

ENERGI

MAGASINET

Teknik • Ekonomi • Miljö

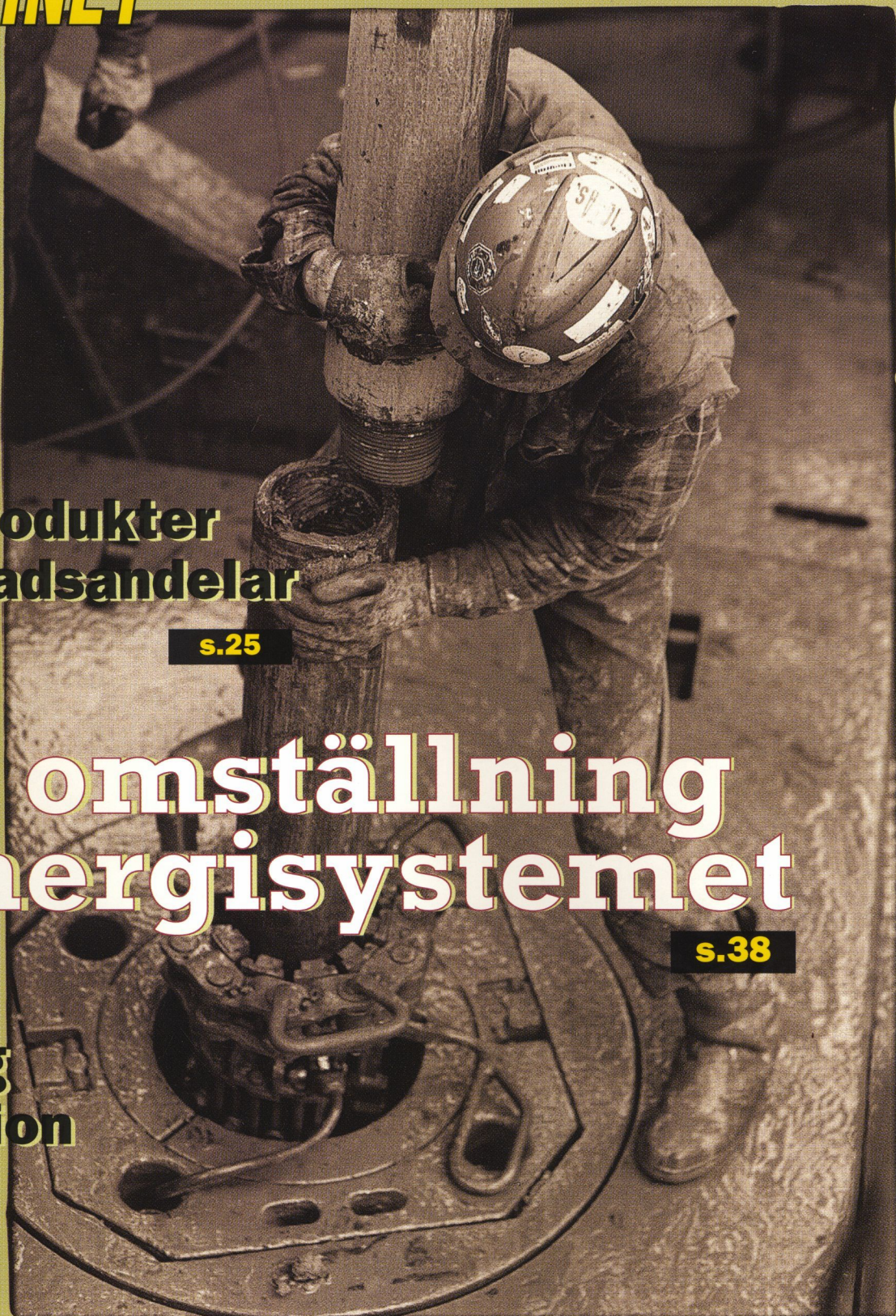
**Elsnåla produkter
tar marknadsandelar**

s.25

**Trög omställning
av energisystemet**

s.38

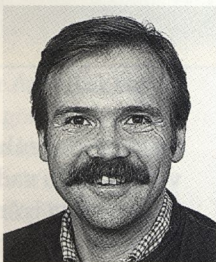
TEMA
**Småskalig
elproduktion**



Effektivare träindustri

Energisparåtgärder vid ytbehandling av planmöbler

Det kan vara svårt att energieffektivisera en träindustri när kostnaden för värmeenergi inte är mer än tio öre/kWh. Men det går, om man tillämpar systemtänkande istället för att vidta åtgärder för varje maskin i sig. Det visar en undersökning som forskare vid Linköpings Tekniska Högskola gjort.



