



Faror och hälsorisker vid  
förvaring och transport av  
träpellets, träflis och timmer  
i slutna utrymmen

# Kunskapsöversikt

Rapport 2011:2

# **Kunskapsöversikt**

Faror och hälsorisker vid förvaring och transport av träpellets, träflis och timmer i slutna utrymmen.

Urban Svedberg, Anders Knutsson  
Arbets- och miljömedicinska kliniken, Sundsvalls Sjukhus

Mars 2011

Rapport 2011:2

# Förord

Arbetsmiljöverket har fått i uppdrag av regeringen att informera och sprida kunskap om områden av betydelse för arbetsmiljön. Under kommande år publiceras därför ett flertal kunskapsöversikter där välrenommerade forskare sammanfattat kunskapsläget inom ett antal teman. Manuskripten har granskats av externa bedömare och behandlats vid seminarier på respektive lärosäte.

Rapporterna finns kostnadsfritt tillgängliga på Arbetsmiljöverkets webbplats. Där finns även material från de seminarier som Arbetsmiljöverket har arrangerat i samband med rapporternas publicering.

Den arbetsgrupp vid Arbetsmiljöverket som har initierat och organiserat framtagandet av översikterna har letts av professor Jan Ottosson. Vi vill även tacka övriga kollegor vid Arbetsmiljöverket som varit behjälpliga i arbetet med rapporterna.

De åsikter som uttrycks i denna rapport är författarens egna och speglar inte nödvändigtvis Arbetsmiljöverkets uppfattning.

*Jan Ottosson*

# Inledning

Att träpellets, träflis och timmer har sitt ursprung ur naturliga råvaror har säkert bidragit till att vaksamheten för de faror som finns förknippat med dessa tillsynes ofarliga produkter inte fått den uppmärksamhet som är befogat. Riskerna finns dokumenterade i vetenskapliga studier och i samband med olyckor även uppmärksammade i massmedia och fackliga tidskrifter och via riktade seminarier och föredrag till berörda grupper och branschorganisationer. Trots detta fortsätter allvarliga olyckor att inträffa.

Den sammantagna bilden av förvaring och transport av träpellets, flis och timmer i slutna utrymmen är förvånansvärt komplex. Syftet med denna rapport är att ge en beskrivning av de väsentligaste riskerna, hur de uppstår och hur de kan undvikas. Fokus ligger på riskerna med gasformiga emissioner av främst kolmonoxid och syrebrist, då dessa varit orsaken till de allvarligaste olyckorna. Övriga risker med damning och brandrisker behandlas endast översiktligt.

Denna rapport är sammanställd på uppdrag av Arbetsmiljöverket. Vår förhoppning är att rapporten ska vara av värde för pelletsbranschens aktörer, konsumenter av biobränslen, de som hanterar och transporterar skogsprodukter samt arbetsmiljöansvariga, skyddsombud, myndighetspersoner och andra som kan komma i kontakt med dessa frågeställningar i sin yrkesutövning.

*Urban Svedberg*

Yrkeshygieniker  
Arbets- och miljömedicinska kliniken  
Sundvalls Sjukhus

*Anders Knutsson*

Professor/överläkare  
Arbets- och miljömedicinska kliniken  
Sundvalls Sjukhus

# Innehåll

Sammanfattning.....	5
Olyckan på M/S Saga Spray.....	7
Många olyckor i slutna utrymmen.....	10
Trädbränsle i Sverige.....	12
Tillverkning av träpellets.....	13
Arbetsmiljörisker.....	14
Yrkeshygieniska gränsvärden.....	14
Gaser och syrebrist.....	15
Mätningar i planlager med pellets.....	15
Mätningar på fartyg med pellets.....	18
Mätningar i mindre pelletsförråd.....	18
Uppkomst och hälsorisker av kolmonoxid, CO.....	19
Uppkomst och hälsorisker av koldioxid, CO <sub>2</sub> .....	23
Hälsorisker - syrgasbrist.....	24
Uppkomst och hälsorisker av aldehyder.....	24
Träpellets - damm.....	25
Träpellets - mikroorganismer.....	26
Lagring av träpellets.....	27
Planlager.....	27
Storsilos.....	28
Små pelletsförråd för villor.....	29
Mellanstora pelletsförråd.....	31
Lastrum med pellets på fartyg.....	32
Brandrisker i pelletslager.....	33
Lagring av träflis och timmer.....	37
Mätningar i lastrum på fartyg med träflis och timmer.....	37
Förslag till förebyggande åtgärder.....	39
Arbetsmiljöverkets föreskrifter.....	42
Branschorganisationer - pellets.....	43
Referenser.....	44

