Linnéuniversitetet
Kalmar Växjö

Utomhusexponering av ytbehandlat trä

Undersökning av trämaterialets påverkan på beständigheten hos en målad granpanel

Sjökvist, T. och Blom, Å.

Fakulteten för teknik
Rapport Nr. 50, 2017

Innehåll

Inledning....5
Syfte....7
Bakgrund....9
Trä som material....9
Olika färgsystem....10
Försöksupplägg....11
Trämaterial....11
Färgsystem....11
Exponering....12
Datainsamling....12
Resultat....15
Sprickor....15
Flagning....20
Påväxt....22
Fuktkvot....29
Diskussion....39
Sprickor....39
Flagning....39
Påväxt....40
Fukt....41
Slutsatser....43
Referenser....45

Inledning

Trä har traditionellt använts som material i byggnader under tusentals år. Det är ett biologiskt och miljövänligt material som kan hålla länge. Trä har också fått ökat intresse som en av hörnpelarna i ett nytt biobaserat samhälle, där man strävar efter att öka användningen av biobaserat material. Men om materialet inte väljs ut, hanteras och skyddas på rätt sätt kan det dock med tiden bli missfärgat och nedbrutet av mikroorganismer. För att öka användningen av trä i byggnationer har man fokuserat på att förlänga livslängden på virket. Traditionellt valdes beständigt virke ut till specifika användningsområden redan i skogen (Sjömar, 1988), men en ökad mekanisering av skogsbruket har gjort att trä har blivit mer av en bulkvara. Eftersom allt trä hanteras på samma sätt har man försökt att hitta impregneringsmetoder och färgsystem som ökar träets beständighet.

Trä uppvisar en stor variation i beständighet, även inom samma art. Dessa variationer har betydelse för den naturliga beständigheten. Man vet sedan gammalt att visst trä klarar sig bättre än annat. Egenskaperna hos virket varierar bland annat beroende på vilken del av stocken man använder (Blom et al., 2010). Exempelvis är kärnveden mer rik på hartser och har en vattenavstötande effekt. Samtidigt kan kärnan innehålla ungdomsved och därigenom bidra till krokiga paneler. Frodvuxet material har haft en större tillgång till vatten, ljus och näring och har därmed en mer porös materialstruktur. Cellväggarna som tillsammans bildar virket är tunnare och det finns mer håligheter i materialet. På samma sätt har senvuxet material totalt en tätare struktur och tjockare cellväggsmaterial (Nylinder and Fryk, 2011)

Gran (*Picea abies*) är det trädslag som dominerar marknaden för fasader i Sverige. När det gäller granvirke som används utomhus är den allra största andelen virke som används i fasaden ytbehandlad. Det har sagts att ett av de största hindren för att bygga höga flerbostadshus i trä är byggherrarnas och förvaltarnas rädsla för att trä skall angripas av röta och mögel. Speciellt undviker man att använda trä i fasader eftersom man menar att de måste målas

om alltför ofta. Underhållskostnaderna upplevs som höga för hus uppförda i trä jämfört med hus uppförda med andra material. Genom att använda rätt trädslag och rätt kvalitet vet vi att trä kan vara mycket beständigt och att underhållskostnaderna inte behöver vara högre än för andra material. Men det krävs att virket väljs, hanteras, bearbetas och ytbehandlas rätt från avverkningen i skogen tills att det sitter på sin plats i det färdiga huset. Som exempel kan nämnas effekten av en tillfredsställande ändträbehandling (Elowson et al., 2003). Det har även visats att hantering, som tex brädgårdstorkning, kan påverka fuktinnehållet i målade paneler (Rydell et al., 2005).

Forskning och utveckling sker kontinuerligt inom färgindustrin, där det under senare delen av 1900-talet har varit en övergång från lösningsmedelburna färgsystem till vattenburna. Bland annat kan man nämna att nutida utveckling går mot hybridfärger och i viss mån nanoteknik. Förutom dessa nya färgsystem vet vi även mer om trämaterialet och dess egenskaper för beständighet. Dock har förvånansvärt få undersökningar kombinerat dessa områden och tittat på slutprodukten. Beroende på färgens beskaffenhet ställs olika krav på trämaterialet. Till exempel är förutsättningarna för en filmbildande färg att trämaterialet inte har för stora fuktrörelser vilket kan orsaka sprickor. En färg som inte är filmbildande, ex slamfärg, är inte så känslig för fuktrörelser, men virket i sig behöver istället tåla ökade nivåer av fukt.

Syfte

Syftet med denna undersökning har varit att försöka studera hur stor betydelse trämaterialet kan ha för slutprodukten när vi ytbehandlar med fasadfärger. Hypotesen är att val av trämaterial kan påverka beständigheten i en målad slutprodukt för utomhusbruk, exempelvis en fasad. Målet är att öka kunskapen om de viktigaste faktorerna för beständigheten. Undersökningen har koncentrerats till beständighet ovan mark i form av mikrobiell påväxt, sprickbildning och fuktdynamik.

De frågeställningar som detta arbete har grundat sig på är:

- Är beständigheten för målade paneler till stor del beroende av fuktdynamiken i materialet?
- Kan variationen i beständigheten delvis bero på skillnader i vattenupptag mellan kärnved och splintved?
- Har kärnveden någon påverkan av den mikrobiella påväxten på en målad yta?
- Kan materialegenskaperna hos gran användas för att välja ett beständigt fasadvirke för ytbehandling?

För att ge en bredare bild har man valt fyra olika färgsystem med hänsyn till de största indelningarna av bindemedelstyp som finns idag. Variationer inom varje typ av bindemedel är stor beroende på den kemiska sammansättningen på bindemedlet och slutprodukten där andra ingredienser finns i samspel. Resultaten i undersökningen kan främst jämföras inbördes inom samma färgsystem. Skillnaderna mellan olika bindemedelstyper kan ses som en indikation och inte som generella egenskaper hos respektive typ av bindemedel.

Försöket har gjorts i samarbete med SVEFF (Sveriges Färgfabrikanters Förening), Statens fastighetsverk samt Linnéuniversitetet.

Bakgrund

Trä som material

När barrträd, som gran, växer bildas en typ av ved under våren och en annan typ av ved under sommaren. Dessa vedtyper kallas vårved resp. sommarved. Vårveden karakteriseras av tunnväggiga celler (Nylinder and Fryk, 2011). Denna vedtyp håller en låg densitet jämfört med sommarveden som i stället består av tjockväggiga celler. Vårved och sommarved bildar tydliga ringar i tvärsnittet där en årsring motsvarar en vårveds- och en sommarvedsring. När trädets tillväxt sker snabbt, s.k. frodvuxet virke, bildas mer vårved än sommarved. Frodvuxet virke får därför låg densitet och är mer permeabelt.

Det finns även stora skillnader i egenskaper mellan den yttre veden (splintveden) och den inre (kärnveden) i en vuxen gran. I ett ungt träd består stammen endast av den så kallade splintveden där vätskan transporteras från rötterna till barren. Vid en viss ålder, beroende på trädslag och tillväxtfaktorer, så börjar veden inne vid märgen ombildas till kärnved. Kärnvedens celler är döda och porerna i är aspirerade, dvs. har blockerats för vätsketransport. Hos många trädslag, t.ex. hos tall och lärk, är kärnveden något mörkare än splintveden och kan därför lätt särskiljas. Hos granen är kärnvedsgränsen endast synlig vid avverkning eftersom splintveden i ett levande träd har en högra fuktkvot. När virket sedan har torkat kan man inte längre se skillnaden mellan kärn- och splintveden. Skillnaden mellan kärnved och splintved är störst gällande det kemiska innehållet. Kärnan innehåller mer extraktivämnen vilket kan ha en påverkan på mögeltillväxten (Grönlund et al., 1979).

För att svampar ska kunna bryta ned virke måste virket ha en fuktkvot över 25 %. Denna fuktkvot kallas för fibermättnadspunkten och över den så finns det fritt vatten tillgängligt i cellens hålrum, lumen. Detta fria vatten är nödvändigt för nedbrytande rötsvampar. Virkets inneboende fuktegenskaper är därför viktiga ur beständighetssynpunkt. Virke som inte tar åt sig mycket vatten når inte den kritiska fuktkvoten lika lätt som ett permeabelt virke. Men det permeabla virkets egenskaper gör även att det torkar ut fortare. Olika fuktbelastningar (som mycket regn på kort tid eller lite över längre tid) kan därför påverka virke olika. För mögelsvampar, som endast lever på ytan av virket eller färgskiktet, är dock luftfuktigheten den avgörande faktorn.

Förutom fuktegenskaper är det viktigt att ett virke som ska ytbehandlas är relativt formstabilt. Ett virke som målas med en hård, slitstark, färg kan orsaka sprickor i färgfilmen som inte klarar av svällning/krympning. En mer elastisk färg är inte lika känslig. Formstabiliteten beror även på virkets densitet

(Kollmann and Côté, 1968). En högre densitet på virket leder till större krympning och svällningsrörelser.

Olika färgsystem

Historiskt har man i Sverige sedan länge använt slamfärg eller som man i dagliga språket kallar för ”Rödfärg” och linoljefärg på träfasader. Från linoljefärgen utvecklade man sedan blandningar av linolja och andra syntetiska bindemedel och detta ledde senare till den lösningsmedelsburna alkydfärgens intåg i färgbranschen (Johansson, 2004). Under den andra hälften av 1900-talet ökades medvetenheten för den påverkan som lösningsmedel har på miljön och en efterfrågan på mer miljöanpassade ytbehandlingssystem ökades. Det var även viktigt att komma ifrån lösningsmedel med anledning av arbetsmiljöskäl för de personer som utsattes för färg under tillverkning, målning och torkning. Som ett komplement till lösningsmedelsburen färg utvecklades fler och fler vattenburna färgsystem och i samband med detta introducerades färgsystem baserat på akrylat som bindemedel. På senare tid har även vattenburen alkydfärg kommit ut på marknaden.

Försöksupplägg

Trämaterial

Huvuddelen av trämaterialet kom från gran (*Picea abies*) som vuxit i Småland. I samband med fällning markerades gränsen mellan kärnved och splintved. Stockarna genomsågades till brädor och torkades i en kammartork med en maximal temperatur på 70°C till en målfuktkvot på 17 %. Brädorna sågades sedan till paneler Det torkade materialet sågades till en panelstorlek på 20x100x375 mm (radiell x tangentiell x longitudinell riktning). Panelerna var fria från barkdragande- eller torrkvist, sprickor, kådlåpor och andra fiberstörningar och acklimatiseras i klimatrum (20°C, 65 % RH) till en fuktkvot på ca 12% innan målning.