Av **Stig-Inge Gustafsson**, docent vid Linköpings Tekniska högskola

Vid Tekniska högskolan i Linköping finns sedan några år tillbaka en utbildning i Träteknik. Framst är det trämanufakturindustrin som är av intresse dvs tillverkning av möbler, dörrar, parkettgolv, kökssnickerior mm i industriell skala. Då verksamheten vid högskolan är organiserad i sk storinstitutioner återfinns ämnet Träteknik tillsammans med 12 andra inom IKP, dvs Institutionen för Konstruktions- och Produktionsteknik. Ett av dessa tolv ämnesområden är Energisystem. Det föll sig därför naturligt att börja undersöka energianvändningen i denna del av träbranschen.

Vår första studie rörde en mindre trappfabrik i södra delen av Östergötland, se [ref 1]. Erfarenheter från denna visade att mycket mera kunskap måste inhämtas om de olika processer som bygger upp tillverkningen av de olika produkterna. En sådan process är ytbehandling av planmöbler.

Genom ett bidrag från Länsstyrelsen i Kalmar, samt EU-medel via det sk mål 5b kunde vi starta ett projekt vid Totebo AB beläget mellan Vimmerby och Väster-
vik.

Totebo AB tillverkar produkter som sedan säljs vidare via exempelvis IKEA, Kinnarps och Martela. En stor del av tillverkningen utgörs av sk planmöbler dvs bord, hurtsar, bokhyllor mm. Gemensamt för alla dessa är att de skall lackeras. Ibland används klara lacker, men ofta ska produkterna också betsas eller förses med färgade lackskikt. Totebo AB har två sk linor där man ytbehandlar planmöbler. En av dessa har under-



sökts mera i detalj, se [ref 2]. I uppsatsen visas att omkring en femtedel av elanvändningen vid företaget beror på förhållanden i just denna lina, till en kostnad av omkring 400 000 kr per år.

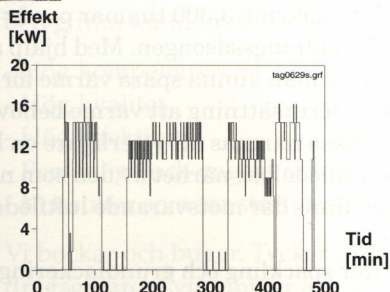
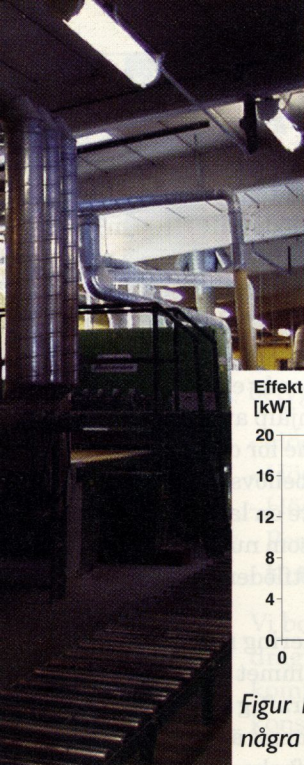
Mätutrustning

I fabriken används energi i form av exempelvis el eller ånga, men endast elanvändningen mäts upp i fabriken. Detta sker bl a i den elmätare som elkraftsleverantören tillhandahåller, i detta fall Sydkraft. Företaget har vidare en egen vattenkraftsanläggning och viss mätning av leveransen från denna sker också. Värme produceras till stor del i företagets flispanna och värmen distribueras i form av ånga eller varmt vatten. Denna värmemängd mäts dock inte. För att få en uppfattning om elenergianvändningen för just ytbehandlingslinan har ett femtontal extra elmätare installerats.

Ytbehandlingslinan

De skivor som skall ytbehandlas passerar först en sk bredbandputs. Denna maskin ser bl a till att skivorna får en precis tjocklek. Det är också viktigt att lackerna anbringas på färskt trä vilket ger bättre vätningssegenskaper. Den första elmätaren installerades vid denna maskin, se figur 1.

