9108050

P

RAPPORT

Ny teknik minskar damm-emission och buller vid dubbeltappmaskinen

Ett samarbete med tyska maskintillverkare

Trätek

INSTITUTET FÖR TRÄTEKNISK FORSKNING

Ny teknik minskar dammemission och buller vid dubbeltappmaskinen
Ett samarbete med tyska maskintillverkare

Trätek, Rapport P 9108050

ISSN 1102-1071
ISRN TRÄTEK-R--91/050--SE

Nyckelord

dust control
noise control
standardization
woodworking machinery

Jönköping augusti 1991

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	sida
SAMMANFATTNING	3
BAKGRUND	4
Trädamm – ett hälsoproblem	4
Trätek i tyskt samarbete	4
MÅL	4
Strängare tysk norm genom påvisbara förbättringar	4
Mål med Träteks arbete på dubbeltappmaskinen	5
UPPLÄGGNING OCH BESKRIVNING AV ARBETET	6
Dubbeltappmaskinen mångsidig...	6
...men problematisk ur damm- och bullersynpunkt	6
Experimentmaskin från Homag till projektet	7
Även grövre dammpartiklar ger problem	8
Dammläckage från fräshuv trots stort luftflöde	8
Förbättring möjlig av huven vid ritssåg och såg-/tuggenhet	8
Maskinkapslingen dammsamlare	9
Brandrisk från remsor och stickor	9
MÄTMETODER	9
REDOVISNING OCH DISKUSSION AV RESULTATET	12
Fräshuven blir universell	12
Ny kombihuv till sågenheten minskar mängden damm till en fjärdedel	19
Maskinkapslingen tätas och förses med dysa	23
Mindre damm i inkapslingen med alternativhuv	24
Förbättringarna fastställda vid mätningar i Tyskland	26
Möjliga lösningar på remsproblemet	27
SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER	29
Målet nått!	29
Förbättring möjlig av äldre maskiner	29
Problemen med rätt skärdata och remsor kvar att lösa	29
Samarbete med mersmak	30

SAMMANFATTNING

Många maskiner i den träbearbetande industrin avger damm och buller i ohälsosamma mängder. Speciellt allvarligt är detta vid bearbetning av vissa lövträslag och skivmaterial, då fint damm från dessa kan ge upphov till en viss form av cancer i näsa och bihålor hos dem som arbetar vid maskinerna.

Vid Träteks laboratorium i Jönköping har spånhuvar och maskinkapsling till en modern dubbeltappmaskin modifierats så att emissionen av trädamm till omgivningen minskat. En kombihuv och en huv för frässpindeln har utvecklats. Båda har justerbara delar, vilket ökar användningsmöjligheterna. Maskinkapslingen har tätats och försetts med dysor.

Den bärande idén har varit att strypa ogynnsamma luftflöden och underlätta sådana luftflöden som ger effektivare infångning och avsugning av damm och spån. Härigenom har bland annat verktygen i sig kunnat ge ett positivt bidrag till damminfångningen. Minskningen har fastställts i Träteks laboratorium genom indikerande och jämförande mätningar under experimentens gång. Resultatet har bekräftats genom normerade mätningar på den förändrade maskinen i Tyskland. Mätningarna utfördes enligt DIN 33 891.

Projektet med dubbeltappmaskinen var en del i ett större tysk–svenskt samarbete som omfattade flertalet av de maskintyper som används i små och medelstora träindustrier. Det experimentella arbetet delades mellan Trätek och Institut für Werkzeugs- und Fertigungstechnik i Braunschweig.

Målet var att nå sådana förbättringar att de tekniska hindren undanröjdes för en strängare tysk norm som innebar en högsta tillåtna dammemission av 2 mg damm per m^3 luft. Detta värde underskreds med den förändrade maskinen och den nya tyska normen fastställdes också under projektarbetets gång.

Syftet med det svenska engagemanget i projektet var att få bättre importerade maskiner till Sverige, med högt ställda krav på liten dammemission. Eftersom vi importerar många maskiner från Tyskland var engagemanget ett sätt att effektivt förändra arbetsmiljön i de svenska industrierna.

Svensk finansiär i projektet var Arbetsmiljöfonden. Parter i Tyskland har varit Institut für Werkzeugs- und Fertigungstechnik, Fachausschuss Holz hos Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit och Institut für Arbeitssicherheit.

BAKGRUND

Trädamm, ett hälsoproblem

Att minska mängden damm och buller från träbearbetande maskiner har länge varit en strävan inom svensk träindustri. Åtgärderna när det gäller buller har bestått i att bygga in maskinerna och att komplettera med personlig skyddsutrustning. Infångningen av damm har man försökt förbättra genom ökade lufthastigheter och -flöden samt genom att förstärka allmänventilationen. Av erfarenhet vet man emellertid att alla sådana åtgärder har sämre effekt och kostar mer än om buller- och dammemissionen minimeras vid själva konstruktionen.

Det är dock svårt att ställa specifikt svenska krav på träbearbetningsmaskinerna. Orsaken är att flertalet av maskinerna importeras och den svenska marknaden är för liten för att kraftfullt kunna ställa långtgående krav. En stor andel av maskinerna importerar vi från Tyskland och Italien.

Trädammet kan vålla svåra hälsoproblem. Därför beslutades i Sverige 1981 om ett hygieniskt gränsvärde på 4 mg damm per m^3 luft (AFS 1981:8). Trädamm gavs samtidigt beteckningen "K" - ämnet har cancerframkallande egenskaper! Sambandet mellan trädamm och en viss form av cancer i näsa och bihålor har varit starkast när det gällt yrkesmässig exponering för damm från vissa lövträslag, t ex ek och bok. Under projektarbetets gång, 1989, skärptes det svenska gränsvärdet till 3 mg/m^3 (AFS 1990:13). För ombyggnad och nybyggnation gäller ett gränsvärde på 2 mg/m^3.

På 1980-talet hade även problemet med trädamm och cancer på allvar uppmärksammats i Tyskland. Föreskrivande myndigheter införde gränsvärden liknande dem i Sverige, 6 mg/m^3, och man beslöt att satsa kraftigt på att förbättra arbetsmiljön inom träindustrin. Man började ivrigt söka efter goda tekniska lösningar.

Trätek i tyskt samarbete

Träteks tidigare arbeten med att minska buller- och dammemissionen från träbearbetningsmaskiner hade uppmärksammats i Tyskland. Kontakter togs från tysk sida med Träteks jönköpingsenhet och ett samarbete inleddes. Parter i Tyskland blev Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit (BIA) i Sankt Augustin, Fachausschuss Holz hos Berufsgenossenschaft (Holz-BG) i Stuttgart och Institut für Werkzeugs- und Fertigungstechnik (IWF) i Braunschweig. Tysk finansiär var arbetsmiljöprogrammet Humanisierung des Arbeitslebens (HDA) vid forskningsministeriet i Bonn. Tillskyndare och finansiär från svensk sida var Arbetsmiljöfonden.

MÅL

Strängare tysk norm genom påvisbara förbättringar

Syftet med samarbetet var att praktiskt visa vilka förbättringar som kunde uppnås för de vanligaste typerna av bearbetningsmaskiner avsedda för små och medelstora träbearbetande

industrier. Syftet var också att få tillgång till nya maskiner direkt från tillverkarna och att genomföra projektet tillsammans med dem. Detta för att få förståelse för problemen och för att kunna påverka kommande konstruktioner.
Genom att visa att förbättringar var möjliga skulle också hindren undanröjas för en strängare tysk norm. Häri ligger motivet för Trätek och Arbetsmiljöfonden att engagera sig. Strängare tyska normer tvingar maskintillverkare att införa förbättringar vilket ger bättre importerade maskiner till Sverige!

Mellan länderna gjordes en arbetsfördelning med hänsyn till kompetens och resurser. IWF i Braunschweig skulle åtgärda följande:

- Bordfräsmaskiner, såväl fräsning mot anhåll som fräsning mot mallring.
- Enkla fyrsideshyvelmaskiner med bullerkapsling.
- Svarvar, såväl kopiersvarvar som supportsvarvar.
- Bandsågar.
- Bordbandslipmaskiner.
- Kantslipmaskiner.
- Parkettslipmaskiner.
- Arbetsplatser för handslipning.

Trätek i Jönköping skulle åtgärda följande:

- Vertikala skivsågar.
- Dubbeltappmaskiner.
- Kapsågar; parallellkapsågar, radialsågar och snabbkapsågar.

Mål med Träteks arbete på dubbeltappmaskinen

Trätek skulle utföra förändringar i en modern, vanligt förekommande, dubbeltappmaskin. Förändringsförslagen skulle tjäna som underlag när nya maskiner konstruerades. Effekterna av förändringarna skulle fastställas genom mätningar. Den eftersträvade minskningen av dammemissionen skulle vara av en sådan omfattning att den önskade och planerade strängare tyska normen om max 2 mg/m^3 gott och väl skulle innehållas. Strävan var att nå ned till 1 mg/m^3.

De förändringar som gjordes av verktygshuvar och maskinkapsling fick inte inverka menligt på dubbeltappmaskinens prestanda eller dess flexibla användning. Om möjligt skulle dessutom förbättringarna göras så att det erforderliga luftflödet för utsugning av damm och spån minskade vilket skulle leda till minskat buller och effektivare energianvändning, men framför allt lägre kostnader.

En bedömning skulle också göras i vad mån de genomförda förändringarna och de uppnådda effekterna var tillämpliga för befintliga maskiner. Detta som underlag för förbättring av arbetsmiljön hos enskilda företag i träindustrin.

Dammemissionen var viktigast att åtgärda. Även möjligheterna att minska bulleremissionen skulle beaktas, om sådana effekter kunde nås med samma åtgärd.

UPPLÄGGNING OCH BESKRIVNING AV ARBETET

Dubbeltappmaskinen mångsidig...

Maskintypen utvecklades ursprungligen för att fräsa tappar och slitsar i massiva träämnen för hörnfogar till fönster, dörrar, karmar m m. Tappmaskinerna byggdes så att bearbetningen skedde samtidigt i ämnets båda ändar. Därav benämningen dubbeltappmaskin. Maskintypen har sedan alltmer kommit att användas för olika varianter av kantbearbetning av plana ämnen t ex dörrblad och luckor. Det dominerande användningsområdet idag är kantbearbetning av skivmaterial, om man ser till träindustrin som helhet.

Maskinerna byggs och utrustas olika beroende på vilka arbetsoperationer som skall utföras. Antalet och placeringen av bearbetningsspindlarna kan variera. Dessutom används olika verktygsstorlekar och -typer. En ritssåg och såg-/tuggenhet inleder nästan alltid som första enhet.

...men problematisk ur damm- och bullersynpunkt

Den varierade användningen gör att det är svårt att förse maskinerna med ändamålsenliga verktygshuvar som hindrar spridningen av damm och buller till omgivningen. Svårigheterna ligger i att fräsverktygen kan ställas i både horisontell och vertikal position, samt i alla vinklar däremellan. Olika diametrar kan sedan väljas för fräsverktygen, vanligen mellan 140 och 300 mm. Ibland görs valet utgående från rationella skäl, med tanke på bearbetningsoperationen, men ibland endast utgående från vilka verktyg som varit tillgängliga.

Arbetsstycket i sig och den bearbetade profilen bidrar också till problemen med spridningen av damm och buller. Tjocklekarna kan variera mellan 10 och 100 mm vilket ger upphov till svårbemästrade öppningar för in- och utmatning av materialet. I de fall då kanten till exempel bearbetats till en fals genom medfräsning uppstår längs falsen ett spånsprut som är svårt att ta hand om.

Normalt är dubbeltappmaskinen utrustad med separata verktygshuvar vid bearbetningsställena. För att klara av de många olika bearbetningsoperationerna erfordras ett antal olika huvar anpassade för olika verktyg. För vissa operationer är det till och med svårt att använda separata verktygshuvar varför man avstår och låter själva maskinkapslingen utgöra hindret mot damm- och bulleremissionen.