# Sammanfattning

Riskerna vid förvaring och transport av träpellets, träflis och timmer i slutna utrymmen har inte fått den uppmärksamhet som är befogat. Tretton personer har sedan 2002 omkommit i olyckor kopplat till sådan verksamhet. De flesta olyckor har inträffat i trapphus bredvid lastrummen ombord på fartyg, men fem personer har omkommit när de gått in i förråd på land. Vid de två senaste olyckorna, i november 2010, dog en person i ett mindre villaförråd i Irland och i februari 2011, dog en gravid kvinna i ett förråd i Schweiz.

Vid förvaring i slutna utrymmen förbrukas syret och de giftiga gaserna kolmonoxid och koldioxid bildas och ackumuleras till farliga koncentrationer. I pelletsförråd är det kolmonoxid (CO) som utgör den största faran. Vid förvaring av träflis och timmer är det syrebrist i kombination med förhöjda halter koldioxid (CO<sub>2</sub>) som utgör största risken. Kolmonoxid bildas genom ofullständig oxidation av träets beståndsdelar. Irriterande aldehyder, främst hexanal, bildas i färsk pellets genom oxidation av fettsyror och kan utgöra ett arbetsmiljöproblem i planlager.

Damning är ett vanligt problem vid mekanisk hantering av träpellets och hög frekvens av gränsvärdesöverskridanden har rapporterats vid pelletstillverkning. Dammet irriterar luftvägar och ögon men kan även ge hudproblem från hartssyror. Andningsskydd med partikelfilter och heltäckande kläder kan användas för att skydda sig mot dammet.

För att fastställa om fara föreligger är mätning av kolmonoxid och syrgas ofrånkomligt. I mindre förråd görs mätning innan man går in i förrådet och vid vistelse i planlager bör personliga CO-mätare bäras hela tiden. I större planlager för pellets kan det vara motiverat att installera fasta mätare för kolmonoxid. Varken syrebrist, CO eller CO<sub>2</sub> har några varningsegenskaper och det räcker inte med vanliga andningsfilter som skydd. Är man tvungen att gå in i ett förråd med farliga nivåer är en tryckluftsmatad andningsutrustning enda lösningen.

Vid CO-förgiftning är snabb behandling med frisk luft, syrgas och eventuellt tryckkammare viktigt. En drabbad person bör följas upp med återkommande medicinska kontroller då det finns risk att sena neuropsykiatriska symptom uppkommer, vanligen inom 1-3 veckor, men det kan ta längre tid.

För att minska riskerna måste alla typer av förråd ventileras väl innan man går in i dessa. Pelletsförråd (förutom storsilos) och planlager bör byggas med självdragsventilation i grunden och med mekanisk ventilation som komplement vid behov.

Alla förråd med risk för höga nivåer av farliga gaser eller syrebrist bör vara försedda med varningsskyltar om riskerna. Ingångsdörrar och luckor bör vara reglade eller låsta så att obehöriga ej medvetet, ovetandes eller genom lek kan ta sig in. Under det att ventilering pågår bör öppna dörrar och luckor vara avspärrade med en mekanisk barriär, t ex ett rep, kedja eller gallergrind med varningsskylt om tillträde förbjudet till dess att utrymmet är bedömt som säkert att beträda.