Mätningarna visar att den maximala effekt som åtgår är c:a 16 kW. En närmare analys visar dock att maskinen måste vara kopplad till ett spånsugsystem vari slipdammet transporteras till ett filter. Fläktarna drivs av ett antal elmotorer vars förbrukning dock inte ingår i figuren. Anledningen till detta är att undercentralerna inte ligger exakt på samma ställe. Den luft som transporterar dammet tas från lokalen och har därför en temperatur på c:a 25 °C. För att man skall



Figur 1: Elanvändning i en bredbandputs några timmar den 29 juni 1998.

kunna spara en del energi leds luften efter att ha passerat filtret tillbaka in i fabriken. Detta sker dock endast under vintern. Motorer som endast utnyttjar en del av sin kapacitet får ett lågt värde på $\cos(\delta)$, d v s spänning och ström ligger inte i fas med varandra. En av motorerna hade ett värde om endast 0.26 medan bredbandputsen som helhet hade ett $\cos(\delta)$ om 0.5. Motorerna verkar således vara alltför kraftfulla för sina uppgifter. Det är dock inte enkelt att bygga om systemet så att värdet blir högre. Filtret är tillverkat av plåt och är helt oisolerat. En hel del värme försvinner därför från returluften men då transportvägarna utomhus är förhållandevis korta och stora luftmängder passerar, c:a 30,000 m³/h, hinner inte luften avkylas mera än någon eller några grader. Ett lönsamt energisparande vad gäller denna apparat synes därför vara svårt.

Efter bredbandputsen kommer två stycken betsmaskiner. Maskinerna används förhållandevis sällan för betstning men måste ändå vara igång då skivorna måste transporteras framåt. Apparaten har endast en effekt om någon kW och inget ventilationssystem finns anslutet. Maskinerna är därför förhållandevis ointressanta i sammanhanget. Efter betstningen måste skivorna torka. Skivorna passerar därför en sk dystork där varm luft blåses vinkelrätt mot skivornas yta, se figur 2.

Den ånga som används produceras i en fliseldad ångpanna. Efter att ha passerat värmeväxlaren sitter en sk ångfälla som ser till att vatten och luft kan passera men ångan stannar kvar. Det vatten som passerar fällan kallas kondensat och en del av detta förångas troligen återigen pga tryckskillnaden före och efter ångfällan men ett tydligt temperatursprång kunde mätas upp till c:a 40 °C. Ångfällan fungerade därför troligen som den ska. Luften i torken cirkulerar sedan med

forts. på sid 46

Säker och pålitlig!



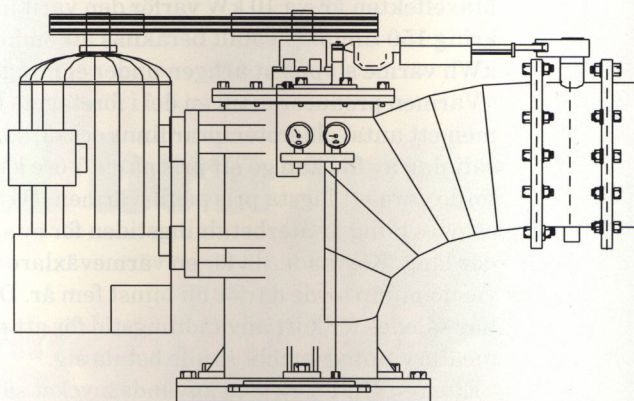
Flamövervakningssystem ORFEUS (fd IRIS/IRX)

Conmidu AB är inte enbart en produktleverantör för flamövervakningssystem, vi levererar funktioner. Med andra ord, vi skräddarsyr flamövervakningssystem efter kundens specifika behov. I linje med detta lämnar vi en funktionsgaranti på installationen. Vårt flamövervakningssystem kommer från en av Europas ledande tillverkare och saluförs sedan flera år av oss på Conmidu AB. Vi har en samlad kompetens när det gäller förbränning, brännare och brännarstyrningssystem.