Enbart maskinkapslingen är emellertid en dålig lösning. En låg emission kan erhållas med ett stort luftflöde under bearbetning. Problemen dyker istället upp i samband med verktygsbyte eftersom maskinkapslingen då är bemängd med spån och damm som faller ned när kapslingens luckor öppnas. Den efterföljande renblåsningen med tryckluft förstärker problemet.

I industrin finns idag ett stort antal dubbeltappmaskiner av äldre tillverkning. Många av dessa maskiner saknar kapsling över hela maskinen. De separata verktygshuvarna vid bearbetningsställena utgör följaktligen det enda hindret för spridning av damm och buller. Dessa spånhuvar har dålig förmåga att infånga damm och spån. Åtskilliga av dessa arbetsplatser har härigenom svåra problem med arbetsmiljön.

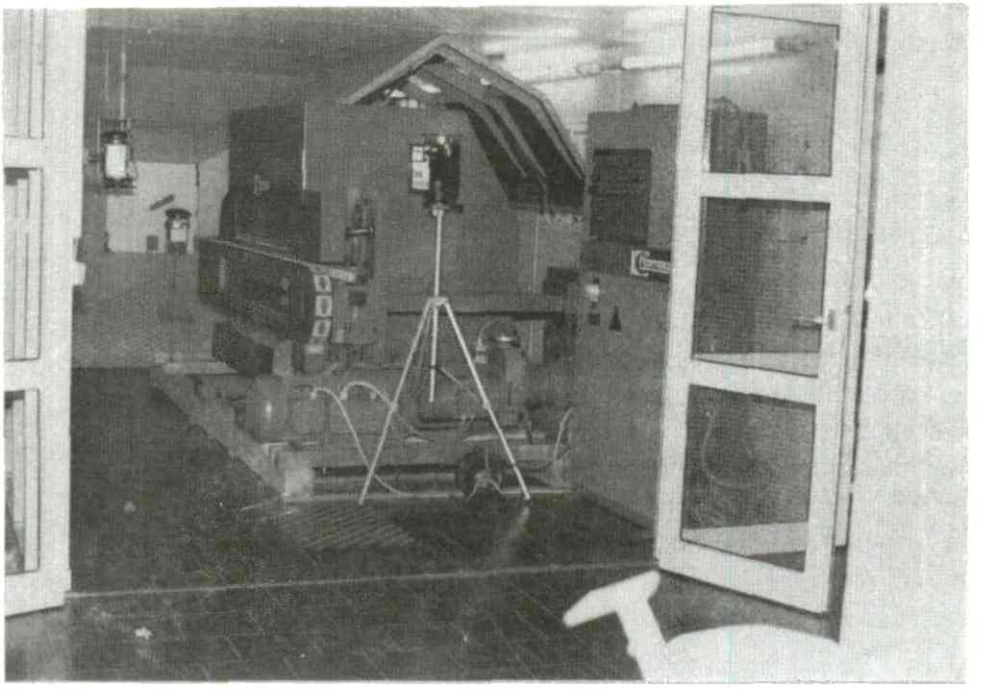
Experimentmaskin från Homag till projektet

För utprovning av spånhuvar och test av konstruktionsförändringar valdes en tysk maskin av fabrikatet Homag. Skälet till detta var, att Homag är ett av de vanligaste fabrikaten på såväl den svenska som den tyska marknaden. Holz-Berufgenossenschaft (Holz-BG) i Stuttgart hade sedan tidigare goda kontakter med Homag, som visat intresse för att vidta arbetsmiljöförbättrande förändringar på sina maskiner. Även hos den svenska importören, AB Thomas Frick i Vellinge, fanns ett intresse för att medverka till arbetsmiljöförbättringar.

Homagmaskinerna är uppbyggda av bearbetningsenheter, vilka kan kombineras på många olika sätt, och maskinerna kan därför anpassas till flera skilda typer av bearbetningar; kantbearbetning, tapp- och slitsfräsning, fräsning av dörrar och luckor m m. De konstruktionslösningar som utarbetades i projektet skulle på så sätt kunna få en stor spridning och användning inom flera delbranscher inom träindustrin.

Maskinen som installerades i Träteks laboratorium i Jönköping var försedd med en ritssågenhet, en såg-/tuggenhet och en ställbar frässpindel. Normalt är den använda maskintypen avsedd för skivformat på 1,2-1,8 m x 2,0-3,6 m och är därför mycket utrymmeskrävande.

För att underlätta det experimentella arbetet installerades endast "halva" maskinen; den vänstra maskinsidan. Maskinen hade endast en matarkedja med ett tillhörande övre matarband. Vid sidan av balken, där matarkedjan löpte, fanns ett materialstöd i form av en skena med frilöpande rullar. Skenan kunde ställas in för arbetsstycken som var upp till 1 200 mm breda. För att i möjligaste mån efterlikna vanliga betingelser i industrin begränsades konstruktionen till att klara skivmaterial i tjocklekar mellan 12 och 50 mm med utgångsformatet 1 200 x 600 mm. Långsidorna bearbetades successivt tills en minsta bredd på 250 mm uppnåddes.



Figur 1. Experimentmaskinen från Homag uppställd för mätning av dammemissionen i den DIN-normerade mätkammaren i Tyskland. Luckan till maskinkapslingen är öppen.

Även grövre dammpartiklar ger problem

En detaljerad probleminventering gjordes via fältstudier vid några industrier och experiment-maskinen i Träteks laboratorium kartlades i detalj via bearbetningsstudier och mätningar.

De tidigare bekanta dammproblemen kunde fastställas. Men problemet med spån och damm visade sig ha ytterligare en sida. Inte bara fint damm, som kommer in i andningsvägarna, måste beaktas utan även medelgrova partiklar från bearbetning av främst MDF (Medium Density Fiberboard). Sådana medelgrova partiklar letar sig in mellan klädesplagg och hud och kan ge upphov till mekaniska allergier. Partiklarna samlas på de bearbetade produkternas ytor och resulterar dessutom ofta i intrycksmärken från matarvalsar eller i dålig ytbehandling.

Dammläckage från fräshuv trots stort luftflöde

Vid bearbetningen används normalt skärhastigheter mellan 40 och 80 m/s. Dessa hastigheter skall jämföras med att luftens hastighet, i utsugningskanalerna till kåporna vid de separata bearbetningsställena, uppgår till 20–30 m/s.

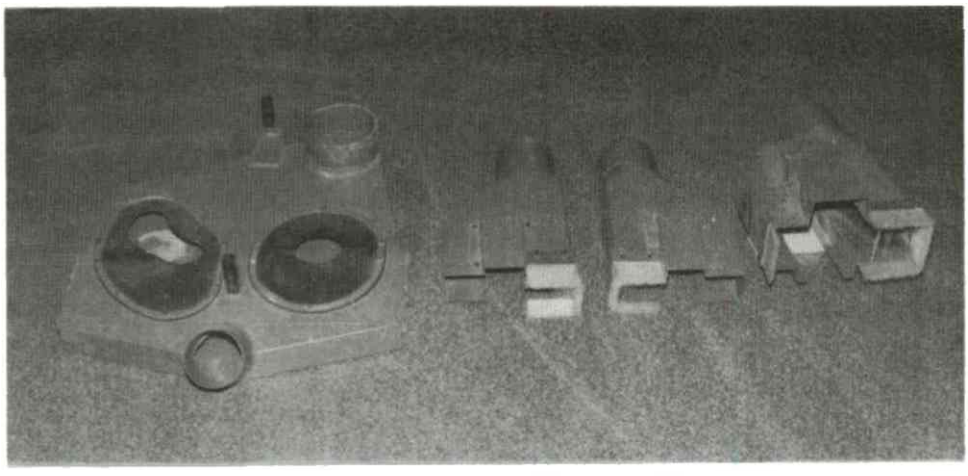
Originalkåporna till maskinen gav luften tillträde till fräsverktygets centrum. Verktyget kom därför att fungera som en fläkt, avsevärt starkare än utsugningsfläkten, och spred spån och damm på ett okontrollerat sätt. Inte ens med de stora luftflöden som fabrikanten rekommen-derar, 5 000–6 000 m^3/h, kunde bra avsugning uppnås.

Originalkåporna var försedda med borst som när de är nya effektivt hindrar spån och damm från att kastas eller blåsas ut längs materialet. Utläckaget var emellertid stort i sidled genom en springa i matningsaggregatet. Samtidigt hindrar borsten också en hög lufthastighet in i huven, vilket krävs för ett bra infångningsarbete.

En ny spånhuv måste genom sin konstruktion bromsa ett utåtriktat luftflöde från verktyget och utnyttja det inåtgående luftflödet positivt. Dessutom borde huven tillåta ett flertal olika verktygsdiametrar samt såväl motfräsning som medfräsning. En universalhuv skulle utvecklas.

Förbättring möjlig av huven vid ritssåg och såg–/tuggenhet

Originalhuven vid ritssåg och såg–/tuggenheten fungerade jämförelsevis väl vid de använda luftflödena, ca 2 500 m^3/h. Emellertid borde det vara möjligt att både förbättra funktionen och samtidigt minska luftflödet genom att låta verktygens egenalstrade luftflöde medverka till infångningsarbetet och genom att stänga till icke önkvärda luftvägar och strypa oönskade verktygsluftflöden. Här noterades vissa svårigheter eftersom ritssågverktyget måste kunna röra sig pendlande kring ett centrum för att kunna ritsa i skivans ände, vilket gav en stor öppning för axeln.



Figur 2. Verktygshuvarna i originalutförande. Till vänster syns den kombinerade huven för ritssågen och såg-/tuggenheten. De övriga huvarna är avsedda för fräsenheten.

Maskinkapslingen dammsamlare

Spån, damm och buller trängde ut ur maskinkapslingen vid den springa som fanns vid matarbalken. Mest damm trängde givetvis ut vid bearbetning då separata verktygshuvar inte användes samtidigt som spån och damm fastnade på kapslingens väggar och en stor del av spånen låg kvar på golvet i kapslingen. Speciellt vid fräsning med vertikalställd spindel blev dammbeläggningen stor på den öppningsbara luckan. För att hindra spån och damm att tränga ut vid matarbalken måste det inåtgående luftflödet vid denna ökas. Det åstadkoms genom att alla andra öppningar som medger luftinflöde tätas. Dessutom måste strömningsriktningen inom kapseln ändras så att damm och spån i högre utsträckning går till utsugningspunkterna än mot väggarna och öppningarna i kapseln. Även med de separata, originallevererade verktygshuvarna blev emellertid maskinkapslingen kraftigt dammbemängd på insidorna.

Brandrisk från remsor och stickor

Ett vanligt problem i industrierna är att remsor och fanérstickor fastnar i spånhuvarna när man bearbetar plywood eller skivor med laminat och fanér i dubbeltappmaskiner. Remsorna och stickorna följer inte med den strömmande luften på samma sätt som spån och damm. Istället fastnar de i huvarna, i spalter mellan verktyg och utfyllnadskroppar. Detta leder till att remsa, sticka och verktyg värms upp med risk för brand. Alternativt sugs remsor och stickor med och fastnar i krökar och förträngningar i spånutsugningssystemet, vilket minskar effektiviteten i utsugningen. Remsor och stickor ger problem både i kanaler, filter och eldningsutrustning.

MÄTMETODER

Ett antal olika mätmetoder användes vid förändringsarbetet. Dels användes metoder som var indikerande och enbart tjänade som jämförelser mellan olika vidtagna förändringssteg. Dels

användes metoder som var registrerande med regelrätta mätvärden. Nedan följer en redovisning av metoderna.

1. Iakttagelser gjordes för att fastställa spån- och dammängderna som avlagrades kring maskinen och inuti maskinkapslingen.

