där syre tillsätts för att bli av med en del kväveföreningar.

Vattnet från lakvattendammarna fortsätter in mot det biologiska reningssteget med andra ord en luftningsbassäng. Tekniken som används för att rena vattnet är SBR-teknik, även kallad satsvis biologisk rening (Nilsson, 2019). När luftningsbassängen syresätts omvandlar aeroba bakterier ammonium till nitrit och sedan nitrat (nitrifikation). När syretillförseln upphör uppstår det snabbt syrebrist och anaeroba bakterier omvandlar nitrat till kvävgas (denitrifikation). För att omvandlingen av nitrat och kvävgas skall ske tillsätts en kolkälla som frodar bakterier. Kvävet lämnar vattnet och försvinner ut i luften (Tor, 2019). SBR-tekniken är mycket flexibel och passar väl i mindre reningsverk där vattenströmmarna är små och flödet kan variera (Nylöf, 2018).

Därefter sedimenteras vattnet där mikroorganismerna sjunker ned till botten, kallas även för slam. Slammet pumpas sedan till en förtjockare. Hädanefter förväntas vattnet vara rent och dekanteras ut till en ren vattendamm. Slutligen pumpas vattnet ut till skogen. I bilaga A.1 finns en driftöversikt över reningsprocessen på Hyllstofta reningsverk och figur 1 visar en översiktlig bild över hur reningsprocessen fungerar.



Figur 1 Flödesschema över reningsprocessen på Hyllstofta reningsverk

### 2.1.1 Luftningsstegen på Hyllstofta

Luftningen på Hyllstofta reningsverk sker i två steg. Först syresätts lakvattendammarna med tre ytluftare, två för en vattendamm och en för den andra. Förluftning minskar kvävehalten med ca 60% innan vattnet når luftningsbassängen (Tor, 2019). Bassängen luftas av typen bottentäckande tallriksluftning. Blåsmaskinerna som används är av typen vridkolvsmaskin. Luften finfördelas i små bubblor genom att de pressas mot en tallrik av gummimembran, som även kallas dysor (Nilsson, 2019).

### 2.1.2 Uppvärmning av luftningsbassäng

Luftningsbassängen på Hyllstofta reningsverk bör ha en temperatur på minst 10°C (Nilsson, 2019). Att bibehålla en temperatur över 10 °C från våren till hösten innebär ingen energiförbrukning. Däremot under vintern finns det risk för att vattnet i luftningsbassängen fryser över natten. För att värma upp luftningsbassängen under den kalla perioden använder sig Hyllstofta reningsverk av två metoder:

- Uppvärmning med hjälp av en oljepanna
- Uppvärmning med hjälp av en gasmotor

Uppvärmning med hjälp av en oljepanna användes endast en gång under 2018/2019 och i allmänhet används inte oljepanna särskilt ofta (Nilsson, 2019) däremot används gasmotorn för att värma upp luftningsbassängen.

När avfall/slam deponeras på Hyllstofta reningsverk bildas det metangas i det organiska avfallet vid nedbrytning. För att få ut metanet från deponin används rörsystem som suger in all metangas till gasmotorn. Med metangasen produceras el, verkningsgraden för elproduktion ligger på ca 33 % (Nilsson, 2019). Elen som produceras säljs och resterande 67 % blir spillvärme som skickas till luftningsbassängen under vintern för att höja temperaturen till minst 10 °C. Under sommaren fläktas denna värme bort. Det är inte alltid det finns tillräckligt med metangas i motorn. För att kunna alstra elektricitet måste gasen ha en metanhalt på minst 40 % (Bioportalen, 2012). För att uppnå denna metanhalt stängs gasmotorn av på Hyllstofta för att samla ihop metangas. När gasmotorn inte är igång under vintern används oljepannan. Som tidigare benämns används inte oljepannan ofta och exkluderas därmed från examensarbetet.

### 2.1.3 Slambehandling

Att rena vattnet är huvudmålet för ett reningsverk. Vid avloppsvatten- eller lakvattenrening avskiljs slam. För inte så länge sedan betraktades slammet som en oönskad biprodukt, ett avfall som reningsverket behövde bli kvitt (Finnson, 2013). Ursprungligen deponerades och spreds slammet på åkermark. Idag är situationen annorlunda. Slammet används för jordbruksmark, skogsmark och för att producera höga halter av metangas som sedan kan producera elektricitet som beskrevs i 2.1.2.

Vanligtvis vid slambehandling ingår förtjockning, rötning och slutavvattning av slammet. Det börjar med att slammet pumpas till en förtjockare, där slammet sedimenteras ytterligare för att på så sätt öka dess densitet (Hydria Water, 2018). Här tillsätts polymerer för att höja torrhalten. I nästa steg stabiliseras slammet genom rötning som minskar eller eliminerar dess störande lukt (Wesley, 2019).

På Hyllstofta reningsverk tillsätts inga polymerer i slammet efter att den har pumpats till förtjockaren. Här fylls förtjockaren på tills den är full och därefter töms den och slammet deponeras på anläggningen.

### **3 Energikartläggning**

Innan energieffektiviserande åtgärder kan genomföras måste en energikartläggning avseende energiförbrukning och energiproduktion göras. Energikartläggning visar vilka processer som är mest energikrävande. Det är oftast dessa processer som står för den största sparpotentialen då det gäller att införa energieffektiviserande åtgärder. I detta avsnitt kartläggs elförbrukningen för att kunna identifiera potentialen för energieffektivisering.

#### **3.1 Kartläggning av elförbrukningen**

Den totala energiförbrukningen på Hyllstofta reningsverk var känd från elleverantörernas fakturor. Hur energiförbrukningen fördelades var inte känt. För att utreda detta gjordes en kartläggning av elförbrukningen. Elförbrukningen kartlades med driftdata från 20190211–20190430.

Kartläggningen krävde att effektmätningar skulle utföras. Det fanns inte resurser att mäta effekten för maskinerna på Hyllstofta. Metoden som användes var att göra enstaka amperemätningar för varje maskin i reningsverket. Elektrikern hade inget mätinstrument för att mäta effekten.

Amperemätningar gjordes på alla maskiner med motordrifter över 3 kW och på alla maskiner med långa drifttider. I regel bör mätningarna genomföras på olika sätt beroende på om motorn är direktstartande eller frekvensstyrd. Vid inventering togs hänsyn till maskinernas märkeffekt. Större maskiner såsom blåsmaskinerna, omröraren och renvattenpumpen granskades noggrannare. I bilaga A.2 finns en tabell för alla motordrifter på reningsverket.

Frekvensstyrda maskiner som amperemätningar utfördes på:

- Ytluftare (10LAKYL1, 10LAKYL2)
- Blåsmaskiner (10BLAS1, 10BLAS2, 10BLAS3)
- Omrörare (10OMRSBR)
- Slampump till förtjockare (10SLAMP)
- Pump till renvattendammarna (10RENVVP)

Det fanns inga resurser till att göra mätningar vid olika frekvenser för de frekvensstyrda maskinerna. Istället antogs det att vid halva frekvensen använder den halva märkeffekten. Detta kom att till leda för relativt stora överskattningar av den verkliga elförbrukningen.

