

Energianvändning i snickerifabriker

Stig-Inge Gustafsson
IKP/Träteknik och Energisystem
Tekniska Högskolan, 581 83 Linköping

INLEDNING

Tekniska högskolan i Linköping undersöker sedan en tid tillbaka energianvändningen i trämanufakturindustrin. Det första objektet för vårt intresse var en mindre trappfabrik med 10 anställda i Rydsnäs c:a 10 mil söder om Linköping. Mätningar visade att omkring 25 % av elkostnaden kunnat undvikas om man inte använde alla apparater i fabriken samtidigt, se Referens [1]. Om processerna körts på ett finurligt sätt kunde nämligen abonnemangets storlek sänkas avsevärt. Ett annat projekt, finansierat av Länsstyrelsen i Kalmar, redovisades bl. a. i Energimagasinet, se [2]. Länsstyrelsen har visat fortsatt intresse för forskning i träindustrin och i februari 1998 startade bl a ett projekt där EU via mål 5b finansierar studier på två företag, Mörlunda Stol- och Möbelfabrik och Totebo AB. I denna artikel beskrivs det första företaget närmare.

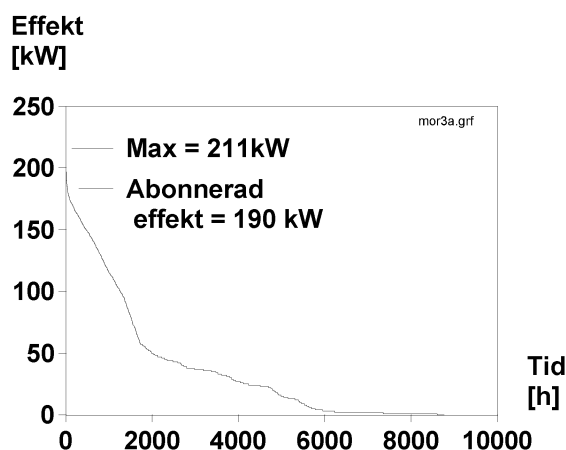
MÖRLUNDA STOL- OCH MÖBELFABRIK

Företaget, som grundades 1904, är beläget någon mil söder om Mälilla i Kalmar län och har ett tjugotal anställda. Man tillverkar mest stolar men under senare tid också skolmöbler då det i september månad 1997 köptes av Frimeko International AB.

ELANVÄNDNING

I dagsläget köps el från Sydkraft Elförsäljning AB och den levereras via Sydkrafts nätbolag. Sydkraft har för sina företagskunder en möjlighet att, via sin Energialog, redovisa statistik på elleveransen i form av timvärden. Denna kan med fördel distribueras i form av e-mail varför man enkelt kan åstadkomma statistik och diagram för att utreda förhållandena. Den första åtgärden i projektet var därför att ta reda på hur företagets elanvändning under 1997 såg ut och i figur 1 visas ett sk varaktighetsdiagram för lasten, d. v. s. den timvisa elanvändningen har sorterats upp i storleksordning.

Företaget har ett abonnemang på 190 kW men under ett tiotal timmar har detta överskridits vilket medfört c:a 20 000 Kr i straffavgifter. En lämplig åtgärd för att förhindra sådana är därför att installera en effektvakt som stänger av elförsörjningen till exempelvis elvärmda varmvattenberedare, element mm. Genom att konstruera ett mindre Windowsprogram, skrivet i C, har alla timmar då abonnemanget överskridits studerats, se tabell 1.



Figur 1: Varaktighetsdiagram för elanvändning 1997 på Mörlunda Stol- och Möbelfabrik.

Av intresse är också den uttagna reaktiva effekten. Enligt eltaxan får man straffavgifter då denna överstiger halva den abonnerade aktiva effekten, dvs 95 kVAr i detta fall. I tabell 2 återfinnes utfallet för år 1997.

Av tabellen framgår att denna gräns överskreds tio gånger under 1997 vilket innebar en kostnad om ca 3 000 Kr för företaget. En ytlig betraktelse av kondensatorbatteriet visade att detta troligen varit ur funktion en längre tid och en lämplig åtgärd är därför att laga detta.