2. Jämförelser av provytor användes för att bedöma infångningsförmågan av grövre partiklar. I metoden väljs en provyta under den aktuella bearbetningspunkten och huven. En känd mängd material bearbetas och mängden spån och damm på provytan bedöms. I projektet användes ett A 4-papper placerat på "golvet" i maskinstativet ca 0,5 m under bearbetningsplanet. Spånmängden bedömdes och de större partiklarna räknades. I rapportens resultatredovisning anges de uppnådda effekterna i relation till originalutförandena på huvarna, vilkas resultat satts till 100%.

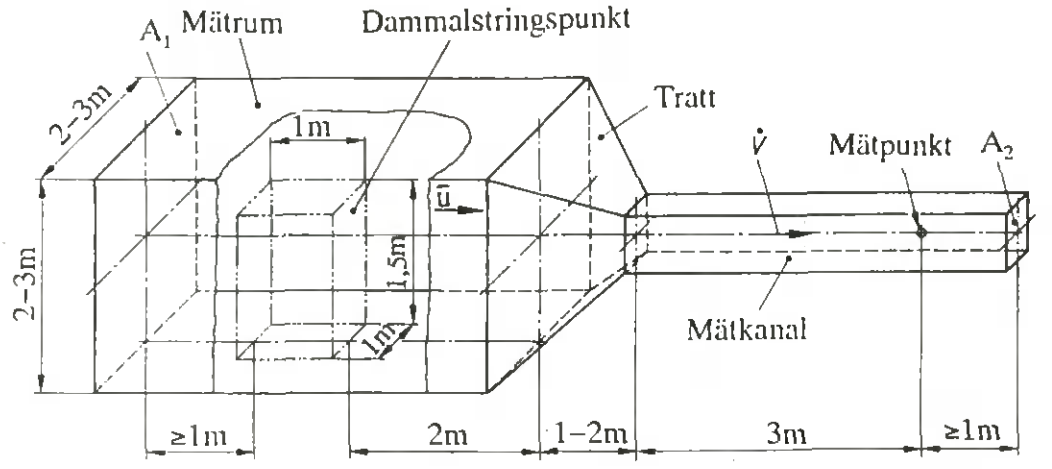
3. Termoanemometer användes för indikerande mätningar av lufthastigheten.

4. Balansflödesmätning är en metod för att fastställa storleken på det luftflöde som behöver sugas ut ur en spånhuvs anslutningsstos för att balansera det luftflöde som verktyget alstrar i en oönskad riktning. Vid balans skall inte något luftflöde komma ut från spånhuven i motsatt riktning mot utsugningsluftens så att damm kan blåsas ut i arbetslokalen.

5. Pitotrör och U-rörsmanometer användes för bestämning av tryck, hastigheter och flöden hos luften.

6. Dammätningarna har utförts på två olika sätt i projektet. Dels enligt den tyska normerade mätmetoden (DIN 33 891), dels enligt en modifierad metod för jämförande mätningar i Träteks laboratorium.

Den DIN-normerade metoden innebär att den maskin som skall utvärderas placeras i ett mätrum som i genomskärning har en yta av 6-7 m^2. Från mätrummet evakueras luftflödet genom en kanal med en tvärsnittsarea som är 1/10 av mätrummets. Tilluften till mätrummet tas genom gavelväggen så att en jämn lufthastighet erhålls över hela rummets tvärsnitt. På en bestämd punkt i mätkanalen placeras en mätsond genom vilken ett luftflöde för mätning tas ut isokinetiskt (hastigheten och riktningen är lika i och utanför mätsonden) och dammet samlas upp på ett filter. Med kännedom om luftflödet kan man beräkna den mängd damm, i mg/s, som den provade maskinen avger till sin omgivning under provperioden. Den största partikelstorlek som fångas upp vid mätningen är 50µm. Tillsammans med ett totalvärde på mängden damm utvärderas också ett värde för mängden fint respirabelt damm, alltså sådant damm som är mindre än 5 µm. Mätningen tar en halv till en timma att utföra vilket innebär att stora mängder material måste bearbetas. Metoden är därför svår att utnyttja vid experimentellt arbete för att t ex fastställa förändringar efter olika förbättringssteg.



A_1 = Öppningens tvärsnittsarea 6–7 m^2
A_2 = Mätkanalens tvärsnittsarea 0,10 x A_1, kvadratisk eller rund
$\bar{u}$ = Medelhastighet i mätrummet

Figur 3. Skissen visar mätkammare och mätkanal så som DIN 33 891 föreskriver för mätning av dammemission. Källa: Deutsches Institut für Normung.

Dammätningen enligt den DIN–normerade metoden gjordes vid Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit (BIA) i Sankt Augustin i Tyskland. Mätrummet har här bredden 3 m, höjden 2,2 m och längden 6 m. Inloppstratten är 2 m lång, mätkanalen 0,8 x 0,8 m och har längden 6 m. Lufthastigheten genom rummet är 0,25 m/s ±10%. För dammätningen används utrustningen Gravicon VC 25 G.

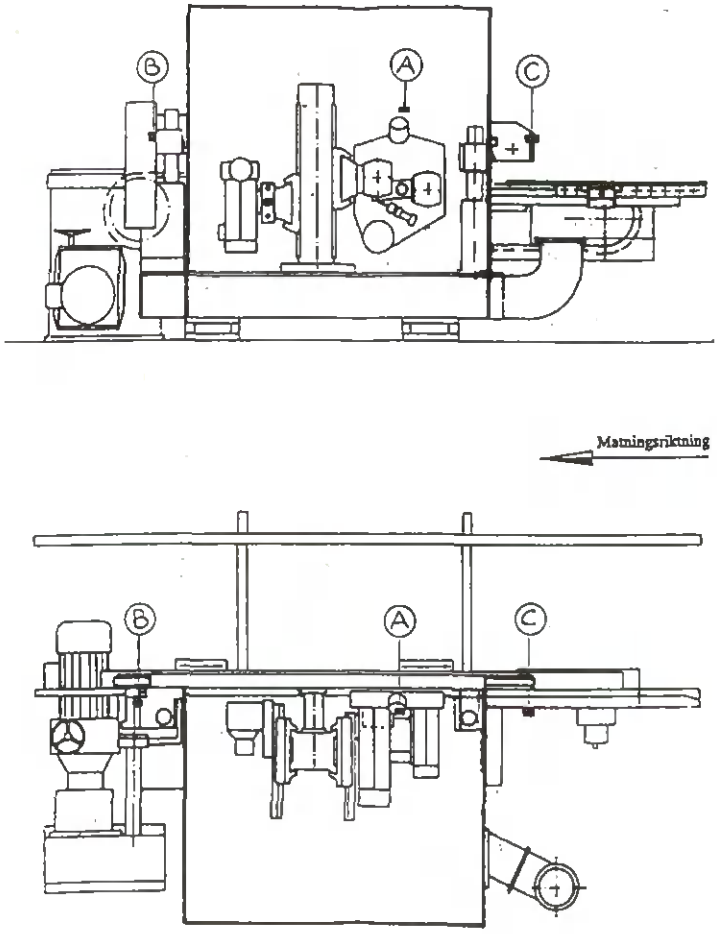
Förutom mätningen av dammkoncentrationen i frånluften fastställdes också värden på koncentrationen kring maskinen och i mätrummet med s k "worst–case–mätningar". Mätningarna görs för att få fram värden som kan tänkas uppnås under verklig drift vid en operatörsplats. Vid dessa mätningar skärmas inloppet till den stora mätkanalen av och hela mätrummet ventileras med en separat fläkt så att man åstadkommer 2,5 luftomsättningar per timme.

Minst tre mätvärden registreras. Avviker något av värdena med mer än 30% från medelvärdet utökas mätserien med ytterligare två mätvärden. Slutresultatet anges som det aritmetiska medelvärdet av de gjorda mätningarna.

Vid experimenten i Trätekts laboratorium i Jönköping användes relativa mätningar av dammängderna med hjälp av en fotometrisk metod. Instrumentet fungerar så att en detektor registrerar ett ljusflöde och då luften förbi detektorn blir mer eller mindre bemängd med damm påverkas ljusflödet. En elektrisk signal uppstår och vidarebefodras till en skrivare. I de resultatredovisande stapeldiagrammen har dammkoncentrationen satts till 100% för originalutförandena av huvar och maskinkapsling. Förändringarna som skett redovisas i relation till originalutförandena i varje tillämpligt fall.

Vid mätningarna visade det sig att dammkoncentrationerna på operatörsplatsen och andra arbetsplatser utanför maskinkapslingen var så små att mätosäkerheten blev för stor. Därför placerades mätpunkterna dels nära dammkällorna och spånhuvarna, inuti maskinkapslingen

ca 400 mm över matningsplanet, dels strax utanför maskinkapslingen 200 mm över matningsplanet. Mätpunkterna valdes emellertid så att de inte var direkt utsatta för luftströmmar och spånsprut.



Figur 4. Skissen visar mätpunkternas placering (A–C) vid de experimentella, jämförande, mätningarna med fotometrisk mätmetod. Källa: Homag Maschinenbau AG.

Även i dessa mätpunkter var det dock svårt att få mätvärden av godtagbar storlek, speciellt med de nya effektiva spånhuvarna. Därför vidtogs tre åtgärder: byte från spånskiva till MDF vid bearbetningen, ökning av avverkad materialmängd och minskning av luftflödet i utsugningskanalen.

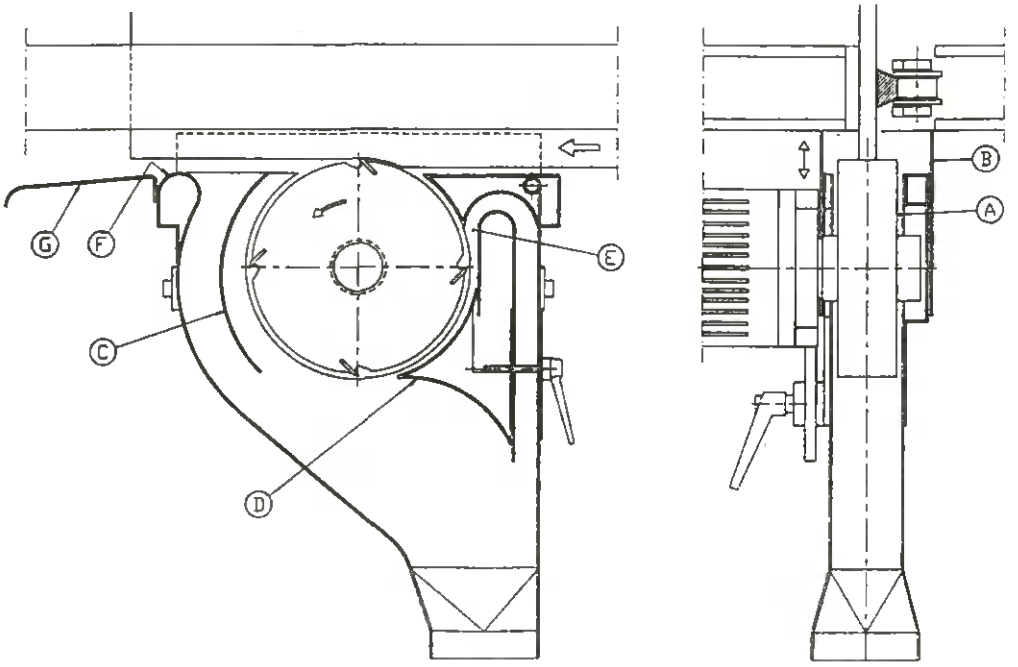
REDOVISNING OCH DISKUSSION AV RESULTAT

Fräshuven blir universell

En ny huv utformades där principen var att främja luftflödet genom sådana öppningar som understödde verktygets fläktverkan. Man täppte också till sådana öppningar där luftflödet inverkade negativt.

Huven gjordes vändbar för att kunna utnyttjas för såväl med- som motfräsning. Den tillverkades med fördel utan borst eftersom borsten hindrar det önskade inflödet av luft. Borsten måste dessutom underhållas.
Slang och anslutningsstos hade en diameter av 100 mm.

I figur 5 är de olika detaljerna i huven, vilka verksamt bidrog till att förbättra spån- och dammuppfångning samt avsugning, markerade från A till G.