I små och medelstora förråd bedöms brandrisken genom självantändning vara liten men utgör däremot en reell risk i industriella planlager och stora silos. Vid brand finns även stor risk för sekundär dammexplosion. Förvaring i täta tälthallar medför ökad risk för höga CO halter. Bränder i PVC-hallar kan vara besvärliga på grund av de farliga gaser som utvecklas. Riskerna med självantändning i planlager sammanfaller i regel när nivåerna av kolmonoxid är höga. Det är därför viktigt att det finns genomtänkta rutiner för ett säkert agerande vid varmgång i planlager och silos.

Det förebyggande arbetet omfattar bland annat utbildning, förbättrad ventilation, mätning av farliga gaser, personlig skyddsutrustning och skyltning. Utbildning och regelverk ersätter dock inte tekniska preventiva insatser, varav den bästa är att redan vid ritbordet eliminera riskerna med slutna utrymmen.

Arbetsmiljöverkets rekommendationer för slutna utrymmen AFS 1993:3 är tillämpbara i stort vid förvaring av träpellets, flis och timmer. Förhållandena i planlager kräver dock speciella hänsyn då de per definition inte kan anses vara slutna utrymmen.

# Olyckan på M/S Saga Spray

Helsingborg, den 16 november 2006, en lite ruggig morgon och regnet hänger i luften. Efter nattuppehållet har lossningen fortsatt av bulklastfartyget Saga Spray som anlände två dagar tidigare från Canada. Fyra lastrum med träpellets ska lossas, vart och ett med 3 000 ton. Lossningen av lastrum nr 9 påbörjades redan dagen innan. Efter ett kortare regnuppehåll avslutades arbetet klockan nio på kvällen. Den stora lastrumsluckan sattes tillbaka för att skydda den kvarvarande fukt känsliga pelletsen och luckorna till trapphusen (nedgångstrunken) lades ner på glänt.



Nu på morgonen har man återupptagit lossningen av nians lastrum. Luckorna till trapphusen öppnades helt vid sextiden för att fortsätta vädringen. Lossningen har gått enligt plan och klockan åtta var arbetet nästan avslutat. Nu är det bara den sista spillran pellets kvar i hörnen i lastrummet som inte nås av den jättelika urlastningsskopa. Det behövs en mindre maskin för att skrapa ihop detta. Stuveriets frontlastare står på kajen, en lämplig maskin för detta jobb. Med fyra

kraftiga kättingar kopplas den till landkranens skopa som ska lyfta den flera ton tunga maskinen ner i lastrummet. Men först måste en av lastrumsluckorna som delvis täcker lastrummet flyttas något med hjälp av fartygets egen gantrykran.



Traktorföraren står vid lastrums-sargen och väntar på klartecken från fartygets besättning att gå ner i lastrummet. Vägen dit går via det 14 meter djupa trapphuset, vägg i vägg med lastrummet. Han har sett hur en av fartygets matroser gått ner och öppnat den översta dörren in till lastrummet för att släppa in friskluft.

Den fillipinske lättmatrosen märker att det finns risk för regn och vet att lossningen i så fall måste avbrytas. Alla är lite småstressade och stuveri-

personalen väntar på att kunna skicka ner frontlastaren. Det är första tjänstgöringen på detta fartyg och han vill ge ett gott intryck. I våras gick han säkerhetsutbildningen och vet att lastrummen och trapphusen kan vara farliga på grund av syrebrist och farliga gaser. Det är första gången han har sett träpellets, ser inte så farligt ut, tänker han,



nästan hälsosamt, luktar lite skog. Trapphuset ventilerades några timmar redan dagen innan, så det borde räcka snart.

Så kommer äntligen ordern från båtsman. Dags att gå ner och öppna den första översta



lastrumsdörren i trapphuset, men inte längre, då luften inte är kontrollerad ännu. Syrgasmätaren och checklistan ska styrman komma med. Han tar för säkerhets skull ett djupt andetag, håller andan, kränger ner i den smala trapphusöppningen och ner på den lodräta stegen till översta avsatsen. Här finns en dörr som leder ut till själva lastrummet, den är tejpad på insidan med silvertejp för att tätas mot dammet från pelletsen. Han river snabbt bort tejpen, öppnar dörren

och tar några välbehövliga andetag i den friska uteluften. Därefter hänger han en kätting över öppningen som fallskydd.

