

Filen redigerad 2005-04-26 som underlag för pdf-fil./gg

## Rapport S 1994:2 A

**Sjöolycka med MV Baltic Link den 1 oktober 1993  
på Östersjön, norr om Gotland**

**S-08/93**

1994-12-12

S-08/93

Sjöfartsverket

601 78 NORRKÖPING

**Rapport S 1994:2 A**

---

Statens haverikommission (SHK) har undersökt en sjöolycka som inträffade den 1 oktober 1993 på Östersjön norr om Gotland med ett ro-ro-fartyg, MV Baltic Link.

SHK överlämnar härmed enligt 14 § förordningen (1990:717) om undersökning av olyckor en rapport, (Rapport A), över undersökningen.

Olle Lundström

S-E Sigfridsson

Börje Stenström

Hans Rosengren

Jan Mansfeld

Likalydande till  
Statens räddningsverk

## Innehåll

	<b>SAMMANFATTNING</b>	4
<b>1</b>	<b>FAKTAREDOVISNING</b>	7
1.1	Händelseförloppet	7
1.2	Personskador	8
1.3	Skador på fartyg och last	8
1.4	Andra skador	8
1.5	Besättningen	8
<b>1.6</b>	<b>Fartyget</b>	9
1.6.1	Allmänt	9
1.6.2	Fartygsdata	9
1.6.3	Certifikat	9
1.6.4	Brandsläckningsutrustning	10
<b>1.7</b>	<b>Fartygslasten</b>	10
1.7.1	Information om porösa träfiberskivor	10
1.8	Brandbekämpningen	14
1.9	Sjöräddningstjänsten	14
<b>1.10</b>	<b>Övrigt</b>	14
1.10.1	Uppgifter från fartygsbefälet	14
1.10.2	Uppgifter från tillverkaren av träfiberskivor	14
1.10.3	Uppgifter från utlastaren	14
1.10.4	Övrig information till SHK	15
<b>2</b>	<b>ANALYS</b>	15
2.1	Brandorsaken	15
2.2	Fartygets last och lastning	16
2.3	Brandförloppet	16
2.4	Brandbekämpningen och räddningsinsatsen	16
2.5	Fartygets brandbekämpningsresurser	17
<b>2.6</b>	<b>Porösa träfiberskivor</b>	17
2.6.1	Tillverkningen i Ljusnefabriken	17
2.6.2	Självantändningsprocessen	18
2.6.3	Utförda prov	19
2.6.4	Andra bränder	20
2.6.5	Möjliga orsaker till självantändningen	20
2.6.6	Möjligheter att förebygga självantändning	22
<b>3</b>	<b>UTLÅTANDE</b>	22
3.1	Undersökningsresultat	22
<b>3.2</b>	<b>Orsaker till branden</b>	23
<b>4</b>	<b>REKOMMENDATIONER</b>	23
<b>5</b>	<b>TILLÄGG</b>	23
<b>BILAGOR</b>		
<b>1</b>	Schematisk ritning över MV Baltic Link	24
<b>2</b>	Aktuell lastplan	25
<b>3</b>	Tidtabell avseende aktuella träfiberskivor	26
<b>4</b>	Tillverkningen vid Scharin Ljusne AB: Uppföljning av processparametrar	27
<b>5</b>	Tillverkningen vid Scharin Ljusne AB: Mätvärden från provtagning	28
<b>6</b>	Tillverkningen vid Scharin Ljusne AB: Fukthaltbestämning i skivor	29

## Rapport S 1994:2 A

S-08/93

Rapporten färdigställd 1994-12-12

---

Fartyg:	MV Baltic Link
Fartygstyp:	Ro-ro-fartyg för trä och papperslaster
Nationalitet:	Holländsk
Datum:	1993-10-01, kl. 03.30 (brandlarm)
Position:	N58°15', E18°44', ca 20 nm norr om Gotland
Väder:	Vind SSE 4–5 m/s, god sikt
Antal personer ombord:	15 besättningsmän
Personskador:	1 brandman omkom efter skador i samband med släckningsarbetet vid kaj
Fartygsskador:	Brandskador på elsystem, målning m.m. i huvudlastrummet
Skador på lasten:	Brand-, rök- och vattenskador på lasten av papper, pappersmassa och träfiberskivor, begränsade skador på trälast
Miljöskador:	Inga
Andra skador:	Inga
Befälhavarens ålder och tid som befälhavare:	35 år, befälhavare 1 år

---

Ro-ro-fartyget Baltic Link fick brand i lasten under resa från Gävle/Hallstavik till Hartlepool i England. Branden började natten till den 1 oktober 1993 under gång i Östersjön norr om Gotland. Under brandbekämpning vid kaj på Gotland för-olyckades en rökdykare från Gotlands räddningstjänst.

Olyckorna har undersökts av Statens haverikommission (SHK) företrädd av S-E Sigfridsson (ordförande t.o.m. den 31 oktober 1993), Olle Lundström (ordförande därefter), Börje Stenström (sjöteknisk utredningschef), Hans Rosengren (sjöoperativ utredningschef) och Jan Mansfeld (brand- och räddningsteknisk utredningschef). Som experter har medverkat brandchefen Claes Thorell, fil.lic. Birgit Östman, docenten Östen Bergman samt professorn Åsa Kilbom. Sjöfartsverket har följt undersökningen genom Sten Andersson.

Olyckornas skilda karaktär har föranlett SHK att avge en rapport avseende händelserna fram tills Gotlands räddningstjänst ingrep vid kaj (Rapport A). En rapport för resterande händelseförlopp lämnas separat (Rapport B). Av experterna har Birgit Östman och Östen Bergman endast deltagit i Rapport A och Åsa Kilbom endast i Rapport B.

### SAMMANFATTNING

Baltic Link lastade trä- och pappersprodukter i Gävle under tiden den 27–29 september 1993. Sist togs ett parti porösa träfiberskivor ombord och placerades akterut på huvuddäck. Fartyget avgick den 29 september kl. 20.55 till Hallstavik, där ett parti papper togs ombord och lastades i lastrummet under huvuddäck. Fartyget avgick från Hallstavik den 30 september kl. 14.30 med destination Hartlepool, England.

Klockan 03.30 den 1 oktober erhöles röklarm från lastrummet på huvuddäck. Fartyget befann sig då ca 20 nautiska mil norr om Gotland. Sedan besättningen

samlats på bryggan utlöstes fartygets koldioxidanläggning på huvuddäck. MRCC Stockholm Radio larmades. Senare övertogs ärendet av MRSC Tingstäde Radio. (MRCC = Marine Rescue Coordination Centre/Centrala sjöräddningstjänsten; MRSC = Marine Rescue Subcentre/Regionala sjöräddningstjänsten).

Utrustade med andningsapparater inspekterade därefter medlemmar ur besättningen lastrummet och konstaterade glödbland i partiet med träfiberskivor. Fartyget fördes till och ankrades upp i Kappelshamnsviken på Gotland.

Rökdykare från Gotlands räddningstjänst sattes ombord med helikopter medan fartyget låg i Kappelshamnsviken. Det togs därefter in till kaj i Storugns.

Sedan ytterligare koldioxid kunnat tillföras påbörjades brandsläckningsarbetet med hjälp av rökdykare den 3 oktober. På kvällen samma dag inträffade en olycka då en rökdykare under återtag från sitt arbetspass tappade kontakten med sin arbetskamrat, föll omkull på huvuddäcket och blev liggande en stund med andningsmasken vriden ur sitt läge. Han avled senare på Visby lasarett. Den 6 oktober ansågs branden släckt. Räddningstjänstens arbete samt dödsolyckan behandlas i Rapport B.

Enligt SHK:s bedömning agerade fartygets befäl och övrig besättning under hela händelseförloppet korrekt och föredömligt. Kommunikation och koordinering mellan MRCC Stockholm Radio, MRSC Tingstäde Radio, räddningstjänsten på Gotland och fartyget fungerade också utan anmärkning.

Det har konstaterats att branden började i partiet med träfiberskivor. Partiet hade tillverkats av företaget Scharin Ljusne AB i Ljusne under perioden den 24–26 september. Det bestod av totalt 45 ton, lastat på 78 pallar. Varje pall hade lastats med skivor direkt efter tillverkningen och emballering med sträckfilm av plast hade anbringats runt travens sidor.

SHK, som inte funnit något som tyder på andra brandorsaker, bedömer att branden med säkerhet startat genom självantändning i träfiberskivorna.

Självantändning i nyproducerade, travade, porösa träfiberskivor liksom i många andra porösa ansamlingar av organiskt material är inom branschen ett sedan länge välbekant fenomen. Den process som är känd beträffande träfiberskivor inleds med en första temperaturstegring, orsakad av att fukt från den omgivande luften absorberas och kondenserar i det mycket torra cellulosa materialet, varigenom värme frigörs inne i traven. Denna temperaturstegring kan till slut bli tillräckligt hög för att initiera en autooxidation av främst omättade lågmolekylära föreningar i cellulosa materialet. Om det finns föroreningar i cellulosa materialet kan dessa orsaka en katalytisk effekt som medför att oxidationsprocessen kan starta vid en lägre temperatur. Oxidationen kan i sin tur leda till kolning och så småningom glödbland. Om luft når glödblandens blossar den upp i öppen eld.

Som en säkerhetsåtgärd mot självantändning har företaget före utleverans normalt förvarat nytillverkade travar i ett kallmagasin under en stabiliseringstid av fyra dygn för att uppnå jämvikt mellan skivornas och luftens fukthalt. Därefter har någon självantändningsrisk inte längre ansetts föreligga. Under SHK:s undersökning har företaget börjat utsträcka denna lagringstid till sju dygn.

Prov som gjorts har visat att fuktupptagningen i plastemballerade travar B till skillnad mot pappersinslagna eller oemballerade B är obetydlig, varför längden av stabiliseringstiden för sådana travar inte torde spela någon mer väsentlig roll.

Orsakssambandet som lett till självantändningen har inte med full säkerhet kunnat fastställas. Enligt SHK:s bedömning är det dock sannolikt att transportskada på plastemballeringen av i vart fall en trave medfört att fuktupptagning inleddes samt att en eventuell förekomst av metalliska föroreningar i skivmaterialet medverkat till den fortsatta självantändningsprocessen.

