



# Sammanställning av energimätningar från EESI fas 1



Jan-Erik Andersson, Oskar Räftegård, Anders Lycken,  
Marcus Olsson, Thomas Wamming, Roger Nordman

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

# Sammanställning av energimätningar från EESI fas 1

Jan-Erik Andersson, Oskar Räftegård, Anders Lycken,  
Marcus Olsson, Thomas Wamming, Roger Nordman

## Abstract

### Summary of energy measurements from EESI phase 1

The aim with project Energy Efficiency in the Sawmill Industry - EESI is to show that it is possible to reduce the use of energy by 20 % in the Swedish sawmill industry. One of the parts in the project is to make a couple of example studies on the energy usage, in order to find the areas with the largest reduction potential. This report summarize a couple of chosen measurements on the energy consumption of equipment in transport, grading, sawing, adjustment, heat and electric consumption in wood kilns.

The focus of the measurements on equipment for sawing and transport is to give an index between the installed power and the mean active power for different types of equipment. An index between installed power and mean power lies between 17 – 34 % for the major part of the equipment. Some machines can have an index up to 83 % of the installed power, such as for example compressors, while equipment such as butt flare reducer has an index of 4 %. The measurements shows that there is a large improvement potential for AC drives without compromising the capacity or reliability.

It is possible to see that the individual kiln and usage of the kiln is the most important factor of energy usage in the comparison between several kiln dryers. The temperature drop, renovation, moisture content has the largest impact on the energy usage while looking at an specific saw mill. Other variables that are important are the power of the heat battery, wood specie, vaporized amount of water, the standard variation of the moisture content, and dimension of the wood.

**Key words:** sågverk energiteknik verkningsgrad värmeförbrukning virkestork frekvensomriktare

**SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**  
SP Technical Research Institute of Sweden

SP Rapport 2011:41  
ISBN 978-91-86622-71-8  
ISSN 0284-5172  
Stockholm 2011

# Innehållsförteckning

<b>Abstract</b>	<b>3</b>
<b>Innehållsförteckning</b>	<b>4</b>
<b>Förord</b>	<b>5</b>
<b>Sammanfattning</b>	<b>6</b>
<b>1 Inledning</b>	<b>7</b>
<b>2 Mätstation</b>	<b>7</b>
<b>3 Såghus</b>	<b>8</b>
3.1 Jämförelse mellan elektrisk och hydraulisk stegmatare	8
3.2 Rotreducering och barkning	10
3.3 Kant- och delningssåg	10
3.4 Tryckluftsanläggningar	11
<b>4 Uppmätt värme- och elanvändning för kammartorkar</b>	<b>12</b>
4.1 Värmeanvändning	12
4.2 Elanvändning	14
4.3 Sammanlagd energianvändning	15
4.4 Påverkan av torkhusrenovering	15
<b>5 Uppmätt värme- och elanvändning för 2 zoners kanaltork</b>	<b>16</b>
5.1 Luft - Vattenvärmeväxlare	16
<b>6 Justerverk</b>	<b>17</b>
<b>7 Litteraturförteckning</b>	<b>17</b>
<b>Bilaga 1: Mätningar på mätstation, timmerintag, såghus och justerverk</b>	<b>18</b>
<b>Bilaga 2: Värme och energianvändning för nio kammartorkar</b>	<b>19</b>

## **Förord**

Denna rapport är en del i rapporteringen av Fas 1 av projekt EESI – Energieffektivisering i sågverksindustrin, som pågått från januari 2010 till juni 2011. Rapporten är skriven främst för sågverkens personal, både i ledning och operativa funktioner.

Rapporten beskriver energiläget i den svenska sågverksindustrin. Energianvändningen i de olika processtegen i sågverksproduktionen beskrivs.

Projektet är finansierat av Energimyndigheten och deltagande industrier, som varit Bergs Timber AB, Bergkvist-Insjön AB, Norra Skogsägarna, Norrskog, SCA Timber AB, Blyberg Sveg Timber, AB Siljan Timber AB och Swedwood.

Arbetet har utförts av SP Energiteknik, SP Träteknik och de deltagande industrierna.

## Sammanfattning

Syftet med projekt EnergiEffektivisering i SågverksIndustrin, EESI är att visa att det är möjligt att minska energianvändningen med 20 % i den svenska sågverksindustrin. Ett av delmålen i första fasen av projektet är att göra några exemplifierande energianvändningsstudier för att finna områden med den största förbättrings potentialen. Denna rapport sammanfattar ett antal utvalda mätningar för energianvändningen hos utrustning med avseende på elenergianvändning vid transport, sönderdelning, sortering och justering samt mätning av värme- och elanvändning hos virkestorkar.

Fokus för mätningarna på transport och sönderdelning ligger mer mot att ge ett index för installerad effekt mot medeleffekt för olika typer av utrustningar. Ett index för medeleffekt i förhållande till installerad effekt ligger på 17 – 34 % för den större delen av installerad utrustning. Enskilda maskiner har ett index upp mot 83 % av installerad effekt, som t.ex. kompressorer, medan t.ex. en rotreducerare kan ha ett index på 4 % av installerad effekt. Mätningarna visar att det finns en stor potential att optimera motordrivningars verkningsgrad utan att påverka kapacitet eller driftssäkerhet.

Vid jämförelse av kammartorkarna från ett flertal sågverk så är den enskilt viktigaste faktorn för energianvändningen vilken torkskötare och tork som sågverket har tillgång till. Ser man till torkar på ett enskilt sågverk så går det att se att temperaturfall över värmebatteriet, renovering och fuktkvoten ut har störst påverkan på värmeförbrukningen. Ytterligare variabler vilka framträder som extra viktiga är effekt över värmebatteriet, träslag, förångad mängd vatten, standardavvikelsen på fuktkvoten, samt dimension på virket.

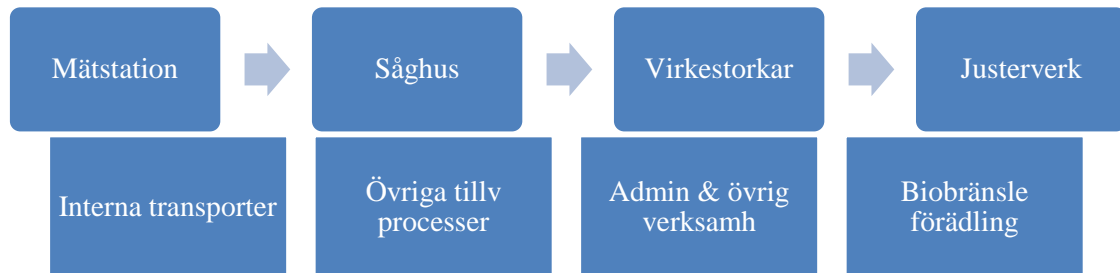
Vid mätningarna av värmeanvändningen hos en vandringstork så illustreras vikten av att välja rätt panna och/eller koordinering av torkprocess och pannskötsel.

# 1 Inledning

Målet med denna rapport är att sammanfatta ett antal av de mätningar som har gjorts av de i projektet medverkande sågverken. Mätningarna har gjorts i valda delar av sågverken, från mätstation till justerverk. Ett mål med studien är att ge uppskattningar på använd effekt i förhållande till installerad effekt inom olika delar av sågen. Ett annat mål är att jämföra energianvändningen hos utrustningar i olika sågverksanläggningar. Rapporten behandlar i huvudsak två områden.

- Energianvändning vid transport och sönderdelning av ämnen från mätstation till justerverk.
- Värme- och elanvändning hos torkar.

