

Støydemping av sorterverk og internt transportstyr

Samarbeidsprosjekt

Odden Verksted A/S og Norsk Treteknisk Institutt.

Andreas Garnæs

Innholdsfortegnelse

Forord	2
Sammendrag	5
 1. Støykilder ved intern transport av trelast	 7
 2. Slagstøy ved sorterverk og internt transportutstyr	 8
2.1 Forsøk med demping av slagstøy på Odden Versted A/S	9
2.2 Forsøk med demping av slagstøy ved Gummi A/S K. Lund & Co	15
2.3 Praktisk anvendelse av metoder som er brukt i forsøkene	19
 3. Støydemping ved sorterverk for skurlast	 21
3.1 Valg av sorterverk som eksempel	21
3.2 Seksjonering	21
3.3 Bruk av absorbent	24
3.4 Plassering av hydraulikkaggregater og kompressorer	24
3.5 Støy fra ventilasjonsanlegg	25
3.6 Trykkluftventiler	25
3.7 Smøring	25
3.8 Elevatorer	26
3.9 Mellom elevator og enstykkmater.....	28
3.10 Enstykkmater ved rotkapping	29
3.11 Kappsager	30
3.12 Stålruller og endestopper	34
3.13 Sorterplass	35
3.14 Mellom sorterplass og seksjonsvegg	38
3.15 Foran pakkestasjon	38
 4. Resultater av støy- og støvmålinger ved pilotbedrift	 41
 5. Eksempler på støydemping av transportutstyr	 43
5.1 Ved avkast fra båndtransportør.....	43
5.2 Ved fall på båndtransportør.....	43
5.3 Ved utmating fra høvelmaskin.....	46
5.4 Fall mot løse stålplater.....	47
5.5 Ved operatørplass foran høvelmaskin.....	48
5.6 Ved sortering etter høvelmaskin.....	48
 6. Resultater/konklusjoner	 50

Forord

I samarbeid med Odden Verksted A/S har Norsk Treteknisk Institutt (NTI) gjennomført et prosjekt som omfatter demping av støy ved sorterverk og internt transportutstyr i trelastindustrien. Rapporten omfatter arbeid og resultater i forbindelse med dette prosjektet.

Norsk Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd (NTNF) har finansiert prosjektet mens Odden Verksted A/S har bistått med tjenester og materialer som tilsvarende bidraget fra NTNF.

Som bakgrunn for prosjektet vil vi nevne at NTI som en del av sin virksomhet lenge har vært interessert i problemer vedrørende arbeidsmiljø i trelastindustrien. Forskjellige prosjekter vedrørende støy og støv i trelastindustrien er gjennomført og dette har medført oppdragsvirksomhet. Etter hvert har sorterverk og internt transportutstyr pekt seg ut som områder hvor det burde gjøres en større innsats.

Odden Verksted A/S har levert en stor del av de sorterverkene som er i drift på norske trelastbruk. Bedriften har også levert internt transportutstyr til bransjen. Odden Verksted A/S ble derfor kontaktet for samarbeid i prosjektet.

I arbeidet med prosjektet er det foretatt støymålinger ved sorterverk som Odden Verksted A/S har levert på forskjellige bedrifter. Det er videre gjennomført målinger av støy fra transportutstyr. Forsøk med støydempende materialer er gjennomført på verksted. Dette har dannet grunnlag for støydemping ved anlegg hvor forholdene har ligget tilrette. Etterhvert har tiltak som viser seg effektive blitt gjennomført ved produksjon og installasjon av nye anlegg.

Styringsgruppen i prosjektet har bestått av:

Einar Hårstadhaugen, Gausdal Bruk A/L.
Svein Myklebust, Arbeidstilsynet 3. distrikt.
Arild Odden, Odden Verksted A/S
Terje Rommerud, Odden Verksted A/S
Andreas Garnæs, Norsk Treteknisk Institutt

Ansvarlig for gjennomføring av prosjektet har vært:

Terje Rommerud, Odden Verksted A/S
Andreas Garnæs, Norsk Treteknisk Institutt

Samarbeidpartnere i prosjektet: (fra trelastindustrien:)

Emil Fjeld A/S - Avdeling Tannes Bruk
Hedalm Trelast - Avdeling Romedal
Løvenskiold Vækerø A/S - Avdeling Fossum Bruk
Brandval Sag A.S
Gausdal Bruk A/L

Gausdal Bruk A/L har vært pilotbedrift i prosjektet. Det har vært et mål at støynivået ved nytt sorterverk på denne bedriften ikke skulle utgjøre mer enn 85 dB(A) i gjennomsnitt på 8 timers arbeidsdag.

Andre samarbeidspartnere har vært:

Gummi A/S K. Lund & Co
Tipac a.s

Gummi A/S K. Lund har stilt verksted og materialer til rådighet for gjennomføring av forsøk.

Tipac a.s har bistått med ekspertise ved valg av spesielle materialer og utforming av støydempende elementer.

NTI vil takke Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd for prosjektstøtten. Vi vil også takke Odden Verksted A/S for samarbeidet i prosjektet. Videre vil vi takke delta-gerne i styringsgruppen og samtlige bedrifter som har vært samarbeidspartnere i prosjektet.

Prosjektets omfatning og målsetning:

I prosjektet "Internt miljø i trelastindustrien" har arbeidet gått ut på å finne metoder for støydemping av sorterverk som Odden Verksted A/S produserer. Målsetningen har vært at bedriften skal kunne levere sorterverk hvor støynivået ved operatorplassene ligger på et nivå som tilfredsstiller myndighetenes krav om at gjennomsnittlig støynivå ikke skal overstige 85 dB(A) for en arbeidsdag på 8 timer.

Det har vært en forutsetning ved gjennomføring av prosjektet at støvmengden ved sorterverkene skal være lav. Ventilasjon og rengjøring er derfor tillagt vekt.

I tillegg til arbeidet med sorterverk har prosjektet også omfattet støydemping ved transportutstyr i saghus og høvlerier. Støynivået her blir også påvirket av støy fra sag og høvelmaskiner. Demping av støy fra disse maskinene inngår ikke i prosjektet.

Gjennomføring:

Det er foretatt målinger og gjort forsøk ved sorterverk som Odden Verksted A/S har levert. Videre er det gjort forsøk med demping av slagstøy i verkstedene til Odden Verksted A/S og Gummi A/S K. Lund & Co.

På grunnlag av resultatene fra forsøkene er det gjennomført støydempende tiltak ved sorterverk og internt transportutstyr ved trelastbruk.

Våren 1989 ble det foretatt støymålinger ved to sorterverk som var levert høsten 1988. På grunnlag av måleresultater og observasjoner ble det satt igang tiltak for demping av støy ved disse sorterverkene. Det ble oppnådd en senking av støynivået på operatorplassene. Effekten av de enkelte tiltak som ble gjennomført var imidlertid vanskelig å kontrollere. Grunnen til dette var at ved sorterverkene opptrer det en rekke støykilder samtidig når disse er i drift. Selv om det ble påvist generell demping av støynivået ved operatorplassene var det vanskelig å fastslå effekten av de enkelte tiltak som ble gjennomført. Ved demping av en støykilde overtar andre støykilder. Det samme gjør seg gjeldende ved demping av støy ved transportutstyr i sag og høvlerier.

Det ble derfor besluttet at en i tillegg til forsøk og målinger ved anlegg i drift skulle foreta forsøk som var mer kontrollerbare. Dette gjaldt forsøk med demping av slagstøy som oppstår ved fall av trelast eller når trelast går mot hardt materiale. Metoder som viste seg effektive kunne så overføres til sorterverk og transportutstyr. Før disse forsøkene ble gjennomført ble forskjellige leverandører av støydempende materialer kontaktet og vist rundt på trelastbruk. Her ble bruken av støydempende materialer i produksjonen ble diskutert.

Våren 1991 leverte Odden Verksted A/S et tørrsorterverk til Gausdal Bruk A/L. En besluttet å bruke denne bedriften som pilotbedrift og gjennomføre flest mulig av de løsninger en kom frem til på dette sorterverket.

Støydempende tiltak ved transportutstyr er gjennomført som en del av prosjektet ved Hedalm Trelast A/S og Fossum Bruk A/S. Videre i forbindelse med oppdrag på andre bedrifter.

I rapporten vil vi beskrive de forsøkene som er gjennomført med demping av slagstøy som er utført på verkstedene til Odden Verksted A/S og Gummi A/S K. Lund & CO. En del resultater fra forsøkene vil bli vist i selve rapporten, mens mer utførlige tabeller med resultater er tatt med som bilag. Vi vil videre beskrive forsøk og tiltak som er gjennomført for demping av støy ved sorterverk og annet transportutstyr. I en del tilfeller vil det da bli henvist til tabellene i bilagene.

Sammendrag

Under arbeidet med prosjektet er det gjennomført forsøk med demping av slagstøy ved fall av trelast mot stålprofiler og stålplater. Det er videre gjennomført forsøk og støydempende tiltak ved sorterverk for skurlast og internt transport-utstyr.

Forsøkene med demping av slagstøy er utført på verkstedene til Odden Verksted A/S og Gummi A/S K Lund & Co. Stålprofiler og stålplater ble pålagt forskjellige materialer og trelast i forskjellige dimensjoner ble sluppet fra bestemte høyder. Slagstøyen fra fallene ble målt i maxl dB(A) som angir høyeste gjennomsnittsverdi pr. sekund.

Ved fall mot stålprofiler ble det gjort forsøk med to typer støydempende elementer som er i handelen. Det ble videre gjort forsøk med plater av slitegummi som ble festet på høykant på sidene av stålprofiler og sylindre som består av trykkfast skumgummi med en utvendig strømpe av polyetelen. Sylindrerne var laget i forbindelse med prosjektet og levert av tipac a.s. Det ble oppnådd liten demping med støydempende elementer. Med gummiplater festet på sidene av stålprofiler ble det oppnådd en demping på fra 4 til 5 maxl dB(A) og med sylindrerne fra 8 til 11 maxl dB(A).

Ved forsøk med demping av fall mot stålplater ble det gjort forsøk med de samme støydempende elementene som ble brukt ved fall mot stålprofiler. Videre ble det forsøkt med en 6 mm tykk gummiplate limt til stålplate. I tillegg ble det gjort forsøk med materialkombinasjoner hvor en fikk en glatt overflate med et underlag som opptok energien fra fallene slik at denne i liten grad ble overført til stålplaten. Dette var glilettplater over skumplast, plate av polyetelen forbundet med gummiplate og plater av slitegummi festet i bølger på stålplaten med glilettplater over gummien.

Minst demping ble oppnådd med 6 mm gummiplate hvor reduksjonen utgjorde fra 2 til 4 maxl dB(A). Den største dempingen ble oppnådd med slitegummi festet i bølger på stålplaten. Her ble det oppnådd demping av fallstøy på over 20 maxl dB(A). Støydempende elementer og kombinasjonen skumplast/glilettplater gav også gode resultater.

Forsøk med støydemping ved sorterverk for skurlast er gjennomført på rå- og tørrsorterverk med kapasiteter fra 7 000 til 17 000 biter pr. dag. Forsøkene er gjennomført forskjellige steder på sorterverkene, blant annet ved elevatorer, enstykkmatere og kappsager. I forbindelse med støydemping av kappsager er det gjennomført målinger av tomgangsstøy fra sagblad av forskjellige fabrikater. Den største forskjell i tomgangsstøy utgjorde mellom 5 og 6 dB(A). Det er også søkt å redusere støyen ved operatørplassene ved å skjerme mot støykilder og ved å bruke absorberende i lokalene hvor operatørene arbeider.

Målinger som er foretatt for å fastslå effekten av dette viste en støyreduksjon som utgjorde mellom 2 og 6 dB(A). Ved pilotbedrift hvor en søkte å gjennomføre flest mulig av de tiltak en var kommet frem til, og hvor kapasiteten på tørrsorterverk var 11 000 til 12 000 biter pr. dag, ble det målt et gjennomsnittlig støynivå som utgjorde mellom 84 og 85 dB(A). Støymålingene ble utført med støydosimeter som operatørene hadde med seg hele arbeidsdagen.

Ved støydemping av internt transportutstyr er det gjennomført tiltak for demping av støy ved fall mot båndtransportør og fall ved annet utstyr i høvlerier.

1. Støykilder ved intern transport på trelastbruk

Viktige støykilder er:

- Kjedetransportører
- Båndtransportører
- Trykkluftventiler
- Elektriske motorer
- Transportbaner av stålroller
- Fall eller støt av tømmer
- og trematerialer.

I forbindelse med prosjektet har det vært liten anledning til å gjennomføre forsøk med forandringer av selve transportutstyret. Krav til soliditet og lave kostnader er avgjørende for hva leverandører av utstyr vil velge å bruke. Generelt kan en si at på utstyr i drift vil smøring og vedlikehold bety en del for støynivået. Støy fra transportkjeder og slitte lager bidrar ofte til å heve støynivået. Fall mot stålplater som har løsnet fra festene forårsaker ofte meget høye støynivåer. Å rette på dette vil være en vedlikeholdsak.

Sterk støy fra trykkluftventiler forekommer også ofte. Denne støyen kan en dempe enten ved å anskaffe ferdige dempere eller ved å koble på gummislanger som leder returluften fra ventilene inn i et rør.

Støy fra elektriske motorer kan i enkelte tilfeller være sjenerende hvis motorene er plassert like ved operatorplasser. Der dette er tilfelle kan en undersøke om det er mulig å skjerme for støyen ved å henge opp en støymatte eller lage en støyskjerm. Hvis det oppstår vibrasjoner når motoren er i drift kan en se på muligheten av å bruke vibrasjonsdempere.

Ved transportbaner av stålroller kan det oppstå meget gjennomtrengende og sjenerende støy. Årsaken er sannsynligvis at det oppstår resonans i de hule rullene. Støyen kan unngås hvis rullene fylles med sagflis eller lignende materiale før de monteres. Etter montering kan det være vanskelig å få gjort dette. Vi har fått oppgitt at en metode for demping av støyen fra stålroller som er montert vil være å bore huller ca. 1/3 inn fra en av sidene på rullene og sveise inn to gjennomgående stenger som står vinkelrett på hverandre. Stengene skal ikke berøre hverandre. Overflaten på utsiden av rullene må gattes godt der det er sveiset. Det blir oppgitt at en på denne måten kan oppnå merkbare resultater, selv om disse ikke blir så gode som ved fylling av sagflis.

Slagstøy som oppstår ved fall eller støt av trematerialer utgjør en vesentlig del av støyen som oppstår ved intern transport på trelastbruk. For å finne metoder til å dempe denne støyen har vi gjennomført en del forsøk som vi skal beskrive og vise resultater fra i rapporten.

2. Slagstøy ved sorterverk og internt transportutstyr

Med slagstøy mener vi i denne forbindelse støy som oppstår når trematerialer faller mot eller støter mot harde gjenstander.

En del av den interne transporten foregår ved fall av trematerialene. Som eksempler kan vi nevne fall av tømmer fra kjerrat til tverrtransportør og videre fall til innmatingsbenk. Fall av hon og kapp ned på båndtransportører for transport til hugger, fall av flo fra vippe, fall foran elevatorer, fall inn og ut av sorterlommer etc.

I tillegg til fall av trelast som en del av transporten forekommer også fall ved sorterplassene når skur og høvellast blir vendt i forbindelse med kvalitetsbedømming.

Støy ved fall av trelast, hon og avkapp oppstår når materialene faller mot harde flater, stålprofiler, stålroller, transportkjeder, eller når trelast faller mot trelast. Endestoppere som trelasten går mot er også vanlige støykilder. Selv om det blir brukt en del trematerialer og plater av kunststoff under kjedeføringene på tverrtransportører er stål det mest vanlige materiale i internt transportutstyr.

