

# ENERGIKARTLÄGGNING I EN SNICKERIFABRIK

Stig-Inge Gustafsson och Curt Björk,  
IKP Energisystem  
Tekniska högskolan, 581 83 Linköping

## INLEDNING

Andelen civilingenjörer i svensk trämanufakturindustri är avsevärt lägre än i verkstadsindustrin. Detta har oroat Träindustriförbundet, numera ARBIO, som därför finansierat en satsning vid Tekniska högskolan i Linköping. Syftet har varit att få till stånd undervisning och forskning inom ramen för den traditionella utbildningen till civil- och högskoleingenjör i maskinteknik. Tekniska högskolan är indelad i storinstitutioner, varav Institutionen för Konstruktions- och Produktionsteknik är en. Denna är sedan indelad i 13 olika ämnesområden exempelvis Energisystem och Träteknik. Organisationsformen gör det lättare att samarbeta mellan olika forskningstraditioner under en gemensam administration. Anslaget från ARBIO användes till en liten del för att få igång forskning just inom trämanufakturindustrins energianvändning. Branschens energianvändning har tidigare studerats i bl. a. referens [1], men mycket har hänt sedan dess då referensen har några år på nacken. Ett av våra första forskningsobjekt rörde en liten trappfabrik i Rydsnäs i Ydre kommun. Resultaten, som publicerats i bl. a. referenserna [2], [3] och [4] var så uppmuntrande att ett mera omfattande projekt nu startats. I detta skall sex fabriker undersökas, alla belägna i Kalmar län. Anledningen till detta är att ett speciellt konsortium bildats, vid namn "Träindustri Kalmar", med ett tjugotal företag och Tekniska högskolan i Linköping som medlemmar. Arbetet inom konsortiet finansieras av NUTEK och företagen själva. När det gäller kartläggning, och framtagande av åtgärdsförslag avseende energianvändningen har Länsstyrelsen i Kalmar ställt medel till förfogande för att projektet skall kunna genomföras. Företagen bidrar också till finansieringen i form av eget arbete samt genom att man eventuellt genomför och finansierar lönsamma åtgärder.

Våra mätningar har inletts vid två fabriker i Nybro, Åry Form AB och Åry Nybro AB, samt en fabrik i Ruda, Bringholtz Möbelfabrik AB. Vi har också just inlett verksamheten vid Åfors Möbler AB, Idermarks Formwood AB och AB Bitus Impregneringsverk.

## ÅRY FORM AB

Denna fabrik tillverkar i huvudsak serveringsbrickor i formpressad björkfanér. Tillverkningen tillgår i enkelhet så att ark av björkfanér, lim och ytfilm pressas

samman under värme och högt tryck, till en skiva. I pressen finns noggrant utformade pressverktyg som ser till att skivan får avsedd form. Ytterkanterna på brickan formas sedan i en överfräs som avverkar överflödigt material. Verksamheten har pågått under årtionden och därför har pressverktygen försetts med värme från en ångpanna där eget träavfall från processerna, samt köpt spån, utgjort bränsle. Ett antal elvärmda pressar finns också. Projektet är inriktat på företagets totala energianvändning. Våra mätningar startade den 21 november 1995 med att samla in värden från fabriken totalanvändning av elenergi. I tabell 1 visas värden på aktiv och reaktiv effekt i kW de första timmarna i vår mätserie.

Tid	Aktiv	Reaktiv	Tid	Aktiv	Reaktiv	Tid	Aktiv	Reaktiv
00.10	27.0	4.8	01.10	30.0	6.4	02.10	28.0	4.0
00.20	28.0	4.8	01.20	24.5	4.8	02.20	27.5	4.8
00.30	28.0	4.8	01.30	27.0	4.8	02.30	26.5	4.0
00.40	24.0	5.6	01.40	28.0	4.8	02.40	28.0	4.8
00.50	27.5	4.8	01.50	28.0	4.8	02.50	25.5	4.8
01.00	27.5	4.8	02.00	24.5	4.8	03.00	26.5	4.0

Tabell 1: Elanvändning i kW, och kVAr, vid Åry Form AB de första timmarna 1995 11 21

Av tabell 1 framgår att elanvändningen mitt i natten ligger på c:a 27 kW. Den 21 november var en tisdag så vissa processer kanske med nödvändighet var igång även nattetid då det var mitt i en arbetsvecka. Den reaktiva effekten var emellertid mycket låg vilket innebär att endast ett fåtal motorer var igång. I stället tyder värdena på en i huvudsak resistiv last, exempelvis några elvärmeanläggningar. Med bara totalmätningarna som hjälp är det omöjligt att säga vilka apparater och anläggningar som används. Tyvärr är det alltför kostsamt att med elmätare mäta upp förbrukningen på varje enskild komponent. Istället fortsatte vi arbetet så att företaget inventerade lokalerna nattetid och undersökte förhållandena. Genom att stänga av processerna en och en under minst 30 minuter erhöles resultat som visar aktuell effekt under olika driftförhållanden. Dessa värden används senare i det kommande arbetet med att ta fram åtgärder för att minska energikostnaderna.