För området transport och sönderdelning ligger fokuset mer mot att ge ett index för olika utrustningar, medan fokuset på torkarna ligger mer i att hitta vilka parametrar som har störst påverkan på energianvändningen. Resultaten delas in i samma grupper som i energimodellen (Olsson, Lycken, Nordman, Räftegård, Andersson, & Wamming, 2011) enligt Figur 1 nedan:



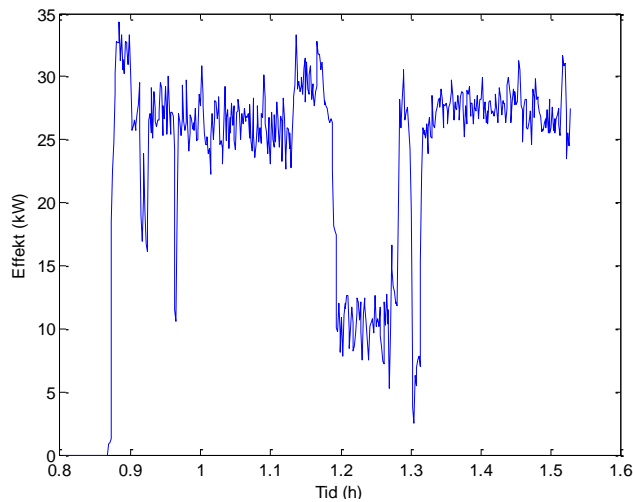
**Figur 1: Modell över sågverk.**

I fallet med sönderdelning och transport av ämnen så är mätningarna av elanvändningen gjorda både på enskilda maskiner och på kompletta maskingrupper. Var mätningarna är gjorda beror mycket på åtkomlighet och ålder på utrustningen som har analyserats. För att få en uppfattning om verkningsgraden på en anläggning eller utrustning så har förutom den aktiva medeleffekten, även den reaktiva effekten,  $\cos \phi$  vid normal last och tomgångseffekten redovisats.

## 2 Mätstation

Den största energianvändarna på en mätstation är transporten av timmer, från timmerbord till sorteringsfack. Valet av drivning på transporten varierar med avseende på applikation, leverantör och ålder. Eftersom massan och tröghetsmomenten från utrustningen är högre än det från materialet så driften är förhållandevis kontinuerlig. Det finns därigenom en stor möjlighet att optimera denna utrustning med avseende på energianvändning.

Utrustningen är dock exponerad för utomhusmiljö, med bland annat kraftiga variationer i temperatur, vilket gör att en viss överdimensionering av drivningarna krävs för att kompensera för variationer i lossrivningsmomenten, det vill säga det moment som definieras av systemets interna friktion och tröghet som måste övervinnas för att starta utrustningen.



**Figur 2: Mätstation, timmersorteringsbana och transport.**

I Figur 2 går det att se att utrustningen drar runt 34 kW i startögonblicket (något filtrerat värde) för att sedan gå ner till en medeleffekt på 27 kW under drift. Verkningsgraden på utrustningen, med ett  $\cos \varphi$  på 0,80, ligger bättre till än många andra delar av sågverkens anläggningar. Det går dessutom att se en aningen hög tomgångseffekt på 11 kW hos mätstationen. Däremot är den aktiva effekten i förhållande till den installerade effekten ganska låg, i detta fall mellan 8 och 15 %.

### 3 Såghus

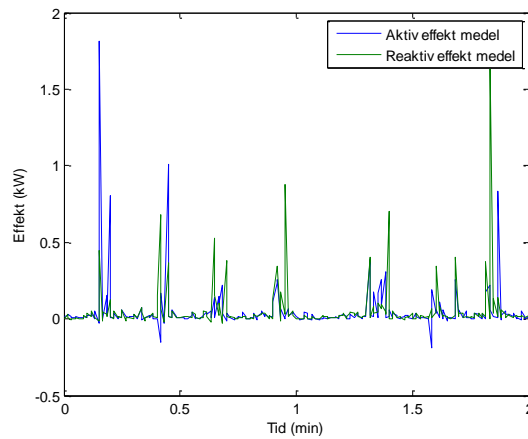
Såghuset är i modellen indelat i fyra olika underkategorier: barkning inklusive timmerintag, transport och rotreducering, sönderdelning av stocken till färdiga produkter, råsortering och ströläggning. Naturligtvis tillkommer det en mängd övriga energikonsumenter som till exempel transport av sågad vara, bark, spån och flis, barkhugg, flishugg, spånsugar, tryckluft, etcetera. En sammanställning av mätningarna går att finna i Bilaga 1: Mätningar på mätstation, timmerintag, såghus och justerverk.

Första delen i såglinjen är att mata på och eventuellt vända stocken. Stegmatrare levereras idag vanligtvis med servodrivning, och för att se vilken skillnad det är mellan en ny servodrivning och en hydraulisk motsvarighet så gjordes mätningar på två anläggningar med stegmatrare som har ungefär samma prestanda men olika drivmetoder.

#### 3.1 Jämförelse mellan elektrisk och hydraulisk stegmatrare

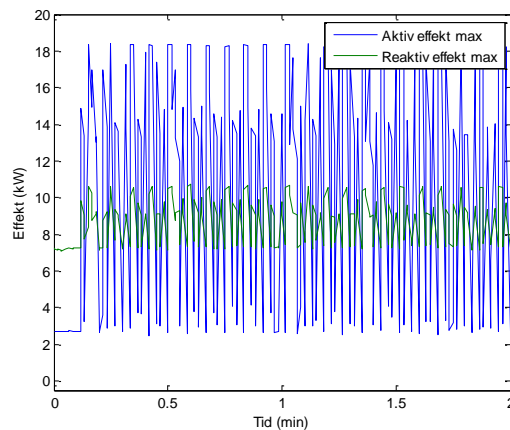
En mätning gjordes på en hydraulisk och en elektrisk stegmatrare på två olika verk för att se hur verkningsgraden förhåller sig mellan dessa, men även för att se vilka förbättringspotentialer som finns i ett elektriskt respektive ett hydrauliskt system. Stegmatarna hade ungefär samma lyfthöjd och taktid. Ser man till medeleffekten så hade den hydrauliska stegmataren en aktiv medeleffekt på 8,5 kW medan den elektriska motsvarigheten hade en aktiv medeleffekt på 0,2 kW. Båda installationerna hade en betydande mängd reaktiv effekt, i dessa fall var de 85 % respektive 123 % av den aktiva effekten. I fallet med elektrisk motordrift, vilket illustreras i Figur 3, så är detta direkt relaterat till dess arbetssätt. Om den reaktiva effekten ska reduceras så går det att göra genom att modifiera motor - frekvensomriktarkombinationen. Vid jämförelse av diagrammen i Figur 3 och Figur 4, notera att det är olika skalor på y-axeln.





**Figur 3: Aktiv vs reaktiv effekt för elmotor driven stegmatare.**

Om vi tittar på den hydrauliska stegmataren i Figur 4 så ser vi att denna har ett ganska ojämnt uttag över tiden, även om den reaktiva effekten är lägre. Detta beror på att hydraulsystemet är dimensionerat efter maxanvändningen, det vill säga pumpen arbetar för fullt endast när cylindrarna har maxhastighet, resten av tiden cirkulerar oljan tillbaka till tanken.



**Figur 4: Aktiv vs reaktiv effekt för hydraulisk stegmatare.**

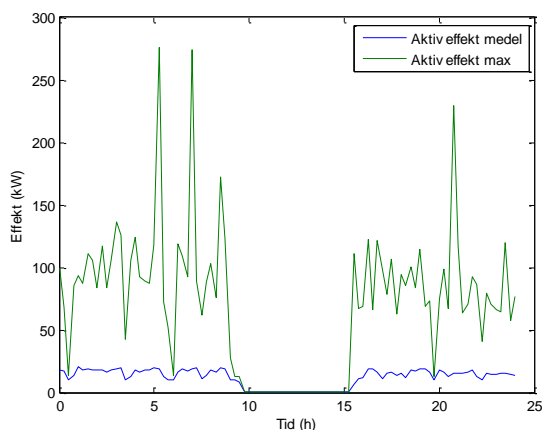
Som exempel kan vi anta en stegmatare med en cykeltid på 5 s. Stegmataren drivs av två linjära hydraulcylindrar, där en cylinder gör ett slag på 1,5 s (kraft = 23,6 kN/cylinder). Detta ger ett momentant oljebehov för cylindern på 90 l/min, eller en elektriskt installerad effekt på 18,5 kW.