Panelerna hade en torrdensitet (ρ) mellan 300-600 kg/m^3 vid 12 % fuktkvot och var indelade i fyra virkeskategorier; kärnved, splintved, frodvuxet (över 4 mm årsringsbredd, ρ=300-500kg/m^3) och senvuxet (under 4 mm årsringsbredd, ρ=400-600kg/m^3). All virkesmaterial hanterades gemensamt och har utsatts för samma behandling och exponering.

Färgsystem

De fyra system som har studerats är tre filmbildande system (alkyd, akrylat, linolja) och ett fjärde, icke filmbildande system, slamfärg. Utifrån ett lösningsmedelsperspektiv studerades ett system som är lösningsmedelsburet (linoljefärg) och resterande tre system är vattenburna. Effekten av kulör på påväxt studerades genom att färgsystemet med akrylat som bindemedel testades i två kulörer (vit och röd).

Samtliga färgsystem levererades av branschorganisationen SVEFF. Färgsystemen innehöll kända bindemedel men fabrikat och tillverkare är okänd.

Fyra olika färgsystem testades varav tre (alkyd, akrylat och slamfärg) var Alla paneler målades enl. medföljande föreskrifter. Panelerna målades på kanterna och på den virkesytan som ligger mot barken i stocken. Baksidan lämnades omålad. Mellan varje strykning fick panelerna torka i klimatrum vid 20°C och 65 % RH. Systemet med alkyd och akrylat målades med grundfärg och två lager täckfärg. Några paneler målades även med tillhörande grundolja. Systemet med slamfärg målades med tre lager. Systemet med linoljefärg målades i tre lager varav de första två späddes med lösningsmedel. Som referenser användes omålade paneler. För att undersöka påverkan av kulör testades den

akrylatbaserade färgen testades i två olika kulörer (vit och röd). Märkning av panelerna med respektive färgsystem gjordes med bokstav, se Tabell 1.

Tabell 1. Färgtyper

Färg A, vattenburen alkyd, vit
Färg B, akrylat vit
Färg C, akrylat, röd
Färg D, slamfärg, röd,
Färg E, linoljefärg, vit
X, obehandlad

Exponering

Exponeringen av panelerna för utomhusmiljö skedde på försöksfältet vid i Asa försökspark (Sveriges Lantbruksuniversitet) ca fyra mil norr om Växjö. Fem olika exponeringsalternativ testades. I vertikalt läge med stående paneler testades exponering av paneler både mot norr och söder, med en lutning på 45 grader utan skydd alternativt 90 grader med ett tak över panelerna. Panelerna testades även i horisontellt läge enligt standarden EN 927-3 (CEN, 2007) i 45 graders lutning mot söder. Försöksupplägg ses i Tabell 2. Exponeringen påbörjades i augusti 2011 då panelerna sattes ut på försöksparken.

Datainsamling

Sprickbildningen på panelerna mättes vid tre tillfällen under juni månad mellan 2011-2015. Total synlig spricklängd mättes med hjälp av linjal, där längden på alla sprickor summerades ihop upp till en total sträcka. Spricklängd över 2000 mm angavs ej, utan 2000 mm räknades som övre gräns.

Mängden mikrobiell påväxt mättes vid tre tillfällen mellan 2014-2016 under juni månad. Mängden av påväxt graderades enligt standard EN ISO 4628-1:2003 (CEN, 2003a) där graden av påväxt är en skala mellan 0-5. En visuell gradering är illustrerad i Figur 1. Ingen särskiljning på arten av mikrobiell påväxt gjordes.

Figur 1 Grad av defekt på yta. Skalan på graderingen är mellan 0-5 där den vänstra panelen har graden 0 och den högra har graden 5.

Flagning av färg uppmättes vid två tillfällen under juni månad för åren 2014 och 2015. Nivån graderades liknande standard ISO 4628-5:2003 (CEN, 2003b) där graden av flagning är på en skala mellan 0-5. Graderingen 0 motsvarar 0% yta har flagnat, gradering 1 (0,1% yta), gradering 2 (0,3% yta), gradering 3 (1% yta), gradering 4 (3% yta) och graderingen 5 motsvarar flagning på 15% av ytan. Flagning av paneler målade med slamfärg har ett annat förlopp jämfört med filmbildande färger, dock jämställs dessa två förlopp vid utvärderingen av flagningsgrad. Graderingen av paneler målade med slamfärg bedömdes efter hur mycket färgfilmen förtunnas motsvarande samma procentsats som den flagade ytan för filmbildande paneler.

För att få fram fuktkvoten vägdes panelerna på plats vid försöksfältet med ca 2-3 månaders intervaller mellan 2011-2016. Fuktkvoten beräknades genom formeln (1). Massan bestämdes med 1 grams noggrannhet. Den torra massan beräknades utifrån den acklimatiserade vikten från klimatkammaren då virket hade en fuktkvot på 12 %.

$$\frac{(m_{våt} - m_{torr})}{m_{torr}} \cdot 100 \qquad (1)$$

Tabell 2. Försöksupplägg. Alla grupper innehåller fem replikat.

Färger	Ställning	Virkesfaktorer	Notering	Antal.
CD	Norr 90	frod/sen+kärna/splint		40
CDX	Norr 45	frod/sen+kärna/splint		60
CD	Söder 90	frod/sen+kärna/splint		40
ABCDEX	Söder 45	frod/sen+kärna/splint		120
ABE	EN 927-5	frod/sen+kärna/splint		60
AB	Norr 45	frod/sen +kärna		20
AB	Söder 45	frod/sen+kärna/splint	Grundolja	40

Figur 2 Försökställning i Asa försökspark. På bilden ser man panelerna som hänger mot söder.

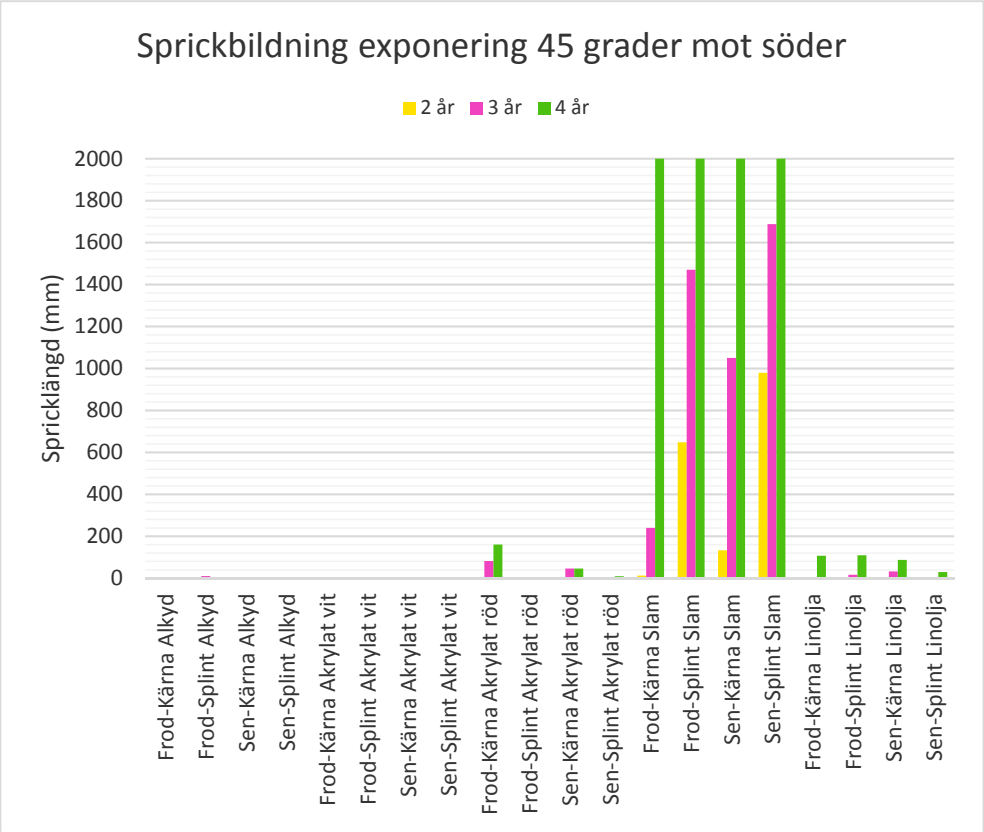
Resultat

Sprickor

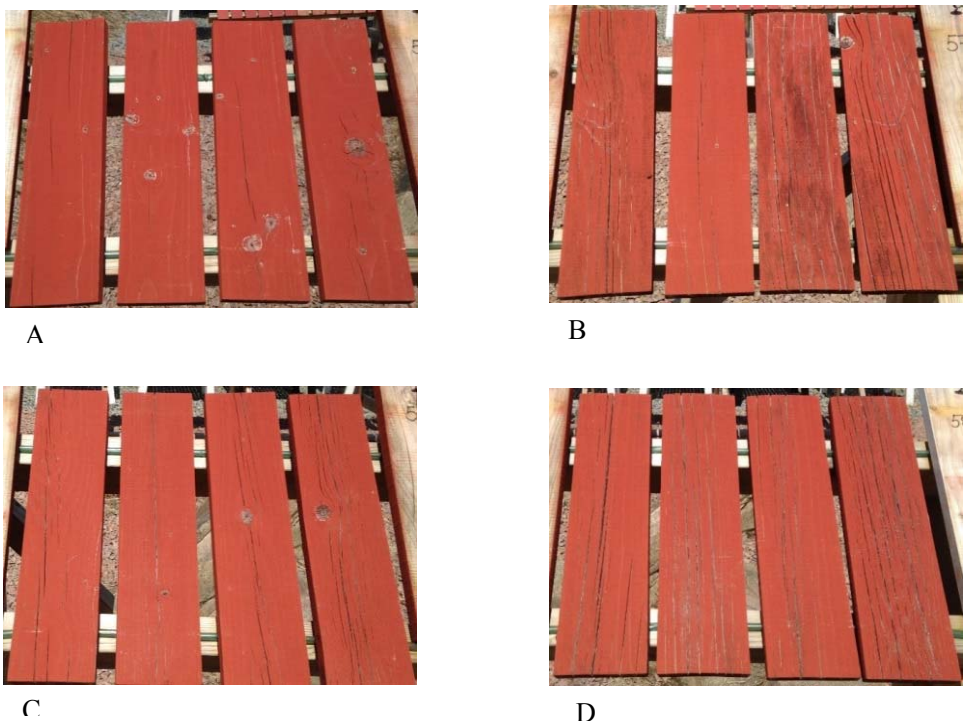
När det gällde sprickor var närvaron dominerande bland de panelerna som var målade med slamfärg (se Figur 3). Frodvuxen kärnved med slamfärg uppvisade efter 2 år färre sprickor än de andra slamfärgsmålade panelerna. Dock hade alla paneler målade med slamfärg sprickor över 2000 mm efter fyra år (Figur 4).