Direktstartande maskiner som amperemätningar utfördes på:

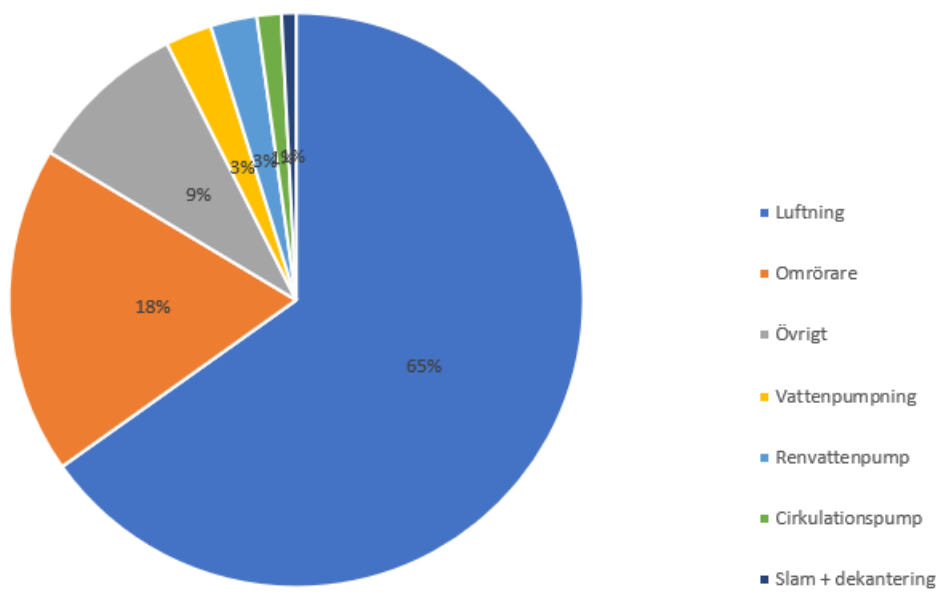
- Inloppspumpar (10LAKP1, 10LAKP2, 10INPSBR1)
- Dekanteringspump (10DEKP)
- Ytluftare (10LAKYL3)
- Cirkulationspump (10CIRKP)

För beräkning av effekten för de direktstartande/frekvensstyrda maskinerna användes de uppmätta amperen och loggade drifttider. Genom att använda sig av ekvationerna i bilaga B.1 går det att beräkna energiförbrukningen per månad. Liksom för frekvensstyrda maskiner kommer beräkningar av direktstartande maskiners effekt att ge överskattningar. Den verkliga effekten skiljer sig till viss del av märkeffekten för respektive applikation.

I detta examensarbete är uppgiften att energikartlägga reningsverket vilket medför att övriga drifter som elförbrukning på kontor, belysning och ventilation med mera exkluderas och läggs i kategorin ”övrigt”.

### 3.1.1 Fördelning av elenergiförbrukningen

I figur 2 ser man hur elförbrukningen på Hyllstofta reningsverk är fördelad. Luftningstegen, blåsmaskiner och ytluftare står för 65,81 % av den totala elförbrukningen. De uppmätta processerna står för 90,94 % av reningsverkets totala energiförbrukning, medan det övriga är längre än 10 %. Se bilaga B.2 för resultat av beräkningarna.



Figur 2 Elförbrukningen för de uppmätta maskinerna under perioden 20190211–20190501



### *3.1.1.1 Vattenpumpning till luftningsbassängen*

Det finns fyra inloppspumpar, två är alltid aktiva och två är vid ”standby”. Inloppspumparnas elförbrukning var i snitt 876 kWh/månad. Detta motsvarar 2,64 % av den totala elförbrukningen.

### *3.1.1.2 Förluftningen vid lakvattendammarna*

Ytluftarna vid lakvattendammarna är alltid aktiva. Det finns två små ytluftare vid lakvattendamm 1 och en större vid lakvattendamm 2. Elförbrukningen för de mindre ytluftarna var i snitt 2185 kWh/månad, den större ytluftaren var i snitt 4404 kWh/månad. Tillsammans förbrukade de 6589 kWh/månad. Detta motsvarar 19,84 % av den totala elförbrukningen.

### *3.1.1.3 Luftningen för den biologiska reningen*

På Hyllstofta reningsverk finns det tre blåsmaskiner. Två stora och en liten blåsmaskin. De två stora maskinerna arbetar växelvis, och den lilla är alltid aktiv för att tillföra syre till bakterier. Blåsmaskinerna är frekvensstyrda, de två stora arbetar 40 % av drifttiden i halvfart och den lilla arbetar alltid för 100%. Elförbrukningen för blåsmaskinerna var i snitt 15 262 kWh/månad och står för 45,97 % av elförbrukningen.

### *3.1.1.4 Luftningen totalt*

Den totala elförbrukningen för luftning var i snitt 21 851 kWh/månad. Luftningen stod för 65,81 % av den totala elförbrukningen, där blåsmaskinerna för den biologiska reningen var den största elförbrukaren.

### *3.1.1.5 Omrörningen i luftningsbassängen*

Omrörningen i luftningsbassängen sker med en stor omrörare. Liksom blåsmaskinerna är omröraren frekvensstyrd, 50 % av drifttiden går den på halvfart. Elförbrukningen för omröraren var i snitt 6184 kWh/månad. Detta motsvarar 18,63 % av den totala energiförbrukningen.

### 3.1.1.6 *Sedimentering*

Drifterna som undersöktes i sedimenteringen är slampumpen och dekanteringspumpen. Elförbrukningen för slampumpen uppgav i snitt 154 kWh/månad och motsvarar 0,46 % av förbrukningen. Dekanteringspumpen förbrukade i snitt 124 kWh/månad och motsvarar 0,37% av elförbrukningen. Tillsammans motsvarar dessa 0,83 % av den totala elförbrukningen.

### 3.1.1.7 *Bevattningspumpen*

Det rena vattnet som pumpas till skogen sker under en viss period, från början av våren till början av hösten. Renvattenpumpen förbrukar i snitt 875 kWh/månad och det motsvarar 2,64% av den totala elförbrukningen.

### 3.1.1.8 *Vattencirkulation i värmesystemet*

I värmesystemet finns det en pump som driver värmen till luftningsbassängen. Pumpen är aktiv hela tiden. Elförbrukningen för cirkulationspumpen var i snitt 462 kWh/månad och det motsvarar 1,39 % av den totala elförbrukningen.

## 3.2 **Kartläggning av värmeförbrukningen**

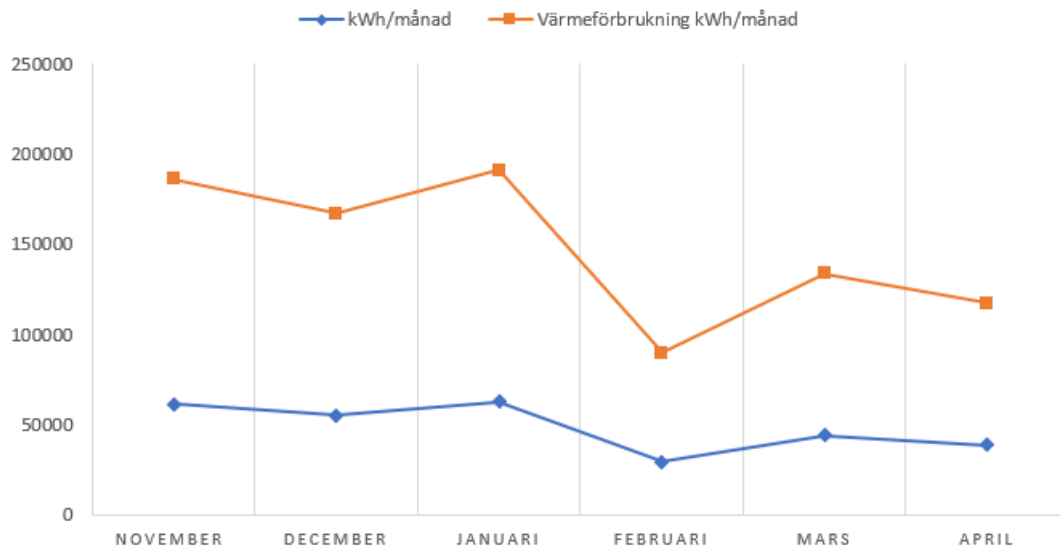
Värmeförbrukningen för Hyllstofta reningsverk har inte tidigare kartlagts. För att göra en kartläggning av värmeförbrukningen undersöktes gasmotorn och vattencirkulationen på luftningsbassängen.

