

Oppfukting av emballert trelast

- Moisturising of wrapped up sawn timber



Magnus P. Haave

Hovedfagsoppgave i treteknologi, ved Institutt for skogfag.
Norges landbrukshøgskole, 2004.

Forord

Denne Hovedfagsoppgaven er skrevet ved Norges landbrukshøgskole (NLH). Dette som avslutning på det femårige skogfagsstudiet, candidatus agricultura.

Høsten 2002 fulgte kandidaten undervisningen i kurset tretørking ved NLH. Dette kurset ble gjennomført av Knut Magnar Sandland, ansatt ved Norsk Treteknisk Institutt, Oslo (NTI). I undervisningen kom det fram at en ikke hadde noe særlig tallmateriale på fuktgradienter i trelastpakker. Dette temaet syntes jeg var interessant. I samarbeid med Sandland og NTI, ble det lagt til rette for en oppgave innenfor dette temaet. Det praktiske arbeidet er i sin helhet utført i NTI sine lokaler.

Som veiledere fungerte Knut Magnar Sandland, NTI, og Birger Eikenes, professor i skogfag ved NLH.

Jeg vil takke ansatte ved NTI, for velvillig å ha bistått i gjennomføringen av det praktiske arbeidet. De har også stilt opp og assistert kandidaten, når de teoretiske spørsmål har syntes uoverkommelige.

Moelven Soknabruket har stilt trelast og plast til disposisjon.

Ås, tirsdag den 1. juni, 2004

Innhold

	Side
1 Sammendrag.....	4
2 Summary.....	6
3 Innledning.....	8
4 Materiale og metode	11
4.1 Fuktutvikling i trelastpakkene.....	11
4.2 Fuktutvikling i enkeltplank.....	15
5 Resultater	16
5.1 Fuktutvikling i trelastpakkene.....	16
5.2 Fuktutvikling i enkeltplank.....	27
5.3 Statistikk.....	30
6 Diskusjon.....	32
7 Konklusjon.....	35
Litteratur	

1 Sammendrag

Denne oppgaven er skrevet i forbindelse med avslutningen av treteknologistudiet, ved Norges landbrukshøgskole.

Sagbruksindustrien har etter hvert blitt mer å mer avhengig av å levere produkter, med en på forhånd avtalt trefukt. Mottakere av trelast fra sagbrukene, har ofte behov for en eksakt trefukt, for å kunne benytte seg av trelasten. Har man derfor ikke full kontroll på trelasten fra produsent til sluttbruker, bør en emballere trelasten. Som et minimum emballerer en ofte toppen av pakkene. Dette da mest for å beskytte seg mot nedbør ved lasting og lossing. Ensidig emballering er mer som et minimum, og beskytter ikke så godt mot fuktopptak fra luften. Det er særlig endene som raskt tar opp fukt, og en må tildekke disse. Dette blir da en tresidig emballering, når en tildekker endene, samt toppen av pakken. Trelast som er tørket ned til om lag 12 prosent trefukt, bør enten fulleballeres, eller tildekkes på fem av sidene. En slik femsidig emballering vil da kun være uemballert i bunn av pakken.

Denne oppgaven søker å tallfeste hvor fort, og i hvilken grad de ulike emballeringsalternativene, ensidig, tresidig, og femsidig emballering, vil oppta fukt.

For å finne noen svar ble det gjennomført et forsøk i et klimakammer, dette hos Norsk Treteknisk Institutt. Her bygde en opp minipakker med trelast. Pakkene ble så plassert i et vått klimarom. Her sto så pakkene i om lag 75 døgn. En utsatte pakkene i dette kammeret for en relativ luftfukt på 82 til 85, og en temperatur rundt 25 grader Celsius. På bilde 4.1.1 ser en hvordan de ulike pakkene var bygd opp og emballert.

De viktigste konklusjonene etter forsøket ble som følger:

En finner klare forskjeller mellom de ulike emballeringsgradene en har benyttet i dette forsøket.

Den femsidig emballerte pakken har i hovedsak tatt opp fukt fra den uemballerte bunnen.

I den ensidige, og tresidige emballerte pakken har det vært fuktopptak langs sidene.

Fuktopptaket fra ende har i dette materialet gått om lag en halv meter innover i plankene.

En ser at de to ytterste flørne og de to ytterste rankene har tatt opp mest fukt. Innenfor disse ser det ut til at det har dannet seg et innbyrdes klima blant plankene, som både har avgitt og tatt opp fukt. Dette i mindre grad hos den kun toppemballerte pakken.

2 Summary

This paper is written in connection with the ending of the study of tree technology, at The Norwegian University of Agriculture.

The sawmill industry has gradually become more dependent on delivering products, with a humidity of the wood agreed beforehand. The recipients of the timber from sawmills often have a need for an exact humidity of the wood, to be able to make use of the timber. Therefore, if you do not have full control of the timber from producer to user, the timber should be wrapped up. As a minimum, you often wrap up the tops of the packets. This is done mostly to protect against rain and snow at loading and unloading. Packages wrapped up one-sidedly are more like a minimum, and are not as well protected from receiving damp from the air. Especially the ends quickly receive damp, and you have to cover these. When you cover the ends and also the top, the package will be wrapped up three-sidedly. Timber that has been dried to about 12 % humidity in the wood, should either be wrapped up fully, or be covered on five sides. Such a five-sided wrapping will then only be unwrapped in the bottom of the package.

This paper seeks to state with figures how fast, and to what degree the different alternatives of wrapping; one-sided, three-sided and five-sided, will take up damp.

In order to find some answers, an experiment was carried out in a climate-chamber, at The Norwegian Institute of Tree Technology. Here, mini-packets of timber were built up. Then the packets were placed in a wet climate-room where they were stored for about 75 days. The packets in this chamber were exposed to a relative air humidity of 82 to 85, and a temperature of about 25 degrees centigrade. On picture 4.1.1 you can see how the different packets were built and wrapped up.

The most important conclusions after this experiment are as follows:

You find clear distinctions between the different ways of wrapping which are used in this experiment.

The five-sided wrapped packet has mainly taken up damp from the unwrapped bottom.

In the one-sided and three-sided wrapped packet, the damp has also been taken up along the sides.

The damp taken up at the ends, has in this material gone about half a metre inwards the planks.

You can see that the two layers of sawn planks farthest out at bottom of packets, and the two stacks farthest out at the sides, have taken up most damp. Inside these, it looks like there has developed a mutual climate among the planks, that has both given and taken up damp. This has happened to a less degree in the packet covered only on the top.

3 Innledning

En har i denne oppgaven valgt å se litt på oppfukting av trelast. Da nærmere på hvordan trelast, som er emballert i plast, vil oppta fukt. Ulik emballeringsgrad er for denne oppgaven utgangspunktet, og forskjeller mellom disse.

Innenfor trelastbransjen har det blitt mer og mer vanlig å emballere produktene. Høvlerier som produserer, til eksempel gulvbord, vil ofte emballere små pakker av disse. Dette for å kunne bevare kvaliteten, her fuktnivået, fram til sluttbruker. Likeledes emballes en god del av leveransene ut fra et sagbruk. Graden av emballering kan variere noe, men det er nok mest tresidig og femsidig emballering, samt kanskje noe toppemballering. Det er vel heller sjelden at bunnen av store trelastpakker tildekkes.

