

Innvendige malte trepaneler – overflateegenskaper

Painted wood panelling – surface qualities

Saksbehandler: Bjørn Jacobsen, Brede Lesjø og Håkon Toverød

Finansiering: Innovasjon Norge og deltakende bedrifter

Dato: Mars/2009

Sammendrag

I dette prosjektet har ulike faktorer som kan ha betydning for kvaliteten på overflatebehandlede innvendige paneler blitt undersøkt. Rapporten består av fem hoveddeler:

1. Måleteknikk for bestemmelse av overflateruhet
2. Kvistsprekking – inspeksjonssystemer
3. Kvistgulning som funksjon av type overflatebehandling
4. Kvistgulning som funksjon av tørketemperatur
5. Kvistgulning som funksjon av lagringstid mellom høvling og overflatebehandling

Ved hjelp av en håndholdt ruhetsmåler er det mulig å måle ruhetsgrad på ubehandlede og malte paneler. Registreringsdataene kan gjøres om til tallverdier slik at man kan lage sammenlignbare kurvediagrammer. Denne type utstyr kan ikke benyttes til kontinuerlig overvåking av prosessen, kun til stikkprøvekontroll.

Registrering av kvistsprekking med automatiske inspeksjonssystemer er prøvd ut ved hjelp av et standardsystem og et to-kamerasystem. Resultatene fra utprøvingen viste at ingen av systemene er godt egnet til overvåking på en høvellinje. To-kameraløsningen kan være egnet på en malingslinje dersom den plasseres ved inntaket og linjen kjøres med redusert matehastighet (60 m/min).

De malingsystemer som i dag benyttes til overflatebehandling av paneler, kan redusere utsvetting av ekstraktivstoffer i og rundt kvist noe, men ingen av systemene som ble testet, klarte helt å hindre misfarging. Utvikling av nye malingsystemer med andre bindemiddelkombinasjoner synes å være nødvendig for å løse problemet.

Ved industriell trelasttørking foregår tørkeprosessene veldig ofte i temperaturområdet 60-80 °C. I forsøkene ble det funnet at kvistgulningen på malte panelbord øker med økende tørketemperatur.

Lagringstid mellom høvling og overflatebehandling virker inn på kvistgulning. Lagring av panelbordene i 14 dager før overflatebehandling reduserte kvistgulningen, sammenlignet med bord som ble overflatebehandlet umiddelbart etter høvling.

Stikkord: Innvendige trepaneler, overflatebehandling, overflateegenskaper
Keywords: *Wood panelling, surface treatment, surface qualities*

Summary

This project examines the different factors that may have significance for the quality of surface treated panelling. The report consists of five main parts.

1. Measuring technique for determination of roughness
2. Knot cracks - monitoring systems
3. Knot yellowing as function of type of surface treatment
4. Knot yellowing as function of drying temperature
5. Knot yellowing as function of storage time between planing and surface treatment

By using a hand held roughness meter it is possible to measure the degree of roughness on untreated and painted panelling. The registration data may be converted to number values in order for comparable curve charts to be developed. This type of equipment cannot be used for continuous monitoring of the process, only for sampling tests.

Registration of knot cracks with automatic monitoring systems is tried out by using a standard system and a two-camera system. The results from the testing showed that none of the systems are well suited for monitoring of a planing line. The two-camera solution may be suited for a painting line if it is placed at the intake and the line is run on a reduced feeding speed (60 m/min).

The paint systems that are used at present for surface treatment of panelling, may reduce sweating of extractives in and around knots somewhat, but none of the tested systems were able to prevent discolouring. Development of new paint systems with other combinations of binding agents seem to be necessary to solve the problem.

By industrial drying of timber, the drying process often takes place in a temperature area of 60-80 °C. In the tests, we found that the knot yellowing on painted panelling increases with increasing drying temperature.

The storage time between planing and surface treatment affects the knot yellowing. Storing of the panelling for 14 days before surface treatment reduced the knot yellowing, compared to panelling that was surface treated immediately after planing.

Forord

Prosjektet “Innvendige trepaneler” startet i 2007, og er gjennomført med økonomisk støtte og faglig assistanse fra følgende deltakere:

Akzo Nobel Coatings AS
Becker Acroma AS
Bergene Holm AS
Bjertnæs Sag AS
A. Falkenberg Eftf. AS
Gilstad Trelast AS
Hasås AS
Sandermoen AS
Teknos Norge AS
Woodtech AS

I tillegg har Innovasjon Norge støttet prosjektet økonomisk.

En stor takk til alle deltakere og bidragsytere!

Innhold

Sammendrag.....	3
Summary	4
Forord	5
1 Innledning.....	8
1.1 Overflatens jevnhet.....	8
1.2 Sparkling	8
1.3 Kvistgulning	9
2 Mål	10
3 Måleteknikk for bestemmelse av overflatekvaliteter	11
3.1 Måling med ruhetsmåler – Mitutoyo SJ 201	11
3.2 Overflateruhet på malte panelbord.....	13
4 Kvistsprekking - inspeksjonssystemer	15
4.1 Utstyr	15
4.2 Prøvemateriale.....	15
4.3 Resultater.....	19
5 Kvistgulning som funksjon av type overflatebehandling	20
5.1 Testmetode.....	21
5.2 Fargemåling	22
5.3 Resultater.....	23
5.4 Utseende av kvist etter QUV-test	27
5.5 Rot/topp.....	28
5.6 Andre malingsystemer	28
6 Kvistgulning som funksjon av tørketemperatur.....	29
6.1 Tørking	30
6.2 Resultater.....	30
7 Kvistgulning som funksjon av mellomlagring før maling	31
7.1 Resultater.....	32
8 Diskusjon/konklusjoner	33
9 Litteraturhenvisning.....	34

1 Innledning

1.1 Overflatens jevnhet

Et viktig kvalitetsaspekt for innvendige trepaneler er den høvlede overflatens jevnhet. Følgende tre forhold bør kontrolleres:

- Dybde av kutterslag
- Oppriving rundt kvist
- Sprekker i kvist.

Kutterslag er et tverrgående vaskebrettmønster på overflaten, som skyldes verktøyets arbeidsforhold. De øvrige feiltypene er knyttet til råstoff og bearbeiding. I et laboratorium kan overflateprofilen måles med en nålprofilmåler som føres over prøvebiten. Profilen registreres, og karakteristiske verdier beregnes. Metoden er standardisert og i bruk i verkstedindustrien. Informasjon om dette er utstyr og metode som kan være et hjelpemiddel til å kontrollere kvaliteten på paneloverflater – både umalte og malte – er vanskelig å finne og bør studeres nærmere.

En alternativ metode som er beskrevet i litteraturen, er å bruke en laseravstandsmåler som måler profilen berøringsfritt (Sandak, Tanaka 2003, 2004). Signalet fanges i en PC, som analyserer det og regner ut kvalitetsindikatorer som kan brukes ved vurdering av produsert kvalitet. Utfordringen er å tolke informasjonen som samles og oversette den til nyttbar kvalitetsinformasjon.

Et viktig resultat fra tidligere prosjekter utført av Treteknisk, er at det er vanskelig, og kanskje umulig, å utelukkende bruke kvalitative inspeksjonsmetoder for å avgjøre om en høvlet overflate er av tilstrekkelig kvalitet. Det er derfor viktig å finne fram til gode kvantitative prøvemethoder for overflaten, både på høvlet og malt flate.

1.2 Sparkling

Maling av paneler uten forbehandling stiller meget strenge krav til råstoffet. Tidligere ble det anbefalt at maling bare ble gjort på beste kvalitet, som da ble forbehandlet med kvistlakk før beising eller maling.

Ved grundigere forbehandling før overflatebehandling kan kvaliteten på sluttproduktet forbedres. Sparkling før maling gir mulighet for å bruke billigere råstoff og likevel oppnå et høykvalitetsprodukt.

Kvister i parkett sparkles med et vellykket resultat. En vesentlig grunn til at dette er så vellykket, er at parketten på grunn av sin oppbygning (krysslågt og limt) er meget stabil og at kvistsprekkene er "tilnærmet døde". De påvirkes derfor lite av

ytre omstendigheter (varme, fuktighet) og gjør at det sjelden oppstår sprekker etter sparkling/overflatebehandling.

Automatisk sparkling av kvistsprekker i panelbord kan utføres, men spørsmålet er om det har noen hensikt. Det er grunn til å tro at furupanel ikke har samme stabilitet som parkett, og at det ved fuktendringer vil oppstå små bevegelser i panelbordet som kan medføre at sprekken endrer seg.

Hvorvidt man skal helsparkle eller kun sparkle områder med sprekker/ujevnheter, vil også være et valg. For kun å sparkle sprekker/ujevnheter er man avhengig av godt overvåkingsutstyr som "finner" de områdene som skal sparkles, og som gir beskjed til sparkelmaskinen hvor disse områdene er. Ved høy produksjonshastighet (linjehastighet) vil det stilles meget store krav til slikt overvåkingsutstyr.

På grunn av linjehastighet ved overflatebehandling, vil det først og fremst være UV-sparkel det er aktuelt å bruke. UV-sparkel er sprø, og vil lett sprekke opp ved bevegelser i underlaget. En mer fleksibel sparkeltype vil være mer optimal. Problemet med andre kjente sparkeltyper er at de tørker mye senere enn UV-sparkel, og er derfor mindre egnet på en moderne produksjonslinje.

1.3 Kvistgulning

Kvistgulning skyldes innholdsstoffer i trevirket som kalles ekstraktivstoffer, fordi de kan ekstraheres – trekkes ut av trevirket – ved hjelp av egnede løsningsmidler.

