

Missfärgande mikroorganismer på råspont



Ingemar Nilsson
Ingemar Samuelson

Missfärgande mikroorganismer på råspont

Abstract

Mould stains on wood

For some unaccountable reason mould stains have occurred on wooden under layer in cold, ventilated roofs. Different concentration of nutritious substances at the surface due to temperature- and RH-conditions during the drying process of the wood might be an explanation.

Wood pieces from different saw mills dried at different conditions have been tested with regard to nutritious substances and mould growth.

The results show higher concentration of low molecular sugar and more mould growth on surfaces of wood dried at high temperature.

Key words: mould, cold roof

**SP Sveriges Provnings- och
Forskningsinstitut**
SP Rapport 2006:43
ISBN 91-85533-29-7
ISSN 0284-5172
Borås 2006

**SP Swedish National Testing and
Research Institute**
SP Report 2006:43

Postal address:
Box 857,
SE-501 15 BORÅS, Sweden
Telephone: +46 33 16 50 00
Telex: 36252 Testing S
Telefax: +46 33 13 55 02
E-mail: info@sp.se

Innehållsförteckning

Abstract	2
Förord	4
Sammanfattning	5
1 Bakgrund	6
2 Syfte och hypoteser	8
3 Genomförande	9
3.1 Erfarenheter	9
3.2 Materialinsamling	9
3.3 Mikrobiologisk analys	10
3.3.1 Provberedning	10
3.3.2 Metod	10
3.4 Kemisk analys	12
3.4.1 Provberedning	12
3.4.2 Metod	12
4 Resultat	13
4.1 Erfarenheter	13
4.2 Fuktkvot och mikrobiologisk analys	13
4.3 Kemisk analys	18
5 Utvärdering	20
5.1 Erfarenheter	20
5.2 Mikrobiologisk analys	20
5.3 Kemisk analys	20
5.4 Sammanfattande bedömning	20
6 Vidare arbete	22
7 Referenser	23

Förord

Detta projekt har initierats av inträffade skadefall. SP har även haft många förfrågningar om inträffade skador.

I projektet har en referensgrupp och en projektgrupp medverkat:

Deltagare i referensgruppen

Sigurd Karlsson, Skanska
Niklas Persson, Derome
Tomas Hermansson, Levene
Christer Josefsson, Optimera

Projektgrupp

Anders Rosenkilde, SP Träteck
Bertil Johansson, SP, provuttag, provberedning
Pernilla Johansson, SP, mikrobiologiska analyser
Annika Ekstrand-Tobin, SP, mikrobiologiska analyser
Lars Rosell, SP, kemiska analyser
Ingemar Nilsson, SP, projektledning
Ingemar Samuelson, SP, projektledning

Projektet har genomförts med medel från SBUF.

Sammanfattning

Oförklarlig missfärgande påväxt på råspont har uppstått i många vindar, på takutsprång och på fristående tak i carportar. En förklaring till denna påväxt skulle kunna vara att torkningen av virke orsakat en anrikning av näringsämnen på ytan och att dessa ämnen gynnat tillväxt av missfärgande svampar.

Projektet har genomförts med provvirke från olika sågverk som har torkats vid olika temperaturer. Proven har analyserats dels med avseende på förekomst av näringsämnen dels med avseende på möglingsbenägenhet på ytor som torkat fritt och på ytor där uttorkningen har begränsats av strö.

Resultaten tyder på att summahalten av lågmolekylära sockerarter är högre på ytor som torkat fritt än på ytor vid strö. Den mykologiska analysen visar större grad av påväxt på de ytor som torkat fritt.

För att kunna ge svar på åtgärder för redan inträffade skador och framför allt på förändringar för att undvika framtida problem behöver kompletterande analyser av summahalten av lågmolekylära sockerarter göras i en profil i träytan.

1 Bakgrund

SP har under många år arbetat med frågor som rör fukt i tak och risken för fuktskador i ventilerade vindar (Samuelson 1992), (Samuelson 1995). Problemen har även studerats vid FuktCentrum i Lund (Arfvidsson, Harderup 2005). I dessa projekt visas att material i välisolerade vindar utsätts för hög relativ fuktighet vintertid. Temperaturen i dessa vindar blir obetydligt högre än temperaturen ute och det är orsaken till den höga fuktigheten. I äldre, sämre isolerade vindar är temperaturen något högre och där är också den relativa fuktigheten något lägre. I flera byggobjekt har man fått synlig påväxt av missfärgande mikroorganismer på underlagstak i ventilerade vindar eller på undersidan av taket i carportar. Påväxten har blivit synlig först efter att taken färdigställts. Typisk skadebild är att enstaka brädor har omfattande mörk påväxt, andra brädor ingenting. Det syns ofta spår av ströläkt som legat an mot träet, se bilderna i figur 1.1.



Figur 1.1 Synlig påväxt på råspont vid takfot och i carport. Påväxt har skett relativt snabbt efter det att taken har färdigställts.

Observera att takstolskonstruktionen oftast inte har någon påväxt alls trots att den sitter i samma miljö. Virket till takstolarna är dock tagna ur centrum av stocken och innehåller därför mestadels kärnved medan råsponten kommer från stockens yttre delar vilket medför att råspont till stora delar består av splintved.