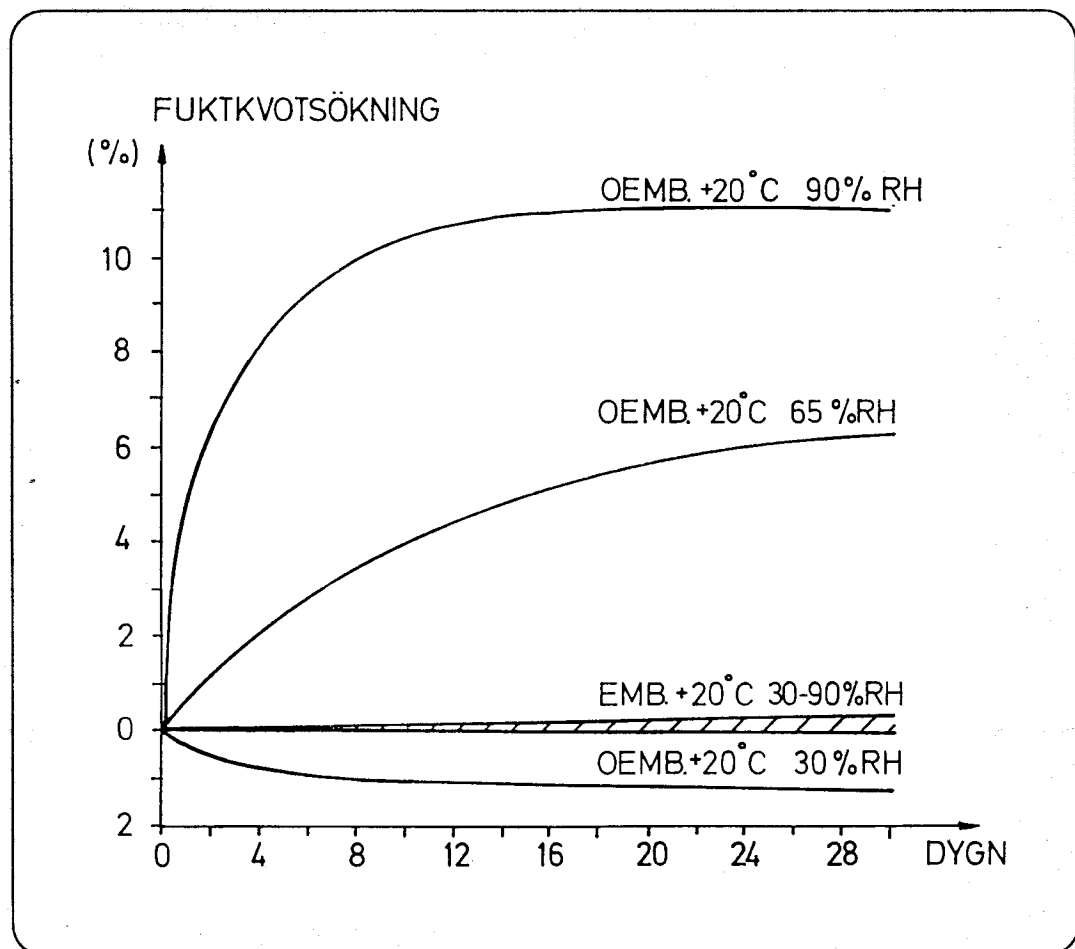
Denne oppgaven skal prøve å gi noen ledetråder på hva som er nødvendig av emballering, for å bevare trelasten fram til sluttbruker. Derfor kan den også for noen være interessant, da jeg har prøvd å tallfeste tiden det tar å oppfukte emballert trelast.

Det ville ha vært meget mer ressurskrevende å utføre forsøket på trelastpakker i reell størrelse. Det ble derfor valgt å bygge opp mindre ”modellpakker”. Disse ble plassert i et miljø, som kan sammenlignes med en fuktig og varm høst. Det ble også enklere å rendyrke resultater, når en plasserte pakkene i et klimakammer. Her hadde en god kontroll med temperatur, vindfart og relativ luftfuktighet.

Problemstillingen for denne oppgaven har vært å måle ulikheter i fuktopptaket for forskjellig grad av emballering.

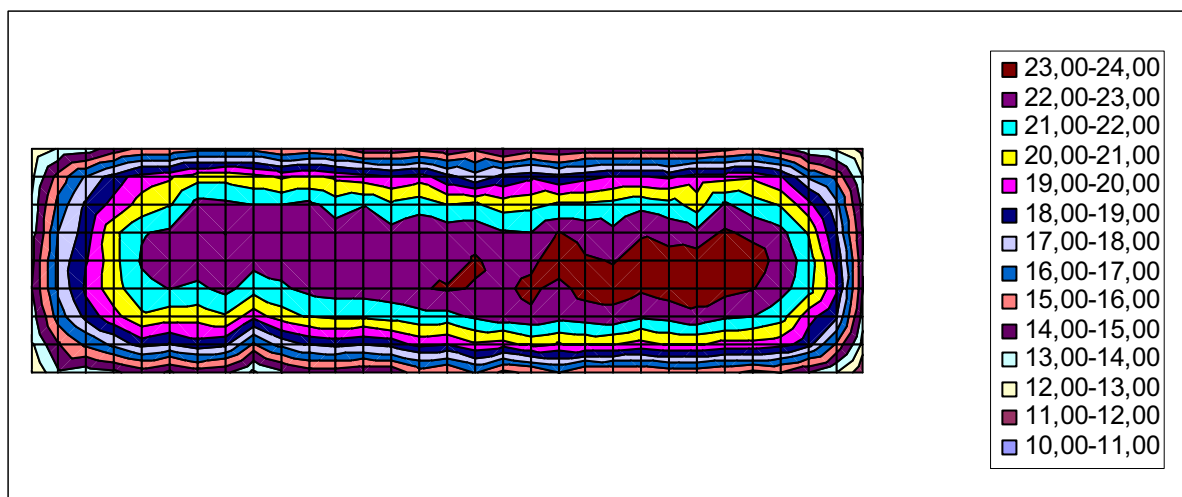
Det har blitt utført et litteratursøk i forbindelse med oppgaveskrivingen. Men det har ikke lyktes å oppspore noe særlig av identiske forsøk. Det virker ikke å være resultater fra emballering av trelast i pakker. Det later til at det i større grad har blitt gjort forsøk på enkeltplank. Elowson et.al. 1976, har vist fuktopptaket for planker som

er utsatt for ulike klimaer. De har også lagt emballerte planker i ulike klima, med varierende luftfuktighet. I figur 3.1 ser en resultater fra denne rapporten.



