

Tørking av lafteplank

Drying of timber for use in log buildings

Forfattere: Knut Finstad og Knut Magnar Sandland
Finansiering: Innovasjon Norge og deltakende bedrifter
Dato: Juni 2009

Sammendrag

I dette prosjektet har forhold omkring tørking, fuktighetstilpasning og fuktighetsmåling av lafteplank blitt behandlet.

Når det gjelder tørkeforsøkene, ser det ikke ut til at hverken temperaturnivå eller tørkehastighet har hatt veldig stor betydning for sprekkmengden på planken. Et raskere tørkeprogram gir en større variasjon i slutfuktighet, med tilhørende variasjon i sprekkbildet.

For optimal tilpasning av trefuktigheten, viser resultatene store variasjoner i grov lafteplank under bruk, både fra bygning til bygning, gjennom året og fra yttervegg til innervegg. Resultatene viser imidlertid at for bygninger som er oppvarmede i vinterhalvåret, vil trefuktigheten gjennom tverrsnittet være betydelig under 20 % når bygget har vært i bruk en stund. Dette bør det tas hensyn til ved optimalisering av produksjonsfuktigheten for lafteplank.

Når det gjelder fuktighetsmåling, ser det ut til at 30 mm er for liten innstikksdybde. Resultatene viser at innstikksdybden bør være i området 36-40 mm fra flatsiden og i området 44-47 mm fra rund side. Det anbefales imidlertid at det i bransjenormen fortsettes med å benytte 30 mm som innstikksdybde, fordi en metode hvor elektrodene skal slås inn mer enn 30 mm antakelig er lite hensiktsmessig i praksis. Det bør vurderes om det heller skal benevnes som fuktighet ved 30 mm istedenfor gjennomsnittsfuktighet, da denne i hvert fall for nytørket lafteplank er høyere. Alternativet kan være at det legges til et erfaringstall på verdiene på 30 mm for å estimere gjennomsnittsfuktigheten.

Stikkord: Lafteplank, tørking, fuktighet, sprekk, fuktighetsmåling
Keywords: *Log buildings, drying, moisture content, shake, measuring of moisture content*

Summary

This project deals with drying, moisture adjustment and measuring of moisture content of timber for use in log buildings.

The performed drying tests, show that neither temperature level nor drying speed is of any big significance to the amount of shakes in the boards. A faster drying schedule provides a larger variation in the end moisture content, with an accompanying variation in the amount of shakes.

For optimum adjustment of the moisture content, the results show great variations in heavy boards used in log building. Both from one building to another, throughout the year and from external wall to internal wall. The results, however, show that for buildings that are heated during winter, the moisture content through the cross section will be well below 20 % when the building has been used for a while. This should be considered when optimizing the production moisture content for heavy boards used in log building.

Regarding the end moisture content, it seems that 30 mm is an insufficient depth of immersion. The results show that the depth of immersion should be in the area 36-40 mm from the flat side and in the area 44-47 mm from the round side. The recommendation is, however, that the industry norm still uses 30 mm as depth of immersion, as a method where the electrodes are struck more than 30 mm into the wood, probably is not very practical. One should consider whether one rather should label it moisture content at 30 mm rather than mean moisture content, as this, at least for newly dried boards, is higher. The alternative might be to add experience numbers to the values of 30 mm to estimate the mean moisture content.

Forord

Rapporten dekker forsøksaktivitetene som Treteknisk har utført i prosjektet "Tørking av grove dimensjoner". Hovedmålet har vært å bidra til økt verdiskapning og konkurranseevne i verdikjeden fra skog til ferdige produkter basert på grove materialer av furu. Prosjektet har vært ledet av Trevekst i Land og Etnedal ved Ole Helmer Bjørlien.

I arbeidet med forsøkene har det blitt benyttet forsøksmateriale fra Løten Bygdesag og Kistefos Sag. Videre har Kistefos Træsliberi og Nils Rønningen på Berg stilt bygninger til disposisjon for måling av fuktighet.

Innovasjon Norge har støttet prosjektet.

En stor takk til alle for all hjelp med gjennomføring av forsøkene.

Innhold

Sammendrag.....	3
Summary	4
Forord	5
1 Innledning.....	8
2 Rett trefuktighet	8
2.1 Bakgrunn.....	8
2.2 Materiale og metoder	9
2.3 Resultater.....	9
2.4 Diskusjon og konklusjon.....	12
3 Kunstig tørking av lafteplank - forsøk i labtørke	12
3.1 Bakgrunn.....	12
3.2 Materiale og metoder	13
3.3 Resultater.....	16
3.4 Diskusjon og konklusjon.....	17
4 Måling av trefuktighet i lafteplank	18
4.1 Bakgrunn.....	18
4.2 Materiale og metoder	19
4.3 Resultater.....	19
4.4 Diskusjon og konklusjon.....	21
5 Friluftstørking av lafteplank	23
5.1 Bakgrunn.....	23
5.2 Materiale og metoder	23
5.3 Resultater.....	24
5.4 Diskusjon og konklusjon.....	26

1 Innledning

Det brukes store dimensjoner av tre til bygninger i et ikke ubetydelig omfang i Norge, og i de senere årene har det vært et svært godt marked innenfor hytte- og fritidsboliger. En stor andel av disse er bygd med lafteteknikk. I tillegg kommer laftehus for boliger, uthus, m.m. Grove dimensjoner brukes også i ulike bygnings-elementer i for eksempel søyler og bjelker.

Produksjon av grove materialer er i stor grad nisjepreget ved mindre sagbruk. Disse har tradisjonelt friluftstørket materialet, eller levert rått for eventuell tørking hos laftebedrifter. I de senere årene har imidlertid kravene til tørkekvalitet steget også for lafteplank. Det er begrenset hva som er utført av forskning, utvikling og dokumentasjon på dette området.

I prosjektet "Tørking av grove dimensjoner" har det derfor vært fokusert på følgende forhold omkring lafteplank og tørkekvalitet:

- Rett fuktighet for lafteplank
- Måling av trefuktighet på lafteplank
- Tørking av lafteplank, både kunstig og i friluft

Det har blitt utført en serie av tørkeforsøk, samt gjort forsøk med måling av trefuktighet på store dimensjoner.

2 Rett trefuktighet

2.1 Bakgrunn

Tre er et hygroskopisk materiale som til enhver tid søker mot likevektsfuktighet (LVF) med omgivelsene. For treprodukter brukt innvendig, betyr det at det er klimaet inne i rommet som bestemmer bruksfuktigheten. Det tilsvarende gjelder for utvendige produkter. For en tømmervegg vil det ofte være ulikt klima på innsiden og utsiden av veggen. Dette fører til at trefuktigheten vil endre seg gjennom veggen. I tillegg kommer årstidsvariasjoner i både inne- og uteklimate som påvirker likevektsfuktigheten, og dermed trefuktigheten gjennom veggen.

Klimaet inne og ute er avhengig av geografisk plassering, samt hvordan bygningen blir brukt og varmet opp. I et normalt "østnorsk" klima vil likevektsfuktigheten vinterstid komme ned mot 5 % innendørs. I korte perioder også lavere enn dette, fordi kald uteluft varmes opp. I løpet av sommer/høst kan den komme opp mot 12 %. Utendørs vil likevektsfuktigheten normalt ha verdier mellom 12 % om sommeren og opp mot 20 % om vinteren. Samspillet mellom vekslende klima på utsiden og innsiden av en bygning gir kompliserte sammenhenger som er

gjenstand for pågående forskning, blant annet på grunn av ny interesse for massive trekonstruksjoner og fokus på inneklima.