Det finns även fall där målad råspont har fått påväxt. Mönstret har varit detsamma, vissa brädor har påväxt, andra inte och även i dessa fall finns spår av strö. Den mikrobiologiska analysen visar att påväxten sitter på färgens utsida eller i färgens porer, inte på träytan.

Frågan är varför dessa skador inträffar. Det finns en uppfattning i branschen att antalet skador av denna typ har ökat under senare år. Tidsperioden överensstämmer ungefär med tiden för skador på grund av utvärdig mögelpåväxt på målade fasader (prickiga fasader).

Det finns en del fakta kring förutsättningarna för tillväxt av mögel, såsom fukt, temperatur och näring (Hallenberg, Gilert 1988), (Johansson 2006). Den intressanta frågan är vad som har hänt under den senaste tiden, om uppgiften att skadefallen har ökat är riktig. Är orsaken i så fall klimatförändringar eller finns det andra förklaringar? Är det halten av näringsämnen i träytan som förändrats beroende på olika torkklimat vid produktion av råspont eller är det förändringar i den skogliga råvaran?

En studie vid SLU (Terziev 1996) visar torkningsmetodens inverkan på fördelning av näringsämnen i virkets yta. Studien visar också virkets möglingsbenägenhet beroende på fördelningen av näringsämnen och då främst i ytskiktet. Vidare har SP Träteknik ett Formas/BIC-finansierat projekt ”Sustainable wood coatings” (Ekstedt 2004) som studerar möglingsbenägenheten på målad träpanel. Detta projekt har vissa gemensamma frågor som har utnyttjats.

2 Syfte och hypoteser

Syftet med projektet har varit att finna förklaring till varför det sker missfärgande påväxt på detta sätt på råspont samt att om möjligt finna metoder för att detta skall undvikas.

Det finns åtminstone två tänkbara förklaringar.

- A. Virket har, efter att det torkats, lagrats i paket med strö och under denna lagring har viss påväxt skett, dock inte där träet legat an mot ströläkt. Påväxten har ännu inte fått en sådan omfattning att den är synlig för ögat och när virket kommer på plats i byggnaden sker vidare tillväxt snabbt.
- B. Virket har torkats i paket med strö. Under torkningen i virkestork vandrar vattnet ut mot virkesytan och avdunstar. Socker och andra näringsämnen vandrar med vattnet och avsätts i en zon som kan vara upp till ca 2 mm tjock (Wiberg 1998), (Rosenkilde, Glover 2002) beroende på torktemperatur och luftfuktighet. Ansamling av näringsämnen sker i den zon där vattnet förångas. När virket sedan kommer på plats i byggnaden sker tillväxt i första hand där det finns näringsämnen. Där virket legat an mot ströläkten har uttorkningen inte skett på samma sätt och där har inte näringsämnena avsatts på ytan i samma mängd.

3 Genomförande

Arbetet har genomförts genom dels erfarenhetsinsamling dels analys på prover av gran och fur enligt följande:

Erfarenhetsinsamling

SP Byggnadsfysik och SP Träteknik har i sin utredningsverksamhet träffat på många skadefall av denna typ i enstaka byggnader eller i hela grupphusområden. Även andra utredares erfarenheter har samlats in.

Mikrobiologisk analys

Virke som dels brädgårdstorkats dels torkats i virkestork vid olika temperaturer har undersökts avseende möglingsbenägenhet för vissa speciellt utvalda missfärgande svampar.

Kemisk analys

Kemisk analys av virkesytor har genomförts för att visa om förutsättningarna för tillväxt (näringsämnen) skiljer mellan fritt exponerade ytor och ytor som legat an mot andra ytor.

3.1 Erfarenheter

För att få en uppfattning om omfattningen av denna typ av skador sändes en enkel enkät ut via e-post till några större skadeutredningsföretag.

I enkäten fanns två frågor:

- Hur många skadefall har ni haft av denna typ
- Hur många hus har det rört sig om

3.2 Materialinsamling

Träprover har samlats in av dels brädgårdstorkat virke dels virke som torkats i virkestorkar vid olika temperatur och relativ fuktighet. Provinsamlingen har gjorts av personal från SP Byggnadsfysik på följande sätt.

Träproven från virke som torkats i virkestorkar togs ut ur virkespaketet just efter urtag ur torken. På proven markerades var det legat strö och om träet hade torkats enkelsidigt eller dubbelsidigt. Fuktkvoten mättes med elektrisk fuktkvotmätare. Proven märktes och förseglades i plastpåsar och sändes till SP (fuktiga prover packeterades i papperspåsar för att inte riskera ytterligare angrepp). På SP lagrades proverna i ca 22 °C och 40 – 50 % RF.

Tabell 3.1 Provmaterial hämtades från fem olika sågverk och med olika torkklimat.

Sågverk	Torkklimat
1 vattenlagrat	70 °C torktemp
2	70 °C torktemp
3	nr 1-10: 71 °C torr, 65 °C våt nr 11-20: 78 °C torr, 65 °C våt
4	95 °C torr, 84 °C våt
5	brädgårdstorkat

Proven märktes med 1A1, 1A2, 1A3 osv där den första siffran betecknar sågverk, A och B betecknar att virket varit enkellagt respektive dubbellagt vid torkningen och den sista siffran är ett löpnummer.