### 3.2.1 Värmeförbrukningen

Värmeförbrukningen har kartlagts under perioden 20181101–20190430. Den totala värmeförbrukningen var i snitt 147 790 kWh/månad. Hur värmeförbrukningen är uppdelad har ingen betydelse. Behovet för uppvärmning av vatten i luftningsbassängen finns enbart under vintermånaderna. Resten av årstider fläktas värmen från elproduktionen ut.

### 3.2.2 Elproduktion

Under perioden 20181101–20190430 producerades el i snitt 48 054 kWh/månad, vilket betyder att det producerades 44,7 % mer el än den totala elförbrukningen. Under undersökningsperioden har elproduktionen varierat, se figur 3.



Figur 3 Elproduktion och värmeförbrukning under perioden 20181101–20190431

## 4 Förslag till effektivare elanvändning

I detta kapitel ges förslag på förändringar som kan leda till effektivare elanvändning i reningsprocessen. Luftningen står för den största elförbrukningen på Hyllstofta reningsverk och det är i luftningsstegen de största möjligheterna till en minskad elförbrukning finns.

För kostnadsberäkningar betalade Hyllstofta 0,4715 kr/kWh under perioden januari till mars 2019.

### 4.1 Ändrad styrning av lakvattenpumpar

De två lakvattenpumparna är direktstartande och byts kontinuerligt, när den ena stängs av så sätts den andra på. Detta kan ske flera gånger per dygn, 35–60 gånger per dygn, se bilaga C. Lakvattenpumpar sätts dessutom på under korta drifttider, i bilaga C, har 10LAKP1 startat 37 gånger på ett dygn och varit aktiv totalt en sekund. Även under förgående år pumpades små mängder vatten i lakvattendammarna då Skåne var utsatt för torka (Nilsson, 2019). Om båda pumparna frekvens styrs behöver inte pumparna arbeta i full effekt vid små flöde eller korta drifttider. Frekvensomriktarens egenförlust är ca 2–5 % av driveffekten för motorn vid nominell effekt. Om hela kapaciteten utnyttjas kan frekvensomriktaren förbikopplas och förlusten elimineras (Kjellén & Andersson, 2002).

Med ändringar i styrningen skulle en besparing mellan 68 kr/år och 170 kr/år vara möjlig, enligt tabell 1. Beräkningarna är utgjorda från normala flöden, en drifttid på 150 h/månad och lakvattenpumpens märkeffekt.

Lakvattenpumparna startar ett antal gånger per dygn och med användning av frekvensomriktaren utsätts de för mindre slitages. Dessutom kan pumparna styras kontinuerligt på ett lägre flöde och behovet av omstarter helt elimineras.

**Tabell 1.** Besparing för en av pumparna med ändrad styrning

Frekvensomriktarens förlust av driveffekt (%)	Besparing	
	(kWh/månad)	(kr/år)
2	6	34
3	9	51
4	12	68
5	15	85

## 4.2 Effektivare blåsmaskiner

De två stora blåsmaskinerna började arbeta 1995 och i normala fall håller blåsmaskinerna verkningsgraden i många år. 1995 låg verkningsgraden för elmotorn på 95,5 % vid fullast. Hur länge en blåsmaskins skick håller beror på hur väl personalen tar hand om den, bland annat genom kontroll att luftdysorna inte är gamla/trasiga eller att partiklar kommer med i insugningsluften. Nyare blåsmaskiner av samma märkeffekt säljs idag med betydligt högre verkningsgrad på elmotorn, upp till ca 98 % vid fullast.

Teoretiska beräkningar av besparing för utbyte utav en av de äldre blåsmaskinerna till en nyare med betydligt högre verkningsgrad, skulle ge 1573 kr/år om maskinen kör i fullast, se tabell 2. Vid utbyte av blåsmaskiner är det viktigt att välja en blåsmaskin med en hög verkningsgrad för att få en lägre elförbrukning. Blåsmaskinerna på Hyllstofta kör 60 % av tiden i full kapacitet vilket gör att investeringsåtgärden i princip skulle inte ge önskad besparing.

Den lilla blåsmaskinen använder full kapacitet. Den köptes in och togs i drift 2005 och har en verkningsgrad på 96,1 %. Teoretisk beräkning av besparing för utbyte av den lilla blåsmaskinen mot en nyare med något högre verkningsgrad, skulle ge 725 kr/år om maskinen kör i fullast, se tabell 3. Eftersom den lilla blåsmaskinen är relativt ny är det inte lönt att vidta denna åtgärd.

**Tabell 2.** Teoretisk besparing om en av de större blåsmaskinerna (BLAS1 eller BLAS2) skulle bytas ut om en nyare med högre verkningsgrad, med en drifttid på 300 timmar.

Verkningsgrad (%)	Märkeffekt (kW)	Teoretiskt arbete (kWh/månad)	Kostnad (kr/år)
95,5	37	10 600	59 975
98	37	10 878	61 548
		Besparing	1573

**Tabell 3.** Teoretisk besparing om den lilla blåsmaskinen (BLAS3) byts ut mot en nyare med något högre verkningsgrad, med en drifttid på 300 timmar.

Verkningsgrad (%)	Märkeffekt (kW)	Teoretiskt arbete (kWh/månad)	Kostnad (kr/år)
96,1	22,5	6487	36 703
98	22,5	6615	37 428
		Besparing	725

### 4.3 Åtgärder för ytluftare

Lakvattendammarna luftas med tre ytluftare, två av dem är frekvensstyrda och en direktstartande. De två frekvensstyrda är på 1,5 kW och den direktstartande är på 6 kW. Luftningen är aktiv året runt såvida det inte blir stopp i processen. Att stänga av ytluftarna eller ändra styrstrategin kan ställa till med okända problem för reningsprocessen dock samtidigt leda till besparingar.

#### 4.3.1 Utbyte av ytluftare

Det som behövs är ytluftare med en mindre motoreffekt än 1,5 kW. Inköp och montering skulle kosta ca 80 000 kr/ytluftare (Nilsson, 2019), vilket blir 240 000 kr för tre nya ytluftare. Om ytluftarna antas köra dygnet runt kan en besparing vid utbyte av 6 kW luftaren ge 6111 kr/år, se tabell 4.

**Tabell 4.** *Elförbrukning och elkostnad för drift av 3 ytluftare.*

Antal ytluftare	Märkeffekt (kW)	Teoretiskt arbete (kWh/månad)	Kostnad (kr/år)
1	6	4320	24 443
3	1,5	3240	18 332
Besparing			6111

### 4.4 Avstängning av omrörare

Avstängning av omrörare då vattnet sedimenteras reducerar energianvändning. Att stänga av omröraren för energibesparingar leder till ett problem. Det krävs en viss omrörning för att slammet skall pumpas ut till förtjockaren. Stängs omröraren av under sedimenteringen och slampumpen är igång, då pumpas bara en liten mängd slam in till förtjockaren. På Hyllstofta pumpas det aktivt ut slam från luftningsbassängen.

Avstängning av omröraren reducerar elförbrukningen beroende på hur länge slampumpen är aktiv. Den har en drifttid på 60 timmar/månad. Om omröraren stängs och låter kvarvarande turbulens hjälpa slampumpen, kan en besparing på 3819 kr/år vara möjlig, se tabell 5.

