

Torkhus Energijämförelse i Praktiken -Sävar

Jan-Erik Andersson, Oskar Räftegård

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut



Torkhus Energi Jämförelse i Praktiken - Sävar

Jan-Erik Andersson, Oskar Räftegård

Abstract

Measurements of energy loss through the climate envelope for kilndryers - Sävar

The aim of the project is to compare the energy loss through the climate envelope for three kiln dryers before and after renovation. The renovation consisted of applying an uretan- och ureaprodukton the inside of the kiln dryers to improve the insulation and create a waterproof surface.

Measurements indicates a total reduction of heat loss through the climate envelope of 155 MWh/year for the three kilndryers), under the preconditions that its run 6 000 hours per year and that there is an average temperature difference of 70 °C between the kiln and outdoors.

The two kilns at the end of the group consumed in average 45 kW, respectively (of which 4,2 kW was electricity to the fans). This corresponds to a heat loss of 1,94 W/ m², °C envelope area, including floors, roof, walls, and door. The kiln in the middle of the group consumedless, 15,2 kW (of which 4,2 kW was electricity to the fans). This corresponds to a heat loss of 0,693 W/m², °C

After renovation, the two endkilns consumed in average 34,7 kW. This corresponds to a heat loss of 0,51 W/m², °C. The consumption for the kiln in the middle was 9,9 kW which corresponds to 0,51 W/m², °C. In comparison, it should be noted that a common 200 mm concrete wall with 100 mm of insulation should have a heat loss of 0,3 W/m², °C and a non-insulated concrete wall 1,7 W/m², °C.

Key words: kiln drying, heat loss, renovation, sealing

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
SP Technical Research Institute of Sweden

SP Rapport : 2016:29
ISBN 978-91-88349-33-0
ISSN 0284-5172
Borås

Innehållsförteckning

Abstract	3
Innehållsförteckning / Contents	4
Förord	5
Sammanfattning	6
1 Bakgrund	7
2 Deltagare	7
2.1 Sågverk	7
2.2 Leverantör	7
3 Teori	7
4 Genomförande	8
4.1 Mätutrustning	8
4.2 Beskrivning av kammartorkarna	8
4.3 Försöksupplägg	9
5 Utvärdering/resultat	10
5.1 Värmeenergimätningar	10
5.2 Verifiering av värmemängdsmätaren	11
6 Diskussion	11
7 Slutsats	11

Förord

TEJP är ett av delprojekten inom EnergiEffektivisering i SågverksIndustrin (EESI), som har syftat till att demonstrera att det går att minska energianvändningen i sågverksindustrin med minst 20 % per producerad kubikmeter till år 2020.

EESI delfinansierades av Energimyndigheten och utfördes av SP i samarbete med sexton sågverksbolag och involverade ett tjugotal teknikleverantörer.

Den här rapporten beskriver mätning av energiförluster genom klimatskal på tre kammartorkar hos Norras sågverk i Sävar, varav den ena kammaren renoverats av DryTec. Syftet med demonstrationen var att påvisa potentialen med täta och isolera kammartorkar. Undersökningen har utförts av SP och de i rapporten nämnda företagen.

Inom EESI har ett antal demonstrationer genomförts av ny teknik och nya metoder, varav TEJP är en. Inom EESI har även en roadmap tagits fram för att beskriva dagens teknologi samt peka på förbättringsbehov och möjligheter med nuvarande teknik, men även visa var forskningsinsatserna behöver sättas in.

Ytterligare delmål har varit att utveckla datormodeller, ”Framtidens Energi-effektiva Sågverk”, och rutiner för uppföljande mätning som skall vara ett framtida stöd för sågverksindustrin i ett kontinuerligt förbättringsarbete, för att minska denna industrisektors energianvändning och stärka den framtida konkurrenskraften.

Resultaten från EESI visar att det med en god strategi och lämplig mix av åtgärder går att spara stora mängder energi vid sågverken, klart över 20 % i det fall man gör en strategisk och samlad insats över flera år.

Sammanfattning

Den här rapporten beskriver genomförandet av en energieffektiviseringsåtgärd genomförd på en kammartorksgrupp på Sävar sågverk, som ingår i Norra Skogsägarna. Syftet med demonstrationen var att påvisa potentialen med täta och isolera kammartorkar. Undersökningen har utförts av SP och DryTec genomförde renovering och tätning av torkkammaren.