3.3 Mikrobiologisk analys

3.3.1 Provberedning

Syftet med den mikrobiologiska delen av projektet har varit att jämföra känslighet för angrepp av missfärgande svampar hos virke som torkats vid olika temperaturer.

Innan proverna behandlades på annat sätt gjordes en okulär kontroll av förekomst av mikroorganismer med följande skala:

	Bedömning	Motsvarande standardklassning
0	Ingen missfärgning	Inga synliga angrepp
1	Missfärgning, skrapmärken eller mögel	Liten eller mycket spridd påväxt
2	Definitiv förekomst av mögel eller blånad	Fläckvis eller svagt spritt angrepp

Fig 3.2 Skala för okulär kontroll av proverna.

På de prover som fått bedömningen 2 i den okulära kontrollen enligt ovan gjordes en mikroskopering med följande bedömningskala:

0	ingen påväxt
I	sparsam påväxt
II	måttlig påväxt
III	riklig påväxt
IV	mycket riklig påväxt

Fig 3.3 Skala för mikroskopering av prover som fått bedömningen 2 vid okulär kontroll.

På träproverna markerades läge för strö. Inför den mikrobiologiska provningen sprutades sporer i en vattenlösning på en yta som innefattade både strö och icke strö.

3.3.2 Metod

En sporsuspension tillverkades av *Cladosporium sp* och *Auerobasidium sp*. Detta är svamparter som visat sig vara vanliga på prover på råspont med de problem som denna rapport behandlar. De svampar som användes vid försöket var också odlade från sådana prover. Sporsuspensionen tillverkades med 10 000 sporer/ml och art och spreds med 0,4 ml på varje prov.

Som kontroller sprayades sporelösningen på dels sterila filterpapper som doppats i flytande maltagar dels en maltagarplatta. Denna kontroll gjordes även på varje enskild mögelarts sporelösning. Kontrollerna visades att sporelösningen var vital och att betingelserna i klimatskåpet var goda eftersom tillväxt skedde inom ett par dagar.

Proverna inkuberades i 90 % RF och 22 °C.



Figur 3.4 Sporsuspensionen sprutas på en yta på provkropparna som innefattar både ströad och icke ströad yta.

Det som bedömdes i denna provning var den missfärgning som kunde ses med ögat. Utbredningen av påväxten bedömdes med jämna mellanrum och graderades enligt tabell 3.6.



Figur 3.5 Provbitarna på plats i klimatskåp.

Följande femgradiga bedömningsskala användes vid den visuella kontrollen:

Tabell 3.6 Skala för bedömning av påväxt vid den visuella kontrollen.

0	Inga synliga angrepp
1	Liten, eller mycket spridd, påväxt
2	Fläckvis eller svagt spritt angrepp
3	Fläckvis kraftigt angrepp
4	Rikliga angrepp över hela ytan eller fläckvis kraftiga angrepp
5	Mycket kraftigt angrepp över hela materialet

3.4 Kemisk analys

3.4.1 Provberedning

Provbitarnas splintsida respektive kärnvedssida bestämdes och den sida som sporbesprutats på parallellprovet för möglingsbenägenhet kryssmarkerades med en svart spritpenna.

Provet placerades över en låda av grå plast, en masonitbit pressades över som lock och strömrådet frästes bort till ett djup av 1,5 mm. Materialet som samlats i lådan föstes samman och lades i en steril petriskål. Vid hela provhanteringen användes handskar för att undvika hudkontakt med de hyvlade/frästa spånet. Skålen märktes och tejpades ihop. Lådan blåstes ut med tryckluft mellan varje provtagning.

Träprovbiten med de bortfrästa ströytorna placerades i en liten planhyvel som gjorts ren med tryckluft. En plastpåse placerades i lufttuset som vanligen ansluts till spånsugen. Med hjälp av en handrörelse in i planhyvels lufttussug skrapades spånet ner i en plastpåse.

De på dessa sätt preparerade proverna 1A4, 1A5, 2A6, 2A7, 3A1, 3A2, 4B3, 4B4, 5B16 och 5B17 lämnades till SP Kemisk Analys.

3.4.2 Metod

Bestämning av kvävehalt och summahalten av lågmolekylära sockerarter, dvs glukos, fruktos och xylos i träprov, bestående av hyvelspån av varierande storlek.

Sockeranalysen: Till ungefär hundra milligram av proven tillsattes 2 mL vatten. Blandningarna värmdes till 60 grader under 15 minuter. Efter tillsats av 0,5 mL acetonitril, värmdes proven till 80 grader under ytterligare 60 minuter.

Efter kylning och filtrering injicerades extrakterna på en LC-kolonn (Prevail Carbohydrate ES 5 μ m partikel storlek, 1500 mm x 4,6 mm). Mobilfasen bestod av två eluenter, vatten och acetonitril. Flödes hastigheten var 0,2 ml/min i en linjär gradient: 0 min; 50/50 vatten/acetonitril, 15 min; 25/75 vatten/acetonitril. Individuella sockerarter (glukos, fruktos, sukros) bestämdes med APCI LC-MS. De flesta resultaten är medelvärden av två parallellprov.