SHK ifrågasätter om inte nyproducerade porösa träfiberskivor, som travats direkt efter tillverkningen, bör betraktas som farligt gods såvida inte särskilda åtgärder mot självantändning vidtas före utleverans.

### **Rekommendationer**

Sjöfartsverket och Statens räddningsverk rekommenderas att i samråd överväga behovet och möjligheten av föreskrifter om sådana förebyggande åtgärder att transport av travar med nyproducerade porösa träfiberskivor kan ske med full säkerhet mot självantändning.

# 1 FAKTAREDOVISNING

## 1.1 Händelseförloppet

Fartyget ankom till Gävle den 27 september 1993 kl. 01.00. Efter lossning påbörjades kl. 09.00 lastning av papper och pappersmassa i huvudlastrummet på huvuddäck och pågick till kl. 15.30. Den 28 och 29 september fortsatte lastningen på såväl huvuddäck som garagedäcket ovanför huvuddäck och var avslutad kl. 17.50 sistnämnda dag. Det sist lastade partiet utgjordes av 45 ton plastinpackade travar med porösa träfiberskivor. Partiet ställdes akterut på huvuddäcket. Några tomma containrar ställdes därefter akter om träfiberskivorna.

Fartyget avgick sedan från Gävle kl. 20.55. Dagen därpå kl. 04.30 ankom fartyget till Hallstavik och lastning i lastrummet under huvuddäck (underrummet) utfördes mellan kl. 06.40 och 13.20. Fartyget avgick från Hallstavik samma dag, den 30 september, kl. 14.30.

Den 1 oktober kl. 03.30 indikerades brand i huvudlastrummet och kl. 03.32 erhöles brandlarm också från serviceutrymmen akterut på huvuddäck.

Andrestyrmannen hade vakten och bemannade bryggan tillsammans med en utkik. Positionen vid larmet var N 58°14,5', E 18°44,1', cirka 20 nautiska mil norr om Gotland.

Besättningen larmades och samlades på bryggan. Överstyrmannen och en man ur manskapet inspekterade garagedäcket och fann att färgen på däcket akterut ”kokade” av värme underifrån. Alla ventilationstrummor från lastrummen kontrollerades och befanns vara stängda. De hade varit stängda alltsedan avgången från hamn i enlighet med tillämpad rutin.

Maskinchefen gick till maskinrummet som var åtkomligt utan problem. Han ställde om huvudmotorn från tjockoljedrift till dieseldrift, kopplade ifrån axelgeneratoren och startade ett dieselgeneratoraggregat. Bogpropelleraggregatet klarjordes för drift. Eftersom maskinrumsfläktarna automatiskt hade stoppats av brandlarmssystemet drogs maskineffekten ner till lågt värde.

Kl. 03.50, när alla återsamlats på bryggan, utlöstes koldioxid (CO<sub>2</sub>) av överstyrmannen tillsammans med en man ur manskapet. Detta gjordes på plats i det s.k. CO<sub>2</sub>-rummet eftersom systemet saknade fjärrutlösning från bryggan. CO<sub>2</sub>-tanken rymde 15 ton och hela kvantiteten släpptes ut.

Kl. 03.55 anropade befälhavaren MRCC Stockholm Radio och begärde beredskap för insats av rökdykare med hjälp av helikopter.

Garagedäckets däck noterades fortfarande vara varmt och visade tecken på buckling. Sprinklersystemet på garagedäcket startades därför kl. 04.00, varefter däckets temperatur successivt sänktes. När vattnet på däcket var lokalt 20 cm djupt stoppades sprinklingen temporärt.

Kl. 04.10 gjordes nödgenerators startklar och besättningen beordrades att hämta sina överlevnadsdräkter.

Kl. 05.07 gick överstyrmannen och andremaskinisten med andningsapparater ner i aktra delen av huvuddäck. Det fanns ingen belysning och röken var tjock. De avancerade föröver och noterade att däcket var halkigt av tjära. De nådde fram till akterkanten av partiet med träfiberskivor och konstaterade att paketen var svarta och avgav rök. Eftersom partiet var lastat tvärs över huvuddäcket från sida till sida kunde de inte komma längre. De inspekterade maskinrummet som fortfarande var intakt.

Kl. 05.16 kontaktades MRCC från fartyget och informerades om läget.

Kl. 05.17 kontrollerades att all CO<sub>2</sub> hade utlöstes.

Kl. 05.45 gjorde överstyrmannen och en man ur manskapet försedda med

andningsapparater en ny inspektion, denna gång från fartygets midskeppssektion. Underrummet konstaterades vara intakt med lätt rök. På huvuddäck kröp de akter över ovanpå papperslasten, som stod för om träfiberskivorna. De konstaterade att pappersrullar, placerade 5-6 meter för om papperslastens akterkant, hade brunnit. De kunde inte avancera längre akterut.

Kl. 07.53 noterades ökad rökutveckling och temperaturstegring på garagedäckets däck, varför sprinkling startades på nytt.

Kl. 08.00 ankrades fartyget i Kappelshamnsviken. Livbåtarna firades till embarkeringsläge kl. 08.25.

Kl. 09.30 anropades MRSC Tingstäde Radio från fartyget med begäran om helikopterhjälp. MRSC hade då tagit över ärendet från MRCC. Helikopter med fyra rökdykare och ett brandbefäl anlände till fartyget kl. 10.25.

Kl. 12.20 noterades på nytt temperaturstegring på garagedäcket som nu begjöts med vatten från en brandpost. Brandområdet hölls under kontinuerlig kontroll.

Kl. 12.40 kom lots ombord. Kl. 14.00 lättade man ankar och förtöjde vid kaj i Storugns kl. 14.35.

Den fortsatta brandbekämpningen övertogs nu helt av Gotlands räddningstjänst, som den 6 oktober bedömde att branden var släckt. Beträffande denna del av händelseförloppet hänvisas till Rapport B.

## **1.2 Personskador**

En rökdykare förolyckades under arbetet på brandplatsen. Denna händelse redovisas i Rapport B.

I övrigt uppstod inga personskador.

## **1.3 Skador på fartyg och last**

Branden på huvuddäckets aktra halva medförde skador på elektriska ledningar, belysning och annan elektrisk installation som betjänade lastrummet. Garagedäckets däck och fartygssidorna ovanför det berörda området brandskadades så att all färg måste tas bort. I maskinrummet under brandhärden uppstod värmeskador. Hela lastrummet på huvuddäcket måste rengöras och målas om.

Lasten med träfiberskivor liksom hela lasten av papper och pappersmassa, med undantag av ett parti med tidningspapper, brand- och rökskadades i sådan omfattning att den blev oanvändbar för avsett ändamål.

Den sammanlagda skadekostnaden beräknas, enligt uppgifter till SHK, uppgå till drygt 30 miljoner kronor.

## **1.4 Andra skador**

Inga andra skador har rapporterats som följd av olyckan.

## **1.5 Besättningen**

Fartyget hade en besättning på 15 man, varav 8 befäl från Holland och 7 manskap från Filippinerna.



## 1.6 Fartyget

### 1.6.1 Allmänt

Fartyget ägdes av det holländska bolaget Baltic Link BV, i sin tur ägt av Wagenborg Shipping BV, Delfzijl, Holland. Wagenborg Shipping skötte fartygsdriften. Fartyget var tidsbefraktat av det svenska företaget Rederi AB Sea Link, som i sin tur befraktat det till Korsnäs AB. Fartyget opererades av Combi Shipping AB i Gävle, ett företag för fartygstransporter av trä- och pappersprodukter, samägt av Stora AB och Korsnäs AB.

### 1.6.2 Fartygsdata

Namn	Baltic Link
Nationalitet	Holländsk
Registreringshamn	Delfzijl, Holland
Anropssignal	PCXC
Klass	Lloyds Register of Shipping, LR*100A1, UMS-LMC finsk-svensk isklass 1A
Längd	över allt 120,2 m; mellan pp 111,4 m
Bredd	mallad 21,0 m
Djupgående	max 6,72 m
Tonnage	brutto 8 833, netto 3 141
Dödvikt	7 680 MT
Huvudmaskin	Pielstick 10PV2.6, konstant varvtal 590 rpm
Propeller	1 st, ställbar, 190 rpm
Bogpropeller	1 st

Fartyget byggdes år 1984 av Rauma-Repola i Finland. Det byggdes om år 1993 vid det tyska varvet Howaldswerke Deutsche Werft, varvid fartygets väderdäck byggdes in med sido- och takpaneler till ett väderskyddat "garagedäck".

Fartyget har ett huvudlastrum på huvuddäcket, ett undre lastrum (underrummet) under huvuddäcket samt ett lastrum på det genom tillbyggnaden skapade garagedäcket. Maskinrummet ligger under huvuddäck akter om underrummet. Lastning och lossning sker dels via en akterramp från huvuddäcket, dels via två sidoportar på huvuddäckets styrbordssida. Gods till och från underrummet transporteras från huvuddäcket med hjälp av 10-tons hissar anordnade i anslutning till sidoportarna. Garagedäcket lastas och lossas med hjälp av en hissbar 50-tons plattform på huvuddäcket akterut på babordsidan. Lastutrymmena ventileras med eldrivna fläktar, anordnade i vertikala kanaler från respektive utrymme till det översta däck.

Den huvudsakliga dispositionen av fartygets utrymmen framgår av bilaga 1.

### 1.6.3 Certifikat

Fartyget hade följande certifikat, samtliga gällande:

- Fartcertifikat
- Sjövärdighetscertifikat
- Säkerhetscertifikat, utrustning
- Säkerhetscertifikat, konstruktion
- Säkerhetscertifikat, radiotelefont
- Säkerhetscertifikat, radiotelegrafi
- Dispenscertifikat, radiotelegrafi
- Lastlinjecertifikat
- Mätbrev
- Oljeskyddscertifikat

#### 1.6.4 *Brandsläckningsutrustning*

Fartyget hade ett brandsläckningssystem med koldioxid för släckning i maskinrummet, på huvuddäcket samt i underrummet. Systemets totala innehåll var 15 ton. På garagedäcket var en vattensprinkleranläggning installerad. Anläggningen hade en kapacitet av 350 m<sup>3</sup>/tim och matades av en separat pump i bogropellerrummet. Brandposter med slang fanns på alla däck och var kopplade till brandpumpar i maskinrummet och till en nödbrandpump. En nödgenerator fanns installerad i ett utrymme akter om bostadsinredningen.

