

SPÅNTAK UR ETT TRÄSKYDDSPERSPEKTIV

Skadeanalys & skadeorsaker



SPÅNTAK UR ETT TRÄSKYDDSPERSPEKTIV

Skadeanalys & skadeorsaker

- 2017 -



This paper is the property of Richter Restaurierungen Kai Richter, Dresden, Germany.
For any enquiries regarding contents and use of this material please refer directly to the author.

Contact: post@so-viel-holz.de

Hand drawings and layout by Mihaela Florea
German-Swedish translation by Johanna Mattiasson

FÖRORD

Det historiska byggmaterialet trä är än idag en självklar del av våra byggnader. Inom ramen för mitt yrke har jag varit verksam i flera olika länder. Det har givit mig möjlighet att inspektera många historiska träbyggnader och medverka vid många saneringar och restaureringar av kulturbyggnader.

Trä har använts i ungefär 3000 år för att tillverka spåntak. I slutet av medeltiden slutade man efterhand att använda spåntak på städernas byggnader på grund av brandrisken. Idag kan man fortfarande se spåntak på kulturhistoriska kyrkor och träspånen återupptäcks som byggmaterial i den moderna arkitekturen. Träspånens uppgift är att skydda byggnaden mot väder och vind. De måste vara tillverkade så att de klarar av extrema väderförhållanden utan bli förstörda av starkt solljus eller ständig fuktbelastning.

Under årens lopp har jag sanerat många kyrktak och lagt ny spåntäckning på många kyrktorn. Jag har ofta undrat varför så många spåntak har omfattande skador redan efter några decennier, trots all vår kunskap om trä som byggmaterial.

Spåntak kan tillverkas av olika typer av spån och av olika träslag. Man skiljer på de tunnare stickspånen (pärt) och de tjockare kyrkspånen (stavspån). I denna undersökning rör det sig främst om kyrkspån gjorda av furu med tjockleken 20-25 mm vid spånets bas.

Spåntak kan hålla i flera generationer och bli över 200 år gamla. Sedan urminnes tider har träspånen tillverkats av kärnveden av beständiga träslag som ek, lärk och furu. Spånen spjälkades med hjälp av en yxa till önskad form. Träspånen fästes sedan med smidda järnspik eller spik av trä för att till sist bestrykas med trätjära.

För några decennier sedan trodde man att det gick lika bra att använda sågade träspån som behandlats med stenkolstjära. Idag vet vi bättre.

Även om mina undersökningar ännu inte är avslutade, vill jag med denna rapport ge en översikt av orsakerna till skador på spåntak av kyrkspån.

På de följande sidorna beskrivs typiska skador på spåntak av kyrkspån och deras orsaker. Träets egenskaper beskrivs och jag förklarar hur träspån reagerar på fuktbelastning. Jag går dessutom in på träspånskvaliteten, fel vid läggning av spåntak, hur man fäster träspånen samt användning av trätjära. Checklisten sist i rapporten ger en överblick över de aspekter man inte får glömma om man vill garantera spåntaket en lång livslängd.

Dresden, den 20.01.2017

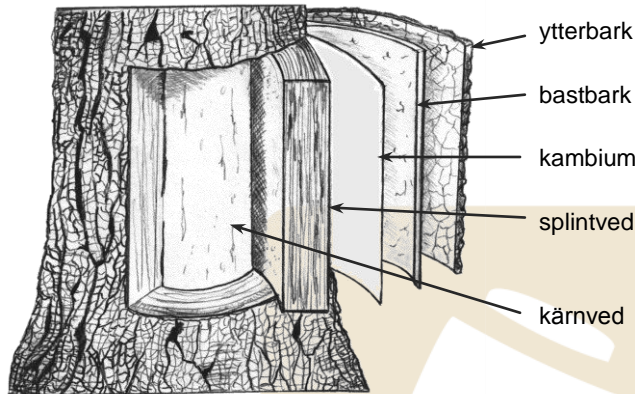
Kai Richter





VEDENS UPPBYGGNAD OCH EGENSKAPER

Växter och träd bildar syre och tar upp koldioxid som binds med hjälp av fotosyntesen. Koldioxid är en grundläggande beståndsdel av organiskt liv. I växtriket ingår koldioxiden i ett kretslopp där den omvandlas av autotrofa och heterotrofa organismer.



Vedens huvudsakliga beståndsdelar:

Cellulosa	40-53 %
Hemicellulosa	20-28 %
Lignin	15-35 %
Extraktivämnen	3-10 %

Bild 1: Trädstammens skikt

Splintveden

I splintveden sker trädets näringstransport. I denna del av trädet transporteras ämnen som socker, stärkelse och proteiner från rötterna till trädets alla tillväxtzoner. Dessa ämnen kallas för primära ämnen. Trädets celltillväxt sker i kambiet som är ett tunt lager mellan splintveden och barken.

Primära ämnen:

socker, stärkelse, proteiner



Kärnveden

Med stigande ålder utvecklar flera trädarter en mörkare kärnved som är tjockare, hårdare och tyngre än splintveden. En annan skillnad mellan kärnved och splintved är att de reagerar olika när de utsätts för fukt. Men framför allt gör de sekundära ämnena att kärnveden är resistentare än splintveden.

Sekundära ämnen:

garvsyra, färgämnen, rågummi, eteriska oljor och hartser

Bild 2: Tvärsnitt av en tall

Växter och träd använder sig av en rad kemiska ämnen för att skydda sig mot insekts- och svampangrepp. De viktigaste sekundära ämnena är **garvsyra**, **saponiner**, **alkaloider**, **stilbener**, **kinoner** och **terpener**. Dessa ämnen finns framför allt i trädets harts och kärnved. Tack vare dessa ämnen är kärnveden av trädslag som ek och bergesk (*Quercus robur* / *Quercus petraea*), lärk (*Larix decidua*) och tall (*Pinus sylvestris*) mycket motståndskraftiga mot skadeangrepp. [2]



KLIMATET OCH FUKT I TRÄ

Virke innehåller alltid en viss mängd fukt (**jämviktsfuktkvot**), som varierar beroende på det omgivande klimatet. Virkets fuktkvot bestäms av den omgivande lufttemperaturen och luftfuktigheten.

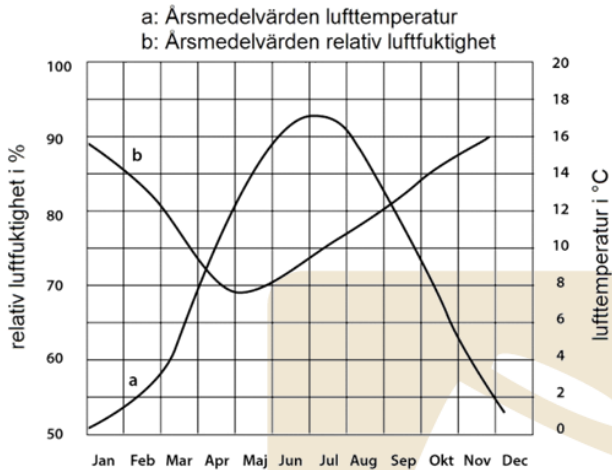


Bild 3: Årsmedelvärden för temperatur och relativ luftfuktighet i Hamburg [6]

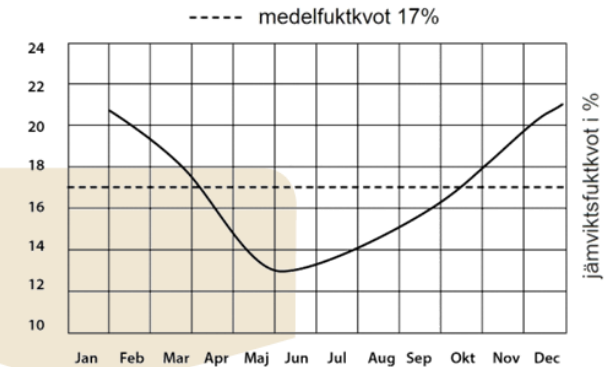


Bild 4: Fuktkvotens variationer under året i Hamburg [6]

Bild 3 visar de årliga variationerna i den relativa luftfuktigheten och temperaturen i Hamburg. Luftfuktigheten kan nå värden på mer än 90 %. Bild 4 visar hur träets fuktkvot varierar mellan (13-21%) under året beroende på klimatet. När fuktkvoten förändras sväller eller krymper träet.