**Tabell 5.** *Besparing vid avstängning av omrörare i luftningsbassängen.*

Drifttid (timmar/månad)	Märkeffekt (kW)	Teoretiskt arbete (kWh/månad)	Kostnad (kr/år)
720	15	8100	45 830
660	15	7425	42 011
Besparing			3819

## 4.5 Vattencirkulation i luftningsbassängen

Cirkulationspumpen på Hyllstofta är aktiv hela året med en drifttid på 720 timmar/månad. Att stänga av cirkulationspumpen under de varmare månaderna (6 månader) ger en besparing på 1197 kr/år. Pumpen kan också styras med en frekvensomriktare vilket skulle kunna ge en besparing på mellan 61 kr/år och 153 kr/år, se tabell 6. Dock då pumpen är aktiv under långa perioder är frekvensomriktare inget att tänka på.

*Tabell 6. Besparing för frekvensomriktad cirkulationspump med en drifttid på 720 timmar/månad.*

Frekvensomriktarens förlust av driveffekt (%)	Besparing	
	(kWh/månad)	(kr/år)
2	10,8	61
3	16,2	92
4	21,6	122
5	27	153

## 4.6 Dekantering- och renvattenpumpen

Dekantering- och renvattenpumpen är frekvensstyrda och släpper igenom 180–190 m<sup>3</sup>/timme respektive 25–45 m<sup>3</sup>/timme och styrs med hjälp av en sensor. Renvattnenpumpen är aktiv under en period på sju månader från 1 april till 31 oktober. Hur styrstrategin fungerar för renvattenpumpen finns det inte mycket data om, men i snitt är den aktiv 100 timmar/månad. Dekanteringspumpen är aktiv i snitt 40 timmar/månad. Det finns inte tillräckligt med data för realistiska åtgärder och därmed exkluderas pumparna från studien.

## 4.7 Total besparing och rekommendationer

De besparingar som förslogs bör bearbetas vidare innan de kan implementeras i reningsprocessen. Det krävs noggrannare mätningar och beräkningar. I detta avsnitt presenteras besparingsmöjligheter till effektivare elanvändning.

### 4.7.1 Frekvensomriktare

Frekvensomriktare användas för att minska onödigt arbete för respektive applikation. Det bör utredas om det verkligen finns något behov av en frekvensomriktare. Det är inte lämpligt att använda en frekvensomriktare under långa perioder på full last.

För lakvattenpumparna kan en besparing göras genom att frekvensomriktaren reglerar flödet på pumparna. Detta kan ge en besparing på mellan 68 kr/år och 170 kr/år.

Det finns två besparingsåtgärder för cirkulationspumpen. Att stänga av pumpen under de varma månaderna kan ge en besparing på 1197 kr/år. Installering av en frekvensomriktare på cirkulationspumpen kan ge en besparing på mellan 61 kr/år och 153 kr/år.

De två ytluftarna 1,5 kW är aktiva hela året och därmed har dessa inget behov av en frekvensomriktare.

#### 4.7.2 Minskad lufttillförsel

Effektivare elanvändning för luftningsstegen kräver utökade studier. Bland annat undersökning av hur syretillförsel till lakvattendammarna kan minskas.

Största besparingen gällande lufttillförsel ger utbyte av 6 kW ytluftare mot flera ytluftare med mindre motoreffekt. Inköp och montering av nyare ytluftare kräver en investering men kan ge en möjlig besparing på 6111 kr/år.

#### 4.7.3 Total besparing

Den totala besparingen för åtgärderna som inte kräver en investering för en minskad elenergiförbrukning uppgår till 4473 kr/år, se tabell 7. Det motsvarar en minskning av den totala elförbrukningen med 2,49 %. Storleken på besparingen kan variera beroende på vilka åtgärder som införs. Dock krävs det en noggrannare undersökning med fokus på luftningssteget för lakvattendammarna och blåsmaskinerna.

**Tabell 7.** Besparing för de förslag som inte kräver investering för en minskad elförbrukning.

Åtgärd	Besparing		Andel av elförbrukningen (%)
	(kWh/månad)	(kr/år)	
Avstängning av omrörare	7425	3819	1,8
Avstängd cirkulationspump	231	654	0,69
<b>Totalt</b>	<b>7656</b>	<b>4473</b>	<b>2,49</b>



## 4.8 Diskussion

På grund av tidsbegränsning och brist på resurser fanns det inte möjligheter att göra effektmätningar för direktstartande- och frekvensstyrda maskiner, vilket medförde att 9,06 % av den totala elförbrukningen inte kom med i studien. Kartläggningen för elanvändningen är en summering baserad på uppmätta strömmar, antagande av effekter och drifttider för samtliga applikationer. Hela arbetet har beräknats utifrån märkeffekter. Beräkningen av effektanvändning för varje applikation ger relativt stora överskattningar. Elförbrukningen presenteras procentuellt vilket minimerar överskattningarna. På Hyllstofta varierar elförbrukningen under året, vilket inte har tagits till hänsyn i studien.

För att få en noggrannare kartläggning krävdes det att kunna göra effektmätningar för de frekvensstyrda maskinerna. De direktstartande maskinerna bör ha en effektförbrukning lik märkeffekten. För de frekvensstyrda maskiner krävs en noggrannare undersökning då deras effektförbrukning är beroende av frekvensen. I denna studie gjordes ett antagande att effekten hade ett linjärt förhållande med styrfrekvensen, 37 kW på full kapacitet och 18,5 kW vid halv kapacitet (märkeffekterna för BLAS1 och BLAS2). Metoden för alla frekvensstyrda maskiner gav alltså relativt stora överskattningar av elförbrukningen. En utökad studie krävs för att få ett samband mellan styrfrekvensen och effekten för respektive maskin.

## 5 Förslag till effektivare värmeanvändning

I detta kapitel ges förslag på åtgärder som kan ge en bättre användning av värmeförbrukningen. Åtgärderna för värmeanvändning ger ingen reduktion av energikostnaderna om värmebehovet täcks av värmen som produceras av gasmotorn.

### 5.1 Energibehov för uppvärmning av luftningsbassäng

Värmebehovet varierar beroende på årstiderna. Under vintermånaderna är värmebehovet stort. All värme som produceras från gasmotorn skickas till luftningsbassängen. Det finns vissa tillfällen då gasmotorn är avstängd och andra åtgärder görs, se kapitel 2.1.2. Värmeenergi kan användas mer effektivt.

#### 5.1.1 Reduktion av värmeförluster

Värmeförlusterna kommer från rörledningarna till luftningsbassängen. Reducering av värmeförluster kan göras genom att:

- Förbättra värmeisoleringen av luftningsbassängen.
- Blåsmaskinernas rörledningar isoleras.

På Hyllstofta är rörledningarna på blåsmaskinerna oisolerade. Genom isolering kan värmen från blåsmaskinerna användas till att värma upp luftningsbassängen. Med tilläggsisolering för luftningsbassängen kan värmen från elproduktionen användas till annat som till exempel att värma upp kontoren vid anläggningen.

### 5.2 Rekommendationer

Åtgärder för värmeenergianvändningen ger ingen reduktion av energikostnaderna då värmebehovet täcks av egenproducerad värme från gasmotorn. Åtgärderna som presenteras kräver ytterligare utredning innan de kan implementeras i processen.

Här följer rekommendationer till en bättre användning för värmen:

- För att minska värmeförlusterna krävs tilläggsisolering av rörledningarna för blåsmaskinerna. Rörisolering hade kostat olika beroende på material men kan kosta mellan 40–60 kr/meter (Gör det själv, 2019)
- Tilläggsisolering för själva luftningsbassängen. Vad det hade kunnat kosta kräver en utökad studie.

## 6 Slambehandling

Hur slammet används på Hyllstofta kan ses i avsnitt 2.1.3. I detta kapitel kommer förslag på hur slammet kan användas för annat än att den bara skickas ut till deponin.