Maskinchefen var ansvarig för brandbekämpning i maskinområdet och överstyrmannen för brandbekämpning i övriga utrymmen.

### 1.7 **Fartygslasten**

Fartyget hade en last om 5 533 ton bestående av trävaror, pappersmassa, tidnings- och specialpapper, ett parti porösa träfiberskivor samt några tomma containrar. Combi Shipping AB samlastade fartyget på dess tidtabellsbundna resor med gods från företagen Stora AB och Korsnäs AB och därutöver med externa godspartier i mån av plats och lämplighet. Träfiberskivorna var ett sådant externt parti, tillverkat av företaget Scharin Ljusne AB i dess fabrik i Ljusne under tiden 24–26 september 1993.

Lasten var fördelad med papper i underrummet och pappersmassa, papper, partiet med träfiberskivor samt de tomma containrarna på huvuddäcket. Träfiberskivorna stod akter om pappersmassan/pappret och längst akterut stod containrarna. På garagedäcket fanns trävarorna.

Lastplanen framgår av bilaga 2.

#### 1.7.1 *Information om porösa träfiberskivor*

Det är känt att travade porösa träfiberskivor i anslutning till tillverkningen har speciella egenskaper, som medför risk för självantändning. Detta har föranlett SHK att närmare granska dessa egenskaper samt tillverkningen och produktanteringen hos tillverkaren av det aktuella partiet träfiberskivor.

##### *Tillverkaren*

Produktionsanläggningen hade vid aktuell tid tillhört ägaren i ca ett år. Den drevs med full kapacitet från att dessförinnan under en längre föregående tidsperiod endast ha varit i drift sporadiskt. Produktionen gick i treskift (dygnet runt under femdagars arbetsvecka) för att täcka leveransbehovet, tidvis också över helger. Den totala produktionskapaciteten var ca 50 ton per dygn eller ungefär 15 000 ton per år. Omkring 60 % därav gick på export. Tillverkningen skedde mot order och ingen lagerproduktion förekom.

I fabriken tillverkas enbart porösa träfiberskivor med en enhetlig kvalitet på själva skivan. Tjockleken varierar mellan 8 och 19 mm. I vissa fall ges skivan en förhöjd ytfinhet genom att ett skikt pappersmassa läggs ovanpå träfibermassan. Det förekommer också att ytan sprutmålas vit. Som en sidoprodukt görs viss vidarebearbetning av tillverkade skivor till färdiga takplattor.

Vid fabriken finns en platschef och en kontorist samt för själva tillverkningen totalt ca 30 anställda. Produktionen sker enligt en produktionsplan, som görs upp veckovis av platschefen. Denna plan anger i vilken ordning produktionen skall ske jämte erforderliga data för varje produktionsparti, såsom tjocklek, dimension,

antal skivor, ordernummer samt beräknad tillverknings tid. Platschefen var under den produktionsvecka, då partiet på Baltic Link tillverkades, på tjänsteresa. Fyra arbetare per skift betjänar normalt själva tillverkningsmaskinen. Detta inkluderar även paketering av skivor och utflyttning av dessa till lagerutrymme, dock ej den sidoordnade fabrikationen av takplattor. För de olika arbetsuppgifterna har företaget utfärdat skriftliga befattningsbeskrivningar. Skriftliga instruktioner finns också uppsatta vid varje arbetsstation avseende olika kontroller, provtagningar m. m.

### *Tillverkningsprocessen*

Råvaran för tillverkningen är sågspån som erhålls från ett närbeläget större sågverk. Ingen annan leverantör av sågspån nyttjas. Allt sågspån kommer från sågning av furu. Sågspånet ankommer till fabriken i specialtrailers och dumpas i hög vid intaget till processanläggningen. Sågspånet förs in i anläggningen med bandtransportörer. Tre metalldetektorer avses säkerställa att inga metallföremål kommer med in i processen.

Sågspånet transporteras till ett malningssteg där finmalning under tryck tillsammans med ånga sker i en defibrator. Efter tillsats av vatten sker ytterligare finmalning i en raffinör. Vatten till processen tas från älven Ljusnan. Vattnet kontrolleras regelbundet och anses tjänligt för processen. Inga kemikalier används. Den finmalda uppslammade träfibermassan (suspensionen) leds till en fiberplattmaskin, som i princip fungerar på samma sätt som en pappersmaskin. Suspensionen fördelas ut på maskinens upptagningssteg och passerar genom virapressar och efterföljande pressvalsar, som ger den önskade tjockleken på materialet. Vid omställning från en skivtjocklek till en annan saktas maskinen ner och erforderliga omställningar görs. Vid större tjocklek blir produktionshastigheten lägre genom hela förloppet.

Ett sammanhängande band med 3,6 meters bredd produceras på detta sätt. Bandet kapas till stora skivor, som fortsätter till en torkanläggning. I denna läggs skivorna in på tolv nivåer och leds med låg fart genom anläggningens två sektioner.

Torkanläggningen värms med ånga från kommunens värmeverk. Inkommande ånga med ett tryck av 24–25 bar, vilket motsvarar en temperatur på 220 °C, kondenserar i tuber mellan torknivåerna. Ångan inkommer i den övre delen av tubpaketet i varje sektion och kondensat leds bort från den nedre slingan. Kommunens värmecentral eldas med gasol och ångtrycket uppges vara stabilt. Luften i torkanläggningen cirkuleras med kraftiga fläktar. Luftcirkulationen förutses ta hand om eventuella temperaturvariationer mellan de övre och nedre nivåerna i värmeslingorna. En lufttemperatur av 180 °C hålls i den första torksektionen. Den fuktiga luften avleds via värmeväxlare. Ny luft tillförs till den andra sektionen och hålls vid en temperatur av 170 °C. Luftcirkulationen styrs genom att temperaturmätning, som görs på tolv platser i varje torksektion, påverkar spjäll m.m. Temperaturen i torkanläggningens båda sektioner registreras kontinuerligt.

Tre gånger per åttatimmarsskift tas provbitar ut från skivorna såväl före som efter torkanläggningen. På dessa provbitar görs torrhaltbestämning, vilket utförs av maskinskötaren. Normala värden anses vara 35–38 % torrhalt före och 98–99 % efter torkningen. Enligt företagets instruktion får torrhalten efter torkningen inte vara lägre än 98 %. På provstycken efter passagen av torkanläggningen görs dessutom bestämning av volymvikt och böjhållfasthet. Detta utförs av utomstående konsult. Samtliga provningar protokollförs.

Efter passage genom torkanläggningen och en svalningssektion kapas skivorna upp i beställda storlekar och staplas direkt på lastpallar till en höjd av ungefär en meter. Produktionstakten är normalt en lastad pall på ca tjugo minuter. Ett termoelement läggs under staplingen in i mitten av traven. Elementet visar kontinuerligt temperaturen och övervakas av maskinskötaren vid kapnings- och staplingsstationen. När en trave är färdig förs den bort och, vilket är vanligast, emballeras. Termoelementet avlägsnas och den registrerade temperaturen antecknas på en följetikett tillsammans med uppgifter om format, kvalitet, tjocklek, datum och klockslag samt arbetsskiftlag. Etiketten fästs på traven. Produktionsuppgifterna förs också löpande in i ett produktionsprotokoll.

Normal temperatur i en trave är ca 45 °C, vilket indikerar att skivorna håller avsedd torrhalt av minst 98 %. Travar med en temperatur kring 40 °C eller lägre bedöms vara ”rå”, dvs. har en lägre torrhalt, och tas åt sidan. Att en trave eller enstaka skiva är ”rå” kan också konstateras genom att dess färg är ljusare. Högsta tillåtna temperatur i en trave är enligt företagets skriftliga instruktion 60 °C.

Emballering sker vid exportleveranser med sträckfilm av plast, som viras runt travens vertikala sidor. Dessförinnan har skyddsskivor av sekunda kvalitet placerats på travens sidor och topp. Emballeringen sker direkt efter travningen. Inplastning är en åtgärd som endast tillämpats under det senaste året. Vid övrig emballering används papper.

Lastade travar körs med gaffeltruck till ett kallmagasin i nära anslutning till fabriksbyggnaden, där de enligt företagets praxis av brandsäkerhetsskäl förvaras under viss tid innan utleverans sker. När SHK:s undersökning inleddes var förvaringstiden fyra dygn. Den utökades sedan till fem dygn och är numera sju dygn. Under helger när produktion inte pågår sätts brandvakt ut.

#### *Hantering av processvatten*

I produktionen uppkommer vid pressningen av massasuspensionen ett pressvatten, ”bakvatten”, som kontinuerligt pumpas direkt tillbaka i processen till beredning av ny suspension. Under dygnet den 22–23 september 1993 uppstod driftstopp i bakvattenpumpningen, varvid massasuspension pressades ut i bakvattensystemet.

Förlust av vatten uppkommer under tillverkningen genom spill och genom att skivorna för med sig en väsentlig mängd vatten till torkanläggningen. Denna förlust kompenseras genom tillförsel av nytt vatten som tas direkt från Ljusnan. Själva spillvattnet förs till en sedimenteringsbassäng utomhus, varifrån överskottsvattnet leds ut till Ljusnan. I detta utsläpp görs omfattande provtagning som redovisas i avsnitt 2.6.1 nedan. Bassängen tar också emot spillvatten från det kommunala värmeverket och från olika dagvattenledningar.

Sediment som samlats på bassängens botten förs tillbaka till produktionen med hjälp av en slampump som med en travers förs över bottensedimentets yta. I enlighet med miljömyndighetens krav tömdes tidigare också bassängen helt en gång per år och det gamla sedimentet deponerades. Sådan tömning för år 1993 utfördes under våren. Numera krävs inte sådan årlig tömning eftersom sedimentet kontinuerligt återpumpas till produktionsprocessen.