Den genomsnittliga energianvändningen hos ett hydrauliksystem med intermittent drift, såsom i fallet av stegmataren, går att minska drastiskt genom att installera ackumulatörer. Om en ackumulator på ca 4 l installeras i exemplet ovan, så minskas deplacementet på hydraulpumpen till 26 l/min, motsvarande en installerad motoreffekt på 5,5 kW. Detta motsvarar att det går att reducera antalet eller minska storleken på hydraulaggregaten med 2/3.

På lång sikt är det mest lönsamma alternativet att ersätta en hydraulisk drift med en elektrisk motsvarighet, men det går att tjäna in en uppgradering av ett existerande hydraulsystem, med hjälp av en ackumulator, på ca 2-5 år.

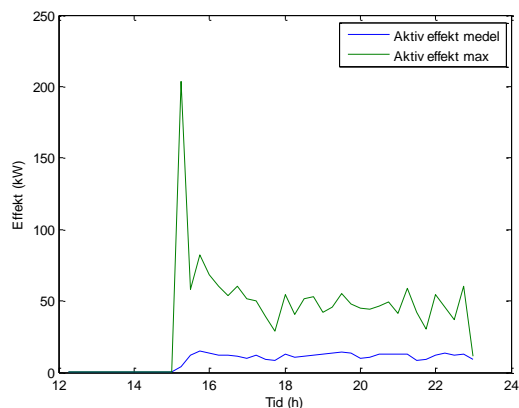
## 3.2 Rotreducering och barkning

Barkningen och rotreduceringen kräver betydligt högre effekter än de flesta andra motorer på sågverket. Speciellt erfordrar de höga startströmmar på grund av stora tröghetsmoment, samt att de är utsatta för momentana toppeffekter vid speciellt tunga laster. Om man, som exempel tar en barkhugg, så har den i medeltal en ganska låg medeleffekt, 16 kW, med hög reaktiv effekt, 29 kW, vilket leder att denna i medeltal har en lågt  $\cos \phi$  på 0,44 (Figur 5). Däremot så arbetar denna utrustning momentant mycket nära sin installerade motoreffekt



Figur 5: Aktiv, max- och medeleffekt för barkhugg.

Samma fenomen går att se i Figur 6, som visar rotreduceraren. I detta fall är medeleffekten 13 kW med ett medelvärde på effektanvändningstopparna på 64 kW och några få toppar med effekter närmare 200 kW. Här finns det fortfarande en ganska stor marginal till den installerade effekten som är 360 kW. I snitt använder rotreduceraren 4 % av installerad effekt och barkningen 17 % till 31 %, av installerad effekt beroende på anläggning och installerad transport- och kringutrustning.

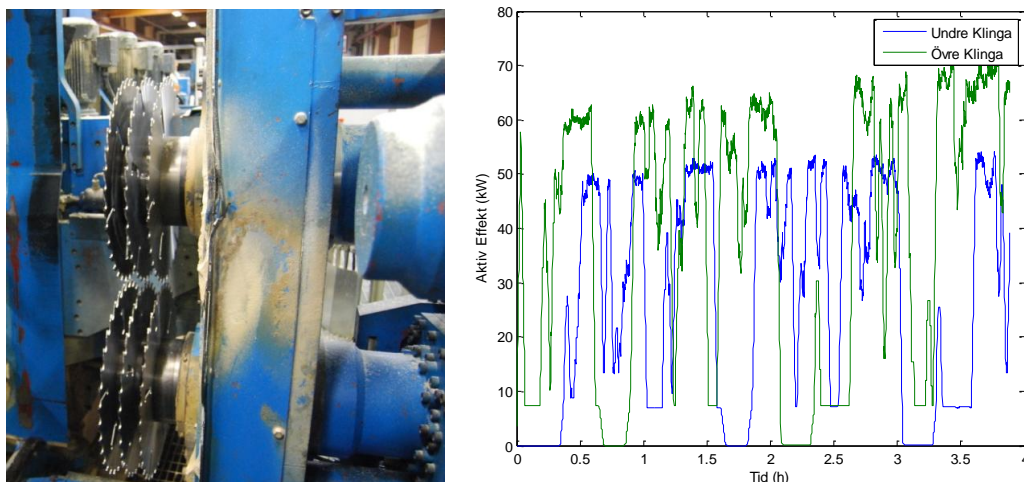


Figur 6: Aktiv max och medeleffekt för rotreducerare.

## 3.3 Kant- och delningssåg

Kant- och delningssågarna har under drift ett ungefärligt medeleffektuttag på 22 till 28 % av installerad effekt (160-200 kW), se Figur 7, men med samma installerade effekt, timmerklass, postning och bearbetningshastighet så fås en ganska likartad energianvändning mellan de olika delningssågarna på olika verk. Dock skiljer den reaktiva effekten kraftigt mellan de olika installationerna. En sammanställning av mätningarna på mätstation, timmerintag, såghus och justerverk är beskrivet i Bilaga 1. Variationer i timmerklass kan till

viss del förklaras att olika timmerklasser och postningar används, men större andel reaktiv effekt är mest troligt beroende på valet av frekvensomformare.

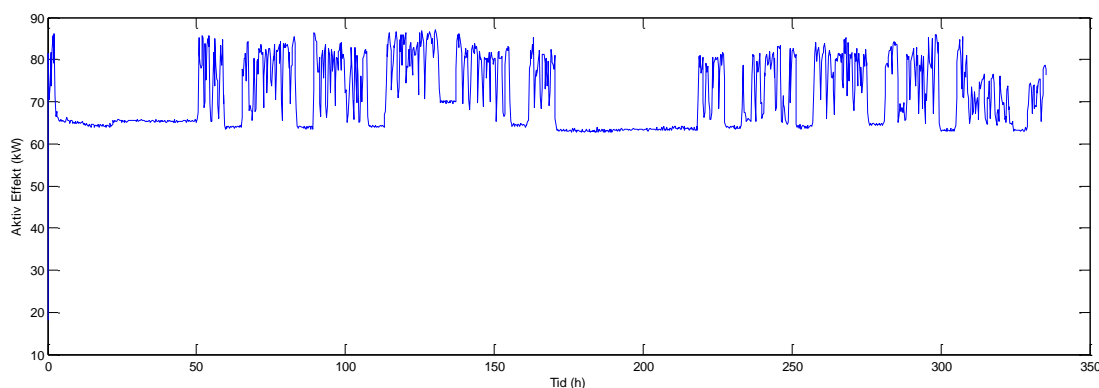


**Figur 7: Delningssåg och filtrerat effektbehov för övre respektive nedre motor.**

Ett intressant resultat från mätningarna är att se hur effektbehovet ökar med slitaget av sågklingan (Figur 7). Detta är särskilt tydligt på den övre av motorerna, grön kurva, där effektbehovet ökar från 60 till 70 kW under 4 timmars drift. Det är samma timmerklass och postning under hela passet.

### 3.4 Tryckluftsanläggningar

Kompressorer är oftast en viktig energianvändare i de flesta automationsapplikationer och i sågverksindustrin i synnerhet. I ett av de studerade sågverken försörjer en 90 kW kompressor barkmaskin, såglinje och två råsorteringar med tryckluft. Kompressorn är väldimensionerad för sin användning, med tanke på att den arbetar nära sin maxeffekt under arbetsskiftet. Tomgångseffekten är på ca 65 kW och kompressorn är aktiv även under kvällar och helgar, se Figur 8. Samma förhållande mellan maxeffekt och tomgångsanvändning kan hittas i ett annat sågverk, där en 45 kW kompressor försörjer justerverket med tryckluft. Kompressorn till justerverket har en tomgångseffekt på 21 kW, det vill säga ungefär lite knappt hälften av maxeffekten på kompressorn.