### 6.1 Användningsmöjligheter

Det finns en mängd alternativ på hur slammet kan användas. I dagsläget skickas slammet ut på deponin. Genom att röta slam i en rötchammare kan den producerade rötgasen förbrännas i en gasmotor som genererar både el och värme. Slammet kan dessutom användas som gödning inom jordbruk. Dock kan slam användning medföra en del hygieniska risker. För att använda slam som gödsel måste den vara hygieniskt användningsfritt och koncentrationen av oönskade metaller och organiska ämnen vara så låga att inga negativa effekter kan uppstå från slamgödsling (Finnsen, 2013). Båda alternativ kräver rötning. En tänkbar lösning är att investera i en rötchammare. En alternativ lösning kan vara att skicka slammet till ett större reningsverk för att vidare behandling.

#### 6.1.1 Elproduktion

På Hyllstofta produceras el från deponin, se avsnitt 2.1.3. Elen som producerades under perioden 20181101–20190430 låg i snitt på 48 054 kWh/månad, se avsnitt 3.2.2. Elproduktionen under den angivna perioden tyder på att reningsverket kan försörja sig självt. Men det finns tillfällen då gasmotorn på Hyllstofta inte uppnår den önskade metan-halten och inte producerar någon el. På grund av detta kan inte Hyllstofta förlita sig på att gasmotorn kan driva reningsverket (Nilsson, 2019).

#### 6.1.2 Investering i en rötchammare

Inköp av en rötgaskammare ger större möjligheter till kontinuerlig elproduktion. Dessutom kan inköpet ses som en del av reningsprocessen där slammet tas om hand. Investering i en rötchammare medför flertal extra kostnader. Slambehandling står för en mindre del av reningsprocessen. Införandet av slambehandling leder ändå till en ökad energianvändning på 10–20 % (Finnsen, 2013). Användning av en rötchammare medför större värmeförbrukning vilket är den största förbrukaren av värmeenergi för hela reningsverket (Starberg, 2015). Slutligen behöver rötchammaren ett antal pumpar och omrörare.

Att beräkna rent konkret hur mycket det hade kostat att bygga en biogasanläggning är inte lätt. En anläggning med rötkammare med 450–500  $m^3$  kostar runt 2,5 miljoner kr (Mårtensson, 2007). Jordbruksverket kan ge ett bidrag på 40 % vilket skulle bli 1 miljon kr (Jordbruksverket, 2018).

Med en rötkammare hade reningsprocessen kunnat bli självförsörjande. Elproduktionen med en rötkammare hade blivit pålitligt med ett konstant flöde av biogas. Gasmotorn hade inte behövt stanna för att samla ihop en metangashalt på 40 %. Hyllstofta producerar ca 200  $m^3$  slam/år vilket inte är tillräckligt för att investering i en rötkammare ska vara lönsam.

## **6.2 Rekommendationer**

Det finns bara ett begränsat antal hanteringsalternativ för slam.

- Slammet kan skickas för vidarebehandling till ett större reningsverk. Detta medför transportkostnader för Hyllstofta reningsverk.
- Slammet kan säljas. Det krävs ytterligare studier för att klargöra vilka ämnen som finns i slammet.

## **7 Slutsats**

Hyllstoftas elförbrukning var i snitt 33 198 kWh/månad under undersökningsperioden. De uppmätta drifterna stod för 90,94 % av den totala elförbrukningen. Energikartläggningen visar att luftningssteget kräver mest energi, 65,81 % av den totala elförbrukningen. Implementering av åtgärderna ger en möjlig besparing på 4473 kr/år vilket motsvarar 2,49 % av den totala elförbrukningen.

Reduktion av värmeförbrukningen genererar inte minskning av elkostnaderna på Hyllstofta. Det går att reducera värmeförlusterna för rörledningarna på blåsmaskinerna och isolering på luftningsbassäng, dock kräver det en mer utförlig studie.

Det finns ett begränsat antal alternativ för slambehandling på Hyllstofta. Investering i röt-kammare kan ge en mer pålitlig elproduktion. Dock är Hyllstofta ett litet reningsverk som inte producerar tillräckligt med slam för att investering i röt-kammare skall vara lönsam.

### **7.1 Fortsatt arbete**

Genomförda kartläggning av el- och värmeenergi kan ligga till grund för fortsatta arbeten med energioptimering av reningsprocessen på Hyllstofta.

Det finns möjlighet till elbesparing på Hyllstofta speciellt i luftningssteget. En mer ingående utredning med fokus på luftningssteget krävs speciellt på hur syretillförseln kan minskas för lakvattendammarna och för blåsmaskinerna.

Ett fortsatt arbete för värmeisolering kräver noggranna beräkningar tillsammans med termografier för att se värmeförlusterna tydligare.

En ytterligare studie om hur värmen från elproduktionen kan användas till annat än bara uppvärmning av luftningsbassängen.

## 8 Referenser

A. Alfredsson & R.K. Rajput, ”*Elkretsteori*”, Stockholm, Liber, 2009.

P. Balmer, ”*Slamanvändning och strategier för slamavskiljning*”, Svenskt Vatten, Stockholm, 2013.

Bioportalen. (2012). ”*Elproduktion av biogas*”. Hämtad 2019-03-28 från <http://www.bioenergiportalen.se/?p=1461&m=1642>

Elskling. Hämtad 2019-04-10 från <https://www.elskling.se/energispitips/energiskolan/>

Gör det själv. Senast uppdaterad 2019-05-22. Hämtad 2019-08-27 <https://gds.se/spara-energi/isolering/rorisolering-snabba-pengar>

Hydria Water. ”*Förtjockare*”. Hämtad 2019-03-29 från <https://hydriawater.se/sv/produkter/slamskrapor/fortjockare/>

Jordbruksverket. (2018). ”*Investeringsstöd till biogas*”. Hämtad 2019-05-24 från <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/stod/stodilandsbygdsprogrammet/investeringar/biogas.4.6ae223614dda2c3dbc44f95.html>

B. J. Kjellén & A.-C. Andersson, ”*Energihandbok för avlopprensingsverk*”, Svenskt Vatten AB, Stockholm, 2002.

D. Mårtensson, ”*Handbok i biogas*”, Examensarbete, Uppsala universitet, 2007.

E. Nylöf. Bioteria. (2018). ”*Hur fungerar SBR-teknik i reningsverk?*” Hämtad 2019-03-28 från <https://bioteria.com/blogg/avloppsteknik/sbr-teknik-satsvis-biologisk-rening/>

K. Starberg, B. Karlsson, J.-E. Larsson, P. Moraeus och A. Lindberg, ”*Problem och lösningar vid processoptimering av röt-kammardriften vid avloppsreningsverk*”, Svenskt Vatten AB, Stockholm, 2005.