Återpumpning av sediment gjordes under den aktuella tillverkningsperioden vid flera tillfällen. Sedimenthalten i suspensionen kan enligt uppgift ha uppgått till högst ca 8 %. Returmaterialet återinfördes i processen omedelbart före raffinörsteget varför god och jämn inblandning bör ha varit tillfredsställande säkerställd. Senare har detta förbättrats genom att retursedimentet kontinuerligt förs in vid defibratorsteget.

### *Det aktuella partiet träfiberskivor*

Partiet omfattade 10, 16 och 19 mm tjocka skivor av standardutförande samt 12 mm tjocka specialskivor ("cake board", "ivory faced" och "white painted"). Skivorna var i formatet 1220 x 2440 mm utom "cake board" som hade formatet 1220 x 1220 mm. Totalt omfattade partiet 78 lastpallar, varav 48 pallar med "cake board", 5 pallar med "ivory faced", 5 pallar med "white painted", 9 pallar med 19 mm standard, 9 pallar med 16 mm standard och 2 pallar med 10 mm standard.

Partiet tillverkades, som tidigare nämnts, under dygnen den 24–26 september. En översikt av tillverkningen ges i bilaga 3. Vid denna tid hade företaget stor efterfrågan på leveranser och låg något efter i produktionsprogrammet.

### *Transport av träfiberskivor*

Vid utleverans för export via Combi Shipping AB lastas skivpaketet med gaffeltruck på täckt lastbil och fraktas av fristående åkeriföretag från Ljusne till Gävle. Där lossas godset och ställs upp direkt på lastramar, s.k. mafivagnar, i Combi Shippings magasin. Från detta magasin lastas sedan partiet in i fartyget enligt uppgjord lastplan. Lastpartiet skickas normalt från Ljusne bara någon dag före inlastningen på fartyget.

### *Självantändningsrisken*

Som nämnts finns en självantändningsrisk i nytillverkade och travade porösa träfiberskivor. Antändningsmekanismen är i princip väl känd och dokumenterad inom branschen. Självantändningen orsakas av en fysikalisk process, som kan igångsättas om de travade skivorna torkats hårt och fukt därefter tillåts tränga in i dem. Om skivorna har för hög temperatur när de travas kan detta dessutom vara en bidragande orsak. Den energiavgivning som sker då fukt absorberas och kondenserar i fibermaterialet kan leda till en så hög temperatur att en autooxidation av omättade organiska föreningar i materialet, såsom t.ex. harts, startar. Detta kan i sin tur leda till kolning av materialet och till att glödbland uppkommer. Förutsättningarna för en sådan process är särskilt gynnsamma under senhösten när luftfuktigheten ofta är hög. De flesta bränder eller brandtillbud som förekommit har också inträffat under denna årstid. B Samma fysikaliska förlopp kan uppkomma om en eller flera "råa" skivor, som alltså inte torkats tillräckligt, lagras i ett paket med i övrigt torra skivor. Då kan fuktvandring från det "råa" materialet och kondensation av denna fukt ske i de torra skivorna. B Begynnande överhettning märks genom en sur lukt (ättikssyra) från oxidationsprocessen och är lätt att identifiera för en initierad person. En icke initierad person torde dock inte förbinda lukten med en begynnande antändningsprocess.

Brand och brandtillbud p.g.a. självantändning var tidigare relativt vanliga, speciellt under en period då man tillsatte alun till suspensionen för att möjliggöra senare färgning av skivorna. Sedermera har tillbud förekommit endast någon gång per år under den stabiliseringsperiod om fyra dygn i kallager, som tidigare generellt tillämpats innan utleverans skett. Sedan SHK:s undersökning inletts har, som tidigare nämnts, denna period utökats till numera sju dygn.

### *Vädret under aktuell period*

Enligt väderuppgifter från SMHI avseende Söderhamn – 12 km norr om Ljusne – samt Gävle – 60 km söder om Ljusne – föll något lite regn under den 24 och 25 september. I Söderhamn var temperaturen under tiden den 24–26 september ca +8 °C. Därefter rådde uppehåll och kyligare väder som gav upphov till dimma på

nätter och morgnar. Den relativa luftfuktigheten var den 24 och 25 september 70–80 %, den 26:e 60–70 % och den 27:e 50–80 %.

I Gävle var vädret likartat och under tiden den 27–29 september efterhand kyligare med uppklärnande och lätt nattfrost samt tidvis morgondimma. Den relativa luftfuktigheten var 60–80 % med nattvärden upp till 88 %.

## 1.8 Brandbekämpningen

De initialt vidtagna åtgärderna ombord på fartyget möjliggjorde att branden kunde hållas nertryckt till glödbland medan fartyget gick mot Gotland och så småningom kunde tas till kaj i Storugns. Brandbekämpningsförloppet därefter behandlas i rapport B.

## 1.9 Sjöräddningstjänsten

MRCC Stockholm Radio larmades från fartyget den 1 oktober kl. 03.55. Fartygets befälhavare begärde beredskap för eventuell förvärrad situation och uttryckte önskemål om helikopter och rökdykare. MRCC ombesörjde omedelbar helikopterberedskap på Visby flygplats, informerade helikopterdivisionen på Berga samt fastställde kustbevakningens fartygs positioner.

Under den fortsatta radiokontakten med fartyget kom sjöräddningen och befälhavaren överens om att lastrummet inte skulle öppnas till sjöss.

Kl. 07.01 delegerade MRCC till MRSC Tingstäde Radio att hålla sambandet med fartyget och koordinera arbetet med räddningstjänsten på Gotland. Fartyget ankom till Kappelshamnsviken kl. 08.00 och ankrades upp. Helikoptern från Visby lämnade av fyra rökdykare och ett brandbefäl från Gotlands räddningstjänst på fartyget kl. 10.27. Senare fördes fartyget in till kaj och förtöjdes där kl. 14.35, varefter släckningsarbetet vidtog.

## 1.10 Övrigt

### 1.10.1 Uppgifter från fartygsbefälet

Befällets beskrivning av händelseförloppet överensstämmer med vad som framgår av avsnitt 1.1.

### 1.10.2 Uppgifter från tillverkaren av träfiberskivor

De uppgifter om tillverkning och utleverans, som lämnats av företrädare för företaget, har redovisats ovan under avsnitt 1.7.1.

### 1.10.3 Uppgifter från utlastaren

Combi Shipping AB opererar två systerfartyg, varav Baltic Link är det ena, på routen Gävle B England (Hartlepool, Chatham) B Holland (Terneuzen). Varje fartyg gör en rundresa på två veckor.

Last som skall tas ombord mellanlagras i Combi Shipping AB:s kallmagasin vid Granuddsterminalen och rangeras så att effektiv lastning skall kunna ske med hjälp av mafivagnar och truckar.

Combi Shipping AB ombesörjer genom sin ”supercargo” lastplaneringen och

avstämning av denna med fartygsbefälet. Han gör också en sista besiktning av lasten före fartygets avgång.

Det aktuella partiet med träfiberskivor hade enligt följesedel ankommit den 27 september och lastades den 29 september på kvällen som sista parti på huvuddäcket. Träfiberskivor ingår i de flesta skeppningar och volymen uppgår till ca 100 ton per vecka.

Under lagring och lastning förekommer inga arbetsmoment som skulle kunna ge en indikation om förhöjd temperatur i skivpaketen. Någon lukt eller annat tecken på överhettning i det aktuella partiet hade inte märkts. Magasinet har dock mycket stor volym och stor luftväxling genom de stora, oftast öppna, portarna och magasinets kraftiga fläktar. Avgaser från truckarna försvårar också upptäckt av främmande lukter.

#### 1.10.4 Övrig information till SHK

Sedan SHK inhämtat att självantändning förekommit i två andra partier träfiberskivor, som under aktuell tidsperiod tillverkats och levererats till köpare i Sverige, har SHK besökt den ena leveransplatsen, granskat partiet och samtalat med företrädare för köparen.

SHK har gått igenom tillverkarens olika protokoll med de mätetal, som noterats under den aktuella tillverkningen. Vidare har analysuppgifter beträffande vattnet i älven Ljusnan samt i tillverkarens omnämnda sedimenteringsbassäng inhämtats. SHK har också låtit analysera och jämföra förekomsten av järn-, koppar- och manganhalterna i nyproducerade skivor och kvarvarande skivor från såväl Baltic Link-partiet som det ovan nämnda ”svenska” partiet. Mätningar av temperaturförändringen i kallagrade skivor, såväl oemballerade som inplastade, har utförts. Vissa försök med inriktning på självantändning har även gjorts.

SHK har tagit del av den vid MRCC Stockholm Radio förda loggen för aktuell tid.

## 2 ANALYS

### 2.1 Brandorsaken

Branden har med full visshet börjat i partiet med porösa träfiberskivor. Detta styrks av de observationer som gjorts av såväl besättningen som räddningstjänsten. Ingenting i undersökningen tyder på att branden varit anlagd eller att den orsakats av ovarsamhet med eld. Inte heller synes branden ha uppstått på grund av något elektriskt eller annat fel ombord. Enligt SHK visar undersökningen i stället entydigt att branden uppstått på grund av självantändning i skivorna. Självantändningsprocessen analyseras närmare under avsnitt 2.6.2.

Det har inte kunnat fastläggas om branden börjat i en eller i flera travar. Sannolikheten för att en självantändningsprocess, även vid lika yttre förutsättningar, skulle starta och pågå med identiskt lika tidsschema i flera travar måste dock bedömas som liten. I samband med släckningsarbetet noterades visserligen glödande ”kratrar” på sidorna av flera travar. Det är emellertid troligt att dessa ”kratrar” uppkommit genom att travarnas utsidor antänts av redan brinnande trave/travar, varefter glödbrand fortsatt inåt i travarna sedan den öppna elden kvävts med koldioxid.

## 2.2 Fartygets last och lastning

Fartyget var som vanligt huvudsakligen lastat med trä- och pappersprodukter. Partiet med träfiberskivor var placerat akterut på huvuddäcket eftersom det jämte containrarna skulle lossas först. Partiet fyllde lastrummets bredd och dess utsträckning i fartygets längdriktning var fyra pallar eller ca fem meter. Från förkant av partiet var det ett avstånd av ungefär två meter till framförvarande parti av pappersrullar.