**Figur 8: Energimätning på 90 kW kompressor för såglinja och råsortering.**

Om inte tomgångseffekten är direkt kopplad till motorstyrningen hos kompressorn så går det att hitta stora besparingar i förbrukare under ”tomgång”. Som exempel på påverkan av läckage, så hade en kapsåg ett litet läckage i luftberedningen. Detta läckage ökade tryckluftkonsumtionen under tomgång, under kvällar och helgar, från 200 l/h till 550 l/h vid 7 bars tryck, eller ökandet av antal starter av kompressorn från 1 till 2,75 per timma.

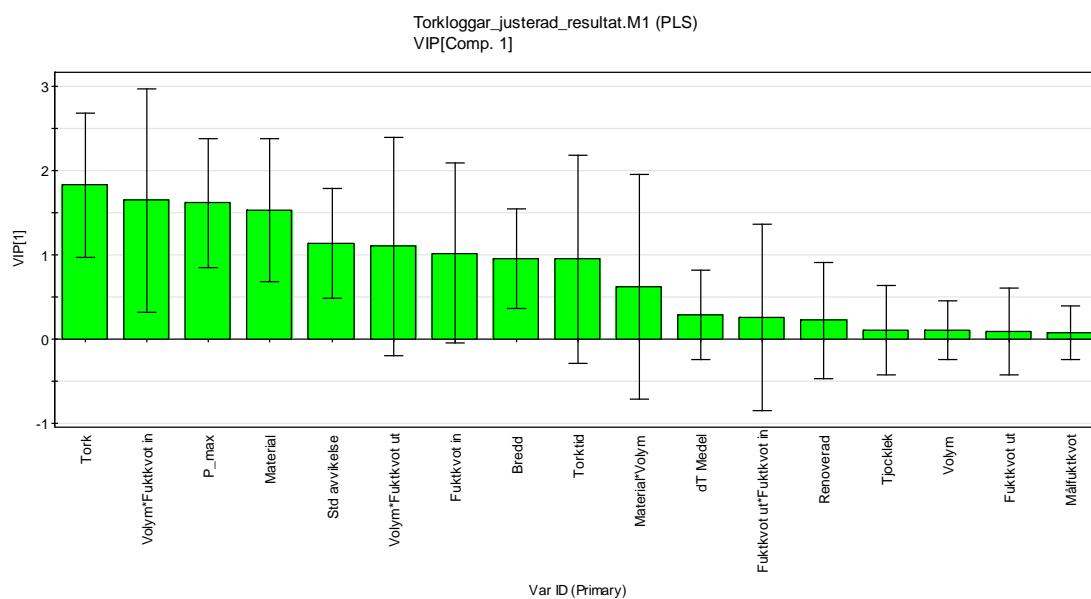
## 4 Uppmätt värme- och elanvändning för kammartorkar

Sammanlagt 40 mätningar gjordes på 5 sågverk och 9 kammartorkar med varierande volymer och ingående material. Till 15 av dessa mätningar så finns elanvändningen på cirkulationsfläktarna uppmätt och för ytterligare 15 mätningar finns loggar på torkarna. Inparametrarna samt deras resulterande energianvändning går att finna i Bilaga 2: Värme och energianvändning för nio kammartorkar.

En flervariabel PLS-analys gjordes i SIMCA-P+ 11 för att finna vilka värden i indata som har störst inverkan på värme- och elanvändningen per kubikmeter torkat virke i kammartorkar (umetrics, 2011). Detta går att illustrera i ett VIP-diagram (Variable Importance for the Projection). Diagrammet summerar betydelsen av variablerna, både för att förklara variationerna i x-variabeln (t.ex. bredd) och hur denna korrelerar till y-variabeln (t.ex. kWh värme/m<sup>3</sup>). VIP värden över 1 markerar viktiga x-parametrar. Värden under 0,5 indikerar att x-värdet är mindre viktigt.

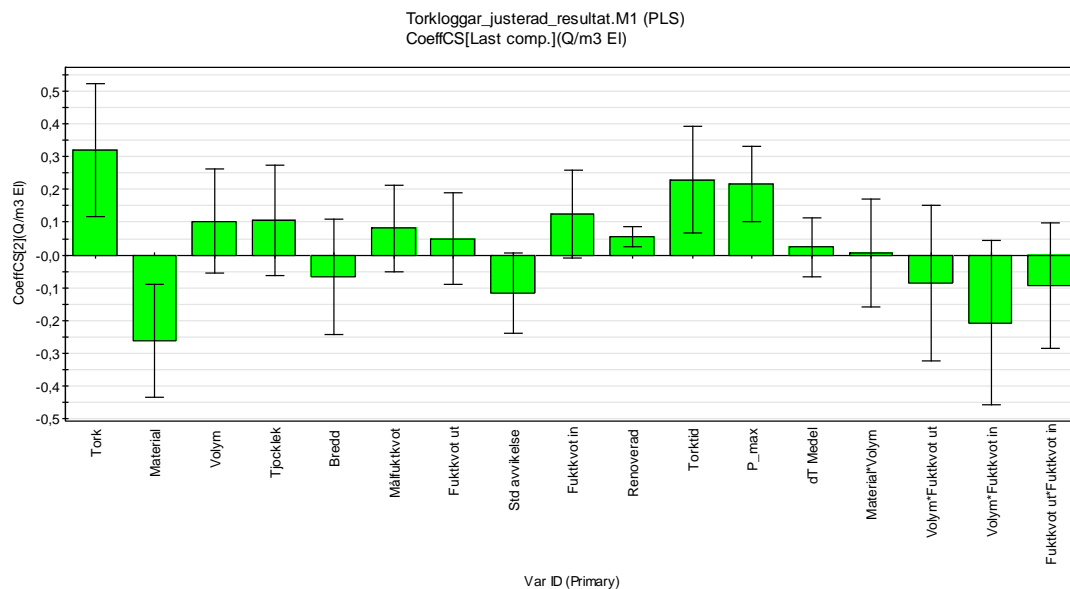
### 4.1 Värmeanvändning

Om vi kikar på vilka variabler som är viktigast för värmeanvändningen i ett VIP-diagram så får man fram variablerna illustrerade i Figur 9.



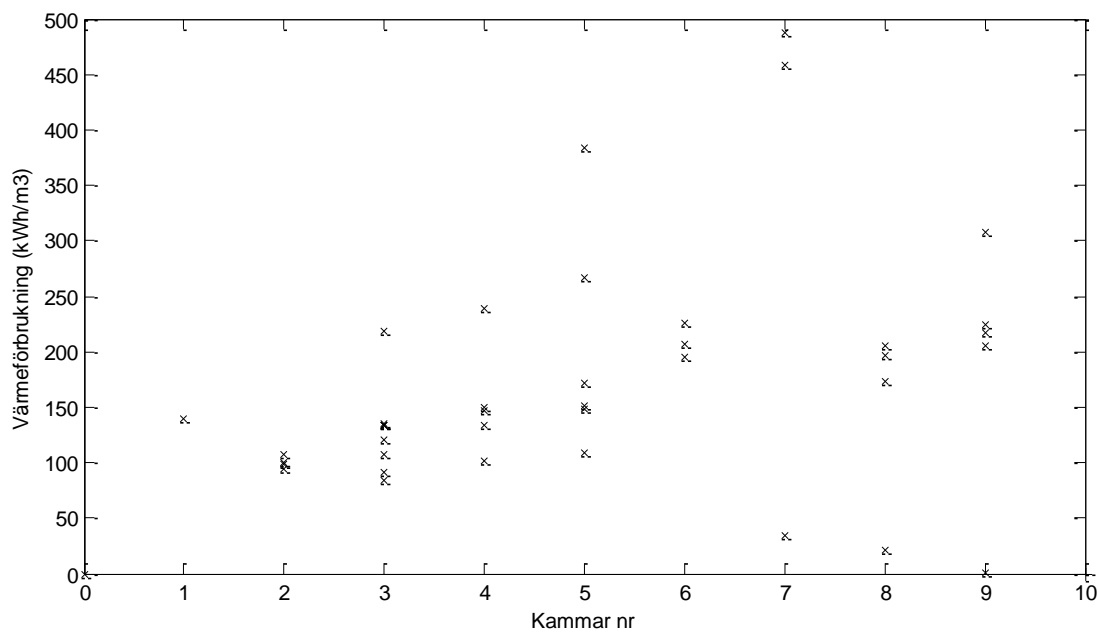
**Figur 9: VIP diagram för värmeenergiförbrukning per kubikmeter för samtliga sågverk.**

Sju x-variabler framträder som extra viktiga. Vilken tork som används, maxeffekt på värmebatteriet, material (träslag, furu eller gran), bortkokad mängd vatten i form av volym multiplicerat med fuktkvot, standardavvikelsen på fuktkvoten, samt bredden på virket. Om man ser på samma värden i ett koefficientdiagram så ser det ut enligt Figur 10.