Conmidu AB
- en partner
att lita på

Conmidu

Conmidu AB • Box 569 • 442 16 Kungälv
Telefon 0303-911 10 • Telefax 0303-911 59
Internet: www.conmidu.se

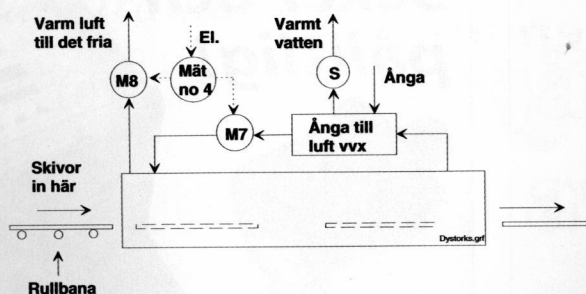


**Vattenturbiner för små fallhöjder,
lite vatten och rimliga pengar.**

Cargo & Kraft

TURBIN ♦ AKTIEBOLAG

Kedjebohammar • 739 92 Skinnskatteberg
Tel 0222-280 80 Fax 0222-280 79
e-post: turbin@cargo-kraft.se



Figur 2: Dystork uppvärmd med ånga vid Totebo AB.

forts. från sid 45

hjälp av en fläkt vilken i sin tur drivs av motorn M7 i figuren. En viss mängd luft måste dock ledas ut i det fria för att inte luften i torken skall bli helt mättad med vatten och därvid förlora sina torkande egenskaper. Detta sker via en fläkt som drivs av motorn M8. Elanvändningen mäts via mätare nr 4 vilken visade att den installerade effekten är c:a 10 kW, se figur 3, medan den använda elenergin uppgick till 95,7 kWh den 7 september 1998. Genom att mäta upp den mängd kondensat som rinner i returledningen till ångpannan kunde konstateras att värmeeffekten var c:a 30 kW. Lufttemperaturen i torken var c:a 70 °C och detta är således också temperaturen på den luft som leds ut i det fria. Med hjälp av en sk vinganemometer har luftflödet från torken mätts upp till 1,350 m³/h. Det är också av intresse att veta hur ofta dystorken används. Våra mätningar startade den 27 maj och fram till 1 oktober hade 1,536 kWh förbrukats i form av el. Maxeffekten är c:a 10 kW varför den varit igång omkring 150 timmar. Totalt beräknas att omkring 16,400 kWh värme släpps ut årligen under eldningssäsongen. Värmen produceras till en del i företagets flispanna men ett antal elareotemperar finns också, se [3]. Försäljning av flis kan ge ett pris på c:a 7 öre kWh vilket torde vara ett lägsta pris på flisvärmen. Då värmen är så pass billig är återbetalningstiden för ev sparåtgärder lång. Kostnaderna för en värmexlare eller en värmepump torde därför bli minst fem år. Dystorken har således för kort användningstid för att någon värmeåtervinning snabbt skulle betala sig.

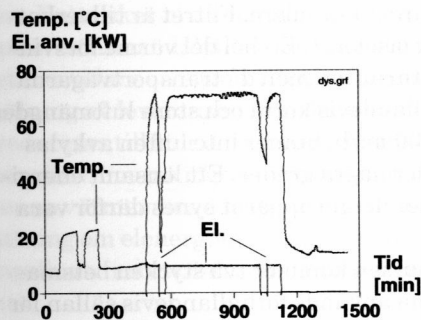
Efter en IRM-tork som används mycket sällan eller inte alls kommer en spackelmaskin med tillhörande härdningsutrustning. Härdningen, eller polymerisationen, sker med ultraviolett ljus, UV. Tre sådana "UV-ugnar" matas från samma apparatskåp där vi därför installerat en elmätare. Elanvändningen framgår av figur 4. Effekten i de tre ugnarna ligger på c:a 35 kW. Samtidigt som UV-ljuset alstras får man en stor mängd värme som måste kylas bort. Värmeutvecklingen är så stor att lampornas reflektorer måste vändas automatiskt om transporten av skivorna av någon anledning skulle fallera. I annat fall finns risk för att skivorna börjar brinna. Värmen kyls bort med hjälp av luft som tas från lokalen. Luften sugas genom maskinen med hjälp av en fläkt och leds sedan ut ur fabriken till

det fria. Fläkten drivs av en motor med en ungefärlig effekt om 1 kW. Den utgående luftens temperatur har mätts upp till c:a 50 °C och luftflödet till 1,100 m³/h. Liknande UV-ugnar återkommer även senare i processen för härdning av grund- och topplack. Totalt finns tio stycken och det sammanlagda luftflödet uppgår således till c:a 11,000 m³/h. UV-ugnarna används också flitigt, omkring 3,300 timmar per år eller 2,100 timmar under eldningssäsongen. Med hjälp av en värmexlare torde man kunna spara värme för c:a 30,000 kr/år under förutsättning att värme behövs i lokalerna. Det bör också nämnas att ytterligare en lacklina är placerad i omedelbar närhet av den som nu undersökts. Trogen finns där motsvarande luftflöden och temperaturer.