Betydligt intressantare är att studera vad som händer när arbetet i fabriken kommer igång. I tabell 2 återfinnes värden för timmarna 04.10 till 07.00.

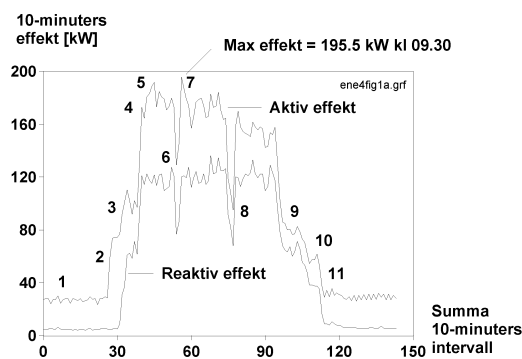
Tid	Aktiv	Reaktiv	Tid	Aktiv	Reaktiv	Tid	Aktiv	Reaktiv
04.10	28.0	5.6	05.10	74.5	4.8	06.10	92.0	58.4
04.20	29.5	5.6	05.20	76.5	8.8	06.20	102.0	71.2
04.30	28.5	4.8	05.30	92.0	31.2	06.30	97.0	61.6
04.40	58.0	4.8	05.40	100.5	36.8	06.40	130.5	92.0
04.50	73.5	4.8	05.50	110.0	60.8	06.50	172.5	120.8
05.00	74.5	5.6	06.00	102.5	62.4	07.00	164.5	114.4

Tabell 2: Elanvändning i kW, och kVAr, vid Åry Form AB 04.10-07.00 1995 11 25

Redan 04.40 på morgonen påbörjas verksamheten. Elanvändningen stiger sedan i stort sett kontinuerligt fram till 07.00. I första skedet kopplas ett antal

ytterligare uppvärmningsprocesser igång medan motordrift inte startar förrän strax före klockan 06.00, se den reaktiva effekten.

Det är opraktiskt att visa en hel dags mätvärden i form av tabeller och därför visas dygnsvariationerna med ett diagram, se figur 1.



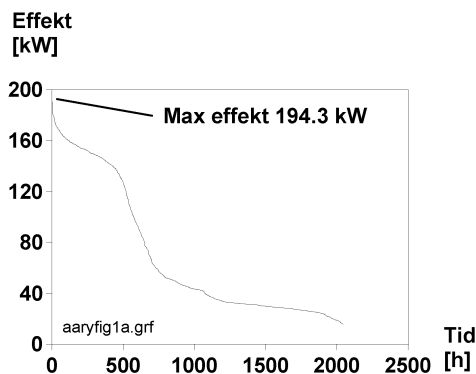
Figur 1: Elanvändning vid Åry Form AB, 1995 11 21

Man kan konstatera att natteffekten är förhållandevis konstant, omkring 30 kW, se 1 i figur 1. Enligt tidigare beskriven analysmetodik framgår att denna elanvändning består av underhållsvärme i lokalerna, samt värme till fanértorkarna. Vid 2 påbörjas uppvärmningen av två elpressar för bricktillverkningen medan ångpannan, inkl. rökgasfläkt och spånskruv, samt belysningen, sätts på vid 3. Ventilation och spånutsug startas vid 4 medan alla pressar är igång vid nr 5. Frukostrast inträffar vid 6 då spånutsuget stängs av och maximalt effektuttag kl 09.30 erhålles vid 7 då alla pressar körs igång, samtidigt med att utsuget sätts på igen. Vid lunchrasten, 8, stängs återigen detta utsug av vilket också sker vid nr 9 då huvuddelen av personalen går hem. Pannan stängs sedan av vid nr 10, medan alla pressar, belysning mm kopplas bort vid nr 11. I figur 2 återfinnes ett varaktighetsdiagram för elanvändningen vid Åry Form under den totala mätperioden.