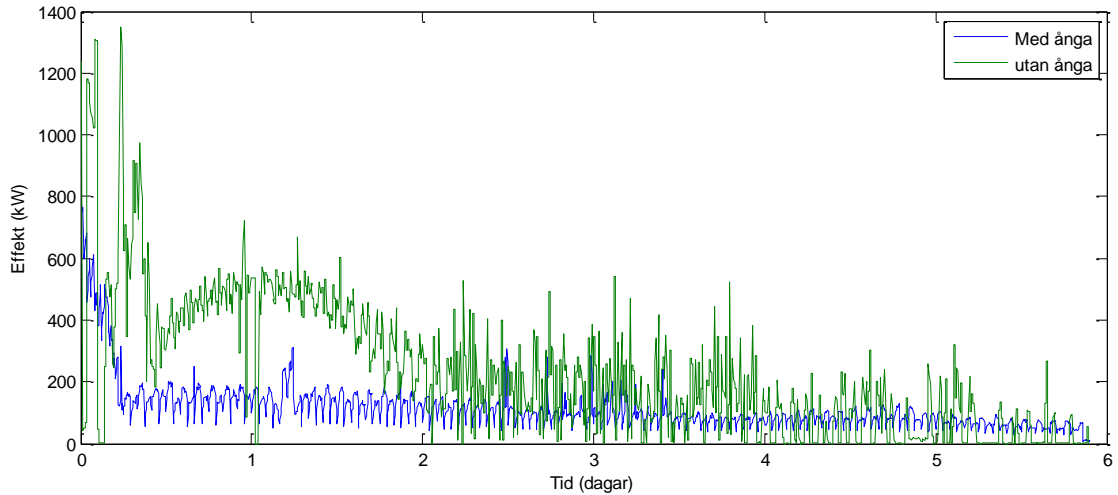
**Figur 10: Koefficient diagram för värmeanvändning per kubikmeter.**

Den enskilt viktigaste faktorn för energianvändningen är torken, dvs torktyp, -individ, volym, mm. En fördelning i energianvändningen går att se i Figur 11.



**Figur 11: Värmeanvändning för respektive kammartork.**

Enligt VIP diagrammet går det att se att maxeffekten har en stark påverkan. Detta kan bero på att ett av sågverken utnyttjade sig av ånga för att värma upp virke och kammare (kammare 2 och 3). Detta går att se på att dess påverkan försvinner när man analyserar en enskild tork såsom den i Figur 12.

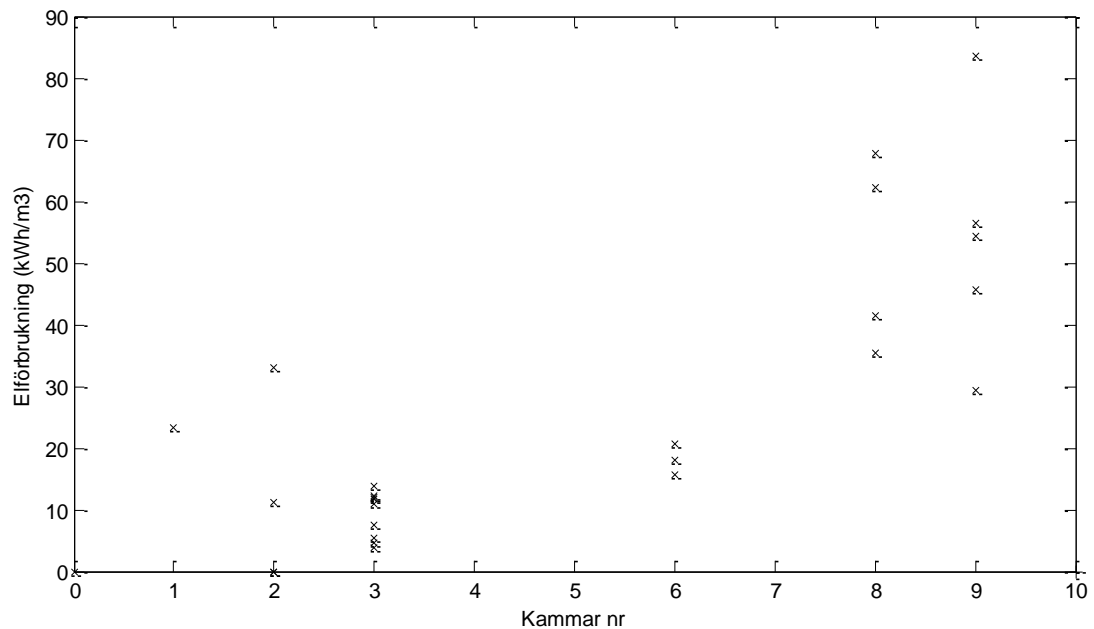


**Figur 12: Energianvändning i kammartorkar med och utan ånga.**

Skillnaden i värmeanvändning för en tork som torkar ca 100 kubikmeter  $50 \times 125 \text{ mm}^2$  plank är 133 kWh mot 216 kWh per kubikmeter, med minst värmeanvändning om man använder ånga för basning.

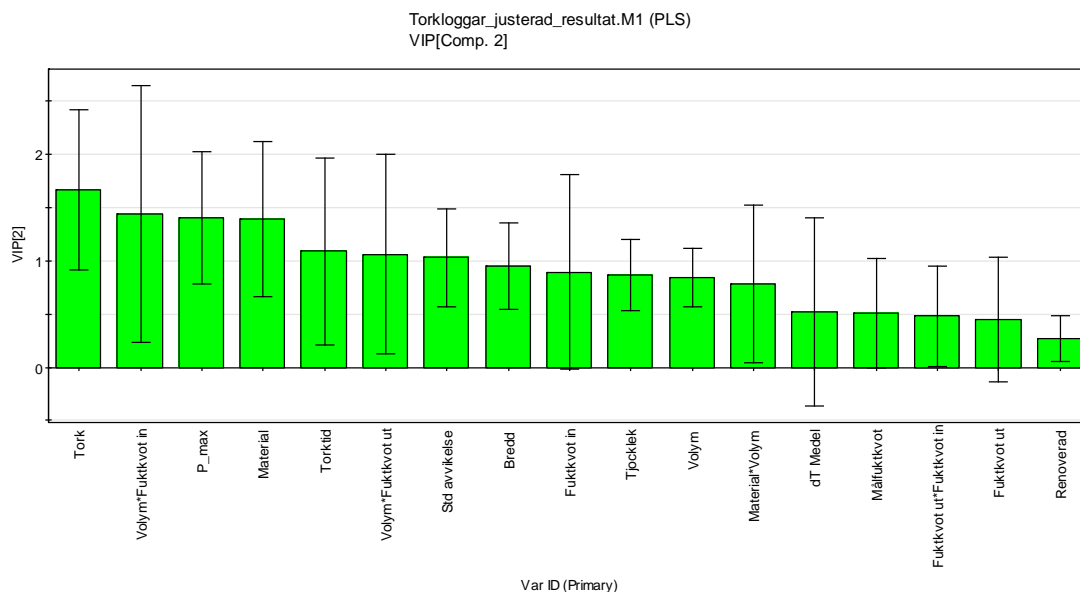
## 4.2 Elanvändning

Elanvändningen mellan de olika kamrarna är något varierande. Det bör noteras att fläktarna för kammare 8 och 9 antas gå med konstant varvtal med 37 kW respektive 57,6 kW. I Figur 13 syns elanvändningen för respektive kammare.