Kväveanalysen: Kväveanalysen har utförts på en LECO-CHN 2000 elementäranalysator. Inför analysen maldes proven till mindre fraktioner. Som kalibreringsmaterial användes EDTA och Bionorm 3. De flesta resultaten är medelvärden av tre parallella prov.

4 Resultat

4.1 Erfarenheter

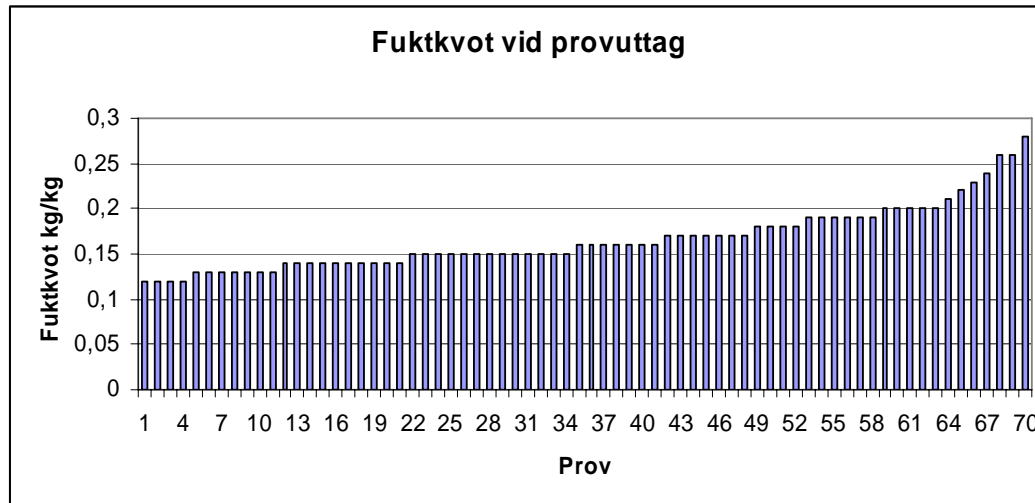
En snabbt genomförd, enkel enkät till några institutioner och skadeutredare som kommer i kontakt med olika typer av skador gav följande resultat:

Institution/företag	Antal skadeutredningar med denna typ av skada	Ca antal byggnader där dessa skador har förekommit
SP Byggnadsfysik	Ca 25	Ca 150
SP Träteck	Ca 20	Ca 20
AK-konsult	6	Ca 50
Munters Torkteknik AB	Ca 5	Ca 5

Utöver dessa rapporterade utredningar i byggnader har alla i större eller mindre grad fått frågor som rör denna typ av skador. Skadetyper har dykt upp på senare tid och det verkar som om antalet fall ökar i antal från år till år.

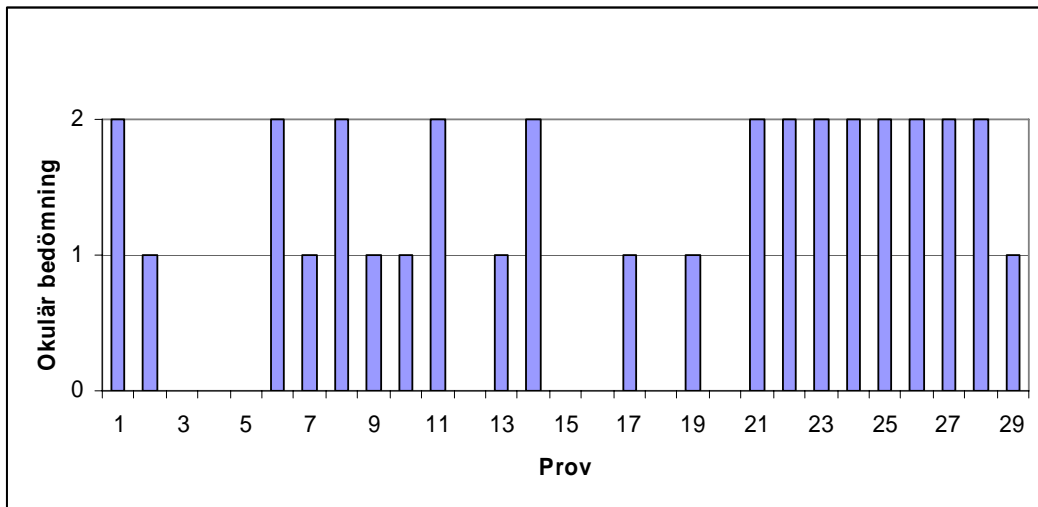
4.2 Fuktkvot och mikrobiologisk analys

Fuktkvoten som mättes med elektrisk fuktkvotsmätare på plats när proverna togs ut efter torkningen varierade mellan 0,12 och 0,28 kg/kg. Medelvärdet var 0,16 kg/kg och av 70 mätvärden var 7 högre än 0,20 kg/kg.



Figur 4.3 Fuktkvot mätt vid provuttag.

Vid ankomsten till SP gjordes en okulär bedömning av proverna. En tvåa i diagrammet nedan är en bedömning att provet hade synlig påväxt av mikroorganismer redan vid provtagningstillfället.



Figur 4.4 Okulär bedömning av prover.