Företagets eltaxa är utformad på traditionellt sätt d. v. s. priserna är högre under s. k. höglasstid 06-22 under vardagar. Dyrast är strömmen under månaderna november till mars medan ett mellanpris råder under april, september och oktober. På sommaren är kostnaden som lägst. Med hjälp av det ovan näm-

Månad	Dag	Timma	Effekt [kW]
Oktober	17	7	197
Oktober	17	8	203
November	24	8	199
November	25	8	211
November	25	9	192
November	27	8	191
November	28	8	199
November	28	9	193
December	3	9	191
December	3	17	191

Tabell 1: Överskriden abonnerad effekt, Mörlunda Stol- och Möbelfabrik, 1997.

Månad	Dag	Timma	Effekt [kVAr]
Januari	15	8	96
Januari	27	13	101
Januari	27	15	98
Februari	7	11	96
Februari	10	11	100
Februari	11	11	101
Februari	11	13	102
November	17	9	101
November	25	8	108
December	9	17	102

Tabell 2: Överskriden reaktiv effekt, Mörlunda Stol- och Möbelfabrik, 1997.

da datorprogrammet har den årliga lasten delats upp i segment i enlighet med taxan, se tabell 3.

Månad Nr	Högpris Kr	Lågpris Kr	Högene kWh	Lågene kWh
1	10623.6	4567.7	29510	16610
2	11173.0	2972.2	31036	10808
3	8207.3	2497.0	22798	9080
4	5925.4	1520.0	21547	7170
5	2128.5	540.8	10040	2551
6	3015.3	322.9	14223	1523
7	985.6	156.5	4649	738
8	2628.6	273.3	12399	1289
9	2574.0	166.6	9360	786
10	7787.5	1501.6	28318	7083
11	11883.2	3702.9	33009	13465
12	12625.6	4993.4	35071	18158
Summa	79557.4	23215.0	251960	89261

Tabell 3: Elanvändningen, samt kostnad 1997 uppdelad i segment vid Mörlunda Stol- och Möbelfabrik.

Det kan nämnas att dagar som t. ex. midsommarafton ger lågpristid även om dessa råkar förekomma på en vardag.

Med hjälp av uppgifterna ovan kan företagets totala kostnad för el beräknas, se tabell 4.

Det bör noteras att summan i tabell 4 inte helt stämmer överens med de verkliga förhållandena utan ytterligare 2 000 Kr ska läggas till det totala beloppet. Skillnaden beror på att lasten inte registrerades helt korrekt under september månad utan en manuell avläsning skedde. Man erhöll då klumpsummor för hög- och låglast som inte låter sig fördelas på de olika timmarna just under september. Här har därför lasten, och kostnaderna, redovisats som de beräknats från Energdialogen.

För att kunna påverka kostnaderna för företaget måste man veta till vilka

Elenergikostnad	102 772 Kr
Effektkostnad	27 537 Kr
Abonnemangskostnad, vinter,	79 800 Kr
Abonnemangskostnad, helår,	7 030 Kr
Straffkostnad effekt	19 194 Kr
Avg för reaktiv effekt	2 665 Kr
Summa	246 998 Kr

Tabell 4: Sammanställning av kostnader för el, 1997, Mörlunda Stol- och Möbelfabrik.

processer elen används. För närvarande har ytterligare åtta stycken elmätare installerats så att lasten skall kunna delas upp. Mätapparaturen installerades den nionde april 1998 och därför finns, i skrivande stund, endast resultat från några få dagar. I figur 2 återfinnes avläst effekt för totalanvändningen av el under förmiddagen 980417.