Skulle han vänta här eller skulle han gå upp på däck för att få syrgasmätaren? Han tvekar, styrman syns inte till och stuvorna är ivriga att komma igång med lossningen innan nästa regnskur kommer. Några djupa andetag, iväg nedför trapporna, förbi dörren på andra avsatsen och efter några snabba kliv syns dörren i botten av trapphuset, 14 meter under däck. Här finns ingen silvertejp, låsvreden ställs upp - men dörren går inte att öppna! Den ger vika något men sitter fast som i ett segt klister. Han drar och kämpar men det vill sig inte. Luften i lungorna håller nu på att ta slut och han tar ett reflexmässigt andetag. Det sista den fillipinske lättmatrosen gör i livet är att slå på dörren i ett försök att påkalla uppmärksamhet.

Föraren av traktorn tycker att det drar ut på tiden. Det var ett bra tag sen matrosen gick ner för att öppna dörrarna och den översta är redan öppen – bäst att vara beredd när traktorn sänks ner. Redan efter några kliv nerför stegen och känner han att det blir svårt att andas, han fortsätter ändå. Nästan nere på botten ser han lättmatrosen ligga till synes livlös, han larmar signalmannen på radion.



Signalmannen som ska dirigera ner frontlastaren börjar ana oråd. Både lättmatrosen och traktorföraren är borta och den nedersta dörren i lastrummet är fortfarande stängd. Ingen syns till i botten på lastrummet, men han tycker sig höra något som slår. Hans radio sprakar till, det är traktorföraren som meddelar att lättmatrosen ramlat. Han skyndar sig fram genom det trånga utrymmet mellan lastrumssargerna på däck, kommer fram till trapphuset och kikar ner. Han ser inte någon och kliver ner. När han nått andra avsatsen hör han

traktorföraren ropa att det finns gas i trunken. Han ropar tillbaks, men får inget svar. Nu ser han att även traktorföraren ramlat omkull. Först nu märker han hur tungt han själv andas, förstår att något är galet. Det är svårt att stå emot ingivelsen att hjälpa de skadade, men han känner de första stickningarna i benen. Med en sista kraftansträngning tar han ta sig upp ur trapphuset och slår larm. I Helsingborg har räddningstjänsten en enhet nära hamnen och inom loppet av några minuter är de på plats.

\* \* \* \*

Denna korta *dramatiserade* återberättelse är en *fri tolkning* av händelserna på fartyget Saga Spray i Helsingborg, baserad på Sjöfartsinspektionens utredning (Sjöfartsinspektionen, 2007). Det verkliga händelseförloppet kan vara svårt att fastställa. Skildringen försöker istället ge en inblick i omständigheterna kring en verklig olycka och hur man som inblandad kanske tänker i en pressad situation. I Sjöfartsverkets utredning framkommer det senare att mycket höga halter av den giftiga gasen kolmonoxid (CO) i lastrummet läckt ut till det oventilerade trapphuset. Dörrarna mellan trapphuset och lastrummet hade tejpats för att förhindra att damm skulle tränga in i trapphuset vid lastningen. Den nedersta dörren var tejpade från lastrumssidan och skälet till att matrosen inte kunde öppna den inifrån trapphuset. Fartyget hade rutiner för tillträde till slutna utrymmen. Ett moment som störde rutinen kan ha varit att lastrumsluckan behövde flyttas med båtens egen kran innan traktorn kunde sänkas ner. Traktorföraren överlevde men drabbades efter en vecka av vad man tror är földeffekter av kolmonoxidförgiftning och blev allvarligt invalidiserad. Fem personer från besättningen, stuveriet och räddningspersonalen fick söka sjukhusvård för lättare skador orsakade av kolmonoxid.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap har producerat en informationsfilm på DVD som redogör för risker kring fartygsfrakter av träprodukter. Skildringen tar avstamp i olyckan på Saga Spray med intervjuer av flera inblandade (Ulfsson, 2009).