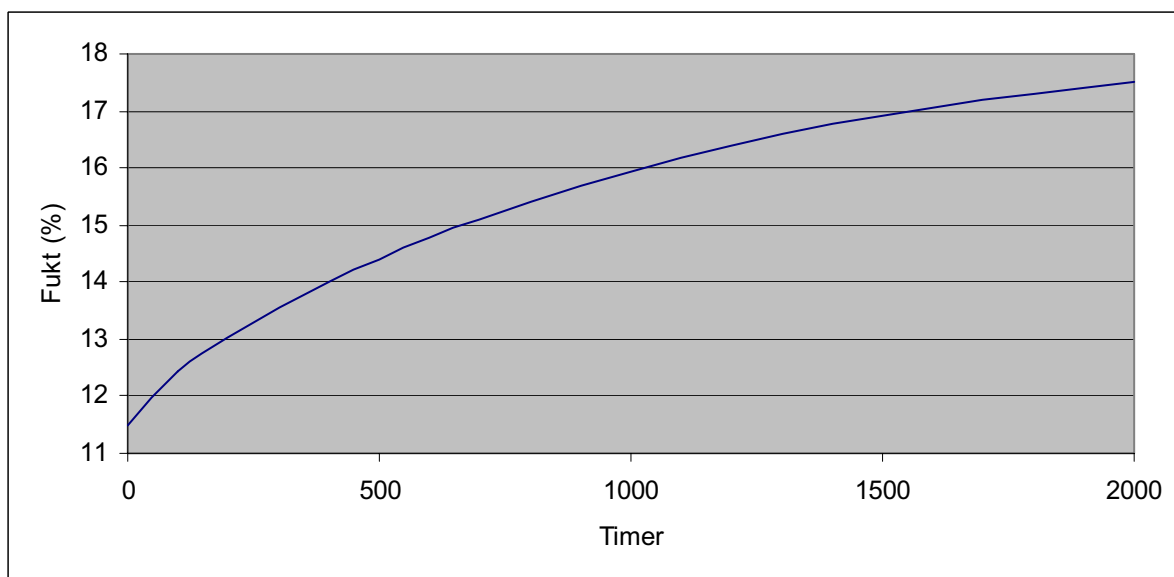
Figur 3.1 Fuktkvotsøkning hos emballerat og oemballerat virke som funksjon av lagringstiden for tre ulike lagerklimaer. Utgangsfuktkvot 8.5 % (Elowson et.al. 1976).

Som et delmål i forsøket har en også prøvd å beskrive den indre fuktgradienten i plankene. Dette har en gjort ved å ta prøver av en plank, som har vært utsatt for det samme klimaet. Her har en gjennomført målingene som beskrevet i et forsøk utført av Kjersti Folvik (Folvik 2003) Figur 3.2 viser resultater fra denne rapporten.



Figur 3.2 Plank av dimensjon 50mmx 150mm. Fuktgradient gjennom planken. (Folvik 2003).

For å få en viss oversikt over hva en kunne forvente seg av fuktøkning brukte en programmet ” Torksim”. Dette er et simuleringsprogram for trelasttøking. Her matet en inn de samme forutsetninger som trelastpakkene, og kontrollplankene, var utsatt for.



Figur 3.3 Torksim. Fuktøkning i gran. Utgangsfukt 11.5 %. Densitet 400 kilo/ kubikkmeter. Temperatur 20 grader Celsius. Tykkelse 46 millimeter.

4 Materiale og metode

Dette forsøket tok utgangspunkt i materiale hentet fra Moelven Soknabruket. Det ble benyttet råskur norsk gran, stedefen for området. Denne var tørket ned til limtrekvalitet, rundt 11 prosent trefuktighet. Trelasten som ble plukket ut, kom direkte fra tørka. Den ble plukket fra to pakker. De enkelte plank ble i hovedsak hentet fra sidene, og toppen av pakkene. De utvalgte plankene ble buntet og pakket i plast, og videre transportert ned til Norsk Treteknisk Institutt (NTI). Det tok om lag syv dager fra trelasten kom ut fra tørka, til forsøket ble startet.

4.1 Fuktutvikling i trelastpakkene

Det ble bygget opp 3 trelastpakker for forsøket. Disse bestående av 45 x 110 x 1500 millimeter gran, med 6 biter per flo og 7 flør i høyden. Disse tre pakkene ble bygget opp av plank med en lengde på 5 til 6 meter. Planken ble kuttet i 3, og fordelt i de 3 ulike pakkene. Her plasserte en deler fra den samme planken, i den samme interne plasseringen i pakkene. En søkte å fordele andelen av topp og rotbiter systematisk rundt i pakkene. Dette for å unngå at en pakke skulle inneholde kun, til eksempel toppbiter. Slik fortsatte en systematisk å fordele de ulike bitene av planken i de ulike pakkene. Før oppdeling ble det kappet av minimum 25 centimeter i hver ende. Dette motivert ut ifra å unngå endeeffekter. Det ble tatt ut 2 tørke veieprøver i hver ende av den midterste biten i planken. De samme prøvene ble brukt til å finne densiteten for trelasten. Dette ble gjort ved neddypping i vann, i henhold til Skandinaviske normer for testing av små feilfrie prøver av tre. (Kucera 1992).

Pakkene ble så emballert i de tre alternativene, ensidig, tresidig og femsidig plastemballering. Emballasjen var av type hvit polytylen, 80µm tykk. Dette var den plasten som Moelven brukte til sine produkter. Til slutt ble pakkene buntet og strammet med stålbånd, bilde 4.1.1.



Bilde 4.1.1 De tre emballeringsalternativene.

Det ble lagt ut to biter med samme dimensjon, 45 x 110 x 1500, som kontroll- biter. Disse var frittliggende og uemballerte.

Trebitene ble så plassert i et klimakammer. Dette kammeret skapte et klima med 82 til 85 prosent relativ luftfuktighet, samt en temperatur på 25 grader celsius. Sirkulasjonen i det våte klimarommet var 0,1 til 0,2 meter per sekund.

Alle plankebitene ble veid, og fuktighetsmålt med Delmhorts resistansmåler. Målepunktet var på ytesiden, 75 centimeter fra enden, med innslag 0,3 fra kant, og 0,25 i dybde. Innslagsdybden avviker fra standard (EN 13183-2), om bestemmelse av trefukt med elektrisk resistansmåler. Beskriver dette videre i diskusjonskapittelet. For å kunne oppnå eksakt den samme dybden hver gang, benyttet en maler på elektrodene.

Videre ble det valgt ut 9 biter i hver pakke som ble ytterligere resistansmålt. Målepunktene var her fordelt med 2, 5, 8, 12, 16, 20, 25, 30 og 40 centimeter fra enden. Ellers var målemetoden som beskrevet ovenfor. Bitene fordelte seg internt i pakkene som vist i figur 4.1.1.

37	38	39	40	41	42
31	32	33	34	35	36
25	26	27	28	29	30
19	20	21	22	23	24
13	14	15	16	17	18
7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6

Figur 4.1.1 Tall **uthevet** viser biter som er fuktmålt i lengderetning.

Det ble foretatt en prøveserie med resistansmåleren før forsøket startet. Her ble det foretatt målinger i de samme innslagshullene. Det viste seg at det var uproblematisk å benytte de samme hullene opp til om lag 10 ganger.

Mellom hver måling ble innslagshullene tettet med plasttråd. Dette for å hindre inntrengning av fukt. Dette ser en på bilde 4.1.2.



Bilde 4.1.2 Innslagshullene fra resistansmåleren er tettet.

Etter 14 dager fra forsøkets start, viste det seg at dette var en problematisk metode. Det ble antakelig for liten kontakt mellom treverket og elektrodene på resistansmåleren. Noe som gjorde seg utslag i lavere trefuktigheter enn realistisk forventet.

I stedet for å benytte de samme innslagshullene som opprinnelig planlagt, ble de for hver måling, flyttet lenger inn mot midten av biten. Innslagshullene ble nå tettet med silikon for å hindre fuktinntrengning. Beskrives nærmere i diskusjonskapittelet.