**Figur 13: Elanvändning för respektive kammartork.**

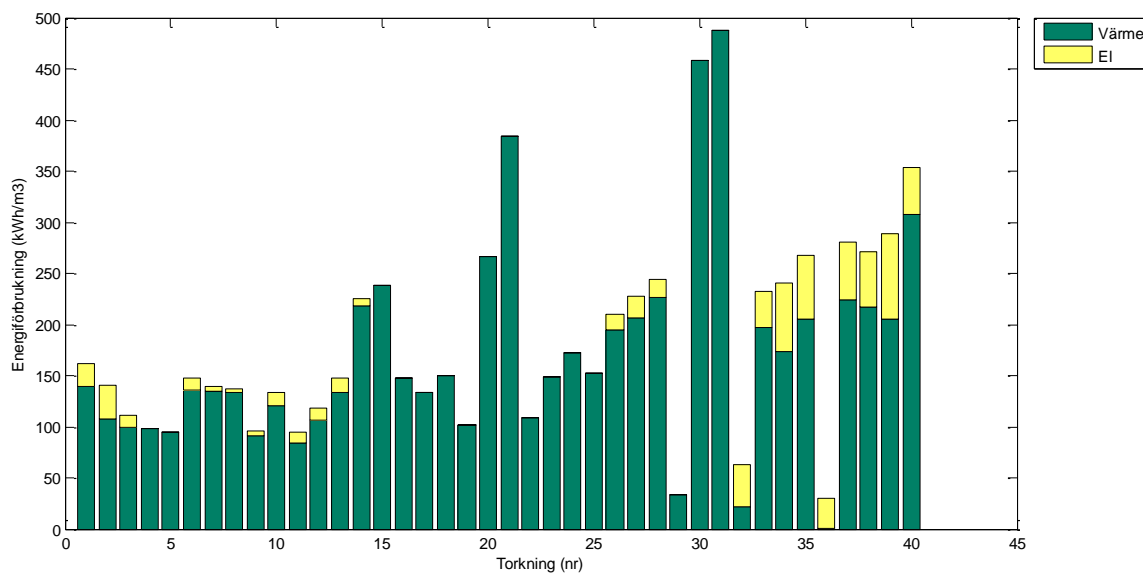
Om man studerar de variabler som är viktigast i ett VIP-diagram (Figur 14) så finner man att torken, borttorkat vatten och träslag, men även torktiden är de viktigaste parametrarna för energianvändningen. Endast kammare 1 hade nedvarning av fläktarna, i detta fall efter ca 2 dagar.



Figur 14: VIP- diagram för elanvändning per kubikmeter på ett sågverk.

### 4.3 Sammanlagd energianvändning

Av de mätningar som har gjorts så har virkestorkarna en medelanvändning på 197 kWh/m<sup>3</sup> sammanlagd energianvändning, både el och värme. Extremvärden över 400 kWh eller under 50 kWh per kubikmeter kan som tidigare nämnts förklaras med torkning av väldigt små virkesvolymen i förhållande till torkkammaren eller eftertorkning av virke.



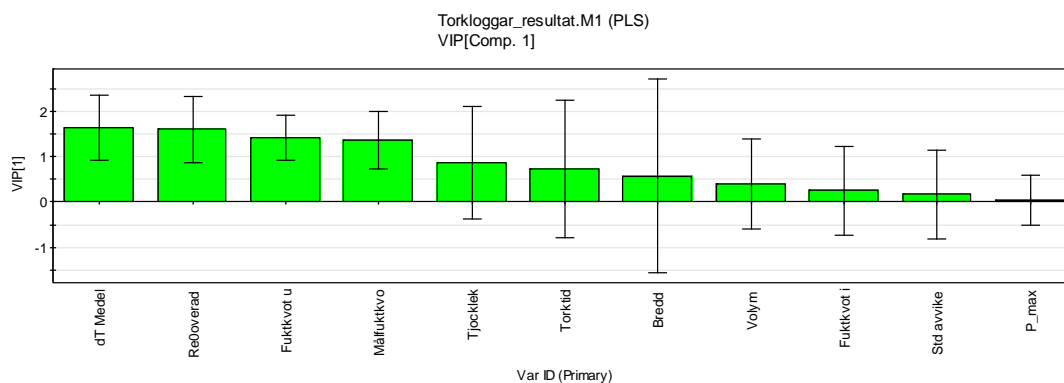
Figur 15: Energianvändning för kammartorkar.

### 4.4 Påverkan av torkhusrenovering

En av frågeställningarna i projektet var att se vilken påverkan som renovering av en kammartork har för värmeanvändningen. En renovering skedde av en kammartork på ett av sågverken med renovering av portarna samt viss tätning. Torksatsen basas med hjälp av ånga. En energimätning gjordes på en renoverad kammartork och jämfördes med en likartad kammare i samma torkhusgrupp som inte hade genomgått renovering. Om man tittar på de VIP-parametrar som mest påverkar värmeanvändningen i kammartorkarna på



sågverket så går det att se att delta T (temperaturfall över värmebatteriet), reovering och fuktkvoten ut har störst betydelse (Figur 16).

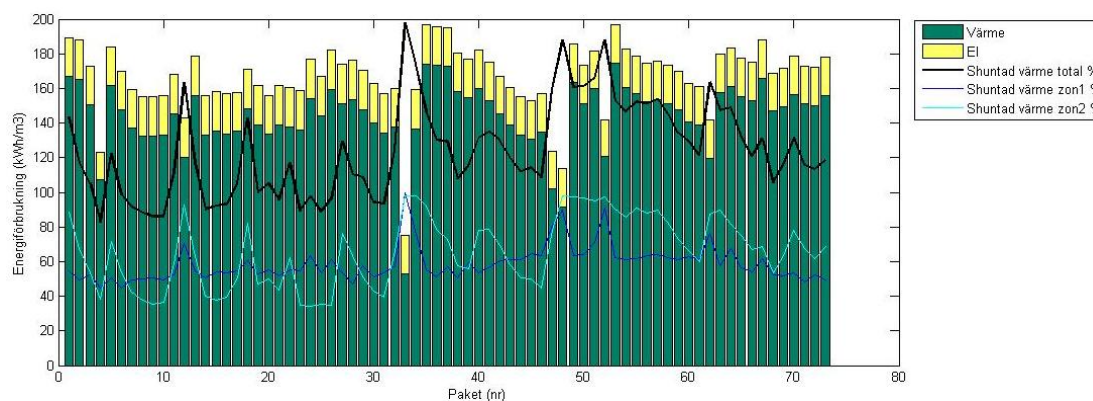


Figur 16: VIP diagram för värmeenergianvändning per kubikmeter för kammartork.

Reoveringen av torkarna gav i snitt en besparing på 28,6 kWh/m<sup>3</sup> med en genomsnittsanvändning på 100 kWh/m<sup>3</sup> efter reoveringen vid torkning av gran. Även om det är många osäkerhetsfaktorer i mätningarna så ger detta en indikation på att det är en mycket kort pay-off tid för en reovering av en kammartork. Man bör även ha i åtanke att en reovering även kan ge bättre torkresultat genom att torkstyrningen fungerar bättre.

## 5 Uppmätt värme- och elanvändning för 2 zoners kanaltork

En värme- och elmätning gjordes på en 2-zoners kanaltork på ett sågverk. Kanaltorken var försedd med en luft-vattenvärmeväxlare på frånluften. En mätning på värmeväxlaren gjordes för att få en uppskattning av dess verkningsgrad. Det går i huvudsak plank med dimensionen 50 x 95 mm<sup>2</sup> genom torken, med satsningar var tredje timma. Energianvändningen i Figur 17 visar på en jämn och bra torkning över tiden, med ganska låg värme- och elanvändning. Det inträffar dock ett temperaturfall varannan eller var tredje dag när båda shuntarna öppnar för fullt, men torken ändå inte får tillräcklig tillförsel av värme. Detta beror på att pannan måste eldas ned varannan eller var tredje dag, med medföljande värmeförlust.