Figur 5. Skiss av huven till fräsenheten. De markerade punkterna, A till G, är detaljer viktiga för den förbättrade funktionen.

A. Huven tillverkades så att de båda gavelplåtarna låg nära verktyget. Med små avstånd mellan verktyg och gavlar kan verktygsluftflöden som inverkar negativt strypas samtidigt som de små spalterna ger en luftkuddedämpning som dämpar sågbladssvängningar och därmed bullret.

B. Ställbara plåtar täpper till luftflödet från sidorna in i huven vid bearbetningsstället. Luften tvingas på detta sätt in i huven från kanten, i samma riktning som genommatningen av materialet sker.

C. En ledplåt, inlagd mellan verktyg och huvsvep, leder det inåtriktade luftflödet som alstras av verktyget och därmed erhålles, genom samverkan med det pålagda utsuget, en högre utsugningseffekt vid bearbetningspunkten. Samtidigt bromsar ledplåten i viss mån verktygets utåtriktade blåsflöde och spånsprut.

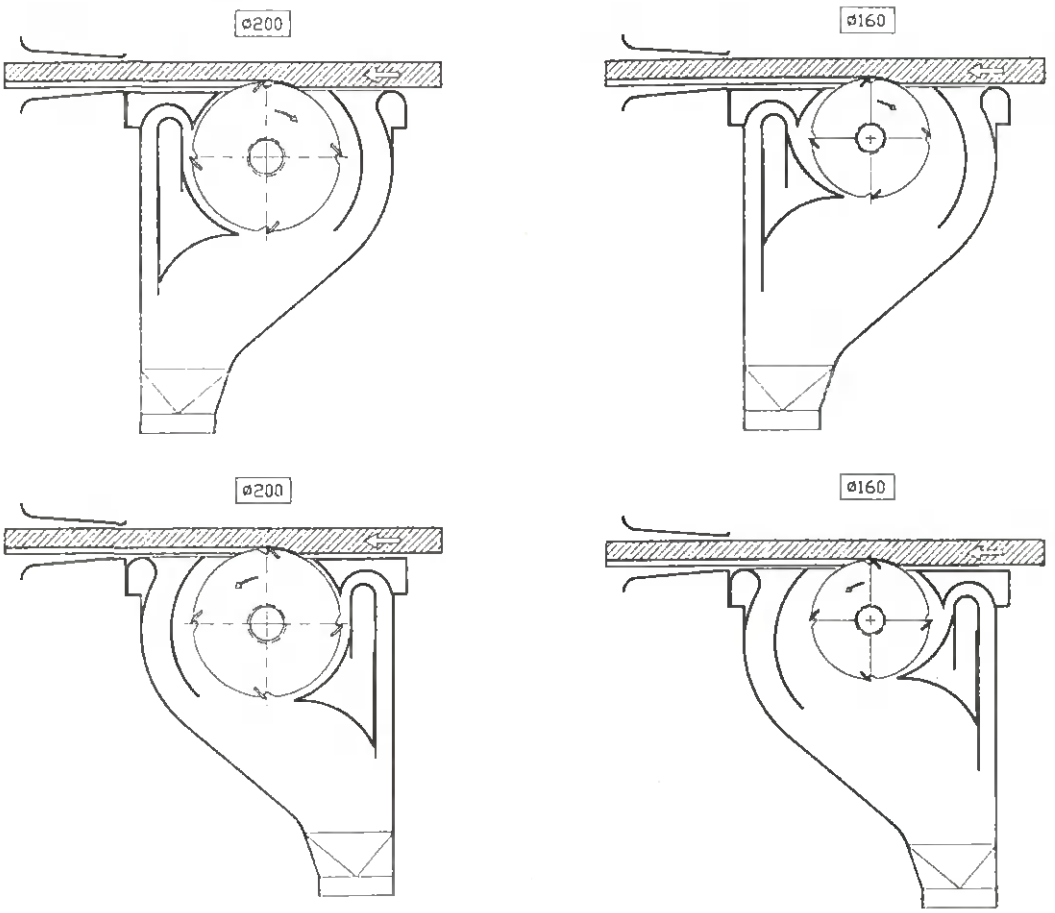
D. Spånavvisare med turbulensnos hindrar spån och damm från att följa med verktyget runt tillbaka till bearbetningsstället. Spån och damm leds istället mot huvens utsugningsdel. Detaljen är ställbar efter diametern på fräsverktyget.

E. Sekundärkanal där det spån och damm sugs bort som inte skiljts bort vid (D) utan virvlats upp av turbulensnosen. Genom sin placering i närheten av verktygets utgång ur huven minskas möjligheten för verktyget att bygga upp och blåsa ut ett luftflöde ur huven.

F. Avrundad framkant, ger ett jämnare och samtidigt större luftflöde in i huven. Den inströmmande luften och spånpartiklar från bearbetningen följer ledplåten mot huvens utsugningsdel.

G. En dysformad kanal i matningsriktningen ökar ytterligare hastigheten hos den luft som tas in i huven vid medfräsning. Härigenom blir också materialytorna fria från spånpartiklar. Den dysformade kanalen har ena halvan fästad i maskinstativet och den andra halvan i den maskindel som är ställbar i förhållande till det bearbetade materialets tjocklek. Den dysformade kanalen måste emellertid avlägsnas vid sådan bearbetning där en separat huva inte kan användas, annars blir effekten negativ.

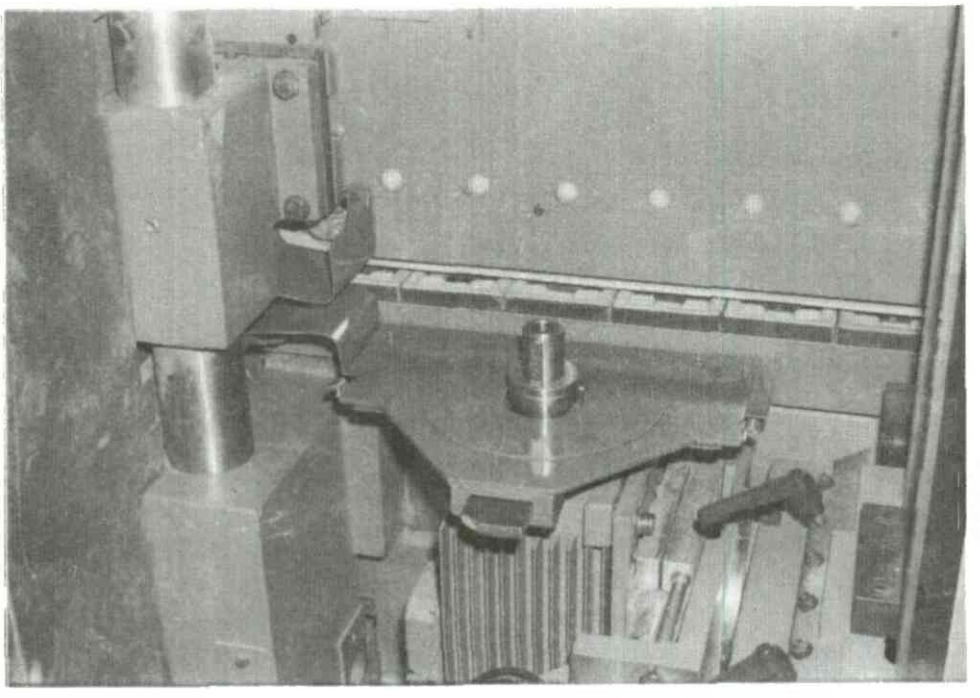
Figur 6 visar i skissform hur universalhuven monteras vid motfräsning respektive medfräsning. I skisserna illustreras också hur spånavvisaren med turbulensnos kan justeras med hänsyn till fräsverktygets diameter.



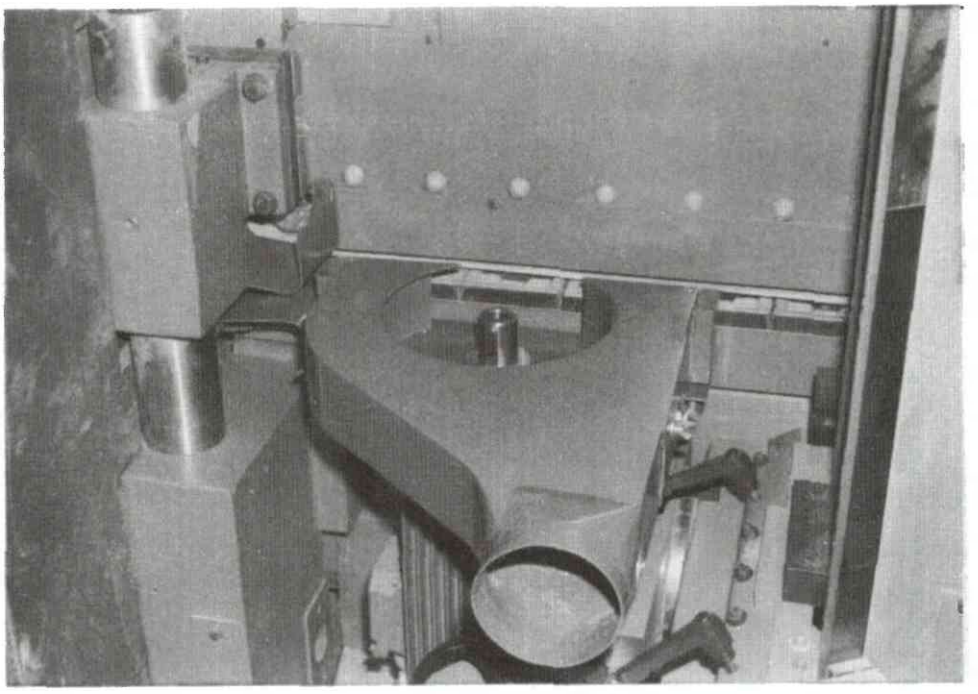
Figur 6. Skiss av universalhuven för fräsenheten monterad för motfräsning, överst, respektive medfräsning, underst.

Figurerna 7, 8, 9 och 10 visar foton av universalhuvens olika delar och hur dessa monteras samman. I figur 8 har basplåten fixerats. Till vänster syns den dysformade kanalen, omnämnd ovan under punkt G, som är fastsatt i själva maskinen. I figur 9 har huvsvepet lagts på plats. I figur 10 har "locket" monterats på, här syns de ställbara plåtarna omnämnda under punkt B ovan.

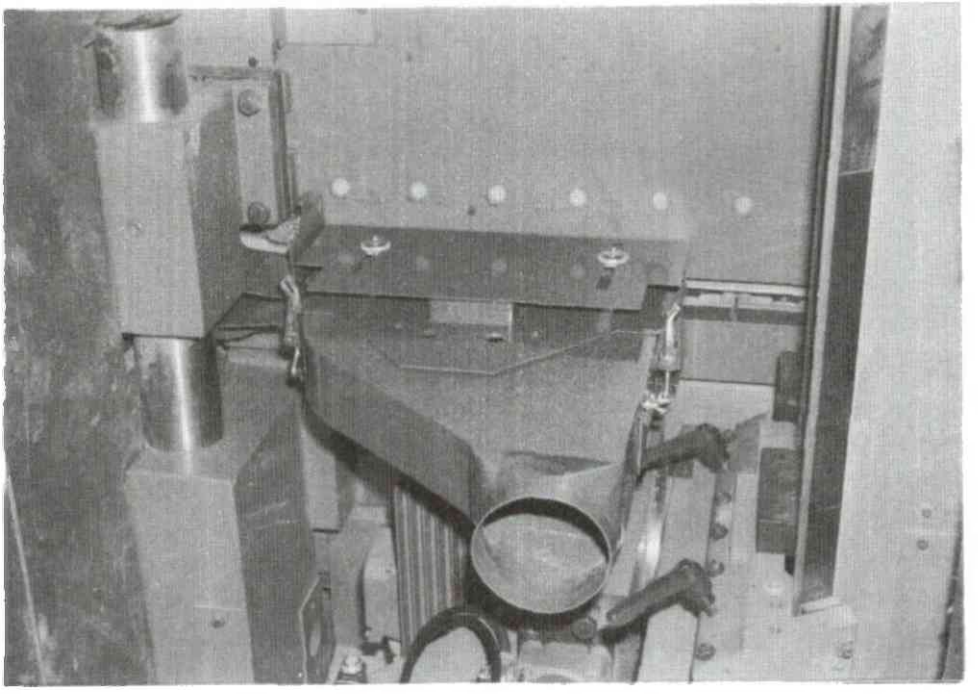
Figur 7. Delarna till universalhuven för fräsenheten.