Slik fortsatte målingene utover i perioden. En flyttet imidlertid totalt ikke målepunktene mer enn 1,5 centimeter innover, mot midten av biten. Ved slutten av forsøket ble det foretatt tørke- veieprøver av alle målepunkt.

4.2 Fuktutvikling i enkeltplank

Det ble lagt ut en plank med dimensjonene, 45*110*3000 millimeter i det samme klimaet som beskrevet ovenfor. Denne ble påført silikon i endene, som vist på bilde 4.2.1, dette for å hindre fuktopptak. Det ble så skåret av en bit på 7 centimeter som ble brukt til å finne indre fuktgradient. Dette ble gjentatt ved hvert måletidspunkt.

Prøvebiten som nå hadde de ytre målene, 45*110*70 millimeter, ble videre delt opp. Til dette ble det benyttet kniv. Etter den siste oppdeling målte bitene, 5*5*70 millimeter. Disse ble veid, tørket i tørkeskap, og så veid igjen. Deler av gjennomføringen vises på bilde 4.2.2. Fuktutregning og gjennomføring i henhold til standard.(EN 13183- 1).



Bilde 4.2.1 Silikonert prøveplank i klimakammer.

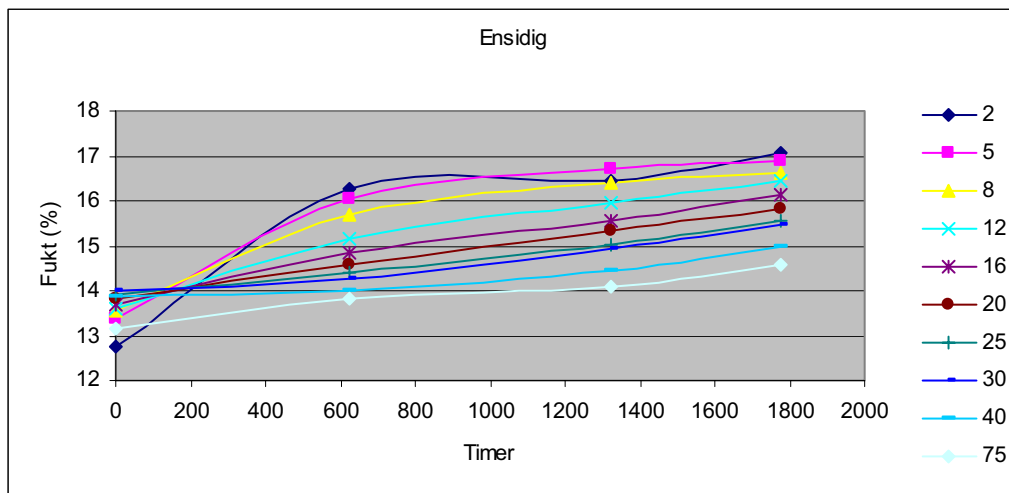


Bilde 4.2.2 Knivdelte prøvebiter klar til tørking, og videre vektmåling.

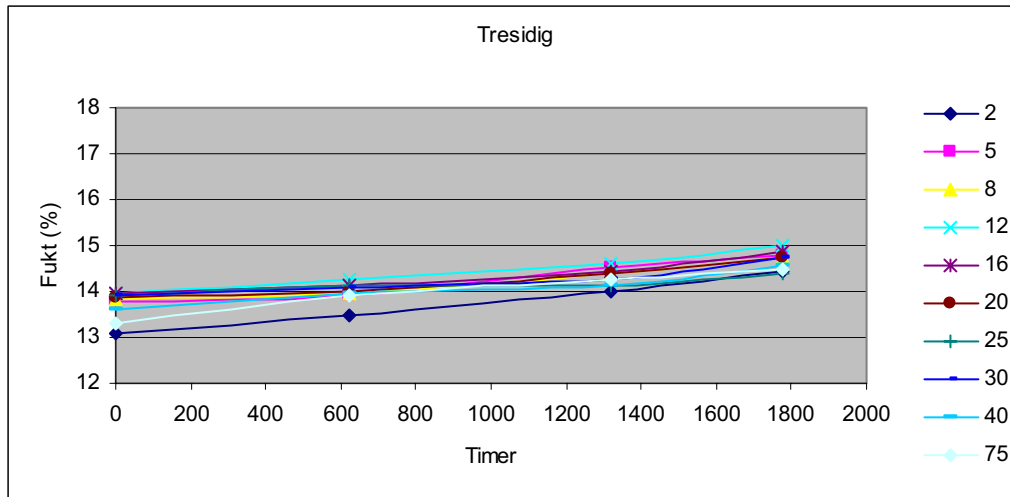
5 Resultater

5.1 Fuktutvikling i trelastpakkene

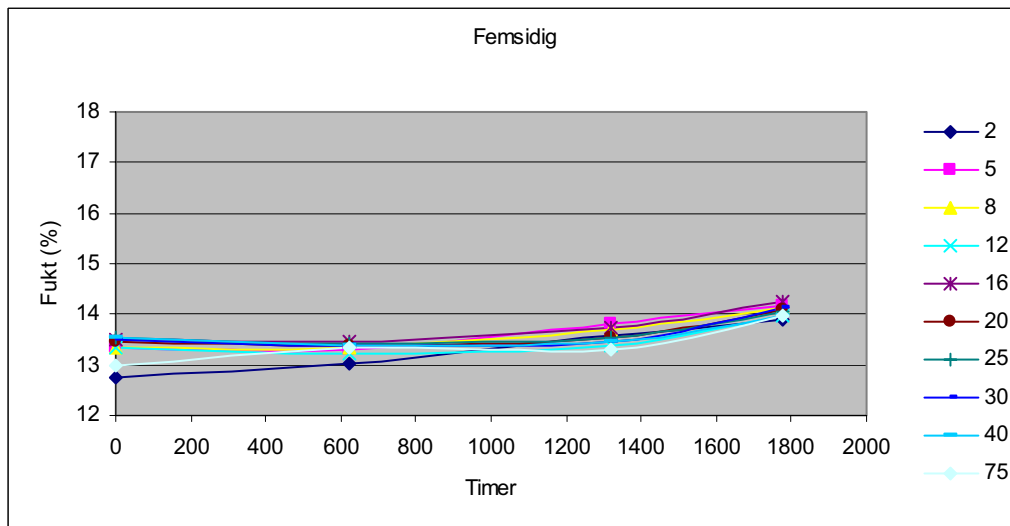
Det ble etter at forsøket var avsluttet klart at det var nokså klare forskjeller i fuktopptaket. Dette samsvarende med de ulike emballeringsalternativene. En kan i enden av trelastpakkene, klart se denne differansen. I figur 5.1.1 til 5.1.3 viser resultatene, at det helt klart er den udekkede pakken, som har tatt opp mest fukt. Mens de to pakkene som var dekket i enden, har et mye tregere fuktopptak. Tallene i de ovennevnte figurene baserer seg på resistansmålinger.. Alle prøveplankene i pakkene er her representert. Det vil derfor være noe ulike forhold for tre av plankene, henholdsvis plank 1, 19 og 37. Disse tre kan ha tatt opp fukt i flere plan. De følgende og resterende resultater i resultatkapittelet baserer seg på tørke- veieprøver.