Noen av disse stoffene er vannløselige som sukkerstoffer og aminosyrer, og finnes stort sett i den levende delen av bartreet, dvs. den delen av yteveden hvor væske-transporten foregår. Mengdene er små, 1-2 %. Disse stoffene trekker ut mot tre-overflaten under tørking. De kan vandre inn i malingsfilmen og gi misfarging, særlig om det brukes vanntynnbare overflatebehandlingsmidler.

I kjerneved, i og rundt kvister og i kvaelommer finnes det i tillegg også ekstraktivstoffer som består av harpikssyrer pluss en del organiske forbindelser som er oppløselige i terpentinolje. De fleste av disse, inkludert harpikssyrer, tilhører gruppen terpenener, og har som oppgave å beskytte det levende treet mot infeksjoner, og enkelte bidrar til å øke trevirkets evne til å motstå sopp- og insektangrep. Noen av terpenene består av små molekyler som er meget flyktige og som gjør at "det lukter så godt furu". Andre terpenener, som harpikssyrene, er mer tungtflytende eller faste stoffer. Disse er imidlertid løst i terpentinoljen slik at de opptrer i væskeform i treet.

Harpiksinnholdet hos furu varierer mye. I furu kjerneved kan harpiksinnholdet ved rotavskjæret være 20 %, som synker til 5 % ved 5 meters høyde. I yteveden er det derimot små variasjoner i harpiksinnholdet som ligger på 3-4 %.

Hos gran varierer harpiksinnholdet mellom 1 % og 2 %.

Kvist har ekstra mye harpiks. For furukvist blir harpiksinnholdet oppgitt til 25-35 %, mens det tilsvarende for gran er 8-16 %.

Moderne overflatebehandlingsanlegg har ulike egenskaper. Linjehastighet, påføringsmetoder, flash-off soner, tørkeanlegg, etc. varierer. Et malingsprodukt som fungerer godt på én linje, trenger derfor ikke å gjøre det på en annen.

Det er gjerne bindemiddelleverandørene som driver FoU-arbeid omkring nye tekniske løsninger. Mye av utviklingsarbeidet som malingsprodusentene gjør, er tilpasning av eksisterende systemer til ulike overflatebehandlingslinjer. Det er da hovedsakelig snakk om tilpasning til linjehastighet, påføringsmetode, tørkesoner og justering av reologi/viskositet for å oppnå bedre flyt og dekkevne på spisse kanter, etc. Denne type arbeid finnes sjeldent dokumentert i litteraturen.

Industrielle overflatebehandlingssystemer til paneler og listverk kan deles i to hovedgrupper:

- 1) Vanntynnbare fysikalsk tørkende produkter, hvor malingen er tørr og gjenstandene kan stables etter at vannet har fordampet fra malingsfilmen.
- 2) UV-herdende systemer som herder meget hurtig ved påvirkning av UV-lys.

Andre malingstyper som krever lengre tørketid er uaktuelle å bruke på eksisterende produksjonslinjer uten at disse bygges om.

Å finne sparkel- og malingsprodukter som hindrer/reducerer utsvetting av ekstraktivstoffer fra kvist, har det lenge vært fokusert på. Hvitmalte paneler hvor kvistene etter kort tid fremstår som gule, gulbrune områder virker skjemmende. Både bindemiddelprodusenter og malingsprodusenter har sett på ulike løsninger, uten at de til nå har lykket helt.

Hvordan panelene produseres/behandles før overflatebehandling, kan være av betydning for grad av kvistgulning. Det er tidligere rapportert (R. M. Nussbaum) at tørkebetingelser kan ha betydning, likeledes lagringstid mellom høvling og overflatebehandling.

2 Mål

Dette prosjektet har hatt som mål:

- A) Å vurdere å belyse faktorer som har betydning for kvaliteten på overflatebehandlede trepaneler.
- B) Å studere hvordan disse faktorene kan forbedres for dermed å oppnå bedre lønnsomhet.

Følgende områder har vært i fokus:

1. Utvikling av måleteknikk for bestemmelse av overflatekvaliteter.
2. Vurdering av overvåkingsutstyr som kan benyttes på produksjonslinjen for registrering av kvistsprekker og ujevnheter.
3. Vurdering av kvalitet og egenskaper på overflatebehandlinger med hensyn til kvistgulning.
4. Vurdering av tørkemeters innvirkning på kvistgulning.
5. Kvistgulning som funksjon av lagringstid mellom høvling og overflatebehandling.

3 Måleteknikk for bestemmelse av overflatekvaliteter

3.1 Måling med ruhetsmåler – Mitutoyo SJ 201

Et viktig kvalitetsaspekt er den høvlede overflatens jevnhet. Hensikten med å måle ruhet med en håndholdt ruhetsmåler var å se om det kunne være et hjelpemiddel til å vurdere skarphet på høvelstålet på en produksjonslinje. I stedet for bare "å synse" når stålet skal skiftes, kan man ved hjelp av noen raske målinger få frem tallverdier som gir informasjon om overflatens ruhet. Utfordringen vil være å tolke informasjonen og oversette den til nyttbar kvalitetsinformasjon. Ruheten til en overflate er definert som avviket mellom en reell flate og en (teoretisk) perfekt plan flate.

I forsøkene ble det benyttet et instrument, Mitutoyo SJ 201. Instrumentet består av en prosessorenhet tilkoblet en driver/detektorenhet som fører en pick-up over overflaten og måler vibrasjonene som oppstår som følge av ujevnheter i overflaten. Apparatets pick-up er en diamantbelagt nål med 5 μm diameter som presses ned med et trykk på 4 mN.

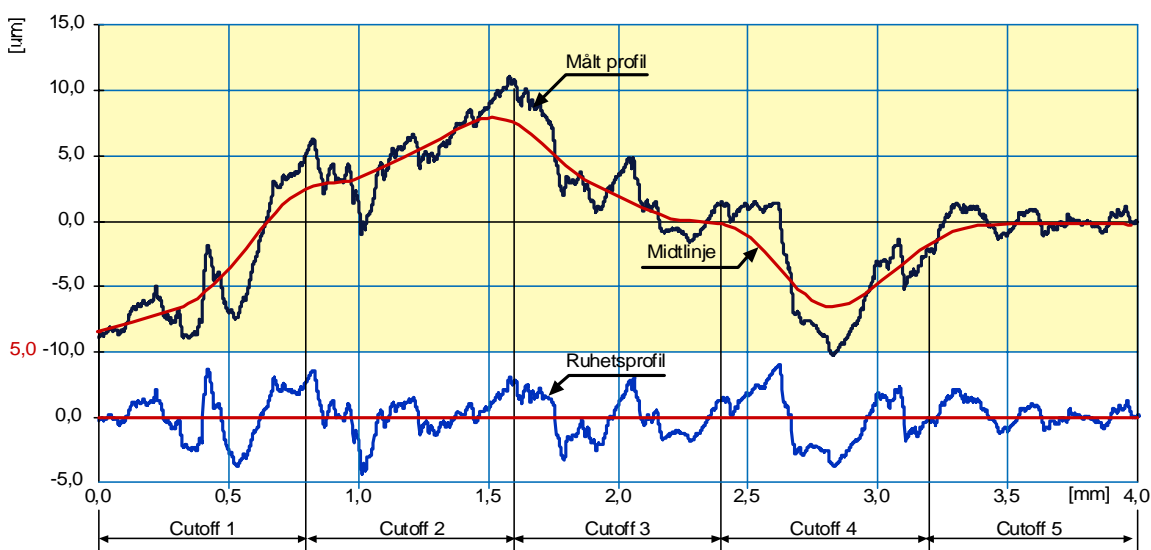


Figur 1. Ruhetsmåler.

Måleresultatet vises i displayet i form av parametre som beskriver overflaten. Mer detaljer kan en få ved å bruke en programvare som overfører de målte data til PC. Målemetoden er standardisert i EN ISO 3274/1997.

De målte verdiene kan overføres til Excel, slik at det kan lages kurvediagram for målt profil og ruhetsprofil.

Forskjellen på målt profil og ruhetsprofil er at det er trukket fra en midtlinje som fjerner de langbølgede forstyrrelsene i dataene. Profilen deles i N "cutoffs", hver med lengde λ_C . Målelengden l_R er altså satt til $5 \times 0,8 = 4,0$ mm. I tillegg måles en halv cutoff før og etter målelengden for å ta hensyn til verktøyets lengde.



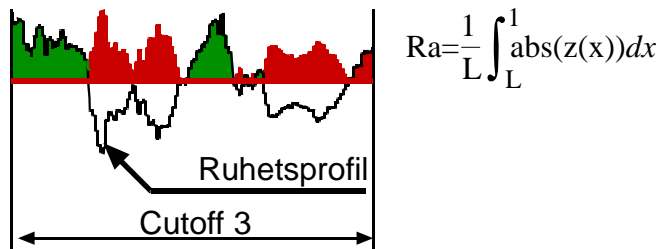
Figur 2. Diagrammet viser eksempel på målt profil, midtlinje og ruhetsprofil.

Fra den målte profilen beregnes parametre som beskriver profilen numerisk. Forskjellige standarder definerer over 100 forskjellige parametre. Her er beskrivelse på to av de viktigste.