I dagspressen er det av og til oppslag om dårlig kvalitet på laftehytter. Disse sakene er ofte fuktrelaterte. Om det skyldes at forventningene er for store til produktet, eller om det er levert en dårlig kvalitet, kan nok variere. Det er også stor variasjon i hva slags kvalitet det enkelte laftefirma krever av råstoffet, både med hensyn til trefuktighet og sprekker.

I bransjenormen for laftebygg er det satt følgende krav til fuktighet:

Veggstokker skal ha en gjennomsnittsverdi på 20 % trefuktighet eller lavere, ved produksjon. Spredningen på enkeltmålingene skal være innenfor gjennomsnittsverdien, + 3 % / - 5 %.

Takåser, stolper og søyler skal ha trefuktighet på 23 % eller lavere ved produksjon.

Det er altså et krav om gjennomsnittlig fuktighet på under 20 % (målt ved 30 mm dybde) for veggstokker. For å belyse hvilken fuktighet lafteplanker har ved normal bruk, ble det gjennomført målinger på laftebygninger gjennom 2007.

2.2 Materiale og metoder

Det ble gjort målinger av fuktighet med elektrisk motstandsmåler av typen Brookhuis på to laftebygninger i Nordre Land:

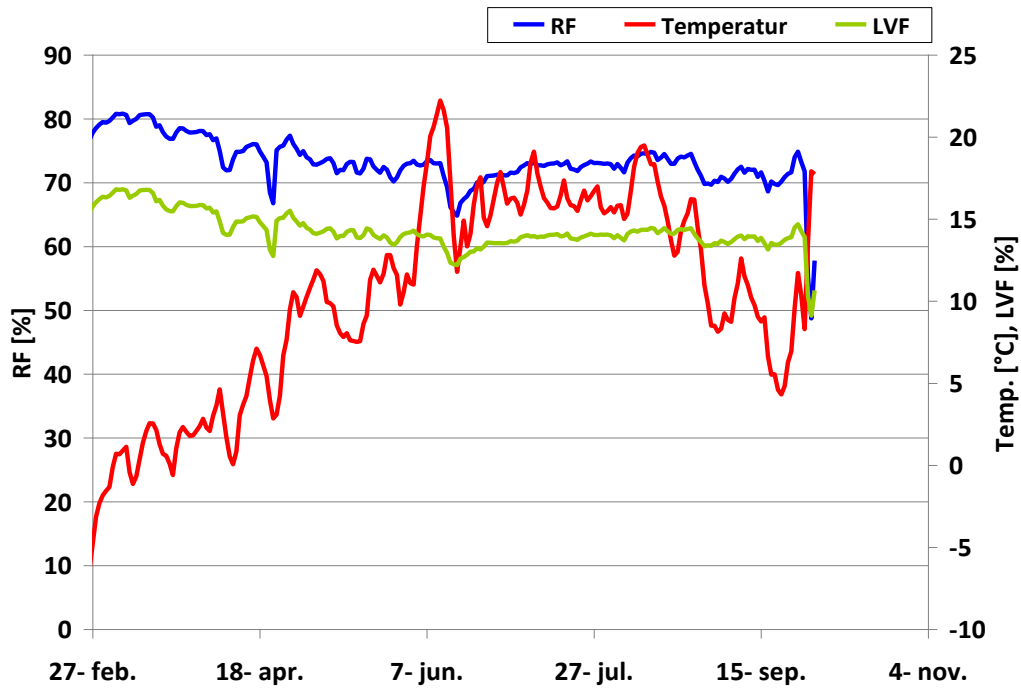
1. Fanterud: Oppvarmet laftebygning på åsen mellom Randsfjorden og Begna. Oppført i 2004.
2. Berg: Nytt stabbur, ikke oppvarmet, på gården Berg sør for Dokka. Bygningen ble ikke brukt i løpet av 2007.

På Fanterud ble det gjort målinger i peisestue, styrerom og soverom, både fra innsiden og utsiden. På Berg ble det gjort målinger i ett rom i første etasje fra innsiden og utsiden. Målingene ble gjort i februar, juni og oktober. På Fanterud ble det lagt ut klimalogger inne i peisstuen og på utsiden. På Berg ble det lagt ut en logger på innsiden. Loggerne var av typen TinyTag.

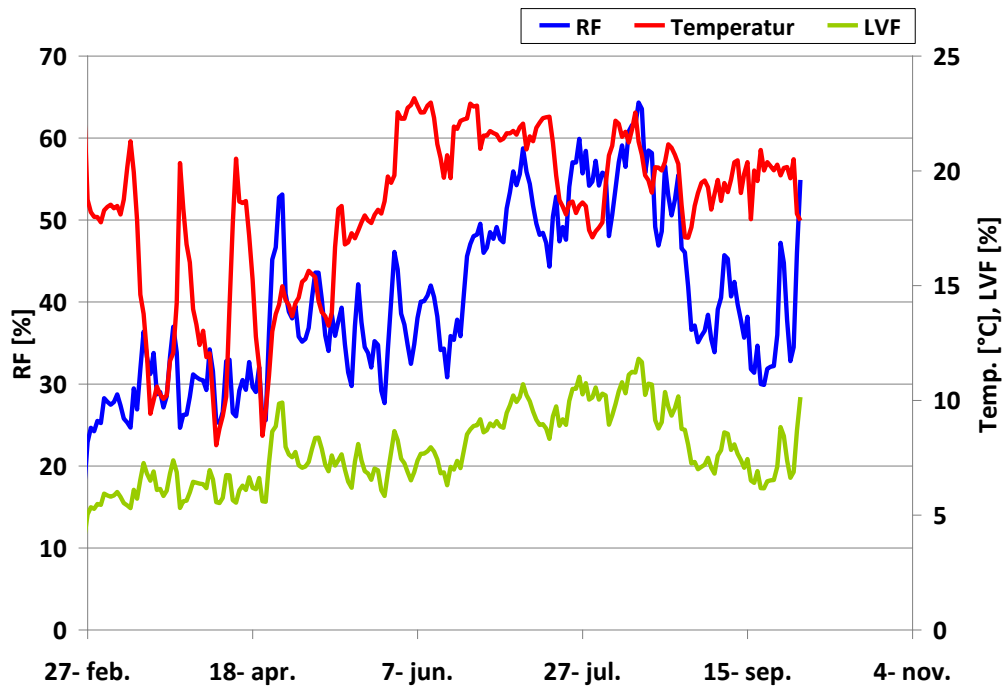
2.3 Resultater

I Figur 1-3 er klimaet på Berg (kun inne) og Fanterud (inne og ute), samt trevirkets likevektsfuktighet for gitte klima, vist. Loggeren som var plassert ute på Fanterud fikk direkte vannkontakt i perioder av måleperioden, noe som kan ha ført til høye verdier i enkelte perioder.