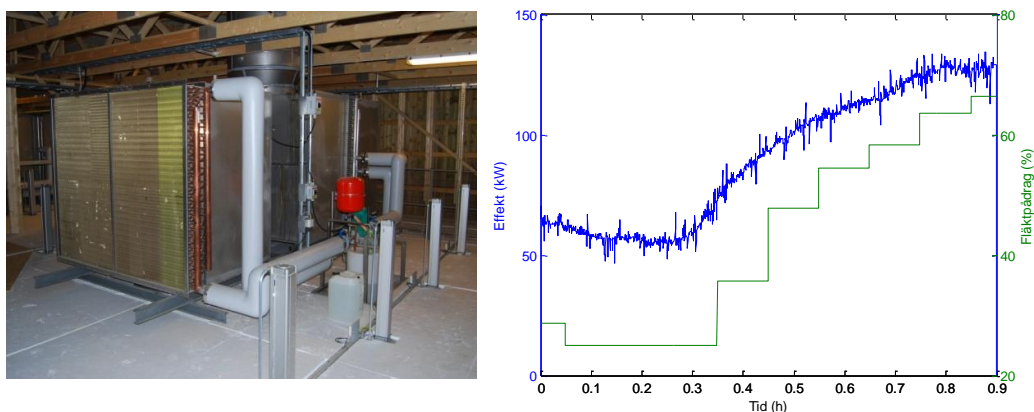
Figur 17: Energianvändning vs utstyrning för vandringstork.

### 5.1 Luft - Vattenvärmeväxlare

Den tidigare nämnda kanaltorken är försedd med en luft-vattenvärmeväxlare. Den evakuerade luften förvärmer torkens tilluft, vilken passerar vindsutrymmet enligt Figur 18. En



mätning av energiutbytet för värmeväxlaren gjordes under en timma, och visade på ett värmeutbyte på 120 kW vid en värmeanvändning på 1100 kW för torken. Om man ser på temperaturen på vattnet på den varma sidan av värmeväxlaren så ligger detta på ca 50°C. För att hålla ett kontrollerat klimat i torken så måste den evakuerade mängden luft styras ganska kraftigt över tiden men i medeltal så är fläktpådraget för evakueringsfläkten ca 57 % och öppningen av spjället är i samma storleksordning. Vid detta evakueringsflöde är verkningsgraden runt 10 % för denna värmeväxlare.



**Figur 18: Luft-vattenvärmeväxlare och återvunnen effekt i förhållande till evakueringspådrag.**

En grov mätning gjordes av frånluftsflödet från värmeväxlaren med hjälp av en Compu-flow Thermo-Anemometer GCA-65P. Nio mätvärden gjordes på frånluftstrumman vid ett fläktpådrag på 50 - 60 %, vilket gav ett medelflöde på 1,4 m<sup>3</sup>/s vilket motsvarande en teoretisk bortventilerad effekt på 570 kW före värmeväxlaren med klimatdata på den evakuerade luften. De uppmätta värdena på den ventilerade luften är mycket approximativa och ska bara användas som en referens. Temperaturen låg runt dagpunkten och en stor del av vattnet i frånluften kondenserade ut och rann ut genom dräneringen. En fördel med värmeväxlaren är att denna kraftigt dämpar ljudet från frånluftsfläkten. Eftersom den fuktiga frånluften kan bära mycket mer energi än den kalla tilluften, är det inte möjligt att återvinna mer än 10 - 20 % av energin genom växling mot torr luft.

## 6 Justerverk

Ett äldre justerverk i ett av de deltagande sågverken har ett medeleffektuttag på 121 kW under drift, exklusive kompressorer, vilket motsvarar en medeleffekt på 33,6 % av installerad effekt. Om man ser till transportörer, kapar, sortering, belysning, läggare, paketering etcetera, så är medeleffekten i förhållande till installerad effekt något högre, upp emot 40 %, medan det är något lägre för huggar och andra applikationer, som har en mer intermittent drift.

## 7 Litteraturförteckning

Olsson, M., Lycken, A., Nordman, R., Räftegård, O., Andersson, J.-E., & Wamming, T. (2011). *Dokumentation till sågverksmodellen inom projekt EESI (EnergiEffektivisering i SågverksIndustrin)*. Borås: SP Rapport.

umetrics. (den 23 06 2011). *umetrics*. Hämtat från SIMCA-P+: <http://www.umetrics.com/simca> den 27 06 2011

# Bilaga 1: Mätningar på mätstation, timmerintag, såghus och justerverk

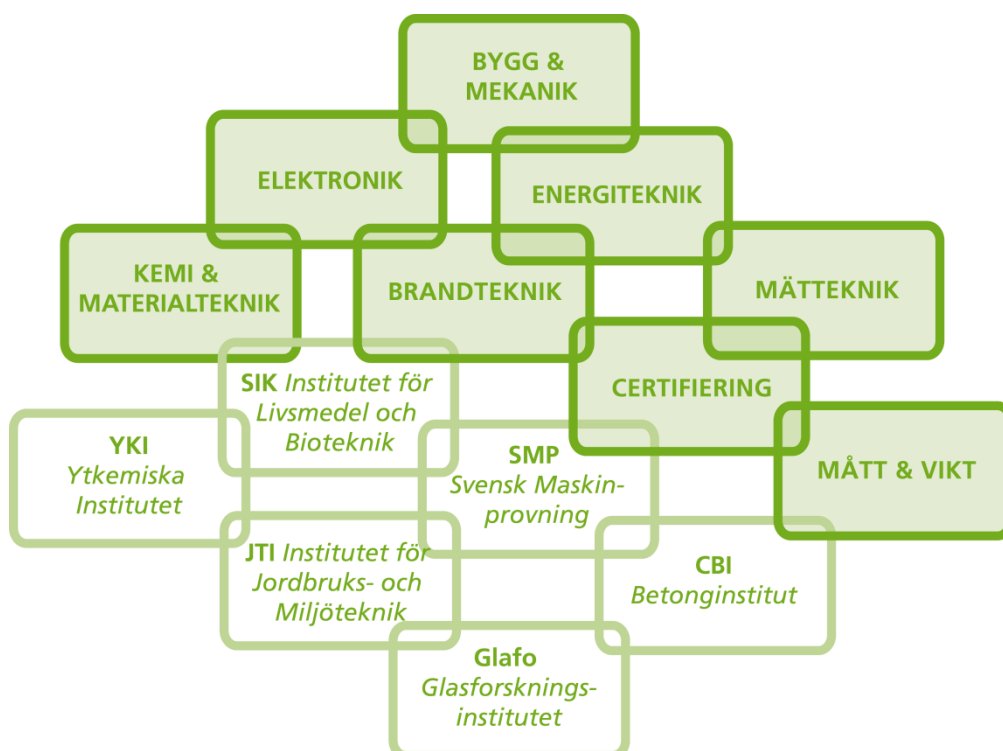
Såg	Del	Detalj	Drifteffekt			Tomgångseffekt		Installerad effekt tot	Andel reaktiv effekt	Aktiv i % av inst effekt	Tomgångstid
			Aktiv	Reaktiv	Cos Phi	Aktiv	Reaktiv				
5	Mätstation	Bevattningspump	100,6	47,0	0,9			127,0	47%	79%	0%
5	Mätstation	Mätstation	36,0	14,1	0,7			234,9	39%	15%	
4	Mätstation	Timmerbord till timmersortering	26,8	5,8	0,8	11,1	4,4	321,0	22%	8%	
6	Timmerintag	Stegmatore hydraulisk	14,0	9,4	0,8	4,8	7,7	18,5	67%	76%	60%
7	Timmerintag	Stegmatore elektrisk	0,2	0,2	0,5	0,0	0,0	88,0	123%	0%	0%
3	Timmerintag	Timmerintag	130,4	78,5	0,8	53,1	55,5	1135,9	60%	11%	28%
3	Timmerintag	Barkhantering	51,9	108,5	0,4	16,9	21,3	263,0	209%	20%	18%
3	Såghus	Övre centrumsåg	64,5	98,4	0,4				153%		
6	Såghus	Belysningscentral	34,6	26,9	0,8				78%		
6	Såghus	Såglina Transportörer, bandsågar, brädavskiljare reducerare	256,5	292,8	0,6	164,4	214,8	1106,0	114%	23%	64%
6	Såghus	Barkhus	26,3	5,7	0,7			85,0	22%	31%	
6	Såghus	Barkhugg	16,2	29,1	0,4			97,7	180%	17%	
6	Såghus	Rotreducerare	13,3	14,8	0,6			360,0	111%	4%	
5	Såghus	Gamla reducerarna	89,6			15,4		264,0	0%	34%	31%
8	Såghus	Delningssåg	44,7	76,8	0,4	0,0	0,0	160,0	172%	28%	0%
8	Såghus	Delningssåg höger övre	42,7	76,2	0,4	0,0	0,0	160,0	178%	27%	0%
8	Såghus	Delningssåg höger undre	41,4	75,7	0,4	0,0	0,0	160,0	183%	26%	0%
9	Såghus	Delningssåg höger övre	44,1	8,3	1,0	0,0	0,0	160,0	19%	28%	0%
9	Såghus	Delningssåg höger undre	35,9	6,7	1,0	0,0	0,0	160,0	19%	22%	0%
10	Såghus	Kompressor Barkmaskin, såglina, 2 justerverk	74,9	43,9	0,8	63,7	42,3	90,0	59%	83%	33%
4	Justerverk	Avströning flishugg S1F	22,0			6,1		111,7	0%	20%	79%
4	Justerverk	Paketläggare S7AC	14,0			6,8		139,2	0%	10%	29%
5	Justerverk	Kompressorer justerverk T8 F1A7	26,4	20,0	0,7	10,9	12,8	45,0	76%	59%	45%
10	Justerverk	Avströning, transportörer, kapar, sortering, hugg, belysning.	68,9	64,3	0,7	21,3	7,2	222,0	93%	31%	15%
10	Justerverk	Undervåning - transportörer, läggare, läggare och paketering.	53,5	41,5	0,8			138,0	78%	39%	0%