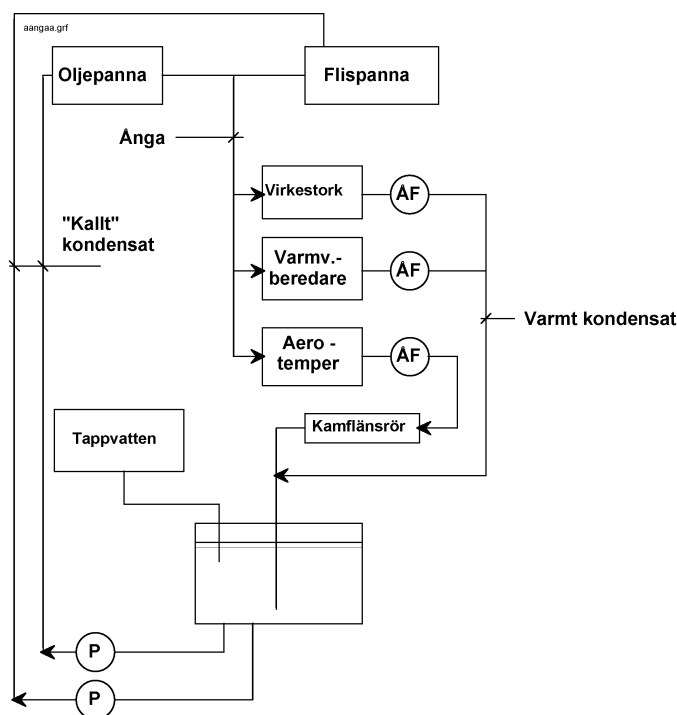
Figur 2: Total elanvändning 980417 kl 05.00 till 13.00, svensk normaltid, vid Mörlunda stol och möbelfabrik.

Att just denna dag valts beror på att delar av mätapparaturen för ånganläggningen togs i bruk detta datum. Antalet pulser från elmätarna scannas varje minut men lagrades i datorn som medelvärden för ett intervall om fem minuter. Den horisontella axeln i figur 2 anger antalet sådana femminutersintervall. Det registrerade antalet kWh har sedan räknats om till effektvärden i kW. Man ser i figuren att effekten på natten håller sig under 50 kW men att den stiger till som mest c:a 200 kW då arbetet vid fabriken börjar. Då den studerade dagen var en fredag slutade de flesta i personalen kl 13.00 och elanvändningen gick ner

till omkring 30 kW. Under de studerade timmarna användes 1096 kWh el.

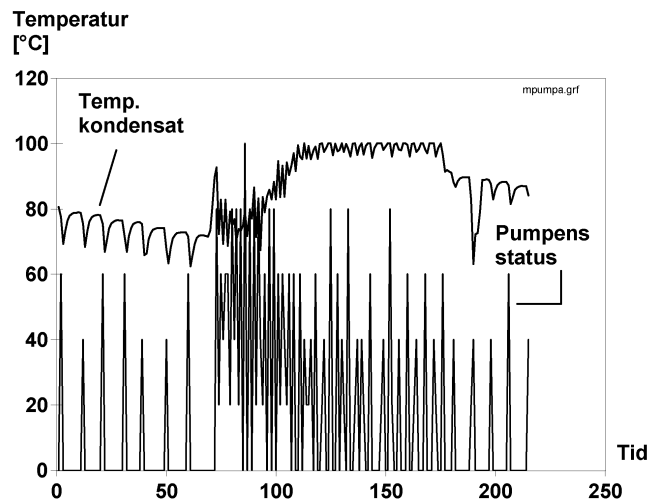
ÅNGANLÄGGNING

Vid många snickerifabriker används egna värmepannor där spill från verksamheten eldas upp. I fabriken finns två ångpannor, en som eldas med just träavfall och en oljepanna. Ångan leds sedan ut i ett antal aerotemperar i lokalerna, en varmvattenberedare samt till en virkestork, se figur 3.



Figur 3: Ånganläggning vid Mörlunda Stol- och Möbelfabrik.

Flispannan som är tillverkad 1961 skall kunna leverera 500 kW värme medan oljepannans effekt uppgivits ha en effekt omkring 260 kW. Någon befintlig mätutrustning finns inte i fabriken och det är således i dagsläget oklart hur mycket värme som produceras. Mätning av ånga sker, åtminstone vid större anläggningar, med hjälp av en s. k. strypbricka i ångledningen. Man mäter sedan skillnaden i tryck före och efter brickan. Problemet är att denna skillnad inte varierar linjärt med flödet. Man måste också känna till temperaturstegringen på vatten resp. ånga i pannan. Vidare önskas signaler från mätapparaturen som kan registreras i vår dator minst en gång per minut. Då det verkar som en sådan anordning skulle bli förhållandevis kostsam mäts istället temperaturerna på de två kondensatledningarna innan kondensatet leds in i pannorna samt temperaturen på ångan ut från pannorna. I figur 4 och i tabell 5 kan värdena studeras för torsdagen den 16 april 1998.