Figur 8. Basplåten till universalhuven fixerad i läge vid fräsenheten. Till vänster i bild syns den dysformade kanalen som är fäst i maskinstativet.

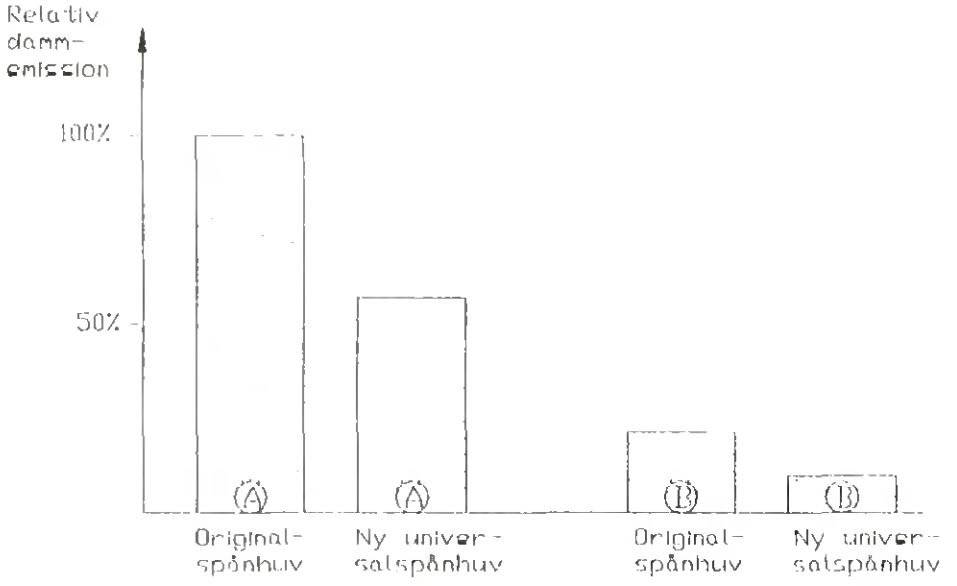


Figur 9. Bilden visar huven på plats.

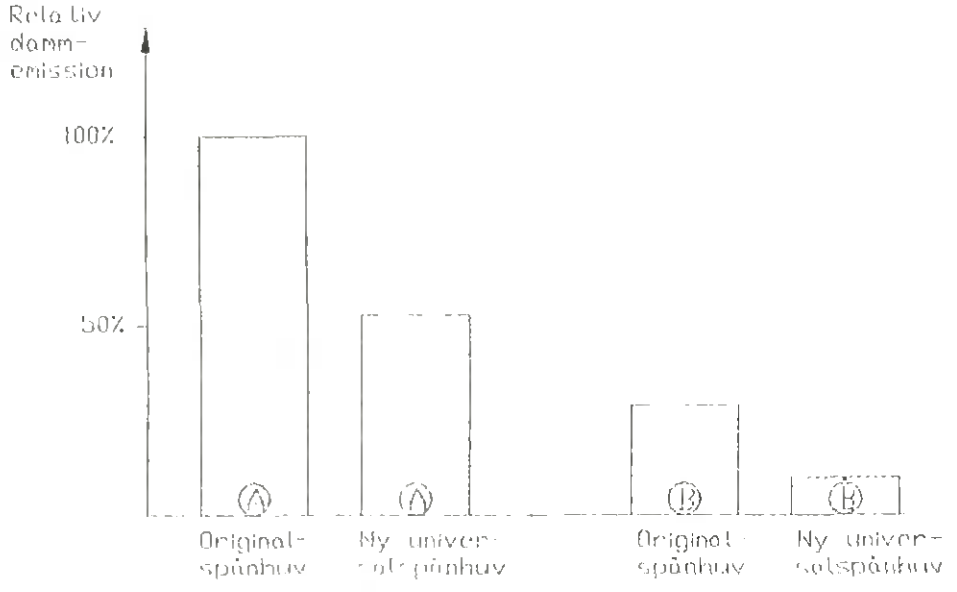


Figur 10. Den kompletta universalhuven. Överst på huven syns en av de ställbara plåtarna som omnämns under punkt B ovan.

Huven är enkel att montera, demontera eller justera vid byte av verktyg eller ändrad bearbetning, tack vare snabblås och god åtkomlighet. Huvsvepets bredd gjordes lika med originalhuvarnas. Vid bearbetning med andra verktygsbredder måste emellertid passande huvsvep tillverkas och användas. Jämförande mätningar, med fotometrisk metod, av dammkoncentrationerna under bearbetning visade att den utvecklade universalhuven hade en större förmåga att hindra emissionen av damm än originalhuven. Emissionen hade ungefär halverats! Detta var uppenbart såväl från mätningarna inuti maskinkapslingen som utanför kapslingen, se figurerna 11 och 12.



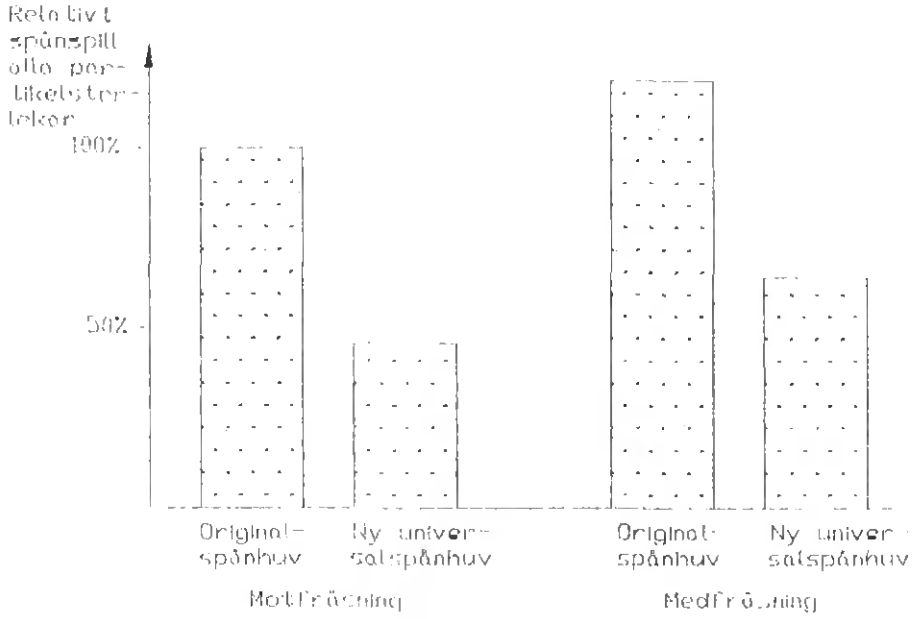
Figur 11. Motfräsning.



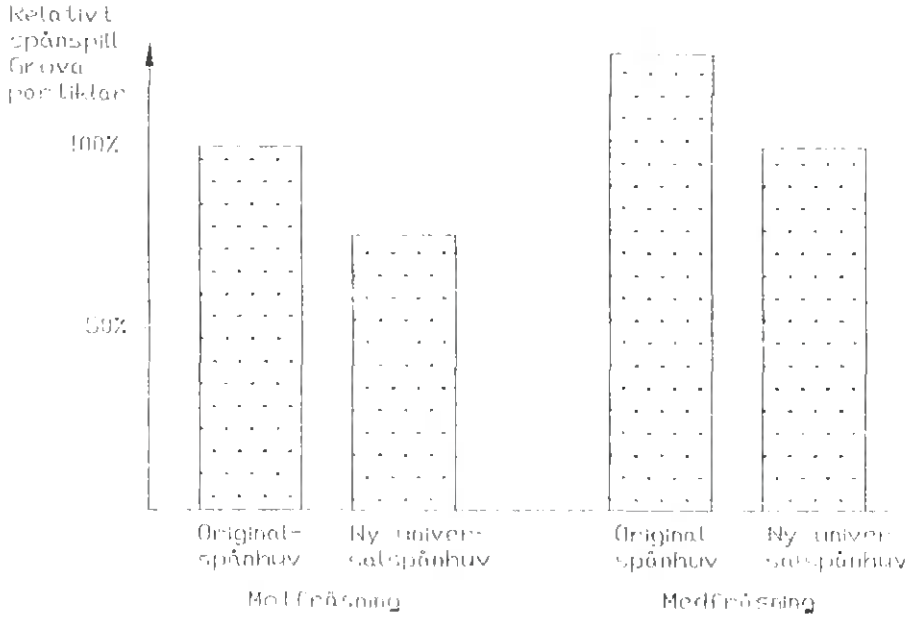
Figur 12. Medfräsning.

Diagrammen i figur 11 och 12 illustrerar den relativa dammemissionen vid motfräsning respektive medfräsning med vertikal spindel och när maskinen är utrustad med originalhuv respektive den utvecklade universalhuven. Mätpunkten A är placerad inuti och punkten B utanför maskinkapslingen, se figur 4.

Bearbetningsförsöken visade att dammemissionen, i absoluta tal, var störst vid medfräsning. Men även vid medfräsning halverade den nya universalhuven den emission som kunde mätas upp inuti maskinkapslingen. Utanför kapslingen var den uppmätta effekten till och med ännu större. Här uppgick emissionen endast till ca 30% av den som originalhuven gav upphov till. En stor del av den registrerade effekten utanför maskinkapslingen kan förmodligen tillmätas den dysformade kanalen.



Figur 13. Relativt spånspill, alla partikelstorlekar.



Figur 14. Relativt spånspill, grova partiklar.

Diagrammen illustrerar det relativa spånspillet som samlats upp under bearbetningsstället vid motfräsning respektive medfräsning med vertikal spindel när originalhuv respektive universalhuv använts.

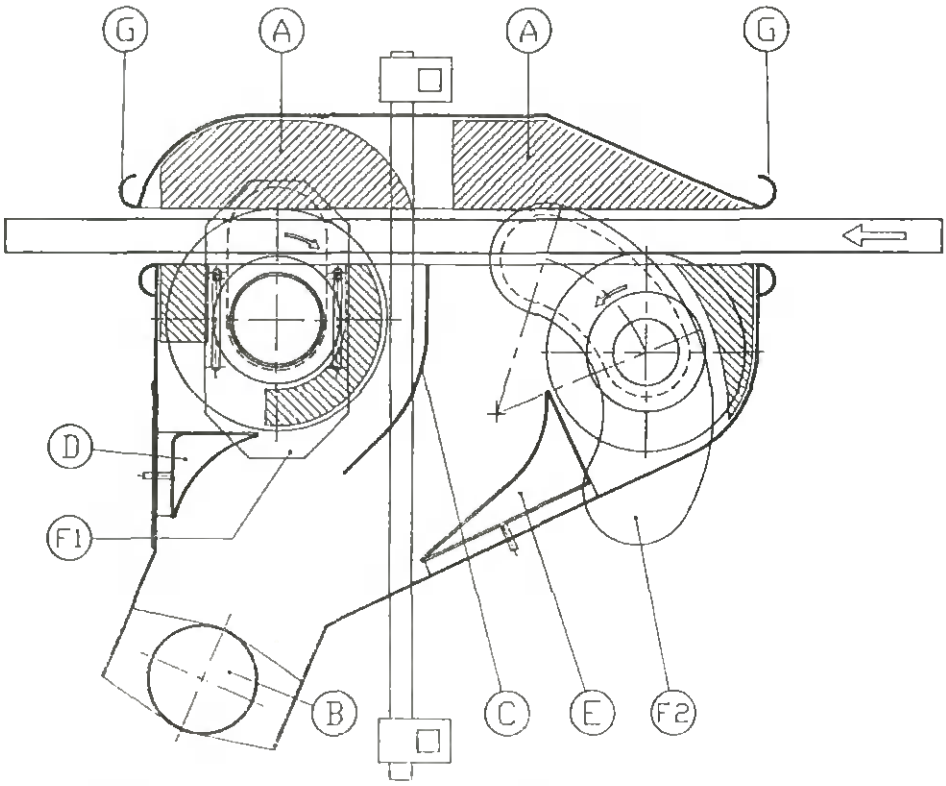
Även mängden utkastade grövre spån hade reducerats med den nya huven. Den totala mängden träpartiklar som samlades upp under bearbetningsstället hade halverats. Fullt så stor var emellertid inte minskningen av mängden stora träpartiklar som samlades upp, dock hade en förbättring skett. Effekterna var likartade vid både motfräsning och medfräsning. Även här bör man emellertid beakta att verktyget vid medfräsningen, i absoluta tal, kastade ut större mängd spån än vid motfräsningen.