Träfiberskivorna stod placerade över maskinrummet. Temperaturen på däckets kan ha varit maximalt 40 °C, men var sannolikt lägre på grund av den korta gångtiden före branden. Värme från maskinrummet kan ha underlättat vidareutveckling av en självantändningsmekanism i skivorna men kan inte ha initierat den.

Det finns inga föreskrifter för lastning och skeppning av träfiberskivor. Självantändningsrisken torde inte heller ha varit närmare känd inom transportbranschen. Det finns därför inget att anmärka mot partiets placering.

Hantering av lasten från dess ankomst till terminalen med långtradare, inklusive iordningställande av lastpartier på lastbärare och ombordtagning av dessa synes ha följt normal praxis.

## 2.3 Brandförloppet

Sedan glödbrand från självantändning i åtminstone en trave nått travens utsida så att lufttillträde uppstått flammade branden upp i öppen låga. Den spred sig snabbt till resten av partiet och vidare till pappersrullarna som stod för om träfiberskivorna. Det brann med sådan intensitet att elektriska ledningar och installationer under däck i lastrummet förstördes. Avståndet mellan lastens ovansida och garagedäcket ovanför var ca tre meter. Färgen på garagedäckets däck ovanför brandområdet ”kokade”. Även neråt spred sig värmen och färgen på ett område under däck i maskinrummet värmeskadades från fartygssida till fartygssida. När koldioxidförrådet utlöstes kvävdes den öppna branden.

Kolning och glödbrand i cellulosa material sker genom reaktioner med syret i den luft som finns instängd i materialet. Denna process kan därför fortgå utan tillgång till syre från omgivande luft (jfr t.ex. kolmila) och kan således inte fås att upphöra med hjälp av koldioxid. Detta förklarar varför glödbrand och kraftig rökutveckling trots upprepade doseringar med koldioxid fortsatte ända tills vattensläckning kunde sättas in.

## 2.4 Brandbekämpningen och räddningsinsatsen

Brandbekämpningen och övriga räddningsinsatser behandlas separat i Rapport B. Här skall emellertid framhållas att fartygsbefälets och den övriga besättningens handlande enligt SHK:s bedömning var helt korrekt och föredömligt. De åtgärder som vidtogs innan brandmän sattes in var adekvata och betydelsefulla för den fortsatta brandbekämpningen.

Fartygets kontakter med MRCC Stockholm Radio och den vidare kommunikationen med MRSC Tingstäde Radio och räddningstjänsten fungerade utan anmärkning och de vidtagna åtgärderna var riktiga och ändamålsenliga.



## 2.5 Fartygets brandbekämpningsresurser

SHK konstaterar att den installerade brandbekämpningsutrustningen uppfyllde alla gällande krav.

Vattensprinkling, som endast fanns på garagedäck, godtas normalt inte i ett fartygs lastrum på grund av de stabilitetsproblem som snabbt kan uppstå genom fria vätskeytor på stora däckarealer. På garagedäcket är detta problem inte relevant eftersom inbyggnaden av däcket har en öppning i sidopanelerna längs hela dess längd nere vid däcket. Hade partiet med träfiberskivor transporterats på detta däck hade sannolikt goda möjligheter förelegat att på ett lättare sätt med hjälp av sprinkling hålla branden under kontroll tills slutlig släckning kunde ske.

Den mängd koldioxid som fartygets system rymde räckte till att temporärt sänka syrehalten i de berörda utrymmena så att den öppna branden kvävdes. Att koldioxiden därefter långsamt började läcka ut från lastrummet var oundvikligt. Till slut skulle detta ha kunnat medföra att glödbranden åter hade blossat upp i öppen eld. Om fartyget därvid hade befunnit sig längre ut till havs skulle ingen annan brandsläckningsresurs ha funnits för besättningen än den riskfyllda åtgärden att med användande av andningsapparater försöka släcka branden med vatten från fartygets brandposter. Det kan inte uteslutas att fartygets säkerhet därvid skulle ha varit i fara.

Enligt SHK:s mening bör last av porösa träfiberskivor och liknande material i största möjliga utsträckning placeras i utrymmen med möjlighet till vattensprinkling. Under de senaste åren har olika högtryckssprinklingssystem utvecklats, vilka har stor brandsläckningsförmåga utan att tillföra stora vattenmängder.

## 2.6 Porösa träfiberskivor

### 2.6.1 *Tillverkningen i Ljusnefabriken*

Tillverkning av porösa träfiberskivor har fört en tynande tillvaro i Sverige under de senaste årtiondena. De stora skogsbolagen har inte längre någon verksamhet inom detta område utan tillverkningen har tagits upp av mindre företag. Utomlands finns fortfarande en stor marknad för träfiberskivor och det finns också en viss inhemsk efterfrågan från tillverkare av dörrar och andra inredningselement. Den normala inhemska försäljningen av skivor för byggnadsändamål har dock praktiskt taget upphört. De fabriker som ännu är i drift uppges vara gamla. Den i Ljusne skall dock vara den senast uppsatta och mest moderna. Vid sina besök i fabriken har SHK noterat att produktionsanläggningen hålls påfallande ren och fri från avfall och annat skräp som kan påverka produkten eller utgöra brandfara i fabrikslokalerna.

Produktionsprocessen har i huvudsak följt den av tradition rådande men en väsentlig rationalisering har skett beträffande erforderlig personalinsats.

För verksamheten finns arbets-, övervaknings- och säkerhetsinstruktioner som utarbetats under det senaste året och som är tydliga och detaljerade. Produktionen förefaller också bedrivas av motiverad och kunnig personal. De försiktighetsmått som är vidtagna återspeglar medvetenhet om riskerna för självantändning och brand.

#### *Processövervakningen*

De provtagningar och registreringar av processdata som görs är omfattande sett i relation till verksamhetens storlek. En översikt över de mätvärden och prover som

tas framgår av bilaga 4. Det synes som om denna övervakning av processen sköts med omsorg och kompetens. Tidpunkter för och omfattningen av återpumpning av sediment från utomhusbassängen har dock inte registrerats.

Det driftsstopp, som under dygnet den 22–23 september uppstod i bakvattenpumpningen, resulterade i att massasuspension pressades ut i bakvattensystemet. Detta fick därefter renspolas till sedimenteringsbassängen, vilket medförde förhöjd halt av suspenderade ämnen i denna. Det kan inte uteslutas att äldre avlagringar innehållande föroreningar, såsom metallpartiklar, kan ha frigjorts vid denna renspolningsoperation. I övrigt har ingenting kunnat noteras i mätvärden eller mätprotokoll, som skulle kunna förklara eller ens antyda en ökad självantändningsbenägenhet hos skivor tillverkade under den aktuella perioden.

Det åligger företaget att utföra omfattande provtagning i det utgående vattnet från sedimenteringsbassängen. Dessutom utför kommunen egen provtagning. En översikt över denna provtagning framgår av bilaga 5. Ingenting anmärkningsvärt har framkommit ur provprotokollen utom den något förhöjda halten av suspenderade ämnen i utgående vatten vid det tillfälle då renspolning av bakvattensystemet blev nödvändig.

#### *Aktuella träfiberskivor*

I det för perioden gällande leveransprogrammet hade tillverkningen av skivorna, som skulle fraktas med Baltic Link, planerats in under dygnet den 24–26 september. Detta hade enligt uppgift blivit nödvändigt på grund av det stora leveransbehovet och att andra leveranser också tvingats ges hög prioritet. Partiet tillverkades i omgångar från ca kl. 12 den 24 september till ca kl. 12 den 26 september då den sista delen, 19 mm tjocka skivor, lämnade kapningen och paketerades.

Ingenting i SHK:s undersökning tyder på att något onormalt inträffat under tillverkningsprocessen.

### 2.6.2 *Självantändningsprocessen*

Självantändning i porösa träfiberskivor, massa- och pappersbalar, spånhögar och liknande har varit föremål för omfattande utforskning och dokumentation. Närbesläktat är självantändning i flishögar, torvupplag m.m.

I samtliga fall är det fråga om ett händelseförlopp i två steg. I det första steget måste temperaturen i materialet höjas till 80–100 °C. Det kan ske genom en fuktupptagningsprocess, såsom är fallet i torra spån- och fiberskivor, eller genom en biologisk nedbrytningsprocess, såsom är fallet i fuktiga flis-, spån- och torvhögar. Därefter startar det andra steget, en oxidationsprocess som leder till kolning och därefter glöd. Om sedan luft får tillträde till glödhärden flammar elden upp.

Fuktupptagningsprocessen i träfibermaterial uppstår om materialet är kraftigt torkat och innebär att omgivningsfukt sugas in i materialet. Därvid frigörs dels kondensationsvärme från den upptagna vattenångan, dels absorptionsvärme då vattnet sugas upp i cellulosamaterialet. På grund av fiber materialets låga specifika värme och dåliga värmeledning kan den på detta sätt avgivna värmen leda till väsentlig lokal temperaturstegring. En ökning av materialets fukthalt med en procentenhet motsvarar en temperaturhöjning av ca 18 °C.

Jämviktsfukthalten i träfiber materialet vid den för årstiden normala fukthalten i uteluften ligger i intervallet 5–10 %. Med en fukthalt i det torkade materialet kring 1–2 % finns således utrymme för en fuktupptagning som kan leda till att temperaturen stiger till över 80 °C.

En förutsättning härför är dock att materialmängden har så stor volym och är så

koncentrerad att processen kan utvecklas utan värmeavgång. Mittpartiet i meter-höga travar av träfiberskivor uppfyller denna förutsättning. Fuktupptagningen måste också kunna ske relativt snabbt för att motverka värmens spridning ut i kringliggande material. En initialt hög temperatur orsakad av materialets begynnelsestemperatur efter torkningen eller en senare uppvärmning underlättar uppnåendet av den för den vidare utvecklingen erforderliga temperaturen.