Ved bruk av støydempende materialer for demping av slagstøy i trelastindustrien, er det ofte viktig at disse har en glatt og slitesterk overflate. I mange tilfeller er det også viktig at elastisiteten i materialene ikke er for stor. For stor friksjon og elastisitet kan forstyrre materialflyten. For å komme frem til materialer som tilfredstillet disse krav ble det innledet samarbeidet med tipac a.s.

I forsøkene som er gjennomført på verkstedene hos Odden Verksted A/S og hos Gummi A/S K. Lund & Co har vi søkt å komme frem til metoder for å dempe slagstøy. På grunnlag av de resultater vi har kommet til tror vi at en del av denne støyen kan dempes. Støy fra trelast som slår mot trelast og støy fra trelast som faller mot transportkjeder uten medbringere er imidlertid vanskelig å dempe.

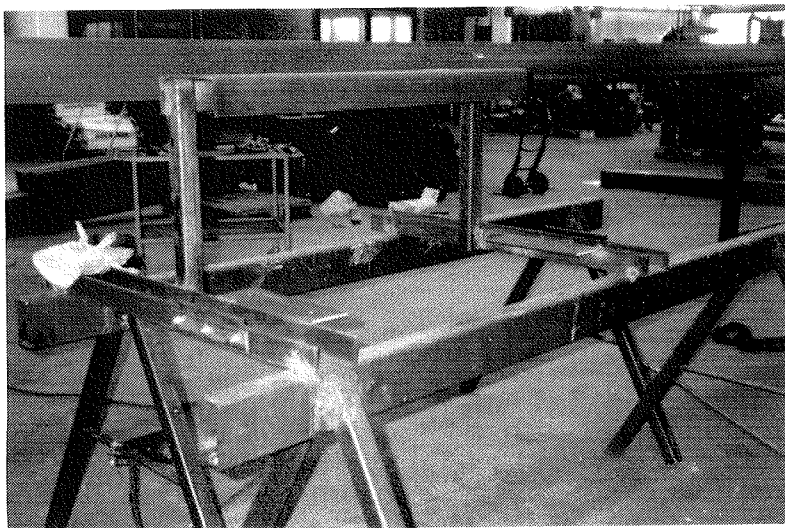
Der trelast faller mot eller går mot trelast vil det i enkelte tilfeller være mulig å skjerme mot støykilden eller redusere hastigheten på trelasten. En reduksjon av hastigheten kan imidlertid gå ut over kapasiteten.

Når trelast faller mot transportkjeder uten medbringere vil bruk av støydempende materialer på sidene av kjedene som kan ta i mot og dempe fallstøyen være vanskelig.

Et forbehold må vi ta når det gjelder bruk av støydempende materialer for å dempe fallstøy fra hon og avkapp. Der hvor disse materialene går til hugger og hvor flisen leveres til produksjon av cellulose må en unngå at støydempende materialer som gummi, plastprodukter etc blir revet av og blandet med flisen. Dette vil kreve solide løsninger og godt ettersyn.

2.1 Forsøk med damping av slagstøy på Odden Verksted A/S

Disse foregikk utenom vanlig arbeidstid. Det ble først sveiset sammen et stillas av stålprofiler av samme type som en anvender ved sorterverkene som bedriften leverer.



Stillas av ujern.

Trelast i forskjellige dimensjoner ble sluppet mot stillaset og en målte støydempende effekt av forskjellige materialer. Siden ble det sveiset en stålplate horisontalt mellom stålprofilene i stativet og de samme trelastdimensjonene ble sluppet mot denne.

Et forhold som gikk igjen ved alle forsøkene hvor trelast ble sluppet mot stålprofiler eller stålplater var at støyen som oppstod varierte med hvorledes trelasten traff underlaget. Hvis trelasten traff underlaget med hele flaten målte en vanligvis høyere støyverdier enn om trelasten traff med en av kantene først. Dette var vanskelig å regulere. Det ble derfor foretatt målinger av flere fall i hvert forsøk og beregnet gjennomsnittsverdier. Valg av trelastdimensjoner, fallhøyde, antall målinger i hvert forsøk, plassering av støymåler og andre forhold påvirker måleresultatene. Verdiene vi har kommet frem til viser derfor bare relasjoner og bør betraktes som veiledende.

For å registrere effekten som ble oppnådd ble støyen målt i max1 dB(A)-verdier som angir høyeste gjennomsnittsverdi for hvert sekund. Til en viss grad kan en da få med gjenklangen i materialet. Disse verdiene blir likevel noe lavere enn maksimalverdiene.

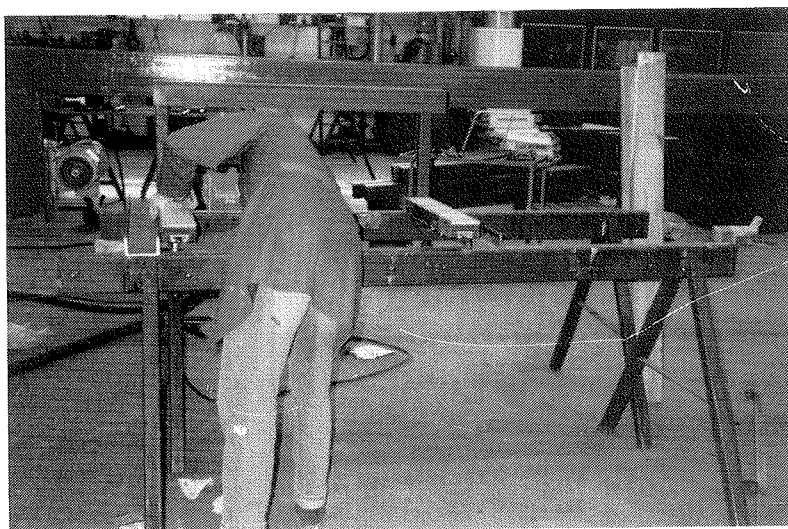
Hver trelastdimensjon ble sluppet 10 ganger mot underlaget fra samme høyde. Maxl-verdiene ble notert og gjennomsnittet av de 10 verdiene ble brukt som resultat fra forsøket. Før forsøkene startet målte en bakgrunnsstøyen i lokalet. Denne utgjorde 44 db(A). Til måling av støyen ble det brukt støymåler type 2231 levert av Brüel & Kjær.

Forsøk med fall mot stålprofiler:

Trelast i dimensjonene 19x120, 50x100 og 50x150 ble sluppet med bredsiden ned. Fallhøyden var 45 cm. Støymåler var plassert på et stativ 1 m fra nedfallet.

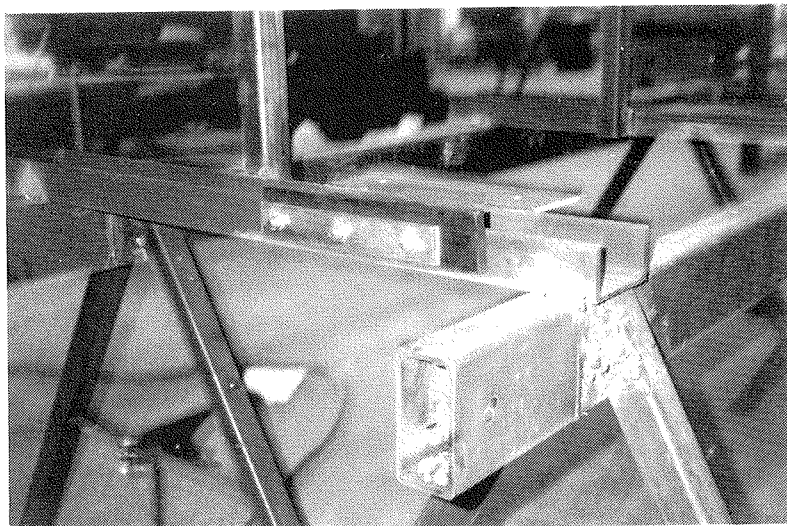
Det ble først gjort forsøk med to typer rektangulære støydempende elementer som er i handelen. Disse ble skrudd fast på plater som ble sveiset til sidene på stålprofiler.

Den ene typen består av en hard glilettplate over 42 mm tykk 60 shore gummi. Innfeldt på undersiden av gummien er det festet en aluminiumsskinne som brukes ved festing av elementene til underlaget. Benevnelsen er Remaslide KG02/PE. Den andre typen har ikke glilettplate på toppen men er ellers lik. Benevnelsen på denne er klemlist KG02. Elementene er levert av Panvulk A/S.



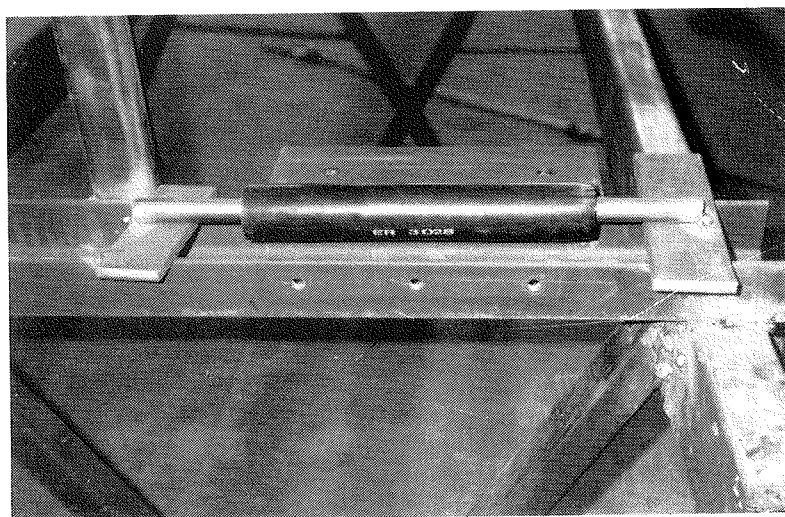
Stillas med glilett/gummiplate.

Senere prøvde en 12 mm tykke gummiplater som en festet på siden av stålprofilene slik at den ene langsiden på platene stakk 20 mm over kanten av disse. Platene ble lagt mellom flattjern og stålprofil og klemt fast med gjennomgående bolter. Gummiplatene bestod av 60 shore slitegummi.



Stillas med gummiplater på høykant.

Til slutt ble det gjort forsøk med sylindre som tipac a.s har fått fremstilt i forbindelse med prosjektet. Disse bestod innerst av et rør av polyamid (PA6) som er et glatt og meget slitesterkt materiale. Utenpå denne var det ca. 10 mm trykkfast skumgummi (NBR) og ytterst var det krympet på en strømpe av ultra høymolekylær polyetelen. Denne varierte i tykkelse fra ca. 1 til 3 mm.



Stillas med sylindre.

Tabell i bilag nr. 1 viser resultatet av forsøkene. Det går frem av tabellen at med elementet Remaslide KG02/PE (med glilett/gummiplate) registrerte en ikke lavere støyverdier.

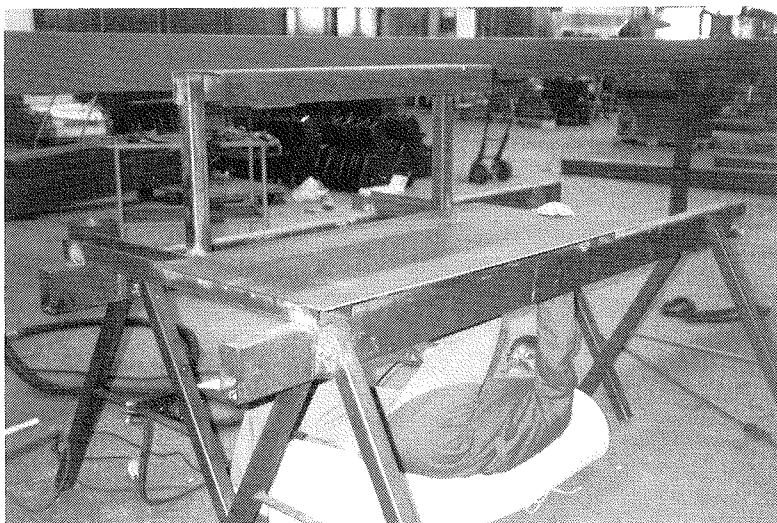
Et sammendrag av resultatene ellers viser:

Støy ved fall direkte på stålprofiler utgjorde fra 96 til 98 maxl dB(A).

	Demping maxl dB(A)
klemlist KG 02, med 42 mm tykk 60 shore gummiplate	0 til 3
12 mm tykke gummiplater festet på siden av stålprofiler	4 til 5
Sylindre fremstilt av tipac a.s	8 til 11

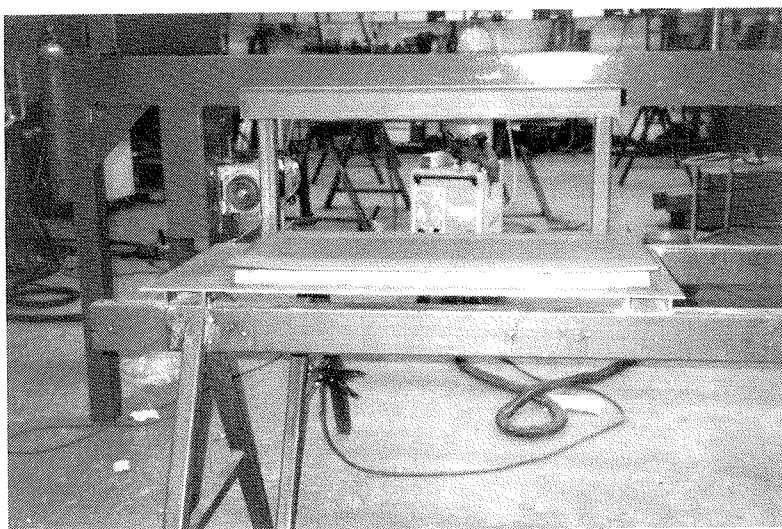
Forsøk med fall mot stålplate:

Stålplaten som ble sveiset til forsøksrammen var 3 mm tykk. Bredden på platen var 60 cm og lengden 120 cm. Til forsøket ble det brukt samme trelastdimensjoner som i forsøket med fall mot stålprofiler og fallhøyden var også her 45 cm.



Stillas med stålplate.

Først ble forsøk gjennomført med elementene Remaslide KG02/PE og klemlist KG02. Senere ble det gjort forsøk med plater av skumplast dekket av glilettplater. Dette ble først utført med vanlig skumplast hvor råstoffvekten utgjorde 35 kg. pr. m² skumplast. Platene var i tykkelsene 10, 20 og 40 mm. For hver av disse tykkelsene ble det gjort forsøk med 5 og 10 mm tykke glilettplater som ble lagt over platene av skumplast.

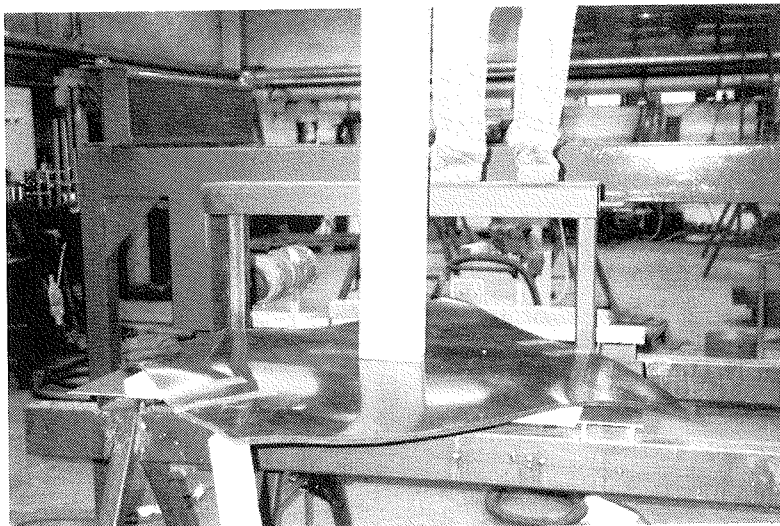


Stillas med skumplast og glilett.