# Många olyckor i slutna utrymmen

Flera olyckor med dödlig utgång har inträffat ombord fartyg med laster av träpellets, träflis eller timmer. På land har olyckor skett i förråd med träpellets. För varje allvarlig olycka kan man misstänka att det finns ett flertal icke rapporterade tillbud. I tabell 1 har vi sammanställt de olyckor i Europa som vi känner till med dödlig utgång sedan 2002.

**Tabell 1** Kända dödsolyckor med anslutning till lagring eller transport av träpellets, flis och timmer i Europa 2002-2010.

2002	Rotterdam	En stuveriarbetare dog på fartyget Weaver Arrow. Gick ner i trapphus intill lastrum med pellets. <i>Källa: 1<sup>st</sup> World Pellet Conference 2002, Stockholm</i>
2005	Gruvön	En matros dog på fartyget Eken. Gick ner i trapphus intill lastrum med massaved. <i>Källa: Transportstyrelsen, Sjöfartsverkets rapportserie B 2006-2.</i>
2006	Helsingborg	En matros dog på fartyget Saga Spray. Gick ner i trapphus intill lastrum med pellets. En stuveriarbetare blev allvarligt skadad, flera i räddningspersonalen fick lättare skador. <i>Källa: Transportstyrelsen, Sjöfartsverkets rapportserie B 2007-1</i>
2006	Skelleftehamn	En matros dog på fartyget Noren. Gick ner i trapphus intill lastrum med träflis. <i>Källa: Svensk Sjöfartstidning nr 1-2007.</i>
2007	Timrå	Två personer, en matros och kaptenen dog på fartyget Fembria. Gick ner i trapphus intill lastrum med timmer. <i>Källa: Sekotidningen juni 2007.</i>
2007	Finland	En person dog. Gick in i mindre pelletsförråd på land, ca 10 ton <i>Källa: Vasa arbetarskyddsdistrikt, Finland</i>
2008	Finland	En person dog. Gick in i mindre pelletsförråd på land, ca 10 ton <i>Källa: Vasa arbetarskyddsdistrikt, Finland</i>
2009	Bornholm	Två besättningsmän dog på fartyget Amirante. Gick ner i trapphus intill lastrum med pellets, lastat dagen före. <i>Källa: Polismyndigheten på Bornholm, Rönne</i>
2010	Tyskland	En person dog. Gick in i landförråd med 150 ton pellets. <i>Källa: Propellets, Österrike</i>
2010	Irland	En person dog. Gick in i villaförråd med 7 ton pellets <i>Källa: Health &amp; Safety Authority, Dublin, Ireland</i>
2011	Schweiz	En gravid kvinna dog. Gick in i landförråd avsett för 100 ton pellets. <i>Källa: Neue Luzerner Zeitung 9 feb 2011</i>

Tretton döda på nio år, finns det fler? En genomgång av olyckor i internationell sjöfart, utförd av Marine Accident Investigators' International Forum (MAIIF) visar på 93 rapporterade dödsfall i slutna utrymmen sedan 1998. Bedömningen är dock att mörkertalet är stort då ett flertal länder inte rapporterat (MAIIF, 2010). Det är svårt att få en samlad bild och i synnerhet kring olyckor på fartyg, då det är varje enskilt flaggningsstat som har det yttersta ansvaret att utreda olyckor oberoende var i världen de sker.

I Sverige ska alla olyckor och tillbud utredas som sker på svenskt territorialvatten, även ombord utländska fartyg. Det är Statens haverikommission som oberoende instans gör dessa utredningar. Haverikommissionen utreder dock endast vissa allvarliga eller principiellt intressanta sjöolyckor. Arbetsmiljöverket har inget tillsyns- eller utredningsansvar ombord ett utländskt flaggat fartyg i svensk hamn om inte svensk landanställd personal är inblandad, men kan ändå vara behjälpliga vid utredningar. Finns ingen misstanke om brott är det inte säkert att det görs en polisutredning. All tillgänglig ursprunglig information samlas dock i Transportstyrelsens sjöfartsavdelnings SOS (SjöOlycksSystemet).