Jämförelsen av sprickor i paneler målade med slamfärg eller omålade paneler gav nästan ingen skillnad mellan grupperna. Båda grupperna hade likvärdig mängd sprickor efter respektive exponeringstid (Figur 5). Generellt fanns det väldigt lite sprickor för paneler målade med filmbildande färg. Endast enstaka bitar hade sprickor bland panelerna målad med alkyd- eller akrylat färg. Efter ca fyra års exponering fanns en liten ökning av sprickor bland panelerna målade med linoljefärg samt för panelerna målad med röd akrylatfärg (Figur 3). Övriga färgsystem hade ingen eller en försumbar mängd sprickor på sina paneler.

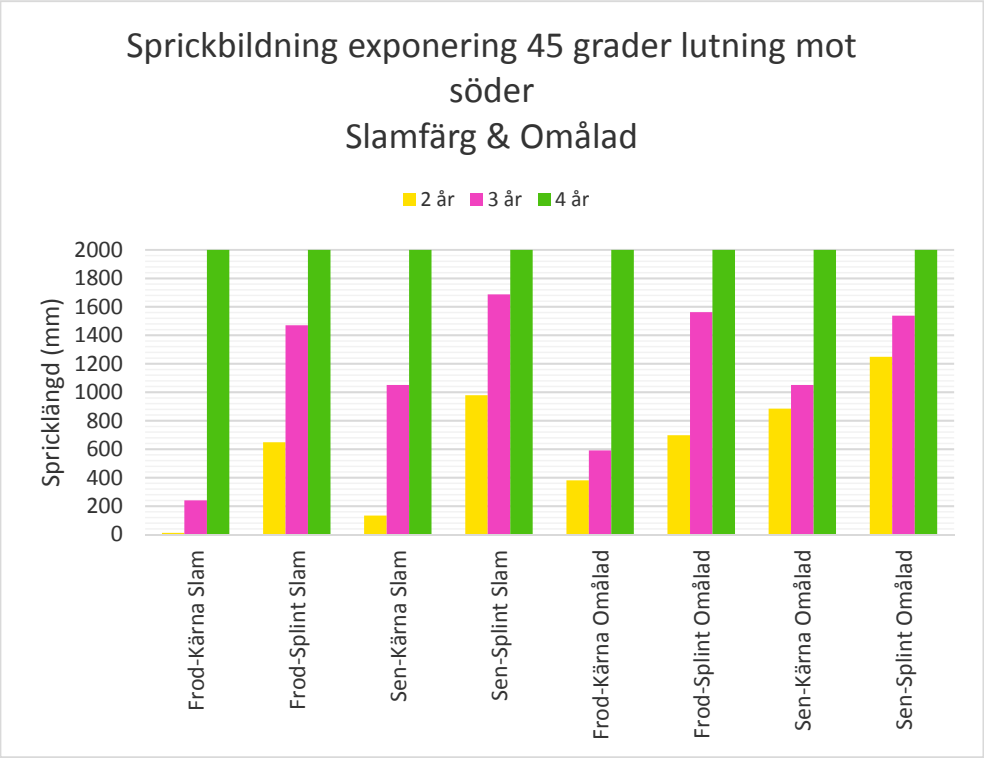
Vertikal och horisontell exponering jämfördes för paneler målade med vit linoljefärg. Paneler hängda i vertikal exponering hade lite mer sprickbildning jämfört med paneler hängda horisontellt som motsvarade standarden EN 927-5. För horisontellt hängda paneler fanns inga sprickor för senvuxna paneler (Figur 6).



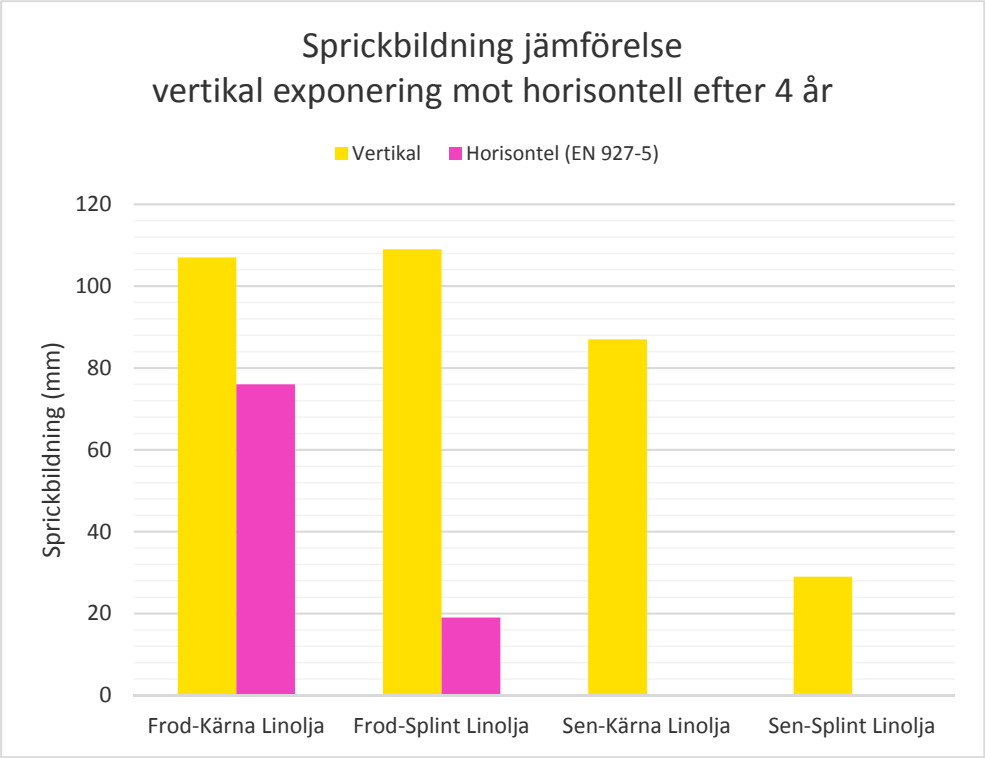
Figur 3 Sprickbildningen för paneler med målade med en alkyd-, akrylat-, linolja- eller en slamfärg.



Figur 4 Slamfärg målade paneler efter fem års exponering med 45 graders lutning mot söder. A=Frodvuxen kärna, B=Frodvuxen splint, C=Senvuxen kärna, D=Senvuxen splint



Figur 5 Total sprickläng d för panelermålade med slamfärg jämfört med omålade paneler

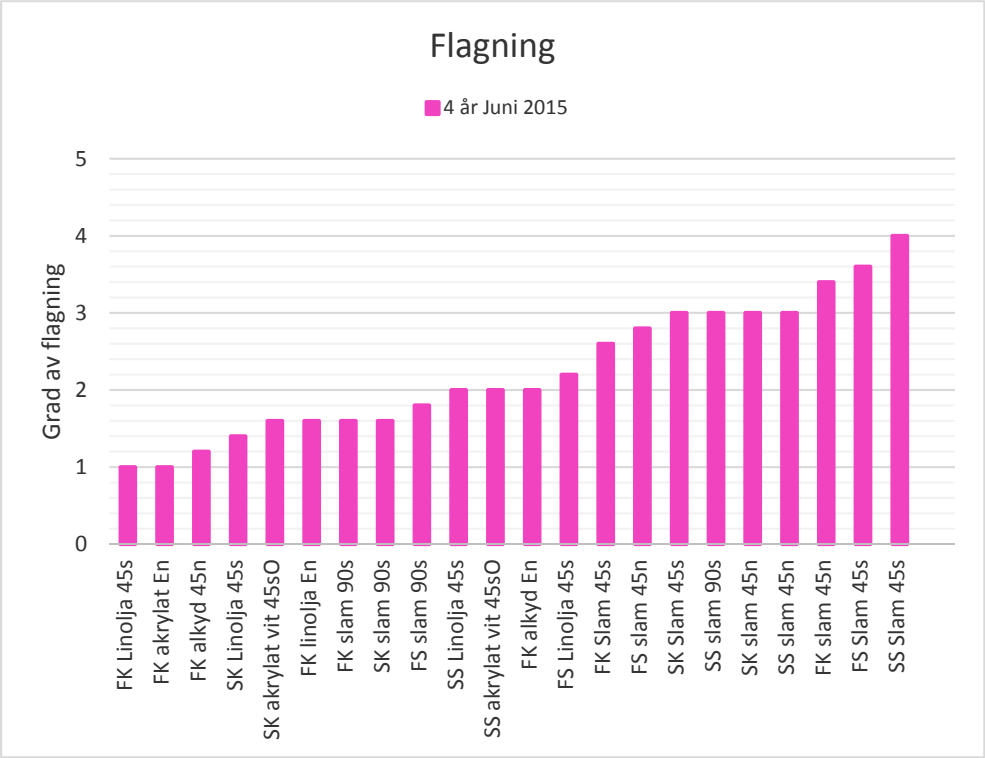


Figur 6 Jämförelse av sprickbildning för paneler målade med linoljefärg vid vertikal eller horisontell exponering.

Flagning

Efter ca tre års exponering hade enstaka färgsystem flagnat på ytan. För grupper som hade flagnade ytor hade alla grupper en flagningsgrad lika med eller under 1 (mindre än 0,1 % flagnad yta). Dominerande grupp med flagning var slamfärg men även alkydfärgen hade flagnat. Några enstaka paneler av linoljefärg hade också flagnat. Ett år senare hade grupper av paneler målad med alkydfärg (både röd och vit kulör) börjat flagna. Graden av flagning av paneler målad med alkyd eller akrylat var ungefär likvärdig efter fyra års exponering (Figur 7).

Den dominerande gruppen med störst andel flagnad yta är paneler målad med slamfärg exponerad med 45˚graders lutning mot norr och syd, därefter följer gruppen med paneler målad med slamfärg med 90˚grader lutning (vertikalt) exponerad i sydlig riktning.



Figur 7 Grupper med paneler där graden av flagning har skett efter 4 års exponering.