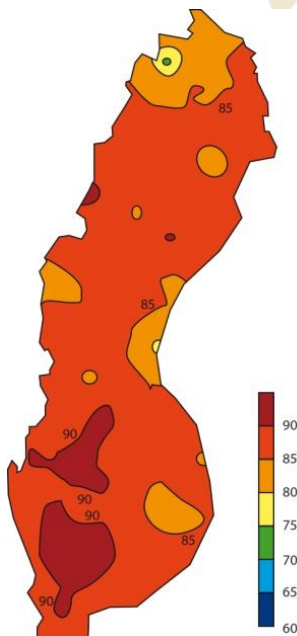


Bild 5: Januari, relativ luftfuktighet [%], medelvärden 1996-2012 [7]

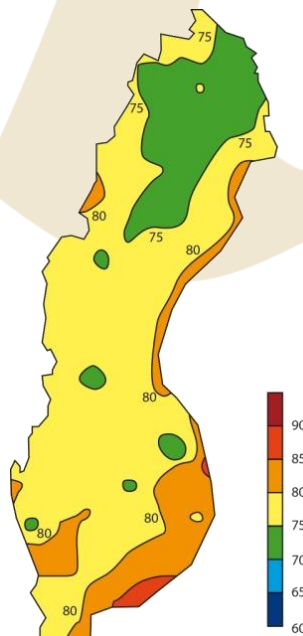


Bild 6: Juli, relativ luftfuktighet [%], medelvärden 1996-2012 [7]

Som bilderna 5 och 6 visar, är den genomsnittliga luftfuktigheten i Sverige jämförbar med luftfuktigheten i Hamburg. Beroende på årstid ligger den relativa luftfuktigheten runt ca. 70 – >90 %.

TRÄETS SORPTION

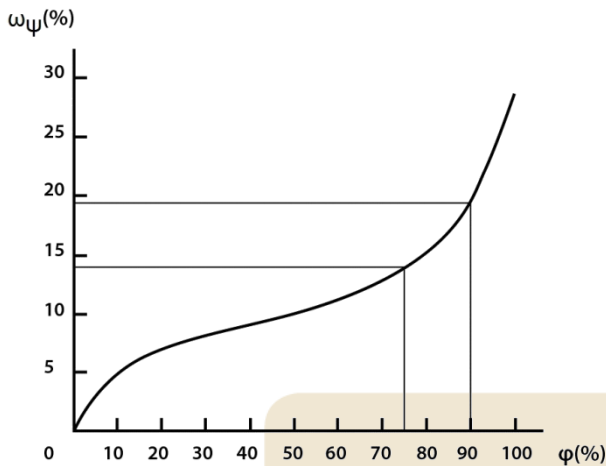


Bild 7 visar träets sorptionsisoterm. Sorptionskurvan visar hur fuktkvoten ω_{ψ} förändras vid konstant temperatur beroende på luftfuktigheten ϕ .

Som diagrammet visar förändras fuktkvoten inte konstant i förhållande till klimatet. Särskilt kan noteras att då luftfuktigheten ligger mellan (0-10%) och >80% så ökar fuktkvoten särskilt mycket i förhållande till den relativt låga ökningen av luftfuktigheten.

Bild 7: Träets sorptionsisoterm [4]

I praktiken betyder detta att när luftfuktigheten ökar från 75% till ca. 90% mellan de torra och de fuktiga årstiderna så kommer fuktkvoten att öka med ca. 7% och träet kommer då att svälla märkbart.

Bild 8 visar Keylwerths diagram som illustrerar förhållandet mellan fuktkvoten, luftfuktigheten och lufttemperaturen. Ju kallare luften är, desto högre är fuktkvoten. Med tanke på lufttemperaturens variationer under året är effekten på träet dock låg. Vid temperaturen 10°C och 92% relativ luftfuktighet har trä enligt Keylwerth en jämviktsfuktkvot på 22%.

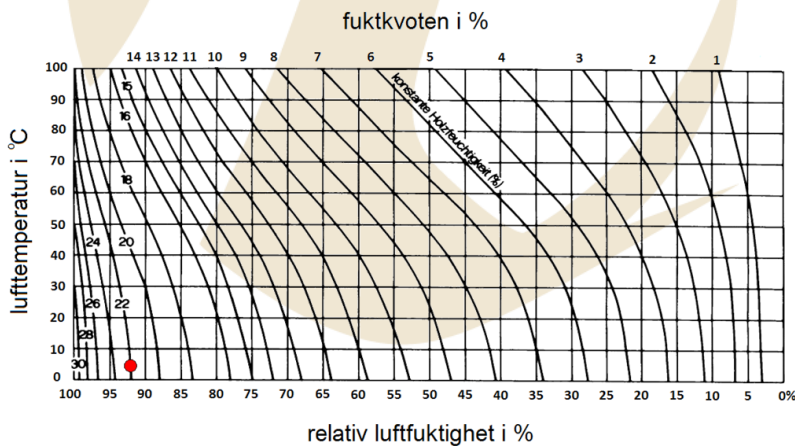


Bild 8: Diagram över jämviktsfuktkvoten i trä, Keylwerth (1949) [5]

Sammanfattning

Luftfuktigheten är särskilt hög under de kallare månaderna. Klimatförhållandena i norra Europa och Skandinavien gör att träets fuktkvot varierar mellan 12 och 22%. Träets sorptionskurva visar att fuktkvoten ökar oproportionerligt mycket då luftfuktigheten är > 80 %.

Slutsats

Då fuktkvoten kan variera upp till 10% mellan de torra och de fuktiga årstiderna måste man räkna med att träet kommer att svälla och krympa. Eftersom träspån är tunna reagerar de snabbt på förändringar i det omgivande klimatet och dimensionerna förändras inom kort tid.

KAPILLÄR FUKTUPPTAGNING

Trä är ett poröst material som innehåller kapillärer. Vid regn eller snösmälta tar virket upp fukt med hjälp av kapillärkraften. I trä transporteras fukten från de större till de mindre kapillärerna. Över fibermättnadspunkten tar träet upp fri fukt via kapillärkraften. Under fibermättnadspunkten tar träet upp fukt via diffusion. Hastigheten med vilken fukt tas upp av träspån beror främst på: [3]

- materialets tjocklek
- träslaget
- fiberriktningen
- bstrykning med trätjära

Bild 9 visar den årliga nederbördsmängden i Jönköping. Av bild 10 kan man utläsa att Jönköping i genomsnitt har 15 regndagar i månaden.