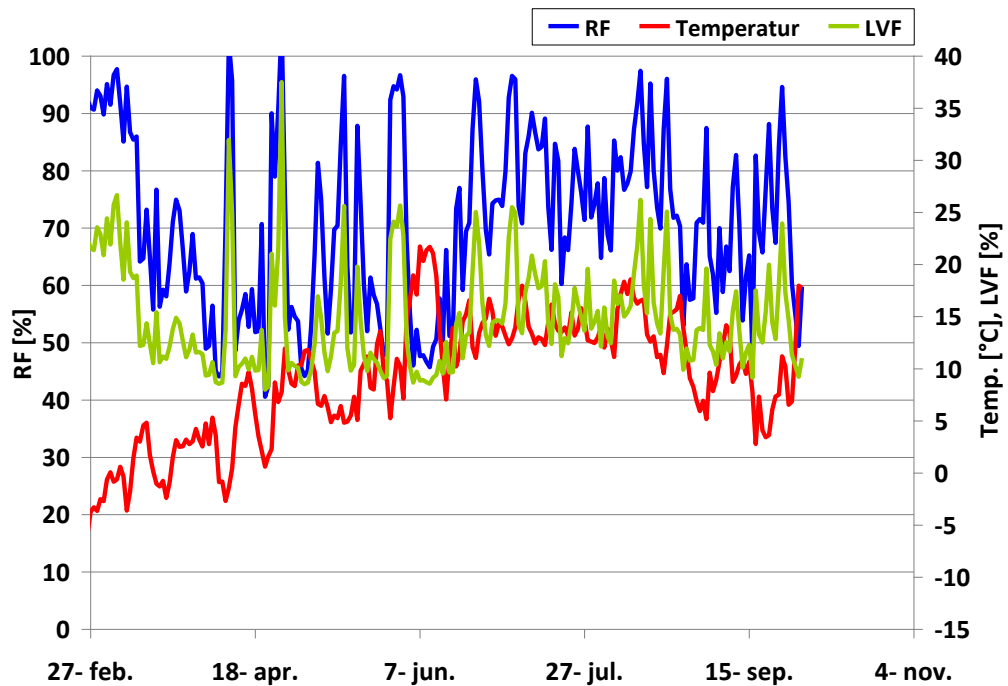
Likevektsfuktigheten på Berg er nokså stabil med verdier mellom 14 % og 16 %. Inne på Fanterud ligger likevektsfuktigheten mellom 7 % og 11 %, og ute på Fanterud mellom ca. 9 % og 20 % (hvis det ses bort fra noen av de høyeste verdiene).



Figur 1: Logget klima i stabburet på Berg, samt beregnet likevektsfuktighet (LVF).



Figur 2: Logget klima i peisstua på Fanterud, samt beregnet likevektsfuktighet (LVF).



Figur 3: Logget klima utendørs ved Fanterud, samt beregnet likevektsfuktighet (LVF).

Tabell 1 viser gjennomsnittlig målt fuktighet for Fanterud og Berg målt fra innsiden ved 1 cm og 5 cm dybde, og tilsvarende fra utsiden.

Tabell 1: Gjennomsnittlig trefuktighet, målt fra innsiden, 1 cm og 5 cm dybde, og fra utsiden, 1 cm og 5 cm dybde.

	Fanterud			
	Inne 1 cm	Inne 5 cm	Ute 5 cm	Ute 1 cm
Februar	8,4 %	9,7 %	12,9 %	11,4 %
Juni	9,0 %	9,4 %	11,1 %	12,6 %
Oktober	11,0 %	11,1 %	10,9 %	11,8 %
	Berg			
Februar	13,8 %	15,3 %	17,0 %	19,0 %
Juni	14,7 %	16,5 %	15,5 %	17,1 %
Oktober	13,2 %	14,1 %	14,5 %	16,0 %

2.4 Diskusjon og konklusjon

Som forventet gir den oppvarmede bygningen tørrere vegger på innsiden. Forskjellen mellom bygningene er størst om vinteren. Da er også forskjellen ute og inne på Fanterud størst.

Krav til fuktigheten til treprodukter i ulike deler av verdikjeden fra primær oppdeling til ferdig bruk i bygninger, må ta hensyn til alle konsekvenser av fuktnivået. For lafteplank bør følgende elementer vurderes:

- Holdbarhet mot sopp og innsektskader
- Bearbeiding
- Mulighet til å ta vare på fuktighetsnivå i ulike deler av produksjonskjeden
- Plassering og bruk av ferdig bygning
- Hvor lang tid det beregnes for å få laftekassa til å "sette seg"

Et krav til fuktighetsnivå ved bearbeiding av lafteplanker kan være et annet enn krav til fuktighet til laftekassen ved oppsetting og til slutt ved innbygging av vegger og overtakelse.

Resultatene fra denne undersøkelsen viser hvilke til dels store variasjoner i trefuktighet som kan forventes i grov lafteplank under bruk, både fra bygning til bygning, gjennom året og fra yttervegg til innervegg.

Resultatene viser imidlertid at for bygninger som er oppvarmede i vinterhalvåret, vil trefuktigheten gjennom tverrsnittet være betydelig under 20 % når bygget har vært i bruk en stund. Dette bør det tas hensyn til ved optimalisering av produksjonsfuktigheten for lafteplank.

3 Kunstig tørking av lafteplank – forsøk i labtørke

3.1 Bakgrunn

Det er utført en serie med tørkeforsøk i labtørken på Treteknisk. Aktivitetens mål var å utvikle kunnskap om kunstig tørking av grove dimensjoner, fortrinnsvis lafteplank. Forsøksserien var ment å bidra til svar på hvordan lafteplank kan tørkes for best mulig resultat i en konvensjonell trelasttørke. Et viktig forhold i forsøkene var å se om tørkekraften underveis i tørkeprosessen har betydning for sprekkutviklingen, eller om det i utgangspunktet er så vanskelig å tørke store dimensjoner med innesluttet marg at det kun har marginal betydning for sprekkbildet hvor hardt tørkeskjemaet er.

3.2 Materiale og metoder

12 lafteplanker av furu med en lengde på ca. 6 meter og en tykkelse på 200 mm ble produsert på Løten Bygdesag. Disse ble nummerert og kappet i to før de ble transportert til Treteknisk. Her ble hver stokk kappet til lengder på ca. 120 cm. Dette ga til sammen fire identiske forsøk med ni lafteplanker i tørka. De resterende 12 stokkene ble brukt til ytterligere ett tørkeforsøk samt at tre planker ble lagt i labklima med en likevektsfuktighet på 12 % for "naturlig tørking".

Fra materialet ble det tatt ut skiver av hele tverrsnittet for måling av diameter, fuktighet, densitet og kjernevedandel, se Tabell 2.

Tabell 2: Fuktighet, diameter, kjerneveddiameter og densitet for lafteplankene.

Nr.	Fuktighet [%]			Diameter [mm]	Kjerneved- diameter [mm]	Rådensitet [kg/m ³]	Basis- densitet [kg/m ³]
	Tverrsnitt	Sentrum	Yte				
1	80	34	136	290	191	807	435
2	106	33	143	287	160	840	408
3	117	32	139	285	131	834	373
4	89	38	129	282	191	751	383
5	74	35	142	290	208	744	416
6	100	34	157	289	161	750	377
7	96	33	146	246	143	812	419
8	63	39	115	267	192	765	440
9	97	33	182	277	190	722	360
10	87	35	147	272	179	778	405
11	83	52	168	281	198	772	405
12	75	35	120	283	183	846	471
Snitt	89	36	144	279	177	785	408