Forsøkene ble gjentatt med granulert skumplast i tykkelse 23 og 40 mm. Den granulerte er fremstilt av skumplastbiter som er bundet sammen av vanlig ny skumplast. Råstoffvekten på dette materiale er 100 kg. pr. m³. Dette materiale er fastere og tyngre, men vi har fått oppgitt at sammenbindingen er mindre god enn i vanlig skumplast.

I forbindelse med prosjektet var det fra tipac a.s anskaffet en 100x100 cm plate av ca 3 mm tykk ultra høymolikulær polyetelen som var forbundet med 7 mm tykk 45 shore gummi. Varebetegnelsen er Solidur RB. Polyetelenmaterialet i disse platene er meget glatt og slitesterkt. Overflaten er hard, men materialet er bøyelig. Platen ble først lagt direkte på stålplaten og forsøk ble gjennomført. Siden ble forsøkene gjentatt med 40 mm tykk vanlig skumplast som mellomlegg mellom stålplaten og platen av Solidur RB.

Til slutt ble en 50x150 mm plank sluppet fra en høyde av 65 cm mot stålplaten når den var dekket av 40 mm skumplast under Solidur RB-platen. Hensikten med forsøket var å teste om en slik kombinasjon av materiale ville egne seg til støydemping av endestoppere ved tverrtransportører eller andre steder hvor enden av virke støter mot harde flater.



Stillas med Solidur RB og skum.

Resultatene av forsøkene er vist i tabell i bilag nr. 2.
Et sammendrag av resultatene viser følgende:

Ved fall på stålplate uten støydempende materiale utgjorde fallstøyen fra 106 maxl dB(A) for den minste trelastdimensjonen med tverrsnitt på 19x120 mm til 111 maxl dB(A) for den største hvor tverrsnittet var 50x150 mm. Under forsøkene kom en frem til følgende demping for de forskjellige materialer.

Demping av fallstøy.

Remaslide KG02/PE	8-10 maxl dB(A)	
klemmest KG02	13-14	"
<u>5 mm tykk glilettplate over:</u>		
10 mm skumplast	12-14	"
20 mm skumplast	14-17	"
40 mm skumplast	17-19	"
<u>10 mm tykk glilettplate over:</u>		
10 mm skumplast	6-11	"
20 mm skumplast	9-11	"
40 mm skumplast	10-13	"
Plate av Solidur RB	6-13	"
Plate av Solidur RB over 40 mm skumplast.	13-19	"

Granulert skumplast er ikke tatt med i denne oversikten. Måleresultatene viste noe mindre støydemping for den granulerte enn for den vanlige ved samme tykkelse på platene. Dette kan komme av at den granulerte er fastere enn den vanlige og derfor overfører mer av energien fra fallet til stålplaten. Se bilag nr. 2.

Forsøket med 50x150 mm plank som ble sluppet fra en høyde av 65 cm mot platen av Solidur RB over 40 mm skumplast, viste en gjennomsnittsverdi av 14 målinger på 84.8 maxl dB(A).

Vi har senere brukt kombinasjonen Solidur RB over skumplast for å dempe fall ved sorterverk i høvleri og andre steder. Støydempingen har vært god og materialet har vist seg å være meget slitesterkt. Den lave friksjonen i overflaten gjør at trelasten glir godt på dette materialet. Med trykkfast skumgummi (NBR) som mellomlegg mellom Solidur RB og underlaget kan en oppnå liten elastisitet. For opplysninger om anskaffelse av Solidur RB og trykkfast skumgummi (NBR) kan en kontakte tipac a.s, eller Odden Versted A/S.

2.2 Forsøk på verkstedet til Gummi A/S K Lund & Co

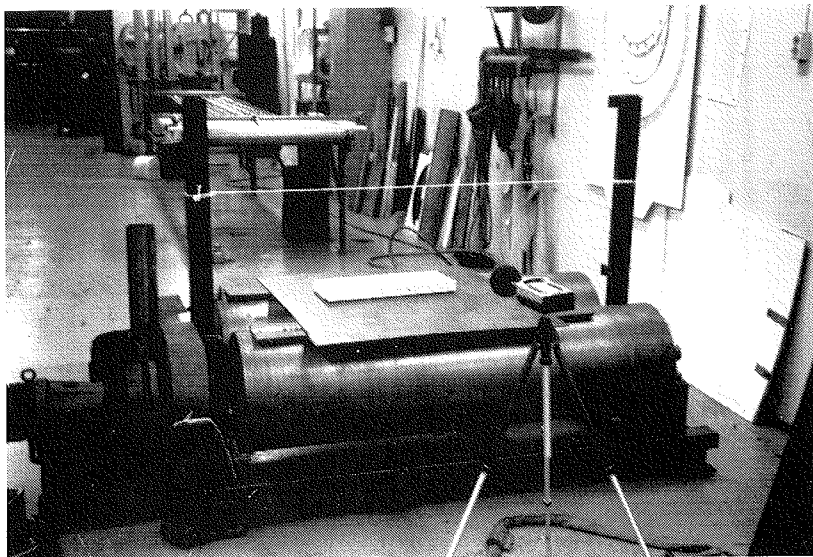
Her ble det brukt 4 mm tykke stålplater som ble lagt over to store stålvalser. Under hvert av hjørnene på stålplaten ble det lagt en gummibit. Dette ble gjort for å unngå at vibrasjoner i stålplatene skulle lage støy ved berøringspunktene mellom stålplater og valsene. Over platene ble det strukket en snor for å markere høyden som trelasten skulle slippes fra.

Trelast med lengde 500 cm og tversnitt 25x100, 32x125, 48x98 og 38x200 mm ble sluppet mot platene fra en høyde på 40 cm. I tillegg til å måle maxl dB(A) verdier ble det også målt ekvivalentverdier i Leq dB(A). Disse angir et beregnet lydtrykknivå som har samme energiinnhold som det varierende lydtrykket. Verdien på 85 dB(A) som myndighetene har satt som øverste grense for støy i industrilokaler er angitt i Leq dB(A).

Som tidligere målte en maxl dB(A)-verdier ved 10 fall i hvert forsøk og betraktet gjennomsnittsverdien som resultat ved forsøket.

I tillegg til dette ble trelasten sluppet hvert 10. sekund i 2 minutter mens en målte Leq dB(A) verdien. Hensikten var å se hvor mye fallene ville bidra til gjennomsnittlig støynivå ved en arbeidsplass hvor det falt trelast hvert 10 de sekund. Før forsøkene ble igangsatt målte en bakgrunnstøyen i lokalet. Denne utgjorde mellom 40 og 45 dB(A).

Forsøkene er delvis en gjentakelse og delvis en utvidelse av forsøkene som ble gjennomført på verkstedet til Odden Verksted A/S. Grunnen til at noe av det som tidligere var gjort ble gjentatt, var at en ville ha en sammenligning fra det som tidligere var prøvet med andre metoder når forsøkene var utført under like forhold.



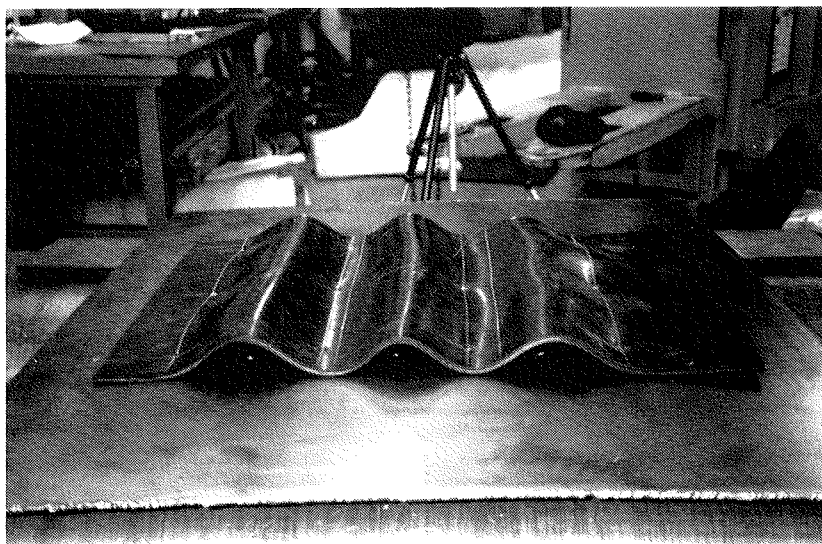
Stålplate på valser.

Det første forsøket gikk ut på å måle effekten av å lime en 6 mm tykk 60 shore plate av slitegummi på en stålplate. Målinger ble foretatt når gummien vendte opp uten noe over og når en la en 2 mm plate av polyetelen over gummiplaten.

De neste forsøkene ble gjort med skumplast i forskjellige tykkelser dekket med 2, 5 og 10 mm tykke glilettplater. Tidligere var det ikke gjort forsøk med 2 mm glilettplater.

Til slutt ble det gjennomført to forsøk med gummi festet i bølger over en stålplate. I det ene tilfelle ble det brukt vanlig 6 mm tykk slitegummi og i det andre 6 mm tykk transportrem av gummi.

Materialet ble festet med skruer som gikk gjennom stålplaten. På undersiden av stålplaten var skruene festet med muttere. Avstanden mellom festepunktene var ca. 16 cm og avstanden mellom hullene som ble laget i gummiplaten for skruene ca. 18 cm. Toppen av "bølgene" var ca. 4 cm over stålplaten målt i overkant av gummiplaten.



Gummi lagt i bølger.

Forsøk ble først gjort uten at gummiplaten ble tildekket. Senere ble forsøkene gjennomført med 2, 5 og 10 mm glilettplater lagt plant over gummiplaten på samme måte som ved forsøkene med skumplast. Da det var liten forskjell på resultatene når en brukte slitegummi og transportrem gjengir vi bare resultatene utført med bruk av slitegummi.

Resultatene er vist i bilag nr. 3. Et sammendrag av resultatene viser følgende:

Ved fall på stålplate uten støydempende materialer ble det målt maxl dB(A)-verdier fra 109 dB(A) for minste trelastdimensjon til 112 dB(A) for de største tverrsnittene. Ekvivalentverdiene ble registrert til mellom 91 og 94 dB(A).

I tabellen nedenfor har vi oppgitt hvilken støydemping som ble oppnådd i de forskjellige forsøkene. Dempingen er angitt i maxl dB(A). Videre viser tabellen høyeste og laveste ekvivalentverdi i Leq dB(A) som ble registrert uten demping av stålplaten og med bruk av de forskjellige materialer.

	Demping av fallstøy	Målte ekvivalentverdier
	maxl dB(A)	Leq dB(A)
Ren stålplate	0	91-94
Pålimt 6 mm, 60 shore slitegummi	2-4	87-92
Pålimt 6 mm slitegummi med 2 mm tykk glilettplate over	2-4	90-91
<u>2 mm glilettplate over:</u>		
20 mm skumplast	15-21	72-78
40 mm skumplast	17-20	72-79
<u>5 mm glilettplate over:</u>		
20 mm skumplast	12-15	76-79
40 mm skumplast	13-16	78-82
<u>10 mm glilettplate over:</u>		
20 mm skumplast	8-11	85-86
40 mm skumplast	5-11	85-87
Stålplate med slitegummi festet i bølger over platen	30-35	60-65
Slitegummi i bølger pluss 2 mm glilettplate	23-27	69-70
Slitegummi i bølger pluss 5 mm glilettplate	22-25	70-71
Slitegummi i bølger pluss 10 mm glilettplate	20-23	73-74

Tabellen viser at minst demping ble oppnådd med stålplate pålimt 6 mm gummiplate.

Ved bruk av kombinasjonen skumplast/glilettplater oppnår en vesentlig demping av slagstøyen. Dette har også vist seg ved praktisk bruk av materialet. Forsøkene viser liten forskjell enten en bruker 20 mm eller 40 mm tykk skumplast. I praksis vil det oppstå større forskjeller avhengig av vekten på trelasten som faller mot platene. Ved nedfallet foran en elevator på et sorterverk vil en få fall av store trelastdimensjoner. Det vil også vanligvis komme flere planker samtidig. I slike tilfeller må en bruke tykkere lag med skumplast for å hindre at denne blir trykket for mye sammen.

Tykkelsen på glilettplatene har også betydning for dempingen. Som en kan vente blir det mindre demping med bruk av 10 mm glilettplater enn ved f.eks. 2 mm. Tykkelsen på skumplast og glilettplater må vurderes i hvert enkelt tilfelle ut fra produksjonsforholdene. Skum lages av forskjellige materialer og kan ha forskjellig egenvekt og trykkfasthet. Glatte plater lages også i materialer med forskjellig slitestyrke og stivhet. I praksis brukes benevnelsen glilett på det meste av disse platene i trelastindustrien.

I forbindelse med bruk av kombinasjonen skumplast/glilett til demping av støy har vi fått oppgitt at vedlikeholdet av stålplater er blitt mindre på grunn av mindre sprekkdannelse i platene.

Tabellen viser ellers at ved bruk av gummiplater festet i bølger til underlaget oppnås en meget stor støydemping. Virkningen av tykkelsen på glilettplater som legges over ser ut til å ha mindre betydning for støydempingen enn ved kombinasjonen skumplast glilett. Festingen av gummiplater i bølger er mer arbeidskrevende enn om en bruker skum. Et annet forhold er at høyden på "bølgetoppene" kan bli for stor i en del tilfeller. Avstanden mellom festepunkter og "bølgehøyder" vil i praktisk bruk variere ved forskjellig tykkelse og fasthet i materialet som brukes.

En løsning fra praktisk produksjon har vist at gummiplate av slit gummi lagt i bølger kan være holdbar selv om påkjenningsene er store.

2.3 Praktisk anvendelse av dempingsmetoder som er tatt med i forsøkene.

Vi skal senere i rapporten beskrive løsninger som er innført ved sorterverk og transportutstyr. Her vil vi likevel nevne enkelte anvendelsesområder som kan være aktuelle.

Metoder for demping av fall mot stålprofiler:

I et av forsøkene ble det brukt gummiplater som ble festet på siden av U-jern. Dette kan brukes på sorterplasser ved sorterverk for skurlast og høvellast. Trelasten blir vendt foran sorterer og faller ofte ned på stålruller. Sorterer trekker frem trelasten som skal kappes til riktig posisjon. Der trelasten faller kan en feste ca. 15-25 cm lange gummiplater. Tykkelsen på platene kan være 12-15 mm. Disse kan gå ca. 1 cm over stålrullen. I høvlerier hvor det er fare for at svart slitegummi setter merker på trelasten kan en bruke brun slitegummi.

På grunn av elastisitet og friksjon i materialet kan det ved stor hastighet på sorterverket eller høyt fall på trelasten oppstå problemer med enkelte dimensjoner. En løsning kan da være å sveise på stålplater på siden av stålprofiler og feste en plate av Solidur RB og brukte trykkfast skumgummi som mellomlegg mellom denne og stålplaten. En lignende løsningen kan også være aktuell der trelast faller mot transportkjeder med medbringere og hvor føringene for transportkjedene er lagt på plater av stål, tre eller annet materiale.

Fall mot harde flater:

Demping med kombinasjonen skumplast/glilett, gummi festet i bølger med eller uten glilett over, eller kombinasjonen Solidur RB/skum kan brukes forskjellige steder.