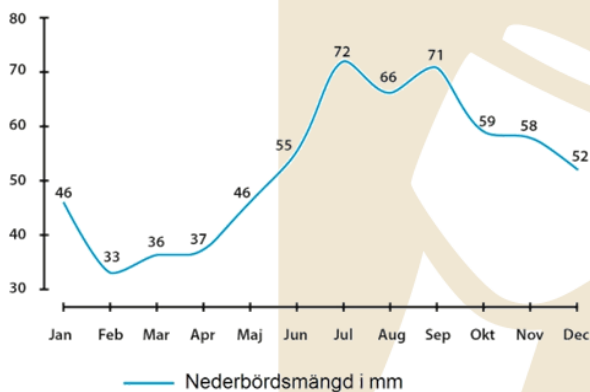


Bild 9: Årlig nederbördsmängd i Jönköping i mm [8]

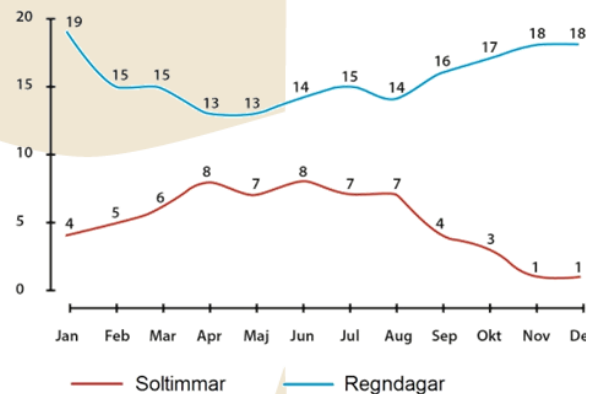


Bild 10: Årligt antal regndagar och soltimmar i Jönköping [8]

Träspån suger upp särskilt mycket vatten via kapillärerna under hösten. Fukten tas upp via spånets ovansida, kontaktytan mot underliggande material och via spånets kanter. Ju mindre mellanrum mellan spånen, desto mer vatten suges upp av spånets kanter. Mätningar av spåntak gjorda av spjälkade furuspån har visat att träspånen kan uppnå en fuktkvot på ca. 25% vid ihållande regnväder, trots optimal luftning. Om fukten snabbt kan torka bort igen under torrare dagar behöver man inte räkna med några skador.

Sammanfattning

Vid regn och snösmälta tar träspån upp vatten med hjälp av kapillärkraften. Fukten tas upp via kontaktytorna och spånets ovansida och kanter. På grund av den kapillära fuktupptagningen ökar fuktmängden i träspånet och fuktkvoten kan uppnå ca. 25%. Sågade träspån tar upp fukt betydligt snabbare än spjälkade träspån.

Slutsats

För att minimera den kapillära fuktupptagningen så mycket som möjligt bör träspånen vara spjälkade och lagda så att luften kan cirkulera runt dem så mycket som möjligt. Användning av trätjära för att impregnera spånen saktar ner fuktupptagningen. Med tanke på hur trä reagerar under olika klimatförhållanden samt den kapillära fuktupptagningen måste man räkna med **ca. 10%** förändringar i fuktkvoten. Träspånen bör läggas så att förändringar i fuktkvoten inte leder till skador.

TRÄETS FUKTRÖRELSER

Fuktkvoten i trä påverkas av lufttemperaturen, luftfuktigheten och den kapillära fuktuptagningen. Vid längre uppehållsväder med starkt och direkt solljus kan fuktkvoten till och med sjunka till ca. 9%. Förändringar i fuktkvoten leder till att dimensionerna av byggmaterial i trä förändras – virket sväller eller krymper. Detta kallas för virkets fuktrörelse. Detta sker dock endast när virkets fuktkvot ligger under den så kallade fibermättnadspunkten. Det vill säga att när träfibrerna är mättade med fukt (fuktkvot runt 28% för furu) så sväller virket inte mer.

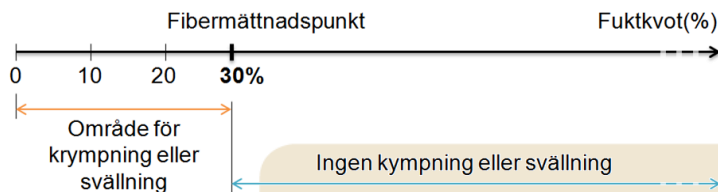


Bild 11: Grafisk illustration av fuktrörelser vid olika fuktkvoter i trä [9]

Fuktrörelser är en naturlig process och skadar inte virket. Trä sväller och krymper olika mycket i olika fiberriktningar och man skiljer mellan radiell, tangentiell och longitudinell riktning. Vid tillverkning av träspån orienterar man sig alltid efter virkets årsringar. Därför talar man också om årsringarnas lutning. I den följande texten hänvisas alltid till årsringlutningen när det är fråga om fiberriktningen.

Träspånets årsringlutning i tvärsnittet bör helst vara 90° (stående årsringar), men aldrig under 30° (liggande årsringar). Hur träspån reagerar på fuktkvotsförändringar varierar beroende på årsringlutningen. Att träspån sväller och krymper märks framför allt på att bredden förändras.

Träspån med årsringlutning i radiell riktning (90° - stående årsringar) är mycket formstabila och sväller bara lite. Ju svagare årsringlutning, desto mer sväller träspånen och ändrar form (kupas) vid fuktkvotsförändringar. Bild 12 visar hur årsringarnas olika lutning beror på hur kyrkspånen har tillverkats.

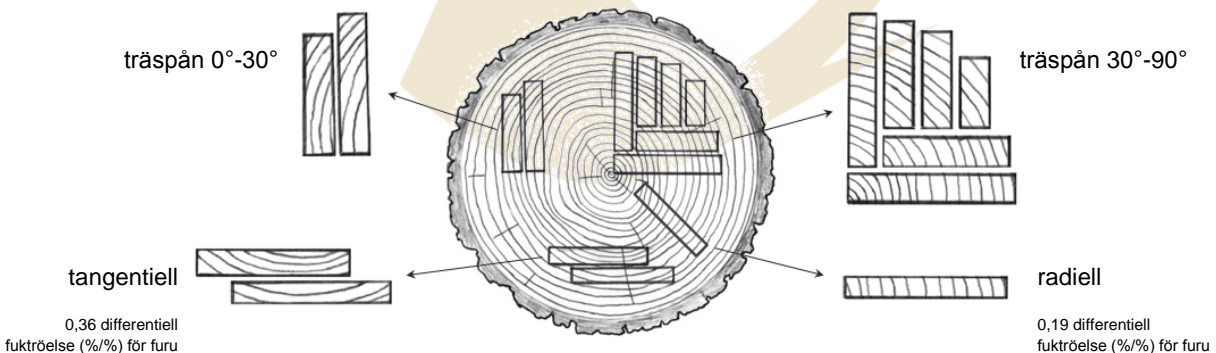


Bild 12: Träspånens årsringlutning



Bild 13: Träspån som gått sönder

Denna bild visar ett spåntak som skadats då spånen svällt. Många av spånen var sågade tangentiellt. Spalterna mellan träspånen var alldeles för små och gav inte utrymme för spånen att svälla på bredden utan att skadas.

Hur mycket träspånen sväller och krymper på bredden kan beräknas empiriskt. Avgörande för beräkningen är träslagets fuktrörelse och spånets årsringslutning. Beroende på tillverkningen har träspån varierande årsringslutning. Därför är både den tangentiella och den radiella riktningen relevant för att kunna beräkna fuktrörelserna. Av de radiella och tangentiella fuktrörelsernas differentialer bildas sedan ett medelvärde, som illustrerat i tabell 1.

Tabell1: Fuktrörelse för olika träslag enligt DIN 52184

Träslag	maximal fuktrörelse (%)			differentiell fuktrörelse (% / %)		medelvärde (% / %)
	longitudinell	radiell	tangentiell	radiell	tangentiell	rad. / tang.
furu	0,2-0,4	3,7	8,5	0,19	0,36	0,275
lärk	0,1-0,3	4,2	8,3	0,14	0,30	0,22
ek	0,3-0,6	4,6	10,9	0,18	0,34	0,26

För att ta reda på hur mycket träspån av furu sväller och krymper beräknar man en genomsnittlig fuktrörelse av 0,27% per 1% fuktkvotsförändring.

Exempel:

Ett 120 mm brett träspån har en fuktkvot på 15 % då taket läggs. På grund av regn och årstidens förändringar i luftfuktighet och lufttemperatur stiger fuktkvoten till 24 %.

Utgångsvärden:

spånets bredd	120 mm	
medelvärde fuktrörelse (rad./tang.)	0,27	spånets bredd x fuktrörelse x fuktkvotsskillnad
fuktkvot vid takläggning	15%	$120\text{mm} \times 0,27 \times 0,09 = 2,92\text{mm}$
förväntad fuktkvot	24%	
fuktkvotsskillnad	9%	

Ett 120 mm brett spjälkat furuspån med ca. 45° årsringslutning kommer att bli upp till 3 mm bredare om fuktkvoten stiger med 9%.