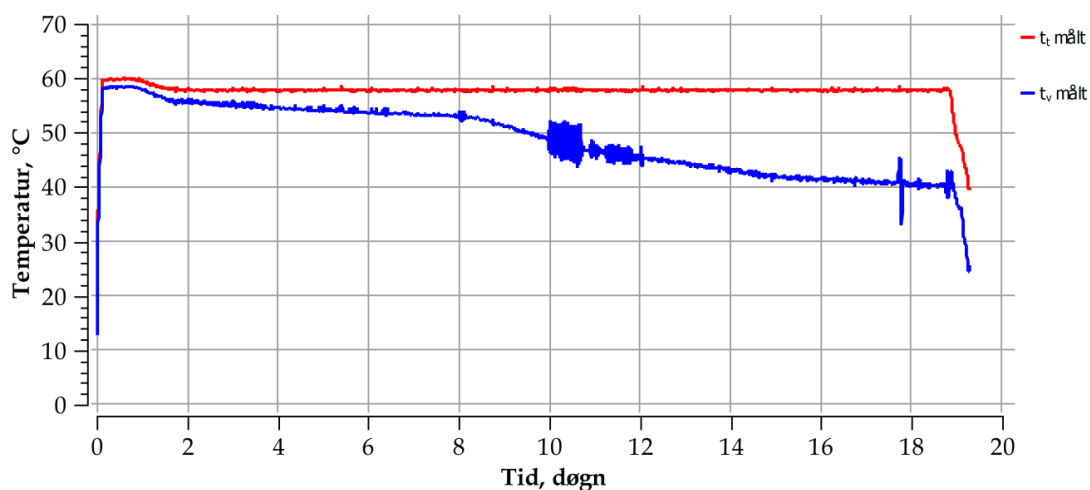
Det ble kjørt til sammen fem tørkeforsøk med ni lafteplank i hvert forsøk. I hvert forsøk ble fuktigheten målt ved hjelp av 4-5 elektroniske innstikksmålere på ca. 3 cm dybde fra flatkant og 2-3 målere på ca. 10 cm dybde fra flatkant. Videre var det ved de fire siste forsøkene montert vekt under plankene for måling av hvordan total vekt endret seg under forløpet. Det ble også montert to TinyTag temperaturmålere som ble boret inn mellom 5 cm og 10 cm.

For å gjøre forsøkene aktuelle for bedrifter med kondensasjonstørker, ble tre av forsøkene kjørt med maksimal temperatur på ca. 58 °C. De to siste hadde en maksimal temperatur på 75 °C. Tørkeomgangene er nærmere beskrevet i Tabell 3.

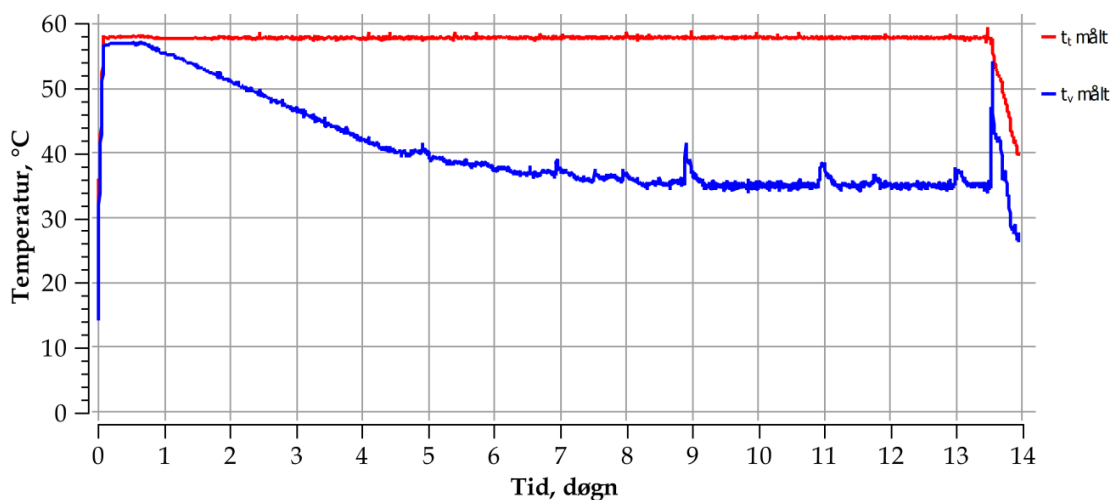
Tabell 3: Oversikt over tørkeomgangene.

Omgang	Maksimal tørrtemperatur [°C]	Maksimal psyk. differanse [°C]	Beskrivelse
1	58	18 helt mot slutten	Tørkekraften tilpasset sprekkrisiko på 0,33 for 100 mm furuplank
2	58	23 etter 6 døgn	Rask nedtørking (tøft klima)
3	58	20 etter 22 døgn	Sakte nedtørking (mildt klima)
4	75	23 etter 7 døgn	Moderat klima
5	75	35 etter 11 døgn	Tørkekraften tilpasset sprekkrisiko på 0,33 for 100 mm furuplank. Ganske tøft klima.

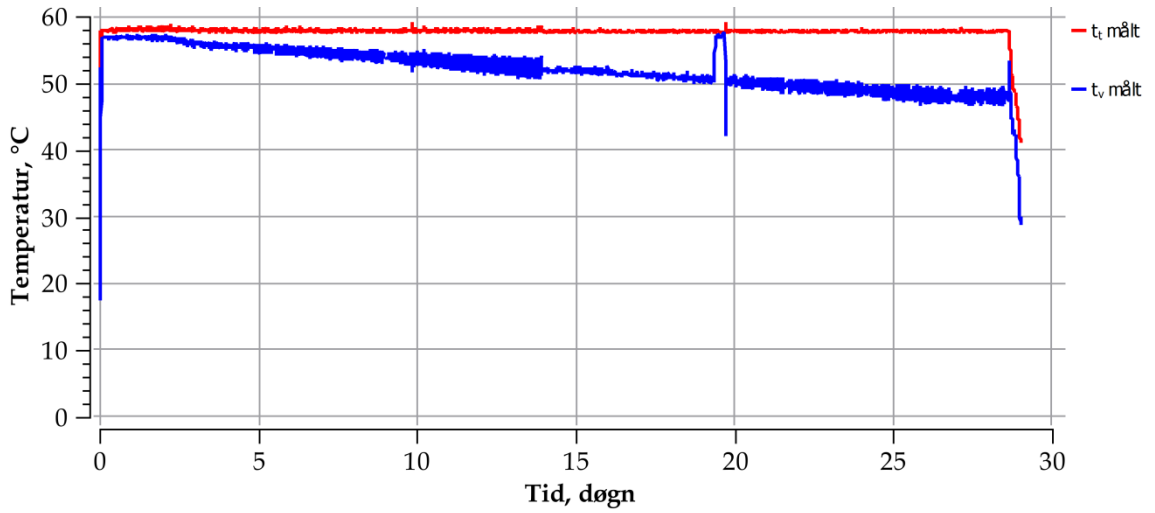
I Figur 4-8 er tørkeforløpene gitt.