(Kodbeteckning, första bokstav indikerar S=senvuxet, F=frodvuxet. Andra bokstav indikerar K=kärna, S=splint. Lutning i grader på exponering indikeras med 45 eller 90. Exponering enligt standarden EN927-3 avslutas med En, grundoljade paneler avslutas med bokstaven O, sydexponering=s och norrexponering=n. Gradering av Flagning: 1=0.1 % av ytan, 2= 0,3 %, 3=1%, 4=3 %, 5=15 %)

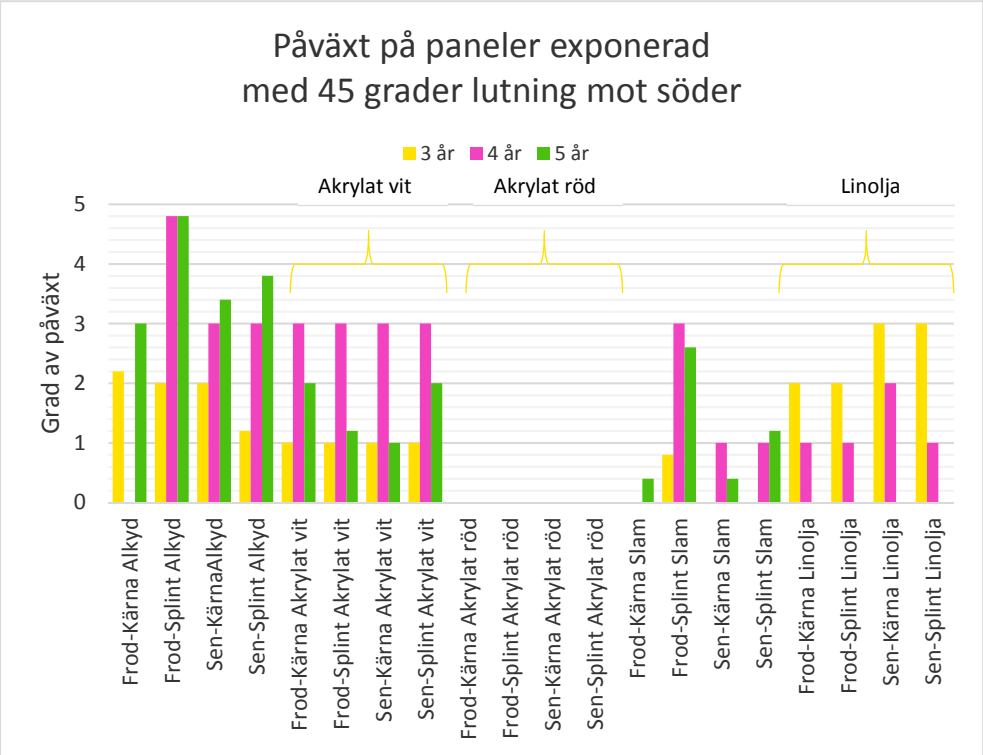
Påväxt

Figur 8 visar väldigt tydligt en skillnad av påväxt för panelerna med en röd kulör jämfört med panelerna med en vit kulör som har samma färgsystem. Paneler målade med linoljefärg observerades med påväxt efter tre och fyra år men hade ingen påväxt efter fem års exponering. För övriga filmbildande färgsystem finns en liknande trend med först en ökad mängd påväxt mellan år tre och fyra för att sedan minska under det femte året av exponering.

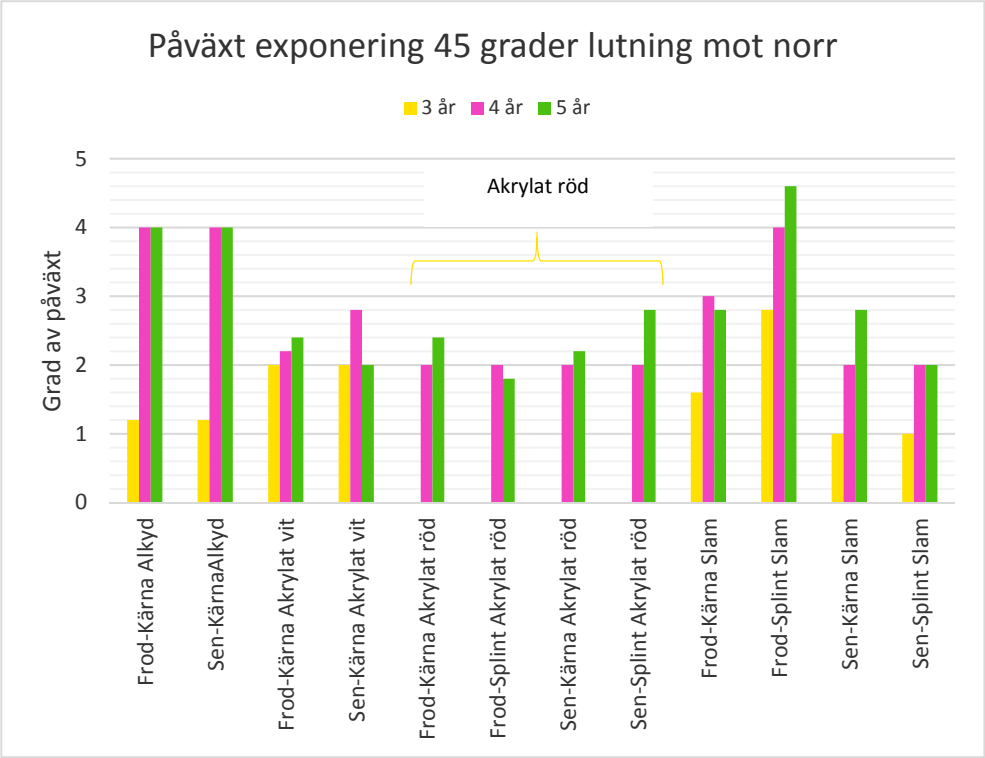
En skillnad i påväxt (Figur 8) mellan paneler av av kärnvirke och splintvirke kan ses för grupperna med frodvuxet virke, målad med alkydfärg eller slamfärg. För grupperna med senvuxet virke är skillnaden i påväxt liten mellan paneler med kärnvirke och splintvirke.

För panelerna som exponerades i nordlig riktning (Figur 9) påvisades påväxt för panelerna målad med en röd kulör efter fyra års exponering. Däremot så fanns ingen noterbar påväxt vid första utvärderingstillfället efter tre års exponering. Även för övriga färgsystem noterades efter fem år en generellt högre grad av påväxt för panelerna med nordlig exponering jämfört med en sydlig exponering.

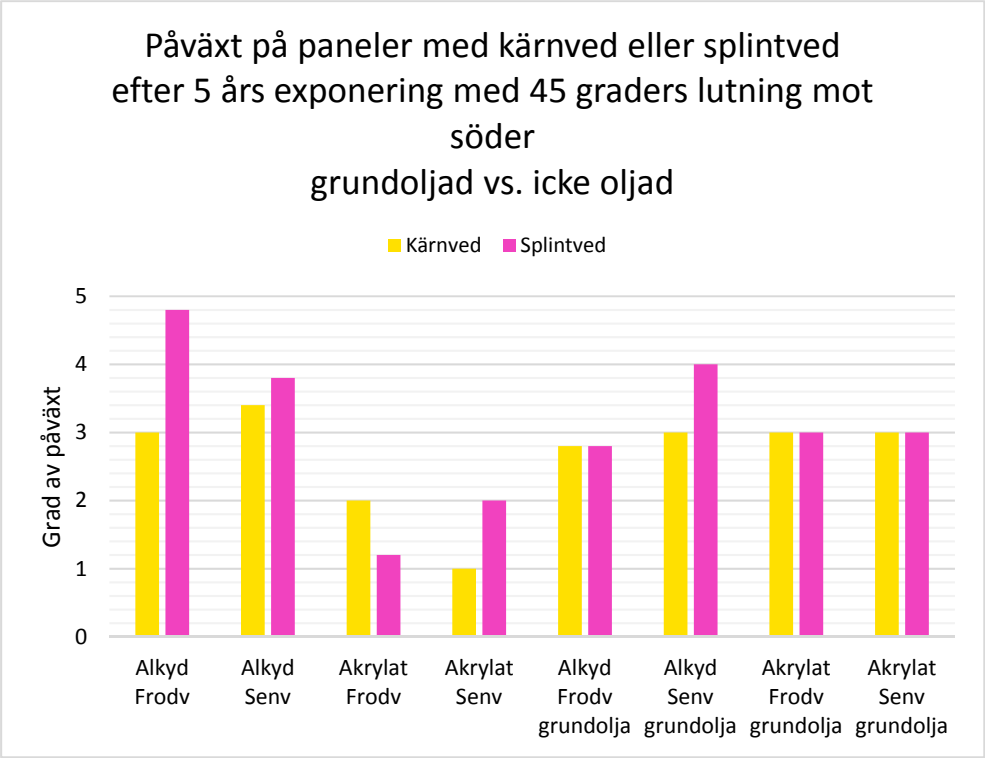
I Figur 10 har fyra varianter av ytbehandlingssystem utvärderades med hänsyn till påväxt, där hälften av antalet paneler bestod av kärnved och hälften av splintved. Ytbehandlingarna som utvärderades var färgsystem baserad på akrylat eller på alkyd där man även jämförde effekten mellan grundoljade och icke grundoljade. Jämförelsen av påväxt mellan kärnved och splintved visade en generell trend, där paneler med kärnved efter 5 års exponering har en lägre grad av påväxt på exponeringsytan Figur 11. Avvikelsen från trenden var för frodvuxet virke målad med ett akrylatbaserat färgsystem. För denna grupp var påväxten högre för kärnveden än för splintveden.



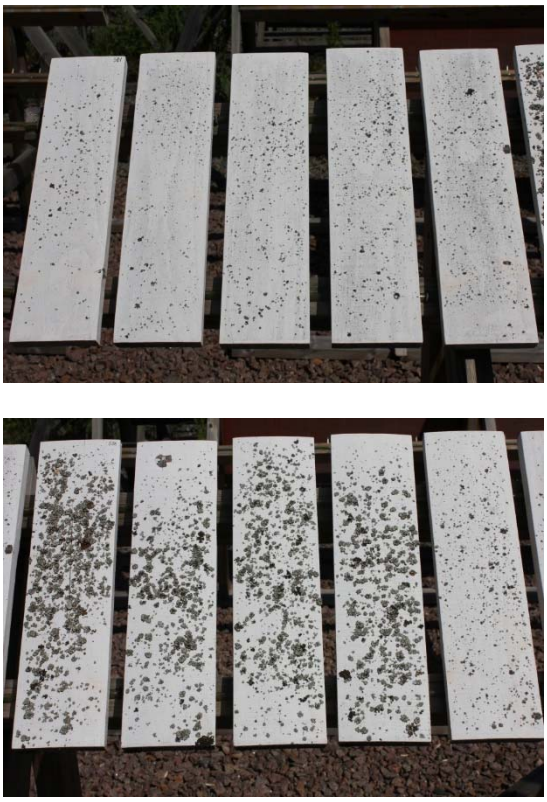
Figur 8 Påväxt på paneler med olika ytbehandlingar där paneler med röd kulör avviker med lägre grad av påväxt