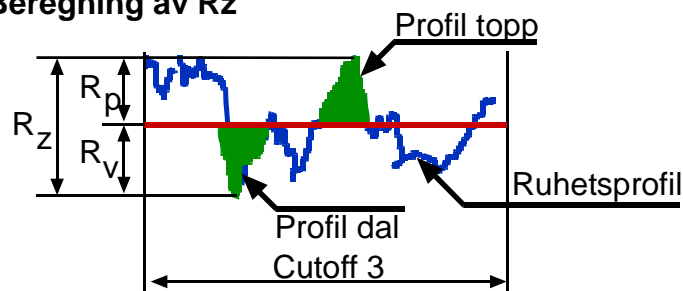
Den mest vanlige faktoren som brukes i Nord-Amerika er R_a , som er det midlere profilavviket over hele målelengden, l_R . Fordelen med denne parameteren er at den er enkel å bruke og å forstå. Siden verdiene er absoluttverdier, kan ikke R_a skille mellom overflater som har mange små toppen (fiberreisning) og overflater med mange småsprekker. Større cutoff lengde gir bedre nøyaktighet, men i praksis er 0,8 mm en god praktisk avveining mellom nøyaktighet og faren for feilavlesning i instrumentet.

Den parameteren som er mest brukt i Europa er R_z , eller gjennomsnittlig ruhetsdybde. R_z kalles "10 punkts gjennomsnittsrughet" i ISO-standard. Den beregnes som gjennomsnittet av høyeste topp/dypeste dal i hver cutoff, det vil si de fem høyeste toppen og de fem laveste daler over målelengden når $N = 5$.

Beregning av Ra



Beregning av Rz



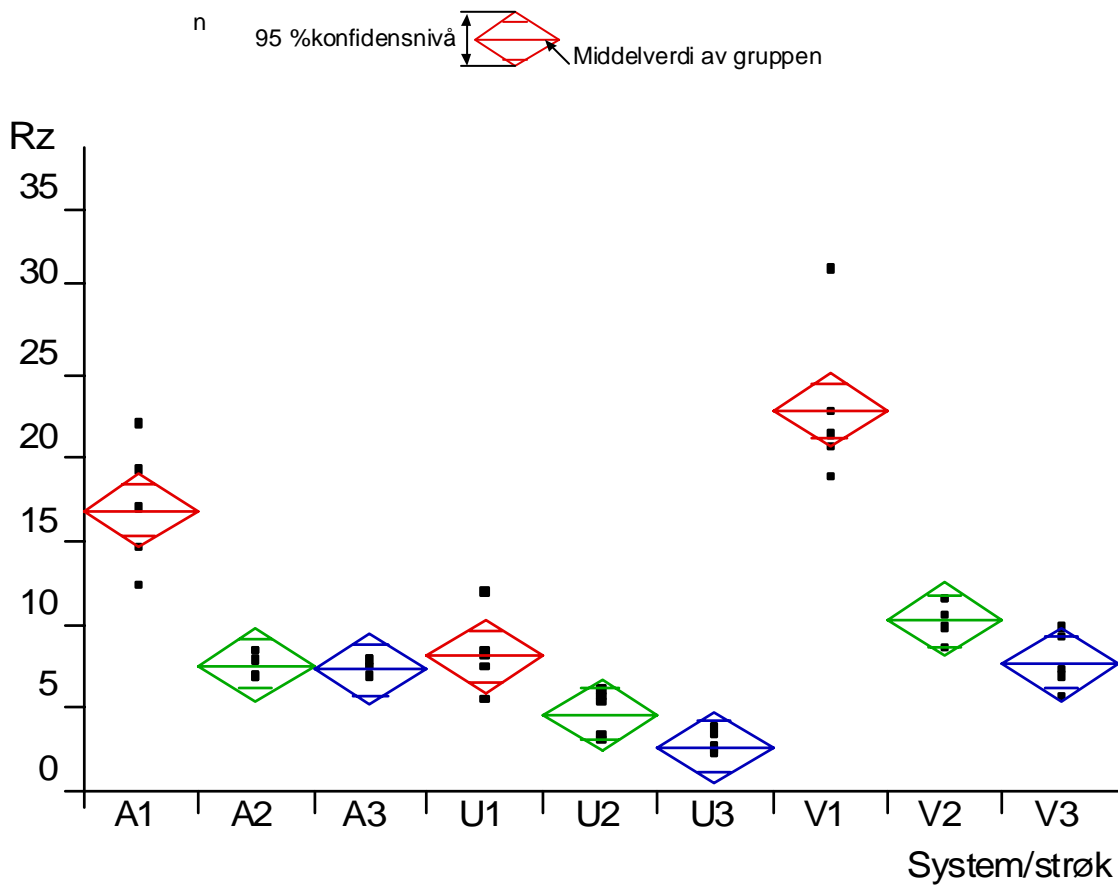
Figur 3. Figuren viser prinsippene for bestemmelse av Ra og Rz.

Målinger på høvlet flate viste at det var store forskjeller i ruhet på vårved og sommerved. Måleverdiene for sommerved var ca. det doble av verdiene for vårved når det ble målt på langs av panelbordet.

3.2 Overflateruhet på malte panelbord

Det ble gjennomført en serie målinger på panelbord som var overflatebehandlet med A) akrylmaling, B) UV-grunning (100 %) og C) vanntynnet UV-maling. Alle overflatebehandlingene ble påført i ett, to og tre strøk. Fra de mottatte panelbordene ble det tatt ut fem tilfeldige valgte prøver av hvert overflatebehandlingsprodukt med henholdsvis ett, to og tre strøk (i alt 45 prøvebiter) hvor det ble målt ruhet. Rz ble brukt som karakteriserende verdi.

Figur 4 viser resultatene av målingene. Som forventet fører flere strøk til mindre ruhet for alle malingsystemene. Måleresultatene viser at UV-lakk (U) er glattere enn både akryl (A) og UV/vann (V). Dette var også synlig ved å se på overflatene i motlys. Størst forskjell er det mellom ett og to strøk.



Figur 4. Gjennomsnitt og enkeltverdier for ruhetsdybde (Rz) for ulike malingsystemer og antall strøk.

A er akrylmaling.

U er UV-grunning (100 %).

V er vanntynnbar UV-maling.

Tallene 1, 2 og 3 står for antall strøk.

Ut fra målinger og erfaring med bruk av Mitutoyo SJ 201 som ble gjort i dette prosjektet, er instrumentet lite egnet til bruk på en produksjonslinje. Til det er utstyret for tidkrevende å bruke. Parallellmålinger (måling av samme prøve flere ganger) viste ganske god overensstemmelse. Instrumentet kan derfor være egnet til stikkprøver av produksjonene.

4 Kvistsprekking - inspeksjonssystemer

OptoNova er et svensk selskap som ble etablert i 1987, og som har spesialisert seg innen områdene optikk, bildebehandling og automatisering. I prosjektet ble det gjort avtale med OptoNova om å teste panelbord med forskjellig type/størrelse av kvistsprekker, for å vurdere hva som kan/ikke kan registreres av denne type overflateforstyrrelser på en produksjonslinje ved bruk av forskjellig "overvåkingsutstyr".

4.1 Utstyr

To ulike overvåkingsystemer ble testet ut. Et "standardsystem" og et to-kamerasystem. Følgende teknisk informasjon ble oppgitt:

Standardsystemet:

- 3D (3-dimensjonal) registrering og analyse
- Oppløsningen på tvers av panelbordene er ca. 0,14 mm (dvs. en størrelse på en "pixel")

Oppløsningen langs panelbordene er ca. 0,33 mm ved en transporthastighet på 3 m/sek (180 m/minutt).

To-kamerasystemet:

- Oppløsning på tvers av panelbordene er ca. 0,07 mm (pga. to kameraer)
- For øvrig samme tekniske egenskaper som Standardsystemet.

Det er også mulig å sette opp et QI-system med to kameraer som begge dekker hele bredden på panelbordet, men som tar bilder annenhver gang slik at man dobler bildefrekvensen. Dette vil gi en oppløsning i lengderetningen på panelbordet på ca. 0,17 mm ved en transporthastighet på 3 m/sek. Fordelen med et slikt system er at pixlene blir "nesten kvadratiske", hvilket er en fordel da kvistsprekkene er orientert i forskjellige retninger.