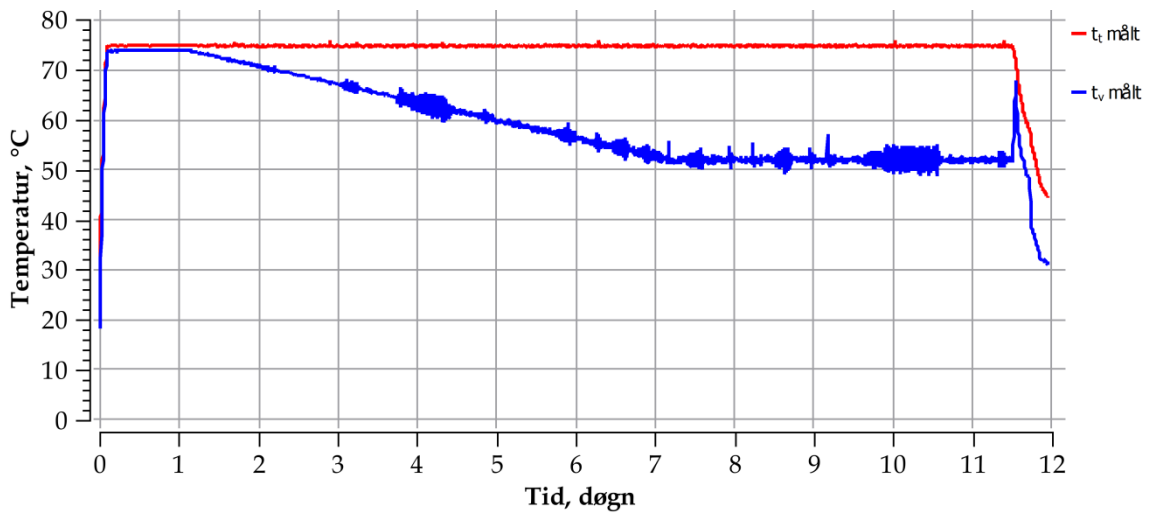
Figur 4: Forsøk 1.



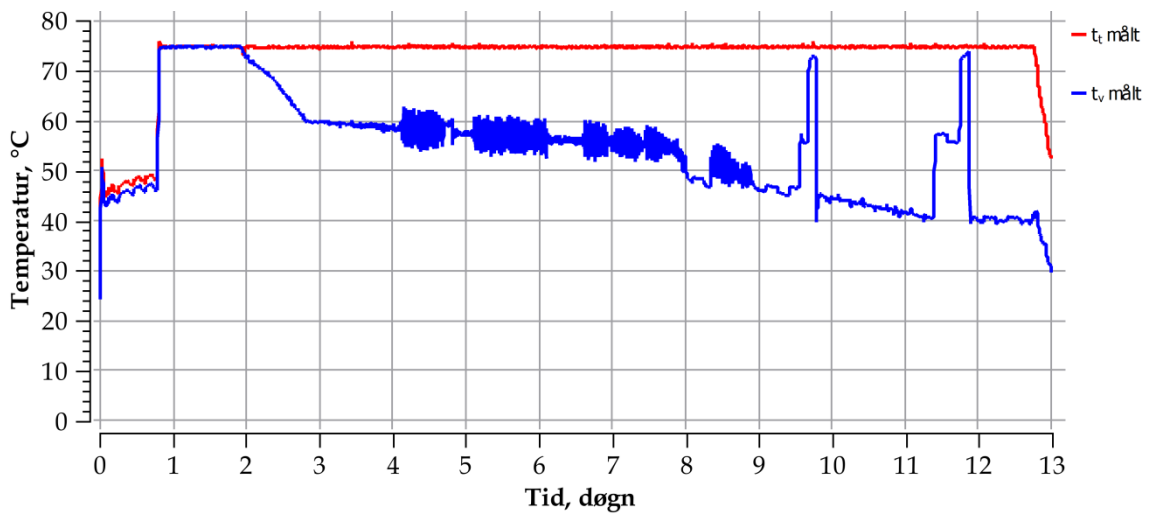
Figur 5: Forsøk 2.



Figur 6: Forsøk 3.



Figur 7: Forsøk 4.



Figur 8: Forsøk 5.

Det siste forsøket ble noe forstyrret av dårlig regulering. Dette skyldes for det meste at måleren for våttemperatur gikk tom. Dette fører til at styringssystemet oppfatter klimaet som fuktigere enn det er, og prøver å ventilere ut fuktigheten. Dette fører igjen til at klimaet blir tøffere enn det som var ment. Det var også problemer under oppvarmingen, men dette har liten annen betydning enn at oppvarmingen tok lang tid.

3.3 Resultater

I Tabell 4 er rene tørketider (ikke oppvarming og avkjøling) og slutfuktighet for forsøkene gitt.

Tabell 4: Tørketider og slutfuktighet.

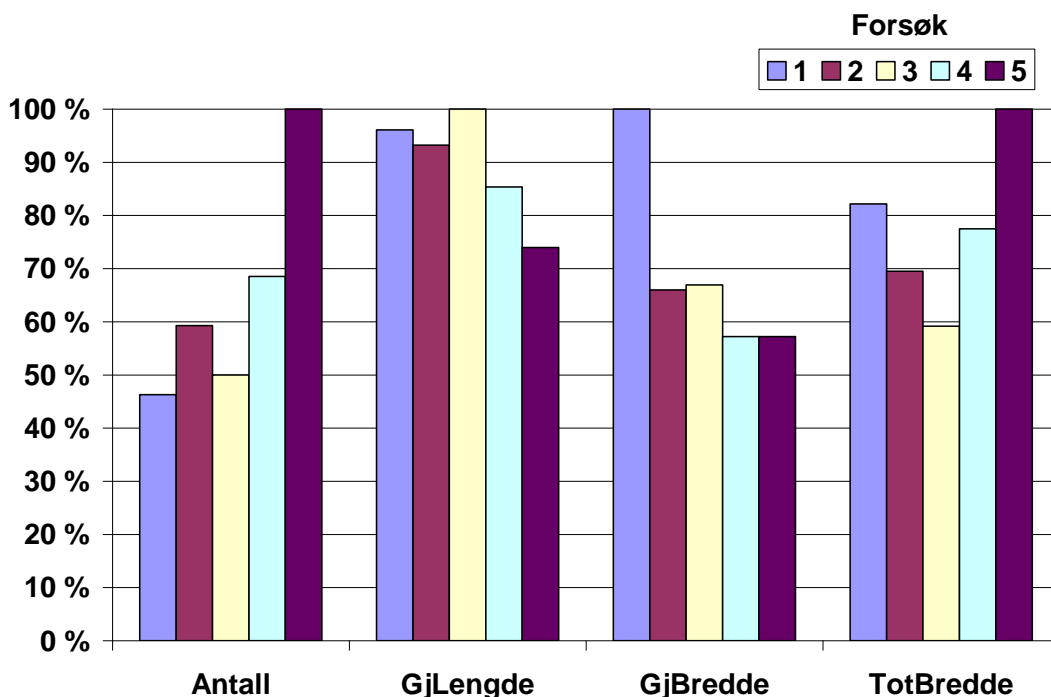
Forsøk	Tørketid [døgn]	Fuktighet [%]			
		Middel	Min.	Maks.	Std. avvik
1	19,0	21,4	19,4	25,1	1,9
2	13,5	21,8	18,9	26,9	2,2
3	29,0	20,9	17,8	23,6	2,1
4	11,5	24,8	19,2	31,4	3,7
5	12,0	21,4	16,9	28,7	3,8

Tørketidene varierer fra 11,5 døgn til 29,0 døgn. Variasjonene i slutfuktighet øker med avtakende tørketider. I Forsøk 4 ble det kjørt med for kort tid, og derfor ble trefuktigheten noe for høy etter tørking i dette forsøket.

I Tabell 5 er antall sprekker, gjennomsnittlig lengde og bredde, samt total sprekkbredde, gitt. I Figur 9 er de samme tallene presentert som prosent av maksimal verdi. Forsøk 5 skiller seg ut med flest sprekker samt total sprekkbredde. For de andre forsøkene er det liten forskjell på antall sprekker. For gjennomsnittlig bredde skiller Forsøk 1 seg klart ut. Ellers er det liten forskjell på gjennomsnittlig bredde.

Tabell 5: Slutfuktighet og sprekker.