Maxeffekten under mätperioden, 194.3 kW, uppmättes den 27/12 kl 09.00. Anledningen till det höga effektuttaget var enligt företaget bland annat att ett antal uppvärmningsprocesser var igång exakt samtidigt p. g. a. den kalla väderleken under julhelgerna.

Företaget är kund hos Nybro Energiverk AB. P. g. a. avregleringen av elmarknaden har två nya bolag startats, Nybro Energi AB och Nybro Elnät AB. Vad gäller energiavgifterna visas kostnaderna, i kr/kWh, i tabell 3.

Effektavgifterna som betalas till Nybro Elnät AB uppdelas i en fast avgift om 9000 kr, en abonnemangsavgift om 80 kr/kW och en effektavgift om 315 kr/kW. Vidare måste man betala en avgift för ev. överuttag av reaktiv effekt. Tillåten reaktiv effekt uppgår till halva den maximala aktiva medeleffekten under en timme. Om detta värde överstiges någon gång under året måste man betala 100 kr per kVAr överuttagen reaktiv effekt. Mervärdesskatt tillkommer på alla priser. Samtliga priser kommer dessutom att justeras med en indexklausul baserad bl. a. på nettoprisindex.



Figur 2: Varaktighetsdiagram för den totala elanvändningen vid Åry Form i Nybro

	Tid		Kostnad
November - mars,	måndag- fredag	06.00 - 22.00	0.402
		Övrig tid	0.232
April, september, oktober	måndag - fredag	06.00 - 22.00	0.232
		Övrig tid	0.192
Maj - augusti	måndag - fredag	06.00 - 22.00	0.171
		Övrig tid	0.147

Tabell 3: Åry Forms energiavgifter för el

## ÅTGÄRDER FÖR ATT REDUCERA ENERGIKOSTNADERNA

Hur skall företaget nu kunna sänka sina elkostnader som under 1995 uppgick till c:a 220 000 kr exkl. moms?

Efter en under våren 1996 genomförd energikartläggning har ett antal åtgärder för att effektivisera energianvändningen identifierats. De åtgärdsförslag som presenteras nedan är än så länge preliminära. Under de kommande månaderna kommer utförligare mätningar av effektbehov, luftflöden och temperaturer att genomföras. Detta ger ett bra underlag för att lönsamhetsberäkna föreslagna åtgärder och att därefter föreslå vilka investeringar som bör göras för att sänka företagets totala kostnader för energi (el och bränslen).

Företagsledningen har redan beslutat att genomföra genomgripande förändringar i produktionsapparaten. Den största förändringen sker genom att alla ångvärmda pressar successivt, fram till och med sommaren 1997, byggs om till elvärmda sådana. Den främsta orsaken till detta är att nuvarande ångsystem, inkluderande ångpanna, distributionssystem och aerotemprar, är i mycket dåligt skick. Vid vissa betingelser uppgår totalverkningsgraden för ångsystemet till endast 8 %. Ombyggnaden till elvärmda pressar är nödvändig för att kun-

na ta hela ångsystemet ur drift men ger också högre tillförlitlighet och bättre reglermöjlighet i pressarna, med jämnare och högre kvalitet som naturlig följd. Minskat underhåll av ångsystemet samt lägre kostnader för drift ingår också på plussidan i investeringskalkylen.

När ångpannan tas ur drift försvinner också nuvarande möjlighet att värma produktionslokalerna med ånga som energibärare. En alternativ lösning krävs således.

Efter diskussioner med företagsledningen har det beslutats att lokaluppvärmningen skall baseras på el. Detta kan tyckas underligt inför en framtid med stigande elpriser. Utformningen av den nya anläggningen, med en elpanna som värmer vatten i en ackumulatortank under nätter och helger, gör dock att el för uppvärmning används endast under låglasttid (= lågpristid). Ett antal av nedan beskrivna åtgärder bidrar också till att minska det totala energibehovet för lokaluppvärmning.