Sammantaget kan sägas att den nyutvecklade universalhuven fungerade väl både vid motfräsning och medfräsning.

Ny kombihuv till sågenheterna minskar mängden damm till en fjärdedel

Beroende på att utrymmet för ritssågen och såg-/tuggenheten var trångt i maskinen valdes en lösning med gemensam huv, som i originalutförandet. Hade det funnits plats att konstruera och använda separata huvar hade detta förmodligen varit en effektivare lösning. Istället utformades den nya kombihuven med ett antal justerbara delar för att göra den så effektiv som möjligt.

Den viktigaste förändringen blev att minska det ogynnsamma luftflödet till verktygens centrum. Redan denna insats minskade det erforderliga luftflödet för en nollemission från 2 500 m^3/h ned till 600 m^3/h! Emellertid genomfördes ett antal ytterligare förbättringar i den nya huven. De olika punkterna från A till G är markerade i figur 15.



Figur 15. Skiss av kombihuven till ritssågen och såg-/tuggenheten. De markerade punkterna, A till G, är viktiga detaljer för den förbättrade funktionen.

A. Inlägg av icke gnistbildande material (plast) som gör spalten smalare där verktyget arbetar. De smala spalterna minskar den del av verktygets luftflöde som är negativt samtidigt som bullernivån sänks. Dels på grund av att lufthastigheten vid sågtänderna minskas och därmed tomgångsbullret, dels på grund av att rumsresonansen i huven hindras. Inläggen utformades så att en styrning erhölls av damm/spån/luftblandningen i riktning mot huvens utsugningsdel.

B. Nytt utsug, endast på huvens underdel. I originalhuven fanns två utsug, jfr figur 2.

C. Ledplåt som underlättar och styr flödet mot utsugningsdelen.

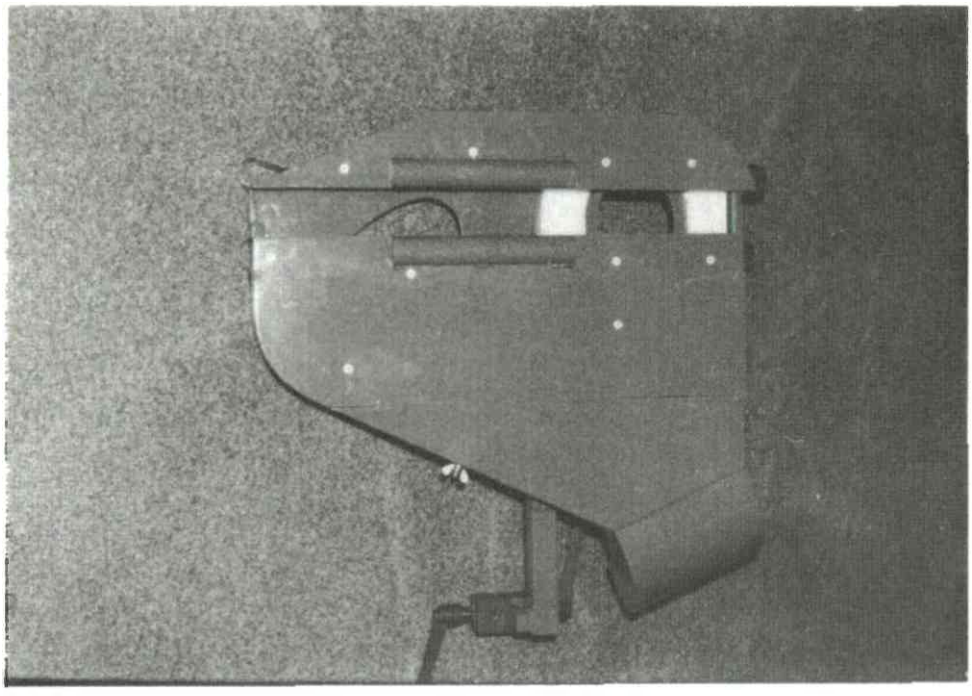
D. Ställbar avledningsplåt som kan justeras i vertikalled utgående från höjdinställningen av såg–/tuggenheten.

E. Avledare för ritssågens luftflöde. Avledaren är flyttbar med tanke på ritssågbladets diameter.

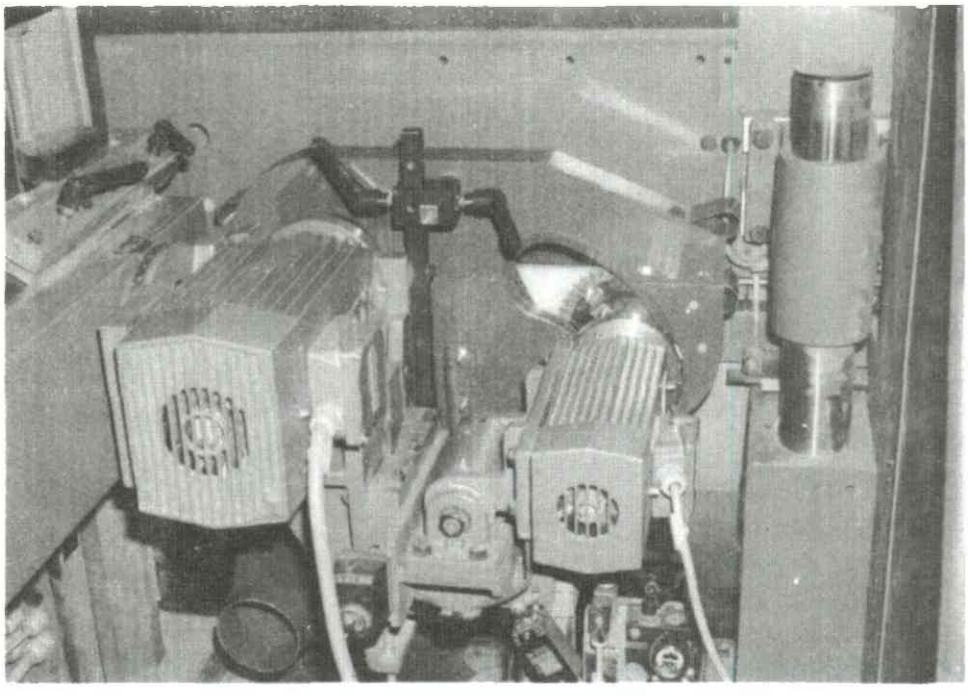
F. Tätningar vid verktygens centrum. Tätningarna är justerbara med hänsyn till de valda bearbetninslägena för ritsåg respektive såg–/tuggenhet.

G. Avrundade kanter som underlättar inflödet av luft i huvens spalt för in– och utmatning av materialet.

Figur 16. Den slutliga lösningen för kombihuven till ritsåg och såg–/tuggenhet. Notera de justerbara tätningarna för verktygens centrum, omnämnda under punkt F ovan.

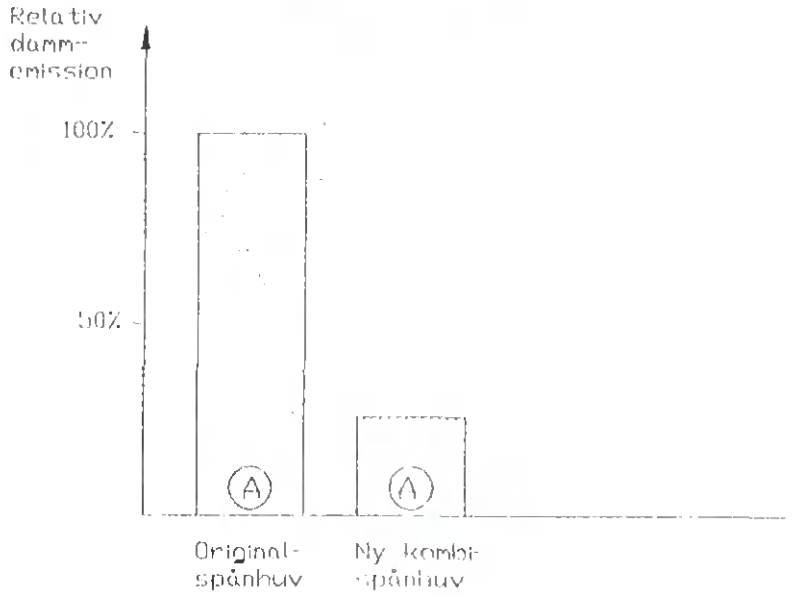


Figur 17. Kombihuven till ritssåg och såg-/tuggenhet. I bilden syns spalten för genom-matningen av materialet. Öppningens kanter mellan bearbetningsställena har försetts med rundningar för att även här underlätta ett luftinflöde vid bearbetningspunkten.



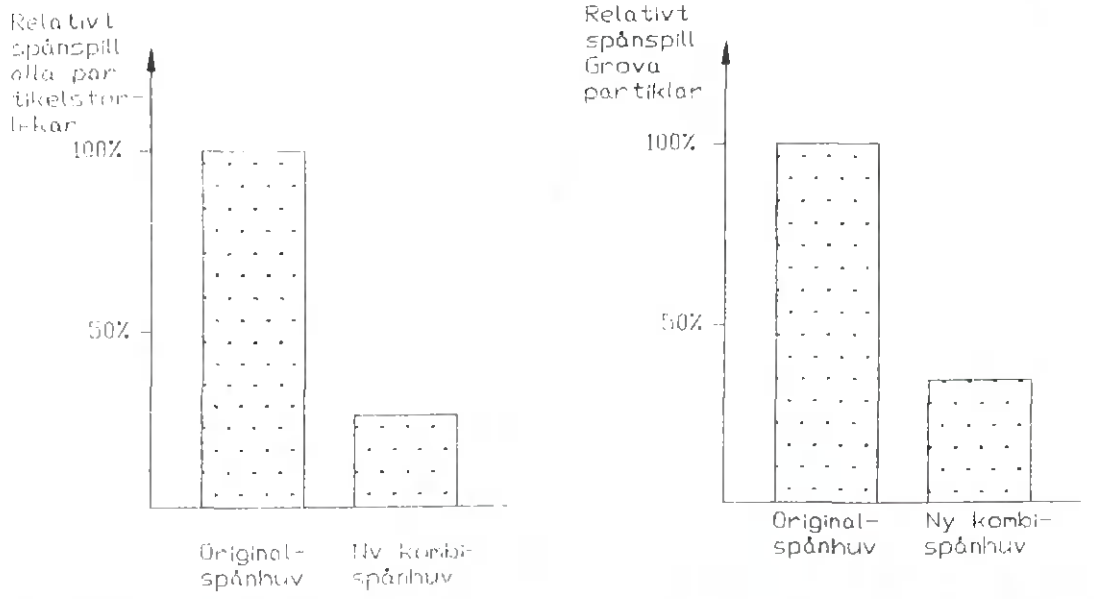
Figur 18. Den monterade kombihuven. Nere till vänster syns utsugningsstosen.