Forsøk	Slutfukt [%]	Sprekker			
		Antall	Gj. snitt. lengde [cm]	Gj. snitt. bredde [mm]	Totalbredde [mm]
1	21,4	25	101	7	175
2	21,8	32	98	5	148
3	20,9	27	105	5	126
4	24,8	37	90	4	165
5	21,4	54	78	4	213



Figur 9: Sprekkbildet i forsøkene rett etter tørking.

Total sprekkbredde for sprekker på mer enn 2 mm bredde ga grunnlag for en regresjonsanalyse med hensyn til stokkenes fuktighet og hvilket tørkeforsøk de var tørket i, se Figur 10. Forsøk 3 er noe under de andre forsøkene, men det ble ikke funnet noen statistisk sikker forskjell.

3.4 Diskusjon og konklusjon

Fuktighetsvariasjonen øker med kortere tørketider. Dette er som forventet, og er det samme som ved tørking av vanlig trelast. I denne undersøkelsen er det ikke sett på hvordan variasjonen kan begrenses ved å legge inn en utjevningsperiode i slutten av tørkeprosessen. Dette er en vanlig strategi ved tørking av trelast, men det vil nok kreves betydelig med tid for at en slik utjevning skal ha ønsket effekt på lafteplank. Det viktige er imidlertid at variasjonen må ses opp mot kravet til produktet.

Det ser ikke ut til at hverken temperaturnivå eller tørkehastighet har hatt veldig stor betydning for sprekkmengden på planken. Variasjonen er nokså stor, men det gjennomgående er at hver planke får to sprekker, en på hver side. Et raskere tørkeprogram gir en større variasjon i slutfuktighet, med tilhørende variasjon i sprekkbildet.

Det må imidlertid presiseres at sprekkmålingene er gjort rett etter at tørkeprosessen har vært avsluttet, noe som betyr at det er en betydelig gradient i planketverrsnittet. På sikt, når denne gradienten jevner seg ut, kan det forventes at sprekkbredden blir påvirket. Tidligere erfaringer tilsier at sprekkenes

kan bli smalere ved utjevning av fuktigheten. Dette gjelder spesielt der yteherdingeffekten har gjort seg betydelig gjeldende i det ytre sjiktet under første fase av tørkeprosessen. Generelt kan det forventes at denne effekten øker med økende tørketemperatur. Dersom det skjer en uttørking samtidig med fuktighetsutjevningen, vil uttørkingen føre til økende sprekker igjen. Dermed vil det oppheve noe av, eller hele, denne effekten.

Temperaturnivået er vesentlig for fukttransporten i trevirket. Høyere temperatur gir høyere fuktighetstransport. Derfor er høye temperaturer ønskelig på store dimensjoner for å få redusert tørketiden. For lafteplank kommer imidlertid risikovurderingen med hensyn til fargeforandringer og kvaeflyt. Hvor mye av dette som kan aksepteres, ser ut til å være noe ulikt for de ulike produsentene. Temperaturnivået må derfor tilpasses kravene den enkelte produsent setter til disse egenskapene.

4 Måling av trefuktighet i lafteplank

4.1 Bakgrunn

Måling av fuktigheten til trematerialer er ofte en utfordring. Den mest nøyaktige metoden er tørke-/veiemetoden. Den er for mange formål lite aktuell, da den innebærer at materialet blir ødelagt. For vanlig trelast er det europeiske standarder for måling av fuktighet ved hjelp av elektrisk motstandsmåler. Disse standardene angir hvor på planken elektrodene skal stikkes inn, samt innstikksdybde. For lafteplank passer disse bestemmelsene dårlig. Man har i bransjenormen angitt en innstikksdybde på 30 mm. Det har vært ønskelig å undersøke hvor godt dette samsvarer med korrekt gjennomsnittsfuktighet for hele tverrsnittet, og komme med anbefalinger for hvordan fuktigheten bør måles.

Selv for trelast er måling med elektrisk motstandsmåler usikkert av flere årsaker:

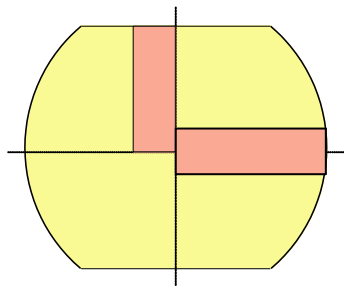
- Det er usikkerhet på grunn av ulik motstand fra individ til individ.
- Den elektriske motstanden er avhengig av temperatur.
- For særlig nytørket last er det stor fuktighetsgradient. Dette fører til at måledybde er svært utslagsgivende for resultatet.

For rundtømmer og lafteplanker vil alle disse elementene spille inn. Ofte vil nok også fuktighetsforskjellen mellom yte og sentrum av virkesbitene være større enn for skurlast av mer moderate dimensjoner. Dette gir ekstra utfordringer.

4.2 Materiale og metoder

For alle tørkeforsøkene som ble utført ved Treteknisk (kap. 3), ble det etter avsluttet tørking målt fuktighet ved ulike innstikksdybde. Dette ble gjort på alle plankene på både flatsiden og den runde siden. Som referanse ble det tatt ut stammeskiver for tørke-/veieprøver. Det ble brukt elektroder som ga en maks. dybde på litt over 40 mm.

Ved to av forsøkene ble det tatt ut staver på ca. 3 cm x 3 cm fra radien og ut til ytterkant i retning flatside og rund side. Disse stavene ble skivet opp med kniv. Trefuktigheten i hver skive ble så bestemt med tørke-/veiemetoden. Dette ble gjort på alle plankene i disse to forsøkene.



Figur 10: Staver for bestemmelse av fuktighetsgradient i tverrsnittet av lafteplank.

Det viste seg at den maksimale fuktigheten som ble målt med innstikksmåleren i mange tilfeller var lavere enn fuktigheten målt med tørke-/veiemetoden av stammeskivene.

For å anslå en dybde hvor disse to fuktighetene stemmer overens, ble det beregnet en kurve ut ifra målingene. Kurven ble beregnet som beste lineære tilpasning til målingene fra 20 mm dybde og inn til den innerste målingen. Andre ulike tilpasninger ble også undersøkt, men en lineær tilpasning fungerer tilfredsstillende.

Det ble beregnet gjennomsnittlig dybde for hvor man treffer rett fuktighet for målingene gjort fra flatsiden og den runde siden separat. Dette ble gjort for både innstikksmålingene og tørke-/veiemålingene. I tillegg ble gjennomsnittlig feil i fuktighet ved 30 cm beregnet, samt fuktighetsgradient ved rett fuktighet.

4.3 Resultater

I Tabell 6 og 7 er gjennomsnittlig innstikksdybde beregnet for alle målingene med henholdsvis elektrisk motstandsmåler og tørke-/veieprøver. Ut fra målingene med elektrisk motstandsmåler er det en gjennomsnittsdypde på 41 mm på flatsiden og 44 mm på rundsiden som tilsvarer gjennomsnittlig trefuktighet. For tørke-/veiemålingene er dybden på henholdsvis 36 mm og 47 mm. I Tabell 8 og 9 er verdiene gitt for hver tørkeomgang.

Differanse ved 30 mm gjelder forskjellen i trefuktighet mellom gjennomsnittsfuktighet for hele planketverrsnittet og den målte verdien ved 30 mm dybde. Positiv verdi betyr at gjennomsnittsfuktigheten i tverrsnittet er høyere enn den målte fuktigheten på 30 mm.

Tabell 6: Rett innstikksdybde, resultater fra målinger med elektrisk motstandsmåler for fem tørkeomganger samlet sett.