Figur 9 Påväxt på paneler med exponering mot norr i 45 graders lutning



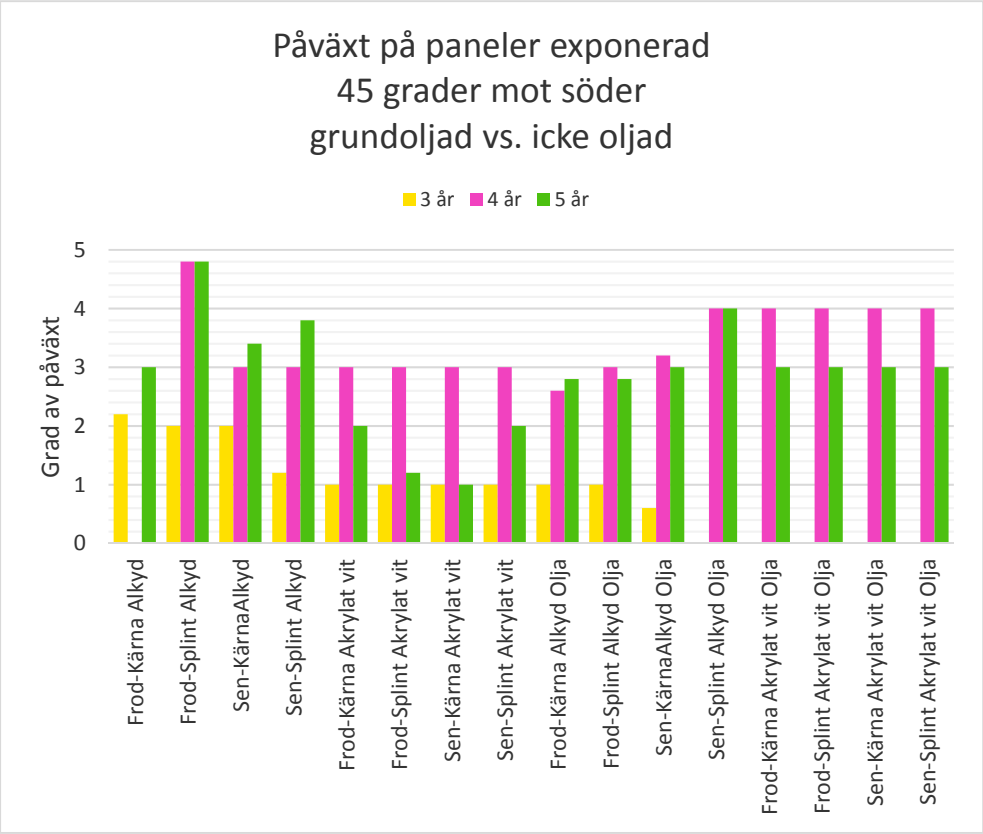
Figur 10 Skillnader i påväxt för kärnved och splintved för fyra olika ytbehandlingar med vit kulör efter 5 års exponering med 45 graders lutning mot söder. Färgsystem som utvärderades var system beserade på akrylat och ett system baserat på alkyd samt med eller utan förbehandling av grundolja.



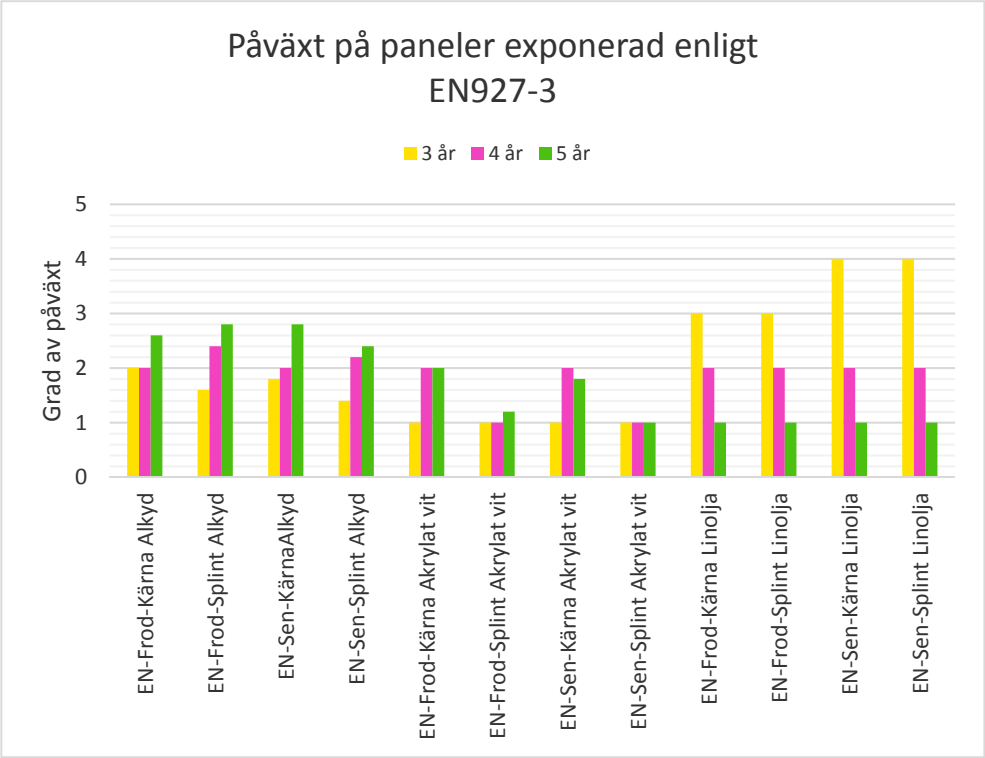
Figur 11 Grad av påväxt för frodvuxen kärna (övre bild) och frodvuxen splint (undre bild), målat med ett alkydbaserat färgsystem efter 5 års exponering med 45 graders lutning mot söder

Utvärdering av grundoljans effekt över tid visar att den dämpande effekten av påväxten finns kvar efter tre års exponering (Figur 12). Graden av påväxt för panelerna med grundolja fortsätter därefter stiga och efter 5 års exponeringstid har panelerna med alkydfärg likvärdiga nivåer av påväxt, oberoende av förbehandling, och panelerna med akrylatfärg har högre nivåer jämfört med paneler utan förbehandling med grundolja.

Exponering enligt ISO standard EN927-3 med paneler i horisontell exponering visade initialt en högre påväxt efter 3 års exponering för gruppen målade med ett linoljebaserat färgsystem. Graden av påväxt verkar dock sjunka vid 4:e och 5:e året för att ligga vid en lägre grad av påväxt jämfört med grupper målad med andra färgsystem (Figur 13).



Figur 12 Jämförelse av påväxt mellan paneler med eller utan grundolja



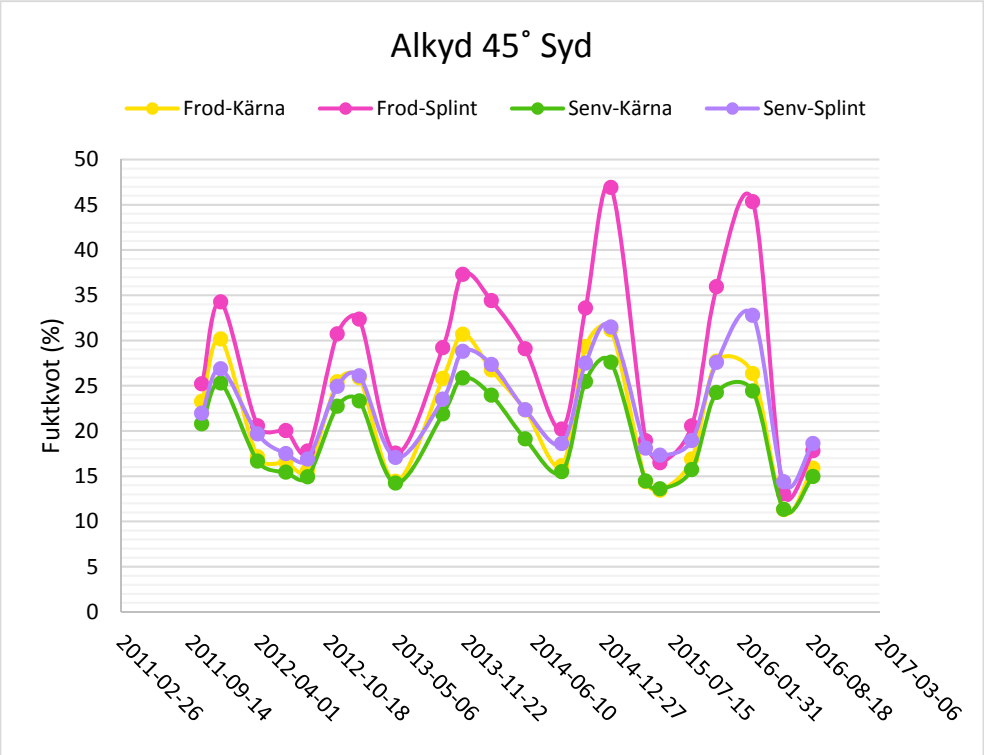
Figur 13 Skillnaderna i påväxt för olika färgsystem exponerad i horisontellt läge enligt standarden EN927-5.

Fuktkvot

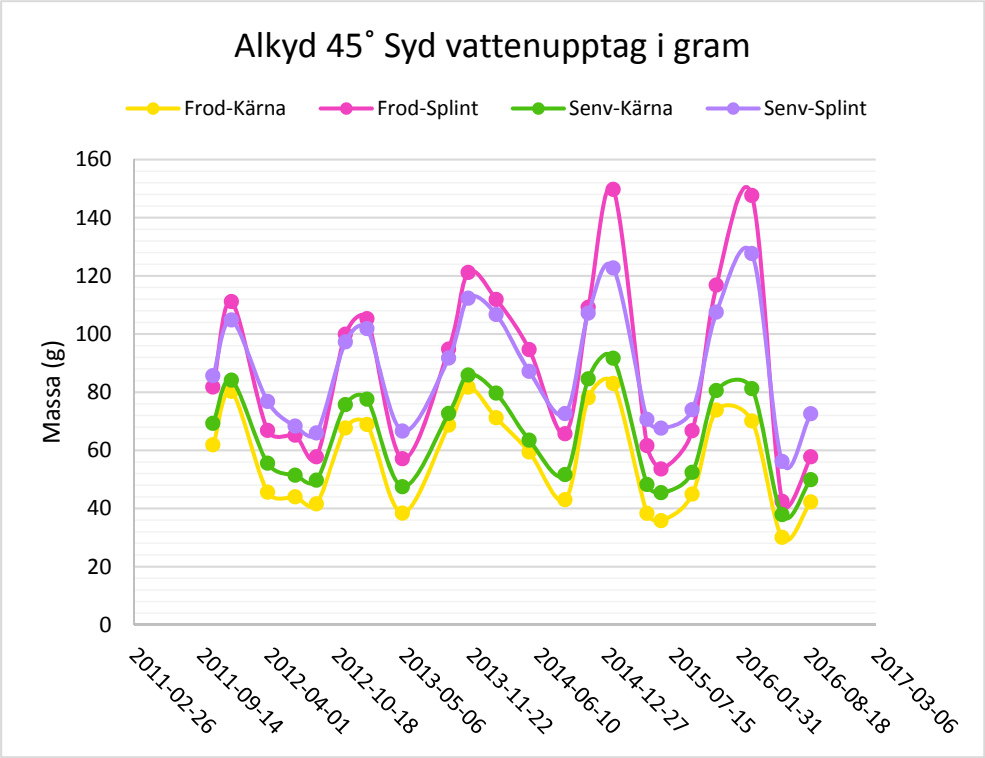
Generellt visar fuktkvotsmätningarna att paneler bestående av splintvirke uppnår en högre fuktkvot över tid oberoende av färgsystem. Bland panelerna bestående av splintvirke visar frodvuxen splint den högsta fuktkvoten. Skillnaden i fuktkvot mellan olika virkestyper är större för den permeabla slamfärgen samt för obehandlade paneler än för övriga filmbildande färgsystem. Man kan även se en trend där variationerna verkar öka med ökad exponeringstid, där årstidsfluktuationerna ser ut att bli större de två sista åren (2014-2016).