Från och med 17 juni 2011 gäller skärpta krav att flaggstaten inom 12 månader ska utreda och rapportera alla allvarliga olyckor enligt EU Directive 2009/18/EC. Rapporterna ska därefter registreras i FNs Sjöfartsorgan IMOs databas GISIS (Global Integrated Shipping Information Service, <http://gisis.imo.org>). Inom EU ska rapporten registreras i EMCIP (European Marine Casualty Information Platform, [www.emsa.europa.eu](http://www.emsa.europa.eu)).

Vissa olyckor, även allvarliga, kanske inte blir ordentligt utredda och ibland kan man få intrycket att en del olyckor aldrig har hänt. Fortfarande är det svårt att få fram information om olyckan på Weaver Arrow i Rotterdam år 2002. Varken den, eller olyckan på Fembria i Timrå 2007 är registrerade i GISIS eller EMCIP. I EMCIP, under rubriken "Occupational accidents" är det endast Saga Spray-olyckan som är registrerad av de olyckor som har skett i Sverige.

För att information och kunskap om risker snabbare ska kunna spridas har ett databassystem INSJÖ utvecklats av Sveriges Redareförening och Transportstyrelsens sjöfartsavdelning i samarbete med berörda fackföreningar. Systemet kan larma rederier och fartyg direkt om speciella risker och farliga situationer och har en sökbar erfarenhetsdatabank ([www.insjo.org](http://www.insjo.org)). Förhoppningen är att systemet ska utökas till ett gemensamt system för de nordiska länderna.

Sex av olyckorna i tabell 1 med sammanlagt åtta döda inträffade ombord på fartyg, medan de övriga med totalt fem döda ägde rum i förråd på land. Olyckorna i landförråd i Finland och den i november 2010 i Irland visar på att faror även finns i mindre förråd. Vid olyckan i Irland kollapsade hustrun och grannen till den omkomne när de försökte rädda honom genom den lilla öppningen i förrådet. Även räddningstjänsten drabbades lindrigt. I dessa tre olyckor har personerna klättrat in i förrådet för att utföra någon slags service. Omständigheterna kring olyckan i Tyskland och den senaste i Schweiz är inte kända i detalj.

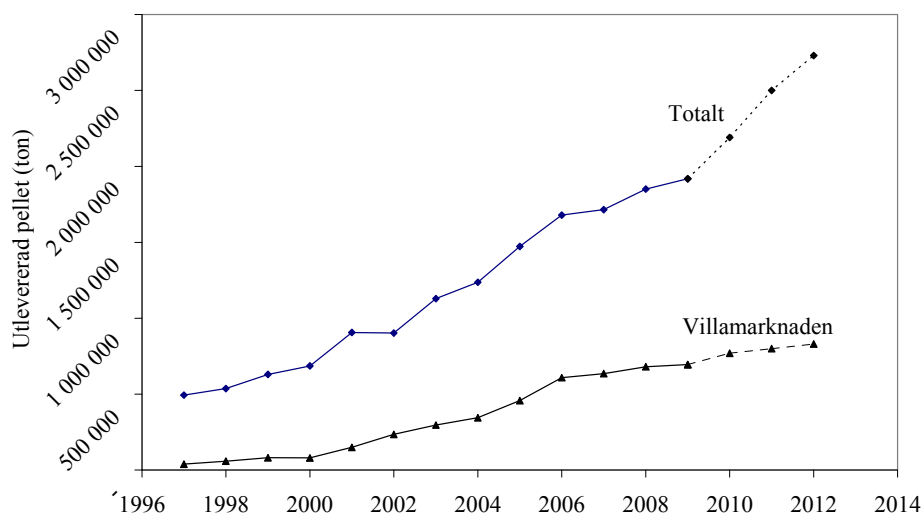
Ofta är det svårt att få fram information med hänvisning till pågående rättsliga processer. Det var först vid olyckan ombord Saga Spray i Helsingborg 2006, som de inblandade agerade föredömligt och tillät en mer öppen granskning av omständigheterna. Detta har medfört att ny kunskap kring riskerna framkommit som förhoppningsvis kan förhindra framtida olyckor. Statistiken i tabell 1 talar dock sitt tydliga språk – informationen har inte nått ut till alla.