Sammanfattning

Trä sväller och dess dimensioner förändras på grund av fuktupptagning. När fibermättnadspunkten har nåtts (vid runt 28% fuktkvot för furuträ) slutar träet att svälla. Hur mycket träet sväller beror även på årsringslutningen. Beroende på tillverkningen har spjälkade träspån varierande årsringslutning, men den bör ligga mellan 90-30°. För att beräkna hur mycket träspån sväller i genomsnitt när fuktkvoten förändras kan man använda sig av medelvärdet för de differentiella fuktrörelserna.

Slutsats

Med tanke på all den fukt ett spåntak utsätts för kan träspånens bredd förändras avsevärt även vid optimal luftning. Därför bör man se till att spalterna mellan träspånen är tillräckligt breda.



SPRICKBILDNING

Skador på spåntak visar sig oftast i form av att stavpånen har sprickor eller rötskador. Skadorna kan delas in i två huvudkategorier: skador orsakade av **träförstörande svampar** och skador orsakade av **sprickbildning**.

När träspån tar upp eller avger fukt ändras deras bredd. I normala fall är det inget problem att spånets dimensioner förändras. Träspånens kvalitet och hur de har lagts kan dock göra att denna process förstärks vilket kan leda till att spånen skadas. Följande exempel visar hur förhöjd svällning av träet ökar risken för sprickbildning:



14.

Sprickbildning på grund av för låg lutning på årsringarna

Detta träspåns årsringar lutar ungefär 20°. Ju mindre årsringarna lutar, desto större är träspånets fuktrörelse. Årsringslutningen bör vara mellan 90° – 45° men **aldrig under 30°**.



15.

Sprickbildning mellan splintved och kärnved

Olika fuktkvoter i splintveden och kärnveden samt de extrema förutsättningarna på ett tak kan leda till sprickbildning eller till och med göra att spånet går helt av i skarven mellan splintveden och kärnveden.



16.

Sprickbildning när spån trycker mot varandra

På grund av ökad luftfuktighet och kapillär fuktupptagning stiger träspånens fuktkvot och spånerna börjar svälla. Om träspånerna ligger för nära varandra börjar de trycka mot varandra när de sväller. Detta gör att träfibrerna hamnar under tryck.



17.

Under torra dagar minskar trycket igen. De upprepade tryckskillnaderna orsakar sprickbildning.



18.

Starkt tryck under lång tid gör att vårveden i träspån trycks ihop. Detta kan till och med orsaka en lamelliknande upplösning av hela spånet.

Bild 14-18: Skador på träspån orsakade av sprickbildning

På soliga dagar kan temperaturen inuti spånerna stiga rejält. Om mycket mörk trätjära använts absorberar spånerna dessutom ännu mer solenergi. Solstrålningen kan få temperaturen att stiga till ca. 65°C. Det bör undersökas vidare om sådan intensiv solstrålning kan leda till sprickbildning vid höga fuktkvoter.

TRÄFÖRSTÖRANDE SVAMPAR

Liksom alla andra organismer behöver även träförstörande svampar gynnsamma förutsättningar för att kunna utvecklas. De faktorer som påverkar svamparnas levnadsvillkor är i första hand förekomsten av ett välägnat substrat och substratfuktigheten men i andra hand även temperaturen, ljuset och pH-värdet. [2]

Var uppstår skadorna:

Skador orsakade av träförstörande svampar uppstår alltid på ställen med mycket förhöjd fuktkvot. Det räcker att fuktkvoten förhöjs tillfälligt för att skador ska kunna uppstå. Skador uppstår främst i sprickor i träet, i mellanrummet mellan träspånerna och på kontaktytan mot underliggande spån.



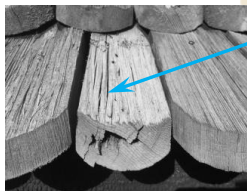
19.

Skador **på träspånens kanter** uppstår ofta. Mellanrummen mellan spånerna är till för att lufta hela taket och måste vara tillräckligt breda. Om mellanrummen är för smala eller saknas helt tar spånerna upp fukt via kanterna.



20.

Kontaktytan mot underliggande spån är också ett typiskt skadeområde. Skador på dessa ställen uppstår särskilt ofta i sågade träspån. Spjälkade träspån har mycket oregelbundna ytor vilket ger en liten kontaktyta och god luftning.



21.

Sprickor kan uppstå av flera orsaker. Om träspånerna har sprickor kan vatten tränga in i spånerna. Detta ger svampsporer goda förutsättningar och skador kommer att uppstå inom kort tid.

Bild 19-21: Skador på kyrkspån orsakade av träförstörande svampar

Rötskador

Beroende på ålder och det använda träslaget kan olika grader av nedbrytning av spåntaket förekomma. Kyrkspån bryts oftast ned inifrån och ut av rötsvampar. Därför upptäcks dessa skador ofta mycket sent. Ytmycel utvecklas oftast inte på grund av de extrema förhållandena på ett spåntak. Den vanligaste typen av röta är brunröta. Beroende på fuktförhållandena och det använda träslaget kan även vitröta och soft rot (även kallat mjukröta eller mögelröta) förekomma.



Bild 22:
Trä som lösts upp av röta



Bild 23:
Konsolformad fruktkropp



Bild 24:
Ovanlig förekomst av
ytmycel



Bild 25:
Vitröta och brunröta

Skadliga organismer:

Klimatförhållandena på ett spåntak kan vara extrema. Denna typ av skador på träspånens orsakas nästan uteslutande av rötsvampar. Det är ovanligt att fruktkroppar utvecklas.

Några av de vanligaste skadliga organismerna är:



26 (a).



26 (b).

Dacrymyces stillatus

Orsakar brunröta. På de skadade ställena är fibrerna ofta uppmjukade eftersom även ligninet bryts ned. Föredrar höga fuktkvoter.



27 (a).



27 (b).

Gloeophyllum

Orsakar brunröta. Typisk rötsvamp. Växer i spånets inre. Kan överleva flera år i torrdvala. [2]

Fuktkvot: <20% Optimalt 40%-204%
Temperatur: 8°C - 13°C Optimalt 28° - 38°C [1]



28.

Ascomycota /Deuteromycota

(*Chaetomium sp.*, *Petriella sp.*, *Trichurus sp.*)

Föredrar lövträ men kan även hittas i barrträ.

Föredrar höga fuktkvoter: 80 – 200 % [2]



29 (a).



29 (b).

Ospecificerad svampar

Bild 26-29: Träförstörande svamparter på spåntak av kyrkspån

Sammanfattning

Träförstörande svampar kräver framför allt höga fuktkvoter för att kunna utvecklas. Kritiska ställen på ett spåntak är alla ställen där vatten kan ansamlas. Sprickor i träspånens är ideala platser där regnvatten kan ansamlas och det är ofta här svampangreppen utlöses. Skador på träspånens kontaktytor är mycket vanliga. Till kontaktytorna räknas de ytor där träspånens ligger an mot underliggande spån samt spånens kanter. Alla de svamparter som påvisats i undersökningen tillhör släktet rötsvampar. Rötsvampar föredrar mycket höga fuktkvoter och växer i träspånens inre. Skador syns därför sent in i förloppet.

Slutsats

Om träspånens uppvisar svampskador är deras fuktkvot alldeles för hög väldigt ofta eller hela tiden. Detta beror antingen på dålig träspånskvalitet eller på stora brister i takets luftning.

HUR SVAMPSKADOR UPPSTÅR I TRÄSPÅN

Svampsporer finns överallt. De sprids genom luften och börjar växa så snart de kommer i kontakt med en lämplig grogrund. Träförstörande svampar bryter ned organiskt material som t.ex. träets huvudsakliga beståndsdelar cellulosa, hemicellulosa och lignin. Viktigast för svamparna är träets primära ämnen socker och stärkelse.