## Bilaga 2: Värme och energianvändning för nio kammartorkar

Såg	Tork	Material furu/gran	Volym m <sup>3</sup>	Tjocklek mm	Bredd mm	Fuktkvot ut %	Std avvikelse %	Fuktkvot in %	Renoverad y/n	Torktid Timmar	Q Värme kWh	Q EI kWh	Q Värme kWh/m <sup>3</sup>	Q EI kWh/m <sup>3</sup>	P_max kW	dT C
1	1	furu	99	50	150	17,5	1,3	54,3	y	89,4	13773	2311	139	23	504	29,2
2	2	gran	148	63	100	17,5	1,4	65,0	y	164,0	15940	4901	108	33	805	5,8
2	2	gran	117	30	200	15,9	1,0	65,0	y	49,6	11635	1295	100	11	916	13,8
2	2	gran	89	32	175	18,0	1,8	90,0	y	49,3	8752	0	98	0	875	10,5
2	2	gran	101	42	195	18,0	1,8	80,0	y	53,9	9550	0	94	0	803	10,4
2	3	gran	132	50	200	12,6	2,1	65,0	n	137,4	17981	1598	136	12	649	8,4
2	3	gran	67	21	95	14,1	1,4	90,0	n	30,4	8968	361	134	5	809	18,8
2	3	gran	88	21	95	13,3	1,0	80,0	n	30,2	11752	335	133	4	793	24,4
2	3	gran	131	32	175	14,4	1,1	90,0	n	52,6	11935	612	91	5	803	14,6
2	3	gran	139	63	100	16,3	0,5	65,0	n	165,5	16841	1699	121	12	756	6,8
2	3	gran	137	63	200	18,1	1,1	65,0	n	122,9	11545	1483	84	11	732	7,0
2	3	gran	135	63	100	15,0	0,9	65,0	n	162,1	14433	1577	107	12	657	5,9
2	3	gran	118	50	125	14,2	1,2	65,0	n	142,2	15808	1625	134	14	767	7,5
2	3	gran	147	50	100	15,6	1,7	65,0	n	98,5	32061	1114	218	8	860	21,0
3	4	gran	82	45	100	12,0	0,5	90,0	n	144,5	19624		238		335	4,5
3	4	furu	96	38	100	17,2	1,5	65,0	n	111,7	14111		147		235	4,3
3	4	furu	77	34	127	10,5	1,2	65,0	n	91,6	10318		134		268	3,7
3	4	gran	98	50	100	10,8	1,1	65,0	n	211,5	14620		150		157	3,1
3	4	gran	98	48	125	14,4	1,9	0,4	n	167,9	9987		101		161	2,7
3	5	gran	132	41	95	13,0	0,9	1,2	y	90,8	35249		266		1095	14,3
3	5	furu	117	34	127	10,9	0,9	0,5	y	136,2	44719		384		1895	12,0
3	5	gran	105	50	115	12,5	1,4	0,4	y	111,9	11523		109		384	3,9
3	5	furu	125	38	125	15,3	1,9	0,6	y	76,1	18586		149		1619	9,0
3	5	furu	95	34	127	12,2	1,7	0,5	y	120,2	16350		172		1721	5,1
3	5	gran	115	34	112	11,0	1,0	0,4	y	82,3	17489		152		1461	7,8
4	6	furu	145	38	125	18,5	1,8	64,5	y	88,3	28185	2254	195	16	1317	9,9
4	6	furu	160	44	85	11,1	1,0	64,5	y	162,4	33109	3301	207	21	1326	6,1
4	6	gran	144	33	110	10,0	1,1	0,6	y	122,0	32565	2580	226	18	2004	5,3
5	7	furu	62	32	200	10,0	1,0	14,0	n	49,7	2082		34		274	2,3
5	7	furu	48	19	100	17,0	1,0	90,0	n	67,8	21908		458		936	17,8
5	7	furu	48	19	100	17,0	1,0	90,0	n	78,0	23288		487		1010	16,4
5	8	furu	167	63	150	17,0	2,6	65,0	n	187,7	3570	6947	21	41	22	
5	8	furu	182	63	200	16,3	1,3	65,0	n	173,7	35842	6429	197	35	1301	9,4
5	8	furu	158	77	230	12,0	0,7	65,0	n	288,4	27280	10671	173	68	1274	0,4
5	8	furu	172	75	125	17,2	0,7	65,0	n	290,0	35463	10730	206	62	1294	5,6
5	9	furu	139	32	200	19,1	1,1	65,0	y	70,7	142	4075	1	29	2	0,0
5	9	furu	167	63	150	17,1	1,2	65,0	y	164,2	37471	9456	224	56	1273	7,2
5	9	gran	152	50	125	10,9	0,8	65,0	y	142,7	32877	8222	217	54	1349	1,7
5	9	furu	175	75	150	18,3	1,6	65,0	y	253,9	35925	14626	206	84	1350	4,4
5	9	furu	129	34	127	9,8	0,8	65,0	y	102,8	39821	5923	308	46	1419	12,3

### SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Vi arbetar med innovation och värdeskapande teknikutveckling. Genom att vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling har vi stor betydelse för näringslivets konkurrenskraft och hållbara utveckling. Vår forskning sker i nära samarbete med universitet och högskolor och bland våra cirka 9000 kunder finns allt från nytänkande småföretag till internationella koncerner.



### SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 BORÅS

Telefon: 010-516 50 00, Telefax: 033-13 55 02

E-post: [info@sp.se](mailto:info@sp.se), Internet: [www.sp.se](http://www.sp.se)

[www.sp.se](http://www.sp.se)

Mer information om SP:s publikationer: [www.sp.se/publ](http://www.sp.se/publ)

Bygg och Mekanik

Energiteknik

SP Rapport 2011:41

ISBN 978-91-86622-71-8

ISSN 0284-5172