Syfte med undersökningen är att på ett jämförande sätt mäta energiförlusten genom klimatskalet för tre kammartorkar av betong före och efter renovering. Renoveringen bestod av att spruta en uretan- och ureaprodukt på insidan av kammartorkarnas väggar och port för att skapa ett isolerande och tätande skikt.

Mätningarna indikerar på att energiläcket totalt minskar för dessa tre kammare med cirka 155 MWh/år. Detta gäller antaget 6 000 drifttimmar per år med en medeltemperaturskillnad mellan torkkammare och omgivning på 70 °C.

Till gavelkammartorkarna ågick 49,5 kW respektive 40,6 kW för att hålla konstant temperatur före renovering, medan mittkammaren behövde 15,4 kW. Detta motsvarar en värmeförlust före renovering på 1,78, 2,1, respektive 0,69 W/m², °C omslutningsarea, inklusive väggar, golv, tak och portblad.

Efter renovering minskade energiförlusten till 1,25 W/m², °C, för den ena gaveltorken, medan mittkamarens förlust blev 0,51 W/m², °C.

Som jämförelse är värmeförlusten för en 200 mm tjock betongvägg med 100 mm isolering ca 0,30 W/m², °C medan den är ca 1,70 W/m², °C för en oisolerad betongvägg. Kammartorkarna är alltså i ingendera fallet i närheten av en vanlig isolerad betongvägg.

1 Bakgrund

Inom ramen för forskningsprojektet EESI, Energieffektivisering inom Sågverksindustrin, har en utvärdering gjorts av energiläckaget genom klimatskalet före och efter isolering och tätning. I denna rapport analyseras endast energiläckaget genom klimatskalet. Inga hänsyn tas i denna rapport till materialets långtidshållfasthet eller vidhäftningsförmåga.

2 Deltagare

I Sävar sågverk finns tre sammanbyggda betongtorkar från 1997 som från start har haft problem med sprickor i fogar med värmeläckage som följd (Figur 1). Försök har gjorts att laga torkarna med fogmassa med begränsat resultat. Önskemålet från Sävar sågverk var att prova en ny isolering och tätningsmetod från DryTec för att åtgärda problemen. Produkten består av att man sprayar på både isolering och tätskikt med en uretan- och ureaprodukt. I och med att produkten sprayas så uppges hela torken bli tät och innesluten helt utan skarvar.

2.1 Sågverk

Värdsågverk för demonstrationen är Sävar sågverk och ingår i Norra Skogsägarna. Sävar sågverk är specialiserat mot produktion av gran- och furuprodukter med hög kvalitet och har även en hög kapacitet för förhyvling.

Norra Skogsägarna
Skeppargatan 1
Box 4076
SE-904 03 Umeå

2.2 Leverantör

Drytec Sverige AB arbetar med virkestorksrenovering och levererar en lösning som består av att man sprayar på både isolering och tätskikt med en uretan- och ureaprodukt. I och med att produkten sprayas så uppges hela torken bli tät och innesluten helt utan skarvar.

3 Teori

Virkestorkarna är den enskilt största värmeförbrukarna på ett sågverk. Inom EESI-projektet framkom förslag på att jämföra energiprestanda före och efter tätning av en äldre kammartork av betong. Av den totala energianvändningen under en torkcykel avgår den största delen tillförd energi via bortvädring av fuktig luft, medan övriga förluster kan hänföras till energiläckage genom klimatskalet, uppvärmning av tork och uppvärmning av virke.

Energiförlusten genom klimatskal kan delas på transmissionsförlust (värmegenomgång genom klimatskalet) och på läckage av energirik torkluft genom klimatskalet. Det sistnämnda innebär även att isoleringen blir blöt och tappar isoleringsförmåga varvid transmissionsförlusten ökar.

4 Genomförande

Syftet med denna undersökning är att jämföra energiläckage genom klimatskalen före och efter isolering och tätning av DryTec. För att ta bort skillnader som kan hänföras till virke och torkprogram har torkarna körts tomma med stängda ventilationsspjäll.

Ventilationsförluster och uppvärmning av virke blir då noll, vilket annars kan bli en stor felkälla. För att uppvärmning av betongen inte skulle påverka resultatet värmdes samtliga tre torkarna upp i torkgruppen innan mätningarna.