Att träet börjar brytas ned av svampar är en följd av att träets fuktkvot förändrats. För att träförstörande svampar ska kunna utvecklas krävs ca. 30% lokal fuktkvot. För att svamparna ska kunna växa optimalt och därmed snabbt kunna bryta ned träspånen krävs oftast högre fuktkvoter >35% och temperaturer mellan 3-38°C. [2]

Olika träförstörande svampar föredrar olika klimatförhållanden. Det finns svampar som utvecklas perfekt under de klimatförhållanden som normalt råder i våra hus. Andra svampsorter behöver höga fuktkvoter för att kunna utvecklas och ytterligare andra sorter tål inte luftdrag. Klimatförhållandena på ett spåntak varierar mycket starkt. De mycket höga yttemperaturerna på sommaren, de långa perioderna av kyla under vintern, det ständiga luftdraget och de återkommande torrperioderna är dåliga förutsättningar för träförstörande svampar.

Nedan visas ett exempel på hur svampskador orsakade av rötsvamp uppstår till följd av sprickbildning i träspånen.



30.

Första stadiet: små sprickor gör att fuktupptagningen vid regn och snösmältning ökar, vilket gör att spånets fuktkvot stiger. Den höga andelen sprickor i splintveden syns tydligt på bilden.



31.

Andra stadiet: splintveden börjar brytas ned. En fuktkvot som ofta ligger över fibermättnadspunkten > 30% gör det möjligt för svamparna att växa. Splintveden är inte beständig och bryts snabbt ned.



32.

Tredje stadiet: splintveden är helt förstörd. Nu har mycel spridit sig i hela träspånet. Även den beständigare kärnveden börjar nu brytas ned av svamparna.

Bild 30-32: Faser vid utveckling av svampskador i träspån

Sammanfattning

På det första stadiet har hårfina sprickor bildats i träspånet. Detta kan lätt uppstå på grund av den höga fuktbelastningen och de stora temperatursvängningarna.

Slutsats

Om träspånen är av hög kvalitet (årsringslutning > 45 °, låg andel splintved) och luften kan cirkulera ordentligt mellan spånen så leder sprickbildningen inte till några ytterligare skador. Hårfina sprickor kan dessutom förseglas genom att bestryka taket regelbundet med trätjära, vilket bidrar till att öka spåntaketets livslängd.

SVAMPARNAS LEVNADSVILLKOR PÅ TAKEN

Spåntak utsätts ständigt för stora temperatursvängningar. På vintern kan temperaturen falla under -25°C och på sommaren kan takytor som är starkt utsatta för solljuset nå temperaturer ända upp mot 65°C. Fuktkvoter under 10% och starka luftströmmar är heller inga goda förutsättningar för att svampar ska kunna växa.

För att förstå och kunna förklara de skador som ofta uppstår på spåntak bör man fokusera särskilt på vissa svampsorter. Det finns svampar som har låga krav på det omgivande klimatet och som kan överleva även under extrema levnadsvillkor.

För att kunna växa behöver svampar temperaturer mellan 3-38°C. Många svampar tolererar avvikande temperaturer under kort tid. Vid extrema temperatursvängningar kan svamparna gå i köld- eller värmedvala för att sedan växa ut igen när förutsättningarna återigen är gynnsamma för dem.

Vissa svamparter är ytterst motståndskraftiga. Deras mycel kan bilda konidiosporer eller clamydosporer som klarar av höga temperaturer. Exempel på sådana svamparter är *Gleophyllum-arterna* och *Donkioporia expensa*. Dessa arters mycel dör först när det utsätts för temperaturer över 95°C.

Endast höga temperaturer dödar dessa svampar. Låga temperaturer hämmar svampen men dödar den inte. I laboratorier bevaras ibland svampsporor genom att frystorkas i flytande kväve.

Ännu en särskild egenskap hos vissa träförstörande svampar är deras förmåga att överleva långa torrperioder. Många träförstörande svampars sporor och mycel kan gå i torrdvala om fuktkvoten understiger ca. 18%. Sporerna kan förbli livsdugliga i flera år i detta tillstånd. [2]

Sammanfattning

Svampsporor finns överallt och börjar växa så snart de kommer i kontakt med en lämplig grogrund. För att svampar ska kunna utvecklas krävs för det mesta fuktkvoter över 35% och temperaturer mellan 3-38°C. De flesta svampskador på träspån orsakas av rötsvampar som inte syns på ytan. Rötsvampar som *gleophyllum-arterna* är gott anpassade till levnadsvillkoren på ett spåntak. Svamparnas förmåga att överleva under extrema förhållanden gör att nedbrytningen av träspånen inte kan stoppas av vinterns kyla, sommarens värme eller torrperioder. Nedbrytningen skjuts bara upp.

Slutsatser

Mätningar har visat att fuktkvoten i träspån ligger mellan ca. 9-25% om taket är optimalt luftat. Om man redan efter kort tid kan observera svampskador på spånen så beror det på problem med luftningen. Vissa svampsorters stora motståndskraft och förmåga att överleva förklarar varför skador också kan dyka upp flera år senare och varför ett spåntak kan behöva bytas ut redan efter några decennier.

SKADEORSAKER

Mängden fukt i trä (**jämviktsfuktkvoten**) varierar beroende på den omgivande lufttemperaturen och luftfuktigheten. När fuktkvoten förändras sväller eller krymper träet. Detta sker tills träets fibermättnadspunkt har nåtts (fuktkvot runt 28% för furu).

Ett antal faktorer kan påskynda fuktupptagningen och svällningen av virket och till exempel orsaka eller förvärra sprickbildning. Träspån utsätts året runt för stark belastning och måste kunna stå emot stora fuktmängder och kraftiga temperatursvängningar. De måste också kunna stå emot angrepp av träförstörande svampar.

Här följer en lista på de faktorer som orsakar förhöjda fuktkvoter och bidrar till att spåntaket åldras i förtid.



33.

Alltför låg årsringslutning – under 30° – leder till ökad fuktrörelse när träspånens fuktkvot förändras. Risken för sprickbildning ökar.



34.

Sågade träspån suger upp fukt mycket fortare än spjälkade träspån. Därför bör man endast använda spjälkade träspån. Ett spjälkat träspån är betydligt mer vattenavvisande och den något oregelbundna ytan gör att luften cirkulerar bättre och att spånet torkar fortare.



35.

Alltför breda årsringar. Årsringarna i ett träspån ska ligga så nära varandra som möjligt. Ju bredare årsringar, desto mindre motståndskraftigt är spånet mot fuktbelastning och svampangrepp. Virke vars årsringar är bredare än 3 mm per år ägnar sig inte för tillverkning av träspån. Årsringarna får under inga omständigheter vara bredare än 5 mm.



36.

Skräp är mer ovanligt som skadeorsak men precis lika farligt. På bilden visas ett spåntak där spalterna mellan spånen blivit helt tillstoppade efter att den ovanliggande fasaden renoverats och skräp fallit ned. Takrännor bör rensas regelbundet och man bör också kontrollera att träspånen inte täcks eller att spalterna stoppas till av nedfallande löv eller skräp.



37.

Andelen splintved i träspån bör inte överstiga 5%. På grund av den höga andelen primära ämnen (socker, stärkelse) och bristen på sekundära ämnen är splintveden mycket känslig mot träförstörande organismer. Splintved av furu tar upp fukt mycket snabbare än furuns kärnved.



38.

För litet avstånd mellan spånen (< 5mm) hindrar luften från att cirkulera ordentligt. Därmed har taket svårt att torka och fuktkvoten ökar.

Bild 33-38: Möjliga skadeorsaker

SKADEORSAK: FÖR LITET AVSTÅND MELLAN SPÅNEN

På många spåntak ligger spånen alldeles för tätt. För litet avstånd mellan spånen är en mycket vanlig skadeorsak.