Efter spackling och grundlackering måste skivorna slipas i en bredbandslip. Slipdammet transporteras bort via spånsugsystemet i en kraftig luftström. Luften tas från lokalen men då slipdammet är hälsovådligt kan ingen återföring av returluft ske. Luftmängden har beräknats till 6,800 m³/h.

Efter lackslipen finns en ridålackmaskin placerad. Denna har ett i sammanhanget obetydligt elbehov men den lack som används här innehåller mycket lösningsmedel och maskinen måste därför ventileras. Lösningsmedlet måste också avdunsta i en sk flash-off.

För att påskynda processen används en del värme i form av 40-gradig luft. Används en högre temperatur riskerar man att få blåsor i lackskiktet då lackens yta bildar ett "skinn" där lösningsmedlet har svårt att



Figur 3: Temperatur och elanvändning i dystork 7 september 1998, Totebo AB.

tränga igenom. Efter denna flash-off kan den slutliga härdningen ske med hjälp av ett antal sk IRM-lampor som genererar infrarött ljus. Denna process måste också ventileras vilket innebär att kall uteluft värms upp till c:a 80 grader. Genom ett antal spjäll kan viss värmeåtervinning ske. Maskinen används inte särskilt ofta varför det är svårt att hitta lönsamma sparåtgärder här.

Efter härdningen måste skivorna kylas av i en kylzon innan topplacken läggs på. Luften till zonen tas in via kanaler genom ytterväggen, leds genom maskinen och sedan ut till det fria igen. Då luftflödet är avsevärt, c:a 35,000 m³/h har uppmätts på avluftssidan, kommer temperaturstegringen hos denna luft inte att bli speci-

forts. på sid 48

forts. från sid 46

ellt stor. Tilluftsmängden var c a 10 000 m³/h lägre så en hel del av luften till kylzonen tas från lokalerna.

Förslag till åtgärder

Som nämnts ovan är värmekostnaden för en trämanufakturindustri som eldar upp sitt eget avfall låg, ibland kanske under 10 öre/kWh. Det är således svårt att uppnå någon stor lönsamhet genom att åtgärda varje maskin för sig. Istället torde ett systemtänkande vara lämpligt.

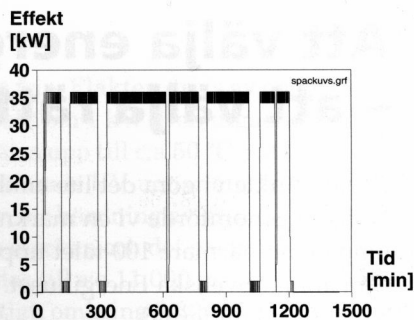
I slutet av ytbehandlingslinan finns en kylzon där frisk luft tas in via tre stycken kanaler med diametern 0.6 m. Motsvarande frånluftkanaler finns också och kylzonen kan därför sägas vara indelad i tre segment. Luften värms upp några få grader men duger troligen fortfarande som kyluft även i ett antal andra maskiner. Då rördimensionen är stor och rörens längd kort, några få meter, är luftmotståndet lågt i dessa även för stora flöden. Vid toplackeringen finns ett kylbehov till de sk UV-ugnarna som idag använder luft från lokalen. Vid varje ugn finns ju en fläkt som drivs av en elmotor om c a 1 kW. Luftflödet i varje rör har uppmätts till c a 1 500 m³/h och tre eller fyra ugnar används samtidigt.