Försöksupplägget presenteras enligt följande:

- Mätutrustning
- Beskrivning av kammartorkarna
- Försöksupplägg
- Värmeenergimätningar

4.1 Mätutrustning

Tillförd värmeenergi mättes med två utanpåliggande vätskeflödesmätare och temperaturgivare (Panametrics PT878) medan torken tomkördes med konstant invändig torrtemperatur på 70 °C. För att kompensera energiförlusterna genom klimatskalet för varierande utomhustemperatur så loggades utomhus- och torktemperaturen med TinyTag's. Fläktarna kördes under försöken med 60 % fläkteffekt. Tillförd elektrisk energi till fläktarna har mätts med en Fluke 1735 3-fas effektlogger.

4.2 Beskrivning av kammartorkarna

Kammartorkarna i försöken är tre sammanbyggda betongtorkar från 1997 som ända sedan start haft problem med sprickor i fogar med värmeläckage som följd. Försöken har gjorts att laga med fogmassa samt målat med gulfärg utan resultat (Figur 1).



Figur 1: Kammartork 11 till 13 och fogar i kammare 13 före renovering.

Invändiga dimensioner: 6,2 x 13 x 9,3 meter (b x d x h) inklusive fläktvåning (men exklusiva fläktvinden)

Invändig omslutningsarea 518 m².

Invändig volym: 750 m³

4.3 Försöksupplägg

Totalt gjordes 9 mätningar, 5 före och 4 efter renovering. Utöver detta så installerades två värmemätare under testerna på kammare 12 för att utvärdera mätnoggrannheten på energimätningarna.

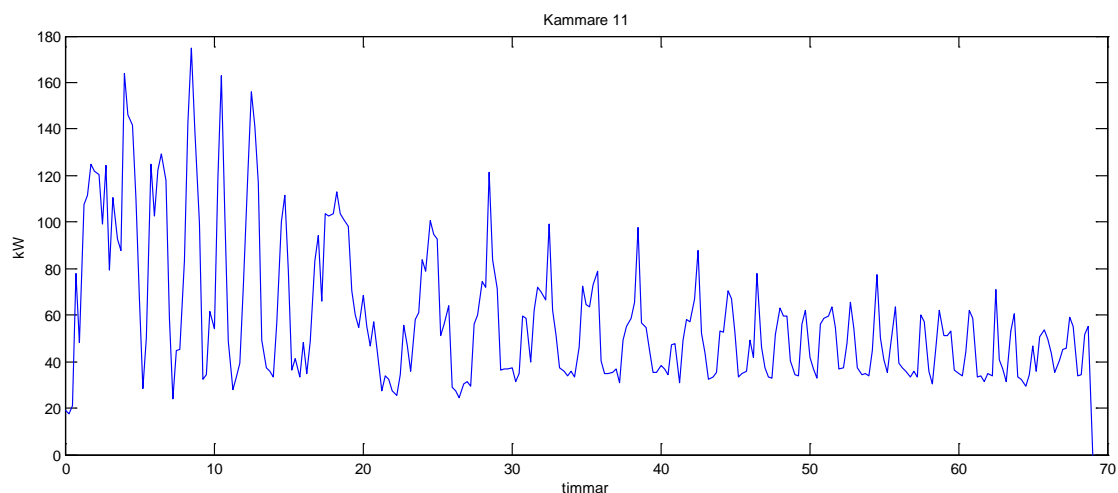
Mätningarna före renoveringen skedde mellan 2013-12-13 och 2013-12-22. Renoveringen, vilken innefattade blästring, torkning och att spruta på ett ungefär 50 mm tjockt lager av uretan och urea, skedde under jul och nyårshelgerna (Figur 3).



Figur 2: Kammartork efter beläggning av isolering och tätskikt.

Mätningarna efter renoveringen startade 2014-01-13 och avslutades 2014-01-28. I bilaga 1 går det att finna start och stopptider för samtliga försök på kammartorkarna.

Varje försök kördes i tre dygn för att säkerställa att byggnaden är helt uppvärmd. Figur 3 illustrerar uppvärmningsfasen för kammartork 11 där kammare 11 är helt uppvärmd efter cirka 45 timmar.