4.2 Prøvemateriale

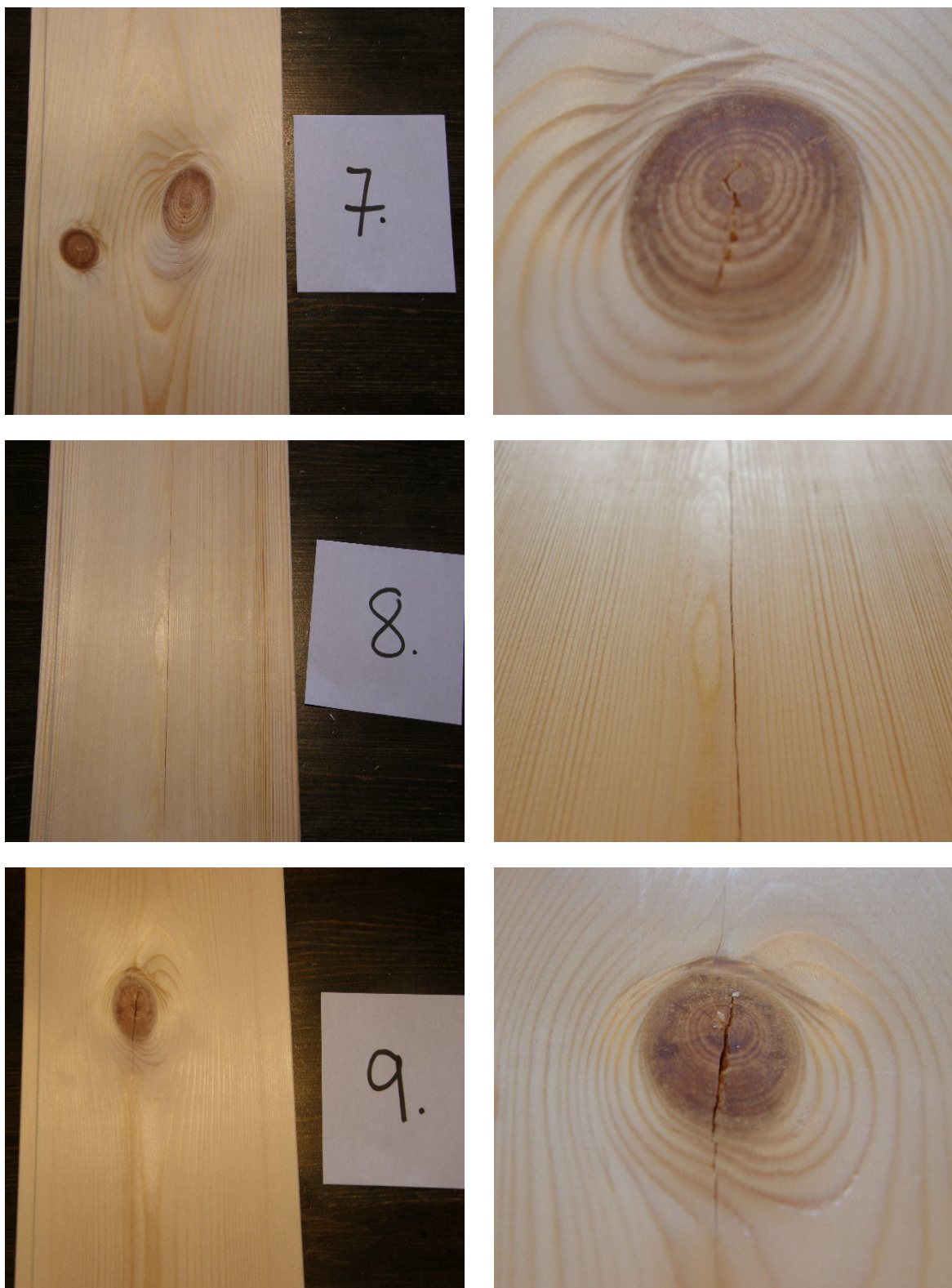
I alt 11 panelbord med kvistsprekker ble sendt OptoNova for testing i deres forsøkslinjer. På hvert bord ble det valgt ut en bestemt kvist som skulle inngå i forsøksopplegget. Figurene 5-8 viser utseende på disse kvistene.



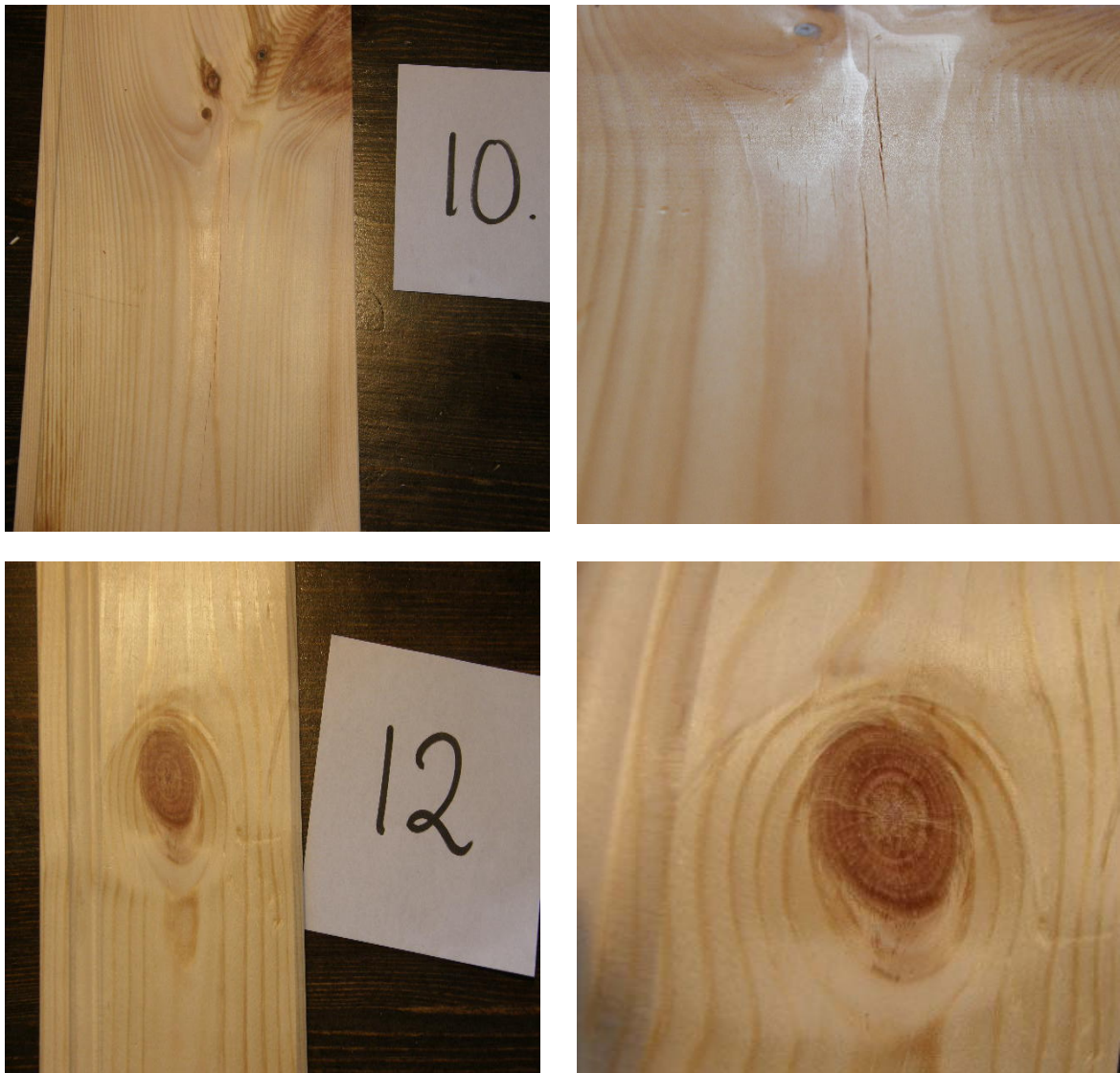
Figur 5. Utseende på panelbordene 1-3.



Figur 6. Utseende på panelbordene 4-6.



Figur 7. Utseende på panelbordene 7-9.



Figur 8. Utseende på panelbordene 10 og 12.

4.3 Resultater

Før kjøringen ble det gjort en visuell bedømming av feil i kvisten.

Resultatene av utprøvingen fremgår av Tabell 1. Prøvene er nummerert fra 1-12.

I kolonne 2 er det gitt en bemerkning på hva slags "feil" som er funnet i kvisten.

Prøvene er så kjørt gjennom QI-systemene, og resultatene fra denne testen er gjengitt i tabellen i form av en karakterskala med følgende betydning:

- A: Registreres i standardsystemet.
- B: Registreres i standardsystemet, men med sjanse for feilregistrering.
- C: Registreres i to-kamerasystemet.
- D: Registreres i to-kamerasystemet ved redusert linjehastighet (fra 3-1 m/sek).
- E: Registreres ikke.

Tabell 1. Resultater fra testing av panelbordene i QI-systemene.

Prøve nr.	"Feil"	Vurdering
1	Kvistsprekk	B
2	Kvistsprekk	E (kanskje D)
3	Kvistsprekk	D (kanskje B)
4	Kvistsprekk	A
5	Kvistsprekk	D
6	Kvistsprekk	B
7	Kvistsprekk	A
8	Sprekk	A
9	Kvistsprekk	A
10	Sprekk	C (sprekken kan ha utvidet seg)
12	Kvistsprekk "usynlig"	E

Det må understrekes at dette er en subjektiv bedømmelse. For å komme frem til "sikre" resultater, kreves det et større antall paneler slik at man kan benytte seg av statistiske metoder.

5 Kvistgulning som funksjon av type overflatebehandling

Fire overflatebehandlingssystemer ble testet for å undersøke i hvilken grad disse kan bidra til å redusere kvistgulning. Det ble testet ut tre industrisystemer og ett håndmalt system. Industrisystemene ble påført og tørket på produksjonslinjen hos Bjertnæs Sag AS.

Som det fremgår av oversikten under, har systemene fra Teknos og Beckers ganske lik oppbygning, med UV-primer i bunn, akryl grunning som mellomsjikt (grunning) og UV-vann på topp. Systemet fra Akzo er et forsøksprodukt bestående av akryl grunning og topp.

Teknos:	Påført mengde
UV-primer	22,0 g/m ²
Akryl grunning	65,0 "
UV-vann (toppstrøk)	70,0 "

Beckers	Påført mengde
UV-primer	22,5 g/m ²
Akryl grunning	65,0 "
UV-vann (toppstrøk)	70,0 "

Akzo	Påført mengde
Akryl grunning	120,0 g/m ²
Akryl toppstrøk	100,0 g/m ²

Håndmalt	Påført mengde
Jotun kvistlakk	To strøk
Jotun grunning	Ett strøk
Lady toppstrøk	Ett strøk

Panelbordene ble valgt ut på følgende måte: Det ble tatt ut bordlengder på min. 4 meter. Disse ble så delt i fire og overflatebehandlet med de ulike systemene, slik som vist i tabellen under. Dette gir da 12 paralleller av hvert malingsystem.