S. Wesley. (2019). ”*Studiebesök på Visby Avloppsreningsverk Slambehandling*”, Hämtad 2019-04-05 från [https://www.gotland.se/servlet/GetDoc?meta\\_id=1807](https://www.gotland.se/servlet/GetDoc?meta_id=1807)

### Personliga Kontakter

Christer Nilsson, Närab

Tor Månsson, Närab

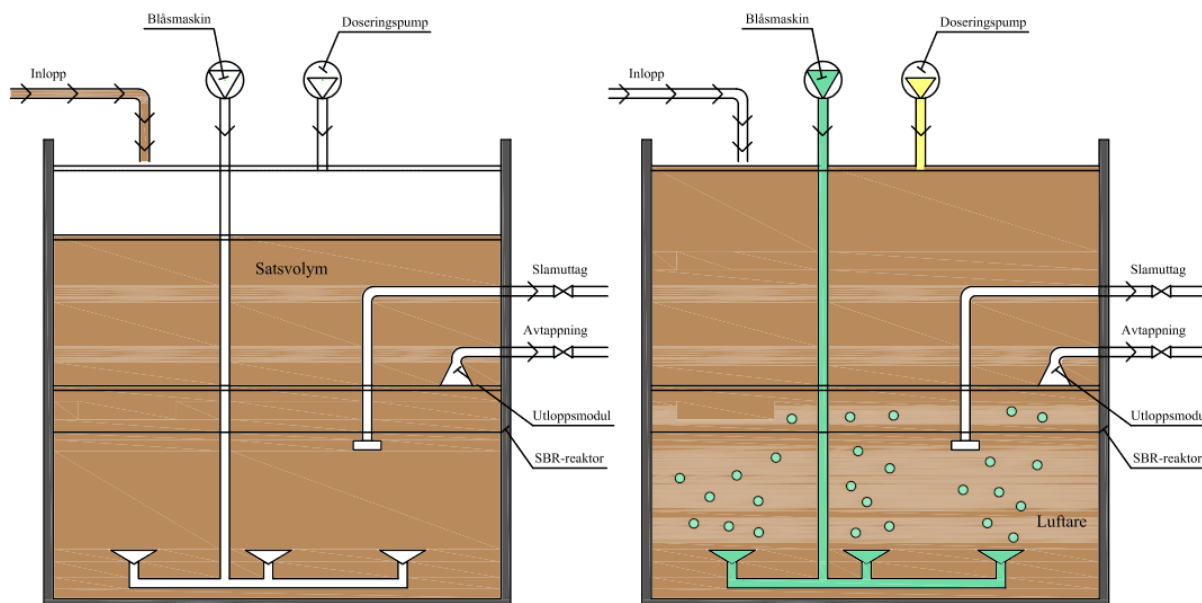
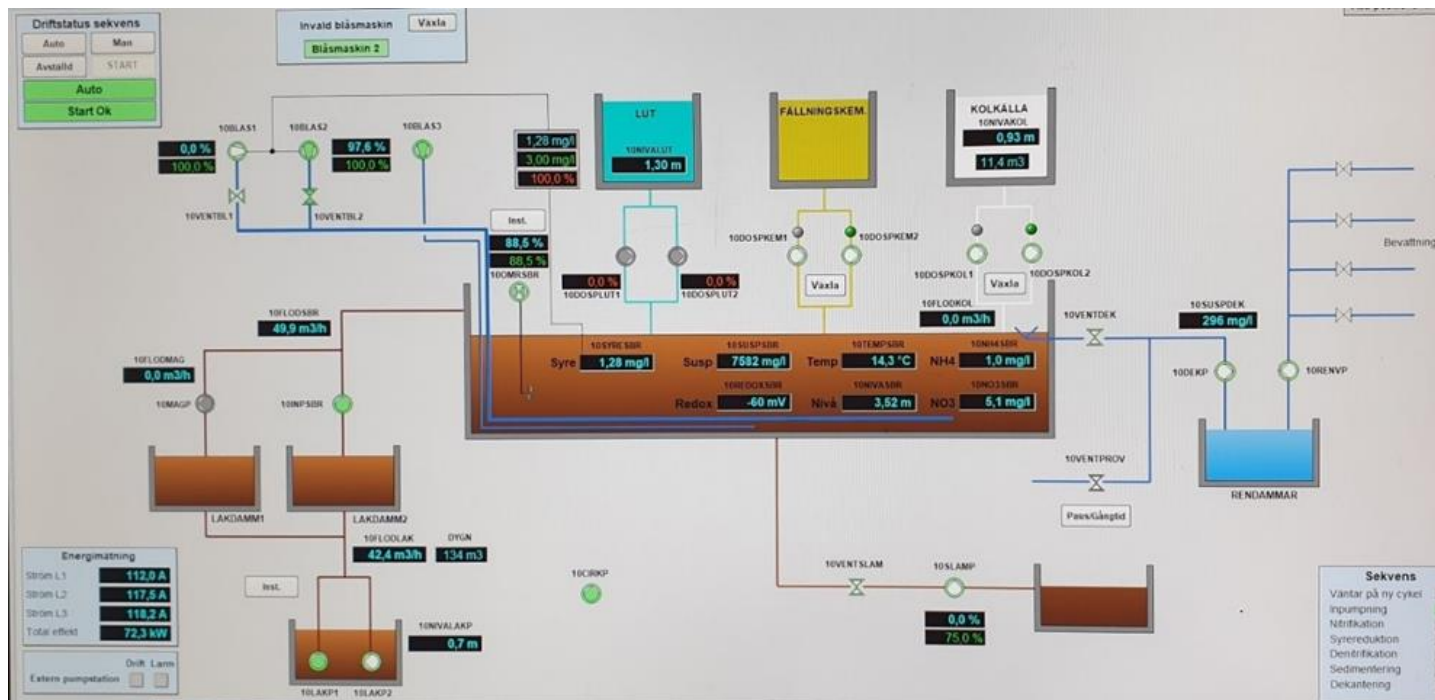
## Ordlista

<b>Nominell effekt</b>	Maximalt effektbehov
<b>Märkeffekt</b>	Den största effekten en applikation är avsedd att arbeta med under normala driftförhållanden.
<b>Aerob</b>	Närvaro av syre. En aerob process behöver tillgång till syre.
<b>Anaerob</b>	Frånvaro av syre. En anaerob process behöver ej tillgång till syre.
<b>Slam</b>	Fasta partiklar som avskiljs från lakvattnet.
<b>TS</b>	Torrsubstans, anger hur många procent av slammet som återstår efter fullständig torkning.
<b>Denitrifikation</b>	Bakteriell process där nitrat $NO_3^-$ omvandlas till kvävgas $N_2$ .
<b>Nitrifikation</b>	Bakteriell omvandling av ammoniumkväve $NH_4^+$ till nitratkväve $NO_3^-$ som sker i syrerika miljöer.
<b>SBR</b>	Satsvis biologisk rening av lakvatten.
<b>Rötning</b>	Omvandlar slam till biogas, vatten och rötresten.
<b>Rötkammare</b>	En sluten tank för rötning av slam.
<b>Lakvatten</b>	Vätska som rinner genom, tränger ut ur eller ingår i av avfall under deponering
<b>Deponering</b>	Avfall som läggs på soptipp.

# Bilaga A Hyllstofta reningsverk

I bilaga A.1 finns en process- och driftöversikt över Hyllstofta reningsverk. I bilaga A.2 anges processutrustningen på reningsverket, deras drifttider och deras elenergiförbrukning under perioden 20190214–20190430

## A.1 Driftöversikt reningsprocessen

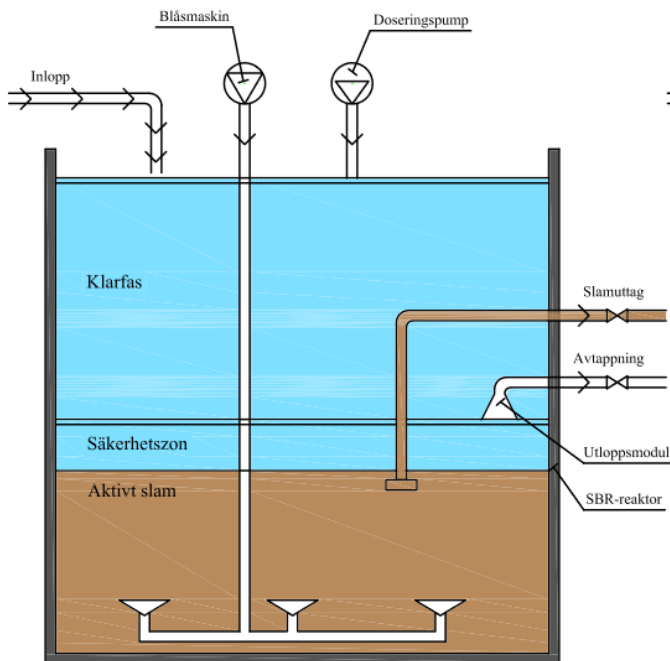


Steg 1: Påfyllning av luftningsbassäng  
Vattnet från en av de två lakvattendammarna pumpas in i bassängen.