Figur 3: Uppvärmning och energiläckage genom klimatskal.

5 Utvärdering/resultat

I resultaten beskrivs en sammanställning av värmeenergimätningarna samt en verifiering av mätnoggrannhet på värmemängdsmätaren.

5.1 Värmeenergimätningar

Före renoveringen använde gaveltorkarna 11 och 13 en medeleffekt på 49,5 respektive 40,6 kW (varav 4,2 kW eleffekt) för att hålla en temperatur i kammartorken på 70 °C. För mittentorken, kammare 12, var medeleffekten betydligt lägre, mellan 10,6 och 18,5 kW före renovering. Som jämförelse så motsvarar detta de cirka 9 % av den totala värmeförbrukningen som för gaveltorken 11 förloras genom klimatskalet vid ett normalt torkprogram.

Efter renoveringen så minskar medeleffektförbrukningen till 34,7 kW för gaveltorken 13 och 9,5 till 10,2 kW för mittentorken 12. Ett mätfel på flödesmätaren inträffade vid mätningen av effekt på kammare 11 efter renoveringen. Kammare 11 behövdes därefter för normal produktion och därför har inga ytterligare mätningar kunnat göras. I Bilaga 2 finns en sammanställning med effekter före och efter renovering för kammare 11, 12 och 13 där värdena är kompenserade för varierande yttemperatur. Tabell 1 visar en sammanställning av medeleffektförbrukningen för kammartorkarna före och efter renovering. Dessa effekter är inte kompenserade för yttemperatur.

Tabell 1: Medeleffektförbrukning före och efter renovering av kammartorkar.

	Försök	Kammare 11 kW	Kammare 12 kW	Kammare 13 kW
Före renovering	1	49,5	10,6	40,6
	2		18,4	
	3		16,6	
Efter renovering	4	-	10,2	34,7
	5		9,5	

För att kompensera för variationer i yttemperatur och kunna beskriva isoleringsförmågan har u-värdet (värmegenomgångskoefficienten) beräknats för respektive kammartork och mätning.

Tabell 2: u-värde före och efter renovering av kammartorkar.

	Försök	Kammare 11 W/m ² , °C	Kammare 12 W/m ² , °C	Kammare 13 W/m ² , °C
Före renovering	1	1,78	0,55	1,46
	2		0,95	
	3		0,86	
Efter renovering	4	-	0,53	1,25
	5		0,49	

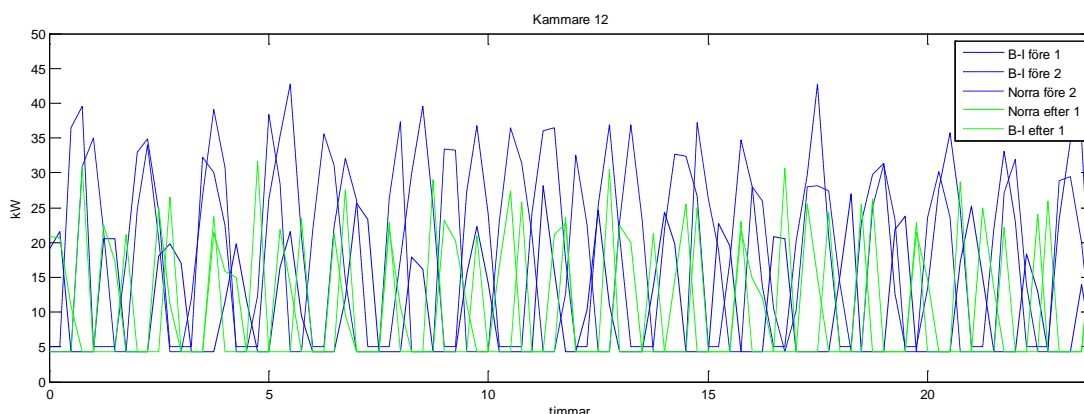
Resultaten antyder att kammare 11 läcker mer än kammare 13 före renovering (Tabell 2). På u-värdet ses även att gavlarna har stor inverkan på de totala transmissionsförlusterna genom klimatskalet. Efter isolering och tätning av kammartorkarna så minskade u-värdet för klimatskalet från i snitt 0,79 till 0,51 W/m², °C för kammare 12 och från 1,46 till 1,25 W/m², °C för kammare 13.