De jämförande mätningarna av dammkoncentrationerna vid bearbetning visade att den nya kombihuven innebar en stor förbättring. Mätt inuti maskinkapslingen minskade dammkoncentrationen till under 25% av det tidigare värdet trots att ett mycket mindre luftflöde användes.



Figur 19. Diagrammet illustrerar den relativa dammemissionen från ritssågen och såg-/tuggenheten när maskinen är utrustad med originalhuv respektive den utvecklade kombihuven. Mätpunkten A är placerad inuti maskinkapslingen, se figur 4.

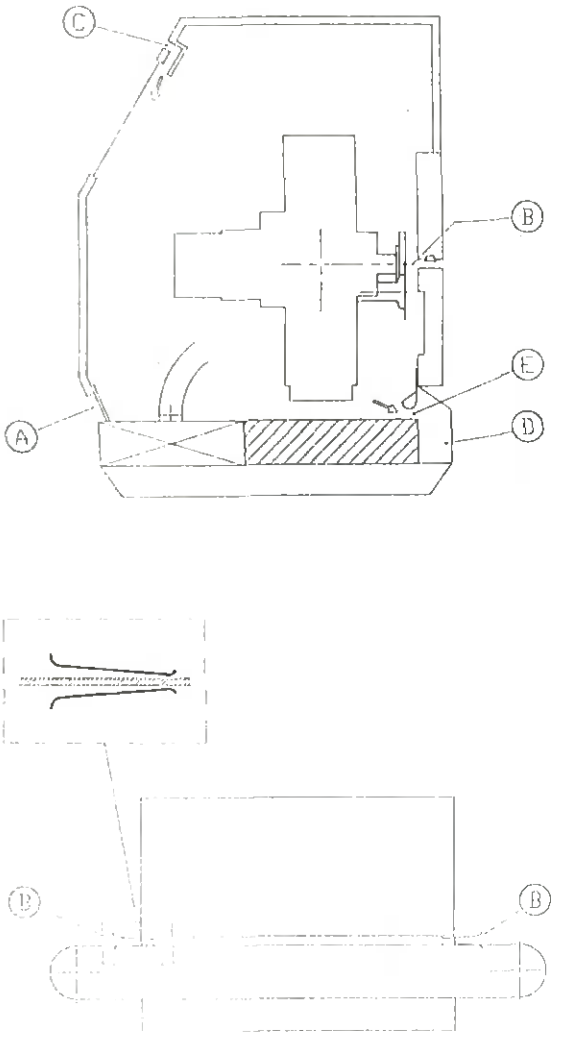
Den nya kombihuven hade också en bättre förmåga att ta hand om grövre partiklar och spån än originalhuven. Det innebar i praktiken att mindre än 10% av den tidigare spånmängden kastades ut.



Figur 20. Diagrammet illustrerar det relativa spånspillet under ritssåg och såg-/tuggenhet när maskinen är utrustad med originalhuv respektive den nyutvecklade kombihuven.

Maskinkapslingen tätas och förses med dysa

De förändringar som gjordes av maskinkapslingen syftade till att främja inflödet av luft vid öppningar där dammemissionen är stor samt att hindra inflödet av luft där den inte utför något infångningsarbete.



Figur 21. Skissen visar maskinkapslingen med de punkter, A till D, där förändringar gjorts.

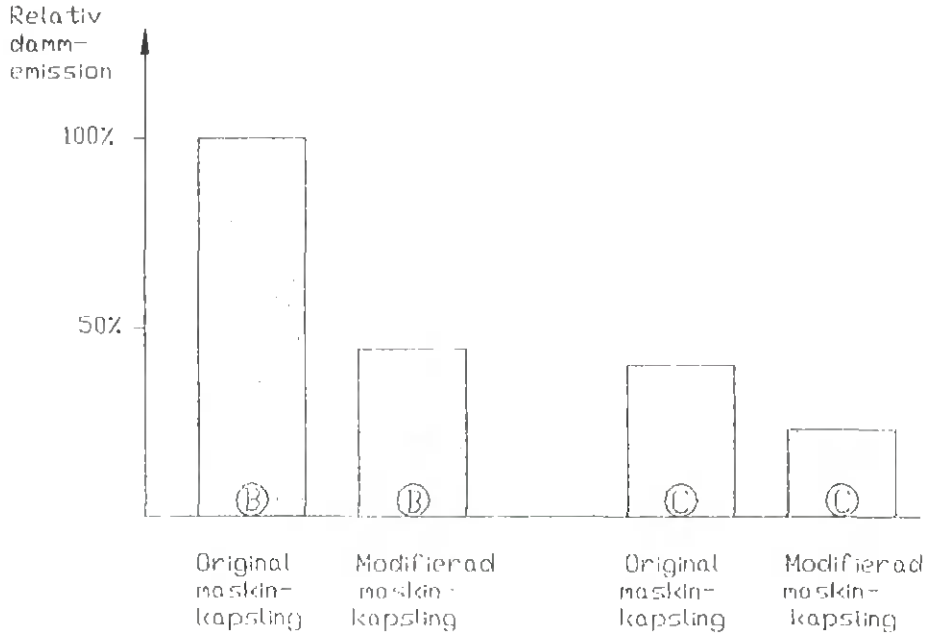
A. Tätning av öppningar under de öppningsbara luckorna. Här fanns de största ogynnsamma luftinflödena. Vid bearbetning utan separata spånhuvar blåser verktyget ut damm och spån genom öppningarna längs matarbandet. Genom att minska arean (vid A) för tilluft ökas undertrycket i maskinkapslingen. Tilluften tas då genom övriga tillängliga öppningar, t ex vid matarbandet. Verktygets utblåsande hindras då av den inströmmande tilluften och utläckaget av damm minskar.

B. En dysformad tillsats, ca 100 mm lång, monterades där materialkanten löper ut genom maskinkapslingen. Vid medfräsningsfallen, då verktygets blåsflöde och sprutriktning verkar längs materialkanten, erhålls ett motriktat luftflöde som får damm och spån att stanna i kapslingen.

C. Tilluftintag i form av springor togs upp ovanför inspektionsrutorna för att hindra damm från att fastna på rutorna.

D. Utsuget till fläkten flyttades från lucksidan till bearbetningssidan. Utsuget används när bearbetning sker utan separata verktygshuvar.

De genomförda förändringarna minskade avgivningen av damm från kapslingen till omgivningen när bearbetning skedde utan separata verktygshuvar. De svåraste emissions-problemen ut ur kapslingen uppstod vid materialets utmatningssida. Här registrerades en halvering av emissionen trots det minskade luftflödet. De relativa förbättringarna illustreras med diagram i figur 22.

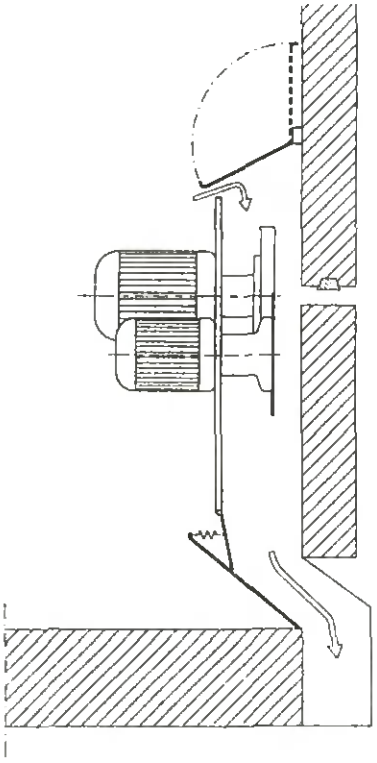


Figur 22. Diagrammet visar den relativa dammemissionen vid bearbetning utan separata spånhuvar vid bearbetningsställena. Endast maskinkapsling i originalutförande resp. i modifierat utförande utgör hinder för dammemissionen. Placeringen av mätpunkterna B och C framgår av figur 4.

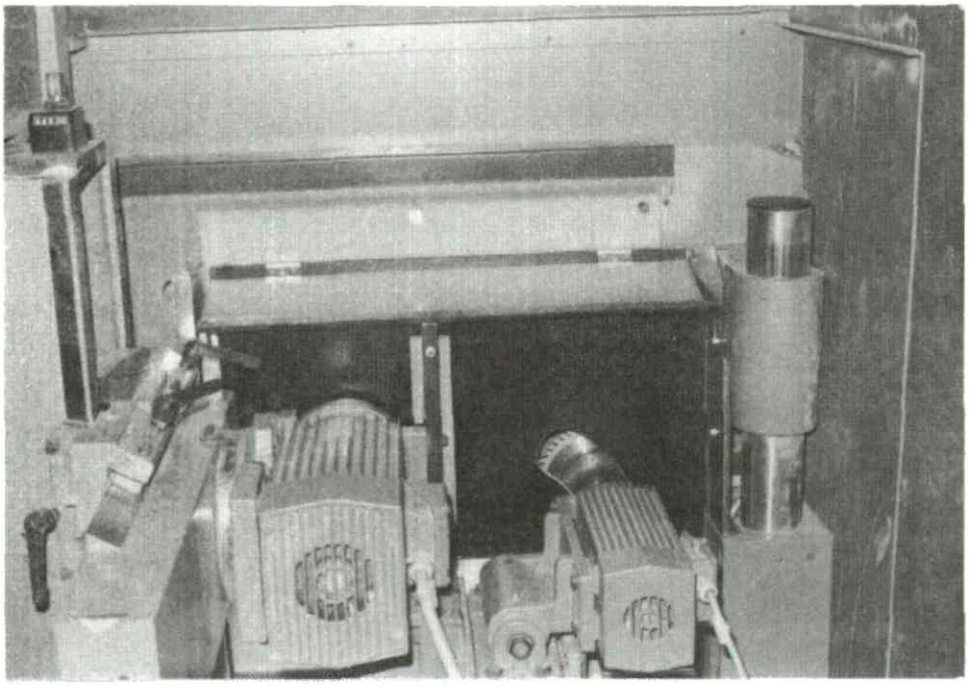
Förändringarna ledde visserligen till att emissionen ut ur kapslingen reducerades, men problemet med sekundäremissionen vid verktygsbyte var inte undanröjt. Fortfarande samlades spån och damm inuti maskinkapslingen. Man måste konstatera att det inte är något bra förfarande att använda enbart maskinkapslingen som hinder för dammemissionen.

Mindre damm i maskinkapslingen med begränsad inkapsling

Ett försök gjordes att förhindra dammansamlingen i maskinkapslingen vid sådan bearbetning där separata huvar vid bearbetningsställena inte är möjliga att använda. Kring såg/tugg och ritssåg gjordes en begränsad inkapsling. Denna inkapsling fungerade så att den avgränsar bearbetningszonen i den stora maskinkapslingen och ansluts direkt till utsugningskanalen under bearbetningsstället. Se punkt D, figur 21.
Den begränsade inkapslingen provades endast för ritssåg och såg-/tuggenhet.

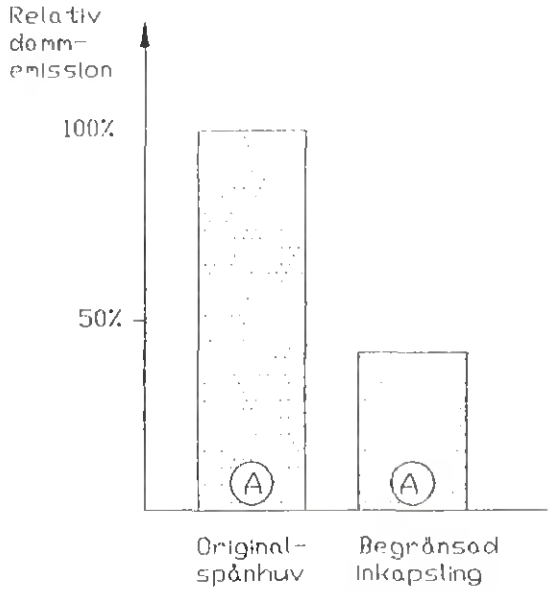


Figur 23. Skissen visar den begränsade inkapslingen kring ritssåg och såg-/tuggenhet. Nederst syns den nya kanalen för utsugning, punkt D i figur 21.