- Frånluft från presshall (5 fläktar som blåser varm luft rakt ut i omgivningen) sammanförs till ett flöde och leds utan växling till de två fanértorkarna. Därefter, när värme avgivits till torkprocessen, värmväxlas den från torkarna utgående luften mot inkommande friskluft. För att möjliggöra torkning även under icke produktionstid (d v s med lägre temperatur hos frånluft) installeras ett värmebatteri för spetsning med hetvatten från ackumulatortanken. Åtgärden får till följd att de nu använda eleroterparna i fanértorkarna, 2 st. á 10 kW, helt kan tas bort. Under våren studeras också vilket verkligt behov som finns att över huvud taget torka fanér.
- Ventilationen från presshallen styrs så att ett lägre luftflöde erhålles under icke produktionstid.
- Den stora spånutsugsanläggningen studeras utifrån flera aspekter. Dels genomförs mätningar vid drift av anläggningen avseende motordrifter och flöden, dels analyseras hur stor avkylning av utgående luft som sker i den utomhus placerade, helt oisolerade, spånavskiljningsutrustningen innan luften återförs till lokalerna. Hittillsvarande resultat indikerar kraftig överdimensionering av samtliga fyra stora fläktmotorer i anläggningen. Motorbyten och omdimensionering av hela anläggningen (inkluderande fläkthjul) analyseras. Likaså genomförs kostnadsberäkning avseende utvändigt isolering av anläggningen för att minska behovet av tillförd energi för återuppvärmning av den återförda luften.
- För att undvika dyrbara effekttoppar är det nödvändigt att styra uppstart av elvärmda pressar, på sikt 8 st. á 20 - 25 kW värmeeffekt, under morgontimmarna.
- I en utställningslokal sker uppvärmningen idag med eleroterpar, totalt 27 kW. I lokalen finns ett befintligt vattenburet uppvärmningssystem, med radiatorer i gott skick. Detta kopplas till ackumulatortanken. Eleroterparna kan då helt tas bort, med stor minskning av toppeffektbehovet samt av dyrbar energianvändning vinter dagtid som följd.
- Styrning av ventilation vid sprutbox för lackering. Detta kan göras enkelt, med koppling av ventilationsaggregatet till färgsprutan. På så vis undviks

onödigt lång drifttid för detta ventilationsaggregat som idag blåser ut uppvärmd luft över tak, till omgivningen.

- Under mätperioden uppgick den aktiva maxeffekten till 194.3 kW, se figur 2. Hälften av detta belopp utgör tillåten reaktiv effekt, eller 97.1 kVAr, detta enligt taxan. Under perioden har den maximala reaktiva effekten uppmätts till 147.5 kVAr dvs ett överuttag om 50.35 kVAr. Kostnaden för den reaktiva effekten kommer därför att uppgå till c:a 5 000 kr per år. Genom att komplettera ett befintligt kondensatorbatteri kan sådana straffavgifter undvikas.

Den totala elanvändningen vid Åry Form AB torde komma att öka något till följd av att pressarna byggs om till elvärme samt att uppvärmning av lokalerna tas över av en elpanna. Genom styrning av uppstartsforlopp vid pressarna, uppladdning av ackumulatortank under låglasttid, minskat effekt- och energibehov för rökgasfläkt, 18 kW, vid drift av ångpanna, samt ovan beskrivna åtgärder som minskar elanvändningen för motordrift samt eliminerad uppvärmning av lokaler och fanértorkar med elserotemprar, görs dock bedömningen att maximala effektbehovet kan bibehållas på nuvarande nivå. Åtgärder på ventilationssidan minskar också avsevärt behovet av tillförd energi för lokaluppvärmning varför den förväntade ökningen av elenergiebehovet troligen är marginell. Tillkommande elanvändning sker också, ur nationell systemsynpunkt och ur företagsekonomisk synpunkt, vid rätt tid på dygnet, d. v. s. nätter och helger.

Det är vår förhoppning att vi i ett kommande nummer av Energimagasinet får möjlighet att i detalj beskriva genomförda åtgärder och dessas inverkan på företagets totala energi- och underhållskostnader. Då kommer också i sammanfattad form åtgärder vid de övriga 5 företagen att beskrivas.

Avslutningsvis riktar vi ett stort tack till Bengt Åstrand vid Åry Form AB samt forskningsingenjör Peter Karlson för de arbetsinsatser de lagt ner på detta arbete.

## Referenser

- [1] Johansson T., et al. Energisparhandbok trävaruindustrin. Technical report, IKP/Energisystem LiTH Linköping, 1982.
- [2] Gustafsson S.I. och Probert S.D. Electricity use in Swedish Carpentry Industry. *Applied Energy*, 52(1):73–85, 1995.
- [3] Gustafsson S. I. Economic Benefits from Load Management in a Carpentry Factory. *Applied Thermal Engineering*, 16(10):829–834, 1996.
- [4] Gustafsson S. I. Pengar att spara på lägre elräkningar. *Nordisk Träteknik*, ?(2):25, 32, 1996.