Luften ska kunna cirkulera mellan träspånen och transportera bort fukt så att spåntaket torkar. Om avståndet mellan spånen är för litet (< 5mm) eller saknas helt transporteras fukten inte bort ordentligt - eller till och med inte alls. Vid regn och snösmälta utsätts taket för stor fuktbelastning. Vattnet gör att träspånen sväller och det lilla mellanrummet mellan spånen sluts nu till helt. Spånen börjar trycka mot varandra och fukten kan inte transporteras bort. Följaktligen kan höga och långvariga fuktkvoter på >35% påvisas på många spåntak med för litet avstånd mellan spånen, särskilt under de fuktiga årstiderna. Fibreerna är nu mättade med fukt och träspånen tar upp fri fukt vilket gör att de snabbt angrips av träförstörande svampar.

Följande exempel visar hur mycket träspånens dimensioner kan förändras på grund av det omgivande klimatet och den kapillära fuktupptagningen.

Utgångssituation:

På en vanlig vårdag (lufttemperatur 14°C och runt 75% relativ luftfuktighet) läggs nya kyrkspån av furu. Träspånen har lagrats utomhus under tak på annan ort och har en fuktkvot på 15% då de läggs. Spånen placeras med 4 mm inbördes avstånd.

Tabell 2: Förändring av träspånens bredd beroende på väder- och klimatförhållanden

	väderförhållanden	Temp. (°C)	relativ luftfuktighet (%)	träets fuktkvot (%)	spånens bredd (mm)	avstånd mellan spånen (mm)	luftning
1	torrt och blåsig	14	75	15	120	4	tillräcklig luftning
2	varmt och torrt	27	65	12	119	5	god luftning
3	kallt und fuktigt	5	85	21	122	2	dålig luftning
4	kallt med regnskurar	1	90	24	123	1	ingen luftning alls
5	ihållande regn - kapillär fuktupptagning - stark svällning	6	90	>30	>124	0	ingen luftning alls

I tabellens första rad visas väder- och klimatförhållandena i utgångssituationen. Träspånen är 120 mm breda och har en fuktkvot på 15%.

I rad 2 visas väder- och klimatförhållandena för en torr och varm sommardag. Fuktkvoten sjunker till 12% och spånens bredd krymper. Avståndet mellan spånen är nu 5 mm vilket ger en god luftning.

I rad 3 visas typiskt höstväder. Det kalla och fuktiga vädret gör att träspånens fuktkvot stiger till ca. 21%. Avståndet mellan spånen är nu betydligt mindre – endast ca. 2 mm. Luftningen är nu närmast obefintlig och fuktigheten har svårt att transporteras bort.

I rad 4 är temperaturen låg och luftfuktigheten hög. Dessutom orsakar regnet kapillär fuktupptagning i spånen. Den dåliga luftningen gör att spånens fuktkvot stiger ytterligare till ca. 24%. Avståndet mellan spånen minskar ännu mer och är nu endast 1 mm. Luften kan inte längre cirkulera mellan spånen och fukten kan inte transporteras bort.

I rad 5 gör ihållande regn att träspånen tar upp ännu mer fukt. Fuktkvoten är nu > 30% vilket är ideala förhållanden för att svampsporer ska kunna utvecklas.

Sammanfattning

Olika orsaker kan leda till att träspån får en förhöjd fuktkvot. Splintveden och årsringarnas vårved tar på grund av sina anatomiska egenskaper upp fukt mycket lättare än kärnveden. Ett träspån med sågade ytor tar upp mer fukt än vad ett spån med spjälkade ytor gör på samma tid. Skräp och bristande underhåll förhindrar att taket luftas ordentligt vilket bidrar till att fuktkvoten stiger.

För litet mellanrum mellan spånen är en mycket vanlig orsak till skador på spåntak. Då klimatförhållandena varierar under året förändras även träets fuktkvot. Ytterligare fuktbelastning vid regn och snösmältning kan tillfälligt leda till fuktkvoter nära fibermättnadspunkten. Fuktkvotsökningen gör att spånen sväller. Om träspån läggs för nära varandra gör träets svällning att luftningen av taket förhindras, vilket leder till att vatten blir stående. Särskilt under de regniga årstiderna leder detta till långvarigt förhöjda fuktkvoter > 30% och därmed till att taket skadas av träförstörande svampar.

Slutsats

Tillräckligt breda mellanrum mellan träspånen gör det möjligt för luften att cirkulera i spåntäckningen. Träspånens fuktkvot bör kontrolleras genom stickprovsmätningar innan taket läggs. Ju torrare spånen är när de läggs, desto större ska mellanrummen vara. Ett spåntak kräver regelbundet underhåll.

ETT EXEMPEL UR VERKLIGHETEN

Undersökning av en klockstapel vars spjälkade furuspån har omfattande skador. Träspånen är ungefär 25 år gamla. Undersökningen omfattar träspånens kvalitet, fuktkvoten och avståndet mellan spånen. Först mättes fuktkvoten i olika mätpunkter med hjälp av en elektrisk resistansfuktkvotsmätare.

Undersökningsdag: 08 Maj 2016
Klockslag: 20:00
Lufttemperatur: 22°C (vid mättillfället)
Luftfuktighet: 67% rel. (vid mättillfället)
Träslag: furu
Fuktkvot: 11,4 % – 13,3% (i 6 olika mätpunkter)
medelfuktkvot ca.12%
Fuktmätare: TROTEC T3000
Typ av spån: spjälkade
Årsringslutning: 90° - ca.18°
Spånens bredder: 60 – ca.140 mm



Bild 39:
Fuktkvotsmätning



Bild 40: Mätning av spånens avstånd



Bild 41: En breddmeter träspån



Bild 42: Dokumentation av skadorna

Därefter mättes avstånden mellan träspånen. Många av spånen låg direkt intill varandra. I genomsnitt uppgick avstånden sammanlagt till 4 cm per breddmeter tak. I genomsnitt fanns det 12 mellanrum per breddmeter träspån, vilket ger ett medelavstånd mellan spånen på 3,3 mm.

Följande beräkning visar hur mycket en breddmeter av detta spåntak kan förväntas svälla när fuktkvoten stiger och hur detta påverkar avstånden mellan spånen. Utgångsvärde är den uppmätta fuktkvoten på 12%. Fuktkvoten antas stiga till 21%. Först räknas träets dimensioner i utgångsläget ut genom att dra av mellanrummen (4 cm) från breddmetern träspån (100 cm). Skillnaden mellan den uppmätta fuktkvoten och den fuktkvot som förväntas inställa sig under kalla och fuktiga dagar är 9%. Därefter beräknas hur mycket avstånden mellan träspånen kommer att reduceras när spånen sväller.

Utgångsvärden:

Fuktkvot	12% den 08 Maj 2016
Förväntad fuktkvot	21%
Fuktkvotsskillnad	9% (21-12=9)
En breddmeter	100cm
Spån avstånd	4cm den 08 Maj 2016
Träets totala bredd	96cm
Fuktrörelse furu	0,27 (se tabell 1)
Förväntat spån avstånd	1,67cm

Beräkning:

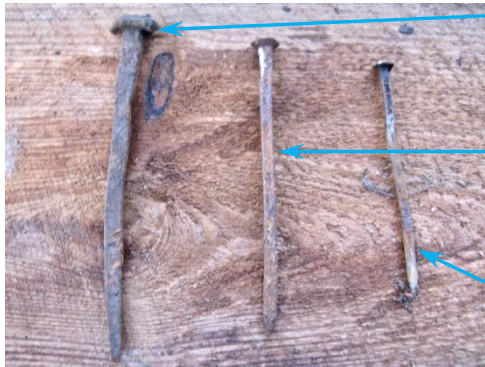
100cm -4cm=96cm
 $96 \times 0,27 \times 0,09 = 2,33$
4cm - 2,33cm = **1,67cm**

Som beräkningen visar kan avstånden mellan träspånen på detta tak sammanlagt förväntas vara ca. 1,7 cm per breddmeter en vanlig höstdag. Detta kommer att ge stora problem med luftningen. Med i genomsnitt 12 mellanrum per breddmeter träspån ger detta ett medelavstånd mellan spånen på 1,4 mm. Luften kan inte cirkulera ordentligt i så små utrymmen. Det är inte så konstigt att detta spåntak uppvisar omfattande skador på flera ställen. Taket kommer att behöva en ny spåntäckning inom en nära framtid.