Figur 4: Kondensatets temperatur samt pumpens status 1998-04-16 kl 00.00 till 17.55.

Mellan klockan 00.00 och 00.05 var temperaturen som medelvärde mellan fem avläsningar 80.5 °C. Pumpen var inte igång under något tillfälle då den scannades varför pumpstatusen angivits till 0. Under intervallet 00.05 till 00.10 sjunker medeltemperaturen på returledningen till 77.6 grader och i ytterligare ett intervall senare till 69.2 °C.

Pumpen har då varit igång vid tre av de fem tillfällena den undersöktes av utrustningen varför värdet angetts till 0.6 eller 60 % av tiden. Givaren på returledningen blir sedan återigen varmare fram till 00.55. Detta torde innebära att varmt vatten från pannan rinner ner baklänges förbi pumpen och ner i kondensatbassängen. Förfarandet upprepas sedan med c:a 45 minuters mellanrum. Pannan, en Långebro Å401, innehåller c:a 1500 liter vatten som sakta svalnar, se figur 3, men inte lika snabbt som det vatten som finns i kondensattanken.

Figur 4 och tabell 5 visar alltså att backventilen i pannan inte sluter tätt vilket också får stora konsekvenser då man eldar i antingen olje- eller flispannan. Vatten med en temperatur på över 100 °C leds därför ner bakvägen i kondensattanken. I figur 4 ser man att vattnet i returledningen blir mycket varmt, omkring 100 °C, när man börjar elda i någon av pannorna. Till denna höga temperatur bidrar också ett antal otäta ångfällor vilket innebär att ånga leds ner direkt i kondensatbassängen.

Ovan nämndes att pumpen till flispannan pumpar in 32 liter vatten per minut i pannan när pumpen är i drift. Pumpen är av fabrikatet Cehå 18H45 och är av kolmatningstyp. Detta då den måste kunna pumpa in vatten i pannan med högt tryck. Enligt ett produktblad skall en sådan pump ge mellan 630 och 815 liter vatten per timma eller max c:a 14 l/min. Erfarenheterna från mätningar av nivån i kondensattanken stämmer dock inte helt överens med

Tid	Temp. [°C]	Pumpstatus	Tid	Temp	Pumpstatus
00.05	80.5	0	01.05	68.3	0
00.10	77.6	0.6	01.10	73.0	0
00.15	69.2	0	01.15	76.1	0
00.20	73.1	0	01.20	77.3	0
00.25	76.4	0	01.25	77.8	0
00.30	77.8	0	01.30	78.0	0
00.35	78.5	0	01.35	78.1	0
00.40	78.7	0	01.40	78.0	0
00.45	78.7	0	01.45	75.3	0.6
00.50	78.9	0	01.50	66.8	0
00.55	78.7	0	01.55	70.6	0
01.00	75.4	0.4	02.00	74.0	0

Tabell 5: Vattentemperatur på returledningen just före inlopp i pannan, 1998-04-16.

pumpens specifikationer. För att kunna utröna hur mycket energi i form av ångvärme, och varmt vatten, som pannan avger måste också ångans temperatur bestämmas.