# Trädbränsle i Sverige

Den totala energimängd som tillfördes det svenska samhället under 2008 var 612 TWh. Biobränslen och torv med mera utgjorde cirka 20 % av totala energimängden. Sågspån, träflis och bark, de dominerande formerna av trädbränslen, utgjorde 24,1 TWh medan förädlad trädbränsle såsom träpellets utgjorde 6,5 TWh. Det mesta används för industriella energibehov och i fjärrvärmeanläggningar (Skogsstyrelsen, 2011).

Sverige är en av världens största producenter av träpellets och konsumerar ca 20 % av den globala produktionen. År 2009 levererades drygt 1.9 miljoner ton pellets till den svenska marknaden (PiR, 2010). Av figur 1 framgår att denna volym nästan är en fyrdubbling jämfört med år 1997. Den prognostiserade volymen för 2012 uppgår till 2,7 miljoner ton. Cirka en 1/3 av leveranserna går till villamarknaden. År 2009 importerades cirka 900 000 m<sup>3</sup> träpellets medan 143 000 m<sup>3</sup> exporterades.

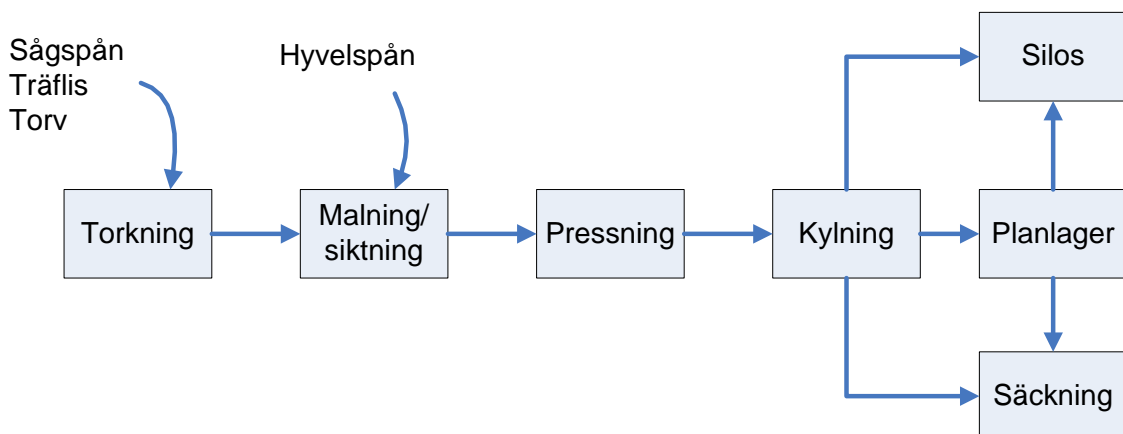
Från 2002 till 2007 steg konsumtionen av träflis bland småhusägare från 571 000 till 975 000 m<sup>3</sup>. År 2009 importerades 1,5 miljoner m<sup>3</sup> träflis medan 325 000 m<sup>3</sup> exporterades, det mesta med sjötransport. Timmer är inte i första hand ett trädbränsle men omfattas av den här rapporten då det ur arbetsmiljöperspektiv har liknande egenskaper som träflis. 4,7 miljoner m<sup>3</sup> rundtimmer importerades till Sverige år 2009 medan 1,3 miljoner m<sup>3</sup> exporterades. Importen bestod till 91 % av massaved. Sammanlagt två miljoner ton rundtimmer gick med sjötransport (Skogsstyrelsen, 2011).



Figur 1. Utleverade mängder pellets från svensk pelletsindustri (PiR, 2010).

# Tillverkning av träpellets

Träpellets tillverkas främst av sågspån, träflis och kutterspån - biprodukter från trä- och skogsindustrin. I huvudsak används de mjuka trädslagen tall och gran som råvara. Vissa pelletskvaliteter kan ha inblandning av bark eller torv. Även ren torvpellets förekommer. En detaljerad beskrivning över pelletstillverkning återfinns i The Pellet Handbook (Obernberger and Thek, 2010). Tillverkningsprocessen skiljer mellan olika fabriker men huvudprincipen är densamma och återspeglas i flödesschemat i figur 2. Råvaran mals och torkas till en fukthalt på ca 8 %. Kutterspån från hyvlerier behöver inte nödvändigtvis genomgå ytterligare torkning.