Figur 5.1.1 Grafene viser fuktopptak fra ende i centimeter.

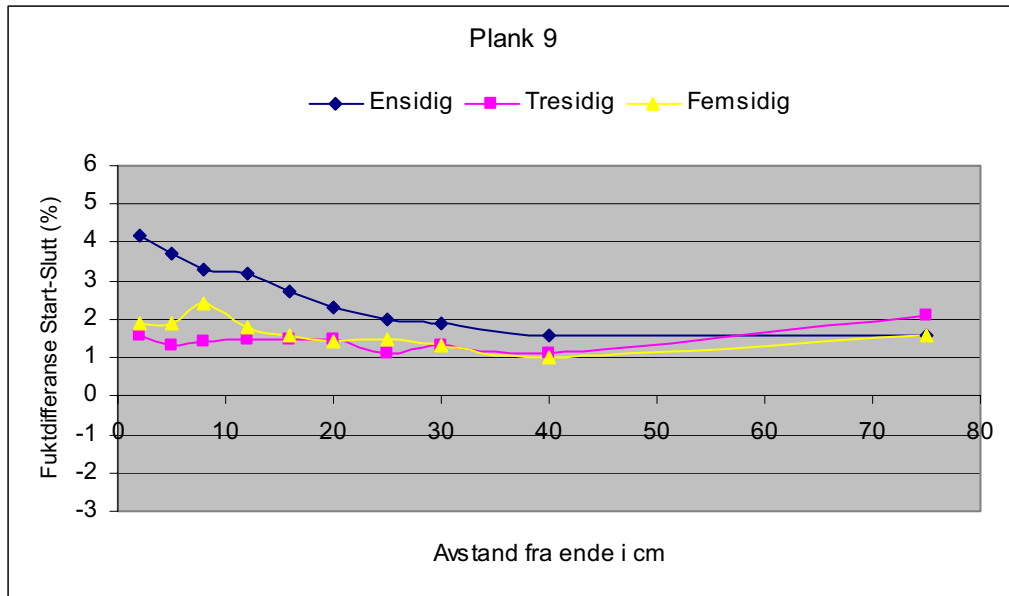


Figur 5.1.2 Grafene viser fuktopptak fra ende i centimeter.

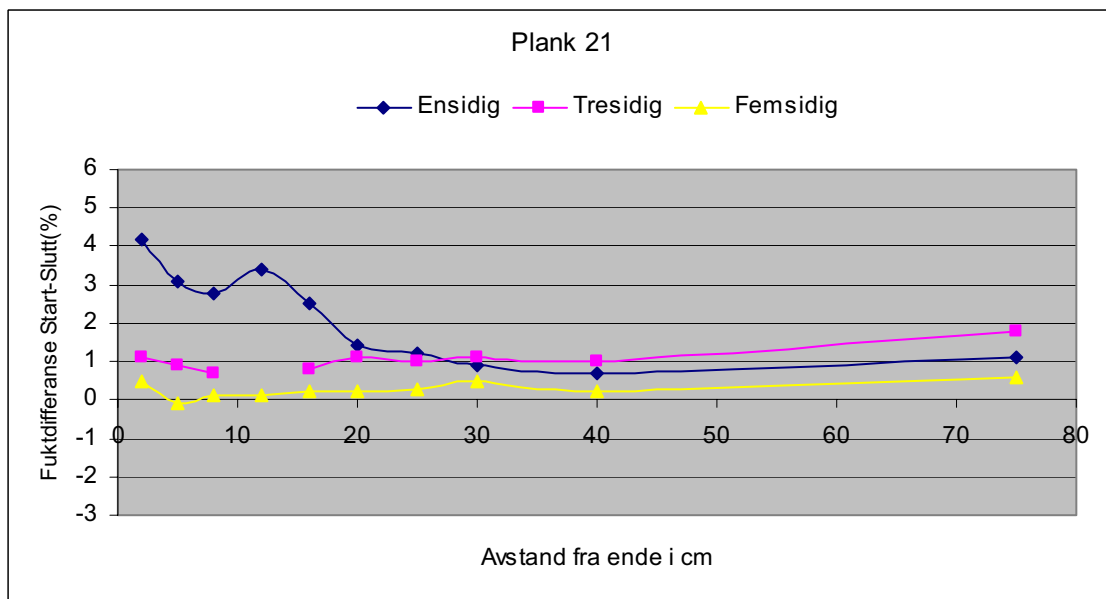


Figur 5.1.3 Grafene viser fuktopptak fra ende i centimeter.

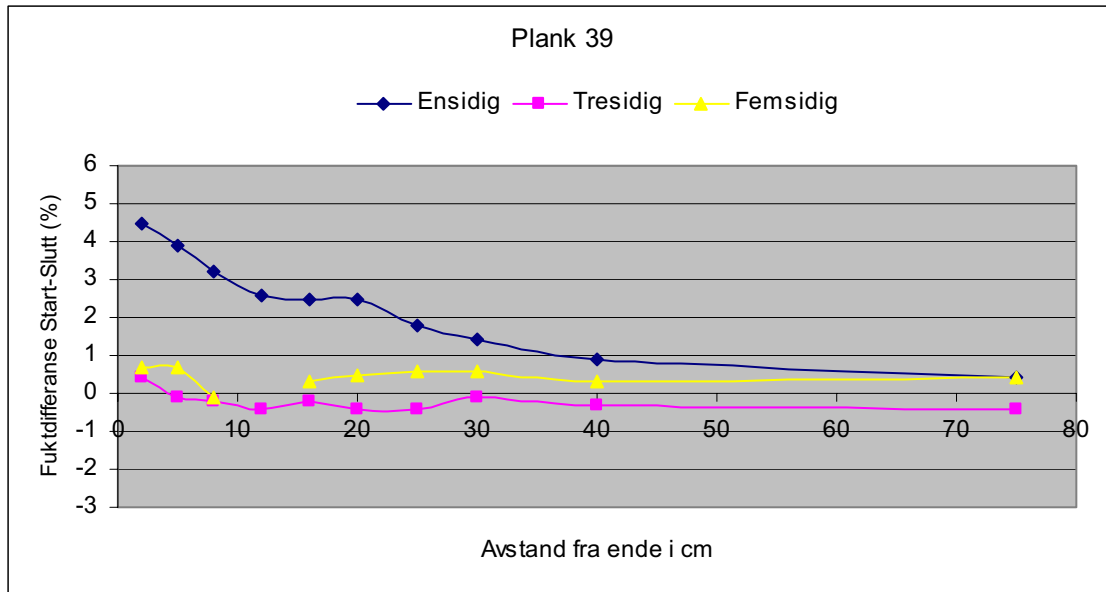
Resultatene fra de tre prøveplankene, 9, 21 og 39 er nokså entydige i hvilke emballeringsalternativ som slipper gjennom mest fukt. En ser i figurene 5.1.4 til 5.1.6, at den pakken som ikke har hatt plast i endene, har tatt opp klart mer fukt. Disse tre plankene har ut ifra plassering i pakkene hatt like forhold under forsøket. Tallene er basert på tørke- veieprøver.



Figur 5.1.4 Grafene viser fuktopptak fra ende.