Efter c:a 10 femminutersintervall från kl 0500 svensk normalt看 startas en av pannorna. Troligen är det bara oljepannan som används för kondensatpumpen till denna startar medan den andra pumpen används som tidigare, d. v. s. vatt-net pumpas in i flispannan när nivån sjunkit under gränsvärdet. Temperaturen har mätts på ångröret och håller sig från början på c:a 25 °C men stiger raskt till ungefär 110 °C. Pumpen till oljepannan startar ungefär samtidigt och är sedan igång hela tiden fram tills pannan stängs av efter c:a 70 5-minutersintervall eller kl 1100. Pumpen, en Cehå 1860, har då använts 254 minuter. Enligt produktbladet har denna pump en kapacitet om 25 liter per minut vilket innebär att 6.350 m³ vatten förångats. Den övervägande mängden värme går åt för att förvandla det 110-gradiga vattnet till vattenånga och om själva vattenuppvärmningen försummas fås att c:a 4000 kWh använts under 6-timmarsperioden. Pannans effekt blir då omkring 650 kW vilket är avsevärt mera än den effekt som uppgivits. Här torde således förhållandena behöva utredas ytterligare.

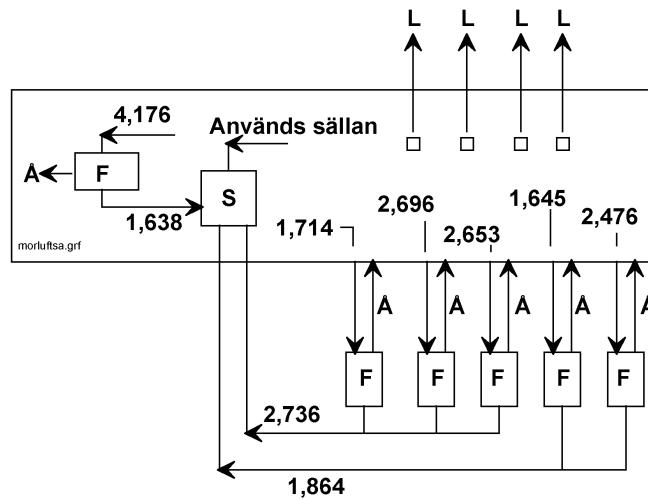
VART TAR VÄRMEN VÄGEN?

Av det ovanstående visas att 4000 kWh värme samt 1100 kWh el använts i byggnaden under förmiddagen 980417, då utemperaturen varierat mellan +2 och + 25 °C. Totalt borde c:a 500 kWh räcka för att värma upp byggnaden under denna förmiddag. Istället gick det åt omkring tio gånger mera.

I snickerifabriker finns så gott som alltid ett spånsugsystem som transporterar spån från bearbetningen till en silo. Spånnet används sedan som bränsle i en flispanna. I Mörlundafabriken ser systemet i princip ut som i figur 5.

Siffrorna i figuren anger luftflödet i m³ per timma. Bokstäverna F anger filter, Å anger återluft och S är spånsilon. L anger luftflöden från lackeringsutrustningen.

Luftflödena i figur 5 uppmättes den 11 mars 1998 och uppgick då totalt till 6 238 m³ per timma. Just denna dag var verksamheten i lackverkstaden begrän-



Figur 5: Spånsugsystem i Mörlunda stol- och Möbelfabrik.

sad varför inga värden kunde mätas upp. Med de temperaturer som rådde den 17 april borde c:a 200 kWh värme använts för att ersätta den uppvärmda luft som leds ut från byggnaden. Denna mycket överslagsmässiga beräkning visar att omkring fem gånger mera värme används än vad som borde vara tillräckligt. Vissa av fläktarna som används är placerade utomhus. Den el som dessa förbrukar går således inte att ta vara på i form av värme men den huvudsakliga bedömningen kvarstår, nämligen att potentialen för energibesparingar i fabriken är avsevärd både i form av pengar och kilowattimmar. Våra inledande undersökningar har också visat att ett antal s. k. ångfällor släpper igenom ånga. Ångan kommer därför att ledas ner i kondensattanken utan att kondensera på vägen vilket leder till att värmen inte hamnar där den ska. Vid ett tillfälle mättes temperaturen i kondensattanken upp till 93 °C. Detta innebar samtidigt att temperaturen i källaren var 29 grader där egentligen ingen värme alls behövs.

Referenser

- [1] Gustafsson S.I. och Probert S.D. Electricity use in Swedish Carpentry Industry. *Applied Energy*, 52(1):73–85, 1995.
- [2] Gustafsson S. I. och Björk C. Energikartläggning i en snickerifabrik. *Energimagasinet*, 17(3):48–51, 1996.