*Tabell 2. Overflatebehandling av panelbord.
A: Akzo, B: Beckers, T: Teknos, H: Håndmalt.*

	Rot			Topp
Bord 1	1.1.A	1.2.B	1.3.T	1.4.H
Bord 2	2.1.H	2.2.A	2.3.B	2.4.T
Bord 3	3.1.T	3.2.H	3.3.A	3.4.B
Bord 4	4.1.B	4.2.T	4.3.H	4.4.A
Bord 5	5.1.A	5.2.B	5.3.T	5.4.H
Bord 6	6.1.H	6.2.A	6.3.B	6.4.T
Bord 7	7.1.T	7.2.H	7.3.A	7.4.B
Bord 8	8.1.B	8.2.T	8.3.H	8.4.A
Bord 9	9.1.A	9.2.B	9.3.T	9.4.H
Bord 10	10.1.H	10.2.A	10.3.B	10.4.T
Bord 11	11.1.T	11.2.H	11.3.A	11.4.B
Bord 12	12.1.B	12.2.T	12.3.H	12.4.A

5.1 Testmetode

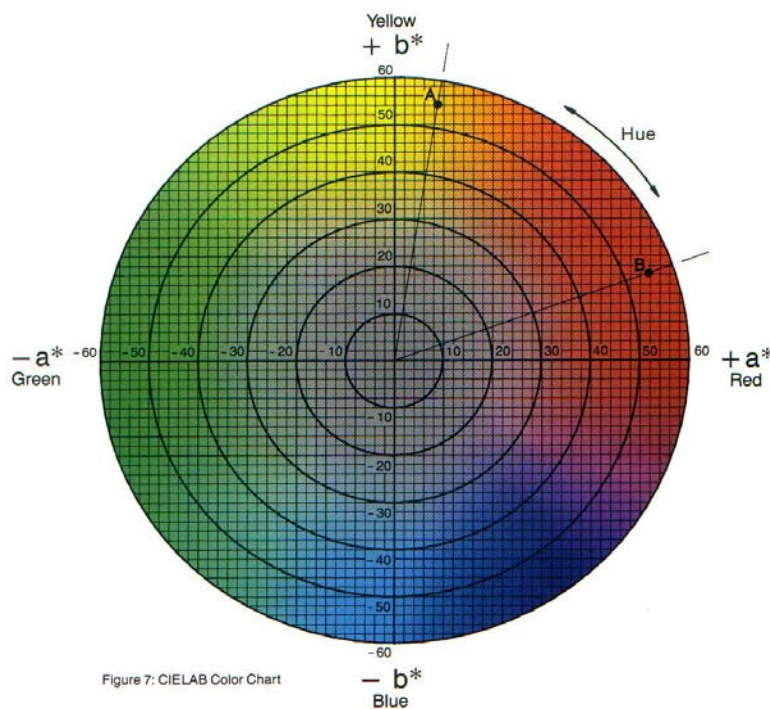
En standardisert metode for testing av fargeendring på kvist er beskrevet i ISO 11507: 2007. Til testen benyttes et UV-kammer, og prøvematerialene blir eksponert for UV-stråling og fuktighet på følgende måte: A) UV-stråling (UVA-lamper) i fire timer med overflatetemperatur på panelene på 60 °C. B). Deretter kondensasjon i fire timer med en overflatetemperatur på 50 °C.

Ved å benytte denne ISO-testen oppstår det som regel kraftig fargeendring/ gulning etter en til to sykluser. Å utsette paneloverflaten for 60 °C er etter vår mening for høy temperatur. Bortsett fra i badstuer, er dette en temperatur som ikke er relevant i andre rom. For å kunne følge utviklingen over litt lengre tid, er det i dette prosjektet gjort endringer i testebetingelsene, og følgende parameterne ble benyttet:

- A) UV-stråling (UVA-lamper - 340 nm) i fire timer.
Effekt 0,35W/m². Temperatur 45 °C.
- B) Kondensasjon i fire timer v/45 °C.

5.2 Fargemåling

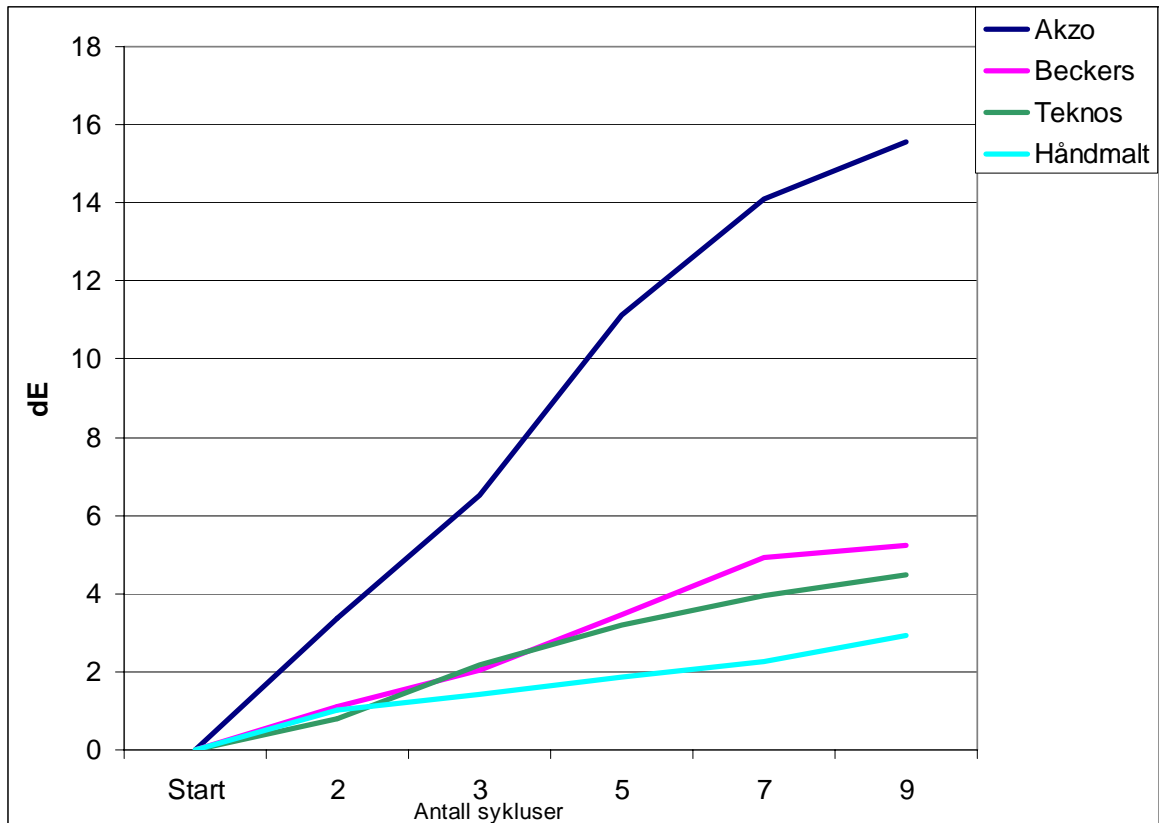
Kvistgulning (fargeendring) ble målt med et Colour Guide sphere instrument og i henhold til fargemålingssystemet CIELab. Dette utstyret måler farge i tre plan: Rød/grønn, blå/gul og sort/hvit (Figur 9). Ut fra måleverdiene kan man enkelt regne ut total fargeendring (dE).



Figur 9. Figuren viser hvordan CIELab-fargekartet ser ut.

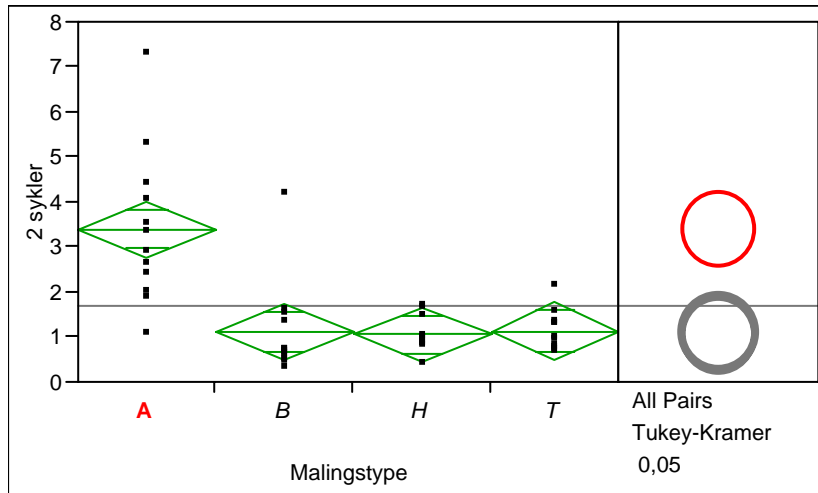
5.3 Resultater

Figur 10 viser utviklingen av kvistgulning over tid. Alle prøver ble kjørt i ni sykluser, det vil si i 72 timer. Det ble testet 12 paralleller av hvert overflatebehandlingssystem. Fargemåling ble gjort etter 2, 3, 5, 7 og 9 sykluser.



Figur 10. Sammenheng mellom kvistgulning og antall sykluser for de forskjellige overflatebehandlingene.