Som eksempler kan nevnes:

- Stålplater ved elevatorer.
- Tverrtransportører.
- Båndtransportører.
- Ved utmating fra høvelmaskiner eller andre steder hvor trelast faller på stålplater.
- På endestoppere ved sorterverk.
- Ved fall av hon eller avkapp mot stålplater og båndtransportører

Vi skal senere i rapporten vise eksempler på bruk av disse materialene til demping av fallstøy.

3. Støydemping ved sorterverk for skurlast

3.1 Valg av sorterverk som eksempel.

Prosessen ved råsortering av skurlast går først og fremst ut på å dimensjons- og lengdesortere trelasten og kappe av ender som ikke holder kravet til vankant eller av andre grunner bør fjernes. Ved enkelte trelastbruk kan det også bli foretatt en grovsortering etter kvalitet eller treslag. Sortert skurlast blir strølagt og pakket i trelastpakker ved pakkestasjon. På grunn av strøleggingen arbeider det ofte to mann ved pakkestasjonen. Trelasten kommer enkeltvis direkte fra saglinjen.

Ved tørrsortering foregår det en kvalitetsortering av tørr trelast. I forbindelse med sorteringen skjer det en renkapping i begge ender. Strølagte trelastpakker kommer til avstrøing foran sorterverket og går videre til kvalitetsortering og renkapping. Sortert skurlast går senere til pakkestasjon og blir pakket i trelastpakker.

Ved enkelte trelastbruk er det såkalte kombiverk hvor både råsortering og tørrsortering blir foretatt på samme sorterverket.

Under ellers like forhold er det vanlig at støynivået er lavere ved råsortering enn ved tørrsortering. Grunnen til dette er delvis at rå last som ikke er frosset er mykere enn den tørkede lasten. Det foregår også mer kapping av ender ved tørrsortering og trelasten blir vendt ved enstykkmatere i forbindelse med kvalitetsbedømming.

Selv om prioritering av metoder for støydemping kan bli noe forskjellig for rå- og tørrsortering, blir det stort sett de samme støykildene som skal dempes. Vi har derfor valgt å bruke et tørrsorterverk som eksempel ved beskrivelse av forsøk og metoder som er gjennomført.

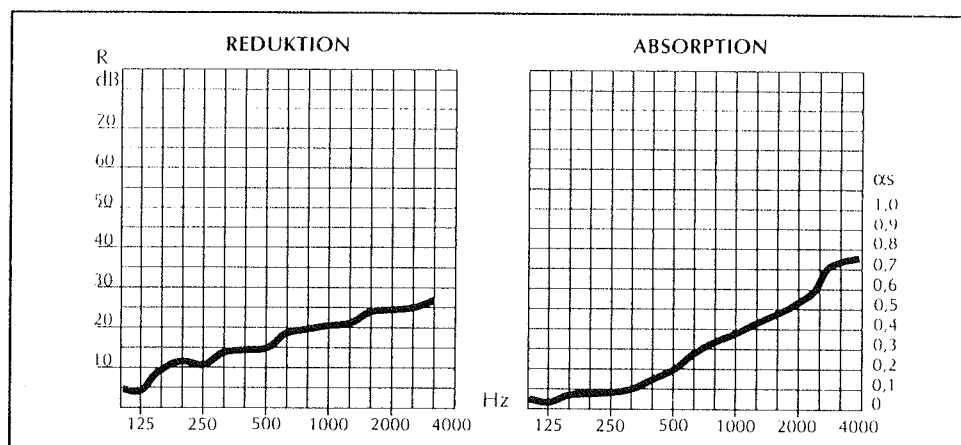
3.2 Skjerming mot støy ved hjelp av seksjonering.

Det er vanlig ved sorterverk for skurlast at vegger blir satt opp ved elevatorene og mot fall-lommer. I veggene er det åpninger for trelasten som skal passere. Støyen ved elevatorene under full drift utenfor seksjonsveggene utgjør rundt 100 dB(A) både foran rotkapping og pakkestasjon. Støyen varierer med skurlastdimensjoner og hastigheter. Ved fall-lommer er det også et høyt støynivå. Det er derfor viktig at seksjonsveggene oppføres slik at de skjærer godt for denne støyen. Åpninger hvor trelasten passerer og åpninger for transportkjeder børsteanlegg etc. bør være så små som mulig.

Seksjonsvegger med 10-15 cm tykt lag mineralull i midten og 12 mm gipsplater, eller bygningsplater på hver side kan være en løsning. Veggene kan kles med vanlig trepanel på utsiden mot inntaket og stående spaltepanel over 50 mm tykk absorbent på innsiden.

I åpninger over elevator og åpninger mot fall-lommer bør det være to lag med støygardiner. Et lag på hver side av veggen. Vi har brukt støygardiner som produsenten har gitt varenavnet MaxiBell Soft A10. Disse består av to lag med PVC-duk med et lag PVC-skum mellom. PVC-duken på den ene siden er perforert. På den andre siden er PVC-duken tung og glatt. For å unngå for sterk slitasje er det viktig at den glatte siden vender mot materetningen. Støygardinene kan bestilles etter mål. Oppsplitting av støygardinene foretas av leverandøren. Ved oppsplitting blir de to PVC-dukene sveiset sammen rundt kantene. Fønhus Maskin A/S i Larvik leverer denne typen støygardiner.

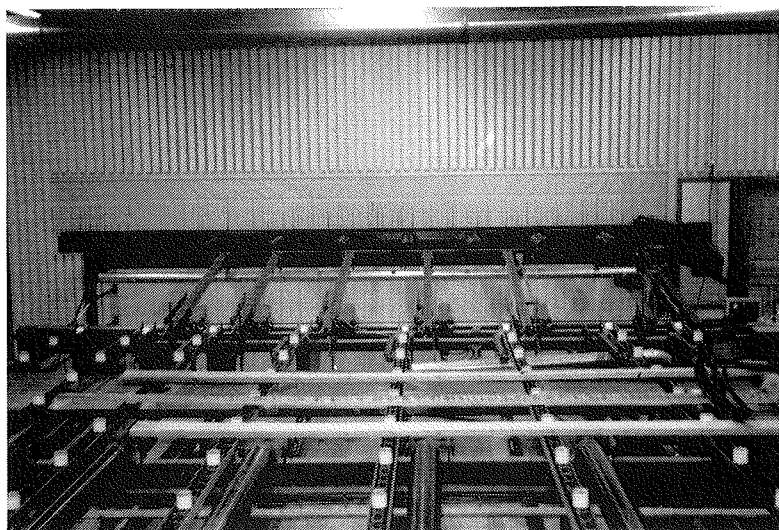
Figur viser diagram over reduksjon i dB og absorpsjonsfaktorer som er oppgitt av produsenten for materialet.



Reduksjon i dB

Absorpsjonsfaktor

På den siden av elevatorene som er lengst fra operatøren ved rotkapping og foran pakkestasjon må det være en åpning på ca. 1-1,5 m ut på siden av elevator. Grunnen til dette er at langt trevirke stikker ut forbi elevator. Her bør en gjøre åpningen mindre ved å bygge på den nedre del av åpningen. Det kan være bøy på trelasten og en kan derfor ikke bygge opp mer enn til ca. 10 cm under overkant av elevator. Støygardinene over elevator bør gå så langt ned som mulig når en tar hensyn til at trelasten skal gå greit gjennom åpningen. Gardinene kan festes over åpningene ved å klemme den øverste delen mot seksjonsveggen ved å spikre på et bord. Ved å flytte bordet kan en heve eller senke støygardinene og på den måten prøve seg frem. Figur viser eksempel på støygardiner over elevator.



Støygardiner over elevator.

Støygardinene er ikke gjennomsiktige. Det bør derfor være glassruter i dører eller vegg på sidene av elevator. Ved å montere speil på utsiden av glassruter kan operatøren kontrollere om det oppstår forstyrrelser i materialflyten foran eller ved elevator. For å oppnå god støydemping bør det være god avstand mellom glassene, helst 100 mm. For sikten sin del er det en fordel at det ikke er vindu i utvendig vegg like ved glassrutene. En risikerer da å få refleks i glassene slik at operatøren vanskelig kan se gjennom dem.



Glassrute ved siden av elevator.

3.3 Bruk av absorpent

I lokalene hvor operatørene arbeider bør det ved nyanlegg monteres absorpent i tak og vegger. En absorpent med glatt belegget på utsiden og 50 mm tykkelse kan anbefales. Det er fare for at absorbenten i veggene blir skadet nær gulvet. Ved å legge vertikalt spaltepanel på utsiden av absorbenten opp til en høyde av ca. 2 m vil en redusere risikoen for at dette kan skje. På Gausdal Bruk A/L har en gått helt ned til gulvet med absorbenten og lagt vertikalt spaltepanel på utsiden. Anlegget har vært i drift i vel et år uten at skader har oppstått. I spaltepanelet er det brukt 19x70 mm lekter. Avstanden mellom lektene er 50 mm.

Ved et trelastbruk hvor tak og vegger ved sorterverk og pakkestasjon bestod av betong og eternitt ble det montert støygardiner i åpninger i seksjonsvegger og absorpent i tak og vegger.

Støymålinger på operatørplassene før og etter montering viste følgende resultater:

	Før montering:	Etter montering:
Rotkapping	94.5 dB(A)	92.7 dB(A)
1ste sorterplass	94. "	89.6 "
2dre sorterplass	93.5 "	89.5 "
Ved inntak foran pakkestasjon	99. "	93. "

Kapasiteten ved sorterverket var oppgitt til ca. 17 000 biter pr. 8 timers arbeidsdag. Andre støydempende tiltak enn montering av støygardiner og absorpent var ikke gjennomført.

Ved rotkapping oppstår det mye støy fra trelast som slår mot trelast foran enstykkmater og ved vending av plank ved enstykkmater like ved operatøren. Vi tror dette kan være årsaken til at støyen ble minst redusert her.

Ved inntaket foran pakkestasjon var støyen fra elevator utenfor seksjonsvegg dominerende. Vi tror derfor at støygardinene hadde en spesiell god effekt her.

3.4 Plassering av hydraulikkaggregater og kompressorer

Ved enkelte bedrifter har kompressorer og hydraulikkaggregater vært plassert slik at de har bidratt til å heve støynivået på operatørplassene ved sorterverket. Støyen kan være ganske sjenerende når det oppstår en stans ved sorterverket.

Ved planlegging av nye anlegg bør en om mulig få plassert kompressorer og aggregater i egne rom helst utenfor yttervegg. Det bør være dører som skjermer godt for støyen inn til maskinene.

Det har vist seg at støynivået er lavest ved hydraulikkaggregater med overliggende tanker. Etter hvert har en derfor gått over til å anskaffe disse ved nye anlegg.

3.5 Støy fra ventilasjonsanlegg

Ved enkelte ventilasjonsanlegg som er levert ved nye sorterverk har det vært sjenerende støy fra innblåsingsaggregat og ventilasjonsrør. Vi har målt et støynivå i nærheten av innblåsingsaggregat som har utgjort mer enn 80 db(A). Som ved kompressorer og hydraulikkaggregater virker denne støyen sjenerende når det oppstår stopp ved sorterlanlegget. Dette er et forhold som en bør være oppmerksom på ved planlegging av nye anlegg.

Det er spesielt lufthastigheten i rørene og ved innblåsingsaggregatet som lager støyen. Ved større overflate på innblåsingsaggregater kan en få samme luftmengde inn i lokalet med mindre lufthastighet.

Ett effektivt middel mot støy fra ventilasjonsrør er ellers å kle disse utvendig med Isonyl 55. Dette er en tung plastduk som kan limes på rørene. Den kan fås med eller uten skumbelegg og blir fremstilt ved A/S Norsk Titanduk i Holmestrand.

3.6 Støy fra trykkluftventiler.

En av støykildene ved sorterverk kan være returluft fra trykkluftventiler. For å dempe denne støyen blir det på sorterverkene levert av Odden Verksted A/S koblet til slanger på ventilene som styrer returluften inn i firkantrør. Disse er en del av konstruksjonen på sorterverkene. Det lages hull der slanger går inn i rørene og åpninger der luften skal slippes ut av rørene.

Andre rør kan også brukes, eller en kan anskaffe dempere som leveres av Meckmann A/S, Økernveien 145, 0580 Oslo.

3.7 Smøring.

Ved mangelfull smøring av sorterverkene kan det oppstå støy som bidrar til å heve støynivået ved operatorplassene vesentlig. En del av støyen består av høyfrekvent lyd og kan være meget sjenerende. Vi har sett eksempler på at denne støyen er blitt borte ved smøring av sorterverkene. Det er blitt hevdet at smøreoljen kan smitte over på trelasten. Vi har fått oppgitt av Odden Verksted A/S at ved riktig smøring skal dette være unødvendig.

3.8 Elevatorer.

Målinger utenfor seksjonsvegger ved elevatorer viser et støynivå på ca. 100 dB(A) under full drift. Støynivået avhenger av trelastdimensjoner og hastigheter. Ved tørrsorterverk hvor det foregår avstrøing av pakkene, bidrar dette også til heving av støynivået. Det er vårt inntrykk at en vesentlig del av den støyen som trenger inn til operatørplassene på innsiden av seksjonsveggene oppstår ved nedfall foran elevatorene. Støyen oppstår når trelast faller mot stålplater i bunnen av nedfallet, mot stålplater i elevator eller når trelast faller mot trelast.



Elevator.

Vi har forsøkt å legge en 6 mm tykk gummimatte på stålplater i bunnen av nedfallet foran elevator for å dempe fallstøyen. Dette gav liten støydemping. Målinger viste en reduksjon på ca. 1 dB(A). På grunn av variasjon i materialflyten og støynivået under målingene er det vanskelig å si om dette er riktig.

Ved enkelte sorterverk er det festet støydempende elementer av typen Remaslide KG 02/PE på stålplatene i bunnen. Remaslide har en kombinasjon av glilett og gummi som støydemping. Effekten av dette har vi ikke fått målt på annen måte enn ved forsøkene med demping av fallstøy som er utført på verkstedene. Se bilag nr. 2

Ved to elevatorer har vi senere dekket stålplater i bunnen med 50 mm tykk skumplast under 10 mm tykk glilettplate. Dette gir en merkbar demping. Vi viser i denne forbindelse til resultater av forsøk med demping av fallstøy i bilag nr. 2 og 3.

Det blir hevdet fra en av bedriftene hvor dette er gjennomført at sprekkskader i stålplatene også er blitt redusert. Løsningene med glilett og skumgummi har vært i drift i ca. et halvt år og fungerer fortsatt tilfredsstillende.

Det oppstår også sterk støy når trelasten slår mot stålplater i elevatoren. Vanligvis blir det brukt doble stålplater her, med et mellomrom på ca. 40 mm. Ved å fylle sand mellom platene kan slagstøy og vibrasjoner dempes. Vi har forsøkt å legge Rockwoolplater mellom stålplatene uten at vi kunne registrere demping av støyen. Dette kan skyldes at støyen fra trelast som faller mot trelast er for dominerende. Selv om vi ikke registrerte nedgang i støynivået tror vi at bruk av fyll mellom platene og da spesielt sand kan bidra til å dempe overføring av vibrasjoner.