Sedan denna process startat och en temperatur över ca 80 °C uppnåtts initieras en autooxidation av hartser och andra omättade organiska föreningar i cellulosa-materialet. Hög halt av harts och kåda, som är typisk för furu, ökar intensiteten på oxidationsprocessen. Finfördelning av materialet så att en stor kontaktyta uppnås mellan organiskt material och syre underlättar också processens utveckling.

Autooxidation kan även starta vid en lägre temperatur än 80 °C om materialet innehåller föroreningar med katalytisk effekt. Detta behandlas närmare i avsnitt 2.6.5.

Oxidationsprocessen är exoterm, dvs. medför fortsatt temperaturstegring om värme inte avgår, och leder så småningom till kolning av materialet. En glödhård kan bildas i centrum av en trave träfiberskivor, varefter glöden sprider sig utåt mot skivornas kanter. Enligt litteraturen når den travens utsida med fullt lufttillträde vanligen inom tidsintervallet 12–70 timmar från det att skivorna, såsom i förevarande fall, travats direkt efter produktion.

Förutsättningarna för autooxidation och därpå följande värmeutveckling har med säkerhet förelegat beträffande det nu aktuella träfiberpartiet. Däremot är förutsättningarna för utveckling av händelseförloppet i det första processteget svårare att definiera. Detta analyseras också i avsnitt 2.6.5.

De risker för självantändning, som sålunda föreligger i travar av nyproducerade porösa träfiberskivor, utgör självfallet en allvarlig fara, inte minst vid transporter. Såvida inte dessa risker elimineras före utleverans torde sådana travar vara att klassificera som "självantändande varor" enligt lagen (1981:821) om transport av farligt gods.

### 2.6.3 *Utförda prov*

I sökandet efter avvikelser i produktionsprocessen som skulle kunna förklara självantändning har SHK låtit utföra vissa prov.

Producerade skivor har vid kapning och paketering vanligast en torrhalt över 98,5 %, oftast omkring 99 %. Prov med friliggande nyproducerade skivor, som förvarats öppet i lagermagasinet, har visat att fuktjämvikt med omgivande atmosfär – dvs. en fukthalt av 6–7 % – uppkommit inom ett dygn och därefter inte förändrats nämnvärt.

Prov har vid tre skilda tillfällen tagits ur inplastade travar som stått lagrade 1, 2, 5 och 13 dygn. Inte i något fall har den ursprungliga fukthalten, som var ca 0,8 %, ökat. Ytterluften hade vid dessa tillfällen dock lägre temperatur och således också en lägre absolut fukthalt än i september. Proven anger ändå med tydlighet att plastemballeringen utgör en väsentlig spärr mot den fuktvandring, som anses vara nödvändig för att initiera en självantändningsmekanism. Provet med friliggande skivor, som relaterats ovan, utfördes under samma klimatbetingelser. En översikt över de utförda mätningarna av fuktupptagning framgår av bilaga 6.

SHK har också låtit utföra prov för att söka fastställa om föroreningar i processen kunnat förekomma och därvid verkat som katalysator i en självantändningsprocess.

Prov från rester av skivmaterial från lasten på Baltic Link, från nyproduktionen

och från skivor ur en trave, som självantänd hos en mottagare i Örsundsbro (se avsnitt 2.6.4), har tagits och halten av järn, koppar och mangan har bestämts. Samma undersökning har också gjorts på sediment från sedimenteringsbassängen. Resultaten framgår av översikten i bilaga 5. Halterna är genomgående låga även om de i sedimentet är högre än i övriga prov. Dessa resultat utesluter dock inte att, temporärt och lokalt, föroreningar av en helt annan storleksordning kan ha förekommit men som inte kan verifieras i efterhand. Möjligheten av föroreningar med katalytiska effekter behandlas vidare i avsnitt 2.6.5.

#### 2.6.4 *Andra bränder*

Två andra bränder i nyproducerade porösa träfiberskivor, tillverkade i Ljusne-fabriken under samma tidsperiod som Baltic Link-partiet, har inträffat.

Den ena branden uppstod i ett parti 12 mm standardskivor, som tillverkats den 25 september i samma tillverkningsomgång som de 12 mm skivor som fraktades på Baltic Link. Liksom Baltic Link-partiet utleverades även detta parti från Ljusne tidigare än normalt och fraktades till en mottagare i Örsundsbro. Begynnande självantändning i en trave noterades natten till den 29 september, omkring tre och ett halvt dygn efter tillverkningen. Traven kunde föras utomhus och öppnas upp, varvid brand med öppen eld flammade upp. Av den brandskadade traven framgick tydligt hur oxidation och senare kolning uppträtt i skivornas mitt och på alla nivåer genom travens höjd utom i de allra översta och understa lagren.

Den andra branden inträffade i ett parti som var tillverkat troligtvis den 22 (möjligtvis den 20) september. Partiet levererades den 23 september till ett företag i Hässleholm. Öppen brand utbröt på kvällen den 27 september. Partiet förvarades i ett kallager, i vilket en automatisk brandlarmanläggning med rökdetektorer var installerad. Trots att brandförsvarets insatstid var kort slog redan lågor ut genom byggnadens tak när brandkåren anlände. Efter ca sex timmars arbete var branden släckt. Skadorna på byggnad och lagervaror blev betydande.

Under samma period förekom också ett brandtillbud i lagerlokalen vid fabriken i Ljusne. Detta upptäcktes av den tjänstgörande truckföraren genom den karakteristiska lukten. Traven kunde föras ut och öppnas för kylning innan oxidationsprocessen kommit igång.

Några andra bränder eller tillbud har enligt uppgift inte förekommit under hela året.

Gemensamt för de olika bränderna samt tillbudet är att de uppstått i partier som tillverkats under samma period om ca en vecka. En påtaglig skillnad är dock att endast partiet till Baltic Link varit plastemballerat.

#### 2.6.5 *Möjliga orsaker till självantändningen*

Självantändning i travade porösa träfiberskivor är, som framgår av vad tidigare anförts under avsnitt 2.6.4, en fysikalisk process som kan uppträda under vissa sammanfallande omständigheter. Exakt hur dessa omständigheter skall vara kombinerade med varandra är emellertid inte känt. Den initiala uppvärmning som erfordras för att starta processen åstadkoms dock genom fuktupptagning från den omgivande luften eller genom intern fuktvandring från ”råa” skivor (skivor med lägre torrhalt än 98 %) till torra i samma trave.

Fuktvandring från ”råa” skivor till torrare synes i förevarande fall inte vara en sannolik förklaring. För detta skulle ha erfordrats enstaka skivor med en fukthalt i storleksordningen 10 % (= 90 % torrhalt). Repeterbarheten i tillverkningsprocessen talar mot att så fuktiga skivor kan komma ut från torkanläggningen, om denna

fungerar normalt. Även om så skedde skulle de med all sannolikhet observeras av maskinskötaren vid kapning och stapling genom deras ljusare färg. Skivor med 10 % fukthalt saknar enligt utsago dessutom erforderlig mekanisk hållfasthet för hantering vid kapning och travning.

Absorption av fukt från luften kan med stor sannolikhet antas ha startat den process, som ledde fram till de bränder och det tillbud som rapporterats från den aktuella tidsperioden och som gällt travar utan plastemballage. Fuktutjämning uppkommer enligt tidigare redovisade prov med friliggande skivor inom ungefär ett dygn, men tar rimligtvis längre tid i travar eftersom fuktvandringen i dem huvudsakligen sker längs skivornas plan. Ett tidsintervall av några dygn står också i överensstämmelse med tillgängliga litteraturuppgifter.

Fuktupptagning från luften kan dock i princip inte förekomma i fråga om inplastade travar, eftersom utförda prov visar att inplastningen utgör en väsentlig spärr häremot. Om däremot plastemballeringen av någon anledning faller bort eller rivs sönder föreligger dock samma förutsättningar för självantändning som för oinplastade travar. Att emballaget på någon eller några av de aktuella travarna skulle ha fallit bort är inte särskilt troligt. En sönderrivning kan emellertid mycket väl ha uppkommit t.ex. genom mekanisk åverkan under hanteringen eller genom att några travar stått uppställda i direkt kontakt med varandra så att plastemballeringarna, som har en vidhäftande yta, klibbat fast i varandra och senare rivits sönder vid flyttning av travarna.

Autooxidationsprocessen kan, som också tidigare nämnts, starta vid en lägre temperatur än 80 °C genom närvaro av en förorening med katalytisk effekt. En sådan effekt kan orsakas i första hand av metalljoner. Det är inte känt vilken halt av metaller i jonform som erfordras för att en katalytisk effekt skall uppstå. Lokala koncentrationer av en helt annan storleksordning än de som redovisas i bilaga 5 kan dock uppstå kring metallpartiklar, främst kring korrosions- eller oxidationsföreningar. Rostpartiklar kan därför utgöra en trolig källa till eventuellt katalytiskt aktiverade ställen i skivorna.

Det är inte möjligt att genom provtagning i efterhand påvisa en sporadisk förekomst av metalliska föroreningar. Metalldetektorerna i transportsystemet för inkommande sågspån indikerar bara metallpartiklar fram till första malningen. Små metall- eller rostflagor kan emellertid tillföras tillverkningsprocessen vid enstaka tillfällen genom slitage i kvarnar, raffinörer och pumpar eller genom korrosion i olika ingående komponenter och rör. Vissa ingrepp som gjordes i ”bakvatten-systemet” i samband med renspolningen dagarna omedelbart före den aktuella tillverkningen kan också ha frigjort metallpartiklar.

Föroreningar från värmecentral, dagvattenledningar m.m. som leds till sedimenteringsbassängen kan likaledes ha förekommit. Föroreningar i partikelform, som av någon anledning kommer in i det omfattande spillvatten- och sedimenthanteringssystemet, inklusive sådant från externa källor, kommer förr eller senare att återföras till massasuspensionen. Här finns således en väsentlig och okontrollerbar föroreningskälla. Retursedimentet kan också tänkas ha förhöjd halt av lågmolekylära reaktiva cellulosaföreningar, vilket underlättar en oxidationsprocess.