SPIKNING

Förr fästes träspånen med smidda järnspik eller med spik av trä, beroende på region och tidsperiod. I vissa regioner lades spåntaken med synliga spikar. För att skydda de smidda spiken mot korrosion släcktes de glödande spiken i trätjära istället för vatten. Denna slags spik är mycket korrosionsbeständiga.



Spik från
1697

material: järn
träspån: spjälkade ekspån
varaktighet: 159 år

Spik från
1856

material: järn
träspån: spjälkade furuspån
varaktighet: 111 år

Spik från
1967

material: järn (varmförzinkat)
träspån: sågade ekspån
varaktighet: 42 år

Bild 43: Gamla järnspikar

Idag spikas träspånen oftast fast på så vis att spikarna täcks av de överliggande spånen. Detta försvårar visserligen reparationer av taket men skyddar spikarna mot vittring. Till och med blanka spik kan klara sig i flera hundra år om de är täckta. Efter så lång tid är spikarna visserligen rostiga på ytan men är ofta i så gott skick att de kan återanvändas.

Spikstorlek



Spiken ska placeras i spånets övre halva och även gå igenom det underliggande spånet. På grund av tillverkningssättet är spjälkade träspån tjockare än sågade träspån. För att spiken ska få ordentligt fäste i underlaget bör de vara 3 tum långa (ca. 75 mm).

Bild 44: Spik 2,3mm x 60mm

Spik av rostfritt stål

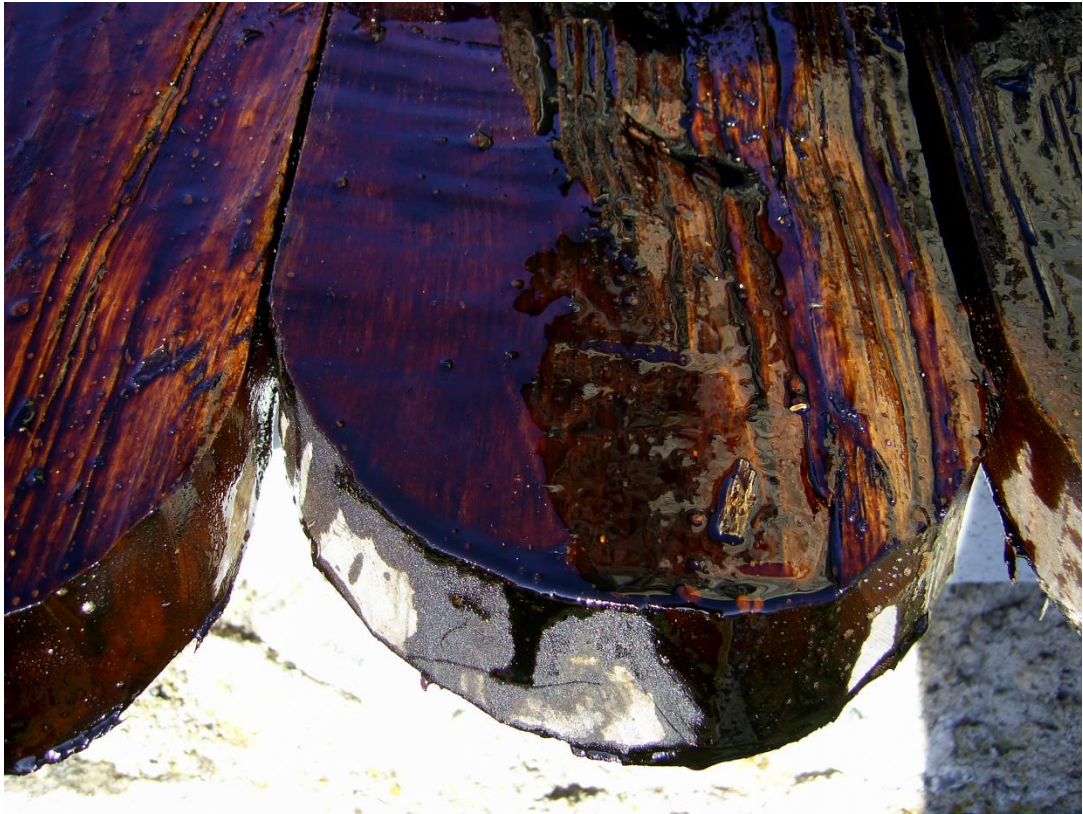
Vid användning av ekträ angrips spiken av garvsyran i träet. Denna process sker på molekylär nivå och leder till att träet missfärgas. Spik som spikats i ekträ kan dock fortfarande vara i det närmaste intakta flera årtionden senare. Spik av rostfritt stål är bäst till ekträ men är inte nödvändigt till andra träslag.



Bild 45: Järnspikar i ekträ

Spikad i en ca. 200 år gammal svensk ek hittas en järnspik som uppskattas vara ungefär 50 år gammal. Den har troligen spikats dit för att hålla upp ett stängsel. Spiken är uppenbarligen fullständigt intakt. Ekens garvsyra har inte lyckats lösa upp den under all denna tid.

Det är inte nödvändigt att använda spikar av rostfritt stål för att fästa furuspån!



TRÄ & TRÄTJÄRA

Trä åldras liksom allt annat material. Träytor grånar med tiden och får en patina. Detta orsakas av solens UV-strålning som fungerar som ett oxidationsmedel och bryter ner träets lignin. Detta gör att träytan sedan sakta lakas ur och vittrar när den utsätts för vind, regn och frost.



Bild 46: Kyrktak med grånade träspån

Trätjära har använts i tusentals år för att skydda träbyggnader och användes förmodligen redan på de allra första spåntaken.

Trätjära är ett utmärkt träskyddsmedel. Om trätjäran används på rätt sätt skyddar den träytan genom att impregnera den och skydda den mot solens UV-strålar. På så vis förhindras träets åldrande.

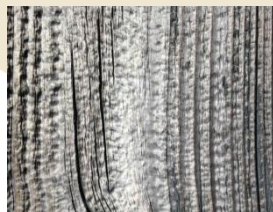


Bild 47: Grånat trä (patina)



Bild 48: Furuspån med äkta finsk trätjära

Under de senaste decennierna har dock en tveksam metod använts för att behandla träspån med trätjära. Efter tillverkningen doppas träspånen i varm trätjära där de får ligga och dra en stund. **Faktum är att trätjäran inte tränger djupare in i träspånen på detta vis**, även om man låter spånen ligga och dra i flera timmar.

Tjärans inträngningsdjup
Trätjärans inträngningsdjup när spånet
dragit i en timme
= <0,1mm



Bild 49: Kyrkspån med tjära



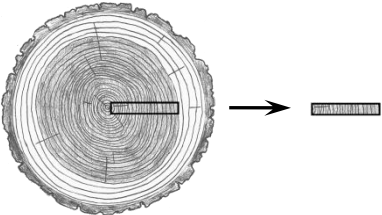

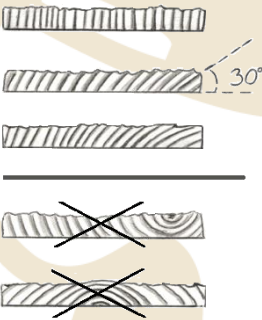
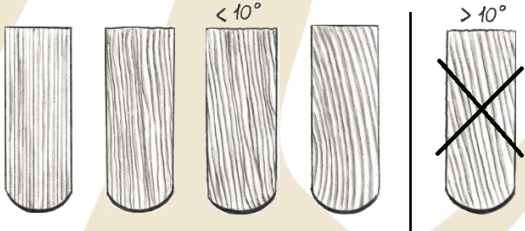
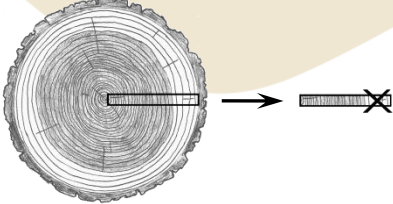
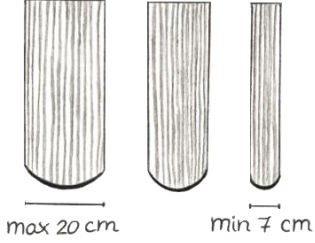
Bild 50: „Tjära på Trätak“ av Arja Källbom

Det är skillnad på trätjära och trätjära!