Det skulle troligen gå bra att stänga av både tilluftfläkt och frånluftfläkt i det sista segmentet i kylzonen och låta UV-ugnarnas fläktar sköta detta. Kylningen av ugnarna skulle också bli bättre då kall eller endast något uppvärmd tilluft används. All varm avluft från apparaterna samlas lämpligen i en speciell avluftskanal. Det mittersta segmentet av kylzonens avluftskanal kopplas förslagsvis till IRM-torkens kyluftintag, som har ungefär samma dimension.

Ridålackmaskinen har försetts med en utsugshuv kopplad till en fläkt och en kanal till det fria. Här kanske man kan leda in avluften i lackslipmaskinen i stället vilket innebär att ridålackmaskinens fläkt kan stängas av. Före lackslipen sker grundlack och spackling och härdning av lacken sker med UV-ljus. Avluften från dessa ugnar borde också kopplas till den gemensamma avluftskanalen.

Före grundlacken finns en IRM-tork som tar in c:a 8 000 m³/h kyluft från det fria men som används mycket sällan. Helst skulle kanske en del av kylzonens avluft användas även här men detta leder till en mycket lång kanal. Här föreslås därför att endast tilluftfläkten stängs av då endast omkring 3 000 m³ luft per timma leds från maskinen. Detta varma flöde kopplas till den gemensamma avluftskanalen. Hit kopplas också den varma avluften från dystorken.

I den gemensamma avluftskanalen kommer nu ett stort flöde av varm luft. Det gäller nu att hitta en värmesänka för denna. I en närbelägen fabrikslokal sprutlackeras kanter mm på skivorna. Här har företaget problem att få tillräcklig temperatur på inomhusluften. Avluften från ytbehandlingslinan leds därför dit och via en värmväxlare förs värme över från av-



Figur 4: Elanvändning i tre sk UV-ugnar, Totebo AB.

luft till tilluft. Då luften i avluftkanalen trycks fram av alla fläktar skulle ev ingen fläkt behövas här. Detta kan dock skapa läckage vid maskiner som ej är igång, exempelvis den IRM-tork som är placerad före grundlacken. Om en central fläkt placeras här skulle kanske ett antal av avluftsfläktarna vid maskinerna i stället kunna tas ur drift. Avluftsystemet skulle då fungera på samma sätt som spånsugen. I snickerifabriker råder normalt ett rejält undertryck pga all luft som transporteras ut ur lokalerna. Tilluften tas in genom dörröppningar, springor mm i klimatskalet. Om man i stället lät tilluften komma in via värmväxlaren skulle denna värmas upp och transporten av luften skulle ske pga lokalens undertryck. Om det blir för varmt i lokalerna kanske personalen öppnar ett eller flera fönster för vädring. Undertycket blir då lägre och värmeströmmen från värmväxlaren minskar i motsvarande grad. Systemet skulle i så fall bli självreglerande. Ingen tilluftfläkt torde därför behövas här.

Sammanfattning

Vid ytbehandling av planmöbler används en mängd maskiner. Vid processerna alstras värme som måste ledas bort. Detta sker genom att blåsa luft genom maskinerna. Varje maskin har idag ett separat system för denna transport vilket gör det svårt att återvinna värme med lönsamhet. Den återvunna värmen skulle kunna användas som lokaluppvärmning vilken nu erhålles genom att elda träavfall i en flispanna. Värmepriset är således mycket lågt. Genom att leda alla varma luftflöden till en gemensam punkt och där placera en värmväxlare kan en apparat byggas, istället för många små. I slutet av anläggningen finns en kylzon. Luften från denna borde användas som kylning i sådana processer som inte kräver just kall luft utan klarar sig med exvis luft av rumstemperatur. Samma luft kommer därvid att användas flera gånger. Värmväxlaren används för att värma uteluft till rumstemperatur mera kontrollerat än vad som sker idag då tilluften tas in genom ofullkomligheter i väggar, tak och golv. P g a det undertryck som råder i lokalerna framför allt under eldningsssäsongen skulle systemet kunna bli självreglerande.

REFERENSER

- [1] Gustafsson S. I., Probert S. D., "Electricity Use in The Swedish Carpentry Industry" *Applied Energy*, Vol. 52 nr 1, pp 73 - 85, 1995
- [2] Gustafsson S. I., "Energy Usage in Surfacing lines.", Manuskrift
- [3] Bragsjö P., "Energibesparande åtgärder vid en möbelfabrik", Examensarbete LiTH-IKP-EX-1511, 1998.