Side	Antall prøver	Antall > maks dybde	Gj.snitts dybde [mm]	Std. avvik [mm]	Gradient, [%/cm]	Differanse ved 30 mm [%-poeng]
Flat	45	18	41	14	3,5	1,9
Rund	45	22	44	13	3,6	2,1

Tabell 7: Rett innstikksdybde, resultater fra tørke-/veieprøver for to tørkeomganger samlet sett.

Side	Antall prøver	Gj.snitts dybde, [mm]	Std. avvik [mm]	Gradient [%/cm]	Differanse ved 30 mm [%-poeng]
Flat	18	36	9	3,5	2,0
Rund	18	47	17	3,5	4,7

Tabell 8: Måleresultater med elektrisk motstandsmåler fra alle fem tørkeforsøkene.

Forsøk	Side	Dybde [mm]		Fuktighet [%]		Gj.snitt gradient [%/cm]	Differanse ved 30 mm [%-poeng]
		Gj.snitt	Std. avvik	Gj.snitt	Std. avvik		
1	Flat	44	7	21,4	1,9	2,1	3,0
1	Rund	49	19	21,4	1,9	2,1	3,0
2	Flat	39	8	21,8	2,2	2,5	2,2
2	Rund	47	19	21,8	2,2	2,1	2,4
3	Flat	52	8	20,9	2,1	1,7	3,7
3	Rund	59	17	20,9	2,1	1,5	3,8
4	Flat	27	9	24,8	3,7	7,9	-1,3
4	Rund	32	8	24,8	3,7	6,6	0,2
5	Flat	41	21	21,4	3,8	3,4	2,0
5	Rund	34	15	21,4	3,8	5,5	1,1

Tabell 9: Måleresultater med tørke-/veieprøver fra to tørkeomganger.

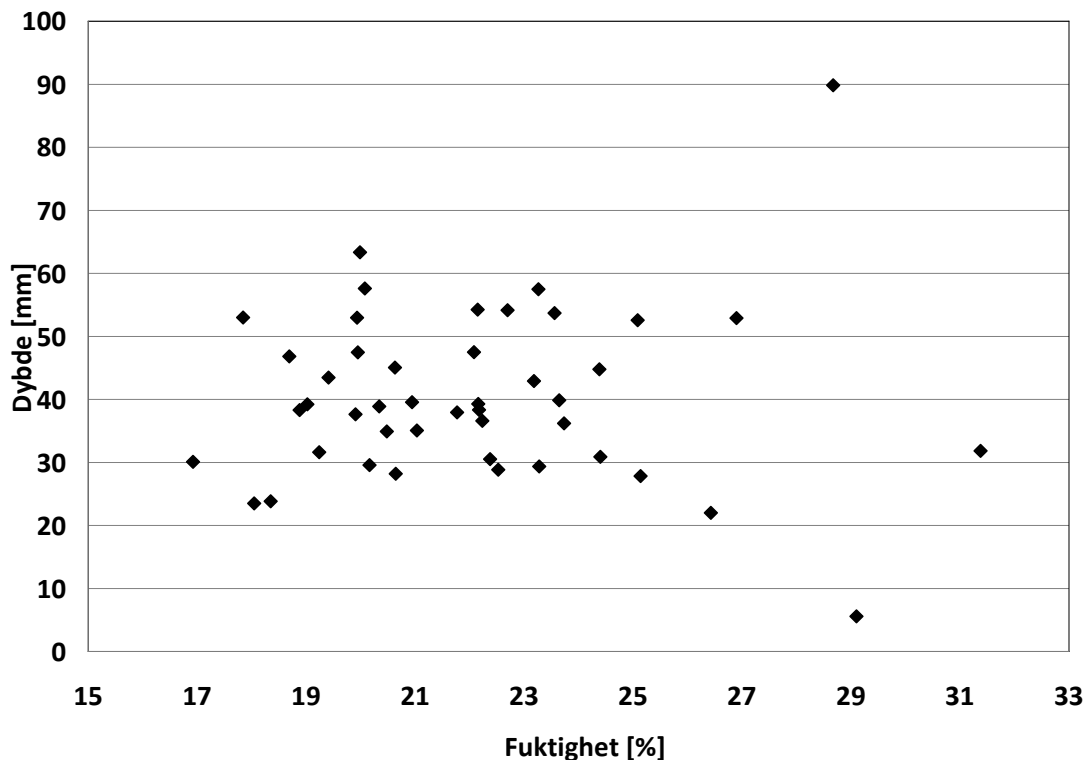
Forsøk	Side	Dybde [mm]		Fuktighet [%]		Gj. snitt gradient [%/cm]	Differanse ved 30 mm [%-poeng]
		Gj.snitt	Std. avvik	Gj. snitt	Std. avvik		
1	Flat	31	3	21,4	1,9	3,5	1,0
1	Rund	43	12	21,4	1,9	3,5	4,7
5	Flat	40	10	21,4	3,8	3,4	3,1
5	Rund	51	21	21,4	3,8	3,6	4,7

4.4 Diskusjon og konklusjon

Ut fra forsøkene med innstikksmålinger med ulik dybde og tørke-/veieprøver av skiver, ser det ut til at 30 mm er for liten dybde. På bakgrunn av målingene med elektrisk motstandsmåler ser det ut til at 40 mm er mer riktig fra flatsiden og 44 mm fra den runde siden. Forsøkene med tørke-/veieprøver ga tilsvarende resultat på 36 mm og 47 mm. Dersom alle observasjonene betraktes samlet, ser det ut til å være en større usikkerhet med hensyn til innstikksdybde ved økende fuktighet (Figur 11).

Standardavviket på mellom 13 mm og 14 mm for rett fuktighet samt gjennomsnittlig gradient ved rett dybde på ca. 3,5 %/cm, tilsier imidlertid at det er en relativt unøyaktig målemetode.

For å ha en metode som tar hensyn til de viktigste konsekvensene av fuktighetsnivå, faren for misfarging og formstabilitet, er en måling av fuktighet som vektet fuktighetsnivået mot yta antakelig akseptabel. Videre er en metode hvor man skal slå elektroder inn mer enn 30 mm antakelig lite hensiktsmessig.



Figur 11: Dybde for rett fuktighet målt på flatsiden for alle stokker med elektrisk motstandsmåler.

I dette forsøket er det kun nytørket last som er undersøkt. Etter hvert som lafteplanken blir liggende, vil fuktighetsgradienten avta innover. Hvordan rett dybde for måling av middelfuktigheten utvikler seg er usikkert, men uansett vil en redusert gradient gjøre målingene mindre følsomme for innstikksdybde.

Det anbefales at det i bransjenormen fortsettes med å benytte 30 mm som innstikksdybde (pga. at det er praktiske utfordringer med å slå elektrodene lenger inn enn dette). Imidlertid bør det muligens benevnes at det er trefuktighet ved 30 mm istedenfor gjennomsnittsfuktighet, da denne i hvert fall for nytørket lafteplank er høyere. Alternativet kan være at det legges til et erfaringstall på verdiene på 30 mm for å estimere gjennomsnittsfuktigheten.

5 Friluftstørking av lafteplank

5.1 Bakgrunn

Kunstig tørket lafteplank blir møtt med en del skepsis i markedet. Dette har sikkert mange årsaker, men tradisjon og dårlige erfaringer kan være noen. For å undersøke kvaliteten til naturlig tørket lafteplank, ble det gjennomført en studie ved Kistefos Sag.