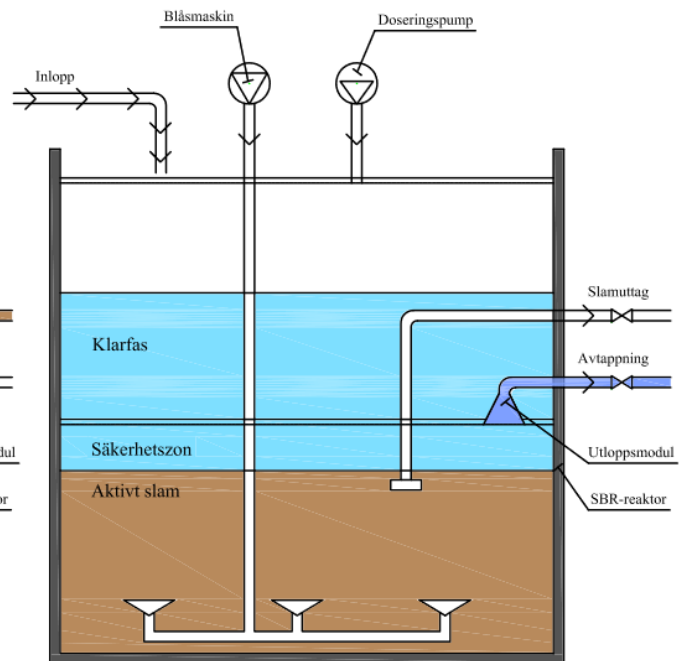
Steg 2, 3: Syresättning, dosering av kolkälla  
Luften tillförs via bottenplacerade gummimembran luftare för syresättning och matning av bakterier. Fällningsmedlet används för fosforreduktion men används sällan.

Figur 4 Visuellt representation av SBR-teknik <http://www.aquaprocesser.se/process.shtml>





Steg 4, 5: Sedimentering och tömning av slam  
Omröraren är fortfarande aktiv och slamet som redan har lagt sig och ny producerat slam pumpas ut ur bassängen



Steg 6: Tömning av renvatten  
Det rena vattnet dekanteras. Bassängen inväntar nästa cykel av vatten som skall renas.

## A.2 Processutrustning på reningsverket

Processutrustning och deras totala energiförbrukning.

		drifttid		drifttid		drifttid		drifttid	
Hyllstofta	Märkeffekt (kW)	Februari (h) 20190211-20190301	Elförbrukning februari (kWh)	Mars (h) 20190301-20190401	Elförbrukning mars (kWh)	April (h) 20190401-20190501	Elförbrukning april (kWh)		
10LAKYL1	1,5	408	723,64	720	1277,01	720	1277,01		
10LAKYL2	1,5	408	723,64	720	1277,01	720	1277,01		
10LAKYL3	6	408	2917,16	720	5147,93	720	5147,93		
10BLAS1	37	135,5	4078,7	254,28	7656,3	191,75	5771,9		
10BLAS2	37	134,37	4044,7	207,72	6252,6	191,8	5773,4		
10BLAS3	22	63,15	1254,14	382,58	7597,92	168,95	3355,3		
10OMRSBR	15	408	4095,9	720	7228,1	720	7228,1		
10SLAMP	3	34	102	60	180	60	180		
10RENV	15	0	0	94,83	1422,45	80,23	1203,45		
10LAKP1	2	0,08	2,26	0,13	367,5	0,13	367,5		
10LAKP2	2	85	164,89	134,92	261,73	61,63	119,6		
10INPSBR	2	67,37	162,43	321,45	775,02	168,35	405,89		
10DEKP	3	18,15	54,45	77,78	233,34	27,8	83,4		
10CIRKP	0,75	408	306	720	540	720	540		
<b>Totalt</b>			<b>18629,91</b>		<b>40216,91</b>		<b>32730,49</b>		

Elförbrukningen under undersökningsperioden varierade grovt. Ett halvmånadvärde av data saknades då SCADA systemet precis hade implementerats. Mars månad renade mer vatten än vad april månad gjorde.

10LAKY1-3 står för ytluftarna på lakvattendammarna. 10BLAS1-3 står för blåsmaskinerna. 10OMRSBR står för omrörare. 10SLAMP står för slampump. 10RENV står för renvatten pump. 10LAKP1-2 står för lakvattenpump. 10INPSBR pumpen in till luftningsbassängen. 10DEKP står för dekanteringspumpen. 10CIRKP står för vattencirkulationspumpen.

## Bilaga B Elförbrukning

Här beräknas energikonsumtionen för processutrustningen. I B.1 beräknas hur mycket el som används beroende hur många timmar en maskin har varit aktiv. I B.2 visas resultatet av alla effektmätningar.

### B.1 Beräkning av elförbrukning

I elnät finns det både aktiv och reaktiv effekt, båda behövs för att en motor skall fungera. Den reaktiva effekten magnetiserar motorn och får den att rotera. Den aktiva effekten är den som uträttar ett arbete och för att beräkna en motors effekt används ekvation 1 (Alfredsson & Rajpu, 2009).

$$P_{el} = \sqrt{3} \cdot U_h \cdot I_f \cdot \cos \varphi \quad (1)$$

där

$P_{el}$  = aktiv effekt [W]

$U_h$  = huvudspänning [V]

$I_f$  = huvudström/linjeström [A]

$\cos \varphi$  = effektfaktor

Den energi som används i ens hem eller på arbetsplatsen mäts i kilowattimmar (kWh). För att beräkna denna enhet används ekvation 2 (Elskling, 2019).

$$\frac{\text{Effekten}[W] \cdot \text{Timmar maskinen är aktiv}[h]}{1000} = \text{Energi}[kWh] \quad (2)$$

## B.2 Processutrustning och dess elförbrukning

Elförbrukningen för de uppmätta maskinerna under perioden 20190211–20190501.

<i>Processutrustning</i>	<i>Elförbrukning (kWh/mån)</i>	<i>Kostnad (kr/år)</i>	<i>Andel av total energiförbrukning (%)</i>
<i>Blåsmaskiner</i>	15 262	86 352	45,97
<i>Ytluftare</i>	6589	37 280	19,84
<i>Omrörare</i>	6184	34 989	18,63
<i>Renvattenpump</i>	875	4951	2,64
<i>Cirkulationspump</i>	462	2614	1,39
<i>Inloppspump</i>	448	2535	1,35
<i>Lakvattenpumpar</i>	428	2422	1,29
<i>Slampump</i>	154	871	0,46
<i>Dekanteringspump</i>	124	702	0,37
<i>Totalt uppmätt</i>	30 526	172 716	90,94
<i>Ej uppmätt</i>	2672	15 118	9,06
<i>Total elförbrukning</i>	33 198	187 834	100

## Bilaga C Driftdata på Hyllstofta reningsverk

Här finns drifttider för vissa maskiner och hur mycket vatten som har används för reningsprocessen för april månad.