Paneler målade med ett alkydbaserat färgsystem (Figur 14) hade större fuktkvotsvariationer mellan olika virkesegenskaper än paneler målade med ett färgsystem baserat på akrylat eller linolja. Störst variation på fuktkvoten fanns hos panelerna med frodvuxet splintvirke. Om man istället tittar på vattenupptag i Figur 15 för samma paneler så ser man att den totala vattenmängden som tas upp är högre för panelerna med splintvirke oberoende av växtfrodigheten.

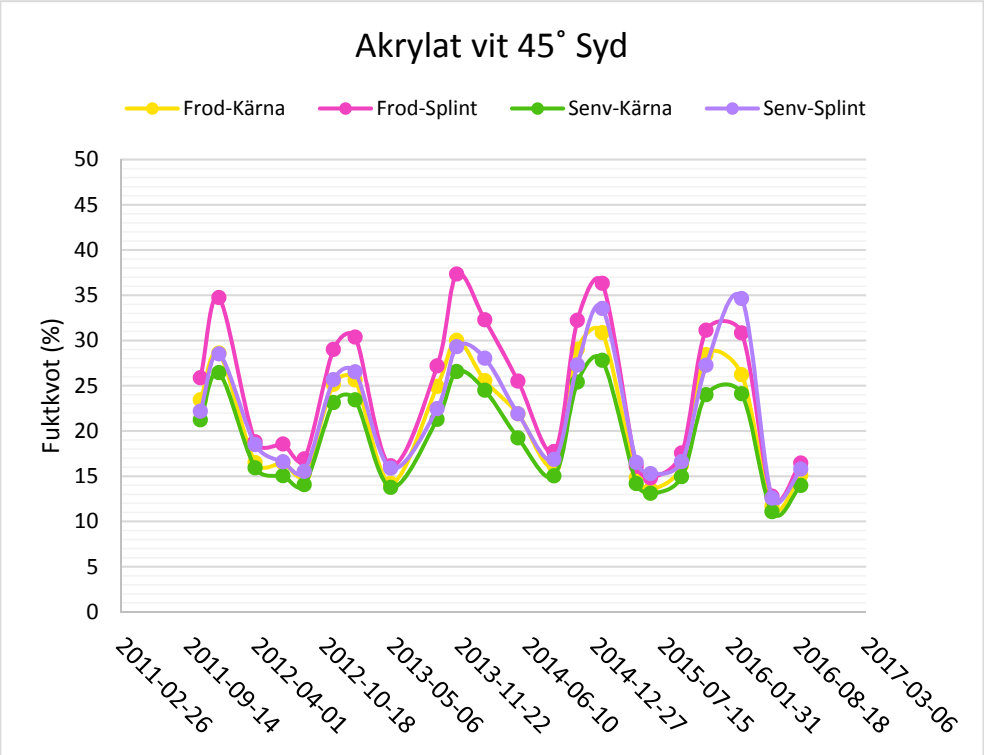
För akrylatfärgen med samma bindemedel fast med olika kulörer (Figur 16 och Figur 17) kan man se att paneler med den röda kulören når ungefär samma maximala fuktkvot i topparna men har ett snabbare torkförlopp och når en lägre fuktkvot vid dalarna.



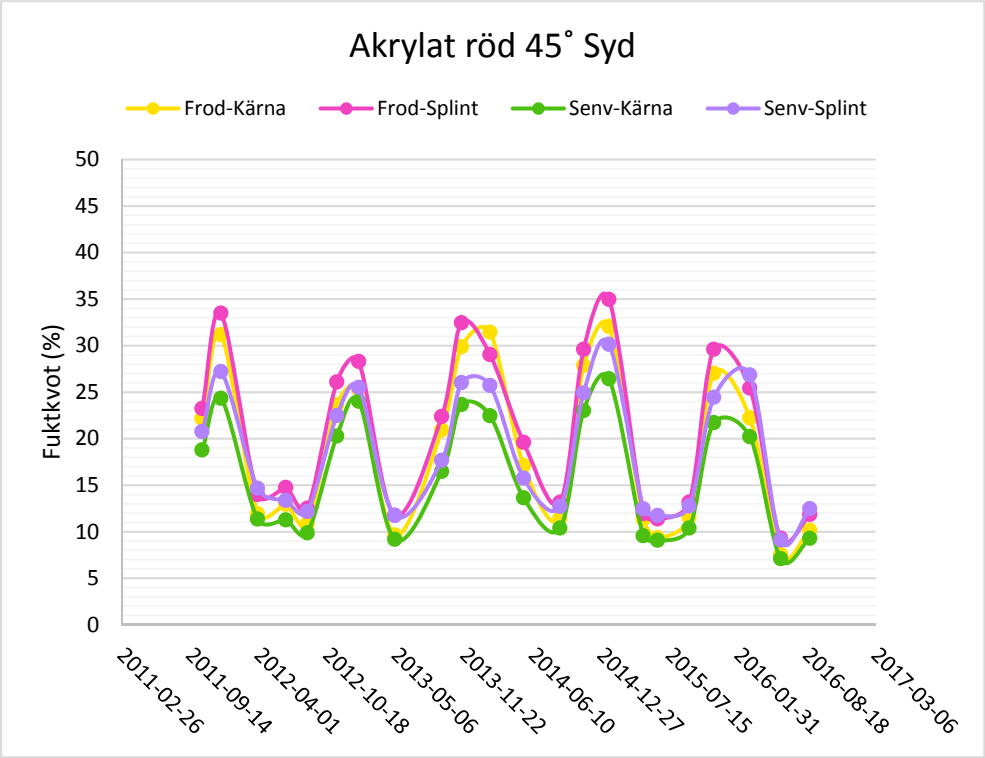
Figur 14 Variationer i fuktkvot under 5 år för paneler med olika virkesegenskaper ytbehandlat med ett alkydbaserat färgsystem i vit kulör.



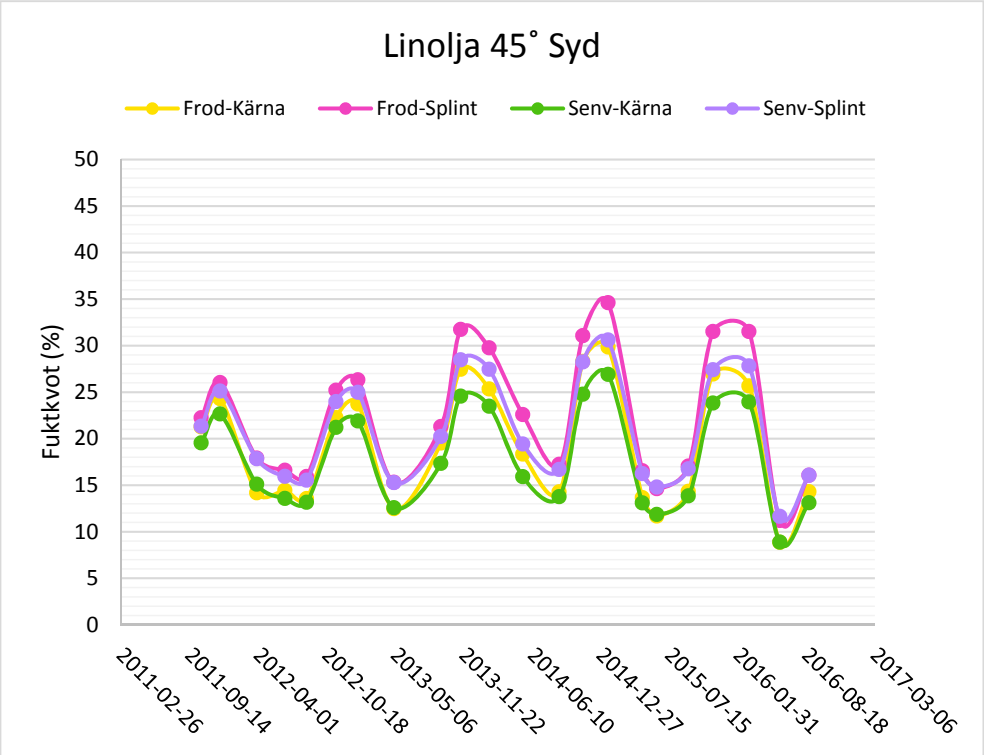
Figur 15 Variationer i vattenupptag under 5 år för paneler med olika virkesegenskaper ytbehandlat med ett alkydbaserat färgsystem i vit kulör.



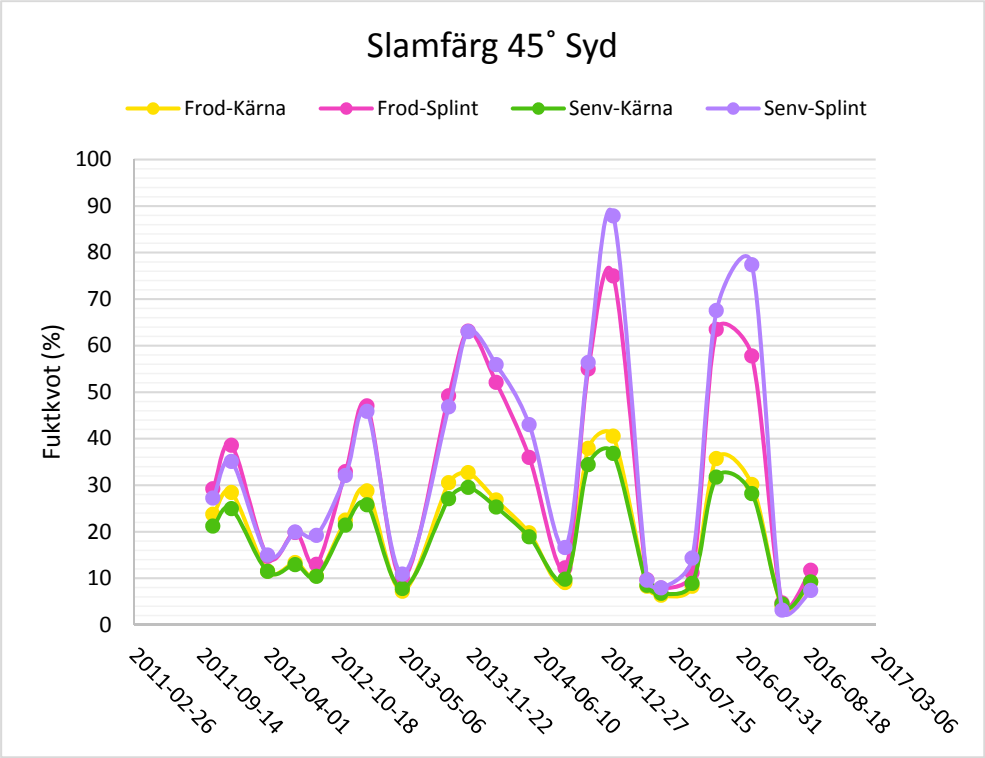
Figur 16 Variationer i fuktkvot under 5 år för paneler med olika virkesegenskaper ytbehandlat med ett akrylatbaserat färgsystem i vit kulör.