Förutsättningarna för en biologisk nedbrytningsprocess, initierad genom bakteriekultur i retursedimentet, bedöms som små med tanke på att träfibermaterialet värmts till nära steriliseringstemperatur i torkanläggningen och sedan, i färdiga och plastemballerade skivor, haft en torrhalt av omkring 99 %.

Ombord på fartyget stod pallarna med träfiberskivor ovanför maskinrummet. Lastrummets däck kan på den platsen enligt uppgift från maskinchefen uppnå en temperatur av ca 40 °C. I det aktuella fallet var temperaturen dock sannolikt lägre

på grund av dels den korta tid under vilken fartygsmaskineriet varit i drift före branden, dels den relativt svala ventilationsluft som hela tiden tillfördes maskinrummet. Värmetillförseln underifrån kan emellertid i viss mån ha påverkat en begynnande oxidationsprocess men bedöms inte ha kunnat utgöra en initierande faktor.

En inventering av de oskadade travar, som efter branden togs iland i Visby, visade att den del av partiet som relativt sett förstörts mest utgjordes av ”cakeboard”, där bara 3 av ursprungliga 48 travar återstod. Cakeboard har en tjocklek av 12 mm. Enligt uppgift har tidigare tillbud till övervägande del skett i tunna skivor. Tillbudet i Örsundsbro uppstod också i 12 mm tjocka skivor. Eftersom det inte har kunnat fastställas hur de olika skivsorterna varit placerade ombord kan det från inventeringen inte med säkerhet dras några slutsatser om i vilken del av träfiberpartiet som branden började. De ilandtagna travarna, som inte brunnit, uppvisade inga tecken på begynnande oxidation eller kolning i skivorna.

Det har således inte varit möjligt att med säkerhet fastställa vad som startat självantändningen. En till synes fullt möjlig orsakskedja, och enligt SHK den troligaste, är att en hanteringskada på plastemballeringen av någon trave möjliggjort fuktupptagning och att den fortsatta processen påskyndats genom förekomst av metalliska föroreningar. Värmetillförseln från maskinrumsdäcket har i viss mån också bidragit. Övriga möjliga orsakssamband anser SHK mindre sannolika med hänsyn till plastemballeringens förhindrande effekt på fuktupptagningen.

#### 2.6.6 *Möjligheter att förebygga självantändning*

En lämplig åtgärd för att förebygga självantändning efter utleverans kan vara att låta alla nytillverkade travar stabiliseras under en betryggande period, minst sju dygn, och att travar som skall emballeras med plast paketeras först därefter.

En alternativ möjlighet är att skivorna genom lätt vattensprinkling bringas till fuktjämvikt i direkt anslutning till tillverkningen. Det är visserligen bekant att sprinkling kan ge upphov till en sämre ytfinish på skivorna. Möjligheter att undvika detta genom bättre finfördelning av vattnet bedöms dock föreligga. Om färdiga skivor uppfuktas till ca 5 % fukthalt elimineras den initiala fuktvandringmekanismen och därmed också alla övriga mekanismer som kan leda till självantändning.

En ytterligare säkerhetsåtgärd kan vara att kontrollera temperaturen i alla travar direkt före utleverans genom ett i travens mitt inlagt termoelement. Det är sannolikt att man därmed snabbt och enkelt kan verifiera att stabiliserings- och nedkylningsförloppet gått normalt.

## 3 UTLÅTANDE

### 3.1 Undersökningsresultat

1. Branden har uppstått genom självantändning i ett parti med travar av nyproducerade och plastemballerade porösa träfiberskivor.
2. Tillverkningen av partiet med träfiberskivor har skett med noggrannhet och under god kontroll.
3. Användningen av plast vid emballeringen, som har gjorts i direkt anslutning till tillverkningen, var en relativt ny metod.
4. Självantändningsrisken och den initiala antändningsmekanismen är sedan länge väl känd inom tillverkningsbranschen.

5. Självantändningsprocessen startar genom att fuktig luft sugas in i det torra skivmaterialet.
6. Metalliska föroreningar i skivmaterialet, liksom i viss mån omgivande värme, kan underlätta självantändningsprocessen.
7. Plastemballering direkt efter tillverkningen förhindrar att fuktig luft sugas in i skivmaterialet, vilket vid aktuell tid var obekant för tillverkaren.
8. Transporten av partiet till fartyget samt lastningen har följt gängse rutiner.
9. Glödbrand i träfiberskivor och likartat material kan inte släckas med koldioxid.
10. Partiet fraktades i ett fartygsutrymme som saknade sprinkleranläggning, vilket har bidragit till brandens och skadornas omfattning.
11. Befälet och den övriga besättningen på fartyget har handlat riktigt i den uppkomna situationen.
12. Kommunikationen och samordningen med MRCC, MRSC och räddningstjänsten har fungerat utan anmärkning.

### 3.2 Orsaker till branden

Plastemballeringen av en eller flera travar med nytillverkade och mycket torra porösa träfiberskivor har blivit otät – sannolikt gått sönder under transporten till fartyget eller lastningen – varefter fuktig luft sugits in i traven/travarna och medfört självantändning.

Bidragande orsaker till inledningen av självantändningsprocessen kan ha varit att träfiberskivorna innehållit metalliska föroreningar samt att travarna varit placerade rakt ovanför det varma maskinrummet.

## 4 REKOMMENDATIONER

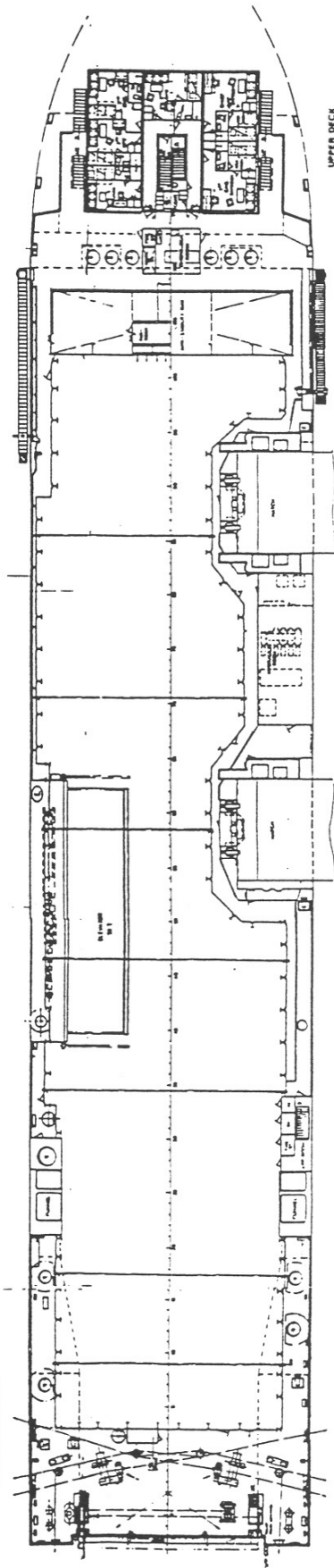
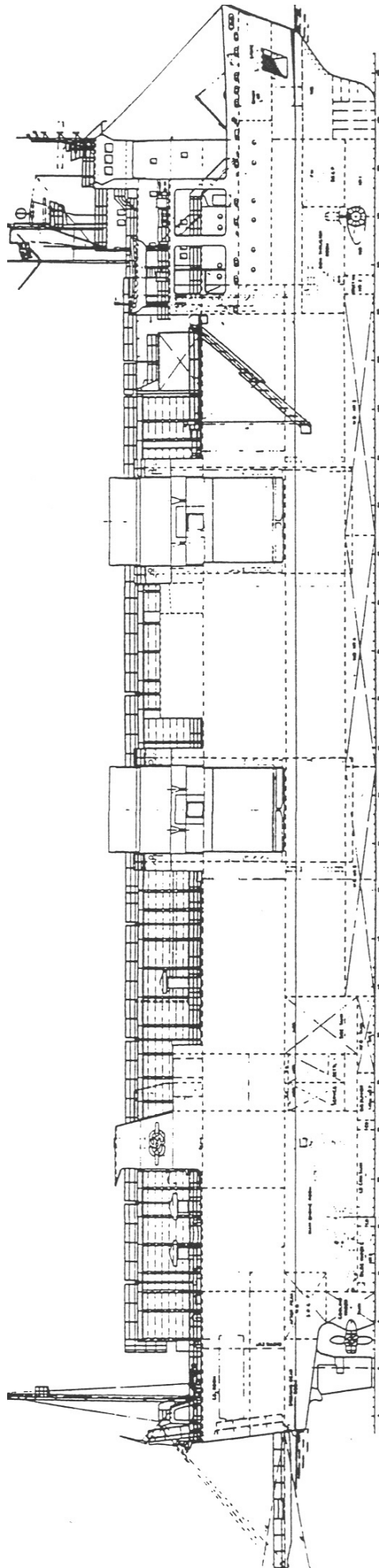
Sjöfartsverket och Statens räddningsverk rekommenderas att i samråd överväga behovet och möjligheten av föreskrifter om sådana förebyggande åtgärder att transporter av travar med nytillverkade porösa träfiberskivor kan ske med full säkerhet mot självantändning.

## 5 TILLÄGG

Efter branden på Baltic Link och övriga händelser har tillverkaren infört ett antal förändringar, som syftar till förhöjd produktkvalitet och till att förhindra självantändning. Dessa förändringar innefattar bl.a.

- vattensprinkling på torkade nyproducerade standardskivor för att höja fukthalten till jämviktswärde;
- förlängning av stabiliseringstiden från fyra till sju dygn;
- kontinuerlig återpumpning av sediment från sedimenteringsbassängen;
- modifiering av filtpresspartiet, så att torrhalten före torkningen höjs
- till ca 40 %, samt utökad kontroll av torrhalt före torkningen;
- utökad kontroll av produktionen med vattenabsorptionsprov och svällningsprov varannan timme.