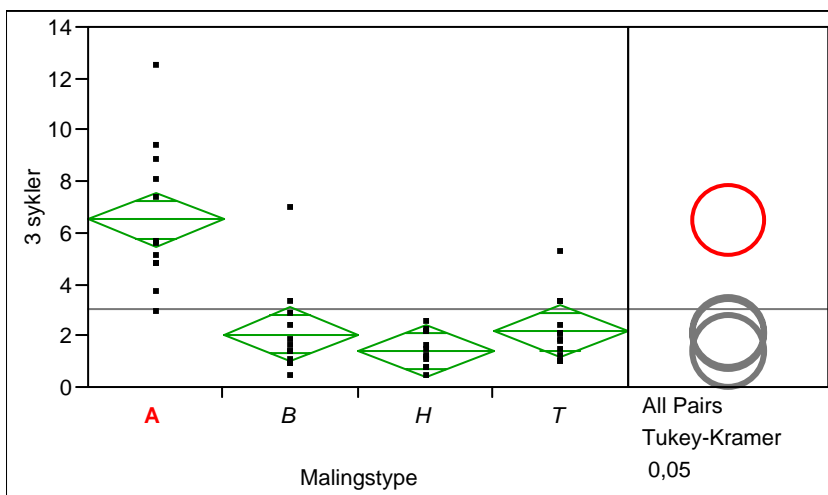
Standardavvik er vist i figurene 11-15. Det er gjort en Tukey-Kramer variansanalyse for å finne statistiske forskjeller mellom overflatebehandlingene. Med signifikante forskjeller menes 95 % signifikansnivå (sikkerhet).



Figur 11. Gjennomsnitt og standardavvik etter to sykluser.

Malingstype	Antall	Snitt	Standardavvik
A	12	3,39	1,70
B	12	1,10	1,06
H	12	1,04	0,38
T	11	1,13	0,45

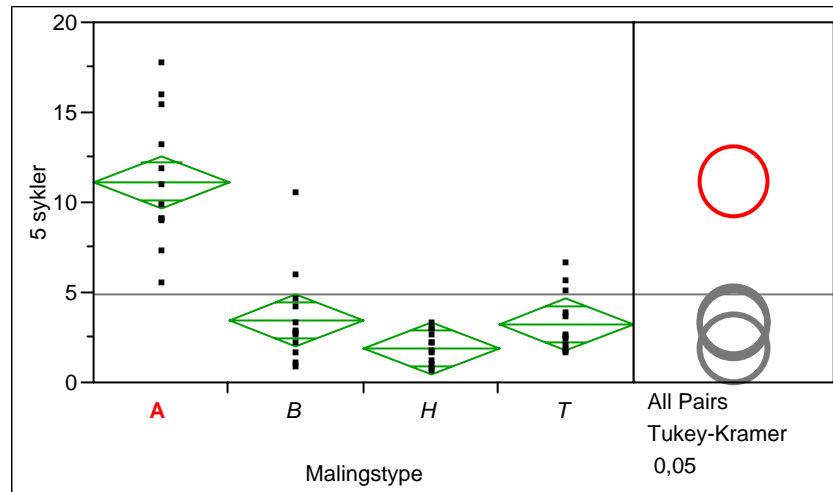
Kvistgulningen for maling A ble funnet å være signifikant høyere enn de tre andre typene. B, H og T kan ikke skilles statistisk. Det ble ikke funnet noen effekt av bordnummer eller borddel.



Figur 12. Gjennomsnitt og standardavvik etter tre sykluser.

Malingstype	Antall	Snitt	Standardavvik
A	12	6,51	2,74
B	12	2,05	1,76
H	12	1,41	0,69
T	12	2,16	1,23

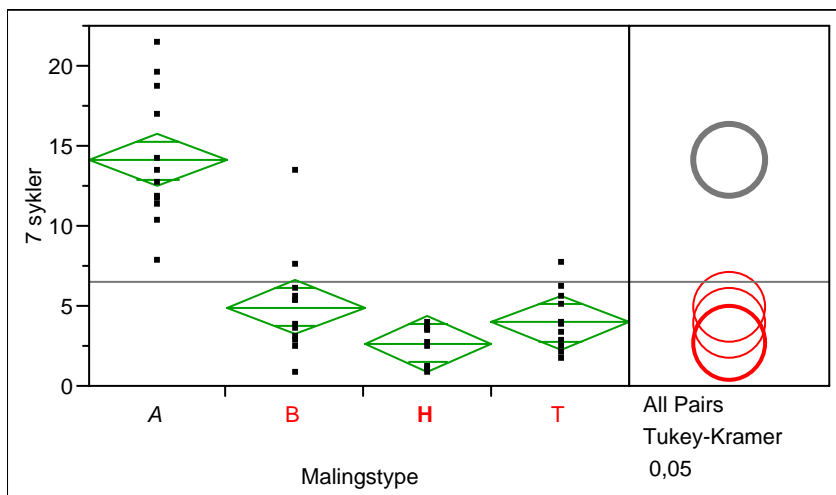
Kvistgulningen for maling A ble funnet å være signifikant høyere enn de tre andre typene. B, H og T kan ikke skilles statistisk. Det ble ikke funnet noen effekt av borddel, men bord nummer 10 lå signifikant høyere enn bord 1, 5, 4, 12, 6 og 11.



Figur 13. Gjennomsnitt og standardavvik etter fem sykluser.

Malingstype	Antall	Snitt	Standardavvik
A	12	11,15	3,71
B	12	3,48	2,65
H	12	1,86	0,92
T	12	3,22	1,68

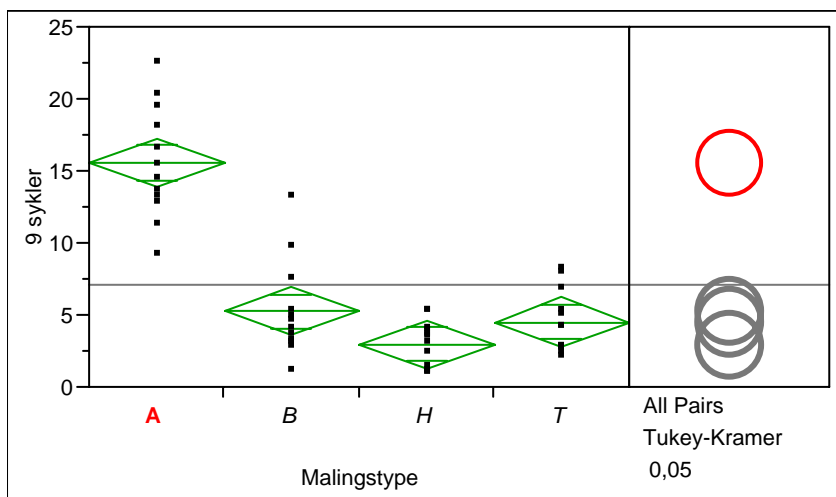
Maling A ble funnet å ligge signifikant høyere enn de tre andre typene. B, H og T kan ikke skilles statistisk. Det ble ikke funnet noen effekt av bordnummer eller borddel.



Figur 14. Gjennomsnitt og standardavvik etter sju sykluser.

Malingstype	Antall	Snitt	Standardavvik
A	12	14,11	4,13
B	12	4,92	3,25
H	11	2,67	1,20
T	12	3,97	1,79

Maling A ble funnet å ligge signifikant høyere enn de tre andre typene. B, H og T kan ikke skilles statistisk. Det ble ikke funnet noen effekt av bordnummer eller borddel.



Figur 15. Gjennomsnitt og standardavvik etter ni sykluser.

Malingstype	Antall	Snitt	Standardavvik
A	12	15,55	3,94
B	12	5,25	3,40
H	12	2,94	1,57
T	12	4,51	2,17

Maling A ble funnet å ligge signifikant høyere enn de tre andre typene. B, H og T kan ikke skilles statistisk. Det ble ikke funnet noen effekt av bordnummer eller borddel.

5.4 Utseende av kvist etter QUV-test

Figur 16 viser eksempler på hvordan utseende på malte panelbord kan bli, i og rundt kvist, etter eksponering i QUV-kammer.

Panelbordet til venstre er behandlet med et vanntynnbart akrylsystem som tørker ved at vannet i malingsfilmen damper av og akrylpartiklene flyter sammen og danner film. Det foregår ingen kjemiske reaksjoner/polymerisering. Et slikt overflatebehandlingssystem gir ikke sterke sperresjikt, og malingsfilmen vil inneholde hydrofile (vannvennlige) bestanddeler etter at den har tørket. Vanntynnbare ekstraktivstoffer som migrerer (vandrer) til treoverflaten, vil lett kunne trenge inn og løse seg i filmen. Det vil da kunne oppstå relativ jevn misfarging av kvisten.

Bordet til høyre er behandlet med UV-grunning som første strøk. UV-grunninger herder ved polymerisasjon og danner en tett film med relativt god vedheft. Filmen lar seg ikke løse opp av vann eller av ekstraktivstoffer fra kvist, og fungerer derfor som et sperresjikt som har en reduserende virkning på kvistgulningen.