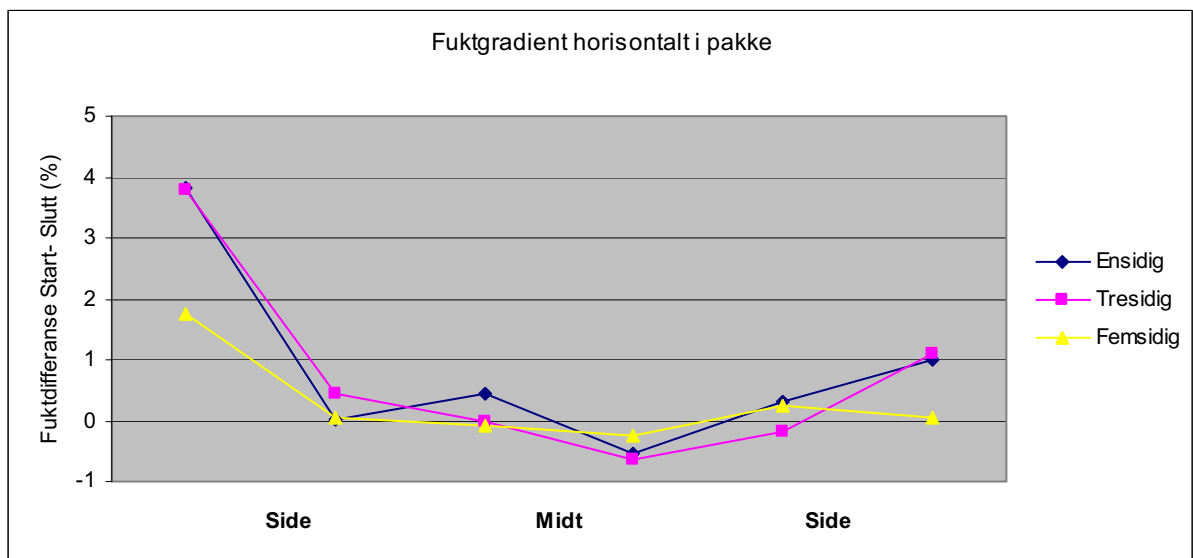


Figur 5.1.5 Grafene viser fuktopptak fra ende.



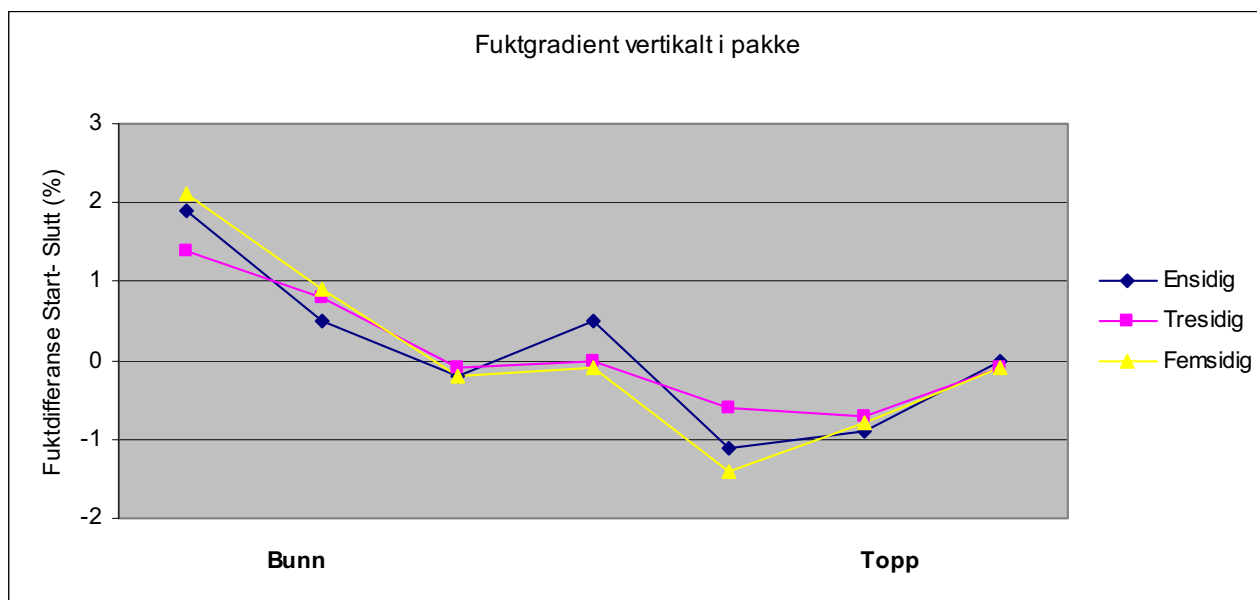
Figur 5.1.6 Grafene viser fuktopptak fra ende.

Ser en videre på fuktgradientene innad i trelastpakkene, vil en ut ifra materialet finne noen tendenser. I figur. 5.1.7, ser en at det er sideplankene som har tatt opp mest fukt. Den pakken som har hatt femsidig emballering, har her tatt opp klart minst fukt. Dataene her er plukket såpass langt opp i pakken, at en kan se bort i fra noe særlig effekt fra bunnen.



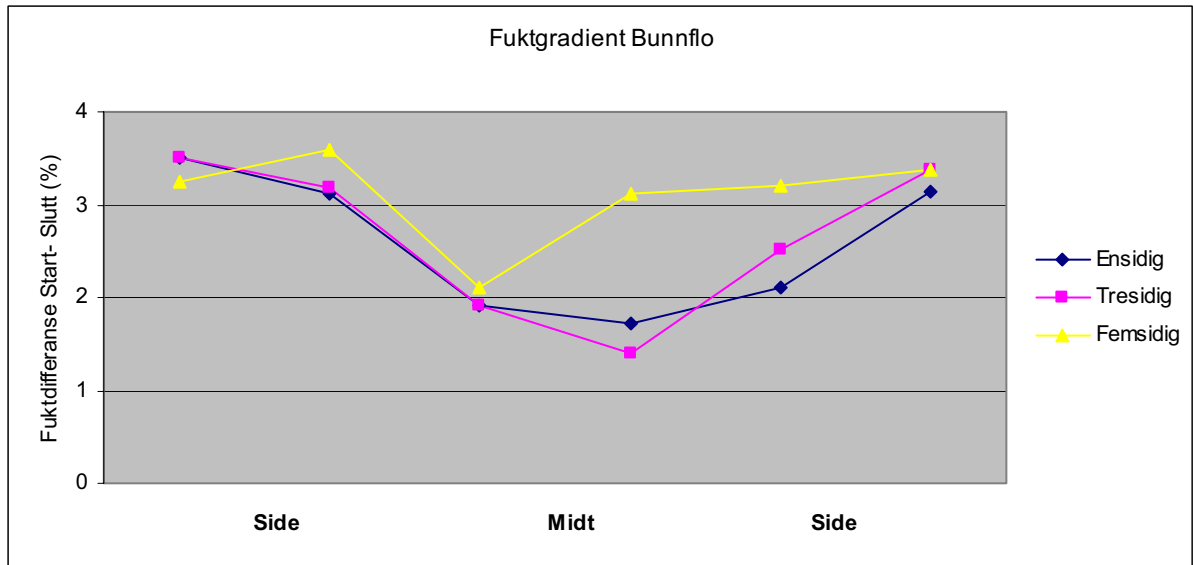
Figur 5.1.7 Fuktgradienter langs en flo midt i pakkene. Tall basert på tørke- veieprøver. Målepunkt slutt 75 cm fra ende.