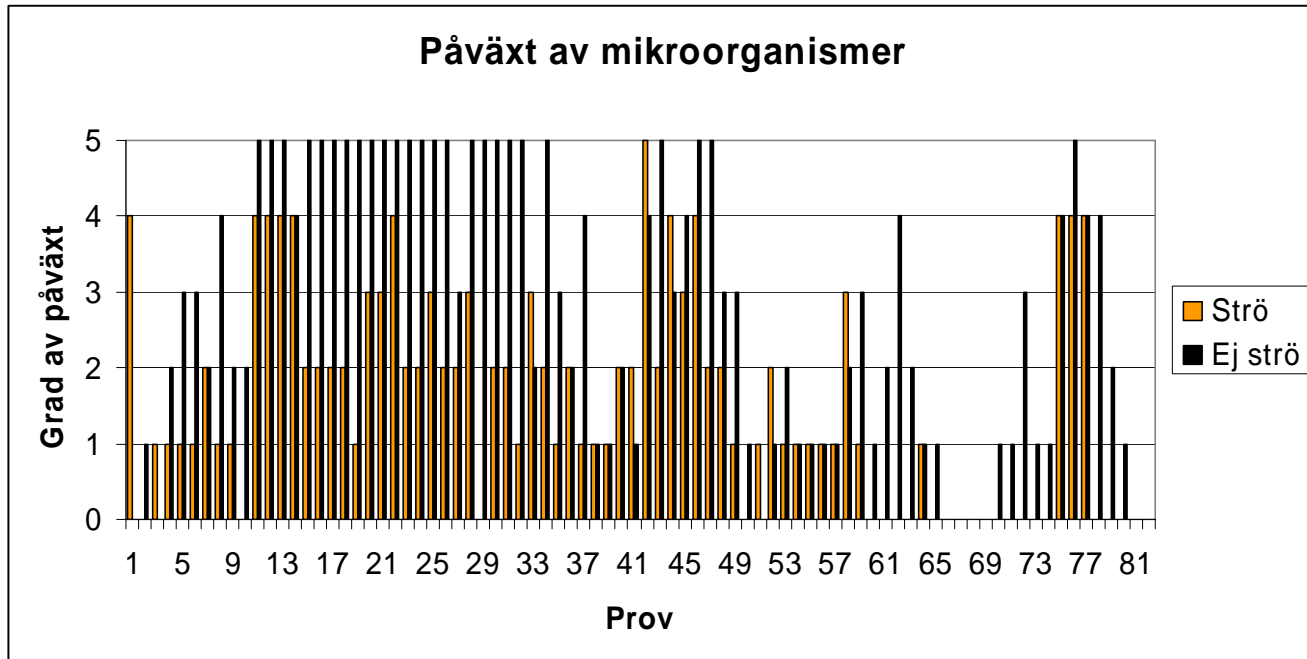
Samtliga prov med bedömningen 2 mikroskoperas och då konstaterades att alla dessa prov hade påväxt i olika grad, se följande tabell som redovisar samtliga resultat. Efter denna första bedömning besprutades proverna med spörlösning och förvarades i klimatskåp. I följande tabell sammanfattas fuktkvot, okulär mykologisk kontroll före och efter klimatprovningen.

Tabell 4.2 Sammanfattning av fuktkvot samt okulär mykologisk kontroll före och efter klimatprovningen.

Prov	Fuktkvot vid provuttag	Okulär kontroll före klimatprov	Mikroskopi för prov med bedömning 2	Okulär kontroll efter klimatprov ströad yta	Okulär kontroll efter klimatprov ej ströad yta
1A1		0		4	1
1A2		1		0	0
1A3		0		1	2
1A4		1		1	3
1A5		0		1	3
1A6		0		1	2
1A8		1		2	4
1A9		1		1	2
1A10		0		1	2
2A1	0,12	2	II		5
2A2	0,14	1		4	5
2A3	0,16	1		4	5
2A4	0,15	2	II	4	4
2A5	0,16	2	II	4	5
2A6	0,15	2	II	2	5
2A7	0,14	1		2	5
2A8	0,15	0		2	5
2A9	0,16	0		2	5
2A10	0,16	2	II	1	5
2B11	0,15	1		3	5
2B12	0,14	2	II	3	5
2B13	0,28	1		4	5
2B14	0,22	2	III	2	5
2B15	0,26	0		2	5
2B16	0,17	0		3	5
2B17	0,19	2	III	2	3
2B18	0,12	1		2	5
2B19	0,19	0		3	5
2B20	0,13	2	II		5
3A1	0,14	1		2	5
3A2	0,13	1		2	5
3A3	0,14	1		1	2
3A4	0,13	0		3	5
3A5	0,14	2	I	2	3
3A6	0,13	0		1	2
3A7	0,14	0		2	4
3A8	0,12	0		1	1
3A9	0,13	0		1	1
3A10	0,13	0		1	2
3B11	0,13	0		2	1