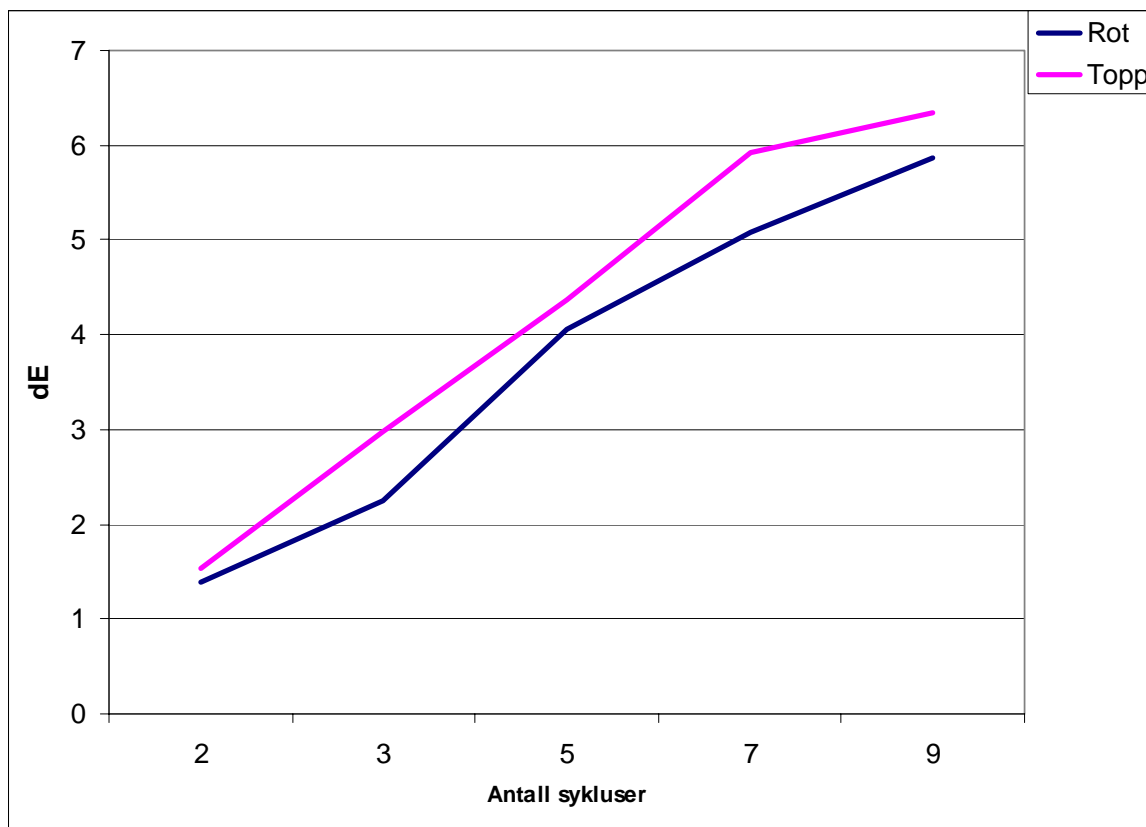
Gulning kan skje ved at stoffene som kommer ut av kvisten presses ut i malingsoverflaten. Dette kan påvirkes av økt temperatur som vil gi et høyere damptrykk, slik at ekstraktivstoffene til en viss grad presses ut. Bordet til høyre i Figur 16 viser resultatet av testing av UV-grunning ved 45 °C. Små blærer av ekstraktivstoffer er å finne i sentrum og i omkretsen av kvisten. Over tid, etter hvert som mer ekstraktivstoff svetter/presses ut, er det grunn til å tro at kvisten får en jevnere gulbrun farge.



Figur 16. Utseende av kvist etter testing i QUV-kammer ved 45 °C.

5.5 Rot/topp

Figur 17 viser fargeutvikling på kvist på bord som er tatt ut nærmest rot i sammenligning med bord som er tatt ut nærmest topp. I denne sammenligningen er resultatene fra alle de fire malingsystemene lagt inn. Som det fremgår, synes det ikke å være vesentlig forskjell i gulning på kvist på rot- og toppbord.



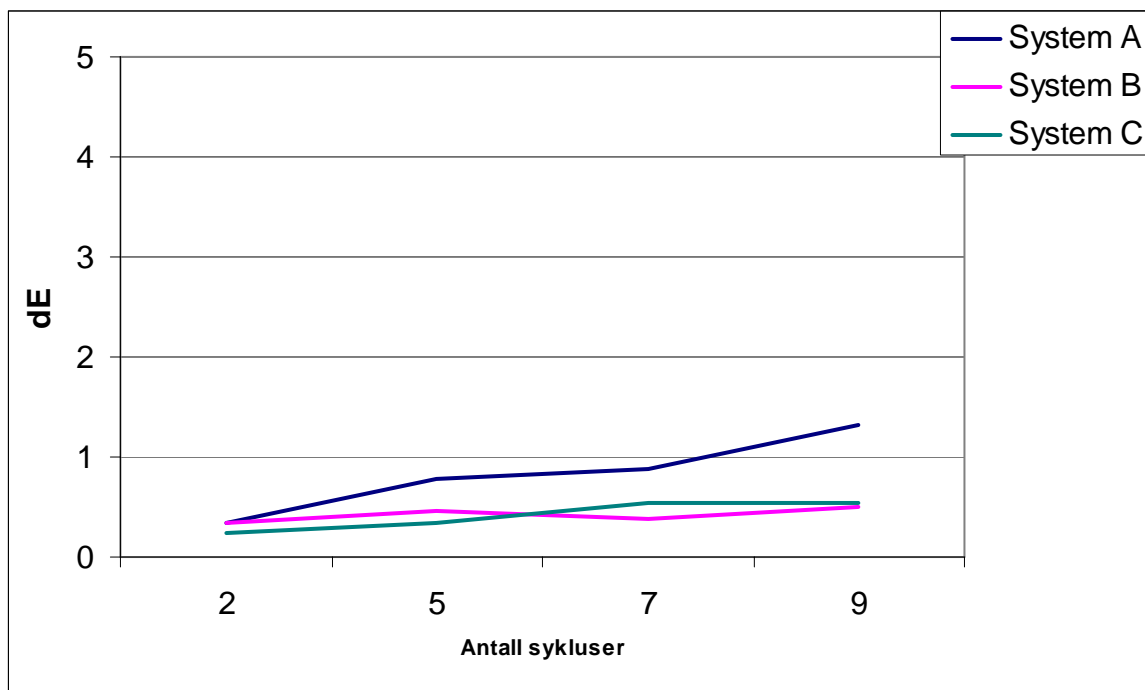
Figur 17. Kvistgulning på rot- og toppbord. Test i QUV-kammer.

5.6 Andre malingsystemer

Til overflatebehandling av innvendige paneler brukes i dag UV-herdende og akrylbaserte overflatebehandlingsprodukter. På bakgrunn av tidligere undersøkelser og tester gjort i dette prosjektet, er det ingen garanti for at disse produktene vil hindre misfarging på kvist over tid.

Man kan tenke seg å bruke andre malingsystemer (bindemiddeltyper) for å løse problemet, men slik produksjonslinjene fungerer, er utfordringen å finne produkter som tørker/herder raskt nok, og som dessuten er miljømessig egnet.

Malingsprodusentene jobber med disse problemstillingene, og parallelt med dette prosjektet er det gjort kvistgulningstesting på en del forsøksprodukter. Det må understrekes at disse testene ikke inngår i prosjektet, men noen resultater er tatt med som informasjon.



Figur 18. Testing av forsøksprodukters (malingssystemers) egenskaper til å redusere kvistgulning.

Resultatene er basert på fire paralleller av hvert system. Alle de tre systemene inneholder et sjikt med en polyuretanbasert overflatebehandling, enten som grunning eller mellomstrøk. Som det fremgår av figuren, er det for to av systemene praktisk talt ingen endring i farge (dE) etter ni sykluser. Den ubetydelige fargeendringen (målbar, men ikke synlig) som har funnet sted, er trolig en jevn fargeendring på toppstrøket over hele panelet og er ikke et resultat av migrering av ekstraktivstoffer.

6 Kvistgulning som funksjon av tørketemperatur

Nussbaum (2004) har gjort undersøkelser av forskjellige faktorer som innvirker på misfarging (gulning) av kvist. Han fant at følgende faktorer var av betydning:

- Tørketemperatur
- Avstanden fra kvisten til den opprinnelige tørkede flaten
- Type preserveringsmiddel
- Type malingsystem

Den største effekten fant Nussbaum ved bruk av løsningsmiddelbaserte preserveringssystemer, men også tørketemperatur og malingsystem har effekt.

Nussbaums forsøk omfattet effekten av tørkeskjemaer med maksimal tørketemperatur på henholdsvis 50 °C, 60 °C, 70 °C og 105 °C. En viss økning av misfargingen ble funnet ved økning av temperaturen fra 50-60 °C til 70 °C.

I denne rapporten er ulike malingssystemers betydning for kvistgulning omtalt i eget avsnitt (se Avsnitt 5). Forsøkene gikk derfor ut på å tørke råstoffet etter forskjellige tørkeskjemaer, produsere panel ved kløyving og høvling, overflatebehandle disse med samme type overflatebehandlingssystem, eksponere dem for UV-lys og fukt og måle fargeendring på kvist.

6.1 Tørking

Prøvematerialene besto av 14 rå planker 50 mm x 125 mm x 1200 mm. Det ble tatt ut tørke-/veieprøver av hver planke i rå tilstand. Materialet ble fordelt til tre tørkeomganger med ca. 13 biter i hver. Disse ble endeforseglet med silikon, og det ble utformet tørkeskjema med maksimumstemperaturer på 60 °C, 70 °C og 80 °C. Høytemperaturtørking (over 100 °C) vil være irrelevant på grunn av at kvisten blir så sprø at den blir vanskelig å høvle.

Slutfuktigheten ble rundt 10 % i alle tørkeskjemaene.

Det ble kløyvet ut tre emner av hver planke. Fra hvert bord ble det valgt ut en kvist for eksponering i QUV-kammer ved Treteknisk. Hver kvist går igjen i alle bordene fra hver planke.

Etter kløyving og høvling ble bordene overflatebehandlet med et system bestående av: UV-grunning, akryl mellomstrøk og vanntynnbar UV som toppstrøk.

6.2 Resultater

De overflatebehandlede prøvene (utvalgte kvister) ble eksponert i UV-kammer etter en modifisert ISO 11507: 2007-metode. Metoden er nærmere forklart under Avsnitt 5. Fargeendring ble målt ved hjelp av Colour Guide fargemåler. Resultatene etter testing i 72 timer (ni sykluser) er å finne i Tabell 2. Som det fremgår, ga tørking ved 80 °C mer misfarging (gulning) på kvist enn tørking ved 60 °C og 70 °C.