Som jämförelse har förluster på gavelkammare av betong uppmätts med samma metodik på sågverket i Bygdsiljum, där erhöles 2,1 respektive 0,8-1,3 W/m², °C, med initilligande kammare tomställd med öppen port. Se EESI-rapport TEJP - Bygdsiljum. En 200 mm betongvägg med 100 mm isolering ett teoretiskt värde på ca 0,3 W/m², °C, medan en oisolerad 200mm betongvägg har ett värde på 1,7 W/m², °C.

Ingen av torkarna står sig alltså särskilt bra i jämförelse med en vanlig isolerad betongvägg.

5.2 Verifiering av värmemängdsmätaren

För att verifiera mätnoggrannheten vid mätning av låga värmeeffekter så mättes effekten på samma körning med två olika flödesmätare vid försöken 2 och 3 före renovering samt 4 och 5 efter renovering (Figur 4). Mätfelet vid effektmätningar under 50 kW är mindre än 10 % eller 2 kW (Tabell 1). Skillnaden går att härledas till mätarens mätnoggrannhet som är ± 2 % till ± 5 % för rör med en diameter som är mindre än 150 mm och att givarna placerades före och efter värmebatteriet.



Figur 4 : Effekt genom klimatskal för kammare 12

6 Diskussion

Mätningarna visar att det kan finnas stora skillnader i värmeläckage mellan virkestorkar i samma torkgrupp och byggnadsår. Huvudanledningen till renovering av en kammartork är vanligtvis inte att sänka energiförbrukningen utan att öka livslängden på torkarna och förbättra torkkvalitet och torktid.

Dessa försök kördes med torra torkar, skillnaden i transmissionsförluster kan både öka och minska vid drift om betong och isolering blir blöt.

7 Slutsats

Tomgångsförlusterna genom klimatskalen har beräknats till 1,78 respektive 1,46 W/m², °C omslutningsarea inkl golv, tak och portblad för gavelkammarna innan renovering, medan de renoverade gavelkammarna visar på ungefär 14 procent lägre tomgångseffekt, 1,25 W/m², °C.

Tomgångsförlusterna genom klimatskalen har beräknats till 0,79 W/m², °C omslutningsarea inkl golv, tak och portblad för mittenkammartorken (12) innan

renovering, medan den efter renovering visar på ungefär 35 procent lägre tomgångseffekt, $0,51 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{C}$.

Om antagande görs att kammare 11 har samma u-värde efter renovering som kammare 13 så innebär detta att energiläcket totalt minskar för dessa tre kammare med cirka 155 MWh. Detta gäller antaget 6 000 drifttimmar per år med en medeltemperaturskillnad mellan torkkammare och omgivning på $70 \text{ }^\circ\text{C}$.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

SP-koncernens vision är att vara en internationellt ledande innovationspartner. Våra 1 400 medarbetare, varav över hälften akademiker och cirka 380 med forskarutbildning, utgör en betydande kunskapsresurs. Vi utför årligen uppdrag åt fler än 10 000 kunder för att öka deras konkurrenskraft och bidra till hållbar utveckling. Uppdragen omfattar såväl tvärtekniska forsknings- och innovationsprojekt som marknadsnära insatser inom provning och certifiering. Våra sex affärsområden (IKT, Risk och Säkerhet, Energi, Transport, Samhällsbyggnad och Life Science) svarar mot samhällets och näringslivets behov och knyter samman koncernens tekniska enheter och dotterbolag. SP-koncernen omsätter ca 1,5 miljarder kronor och ägs av svenska staten via RISE Research Institutes of Sweden AB.

SP Technical Research Institute of Sweden

Our work is concentrated on innovation and the development of value-adding technology. Using Sweden's most extensive and advanced resources for technical evaluation, measurement technology, research and development, we make an important contribution to the competitiveness and sustainable development of industry. Research is carried out in close conjunction with universities and institutes of technology, to the benefit of a customer base of about 10000 organisations, ranging from start-up companies developing new technologies or new ideas to international groups.



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 BORÅS

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

E-post: info@sp.se, Internet: www.sp.se

www.sp.se

Mer information om SP:s publikationer: www.sp.se/publ

Hållbar Samhällsbyggnad

SP Rapport : 2016:29

ISBN 978-91-88349-33-0

ISSN 0284-5172