Prov	Fuktkvot vid provuttag	Okulär kontroll före klimatprov	Mikroskopi för prov med bedömning 2	Okulär kontroll efter klimatprov ströad yta	Okulär kontroll efter klimatprov ej ströad yta
3B12	0,14	0		2	4
3B13	0,17	0		5	5
3B14	0,12	0		2	3
3B15	0,14	1		4	4
3B16	0,18	0		3	5
3B17	0,15	0		4	5
3B18	0,17	0		2	3
3B19	0,14	0		2	3
3B20	0,15	0		1	1
4B1	0,26	-			
4B2	0,23	2	I	1	1
4B3	0,19	1		2	2
4B4	0,24	0		1	1
4B5	0,16	0		1	1
4B6	0,17	0		1	1
4B7	0,17	2	I	1	1
4B8	0,15	1		1	2
4B9	0,16	2	I	3	3
4B10	0,2	1		1	1
5B1	0,18	1			2
5B2	0,16	2	IV		4
5B3	0,2	0			2
5B4	0,17	1			1
5B5	0,15	2	III	1	1
5B6	0,15	0			0
5B7	0,15	0			0
5B8	0,15	1			0
5B9	0,15	0			0
5B10	0,15	1			1
5B11	0,19	0			1
5B12	0,19	2	III		3
5B13	0,18	2	IV		1
5B14	0,2	2	IV		1
5B15	0,17	2	IV		4
5B16	0,2	2	III	4	5
5B17	0,19	2	III	4	4
5B18	0,18	2	III	4	4
5B19	0,2	2	IV		2
5B20	0,21	1			1

Efter att proven förvarats i klimatskåp gjordes en slutlig okulär bedömning av graden av påväxt i en femgradig skala. I figuren nedan visas resultatet av denna okulära bedömning för ytor med och ytor utan strö.



Figur 4.5 Resultat av okulär bedömning för ytor med och utan strö.

4.3 Kemisk analys

Resultaten av haltbestämningarna av kväve respektive summa sockerarter i träproven uttrycks i tabellen nedan. Sockerhalten är bestämd från dubbelprov och kvävehalten från trippelprov när inget annat anges. Provkoderna med bokstaven S på slutet avser material från ströbelagd yta.

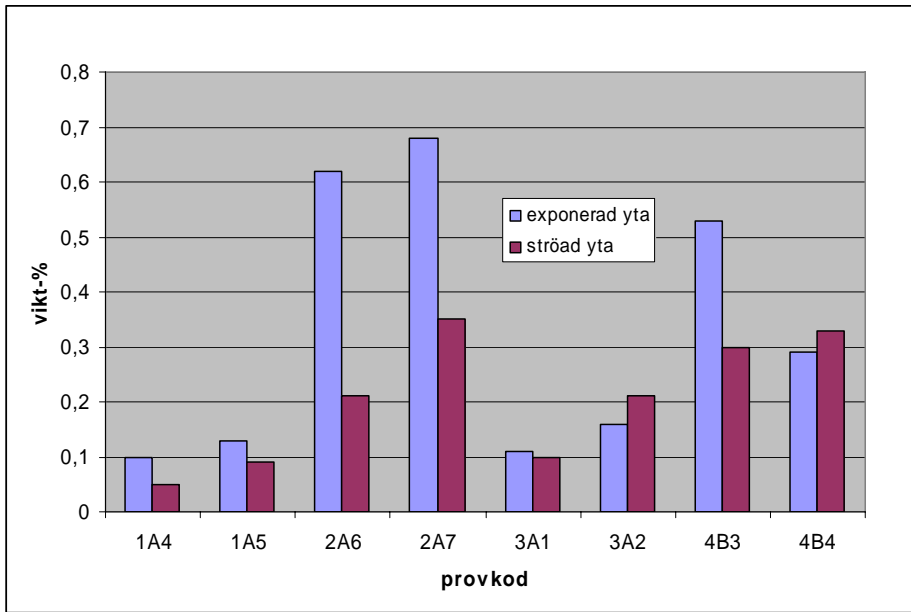
Tabell 4.1 Resultat av haltbestämning av kväve respektive summa sockerarter i träprov.

Prov-märkning	Summa sockerhalt (vikt-%)	Std-avvikelse	Kvävehalt (vikt-%)	Std-avvikelse
1A4	0,10	0,03	0,057	0,002
1A4S	0,05	0,00	0,044	0,0016**
1A5	0,13	0,01	0,076	0,0045
1A5S	0,09	0,00	0,063	0,0073
2A6	0,62	0,17	0,068	0,0023
2A6S	0,21	0,02	0,051	0,0045
2A7	0,68	0,02	0,085	0,0023
2A7S	0,35	0,04	0,067	0,0058
3A1	0,11	0,01	0,088	0,0025
3A1S	0,10	*	0,087	*
3A2	0,16	0,01	0,087	0,0047
3A2S	0,21	*	0,072	0,0037**
4B3	0,53	0,02	0,055	0,0008
4B3S	0,30	0,00	0,054	0,0022
4B4	0,29	*	0,053	0,0018
4B4S	0,33	0,04	0,059	0,0032
5B16	< 0,02	-	0,042	0,0021
5B16S	< 0,02	-	0,048	0,0031
5B17	< 0,02	-	0,092	0,0037
5B17S	0,03	0,01	0,077	0,0025