Fuktgradienter vertikalt i pakkene, som vist i figur 5.1.8, gir et ganske klart bilde av at det er den utildekkede bunnen, som er mest utsatt for å trekke fukt. Her har en også tilstrebet å samle data der en har liten innflytelse fra sidene av pakken.



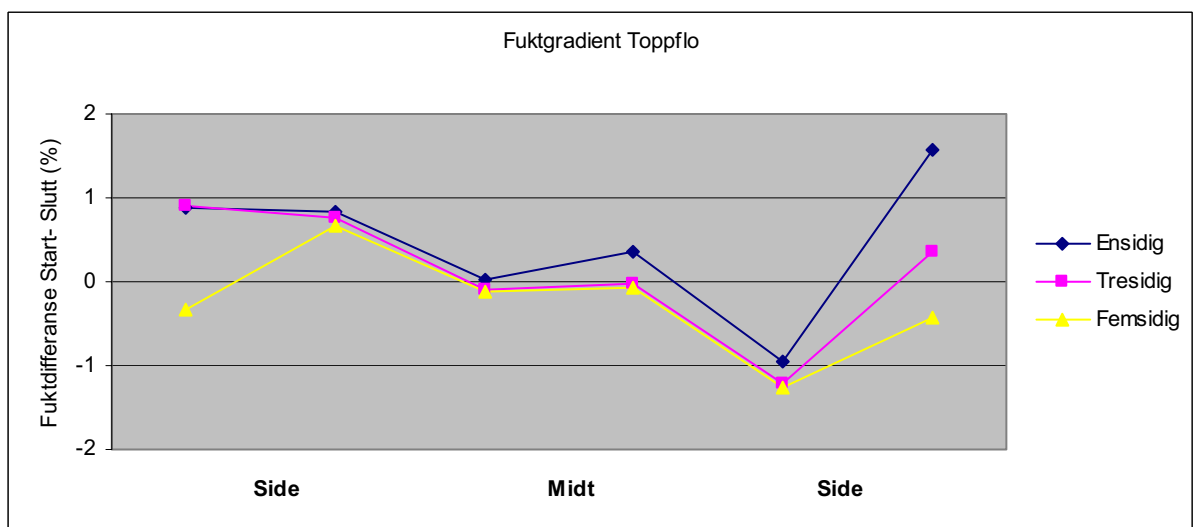
Figur 5.1.8 Fuktgradienter fra bunn til topp midt i pakkene. Tall basert på tørke- veieprøver. Målepunkt slutt 75 cm fra ende.

Videre ser en på resultatet for enkelte flør i pakkene. Bunnflørne i alle de tre pakkene viser den samme tendensen. Det virker å være noe større fuktopptak langs sidene, enn da midt i pakkene. Dette vises i figur 5.1.9.



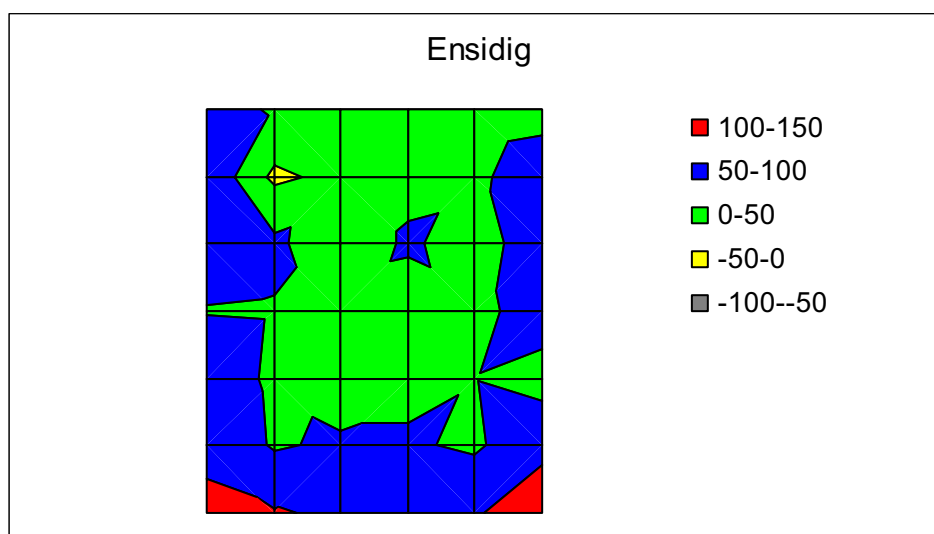
Figur 5.1.9 Fuktgradient bunnflo for de tre emballeringsalternativene. Tall basert på tørke- veieprøver. Målepunkt slutt 75 cm fra ende.

For fuktopptaket i toppen av pakkene er det noe mer uklare resultater. Her er også opptaket en del mindre enn til eksempel i bunnen. Men det ser ut til at den femsidige emballeringen skiller seg litt ut, med noe mindre opptak. I midten av pakkene opp mot toppen, har en faktisk hatt noe uttørking. Dette vist i grafene i figur 5.1.10.

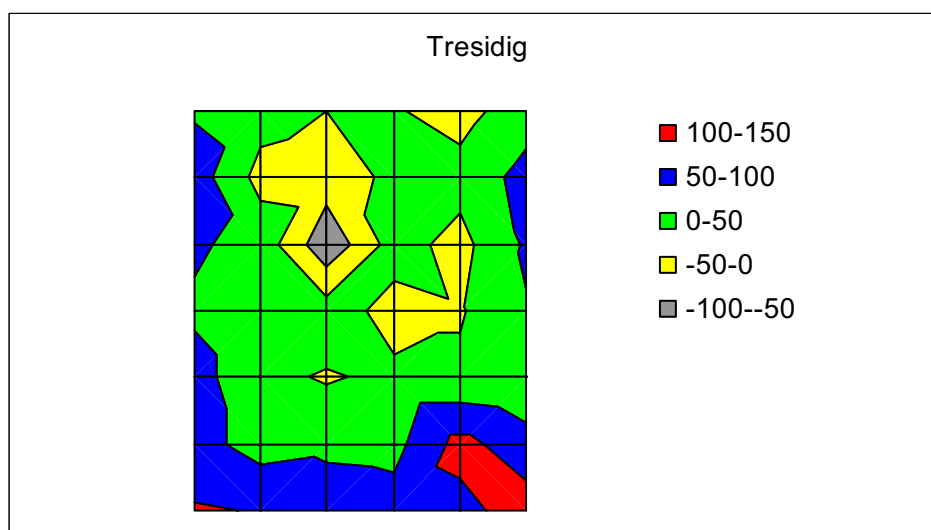


Figur 5.1.10 Fuktopptaket i toppfloa for de ulike emballeringene. Tall basert på tørke- veieprøver. Målepunkt slutt 75 cm fra ende.