**Figur 2** Förenklat flödesschema över pelletstillverkningen och lagring

Efter torkningen siktas råvaran för att därefter under högt tryck pressas till pellets med 6 eller 8 mm diameter och 25–40 mm längd. Ligninet i träet smälter i processen och ”limmar” ihop pelleten och ger den en hård och glansig yta. Inga tillsatser behövs vid tillverkningen. Torrhalten, andel tillåten finfraktion, energiinnehåll och andra fysikaliska parametrar varierar med kvalitetsklassningen, specificerad i Svensk Standard SS 18 71 20. En ny Europastandard, EN 14961-2, kommer snart att ersätta tidigare nationella standarder ([www.cen.eu](http://www.cen.eu)).

Pelletsen paketeras därefter i smäsäckar på 16–25 kg, i storsäckar på 600–650 kg (1 m<sup>3</sup>) eller lagras löst i stora planlager eller i silos på fabrikena, varifrån transport av pellets till kund sker med bulklasterbil. Cirka 40 % av den globala produktionen av pellets transporteras kortare eller längre sträckor på lastfartyg (Melin, 2007).

Ett löpande arbete pågår att förbättra produktens olika egenskaper, t ex. genom att tillföra tillsatser, och i framtiden kan sammansättningen av träpellets se annorlunda ut. Det pågår även utveckling av metoder som inbegriper torrefaction, det vill säga upphettning under frånvaro av syrgas, i syfte att öka det specifika energiinnehållet i pelletsen (Obernberger and Thek, 2010).

# Arbetsmiljörisker

Trots att träpellets, flis och timmer i sig utgör ofarliga produkter finns risker i samband med transport och lagring som motiverar en fördjupad analys. Riskerna kan grovt indelas i a) gaser, syrebrist, b) damm c) brandrisker. Vi behandlar dessa risker under rubrikerna nedan. Fokus i denna rapport ligger på riskerna med gasformiga emissioner och syrebrist, då dessa varit orsaken till de allvarligaste olyckorna. Riskerna med damm, brand och dammexplosioner behandlas översiktligt men ska inte för den skull underskattas.

Nya produktionsmetoder kan innebära att arbetsmiljöriskerna som de beskrives i denna rapport i framtiden påverkas både positivt och negativt. Mot bakgrund av de olyckor som förekommit är en fortsatt vaksamhet kring eventuella risker med nya produktions-transport- och lagringsmetoder i hög grad motiverat.

## Yrkeshygieniska gränsvärden

Arbetsmiljöverket publicerar kontinuerligt en förteckning över aktuella svenska gränsvärden för högsta tillåtna yrkesmässiga exponering av luftburna kemiska ämnen (Arbetsmiljöverket, 2005). De som har relevans för denna rapport listas nedan i tabell 2. Något gränsvärde för syrgashalt finns inte, däremot anges det i föreskrifterna för slutna utrymmen att den bör vara mellan 20–22% (Arbetskyddsstyrelsen, 1993).

**Tabell 2** Yrkeshygieniska gränsvärden.

Ämnen	NGV	KTV
CO	35 ppm	100 ppm
CO <sub>2</sub>	5 000 ppm (0,5%)	10 000 ppm (1%)
Aceton	600 mg/m <sup>3</sup>	1 200 mg/m <sup>3</sup>
Metanol	250 mg/m <sup>3</sup>	350 mg/m <sup>3</sup>
Hexanal	Finns ej	
Pentanal	Finns ej	
Terpener	150 mg/m <sup>3</sup>	300 mg/m <sup>3</sup>
Trädamm	2 mg/m <sup>3</sup>	

NGV yrkeshygieniskt nivågränsvärde (8 timmar)

KTV yrkeshygieniskt rekommenderat korttidvärde (15 min)