Vad gäller olika typer av trätjära och deras egenskaper hänvisas till Arja Källboms undersökningar.

KVALITETSSTANDARD / CHECKLISTA

Tabelle 3: Kvalitetsstandard för spåntak av spjälkade kyrkspån av furu

1	Träslag		endast kärnved av ek (<i>Quercus robur</i> , <i>Quercus petraea</i>) furu (<i>Pinus sylvestris</i>) lärk (<i>Larix decidua</i>)
2	Årsringsbredd		mäts lodrätt max 3 mm / år
3	Årsringlutning		90° - 30° mycket breda spån ska ha lodrätt stående årsringar
4	Fiberriktningen parallell med spånets längdriktning		max 10° avvikelse
5	Splintved		får ej användas max 5%
6	Bredder		7-20 cm (mycket breda spån ska ha lodrätt stående årsringar)

7	Kvistar		ordentligt fastvuxna och i spånets övre tredjedel
8	Kådlåpor/ Insektsskador/ Sprickor		får ej användas
9	Spikning		1 - 2 spikar beroende på bredden
10	Typ av spik	<ul style="list-style-type: none"> -blanka spik som släckts i trätjära -varmförzinkade -rostfritt stål <p>Det är inte nödvändigt att använda spikar av rostfritt stål för att fästa furuspån</p>	3 tum (ca.75mm)
11	Avstånd mellan spånen		<p>Avstånd mellan spånen för olika fuktkvoter när spånen läggs</p> <p>fuktkvot ca. 15% 8mm fuktkvot ca. 20% 6mm fuktkvot ca. 30% 4mm</p>
12	Överlappning	i sidled mellan över- och underliggande spån	<p>> 3,0 cm vid hög vindbelastning minst 4,5 cm</p>
13	Trätjära	bestrykning vart 2-5 år beroende på de påfrestningar taket utsätts för	

Man bör räkna med att träspånens fuktkvot kan uppnå fibermättnadspunkten, beroende på den plats där taket byggs, dess läge, hur det läggs, spånens kvalitet och den mängd nederbörd taket utsätts för. Detta faktum bör tas med i beräkningarna när taket läggs. Jag rekommenderar att lägga träspånen med minst 7 mm inbördes avstånd.



SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER

Undersökningen omfattar spåntak tillverkade inom de senaste 30 åren och som tillverkats av sågade och spjälkade stavspån. Träets egenskaper och de primära och sekundära ämnenas funktioner i träet beskrivs och det förklaras hur trä reagerar när det utsätts för fukt.

Träspånens fuktkvot varierar beroende på förändringar i väder- och klimatförhållanden och på grund av kapillär fuktupptagning. När träets fuktkvot stiger, sväller träet. Detta innebär att i synnerhet träspånens bredd ökar och att avståndet mellan spånen minskar.

De vanligaste skadorna på de tak som undersökts var svampangrepp och sprickbildning till följd av för hög fuktkvot eller starkt varierande fuktkvot. Flera typer av träförstörande svampar är gott anpassade till de extrema klimatförhållanden som härskar på ett spåntak. Trots tidvis höga temperaturer på spåntaket under sommaren dör svamparna inte. Deras nedbrytning av träet hejdas bara tillfälligt när klimatförhållandena är ogynnsamma. Svamparna går då i dvala men vaknar upp igen när förutsättningarna återigen är gynnsamma för dem.

Det som gjort att skadorna kunnat uppstå var i de flesta fall träspån av dålig kvalitet samt för litet avstånd mellan spånen. Särskilt under de fuktiga årstiderna måste luften kunna cirkulera mellan träspånen så att fukten snabbt kan transporteras bort.

God luftning (luft som tar sig in utifrån) är en central skyddsmekanism för spåntak. Träspånen bör läggas så att en minst 5 mm bred luftspalt finns kvar mellan spånen även när spånen sväller till maximal bredd. För att försäkra sig om detta, bör man mäta träspånens fuktkvot innan taket läggs. Spånen bör placeras med minst 7 mm inbördes avstånd.

Det gör ingen skillnad för spåntakets livslängd om man använder spik av rostfritt stål eller inte. Varmförzinkade spik ägnar sig utmärkt för att fästa träspån. Ett spåntak måste underhållas. Skräp och mossor ska rensas bort. Regelbunden bestrykning med trätjära impregnerar taket, förseglar hårfina sprickor och skyddar träspånen mot solens UV-strålar.

Ett spåntak kan mycket väl hålla i 200 år. För att taket ska kunna hålla så pass länge måste man se till att luftningen är god, att spånen är spjälkade och tillverkade av kärnveden av beständiga träslag som furu, lärk eller ek samt att taket bestryks regelbundet med trätjära.

REFERENSLISTA

- [1] Huckfeld, T.; Schmidt, O. (2006), *Hausfäule- und Bauholzpilze*, Rudolf Müller Verlag, Köln;
- [2] Scheiding, W.; colab (2015), *Holzschutz. Holzkunde – Pilze und Insekten – Konstruktive und chemische Maßnahmen – Technische Regeln – Praxiswissen*, Carl Hanser Verlag, München;
- [3] Niemz, P. (2005) ETH Zürich, Institut für Baustoffe, Holzphysik, *Physik des Holzes*, artikel tillgänglig online på: <http://e-collection.library.ethz.ch/eserv/eth:27629/eth-27629-01.pdf>. Datum för senaste åtkomst: 23.11.2016;
- [4] Teischinger, A. (2006), proHolz Austria, Arbeitsgemeinschaft der österreichischen Holzwirtschaft webbsida, *Wechselwirksam – Holz und Feuchtigkeit*, artikel tillgänglig online på: <http://www.proholz.at/zuschnitt/22/wechselwirksam-holz-und-feuchtigkeit/>. Datum för senaste åtkomst: 18.10.2016;
- [5] Winter, S. (2014), *Gebäudeklima – Langzeitmessung zur Bestimmung der Auswirkungen auf Feuchtegradienten in Holzbauteilen*, Technische Universität München, München. Artikel tillgänglig online på: https://www.hb.bgu.tum.de/fileadmin/w00bpc/www/Forschung/Abgeschlossene/2014/Gamper__A.__Dietsch__P.__Merk__M.__Winter__S.__Gebaeudeklima_-_Langzeitmessung_incl._Anhang.pdf. Datum för senaste åtkomst: 30.10.2016;
- [6] *** (2016), Gesamtverband Deutscher Holzhandeln e.V. webbsida, *Zusammenhang zwischen Klima und Holzfeuchte*, artikel tillgänglig online på: <http://www.gdholz.net/fachwissen-holz/holzfeuchte-klima.html>. Datum för senaste åtkomst: 05.11.2016;
- [7] *** (2015), SMHI webbsida, *Luftfuktighet*, artikel tillgänglig online på: <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/luftfuktighet-1.3910>. Datum för senaste åtkomst: 16.10.2016;
- [8] *** (2016), MittResVader webbsida, *Vädret i Sverige*, artikel tillgänglig online på: <http://www.mittresvader.se/l/vadret-sverige-temperatur-klimat.php>. Datum för senaste åtkomst: 03.10.2016;
- [9] *** (2016), Svenska Trä, *Fuktkvot*, tillgänglig online på: <http://www.svensktra.se/om-tra/att-valja-tra/tra-och-fukt/>. Datum för senaste åtkomst: 30.09.2016.