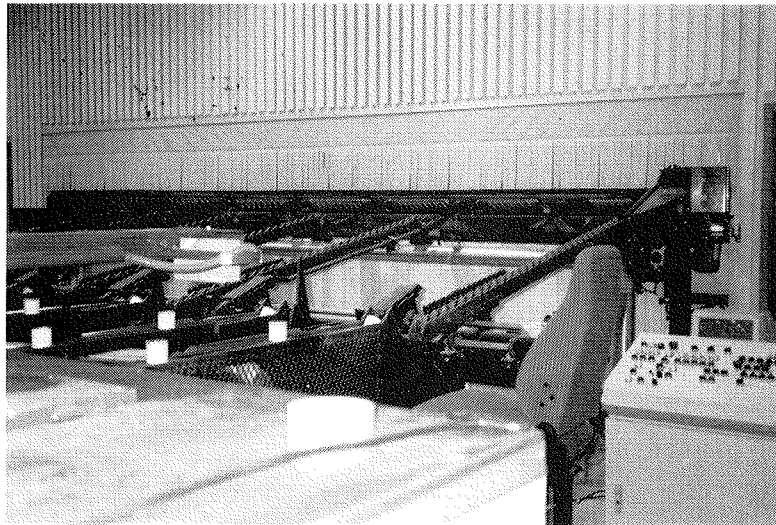
En løsning som i tillegg er tatt i bruk for å dempe støy fra fall mot elevator er å montere klemlist KG02 på sidene av medbringerne i elevatoren. Dette har vist seg holdbart i praksis. Vi viser i denne forbindelse til resultater av forsøk med disse elementene i bilag nr. 2.

Det meste av støyen som oppstår ved elevatorene utenfor seksjonsveggene kommer imidlertid fra trelast som slår mot trelast. Det er vanskelig å redusere denne støyen uten å minske fallhøyde og hastigheter, men dette kan gå ut over materialflyt og kapasitet.

Demping av fallstøy ved bruk av kombinasjonen skum/glilettplater ved nedfall, fyll mellom stålplater i elevator og gummielementer ved siden av medbringere tror vi allikevel er riktig å anvende. Ellers må en prøve å dempe støyen som trenger inn til operatørene med god utforming av seksjonsvegger og med støygardiner i åpningene.

3.9 Transport fra elevator til enstykkmater.

Fra toppen av elevator glir trelasten på skinner ned mot skjuruller som mater trelasten frem mot skrå rulleskinner som går ned mot stoppere ved enstykkmater.



Skråruller.

Skinneene hvor trelasten glir ned mot skjurullene bør utformes slik at fallstøy unngås. Trelasten bør komme mest mulig horisontalt ut fra skinneene like over skjurullene.

Hvis det ikke ligger trelast foran enstykkmater glir trelasten helt ned mot stoppere nederst ved rulleskinneene og slår mot disse. På stopperne kan det vulkaniseres gummi for å dempe slagstøy. Det ble forsøkt å lime gummihefter på stoppere, men disse holdt ikke. Der det er brukt vulkanisering holder det bra.

Det meste av støyen i dette område oppstår imidlertid når trelast slår mot trelast. Hvis det ligger trelast foran stopperne og det kommer nye trelastbiter slår disse mot dem som ligger der fra før. I tillegg får en slagstøy når nederste trelastbit mates frem i enstykkmater. Trelasten som ligger ovenfor glir da nedover. Nederste bit treffer stopperne og bremser opp bitene oppover som slår mot hverandre.

Støyen fra trelast som slår mot trelast utgjør mye av støyen på operatørplassen ved rotkapping og er vanskelig å dempe. Det er mulig å regulere mengden av trelast som ligger foran stopperne ved hjelp av fotoceller. Dette er også gjennomført. Tanken har vært at når det ligger endel trelast på rulleskinneene foran stopperne, vil hastigheten på trelasten som kommer fra skjurullene bli mindre og slagstøyen dermed redusert. En mulig reduksjon av denne slagstøyen blir imidlertid kompensert ved at flere trelastbiter slår mot hverandre når nederste bit mates frem ved enstykkmater.

Vi har foretatt måling av hvilken vinkel rulleskinnene må ha for at trelasten skal begynne å gli nedover skråplanet når den i utgangspunktet ligger rolig. Vi fant at den begynte å gli ved en vinkel på 6° . For å unngå unødvendig støy kan det være en fordel at vinkelen på rulleskinnene ikke er større enn kravet til hastighet og kapasitet tilsier.

Det er foreslått for operatør ved rotkapping å henge en støyskjerm av gjennomsliktig PVC-duk mellom operatør og skråplan. Dette ble avslått og begrunnelsen var at det ville hindre arbeid med tilrettelegging av trelast når det oppstod forstyrrelser i materialflyten på skråplanet.

3.10 Enstykkmater ved rotkapping.

Like foran enstykkmater er det stoppere som trelasten går mot. Armer på vendehjul løfter nederste plank eller bord opp og fremover samtidig som den vendes. På armene er det et hakk som hindrer trelastbitene i å gli inn mot sentrum. Trelasten faller ned delvis på føringer for transportkjeder og delvis på stålruller. Medbringere skyver trelasten videre frem over stålrullene. Operatøren trekker trelastbitene i riktig posisjon foran kappsag. Støyen fra fallende trelast i forbindelse med vendingen kan være meget sjenerende for operatøren selv om det brukes hørselvern.



Enstykkmater rotkapping.

For å dempe fallstøyen ble det gjort forsøk med å kle stålrullene med slitegummi. Gummien ble fort nedslitt. Det ble videre forsøkt å montere rektangulære gummibiter av 10 mm tykk slitegummi på kanten av kjedeføringer. Lengden på gummibitene var ca. 25-30 cm og bredden ca. 6 cm. Bitene ble klemt mot siden av føringene for transportkjedene ved hjelp av flattjern og gjennomgående bolter. Det ble laget ovale hull for boltene i gummi slik at gummiplatene lett kunne flyttes opp ved slitasje.

Gummiplatene ble montert slik at de stakk ca. 1 cm over toppen av stålrullene. Løsningen reduserte fallstøyen vesentlig, se resultat av forsøk bilag nr. 1. Ved det første sorterverket hvor dette ble forsøkt fungerte løsningen også tilfredsstillende for materialflyten.

Den samme løsningen ble senere forsøkt på sorterverk med større kapasitet og høyere hastigheter. Det viste seg da at ved sortering av enkelte trelastdimensjoner ble endel av bitene vendt en ekstra gang eller de ble liggende på høykant. Vi tror at årsaken først og fremst er elastisitet i materialet, men friksjonen spiller sannsynligvis også en rolle. Trelasten hopper på gummiplatene. Når hastigheten er høy kommer neste medbringer og tar trelastbiten før den ligger stille.

Det ble gjort forsøk med plater i forskjellige materialer, blandt annet polyuretan som viste seg å være for elastisk. Det ble videre forsøkt å senke hakkene i venderarmene slik at de kom nærmere sentrum i venderhjulet.

Vi kom frem til at ved å flytte hakkene i venderarmene slik at fallhøyden ble mindre og bruke 12 til 15 mm tykke gummiplater av slitegummi med en hardhet på 60 shore, oppnådde en god demping uten at materialflyten ble forstyrt. Dette gjaldt sorterverk med kapasitet opp til ca. 12 000 biter pr. dag.

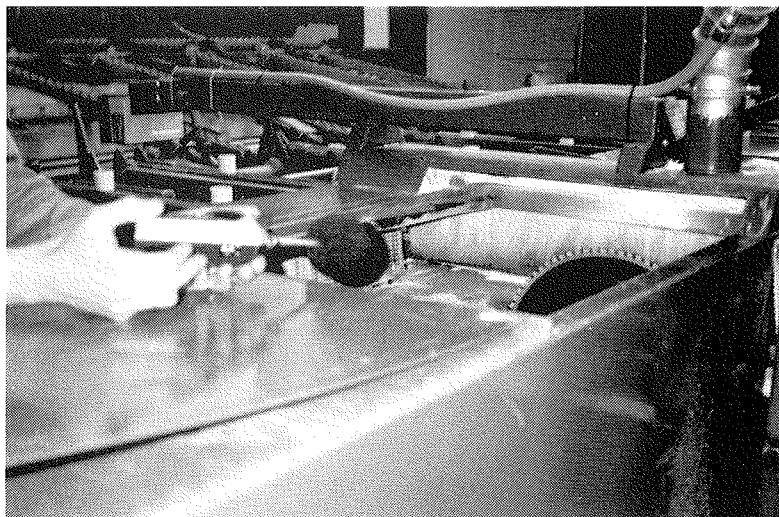
En annen løsning som er gjennomført ved sorterverk i høvleri og som har fungert godt er å bruke Solidur RB over trykkfast skum. Solidur RB som består av en meget slitesterk glatt plate forbundet med gummi, må legges over skumplaten på horisontalt underlag. Dette kan en få til ved å sveise et vinkeljern på siden av føringene for medbringerkjedene. Denne løsningen vil være mer holdbar enn plater av gummi som festes på sidene av kjedeføringene. Friksjonen vil bli minimal og elastisiteten liten på grunn av den glatte overflaten på Solidur RB og bruken av skum som mellomlegg.

Vi har imidlertid ikke fått anledning til å forsøke dette ved sorterverk for skurlast.

3.11 Kappsager

Støykilder ved kappsager er sagblad, slitte lager for sagbladspindel, luftavsug og nedfall av kapp.

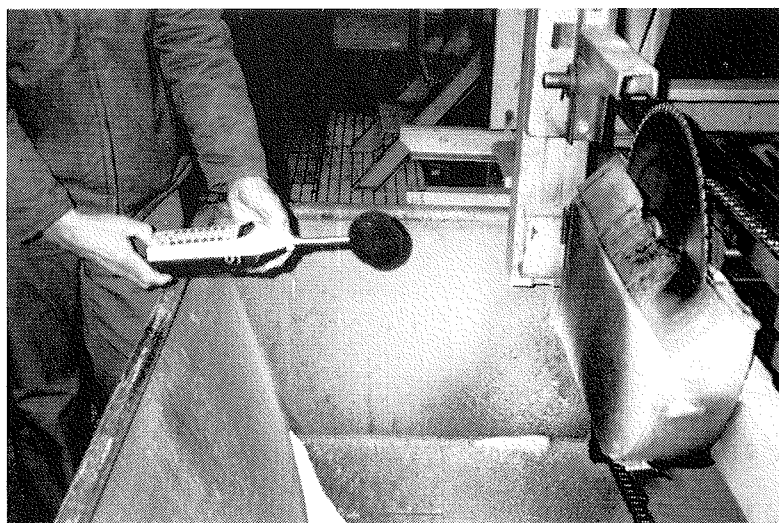
I tillegg til støy som oppstår ved kapping av trelast er også tomgangstøyen fra sagbladene sjenerende. Vi har foretatt målinger av tomgangstøyen fra forskjellige typer sagblad som er på markedet. Forsøkene er utført ved et tørrsorterverk og et råsorterverk. Tomgangstøyen ble målt i avstandene 45 og 85 cm fra sagbladene. Lokket på innbygning ble tatt opp og støymåler ble holdt slik at det var fri bane mellom mikrofonsen og sagblad. Resultatene av målingene er vist i bilag nr. 4 for tørrsorterverk og bilag nr. 5 for råsorterverk.



Støymåling tomgangstøy tørrsort.

Det går frem av bilag nr. 4 at for tørrsorterverket utgjorde forskjellen mellom høyeste og laveste støynivå 5.7 dB(A) i en avstand på 85 cm. Diameter på sagbladene var 500 mm, antall tenner 80 og 100 og spindelhastighet 2450 omdr/min.

Bilag nr. 5 viser at ved råsorterverket hvor spindelhastigheten var 2950 omdr/min utgjorde forskjellen mellom høyeste og laveste støynivå 5.4 dB(A) i en avstand på 85 cm. Støynivået var høyere enn tilfellet var ved tørrsorterverket hvor spindelhastigheten var lavere.



Støymåling råsortering.

Det går frem av bilagene at rekkefølgen av de forskjellige typer sagblad når det gjaldt støynivå var den samme i begge forsøkene.

Lagre for sagbladspindel:

I tillegg til støy fra selve sagbladet kan det oppstå sterk støy fra lagrene for sagbladspindel hvis disse er slitt. Støyen p.g.a. slitte lagre kan stige langsomt etterhvert som de blir slitt. I forbindelse med prosjektet har vi flere ganger målt et høyt støynivå fra lagrene uten at operatørene har vært klar over at støynivået har vært spesielt høyt. De har vendt seg til støyen etterhvert som den har steget. Damping av denne støyen er en vedlikeholdsak.

Avsuget:

Støy fra avsuget ved kappsagene forekommer. Støyen kan komme både fra selve avsugsåpningen og fra ventilasjonsrøret. Høyere lufthastighet enn det som er nødvendig kan være en årsak. Vi har målt lufthastigheten ved 2 kappsager hvor støyen fra avsuget var lav og hvor avsuget så ut til å fungere tilfredsstillende. I det ene tilfelle var hastigheten 29 og i det andre tilfelle 23 m pr. sekund. Dette var kappsager ved rotkapping og sortering. I begge tilfeller så avsuget ut til å virke tilfredsstillende. Med samme utforming av avsuget og samme avstand fra sagbladet skulle det derfor ikke være nødvendig å bruke høyere lufthastigheter.

Når støyen kommer fra selve avsugsrøret kan denne dempes ved å kle røret med Isonyl 55 som produseres ved A/S Norsk Titanduk i Holmestrand.

Nedfall fra kapp:

Støy fra nedfall av kapp bidrar også til å heve støynivået fra kappager. Kappet faller enten først mot stålplater og siden ned på båndtransportør eller det faller direkte på båndtransportøren.

Støyen ved fall mot stålplater kan dempes ved å bruke glilettplater over skumgummi eller slitegummi festet i bølger på stålplaten som kappet faller mot. Se resultatear av forsøk i bilag nr. 3.

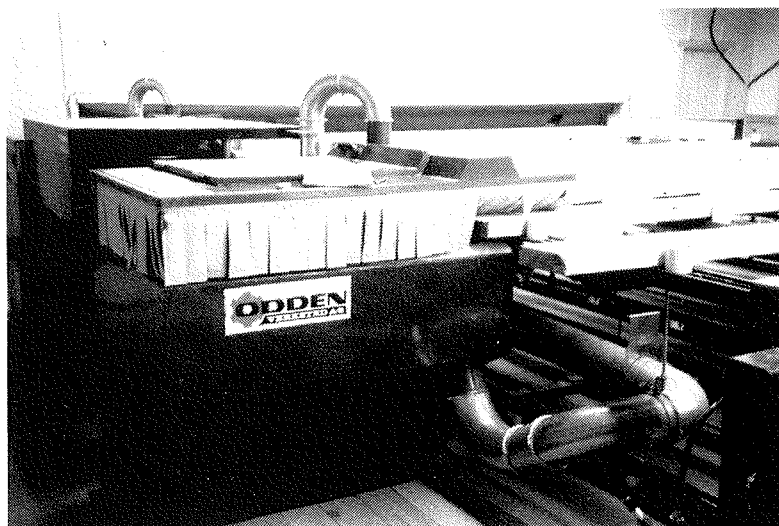
Ved bruk av glilett og skumgummi kan en anvende 20 eller 40 mm tykk skum med 2 til 5 mm glilettplate over. Ved bruk av gummiplater lagt i bølger kan en bruke 3 mm tykk 60 shore slitegummi.

Hvis kappet hugges til flis som anvendes til fremstilling av cellulose må en velge en løsning hvor en ikke risikerer at deler av materialene blir revet av og går med avkappet. Vi vil tro at 5 mm glilettplate over skumplast kan være en god løsning.

For å dempe fallet mot transportbåndet kan en bruke kombinasjonen skumplast/glilett under transportremmen. Som vi skal vise senere i rapporten er forsøk med demping av støy fra fall mot båndtransportør gjennomført i et høvleri med godt resultat. Fallstøyen ble dempet med ca. 10 maxl dB(A) og løsningen har vært i drift i ca. et halvt år og ser ut til å være holdbar.