Figur 24. Den begränsade inkapslingen fotograferad inifrån maskinkapslingen.

Dammemissionen, mätt inuti maskinkapslingen, reducerades med mer än hälften jämfört med om originalhuven vid ritssågen och såg/tuggenheten användes, se figur 25. Alternativhuven visade sig vara ett effektivt sätt att hindra dammansamling inuti maskinkapslingen.



Figur 25. Diagrammet visar den relativa dammemissionen från ritssåg och såg-/tuggenheten när originalhuv respektive den begränsade inkapslingen används. Mätpunkten A är placerad inuti maskinkapslingen, se figur 4.

Den begränsade inkapslingen är i detta fall lätt att tillämpa vid ritssågbladet och såg-/tuggenheten genom att det endast krävs begränsade ställmöjligheter. Motsvarande kapsling kring fräsenheten måste vara avsevärt större då det krävs stora ställmöjligheter och att man använder varierande verktygsstorlekar. Det verkar emellertid möjligt att det vid vissa tillverkningar skulle vara till fördel med denna kapslingstillämpling.

Förbättringarna fastställda vid mätningar i Tyskland

Efter förändringar och experiment i Träteks laboratorium fraktades maskinen till BIA i St Augustin i Tyskland för mätning av dammkoncentrationer enligt DIN 33 891.

Vid mätningarna bearbetades 19 mm tjocka spånskivor med utgångsformatet 230 x 1 200 mm. Fuktkvoten var 8±2%. I såg-/tuggenheten avlägsnades 5 mm av skivans bredd och i fräsenheten 2 mm. Ritssågbladet skar ett spårdjup av 2 mm. Fräsverktyget var ett vändskärsverktyg med rak profil. Medfräsning användes. För samtliga verktyg var rotationshastigheten 100 varv/s. Matningshastigheten var 12 m/min. Uppställningen av maskinen i mätkammaren visas i figur 1. I figuren.syns också de mätinstrument, av typen Gravicon VC 25 G, som placerats i mätrummet kring maskinen för den så kallade "worst-case"-mätningen.

Mätningarna utfördes med maskinen i fem olika utföranden:

- I originalutförande med de ursprungliga spånhuvarna anbringade.

- Med de nyutvecklade spånhuvarna anbringade.

- I originalutförande utan spånhuvar. Här utgjorde maskinkapslingen enda hindret mot dammemissionen.

- Utan spånhuvar men med den förändrade maskinkapslingen och den nya placeringen av utsugningskanalen.

- Försedd med den begränsade inkapslingen kring ritssåg och såg-/tuggenheten. Vid denna mätning var fräsenheten inte i drift.

Resultaten framgår av nedanstående tabell med beräknade medelvärden av dammkoncentrationen för opertörsplatsen och för mätrummet. Dessutom har ett emissionstal, ett värde för "dammflöde", i mg/h, beräknats.

Tabellen redovisar resultat från mätningar av dammemission från dubbeltappmaskin av fabrikatet Homag. Mätningarna är utförda enligt DIN 33 891.

Driftförhållanden	Koncentration				Emissionstal	
	Operatörsplats		Mätrum			
	Original mg/m³	Utvecklad mg/m³	Original mg/m³	Utvecklad mg/m³	Original mg/h	Utvecklad mg/h
Med huvar i maskinkapslingen	0,17	0,13	0,18	0,15	-	-
Inga huvar i maskinkapslingen	36,10	1,60	43,60	1,80	65.578	2.851
Med alternativhuv ("låda")	-	0,15	-	0,22	-	-

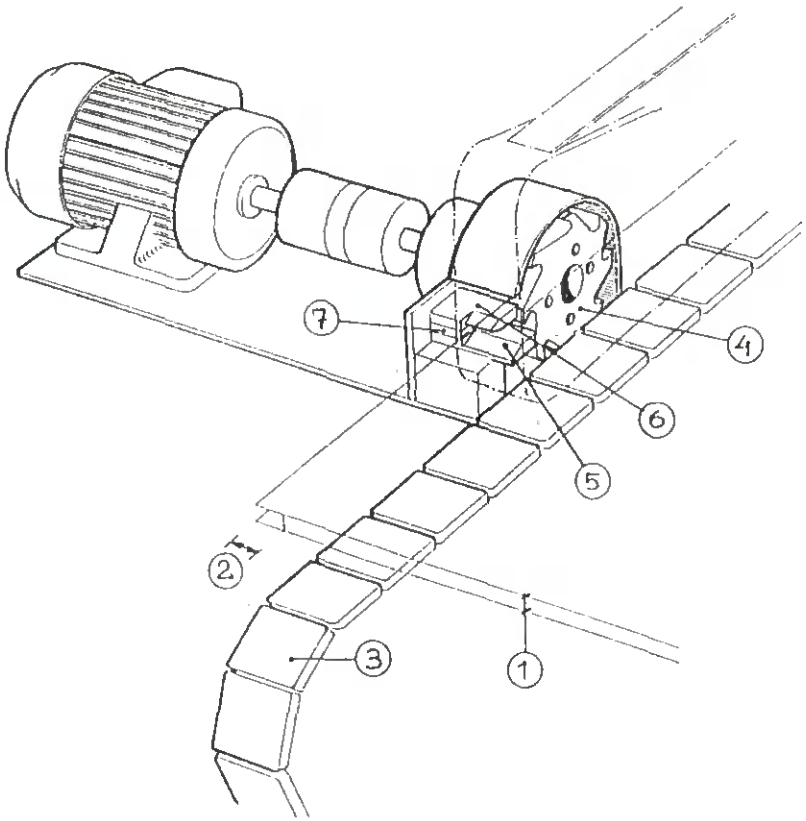
De erhållna värdena för de nyutvecklade lösningarna ligger under det maximalt tillåtna värdet på 2 mg/m³. Detta gäller faktiskt även i det fall där enbart den förändrade maskinkapslingen utgör hindret för dammemissionen. Med huvar anbringade är värdena även klart under det målsatta 1 mg/m³. Skillnaden mellan värdena med originalhuvarna och de nyutvecklade huvarna kan här naturligtvis uppfattas som marginell. Men vad mätningen visar är dels huvarnas effekt, dels den uppfångande effekt som maskinkapslingen har.

Möjliga lösningar på remsproblemet

Det noterade problemet med remsor av överhängande - utskjutande - fanér, folier eller laminat har inte praktiskt behandlats inom projektet. Tidigare studier och experiment vid Trätek har emellertid visat på olika möjligheter att lösa problemet.

Det har bedömts som för sent att avlägsna materialöverhänget när skivan väl matats in i dubbeltappmaskinen. Avskiljningen måste ske före inmatningen. Härigenom underlättas dessutom uppriktningen av skivan. Avskiljningen kan ske med en enkel cirkelsåg eventuellt kombinerad med en tuggenhet där remsorna sönderdelas i små bitar. Vid intensiv maskinanvändning bör spillet ledas till det ordinarie spånutsugningssystemet. I de fall spillet härrör från folier eller laminat kan detta behövas tas omhand separat för att undvika blandning med spån och annat träspill.

Ett konstruktionsförslag till en "fanérremsklipp" visas i figur 26. Klippen är tänkt att både avskilja och finfördela remsorna och kan placeras före dubbeltappmaskinen.



Figur 26. Skissen visar ett konstruktionsförslag till en fanérremsklipp. Följande detaljer är markerade i figuren: 1 skivmaterial, 2 överhängande ytbeläggning, 3 matningsanordning, 4 roterande knivverktyg, 5 fast undre kniv, 6 fast, justerbar, övre kniv, 7 utbytbart distans-element.

Det svåraste problemet att lösa praktiskt är hur man lämpligast anordnar, justerar och underhåller den fasta kniven som verkar mot undersidan av skivans övre fanérskikt, se detalj nummer 6 i figur 26. Svårigheterna med kniven blir större ju tunnare skivmaterial som bearbetas.

SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

Målet nått!

Det experimentella arbetet och de normerade mätningarna i Tyskland visar att det är fullt möjligt att klara av ett normkrav på 2 mg/m^3. Lösningarna med huvar klarade även väl det uppställda målet 1 mg damm per m^3 luft. Förbättringarna har dessutom uppnåtts vid avsevärt lägre luftflöden vilket medger lägre fläktkapacitet och effektivare energianvändning. En viss reduktion av buller har också åstadkommits.

Experimentmaskinen med sina förändringar har tagits över av Homags utvecklingsavdelning. I tillämpliga delar kan vi förvänta oss att idéerna blir använda när nya modeller konstrueras och tillverkas.

En ny strängare tysk norm har fastställts under projektarbetets gång som anger den högsta tillåtna gränsen för dammemission till 2 mg/m^3. Detta leder till att alla tysktillverkade maskiner i framtiden byggs för att klara detta krav. Normen kan dessutom väntas få effekt på maskintillverkare i andra länder eftersom Tyskland är en stor och intressant marknad för träbearbetande maskiner. Effekten för svensk del blir att importerade maskiner från Tyskland, Italien och även i viss mån från andra exporterande länder, kommer att tillgodose svenska önskemål när det gäller god arbetsmiljö.

Förbättring möjlig av äldre maskiner

Resultaten visar att det går att minska dammemissionen från äldre dubbeltappmaskiner som är i drift idag i industrin. Både den konstruerade universalhuven för fräsenheten och kombihuven för ritssåg och såg-/tuggenhet är användbara för detta ändamål. En del av idéerna som utnyttjats vid konstruktionen av huvarna har under projektets gång testats hos Swedoor AB i Forserum och Smedstorps Snickeri AB med bra resultat.

Problemen med rätt skärdata och remsor kvar att lösa

För att ytterligare förbättra bearbetningen i dubbeltappmaskiner bör praktiska och dokumenterade experiment utföras för att utforma bearbetningsutrustning och verktyg som avlägsnar och tar hand om överhäng och remsor från skivmaterial.

Ett annat problemområde, av mera generell natur, gäller val av skärdata och verktygs-geometrier för dubbeltappmaskiner. Höga skärhastigheter används, ofta för höga, i kombination med liten matning per skär. Skälet är bl a att man vill undvika urflisningar i kanterna när man bearbetar skivor med ytbeläggningar. De negativa effekterna av detta är att verktygen producerar en onödigt stor andel fint damm istället för spån. Effektbehovet för både skärarbetet och ventilationen blir därmed onödigt stort samtidigt som bullernivån blir hög. Rekommendationer och viss standardisering av verktygsgeometrier och verktygs-diametrar skulle underlätta. Härigenom skulle det också bli lättare att utforma och tillverka fungerande huvar.

Samarbete med mersmak

I projektarbetet har ytterligare ett indirekt mål uppnåtts, nämligen att visa på fördelarna i samarbete mellan myndigheter i olika länder och mellan maskintillverkare och FoU–organisationer. Trots skillnader i synsätt, arbetsformer, språk m m har ett gemensamt konkret mål nåtts. Erfarenhet finns givetvis tidigare från samarbete mellan forskande enheter i olika länder, men här har målet varit både normförändring och industriell tillämpning. Projektet i stort kan därför vara ett exempel på lämpligt agerande i likartade situationer.

Detta digitala dokument
skapades med anslag från

**Stiftelsen Nils och Dorthi
Troëdssons forskningsfond**

Trätek

INSTITUTET FÖR TRÄTEKNISK FORSKNING

Box 5609, 114 86 STOCKHOLM
Besöksadress: Drottning Kristinas väg 67
Telefon: 08-14 53 00
Telefax: 08-11 61 88
Huvudenhet med kansli

Åsenvägen 9, 553 31 JÖNKÖPING
Telefon: 036-12 60 41
Telefax: 036-16 87 98

Skeria 2, 931 87 SKELLEFTEÅ
Besöksadress: Bockholmsvägen
Telefon: 0910-652 00
Telefax: 0910-652 65