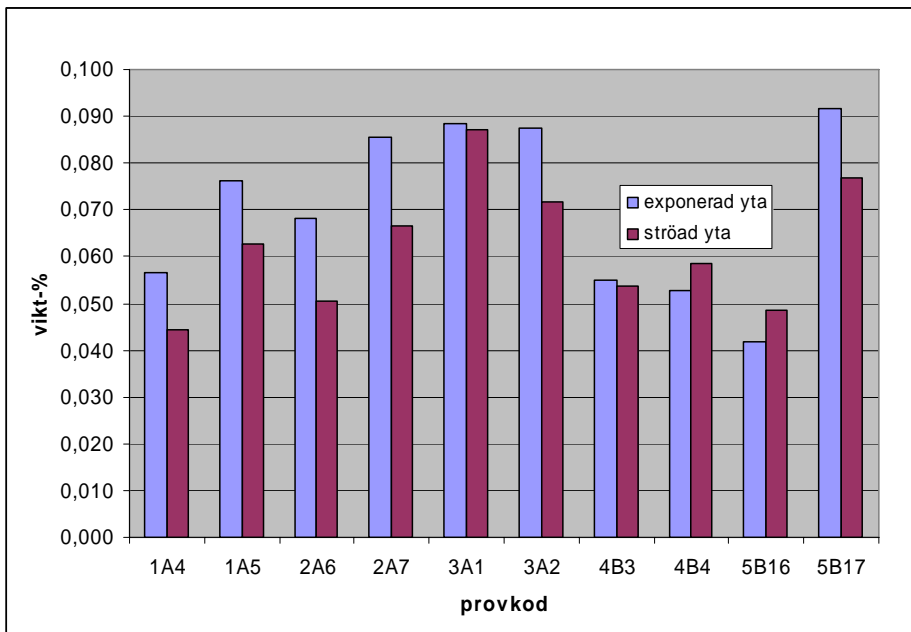
* endast enkelprov (inte tillräckligt med material för dubbelprov).

** endast dubbelprov, övriga kvävehalter trippelprov

Resultaten visas även i diagramform.



Figur 4.1 Summahalt av enkla sockerarter i träproven.



Figur 4.2 Kvävehalt i träproven.

5 Utvärdering

5.1 Erfarenheter

Enkäten visar att det finns många skadefall och att utredarna får många förfrågningar om denna skada.

5.2 Mikrobiologisk analys

Av totalt 78 prov som utvärderades på ströad och inte ströad yta gjordes följande bedömning:

Mest påväxt på ströad yta Antal prov	Lika grad av påväxt på båda ytorna Antal prov	Mest påväxt på inte ströad yta Antal prov
2	22	54

Av resultaten finns en tendens till mer omfattande påväxt av missfärgande mikroorganismer på ytor som inte varit ströade dvs ytor som har kunnat torka fritt.

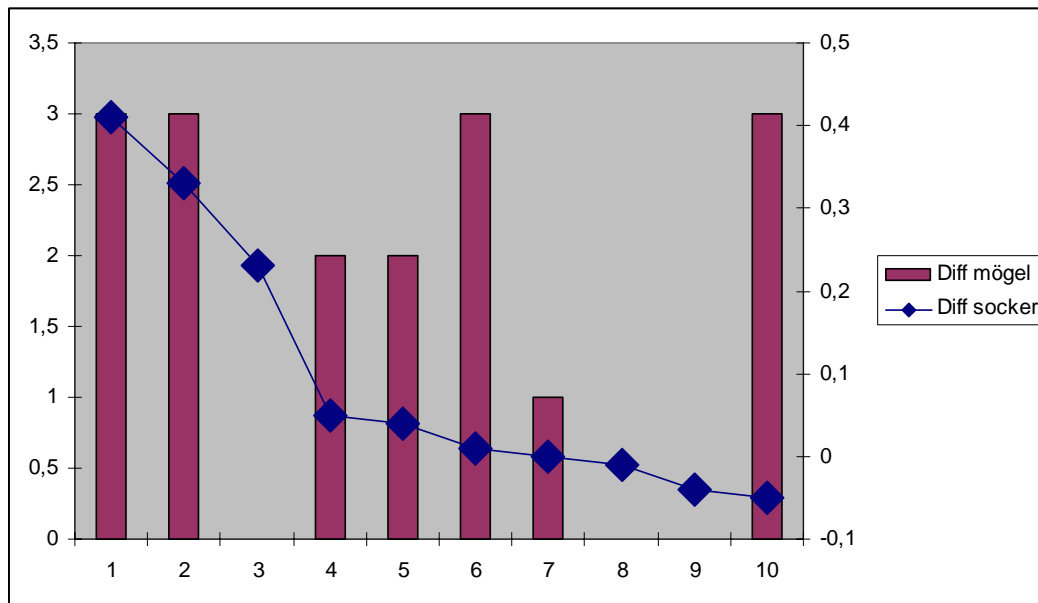
5.3 Kemisk analys

Analyserna visar låg sockerhalt på brädgårdstorkat virke, högre på övrigt. Motsvarande skillnad finns inte i kvävehalt.

Sockerhalten på ströad yta, dvs där uttorkningen skett långsammare, är lägre än på övrig yta. Kvävehalten är ungefär lika hög oberoende av hur uttorkningen har skett.