Innbygging av kappsager:

Ved sorterverkene som Odden Verksted A/S leverer, er kappsagene bygget inn i en kasse av stålplater som er kledd innvendig med tung absorbent under perforerte stålplater. I åpningene hvor trelasten skal passere er det brukt MaxiBell Soft støygardiner. I åpningen som vender mot materetningen er det også montert en plastbørste innenfor støygardinene.



Innbygging kappsag.

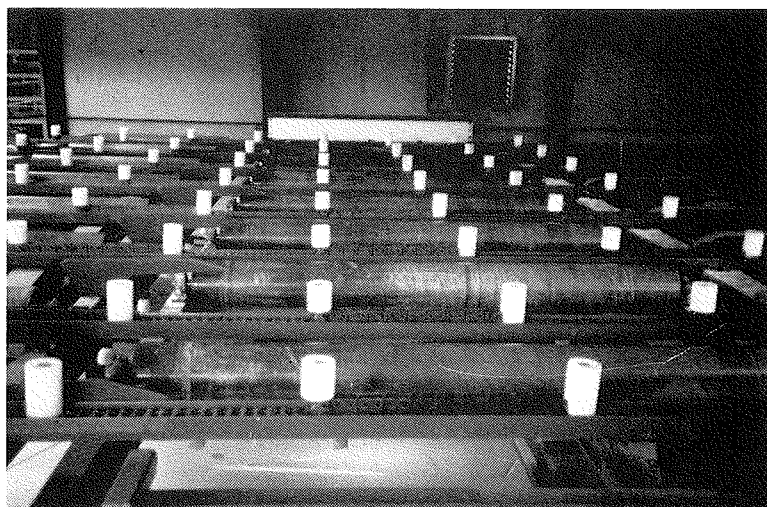
Lokket øverst på innbyggingen er også pålagt absorbent under perforerte plater. Rundt kanten av lokket er det gummipakkning som bidrar til at lokket slutter tett til underlaget.

Innbyggingen forsynt med støygardiner gir en god demping på 3 sider. Støy målt ved operatorplass ca. 2 m fra kappsag når denne gikk på tomgang og sorterverket ellers var ute av drift var 73 dB(A).

På den siden av kappsagen som vender inn mot sorterverket, har det vært vanskelig å finne frem til effektiv støydemping. Støy fra sagbladet når dette er i inngrep med trelasten kan være sjenerende, spesielt for operatører på andre siden av sorterverket. For å redusere denne støyen er den del av innbyggingen som er over sagbladet forlenget et stykke inn over tverrtransportøren og pålagt absorbent på undersiden. Det er gjort forsøk med å henge støygardin av 3 mm tykk PVC-duk på skrå (diagonalt) under overbyggingen, men støygardinen ble ødelagt etter kort tid.

3.12 Stålruller og endestopper

Like etter kappsag for rotkapping går trelasten mot stålruller som roterer og sender lasten på tvers av sorterverket mot stopper på andre siden. Her foregår sortering av trelasten og kapping av toppenden.



Stålruller og endestopper.

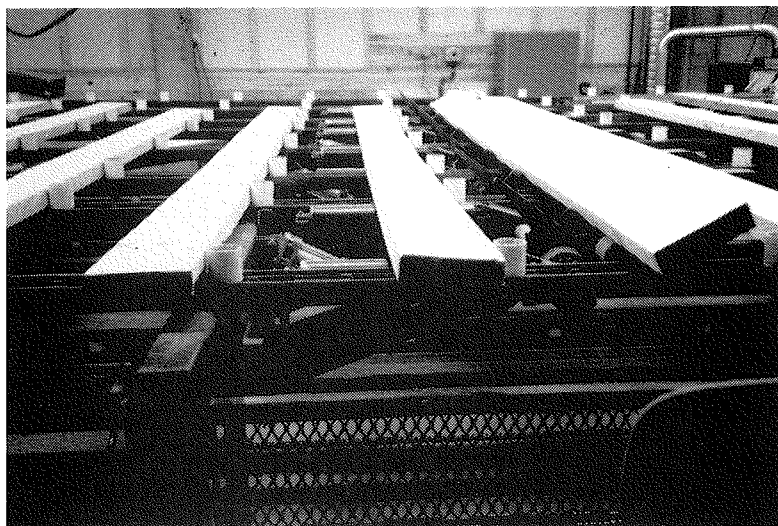
Bruk av stålruller for å transportere trelasten på tvers av materetningen er vanlig ved sorterverk både for skur og høvellast. Som nevnt tidligere kan det forekomme at det oppstår sterk støy fra stålrullene. Støyen kan ha en forholdsvis høy frekvens og være meget sjenerende. For å unngå støyen blir rullene fylt med sagflis før montering.

Endestopperne som Odden Verksted A/S leverer for stopping av trelast som går på tvers av sorterverket er utformet som kasser fylt med stålkuler. Stålkulene bidrar til å dempe støy og vibrasjoner. Dette fungerer tilfredsstillende.

I en del eldre sorterverk for skur eller høvellast er det bare brukt stålplater som stoppere. Her kan det oppstå sterk slagstøy. For å dempe denne støyen kan en montere 40 til 50 mm skumplast under 5 til 10 mm glilett på disse platene. En annen mulighet kan være å bruke Solidur RB over trykkfast skum, se resultater av forsøk i bilag nr. 2. Forsøket viser at denne løsningen vil gi en god støydemping, men vi har ikke fått anledning til å prøve dette i praksis på endestoppere ved sorterverk.

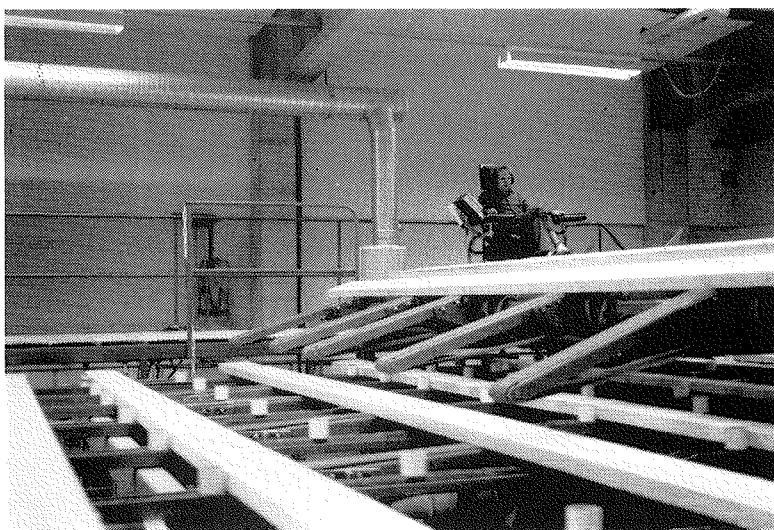
3.13 Sorterplass

Ved operatørplassen for sorterer går trelasten mot stoppere foran enstykkmater. Vendehjul løfter og vender en trelastbit av gangen. Disse faller ned foran sorterer.



Vanlig sortering.

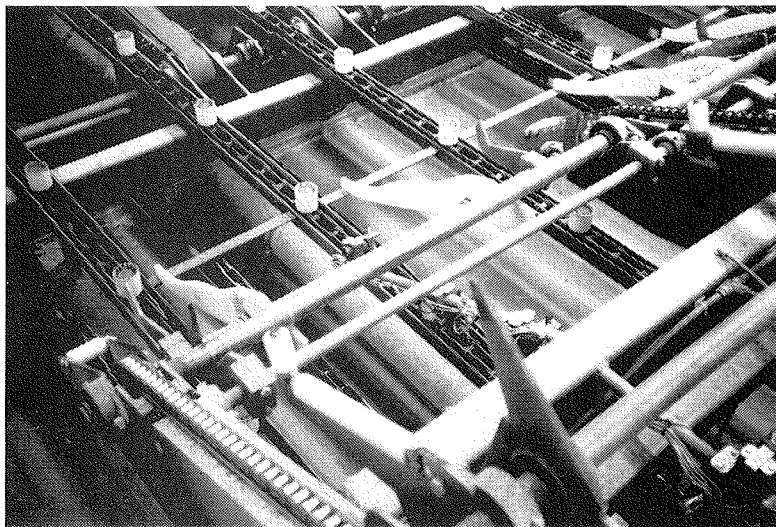
Ved enkelte sortererverk blir dette gjort med alle trelastbitene som passerer. Ved andre verk blir trelastbitene brakt opp over tverrtransportøren med transportkjeder før vending. Sorterer kan da velge om en trelastbit skal bringes opp eller om den skal gå videre i samme plan uten vending. En kan for eksempel la vrak fortsette i samme plan.



Transport i 2 plan.

Ved sorterverk hvor all trelasten blir vendt ved enstykkmater foran sorterer er det vanlig at trelastbitene faller ned delvis på føringene for transportkjeder og delvis på stålruller. Dette er det samme som ved rotkapping. Fallstøyen kan dempes med 12 til 15 mm tykke gummiplater som klemmes mot sidene av føringene med flattjern som beskrevet for rotkapping. Muligheten for å sveise stålplater på sidene av føringene og bruke trykkfast skum og Solidur RB skulle også være de samme som ved rotkapping.

Der trelasten blir brakt opp over tverrtransportør før vending faller trelastbitene ned på skråttstilte sylindere og glir nedover på disse mot stoppere som er montert ved enden av sylindrerne. Disse stopperne er montert slik at de danner en vinkel på 90 grader i forhold til de skråttstilte sylindrerne.



Sylinder og stopper.

Når bitene ligger på sylindrerne skal de kunne trekkes i posisjon for kapping i toppenden. Videre transport foregår ved at sylindrerne og stopperne senkes og trelasten glir ned mot tverrtransportør og blir tatt videre av medbringere.

Sylindere og stoppere er laget av hardt og glatt materiale og støykildene ved disse operatorplassene er først og fremst fall mot sylindrerne og slag mot stopperne på nedsiden av disse.

Det er gjennomført forskjellige forsøk for å dempe denne støyen. Forsøkene har gått ut på å prøve andre materialer i sylindere og stoppere.

Det ble først forsøkt å erstatte de opprinnelige sylindrerne og stopperne med sylindere som bestod av en tynt lag stål ytterst og gummi innerst. Varebetegnelsen var Megi HL- elementer og leverandør var Gummi A/S K. Lund & Co. Disse elementene gav liten støydemping. I tillegg var friksjonen mellom trelasten og stålkappen for stor slik at endel av trelasten ikke gled ned mot stopperne.

I samarbeid med tipac a.s ble det fremstilt sylindre av 85 shore polyuretan over en hard kjerne av polyamid PA6. Dette materiale gav en bedre støydemping enn kombinasjonen stål/gummi, men også her ble friksjonen for stor på de skråstilte sylindrerne.

Det ble så gjort et forsøk med å krympe en 0.8 mm strømpe av kryssbundet polyetylen på utsiden av polyuretanen. Dette fungerte bra til å begynne med, men polyetylenstrømpen ble fort utslitt.

Til slutt ble det forsøkt med sylindre med rør av PA6 innerst med ca. 10 mm tykt lag NBR trykkfast skumgummi over rørene og en strømpe av krympepolyetylen ytterst. Strømpen av polyetelen var ca. 2-3 mm tykk. Disse sylindrerne dempet støyen langt bedre enn dem som var belagt med polyuretan. De ble forsøkt ved to sorterverk. Varigheten i full produksjon var imidlertid bare halvannen til to måneder før det ble slått hull på strømpene av polyetylen. Selv om sylindrerne lett kan skiftes regner en med at de bør ha en varighet på ca. et år før industrien vil ta dem i bruk. For å oppnå dette må en ha tykkere strømpe rundt sylindrerne. Foreløpig har en ikke funnet noen som kan fremstille dette. Det er mulig at en 2-3 mm tykk strømpe av polyetylen over polyuretan ville være mer holdbar enn over trykkfast skum, men vi har ikke fått anledning til å forsøke dette. Strømpen som først ble forsøkt på polyuretan var bare 0,8 mm tykk.

Sylindere av polyuretan med et rør av PA6 er meget holdbare, og blir nå brukt som stoppere ved enden av de skråttstilte sylindrerne. For stopperne spiller friksjonen mellom tre og polyuretan mindre rolle.

Andre støykilder ved disse operatørplassene er transportkjeder som bringer trelasten frem til enstykkmater og fallet av trelast ned på tverrtransportør.

Transportkjedene som bringer trelasten frem mot enstykkmater er uten medbringere og glir under trelastbitene når disse går mot stopperne. Det er viktig at friksjonen mellom transportkjedene og trelasten er avpasset slik at bitene følger kjedene under transporten samtidig som kjedene kan gli under trelasten når denne går mot stopperne. En har funnet at friksjonen på stålkjedene er riktig for dette formålet, samtidig som stålkjedene tilfredsstiller kravet til styrke. Foreløpig anser en det derfor som lite aktuelt å gå over til andre kjeder.

Støyen fra fallet ned på tverrtransportør kan dempes ved god utforming av skinner som trelasten glir på og ved å montere støydempende materiale der trelasten faller. En kan bruke gummiplater som monteres på siden av kjedeføringene på samme måte som ved rotkapping. Dette er også gjennomført på pilotbedrift. I tillegg til at platene demper fallstøyen bremser de også opp trelasten slik at slag mot medbringerne blir redusert.

3.14 Mellom sorterplass og seksjonsvegg

Etter at trelasten har passert sorterplass skal den justerkappes slik sorterer har bestemt. Som regel er det også bygget inn i systemet en mulighet for kapping i bestemte lengder. Ved pilotbedrift er det av hensyn til kapasitet to kappsager etter sortering hvor justerkapping blir foretatt i den første og kapping i bestemte lengder i den andre.

På endestopper foran kappsagen hvor det kappes i bestemte lengder er det brukt Remaslide K 602/PE som støydemping der hvor trelasten slår mot stopperen.

3.15 Foran pakkestasjon.

Bygningsmessige tiltak:

Utforming av seksjonsvegg, tetting av åpninger i seksjonsveggen, doble støygardiner, dobbelt glass i dør på den siden hvor operatøren arbeider er nevnt tidligere. På grunn av fallstøyen fra lommene er det spesielt viktig at en er nøye med støyskjerming ved seksjonsvegg foran pakkestasjon.

Bruk av absorbent i tak og vegger i lokalet hvor operatøren arbeider blir også som tidligere beskrevet.

Støydemping av elevator:

Også ved elevator foran pakkemaskin oppstår mye av støyen når trelast faller mot trelast i nedfallet foran elevator. Demping av fallstøy ved fall mot stålplater i nedfallet er utført ved bruk av 40 mm tykke skumgummiplater under 10 mm tykke glilettplater med godt resultat. Operatøren foran pakkestasjonen ved et sorterverk hvor dette ble utført etter at sorterverket hadde vært i drift en tid, mener at tiltaket gav en merkbar bedring fra tidligere.

Fyll mellom stålplater i elevator og gummielementer på siden av medbringerne bør anvendes som beskrevet tidligere.