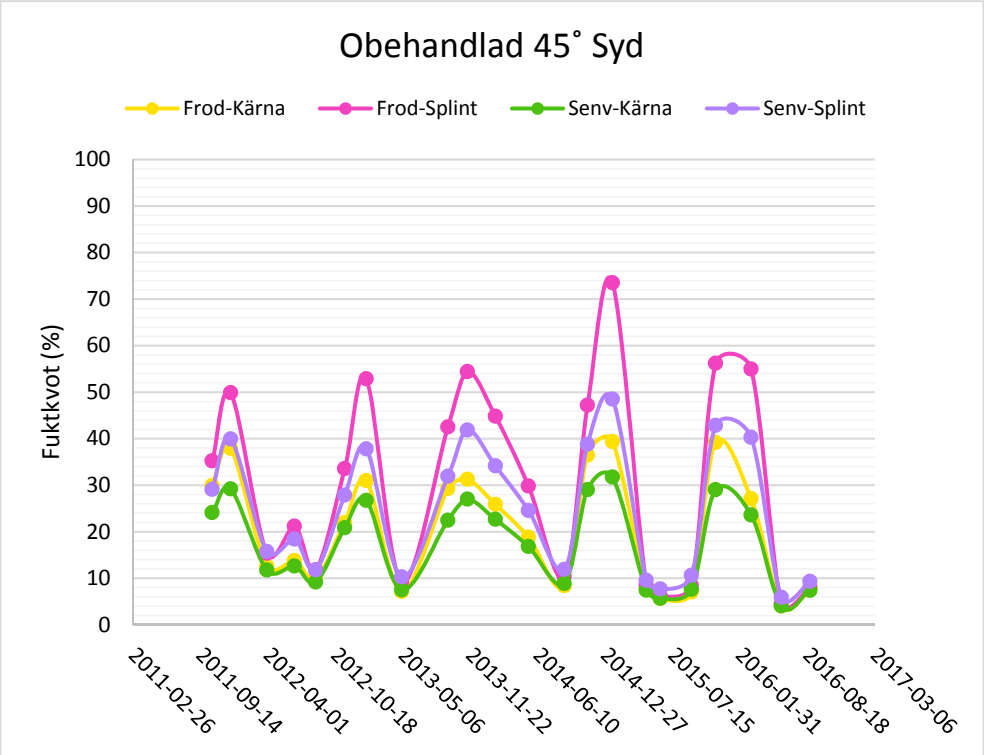
Figur 17 Variationer i fuktkvot under 5 år för paneler med olika virkesegenskaper ytbehandlat med ett akrylatbaserat färgsystem i röd kulör.



Figur 18 Variationer i fuktkvot under 5 år för paneler med olika virkesegenskaper ytbehandlat med ett linoljebaserat färgsystem i vit kulör.



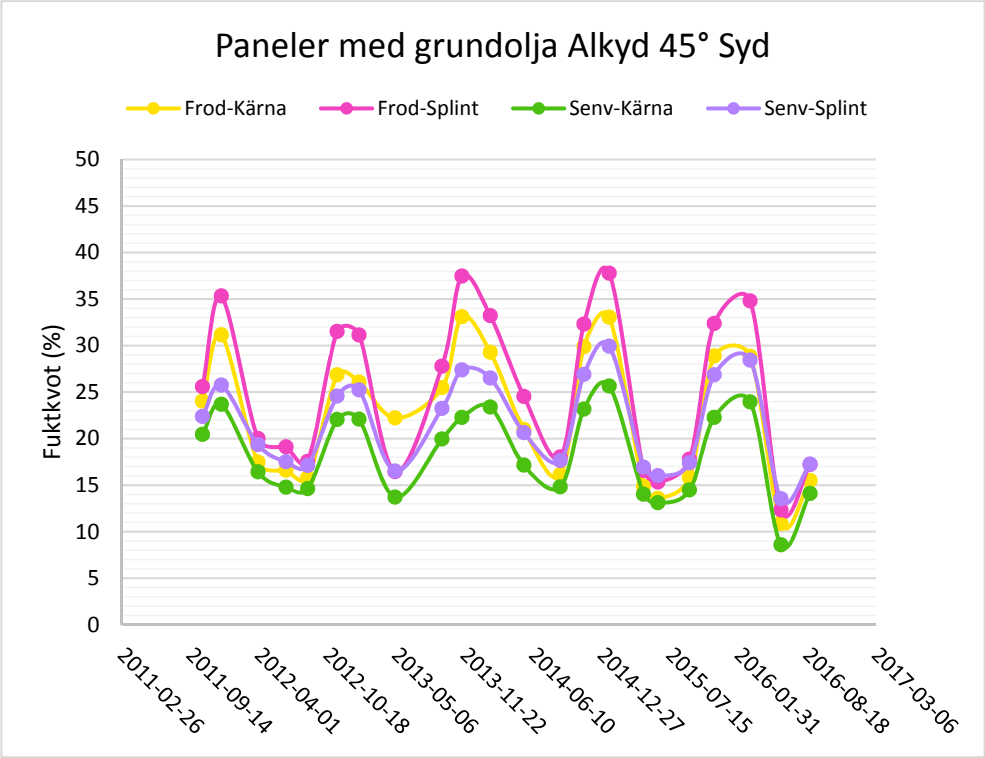
Figur 19 Variationer i fuktkvot under 5 år för paneler med olika virkesegenskaper ytbehandlat med ett slamfärgbaserat färgsystem i röd kulör.



Figur 20 Variationer i fuktkvot under 5 år för obehandlade paneler med olika virkesegenskaper.

Paneler målad med ett linoljebaserat färgsystem har efter 5 års exponering fortfarande en likvärdig nivå på fuktkvot som paneler målad med en akrylatbaserad färg (Figur 18). Störst fuktkvotsvariation mellan olika virkesegenskaper fanns för panelerna målade med slamfärg (Figur 19). I figuren med paneler målad med slamfärg ser man tydligt en större variation i fuktkvot för paneler med splintvirke jämfört med paneler med material av kärnvirke. Inbördes fuktkvotsvariationer är också större för obehandlade paneler (Figur 20) jämfört med paneler målad med filmbildande färg. I likhet med paneler målad med slamfärg så återfanns de största fuktkvotsfluktuationerna för grupperna som bestod av splintvirke.

Paneler med grundolja har mindre variationer i fuktkvot (Figur 21) jämfört med gruppen som är målad med samma färgsystem fast utan förbehandling med grundolja (Figur 14).



Figur 21 Variationer i fuktkvot under 5 år för paneler med olika virkesegenskaper ytbehandlat med ett alkydbaserat färgsystem i vit kulör som även har en grundolja som första ytbehandling.

Diskussion

Sprickor

Den allra största sprickförekomsten noterades på slamfärgade och obehandlade paneler, vilket var väntat. Båda grupperna hade likvärdig mängd sprickor efter respektive exponeringstid vilket beror på att slamfärgen är en s.k. öppen färg. Slamfärgen ger då inget fuktskydd vilket gör att virket kommer att svälla och krympa med fuktförändringarna precis likt det obehandlade. Dessa rörelser leder till sprickbildning. Att den frodvuxna kärnan, till en början, uppvisade färre sprickor än övriga paneler är också väntat eftersom kärnan i sig är lite mindre vattenkänslig och att frodvuxet virke inte har lika stora fuktrörelser som senvuxet (Kollmann and Côté, 1968). Dock hade alla slamfärgade paneler sprickor på totalt över 2000 mm efter fyra år.

För de paneler som hade en filmbildande färg; linoljefärg, alkyd- eller akrylatfärg, fanns det sprickor på enstaka bitar. Efter fyra års exponering fanns en liten ökning av sprickor bland panelerna målade med linoljefärg samt för panelerna målad med röd akrylatfärg. Dessa var dock mycket små jämfört med slamfärgade paneler. Denna typ av sprickor kan uppstå i virket pga. tillväxtspänningar (t.ex. runt kvistar) eller reaktionsved. Detta virke reagerar kraftigare än normalt virke vid fuktförändringar (Nylinder and Fryk, 2011). Panelerna valdes utan synliga virkesavvikelser och ursprunget till dessa sprickor kan inte helt klarläggas.

Intressant är en tydlig skillnad i sprickbildning för paneler målad med linoljefärg där horisontell exponering enligt EN 927-5 har en väsentligt lägre grad av sprickor. Då virket är densamma är det svårt att finna en förklaring på skillnaden förutom en eventuellt lite bättre avrinningsgrad av nederbörd för de horisontellt exponerade panelerna.

Flagning

Flagning i sin egentliga bemärkelse uppkom efter tre år på alkydfärgen samt på några paneler av linoljefärg. Dessa grupper hade alla en flagningsgrad lika med eller under 1 (mindre än 0,1 % flagnad yta), vilket få anses som ringa. Efter fyra års exponering var graden av flagning av paneler målad med alkyd eller akrylat ungefär likvärdig. Flagningen hade även ökad för paneler av linoljefärg.
Färgskiktet på slamfärgade paneler var även mycket påverkade. Här i denna studie redovisas detta som flagning även om förloppet ser annorlunda ut på en färg som inte är filmbildande. Av dessa paneler var de som hade hängt i 45

graders lutning, både i sydlig och nordlig, mest påverkade. De som hängt i 90 graders lutning hade även påverkan på färgskiktet, men av lägre grad. Detta är förväntat eftersom en 45 graders lutning ger mer påverkan av nederbörd som sliter på ytan.