5.4 Sammanfattande bedömning

En sammanställning av resultaten från mikrobiologisk och kemisk analys visar att de ytor som har kunnat torka fritt har högre grad av påväxt och dessa ytor har också oftast högre sockerhalt vilket skulle kunna vara en förklaring till tillväxten. I figur 5.1 visas en sammanställning av resultat från de tio prov där sockeranalys och analys av påväxt gjorts parallellt. Resultaten visar en samvariation för sju av de tio proven. Två av proven visar omvända förhållanden.



Figur 5:1 Skillnad i mögelfrekvens och skillnad i ytvedens sockerhalt för ströade och icke ströade ytor för tio analyserade prover.

6 Vidare arbete

Antalet analyser av sockerarter och kväve har av kostnadsskäl hållits lågt. Därför kan inga tydliga samband ses och heller inga säkra förklaringar ges till vad som orsakat problemen. Resultaten tyder dock på en samvariation mellan halten av sockerarter på ytan och tillväxt av missfärgande mikroorganismer.

För att få bättre samband och även få ett bättre underlag för beslut om vad som skall göras dels i redan inträffade fall med missfärgat virke dels för att undvika framtida problem vore det därför intressant att analysera sockerhalten i träet ytterligare. Fler sådana analyser på olika prover skulle ge ett bättre underlag för slutsatser. Dessutom skulle en uppmätning av sockerhaltsprofilen i träytorna genom att analysera halten längre in i träet, förslagsvis ytterligare 1 + 1 mm på de prover där analysen gjorts av 1,5 mm ytskikt förhoppningsvis kunna förklara de uppmätta skillnaderna. Dessutom vore det intressant att analysera liknande sockerhaltsprofil i de träprover från LTH som har torkats vid riktigt hög temperatur (140 °C).

7 Referenser

Arfvidsson, J och L-E. Harderup. Fuktsäkerhet i kalla vindsutrymmen. LTH avdelningen för byggnadsfysik, Rapport TVBH-7228. 2005.

Ekstedt, J. Sustainable wood coatings. Projekt inom SP med medel från Formas/BIC, projekttid 2004-2006.

Hallenberg, N, Gilert, E. Betingelser för mögelpåväxt på trä. Klimatkammarstudier. SP RAPPORT 1988:57.

Johansson, P. Mikroorganismer i byggnader En kunskapsöversikt. SP RAPPORT 2006:22.

Rosenkilde, A and Glover, P. High Resolution Measurement of the Surface Layer Moisture Content during Drying of Wood Using a Novel Magnetic Resonance Imaging Technique. Holzforschung 56:312-317 2002.

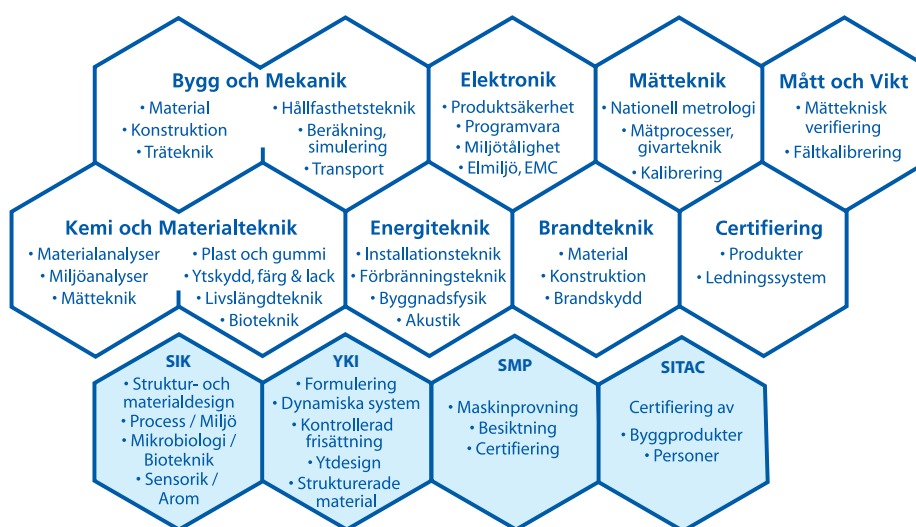
Samuelson, I. Fuktsäkrare byggnadsdelar. SP AR 1992:17.

Samuelson, I. Fuktbalans i kalla vindsutrymmen. SP RAPPORT 1995:68.

Terziev, N. Low-Molecular Weight Sugars and Nitrogenous Compounds in Scots Pine (Doctoral thesis). Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Silvestria 1996.

Wiberg, P. CT-scanning of moisture distribution and shell formation during wood drying (Licentiate thesis). Luleå University of Technology 1998.

SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut utvecklar och förmedlar teknik för näringslivets utveckling och konkurrenskraft och för säkerhet, hållbar tillväxt och god miljö i samhället. Vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling. Vår forskning sker i nära samverkan med högskola, universitet och internationella kolleger. Vi är drygt 830 medarbetare som bygger våra tjänster på kompetens, effektivitet, opartiskhet och internationell acceptans.



SP är organiserat i åtta tekniska enheter och fyra dotterbolag.

SP Energiteknik
 SP RAPPORT 2006:43
 ISBN 91-85533-29-7
 ISSN 0284-5172



SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut

Box 857
 501 15 BORÅS
 Telefon: 033-16 50 00, Telefax: 033-13 55 02
 E-post: info@sp.se, Internet: www.sp.se

A Member of

 **United Competence**