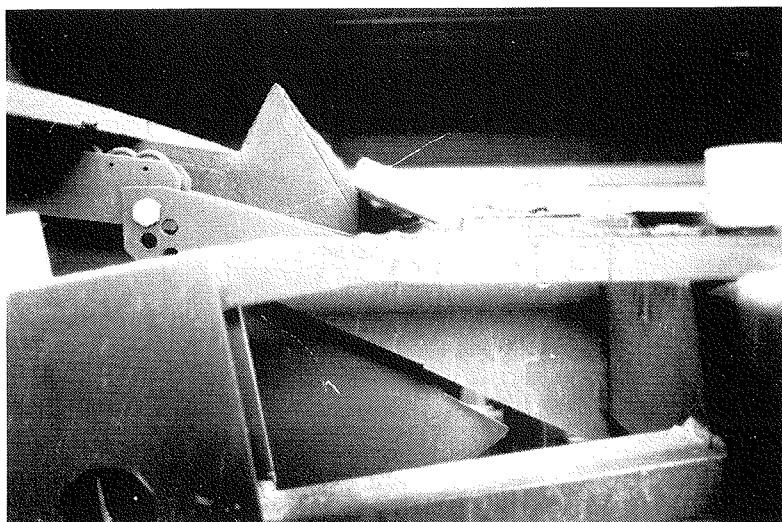
Transport fra elevator til enstykkmater:

For å dempe fallstøy når virke går fra toppen av elevator ned mot rulleskinner er det brukt remtransportører som sørger for overføring til rulleskinnene. På pilotbedrift kan vinkelen på rulleskinnene reguleres slik at hastigheten på virke til en viss grad kan forandres.

Vi har foretatt målinger for å fastslå hvor stor forskjell det er i støynivået når vinkelen på rulleskinnene reguleres fra minste til største vinkel. Den minste vinkelen utgjorde 7 og den største 11°. Målingene ble utført ved pakking av to forskjellige plankedimensjoner. Den ene var (75x175)mm og den andre (50x150)mm. I begge tilfeller kom vi til at forskjellen i støynivå ved operatørplassen utgjorde ca. 1 dB(A). På grunn av at trelasten kommer meget ujevnt og støynivået derfor varierer, kan dette bare tas som en indikasjon på hva som kan oppnås.

På stoppere for enstykkmater kan det vulkaniseres gummi. Det meste av støyen i dette område kommer imidlertid fra trelast som slår mot trelast på rulleskinnene.

Ved enstykkmater blir trelasten ikke vendt slik som ved rotkapping og sortering. Det blir brukt forskjellige typer enstykkmater avhengig av kapasiteten som kreves. Ved pilotbedrift med kapasitet 11 000 til 12 000 biter pr. dag er det brukt hjul som løfter trelastbitene og legger dem på føringene for transportkjedene. Medbringere tar trelasten videre mot pakkemaskin. Det oppstår støy når trelasten går over fra matehjulene til føringene. Det er sannsynlig at denne støyen kan dempes ved å sveise på vinkeljern på sidene av føringene og legge Solidur RB over et lag skum på disse. Materialet må ha en glatt og slitesterk overflate da trelasten må gli lett for å unngå forstyrrelser i materialflyten. Vi har imidlertid ikke fått anledning til å prøve dette.



Enstykkmater foran pakkestasjon.

Under taket i lokalet hvor pakkingen av trelast foregår er det montert båndtransportører som bringer kapp fra kappsage- ne ved rotkapping og sortering til utsiden av vegg. Fallstøy fra kappet er sjenerende for operatører foran og ved pakke- stasjon. Ved endel sorterverk er båndtransportørene ikke innbygd. Støv fra transportørene kan komme ned i lokalet ved operatørplass.

Som tidligere nevnt kan fallstøyen dempes ved bruk av 2 til 5 mm glilettplater over skumgummi. Dette kan brukes på stålplater som kappet faller mot og under båndet i båndtransportør. Det kan også brukes matter av gummi til å dempe fallstøyen.

Ved pilotbedrift er båndtransportørene bygget inn i kasser av aluminium som innvendig er pålagt dempison. Ved nedfallene fra kappsagene er det brukt gummimatter for å dempe fallstøyen.



Kanaler i tak.

4. Resultater av støy og støvmålinger ved pilotbedrift

Tørrsorterverket ved Gausdal Bruk A/L som er brukt som pilotbedrift i prosjektet har en kapasitet på ca. 11 000 til 12 000 trelastbiter pr. 8 timers arbeidsdag. I tillegg til at det er gjennomført tiltak for å dempe støynivået ved sorterverket er det også lagt vekt på at støvinnholdet i luften ved operatorplassene skal være lavt.

Støymålinger som ble foretatt ved sorterverket etter at det var kommet i full drift ble utført med vanlig støymåler og med støydosimeter. Målingene med vanlig støymåler ble utført med full belastning på anlegget. Støynivået varierte da mellom 82 og 88 dB(A). Under målingene med støydosimeter bar operatørene dosimeteret på seg over hele arbeidsdagen. På den måten fikk en registrert gjennomsnittlig støybelastning som operatørene ble utsatt for i løpet av en arbeidsdag. Målingene med støydosimeter gav følgende resultater.

Operatør ved rotkapping, gjennomsnitt 3 dager	84.3 dB(A)
" " sorter plass, " 7 dager	84.5 "
" " pakke stasjon " 3 dager	84.7 "

Resultatene må sees i sammenheng med kapasiteten på sorterverket. Odden Verksted A/S har levert sorterverk med kapasitet opp til ca. 17 tusen biter pr. arbeidsdag. Målingene ved disse sorterverkene ville gitt høyere verdier enn det som ble målt ved Gausdal Bruk A/L.

Målingene av støvinnholdet i luften ved operatorplassene ble utført ved hjelp av bærbare støvpumper forsynt med filter.

Målingene gav følgende resultater:

Ved rotkapping, gjennomsnitt 3 dager	0.09 mg/m ³ luft
" sortering, " 3 " 0.01 " "	
" pakke stasjon, " 3 " 0.06 " "	

Vi tror at det lave støvinnholdet som ble registrert kan skyldes flere forhold. I den forbindelse vil vi nevne at det er installert børsteanlegg for rengjøring av gulvet under sorterverket og et tilfredsstillende ventilasjonsanlegg med diffusjonsbokser over operatørene. Størrelsen på diffusjonsboksene er ca. 1 x 2 m og lufthastigheten ut fra boksene er 1,5 til 2 m pr. sekund. Temperaturen på innblåsingsluften er 3 til 5° lavere enn luften i lokalet. Dette bevirker at luften synker mot operatør og gulv selv om utgangshastigheten fra diffusjonsboksene er moderat.

Under enstykkmater ved rotkapping er det et avsugsrør som skal ta støv som faller fra trelasten som blir vendt.

I hvert av støykabinettene rundt kappsgene er det to avsug som tilsammen tar ca. 2200 m³ luft pr. time. Lufthastigheten i avsugene ligger på ca. 25 m pr. sekund. Ventilasjonsanlegg og avsug er levert av Weritek A/S.

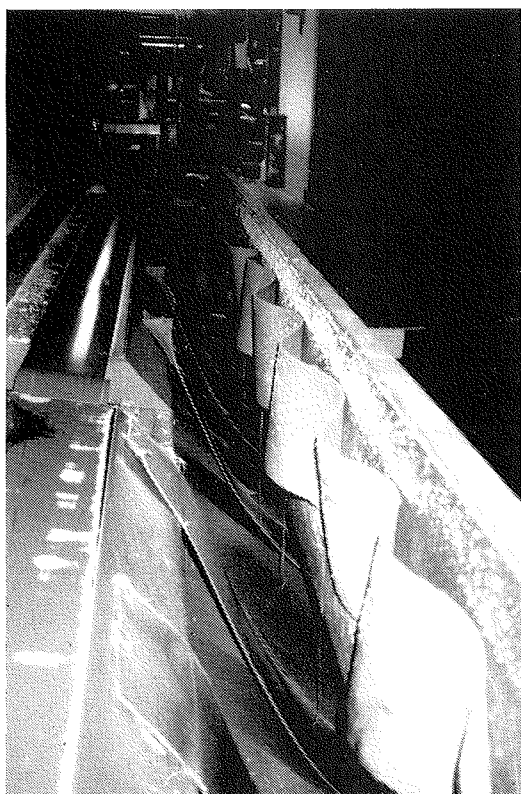
Ved anskaffelse av kompressor og hydraulikkaggregat har en søkt å ta hensyn til ønsket om lavt støynivå. Utstyret er plassert i et eget rom i 1. etasje.

5. Eksempler på støydemping av transportutstyr

5.1 Ved avkast fra båndtransportør.

Ut fra sagen kommer trelasten med forholdsvis stor hastighet på en båndtransportør. Ved enden av båndtransportør blir trelasten kastet av på tvers av materetningen til båndtransportøren. Ved avkast treffer trelasten en stålplate før den faller ned på en tverrtransportør som går til råsortering.

Før tiltak ble gjennomført oppstod det sterk slagstøy når trelasten traff stålplaten. Selv om det generelle støynivået ved operatorplassene på råsorterverket var høyt, virket denne slagstøyen meget sjenerende.



For å dempe slagstøyen ble det festet slitegummi i bølger på stålplaten. På grunn av fallet videre mot tverrtransportøren var det ikke nødvendig med glatt plate over slitegummien.

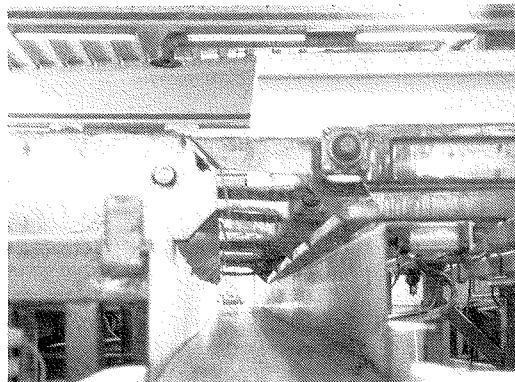
Demping avkast ved uttak fra sag.

Støyen fra slagene mot stålplaten ble dempet slik at den ikke lenger var merkbar. Løsningen har vært i drift forholdsvis lenge og ser ut til å tåle påkjenningene meget godt.

5.2 Ved fall på båndtransportør.

Forsøket ble gjennomført ved et høvleri hvor plank som skal til kløving og høvling faller fra en tverrtransportør ned på båndtransportør. Fallhøyden er ca. 40 cm.

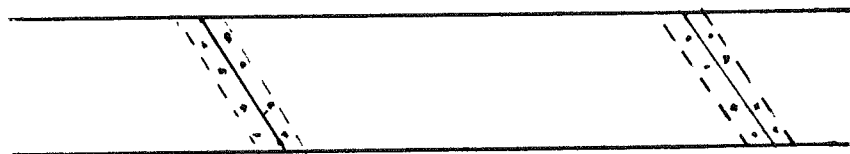
Det generelle støynivået i høvleriet nær båndtransportøren ligger på 88 til 90 dB(A) under full drift. Slagstøyen når plank av dimensjon 38x150 mm falt mot båndtransportøren ble målt til 102.5 max1 dB(A). Dette var gjennomsnittet av 10 målinger som ble foretatt i en avstand av 2 m på siden av båndtransportøren. Selv om støynivået generelt var høyt i høvleriet, virket denne slagstøyen meget sjenerende for operatørene.



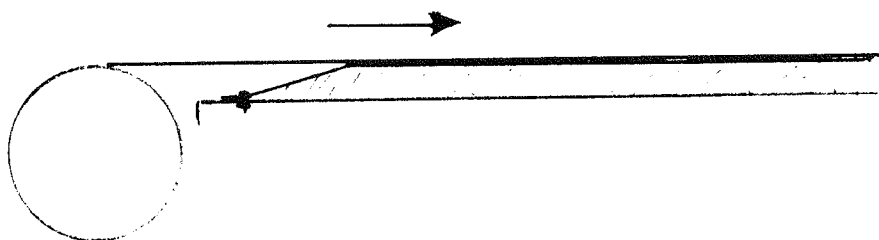
Båndtransportør.

For å dempe støyen ble bunnen av båndtransportøren dekket av en 40 mm tykk matte av skumplast. Over skumplasten la en 2 mm tykke plater av polyetelen av kvalitet H 1000. Platene som ble levert av firma SCS Dukanor AS i Oslo, har en glatt slitesterk overflate og er noe bøyelige.

Før monteringen ble platene skåret til i riktig bredde for bunnen av båndtransportøren. Ved skjøting av platene ble disse skråskjært i endene og skjøtet med tynt flattjern som ble festet på undersiden.



Polyetylenplatene og skumgummien ble festet til bunnen av båndtransportøren like ved vendehjulet ved begynnelsen av transportøren. Ved festing av platene ble skumgummien trykket noe sammen for at transportremmen skulle gå greit over.



Der polyetylenplatene var skjøtet ble det brukt gjennomgående bolter som ble påsatt skiver og muttere på undersiden av bunnplatene i transportøren. Ved hjelp av boltene ble polyetylenplatene presset noe ned ved skjøtene. En unngikk da at transportremmen slurte mot skjøtene. Hullene for boltene i bunnplaten var laget så store at boltene kunne passere fritt.



Kontrollmålinger etter at tiltaket var gjennomført viste en gjennomsnittlig nedgang i slagstøyen på 10.5 max1 dB(A). Støyen fra fallene blir ikke lenger lagt merke til. Løsningen har vært i drift i ca. 3/4 år og virker driftsmessig tilfredsstillende. Vi har fått oppgitt at transportremmen som ble brukt i båndtransportøren var av type E12/2-U0/V20. Transportremmen bestod av et PVC-lag på oversiden med et glatt cordlag under.

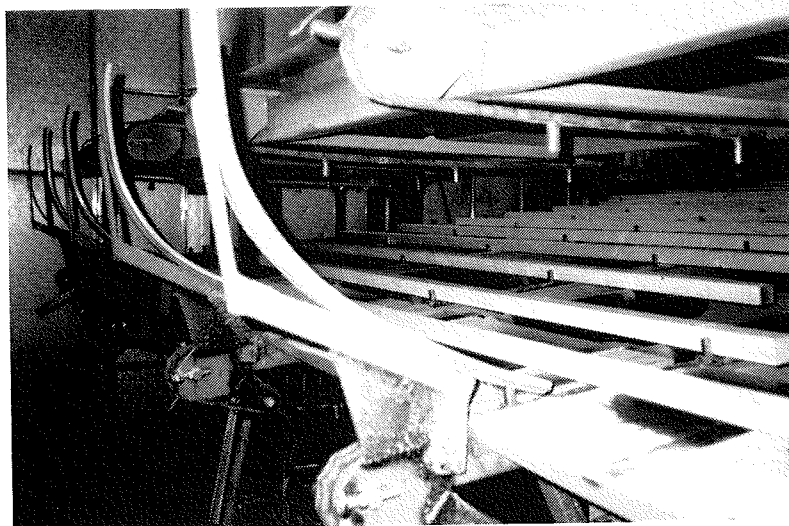
Det blir oppgitt at vedlikehold av stålplater i båndtransportøren på grunn av sprekkdannelse er blitt redusert etter at tiltaket er gjennomført.

5.3 Ved utmating fra høvelmaskin.

Ved utmating fra høvelmaskin falt bakerste del av bordene mot en stålplate. Fallstøyen ble målt til 91 max1 dB(A). Platen ble pålagt 2 mm tykk plate av polyetelen over en plate av trykkfast skum. Slagstøyen ved fall mot stålplaten ble redusert slik at den ikke lenger var merkbar når høvelmaskinen var i drift.

5.4 Fall mot løse stålplater.

Trelasten falt fra en tverrtransportør ned på glideskinner og derfra ned på en annen tverrtransportør med motsatt materetning. Mellom kjedeføringene i den nederste tverrtransportøren var det stålplater. To av platene hadde løsnet fra festene. Ved fall mot den nederste tverrtransportøren oppstod det sterk støy. Gjennomsnittet av 10 målinger utgjorde 97 maxl dB(A).



Fall.

Glideskinnene ble pålagt Solidur RB for å dempe fallstøyen fra disse. Videre ble de løse stålplatene fjernet.