Rapportmånad 2019-04

### Månadsrapport drifttider

Datum	10BLAS1 Starter	10BLAS1 Drifttid	10BLAS2 Starter	10BLAS2 Drifttid	10BLAS3 Starter	10BLAS3 Drifttid	10LAKP1 Starter	10LAKP1 Drifttid	10LAKP2 Starter	10LAKP2 Drifttid	10INPSBR Starter	10INPSBR Drifttid
2019-04-01	0	0:00:00	0	13:01:54	1	12:52:53	37	0:00:01	55	3:29:25	1	11:31:49
2019-04-02	0	12:45:02	0	0:00:00	0	12:45:02	60	0:00:02	59	2:35:30	1	11:32:49
2019-04-03	0	0:00:00	0	12:43:45	0	1:10:23	54	0:00:03	54	2:41:01	1	11:33:41
2019-04-04	0	12:45:06	0	0:00:00	1	11:30:19	59	0:00:04	59	2:36:00	1	11:34:59
2019-04-05	0	0:00:00	0	17:00:00	7	10:46:04	52	0:00:05	51	1:36:06	0	0:00:00
2019-04-06	0	0:00:00	0	12:27:21	1	7:15:59	54	0:00:06	53	1:54:26	1	7:01:18
2019-04-07	0	12:30:38	0	0:00:00	1	7:13:40	54	0:00:07	54	2:04:28	1	7:01:29
2019-04-08	2	1:03:24	3	11:08:46	3	10:22:31	44	0:00:08	43	1:23:15	1	8:01:01
2019-04-09	1	0:02:18	0	10:46:00	2	6:33:33	76	0:00:09	77	4:01:33	1	6:00:51
2019-04-10	0	10:31:14	1	0:56:04	2	7:14:16	17	0:00:10	17	1:59:17	1	6:01:11
2019-04-11	1	1:07:11	0	10:25:07	2	5:26:18	53	0:00:11	53	1:51:47	1	4:00:45
2019-04-12	0	10:44:21	1	0:26:55	2	4:46:48	48	0:00:12	47	1:10:24	1	4:00:46
2019-04-13	0	0:00:00	0	11:34:13	1	4:17:47	47	0:00:13	47	1:08:14	1	4:00:36
2019-04-14	0	12:17:39	0	0:00:00	1	4:14:37	47	0:00:14	48	1:10:46	1	4:00:36
2019-04-15	1	0:25:49	0	10:10:25	2	4:37:34	50	0:00:15	50	1:14:24	1	4:00:14
2019-04-16	0	12:59:46	0	0:00:00	1	4:14:14	31	0:00:16	30	1:17:58	1	4:00:22
2019-04-17	0	0:00:00	0	11:57:16	1	4:15:00	30	0:00:17	29	2:11:38	1	4:00:19
2019-04-18	0	11:22:11	0	0:00:00	1	4:20:25	26	0:00:18	25	1:12:04	1	4:00:04
2019-04-19	0	0:00:00	0	11:29:04	1	4:20:45	26	0:00:19	25	1:13:34	1	4:00:04
2019-04-20	0	11:28:21	0	0:00:00	1	4:21:56	26	0:00:20	26	1:11:04	1	4:00:05
2019-04-21	0	0:00:00	0	11:29:38	1	4:24:46	26	0:00:21	26	1:11:34	1	3:59:54
2019-04-22	1	10:32:07	0	0:00:00	0	6:38:45	27	0:00:22	26	1:10:14	1	3:59:44
2019-04-23	0	0:00:00	0	12:00:22	1	4:25:36	26	0:00:23	25	1:10:34	1	3:59:44
2019-04-24	0	14:39:38	0	0:00:00	1	5:24:39	32	0:00:24	31	2:53:40	1	4:59:48
2019-04-25	0	0:00:00	0	11:41:05	2	6:06:34	26	0:00:25	26	1:09:54	1	4:59:49
2019-04-26	0	10:04:35	1	0:29:50	3	6:49:02	30	0:00:26	30	2:52:00	1	4:59:48
2019-04-27	0	0:00:00	0	10:48:17	3	6:28:44	44	0:00:27	44	3:21:09	1	4:59:48
2019-04-28	0	11:19:07	0	0:00:00	2	6:15:18	50	0:00:28	49	3:06:47	1	5:00:08
2019-04-29	0	0:00:00	0	11:12:34	2	5:48:20	31	0:00:29	31	2:56:40	1	4:59:47
2019-04-30	0	12:18:35	0	0:00:00	2	6:43:03	31	0:00:30	32	3:42:33	1	6:00:01
<b>Summa</b>	<b>6</b>	<b>168:57:09</b>	<b>6</b>	<b>191:48:42</b>	<b>48</b>	<b>191:45:06</b>	<b>1214</b>	<b>0:07:45</b>	<b>1222</b>	<b>81:38:14</b>	<b>29</b>	<b>168:21:44</b>

10BLAS1-3 står för blåsmaskinerna, 10OMRSBR står för omrörare, 10LAKP1-2 står för lakvattenpump, 10INPSBR pumpen in till luftningsbassängen.

SCADA programmet som används togs i drift nu under februari månad och har en del fel. I månadens rapport anges värdena för ”Mängden till SBR” och ”Mängden Renvatten” i liter istället för såsom angivits i m3.



Rapportmånad 2019-04

Månadsrapport produktion

Tid	Mängd Lakvatten (m3)	Mängd till SBR (m3)	Mängd Renvatten (m3)	Mängd kolkällia (m3)	Nederbörd (mm)
2019-04-01	598.4	352172.0	85.3	0.80	0.0
2019-04-02	202.5	352237.4	12342.7	0.80	0.0
2019-04-03	293.4	351740.3	12610.8	0.80	0.0
2019-04-04	222.1	352649.7	18961.8	0.80	0.0
2019-04-05	146.0	46.3	18540.4	0.00	0.0
2019-04-06	180.7	214481.9	18469.3	0.48	0.0
2019-04-07	186.1	214198.9	18468.2	0.49	0.0
2019-04-08	126.8	244779.4	18564.8	0.55	0.0
2019-04-09	396.3	184240.9	18681.8	0.42	0.0
2019-04-10	317.2	184288.5	18534.7	0.42	0.0
2019-04-11	181.2	122668.1	33676.3	0.28	0.0
2019-04-12	112.7	122820.3	39829.4	0.28	0.0
2019-04-13	113.7	122405.4	39794.3	0.28	0.0
2019-04-14	109.8	122411.6	39518.7	0.28	0.0
2019-04-15	118.4	122324.1	39583.8	0.28	0.0
2019-04-16	118.5	122947.8	50791.7	0.28	0.0
2019-04-17	197.1	122425.0	129762.4	0.28	0.0
2019-04-18	104.2	122337.2	137040.2	0.28	0.0
2019-04-19	104.6	122504.6	121145.1	0.28	0.0
2019-04-20	104.6	122344.0	58091.1	0.28	0.0
2019-04-21	103.7	122342.4	73560.1	0.28	0.0
2019-04-22	107.1	122246.3	120589.9	0.28	0.0
2019-04-23	105.9	122211.3	133560.8	0.28	0.0
2019-04-24	276.8	153019.1	188276.6	0.35	0.0
2019-04-25	102.9	152829.4	217436.5	0.41	0.0
2019-04-26	271.1	152843.3	238862.6	0.41	0.0
2019-04-27	295.0	152822.2	210104.7	0.41	0.0
2019-04-28	287.4	152918.9	218114.3	0.41	0.0
2019-04-29	298.1	153368.7	157343.1	0.41	0.0
2019-04-30	358.0	183650.4	204981.3	0.49	0.0
<b>Summa</b>	<b>6140.2</b>	<b>5144275.8</b>	<b>2607323.0</b>	<b>12.02</b>	<b>0.00</b>
<b>Medel</b>	<b>204.7</b>	<b>171475.9</b>	<b>86910.8</b>	<b>0.40</b>	<b>0.0</b>
<b>Min</b>	<b>102.9</b>	<b>46.3</b>	<b>85.3</b>	<b>0.00</b>	<b>0.0</b>
<b>Max</b>	<b>598.4</b>	<b>352649.7</b>	<b>238862.6</b>	<b>0.80</b>	<b>0.0</b>