Påväxt

Påväxt mättes i detta försök som total påverkan av olika mikroorganismer, dvs mögel, alger och lavar. Värt att notera var att förekomsten av lavar på försöksfältet var stor jämfört med vad som förväntades.
För senvuxet virke såg inga signifikanta skillnader i påväxt mellan kärna och splint. Det gjorde det däremot mellan frodvuxen kärna och splint målad med alkydfärg och slamfärg efter fem år. Resultatet med en högre påväxt på splintvirke relativt kärnvirke är i linje med tidigare gjord forskning för obehandlat gran (Blom et al., 2013) och för målad gran (Sandberg, 2008). Akrylatfärgen uppvisade inte några tydliga skillnader i denna studie. Detta kan bero på färgens sammansättning och behöver inte bero på bindemedlet i sig. Då färgsystemens sammansättning är okänd är det svårt att jämföra resultaten mellan olika ytbehandlingar. Jämförelserna kan endast göras inom respektive ytbehandling där panelerna har utsatts för samma exponering
I försöket sågs även en skillnad mellan vit och röd kulör för prover mot söder (akrylatfärgen). Paneler med den röda kulören hade ingen synlig påväxt, men de vita med samma bindemedel fick påväxt. Detta beror på att den röda kulören blir varmare av solen och ger två effekter: ytan torkar upp och på sommaren kan det bli så höga temperaturer att mikroorganismer inte klarar av att leva på ytan. Effekten av den röda kulören blir mindre när man tittar på panelerna med nordlig exponering där en viss påväxt noterades. Exponering mot norr leder till lägre yttemperatur på panelerna och sämre upptorkning.
Det kunde också ses en viss skillnad i påväxt på samma paneler mellan åren. Att påväxten kan avta kan bero på klimatfaktorer, väder och temperatur, men även på regn som sliter på ytan. Hos panelerna målad med linoljefärg kritade färgen kraftigt och påväxten verkar då ha följt med bort.
När det gäller inverkan av grundolja undersöktes detta för alkyd- och akrylatfärgen. Effekten av grundoljan, efter 3 år exponering, var att den verkar ha skyddat från proverna från påväxt. Denna effekt avtog sedan och efter 5 år var proverna likvärdiga och i akrylatfärgens fall även något sämre (Figur 11). De grundoljade hade då större påväxt de mer än de som inte grundoljats. Detta fenomen kunde dock inte ses lika tydligt hos paneler målad med alkydfärg. Anledningen till detta är okänt, men det är lätt att se att effekten av grundoljan beror på typ av bindemedel.

Fukt

Fuktkvoterna i panelerna varierade med väder- och årstidsväxlingarna. Den relativa fuktigheten är som högst under den kalla årstiden vilket kan ses hos samtliga paneler. Splinten har en tendens att redovisa en högre fuktkvot än kärnveden i samtliga paneler. Detta liknar förloppet som har setts hos obehandlade paneler i tidigare försök (Metsä-Kortelainen et al., 2006, Sivertsen and Flæte, 2012). Av splintpanelerna är gruppen som är frodvuxet den som oftast har högst uppmätt fuktkvot. Dessa skillnader kan inte härledas till skillnader i sprickbildning eller flagning utan verkar bero på hur fuktupptaget sker i själva virket. Skillnaderna är, som väntat, inte så stora för ett filmbildande färgsystem (där paneler målad med akrylatfärg har minst skillnad) utan ses tydligast hos panelen målad med slamfärg och de obehandlade panelerna. I försöket var baksidorna obehandlade och virket hade en möjlighet att absorbera fukt från luften via den sidan. Det är därför förväntat att träpaneler behandlat på alla sidor skulle minska dessa skillnader ytterligare.

Vattenupptagningen mättes genom att hela panelen vägdes. Från denna vikt beräknades sen en fuktkvot fram som är relativt densiteten i virket. När fuktkvoten i Figur 14 jämfördes med det absoluta vattenupptaget i Figur 15 blev det tydligt att splintved i jämförelse med kärnved, når högre fuktkvoter ock även absorberar mer vatten räknat i gram. Det är rimligt att splintved är mer permeabel för vatten då närvaron av hartser i kärnveden har en viss vattenavstötande effekt.

Den erhållna fuktkvoten är ett medelvärde på hela panelen och beskriver inte distributionen av fukten i panelen. För att få en uppfattning om hur fukten transporteras i panelen behövs andra typer av mätningar. Det är dock svårt att genomföra i större skala. Mätdata i denna studie ska ses som punktmätningar. Det är okänt hur fuktförloppet ser ut emellan dessa punkter. Några av panelerna kan vara i torkningsskede och andra under uppfuktning vid mättidpunkten. Att panelerna har olika fuktprofiler kan i längden påverka beständigheten. Dels genom att ökade fuktrörelser utmattar färg och orsakar sprickor samt att ökade fuktkvoter leder till ökade risker för vednedbrytande svampangrepp. Ur ett beständighetsperspektiv är det tiden då panelerna är över 25 % som är viktig, eftersom träet då kan brytas ned av rötsvampar. Försöket visar att alla paneler hade fuktkvot över 25 % någon gång. Detta försök kan därför ge en tydlig indikation på vilka virkesfaktorer som är viktig för uppföljande studier.

Jämför man påväxt och fukt kan man se en liten korrelation mellan grad av påväxt och fuktkvot hos bland annat panelerna målad med vit alkydfärg För paneler med alkydfärg har splintvedsprover både mer påväxt och en högre fuktkvot än motsvarande kärnvedsprover. Detta kunde dock inte ses för alla

grupper av ytbehandling varvid vidare studier behövs innan ytterligare slutsatser kan dras.

Slutsatser

I detta försök har det testats flera olika färgsystem på träpaneler med olika materialegenskaper. Försöket genomfördes för att se om virkesegenskaperna påverkade ytan på en målad panel. Eftersom färgsystemens sammansättning är okänd kan resultaten inte tolkas som skillnader mellan bindemedel (ex alkyd eller akrylat) utan ska ses som en indikation på trämaterialets påverkan. Nya resultat leder ofta till nya frågor. Detta försök visar att trämaterialet har en betydelse for beständigheten av målade paneler. Dock behövs ytterligare kunskap i ämnet för att undersöka de olika faktorernas inverkan på varandra. Vad är det viktigaste att ta hänsyn till när vi ytbehandlar för utomhusbruk och kan vi hitta den bästa kombinationen av bindemedel och trämaterial. Klart är dock att vi måste ta hänsyn till resultaten i denna rapport när vi i framtiden testar och utvärderar målat trä.

Som kort sammanfattning kan sägas att:

- Val av virke kan påverka fuktkvot och påväxt hos ytbehandlat trä utomhus.
- Grundoljans påverkan kan skilja beroende på bindemedel i täckfärgen och verkar avta efter några år.
- Påväxt är beroende av färgsystem, trämaterial och väder. Påväxt kan även skifta under åren beroende på väder och även kritning av ytan.
- Olika färgsystem dämpar eller förstärker skillnader i virkets egenskaper. Det är därför svårt att jämföra olika färgtyper om detta inte görs på liknande virke.

Referenser

BLOM, Å., JOHANSSON, J. & SIVRIKAYA, H. 2013. Some factors influencing susceptibility to discoloring fungi and water uptake of Scots pine (*Pinus sylvestris*), Norway spruce (*Picea abies*) and Oriental spruce (*Picea orientalis*). Wood Material Science and Engineering, 8**,** 139.

BLOM, Å., THÖRNQVIST, T. & BERGSTRÖM, M. 2010. Outdoor exposure of untreated Scots pine (*Pinus sylvestris L.*) and Norway spruce (*Picea abies (L.) Karst.*) wood samples. Wood Material Science and Engineering, 5**,** 204-210.

CEN 2003a. EN ISO 4628-1:2003 Paints and varnishes - Evaluation of degradation of coatings - Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance - Part 1: General introduction and designation system. European Committee for Standardization.

CEN 2003b. EN ISO 4628-5:2003 Paints and varnishes-Evaluation of degradation of coatings-Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance-Part 5: Assessment of degree of flaking. European Committee for Standardization.

CEN 2007. CEN SS-EN927-3:2007 Paint and varnishes - Coating materials and coating systems for exterior wood - Part 3: Natural weathering test. European Committee for Standardization.

DINWOODIE, J. M. 2000. Timber: its nature and behaviour, London: E. & F. N. Spon, 2000, 2. ed.

ELOWSON, T., BERGSTRÖM, M. & HÄMÄLÄINEN, M. 2003. Moisture dynamics in Norway spruce and Scots pine during outdoor exposure in relation to different surface treatments and handling conditions. Holzforschung, 57**,** 219-227.

GRÖNLUND, A., KARLSSON, G. & KARLSSON, L. 1979. Furuvirke med hög kärnandel avsett för fönstersnickerier.

JOHANSSON, A. 2004. Massproduktion och välfärd, Sveriges Färgfabrikanters Förening.

KOLLMANN, F. F. P. & CÔTÉ, W. A. 1968. Principles of wood science and technology Berlin: Springer-Verlag, 1968.

METSÄ-KORTELAINEN, S., ANTIKAINEN, T. & VIITANIEMI, P. 2006. The water absorption of sapwood and heartwood of Scots pine and Norway spruce heat-treated at 170 °C, 190 °C, 210 °C and 230 °C. Holz als Roh- und Werkstoff - European Journal of Wood and Wood Products, 64**,** 192-197.

NYLINDER, M. & FRYK, H. 2011. Timmer, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för Skogens Produkter.

RYDELL, Å., BERGSTRÖM, M. & ELOWSON, T. 2005. Mass loss and moisture dynamics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) exposed outdoors above ground in Sweden. Holzforschung, 59**,** 183-189.

SANDBERG, K. 2008. Degradation of Norway spruce (*Picea abies*) heartwood and sapwood during 5.5 years' above-ground exposure. Wood Materials Science and Engineering, 3**,** 83-93.

SIVERTSEN, M. S. & FLÆTE, P. O. 2012. Water absorption in coated Norway spruce (*Picea abies*) cladding boards. European Journal of Wood and Wood Products, 70**,** 307-317.

SJÖMAR, P. 1988. Byggnadsteknik och timmermanskonst: en studie med exempel från några medeltida knuttimrade kyrkor och allmogehus, Chalmers University of Technology.

Övriga publikationer

SJÖKVIST, T. & BLOM, Å. Influence of some wood characteristics on the variation of moisture content in outdoor exposed coated Norway spruce panels. 70th FPS International Convention, 27-29 June 2016 Portland, Oregon, USA. Forest Products Society.

SJÖKVIST, T. & BLOM, Å. The impact of heartwood and sapwood on biological discoloration of a painted surface. 12th Northern European Network for Wood Science and Engineering (WSE), Riga, Latvia, 12-13 September, 2016, 2016a. Latvian State Institute of Wood Chemistry, 137-142.

SJÖKVIST, T., BLOM, Å. & AHMED, S.A. 2018. The water souption of coated spruce panels: Impact of heartwood, sapwood, density and weather exposure. *Submitted for publication.*

SJÖKVIST, T., WÅLINDER, M. & BLOM, Å. 2018. Liquid sorption characterisation of Norway spruce heartwood and sapwood using a Wilhelmy plate method. *Submitted for publication.*