Bilaga 1

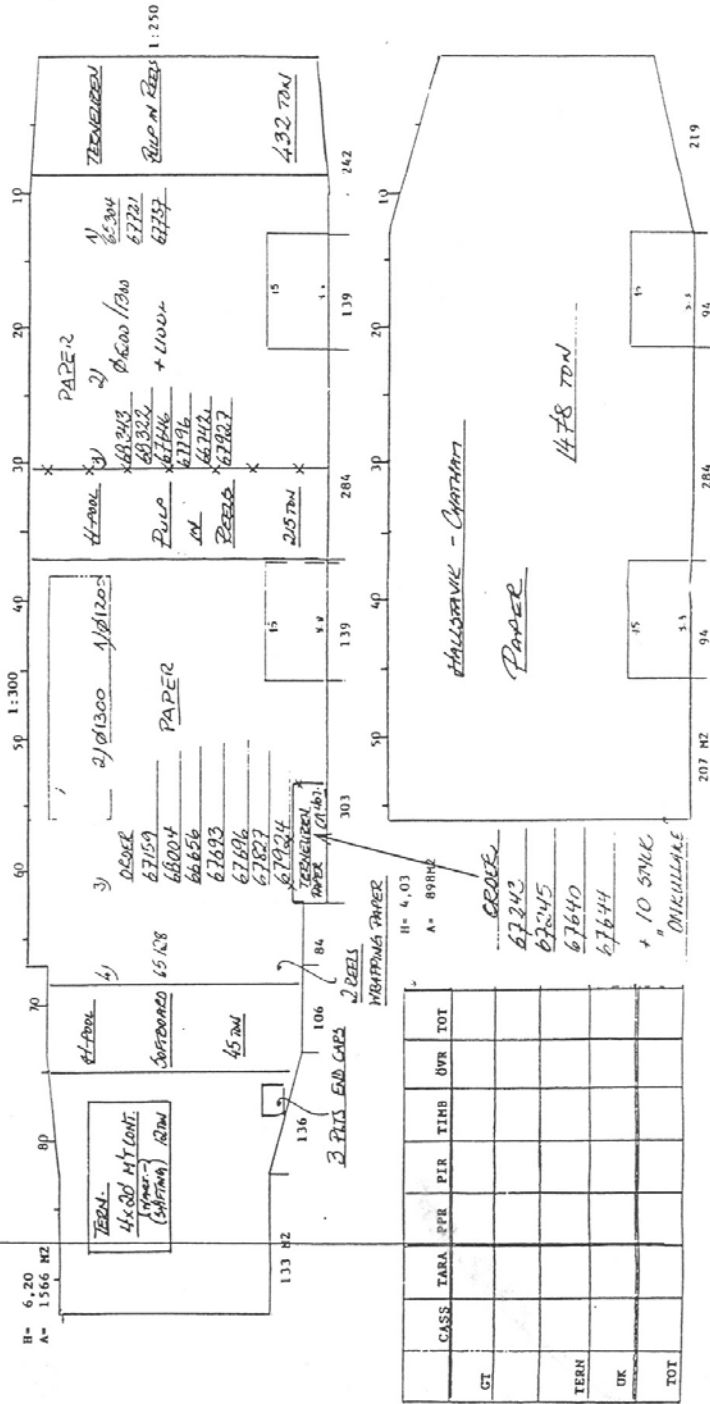
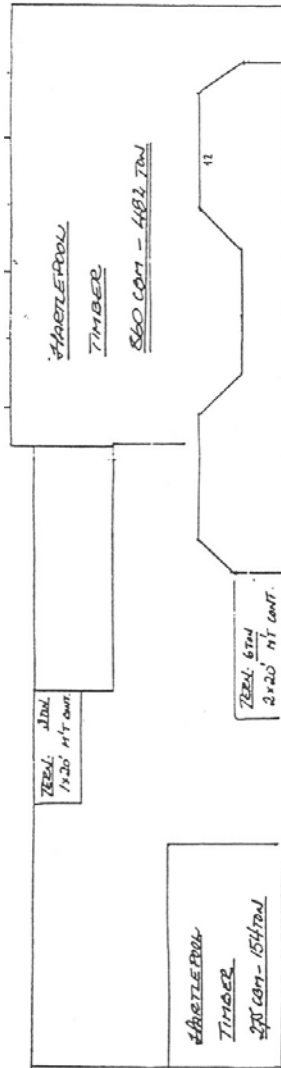


MV BALTIC LINK, GENERALARRANGEMANG  
 (utdrag och förminsning från  
 ritning nr 506 673-1000-100.20,  
 Schiffko GmbH, Hamburg)



Bilaga 2

Mv. Baltic Link  
 Voyage 20080  
 Loading SAVLE  
 HOLLANDIAVE  
 Date: 27/09/93  
 30.9.93  
 Discharging  
 SAVLE  
 HOLLANDIAVE  
 Date: 4.10  
 6.10  
 7.10  
 Total cargo: 5533 TON



Date 1993.10.01  
 Sign *[Signature]*

## Bilaga 3

## Tidtabell avseende aktuella träfiberskivor

		Tid till brand tim	Luft temp °C	Luft fukt %
24/9	00		7,4	79
	04	168	8,0	78
	08		8,1	83
	12		10,0	67
	16		9,4	67
	20		8,6	68
25/9	00		6,6	79
	04	144	7,9	71
	08		6,7	81
	12		8,8	71
	16		9,0	69
	20		8,4	73
26/9	00		6,3	73
	04	120	7,5	62
	08		7,5	60
	12		8,4	59
	16		8,1	59
	20		7,6	60
27/9	00		5,3	78
	04	96	5,8	74
	08		2,7	84
	12		11,1	47
	16		10,3	54
	20		5,4	77
28/9	00		3,9	86
	04	72	1,6	87
	08		1,5	88
	12		10,4	63
	16		10,4	55
	20		6,1	79
29/9	00		0,2	83
	04	48	-1,0	85
	08		-0,5	88
	12		12,1	45
	16		11,1	60
	20		7,3	73
30/9	00			
	04	24		
	08			
	12			
	16			
	20			
1/10	00			
	04	0		

## Bilaga 4

## Tillverkningen vid Scharin Ljusne AB

<i>Uppföljning av processparametrar</i>	<i>Prov/kontroll</i>
<b>1.    <i>Processen</i></b>	
Lufttemperatur i torksteg 1 och 2	kontinuerlig skrivare
Malningsgrad och koncentration massasuspension	3 ggr per skift
Torrhalt i skivor före tork	3 ggr per skift
Torrhalt, volymvikt och böjhållfasthet i skivor efter tork	3 ggr per skift
Temperatur i färdig trave	varje
 <b>2.    <i>Inkommande vatten från Ljusnan</i></b> (provtagning av kommunen)	
Vattenkvaliteten avseende drygt 20 olika mätvärden	10 ggr/år
 <b>3.    <i>Utgående vatten från sedimenteringsbassäng</i></b> (provtagning av Scharin Ljusne punkt a, av ackrediterade laboratoriet LV-LAB punkterna b–d)	
a)    pH-värde (surhetsgrad) samt suspensionsmängd;	dagligen
b)    COD (Chemical Oxygen Demand) – förekomst av organiskt material;	dagligen
c)    pH-värde, kväve, fosfor samt suspensionsmängd;	veckovis
d)    BOD (7) (Biochemical Oxygen Demand) – förekomst av organiska föreningar och bakterier	månadsvis

## Tillverkningen vid Scharin Ljusne AB

Mätvärden från provtagning

### 1. Bakvatten i processen, 21/12-93

Järn (Fe)	0,38 mg/l
Mangan (Mn)	2,0 mg/l
Koppar (Cu)	0,02 mg/l
Aluminium (Al)	1,0 mg/l
Kalcium (Ca)	21,0 mg/l
pH	4,3

### 2. Utgående vatten från sedimenteringsbassäng, dagliga prover

susp	60–135 mg/l (förhöjt värde 23/9 198 mg/l)
COD	670–680 mg/l
pH	6,8–7,0

### 3. Inkommande vatten från Ljusnan, Högsta och lägsta värden

	15 sept -93	1992-93	
susp mg/l	0,9	1,6	0,2
syrehalt mg/l	10,1	13,4	9,1
syremättnad %	92,0	106,0	90,0
COD mg/l	11,0	12,0	4,0
BOD(7) mg/l	0,7	1,4	0,2
Fe mg/l	0,34	0,48	0,16
Al mg/l	0,08	0,11	0,038
Mn mg/l	0,029	0,034	0,010 (endast -93)
pH	7,0	7,2	6,8

### 4. Analys av skivmaterial

	Fe, mg/kg	Cu, mg/kg	Mn, mg/kg
från Baltic Link	33	1	
ur produktionen	25	0,9	
från Örsundsbro	28	1	59
ej brandskadat	53	1,9	59
sediment	158	12,0	20

## Tillverkningen vid Scharin Ljusne AB

Fukthaltbestämning i fiberskivor

### 1. *Provbitar lagrade friliggande*

5 st prover ca 500 x 500, 10 mm standardskiva,  
tillverkade 3/1193, lufttemperatur +2 till -2 °C

Prov 1, lagringstid 0 dygn, fukthalt 1,3 %  
Prov 2, lagringstid 1 dygn, fukthalt 6,9 %  
Prov 3, lagringstid 2 dygn, fukthalt 6,7 %  
Prov 4, lagringstid 3 dygn, fukthalt 6,7 %  
Prov 5, lagringstid 5 dygn, fukthalt 7,8 %

### 2. *Provbitar ur plastemballerade travar*

a) 2 st prover ur skivor nära travens mitt, 13 mm "ivory", 1220 x 2440, tillverkade 18/11-93

Prov 1, lagringstid 1 dygn, fukthalt 0,8 %  
Prov 2, lagringstid 2 dygn, fukthalt 0,6 %

b) 1 st prov ur skiva nära travens mitt, 12 mm "ivory", 1220 x 2440 mm  
tillverkad 19/11-93

Prov 3, lagringstid 5 dygn, fukthalt 0,8 %

c) 3 st prover ur skivor på olika djup i traven, 12,5 mm "cakeboard", 1220 x 1270  
mm, tillverkade 07/12-93

(väderlek 1 vecka frost, 1 vecka regn)

Prov 4, lagringstid 13 dygn, fukthalt 0,8 %  
Prov 5, lagringstid 13 dygn, fukthalt 0,8 %  
Prov 6, lagringstid 13 dygn, fukthalt 0,9 %