5.2 Materiale og metoder

Våren 2006 ble tolv lafteplanker, fire firkantplanker (6" x 6", 8" x 8", 10" x 10", 12" x 12") og to åser delt i to. Den ene halvparten ble tørket i tørken til Kistefos Sag. Etter tørking ble materialene strølagt og lagt under tak på tomten til Kistefos Sag. Den andre halvparten ble strølagt og satt under tak på tomta til Kistefos Sag uten en nedtørking i tørka.



Bilde 1: Store dimensjoner stikklagt for friluftstørking ved Kistefos Sag.

I oktober 2006, i juni 2007 og i slutten av august 2007 ble sprekker og fuktighet målt for alle plankene. Fuktigheten ble målt med elektrisk motstandsmåler som ble slått inn til 30 mm. For seks av stokkene/plankene fra hvert parti ble det tatt ut en stammeskive for tørke-/veieprøver. Sprekker ble målt med skyvelære og målebånd.



Bilde 2: Store dimensjoner klare for måling av sprekker og fuktighet.

5.3 Resultater

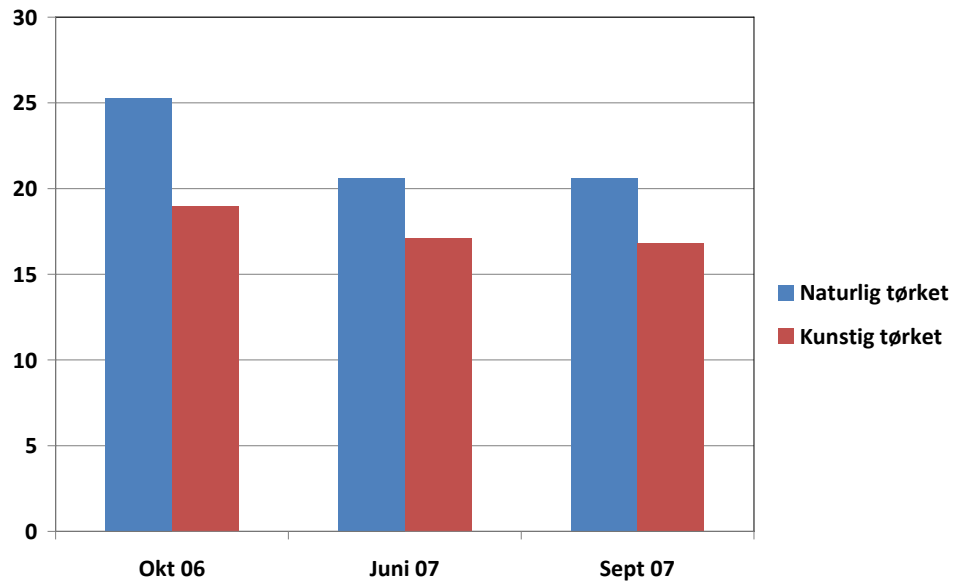
I Tabell 10 og 11 er fuktigheten for begge partiene angitt, både for målingene gjort med elektrisk motstandsmåler og tørke-/veiemetoden.

Tabell 10: Fuktighetsnivå for naturlig tørket lafteplank.

Revisjon	Elektrisk motstandsmåler			Tørke-/veiemetoden		
	Fukt. [%]	Std. avvik [%]	Antall	Fukt. [%]	Std. avvik [%]	Antall
Okt. 06	23,5	1,8	12	25,2	1,0	4
Juni 07	20,9	1,4	12	20,6	1,1	4
Sept. 07	17,3	0,8	12	20,6	0,9	6

Tabell 11: Fuktighetsnivå for kunstig tørket lafteplank.

Revisjon	Elektrisk motstandsmåler			Tørke-/veiemetoden		
	Fukt. [%]	Std. avvik [%]	Antall	Fukt. [%]	Std. avvik [%]	Antall
Okt. 06	18,4	1,0	12	19,0	0,5	4
Juni 07	18,9	1,1	12	17,1	0,6	4
Sept. 07	15,9	1,0	12	16,8	0,5	3

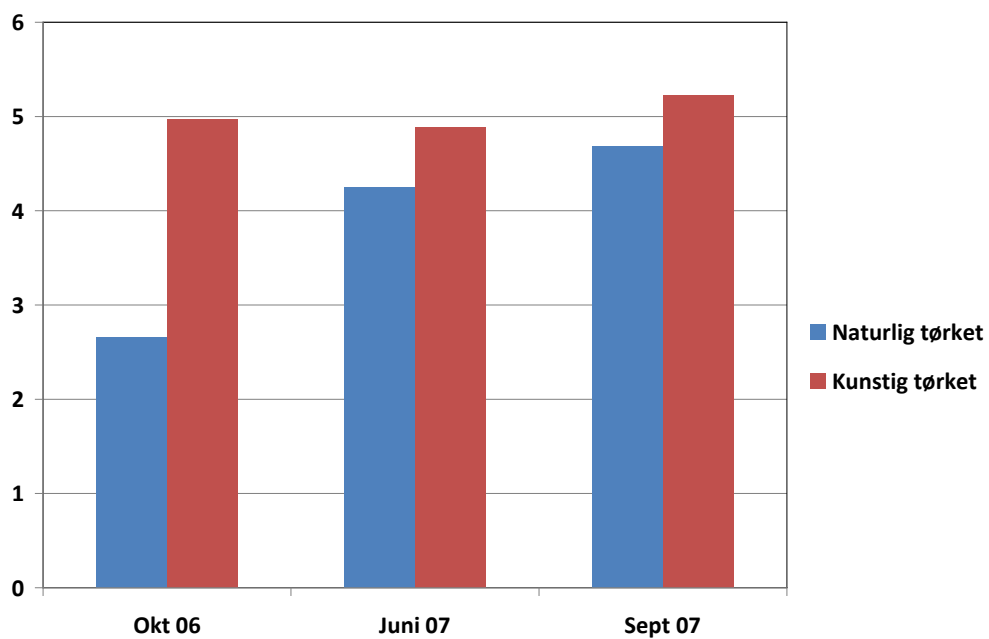


Figur 12: Fuktighet målt med tørke-/veiemetoden.

I Tabell 12 er antall sprekker og gjennomsnittlig sprekkestørrelse angitt for begge partiene. I Figur 13 er sprekkbredden vist.

Tabell 12: Antall og gjennomsnittlig bredde for store sprekker for lafteplank.

Revisjon	Naturlig		Kunstig	
	Antall	Gj.bredde [mm]	Antall	Gj.bredde [mm]
Okt. 06	19	2,7	24	5,0
Juni 07	30	4,3	30	4,9
Sept. 07	24	4,7	27	5,2



Figur 13: Gjennomsnittlig sprekkbredde for store sprekker (bredde ≥ 2 mm).

5.4 Diskusjon og konklusjon

Fuktighetsnivået for det kunstig tørkede partiet er lavere etter to sommere på tomt. Det skiller noe under 2 %-poeng. Etter hvert som det naturlig tørkede materialet har tørket, har sprekkmengden for de to partiene nærmet seg hverandre (Figur 13). I denne undersøkelsen var det ikke mulig å få fulgt materialet til fuktigheten var helt utjevnet og videre til bruk av planken i ferdige bygninger. Da vil som oftest materialet tørke ytterligere ned.

Ut fra denne undersøkelsen kan det ikke sies at naturlig tørket lafteplank har bedre kvalitet med hensyn til sprekke enn kunstig tørket. I tillegg kommer andre elementer som faren for misfarging og andre skader som øker ved langtidslagring på tomt, samt kostnader ved denne lagringen og lite fleksibel produksjon.