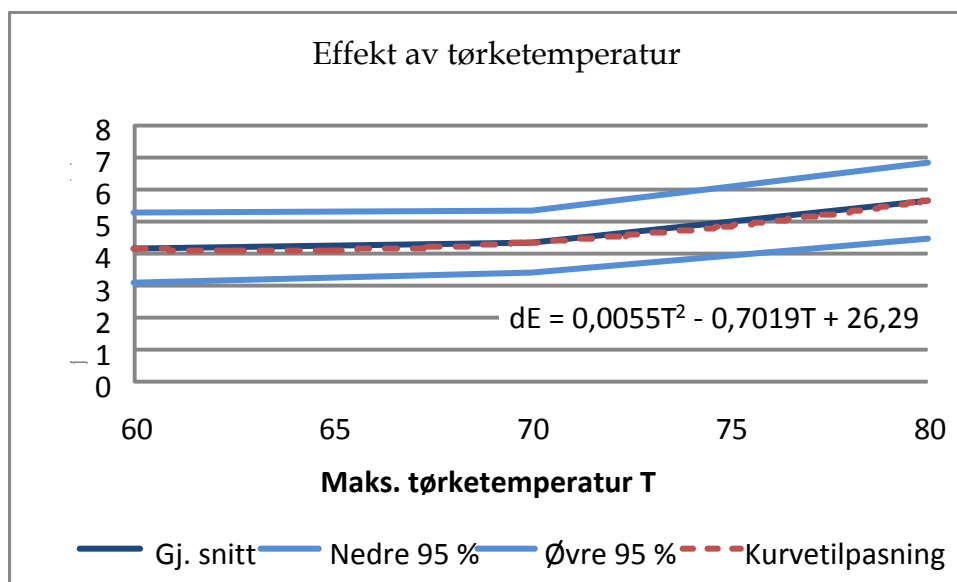
Tabell 2. Kvistgulning som funksjon av tørketemperatur.

Tørketemp.	Antall prøver	Gj. snitt dE	Std. feil	Nedre 95 %	Øvre 95 %
60	30	4,2	0,5	3,1	5,2
70	38	4,3	0,5	3,4	5,3
80	25	5,7	0,6	4,5	6,8

Gj. snitt dE. Fargeendring på kvist i panelbord som er tørket ved ulike temperaturer og deretter kjørt ni sykluser (72 timer) i QUV-kammer.

Std. feil bruker et samlet estimat for feilens varians.

En grafisk fremstilling av resultatene er vist i Figur 22. En skal her være oppmerksom på at kurven er trukket på basis av tre målepunkter, slik at kurvens nøyaktige utforming er noe usikker. Forskjellen på 60 °C og 80 °C utgjør i dette forsøket 36 %.



Figur 22. Fargeendring (gulning) på kvist som funksjon av tørketemperatur.

7 Kvistgulning som funksjon av mellomlagring før maling

Bord som var tørket ved 60 °C, 70 °C og 80 °C dannet grunnlaget for vurdering av fargeendring som funksjon av forskjellige lagringstider etter høvling.

Bordene ble overflatebehandlet A) umiddelbart etter høvling, B) etter én ukes lagring og C) etter to ukers lagring.

Som det fremgår av Tabell 3 reduseres fargeforandringen betydelig dersom panelbordene lagres mellom høvling og overflatebehandling.

7.1 Resultater

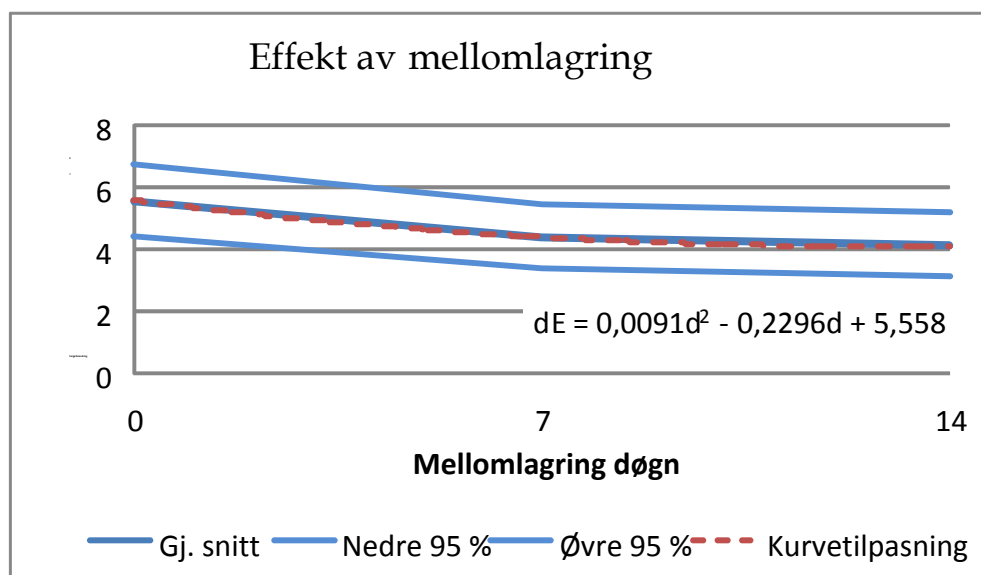
Tabell 3. Kvistgulning som funksjon av mellomlagring før overflatebehandling.

Mellomlagring døgn	Antall prøver	Gj. snitt dE	Std. feil	Nedre 95 %	Øvre 95 %
0	27	5,6	0,6	4,4	6,7
7	33	4,4	0,5	3,4	5,4
14	33	4,1	0,5	3,1	5,2

Gj. snitt dE. Fargeendring på kvist etter mellomlagring av panelbordene før overflatebehandling. Prøvene er kjørt ni sykluser (72 timer) i QUV.

Std. feil bruker et samlet estimat for feilens varians.

En grafisk fremstilling av resultatene er vist i Figur 23. En skal her være oppmerksom på at kurven er trukket på basis av tre målepunkter, slik at kurvens nøyaktige utforming er noe usikker. To ukers mellomlagring reduserte fargeforandringen med 35 % i dette forsøket.



Figur 23. Fargeforandring (kvistgulning) på kvist som funksjon av mellomlagring mellom høvling og overflatebehandling.

Vurderes de to effektene under ett (tørketemperatur og mellomlagring), får vi en reduksjon av kvistgulningen fra $dE = 6,65$ (gjennomsnitt av ni prøvebord) ved null mellomlagring og tørketemperatur 80 °C (verste forhold) til $dE = 4,21$ (gjennomsnitt av 12 prøvebord) ved to uker mellomlagring og tørketemperatur 60 °C (beste forhold).

8 Diskusjon/konklusjoner

Antall strøk maling er som forventet avgjørende for ruhetsgraden på høvlet og malt panel. Forsøk med håndholdt ruhetsmåler viser dette. Et slikt instrument er ikke egnet til bruk i kontinuerlig overvåking av overflaten, men bør kunne benyttes til stikkprøver av produksjonen, både på ubehandlet høvlet panel for å vurdere skarphet på høvelstålet og på overflatebehandlede paneler. Måleresultatene kan lastes ned i et excel-ark, og man får frem tallverdier og kurver slik at overflatenes ruhetsgrad kan dokumenteres og sammenlignes.

De automatiske linjeovervåkingssystemene (Quality Inspector systems) som ble testet ut i dette prosjektet, synes å gi for svake resultater med tanke på å benytte denne type utstyr for detektering i en høvellinje. To-kameraløsningen plassert i inntaket til en malingslinje med redusert matehastighet (opptil 60 m/min) kan være egnet. Automatisk detektering og sparkling av kvist er teoretisk mulig å gjennomføre, men spørsmålet er egentlig om det har noen hensikt å sparkle furupaneler så lenge den type sparkel det er aktuelt å benytte, UV-sparkel, ikke er noen garanti for å unngå kvistgulning og kvistsprekking i ettertid.

Kvistgulning skyldes innholdsstoffer i treet. Noen av disse stoffene er vannløselige og noen er løselige i organiske løsemidler eller oljer, f.eks. terpentinolje. Vanntynnbare og oljeløselige ekstraktivstoffer kan misfarge ulike malingsystemer på forskjellig måte. Ingen av malingsystemene som ble testet hindret kvistgulning, men det var forskjell på hvor lenge de utsatte/forsinket misfargingen. Om panelbordet tas fra rot eller topp synes ikke å påvirke grad av gulning.

Vanntynnbar akrylmaling, UV (100 %) og UV-vanntynnbar er de grunnings- og malingstyper som brukes i forbindelse med overflatebehandling av innvendige paneler. For i større grad å hindre kvistgulning vil bruk av andre typer bindemidler være aktuelle å vurdere. Slike bindemidler finnes, men malingsystemer basert på disse produktene er dårlig egnet på dagens produksjonslinjer på grunn av sen tørking.

Det relevante temperaturområdet for tørking av råstoff til høvellast er 60-80 °C. Innenfor dette området ble det registrert mer kvistgulning med økende tørketemperatur.

QUV-tester og fargemålinger viste at to ukers mellomagring før overflatebehandling ga mindre kvistgulning enn for paneler som ble overflatebehandlet umiddelbart etter høvling.

Det ble registrert betydelig mer kvistgulning på panelbord som var tørket/lagret under verste betingelser (80 °C /ingen mellomagring) sammenlignet med bord som var tørket lagret under beste betingelser 60 °C/14 døgns mellomagring.

9 Litteraturhenvisning

Sandtak J., Tanaka C. (2004) Properties of wood surfaces – characterisation and measurement. A review COST Action E 35.

Nussbaum R. M. (2004) The effect of processing and treatment parameters on the discoloration of painted joinery due to resin exudation from knots. Surface Coatings International Part B: Coatings Transactions.