Tilsvarende målinger etter at dette var gjennomført viste en gjennomsnitt på 85.7 maxl dB(A). Målingene før og etter at tiltakene var gjennomført ble foretatt i en avstand av 2 m fra nedfallet. Det meste av støyreduksjonen skyldtes fjerning av de løse stålplatene.

Løse stålplater lager endel støyproblemer i trelastindustrien. Belastningen på platene og festepunktene er ofte meget stor. På tverrtransportører blir plater ofte brukt der det er nedfall av virke. Hensikten er å hindre at ender av trelasten skal gå under kjedeføringene. Der hvor dette blir brukt bør en vurdere om platene kan fjernes uten at dette går ut over materialflyten, eller om påkjenningene kan dempes ved å legge på materiale som demper fallene. Eventuelt kan stålplatene skiftes ut med trekledning.

5.5 Ved operatørplass foran høvelmaskin

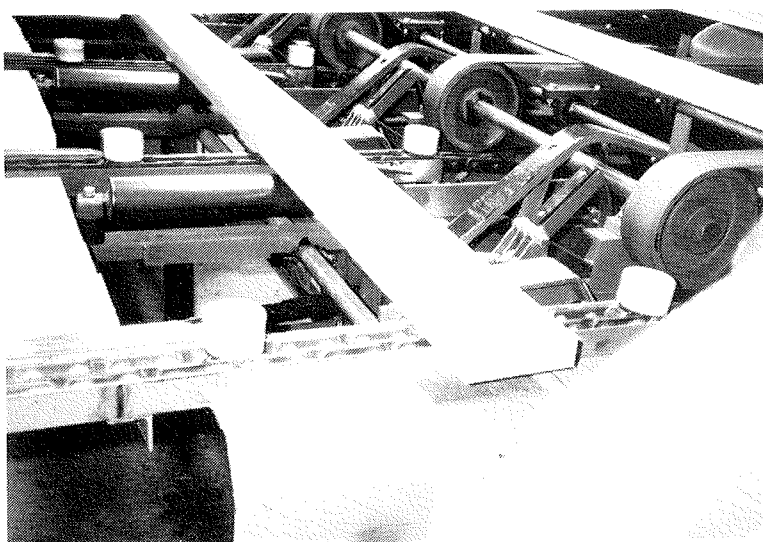
Operatøren sitter ved en tverrtransportør foran høvelmaskin. Oppgaven er å passe materialstrømmen og vurdere kvaliteten på bord og avgjøre om disse skal endekappes for å heve kvaliteten. Bord som skal kappes trekkes i riktig posisjon foran kappsag. Når bordene ble trukket i posisjon gled de på skinner av glilett. En del bord ble vendt foran operatøren. Ved vending oppstod det slagstøy når bordene falt mot glide-skinnene.

Disse ble derfor skiftet ut med skinner av Solidur RB over trykkfast skum. Løsningen har vist seg å dempe fallstøyen slik at den ikke merkes. Bordene blir nå trukket i posisjon på skinnene av Solidur RB. De glir lett på disse og skinnene viser ikke tegn på slitasje etter et par måneders drift.

5.6 Ved sortering etter høvelmaskin.

Foran operatøren falt bordene mot stoppere. Bordene ble vendt og falt ned delvis på kanten av kjedeføringer og delvis på første delen av stålruller. Operatøren trakk bordene i riktig posisjon for kapping på stålrullene. Stopperne bestod øverst av små stålblader. Disse ble pålagt 6 mm tykk "Prana" slitegummi. Dette er en 40 shore brun gummi som ikke setter fargemerker på trelasten.

For å dempe fallet ved vending av bordene ble plater av 12 mm tykk gummi av samme kvalitet lagt på sidene av kjedeføringene og klemt fast med flattjern på samme måte som tidligere beskrevet for sorterplassene ved sortering av skurlast. Platene av slitegummi stakk ca. 1 cm over stålrullene.



Sortering etter høvling.

Slagstøyen fra fallene av trelast ble dempet slik at den ikke lenger var merkbar. Ved operatorplassen var det støy fra høvelmaskin, kappsag og andre støykilder. Det ble også gjennomført tiltak for å dempe denne støyen. Støynivået ved operatorplass ble redusert med mellom 3 og 4 dB(A). Hvor mye som skyldes demping av fallstøyen var vanskelig å fastslå.

Ca. 2 måneder etter at tiltakene var gjennomført var gummiplatene som var montert på sidene av kjedeføringene blitt endel nedslitt. Prana gummi er mykere enn det som er brukt på sorterverk for skurlast hvor det er brukt 60 shore slitegummi, men som nevnt tidligere setter gummien ikke flekker på de høvlete bordene.

På grunn av slitasjen burde en brukt tykkere gummiplater. Prana slitegummi leveres av Gummi A/S K. Lund & Co i Oslo i tykkelser opp til 24 mm.

6. Resultater/konklusjoner

Metodene som ble brukt i forsøkene med demping av fallstøy ved fall mot stålprofiler og stålplater gav tildels gode resultater. Dette gjaldt spesielt ved fall mot stålplater. Lignende metoder har vært anvendt på enkelte trelastbruk tidligere. Vi håper resultatene som er vist kan bidra til at slike metoder kan tilpasses nye steder i trelastindustrien. Vi tror at løsninger som gir en glatt overflate og som samtidig kan oppta energien fra fall uten å overføre denne til underlaget ofte kan gi et godt resultat. Ved fall mot skråttstilte plater som materialene ikke skal gli på, kan en i enkelte tilfeller bruke slitelag lagt i bølger uten glilett over gummien.

Forsøkene med sylindre av støydempende materialer som erstatning for stålruller eller andre sylindre i hardt materiale gav god støydemping. De var imidlertid for lite robuste. Vi har forsøkt å komme frem til en mer slitesterk løsning og tipac a.s er kontaktet i den forbindelse. Vi ønsket en sylinder med en tykkere utvendig strømpe. Foreløbig har det ikke vært mulig å få tilvirket dette. Stålruller og sylindre av hardt materiale blir anvendt i stor utstrekning like ved operatørplassene for rotkapping, sortering og ved innmating til maskiner. Trelasten faller som regel mot rullene slik at det oppstår fallstøy like ved operatørene. I enkelte tilfeller kan Solidur RB over trykkfast skum erstatte rullene eller monteres slik at det tar av for fallet mot disse, men den beste løsningen ville være å finne frem til holdbare ruller med liten elastisitet og glatt overflate.

Reduksjon av støy fra trelast som faller mot trelast vil kreve innsats fra produsentene av utstyr. Vi tror det vil være spesielt viktig å finne løsninger for elevatorer som gir mindre fallstøy samtidig som kravet til høy produksjonstakt opprettholdes. Dette gjelder spesielt elevatorer som skal inn i høvlerier hvor oppsetting av seksjonsvegger kan by på vanskeligheter. Ved enkelte høvlerier er det brukt vakuumløftere som erstatning for elevatorer, men støynivået fra disse er også høyt.

I arbeidet med prosjektet har det vært gjennomført enkelte forsøk som har vist seg å gi for liten støydemping i forhold til kostnader eller som ikke har tilfredsstillt kravet til materialflyt og driftssikkerhet. De fleste operatørene bruker hørselvern og er stort sett fornøyde med dette. Vår erfaring er at løsninger som går ut over materialflyt og produksjonstakt vil bli fjernet av operatørene.

Av støykilder som allikevel virker spesielt sjenerende for operatørene kan en nevne sterk slagstøy og høyfrekvent støy fra maskiner og transportutstyr. Støy og vibrasjoner som kommer fra andre arbeidsplasser kan også virke irriterende.

Ved kjøp av nytt utstyr er det i en del tilfeller satt krav til leverandørene at gjennomsnittlig støynivå fra utstyret under drift ikke skal utgjøre mer enn 85 dB(A). Tidligere er dette i liten grad fulgt opp, men det ser nå ut til å forandre seg. Vi tror at et samarbeid mellom leverandører og kjøpere av utstyr i trelastbransjen vil kunne bidra til et lavere støynivå i produksjonen. Støykildene er mange og varierte og støydemping er en prosess som må gå over tid. Med interesse og oppmerksomhet rettet mot støyproblemet vil en imidlertid kunne oppnå vesentlige forbedringer.

Bilag 1

Forsøk støydemping, gjennomført på Odden Verksted 29/8-91.

Fall mot U-jern i forsøkstativ.
Fallhøyde 45 cm.

Under målingene ved fall på plate har støymåler vært innstilt på maxl dB(A). Hver av de oppgitte verdier i tabellen er gjennomsnittsverdier av 10 målinger.

	Trelastdimensjoner		
	<u>19x120</u>	<u>50x100</u>	<u>50x150</u>
Uten støydemping fall rett på U-jern	96.2	96.1	98.4
Remaslide KG02/PE (Hard plate over gummi)	96.2	97.2	97.0
Klemmelist KG02 (Gummmiplate)	92.9	96.9	96.1
Gummiplater, 12 mm tykke festet på siden av U-jern. (2 cm over kant)	90.8	92.2	92.6
Sylindre av skum med strømpe av polyetelen	84.9	88.0	90.3

Bilag 2

Forsøk støydemping, gjennomført på Odden Verksted 29/8-91.

Fall mot 3 mm tykk stålplate sveiset til U-jern i forsøksramme. Mål på plate 60x120 cm. Fallhøyde 45 cm.

Under målingene av slagstøy ved fall på plate har støymåler vært innstilt på max1 dB(A). Hver av de oppgitte verdier i tabellen er gjennomsnittsverdier av 10 målinger.

	Trelastdimensjoner		
	<u>19x120</u>	<u>50x100</u>	<u>50x150</u>
Uten støydemping, fall rett på plate	106.5	108.1	111.4
Remaslide KG02/PE (Hard plate over gummi)	98.4	98.1	100.7
Klemlist KG02 (Gummiplate)	93.1	94.6	97.4

5 mm glilettplate over:

10 mm skumplast	93.1	96.0	97.4
20 mm skumplast	89.5	94.3	97.1
40 mm skumplast	89.4	90.5	92.1

10 mm glilettplate over:

10 mm skumplast	99.7	99.6	100.7
20 mm skumplast	95.2	98.1	101.3
40 mm skumplast	93.8	97.7	97.9

Bilag 2-1

5 mm glilettplate over:

23 mm granulert skumplast	91.0	96.0	98.6
40 mm granulert skumplast	92.2	93.1	93.4

10 mm glilettplate over:

23 mm granulert skumplast	95.7	98.6	98.6
40 mm granulert skumplast	94.3	97.0	98.1

Solidur RB (Polyetelen og gummi)	93.5	101.9	101.8
-------------------------------------	------	-------	-------

Solidur RB over 40 mm skumlast.	92.9	88.9	92.9
------------------------------------	------	------	------

Som en avslutning på forsøkene ble en 50x150 mm planke sluppet loddrett ned mot stålplaten fra en høyde på 65 cm. Stålplaten var dekket av Solidur RB over 40 mm tykk vanlig skumplast. Gjennomsnittet av 14 målinger utgjorde 84.8 max1 dB(A).

Bilag 3

Forsøk støydeming, gjennomført på verkstedet til Gummi A/S K. Lund & Co i tiden 21/10-1991 til 09/01-1992.

Fall mot 4 mm tykk stålplate lagt over gummibiten på stålvalsen.

Mål på plate 100 x 100 cm. Fallhøyde 40 cm.

Tabellen viser maxl dB(A) og leq dB(A) verdier. Hvor av de oppgitte maxl-verdier er gjennomsnittsverdier av 10 målinger.

Trelastdimensjoner

(25 x 100) mm (32 x 125)mm (48 x 98) mm (38 x 200)mm

	Maxl	leq	Maxl	leq	maxl	leq	maxl	leq
Ren stålplate	109,3	91,1	110,9	94,3	112,5	96,2	112,4	94,7
Pålimt 6 mm, 60 shore slitegummi	106,1	88,6	107,3	89,6	107,9	89,8	110,6	91,6
Pålimt 6 mm slitegummi med 2 mm tykk glilettplate over	104,8	89,9	107,8	89,9	108,9	90,0	110,2	91,1

2 mm glilettplate over:								
20 mm skumplast	93,4	72,1	90,1	77,5	91,4	74,6	90,8	78,2
40 mm skumplast	92,4	72,3	93,3	78,7	92,4	75,2	94,4	75,9

5 mm glilettplate over:								
20 mm skumplast	96,9	78,8	96,1	75,8	97,8	77,8	97,1	79,0
20 mm skumplast	92,6	78,8	94,7	77,7	99,6	79,2	99,1	81,6

10 mm glilettplate over:								
20 mm skumplast	101,2	85,8	102,2	84,7	101,3	84,9	103,4	84,9
40 mm skumplast	102,3	85,6	104,9	87,6	101,3	86,0	105,1	85,0

Stålplate med 6 mm slitegummi festet i bølger over platen	76,2	59,8	78,3	61,0	77,2	59,5	82,1	64,8
6 mm slitegummi i bølger pluss 2 mm glilettplate	85,4	69,2	85,7	69,0	85,7	69,8	85,4	69,9
6 mm slitegummi i bølger pluss 5 mm glilettplate	86,6	70,3	86,6	70,2	87,3	70,8	86,7	71,0
6 mm slitegummi i bølger pluss 10 mm glilettplate	89,0	72,5	89,4	73,5	89,0	73,1	89,7	73,5

TOMGANGSTØY FRA KAPPSAGBLAD VED TØRRSORTERVERK

Diameter på sagblader = 500 mm

Spindelhastighet = 2450 omdr./min.

Diameter på klembrikke = 96 mm

Støynivå når spindel går uten sagblad:

I avstand fra spindel 85 cm 71.4 dB(A).

" " " " 45 " 72.8 "

Sagblad type	Avstand fra blad 85 cm	Avstand fra blad 45 cm
	dB(A)	dB(A)
Leuco D=500 4.4/2.8, 72 tenner	90.1	95.1
Micor D=500 4.0/2.8, 80 tenner	88.5	93.8
Stridsbergs 4.0/2.8, 100 tenner	87.8	92.6
Leitz Anti-Schall WK870/3, 100 tenner	86.9	91.7
Leitz Anti-Schall WK870/3, 80 tenner	85.7	89.3
Wimac 4.4/3.0, 80 tenner	85.7	89.8
Gomex 4.0/2.8, 80 tenner	84.9	88.7
Wimac 4.0/3.8, 100 tenner	84.4	88.6

Sagbladene type Micor og Stridsbergs var brukte blad. De andre sagbladene var nye.

TOMGANGSTØY FRA KAPPSAGBLAD VED RÅSORTERVERK

Diameter på sagblader = 500 mm

Spindelhastighet = 2950 omdr./min.

Diameter på klembrikke = 120 mm.

Støynivå når spindel går uten sagblad:

I avstand fra spindel 90 cm 80.8 dB(A).

" " " " 45 " 84.9 "

Sagblad type	Avstand fra blad 85 cm dB(A)	Avstand fra blad 45 cm dB(A)
Leuco D=500 4.4/2.8, 72 tenner	97.3	101.7
Micor D=500 4.0/2.8, 80 tenner	96.1	100.6
Stridsbergs 4.0/2.8, 100 tenner	94.8	99.6
Leitz Anti-Schall WK870/3, 100 tenner	94.8	99.1
Leitz Anti-Schall WK870/3, 80 tenner	93.0	97.2
Wimac 4.4/3.0, 80 tenner	92.7	96.4
Gomex 4.0/2.8, 80 tenner	91.9	96.1
Wimac 4.0/3.8, 100 tenner	91.9	96.1

Sagbladene av type Micor og Stridsbergs var brukte blad. De andre sagbladene var nye.