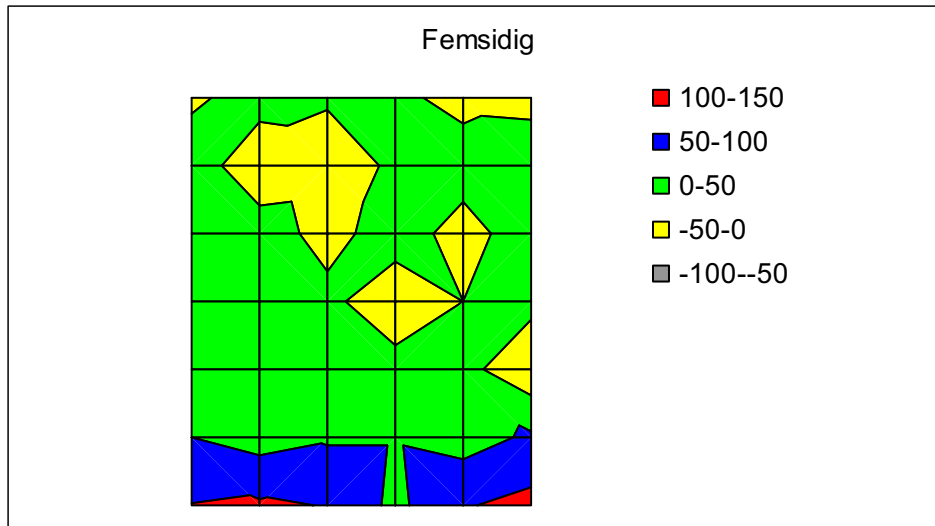
Vektutviklingen på pakkene tegner et nokså klart bilde på hvor fuktopptaket har vært størst. Dette tegnet i figurene 5.11 til 5.13. Den kun toppemballerte pakken har tatt opp fukt både i bunn og langs sidene. Mens den femsidig emballerte har størst fuktopptak i bunn. I de to alternativene med tresidig og femsidig plastdekking, ser en at en har hatt noe vektreduksjon i sentrum av pakkene.



Figur 5.1.11 Vektutvikling totalt gjennom forsøket. Tallene er oppgitt i gram. Hvert kryss i figuren representerer en planke i pakken.

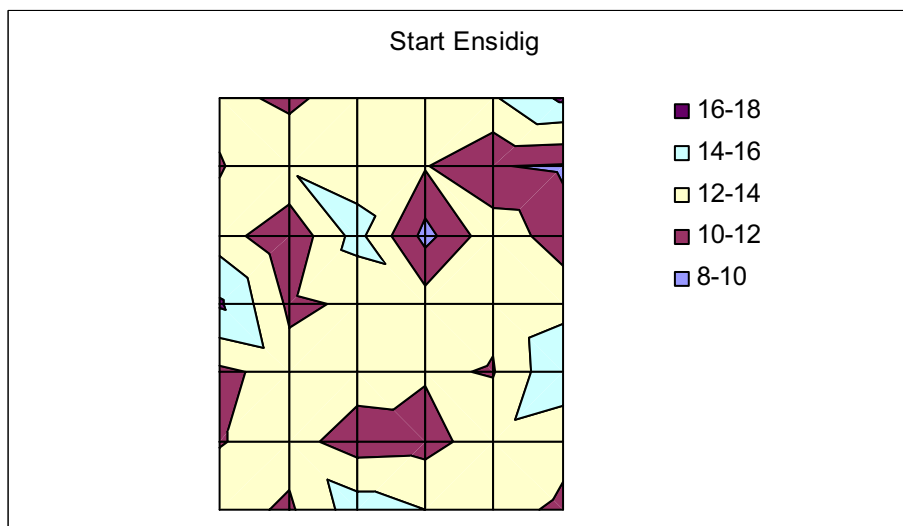


Figur 5.1.12 Vektutvikling totalt gjennom forsøket. Tallene er oppgitt i gram. Hvert kryss i figuren representerer en planke i pakken.

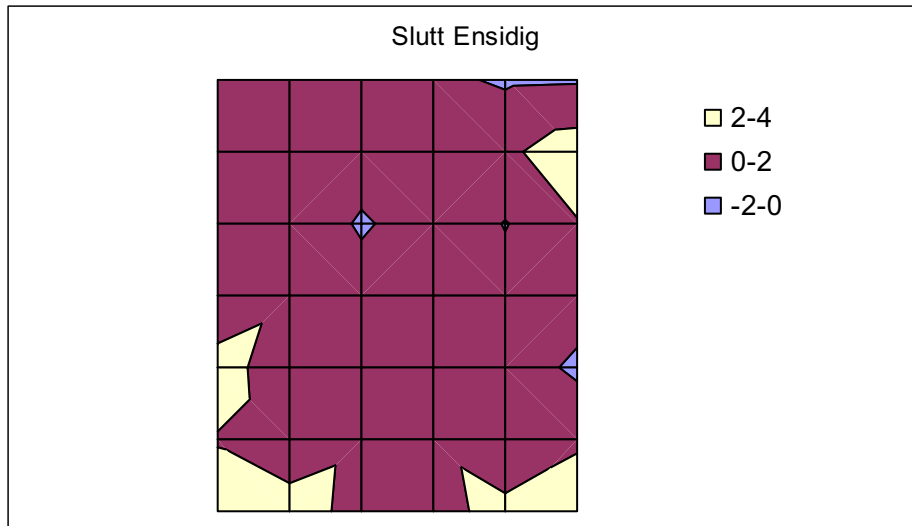


Figur 5.1.13 Vektutvikling totalt gjennom forsøket. Tallene er oppgitt i gram. Hvert kryss i figuren representerer en planke i pakken.

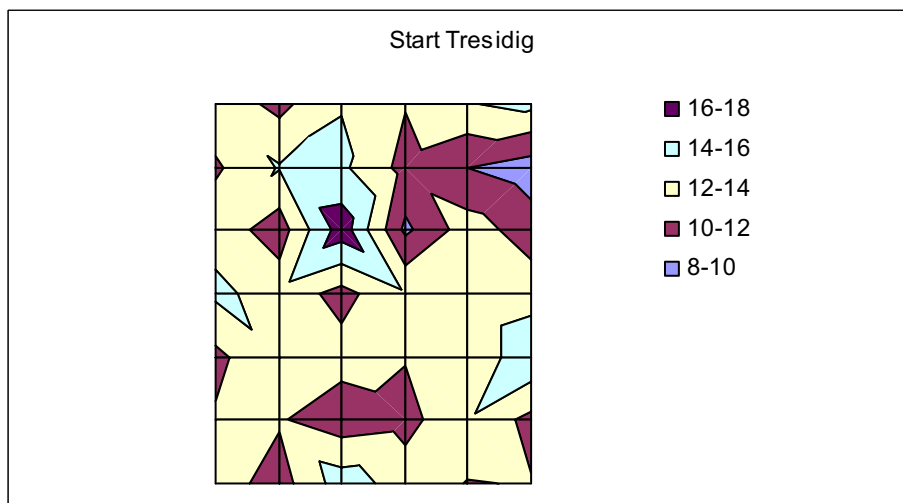
De følgende figurer 5.14, 5.16 og 5.18, viser fuktfordelingen i pakkene ved oppstart av forsøket. Figurene 5.15, 5.17 samt 5.19, beskriver totalt fuktopptak, i prosent ved slutt av forsøket. Her er det en trend som tyder på at det er den femsidig emballerte pakken, som har tatt opp minst fukt. En har imidlertid et fuktopptak også i denne på om lag 1-2 prosent. Videre ser en at det har vært en fuktreduksjon i midt, av de flersidig emballerte pakkene.



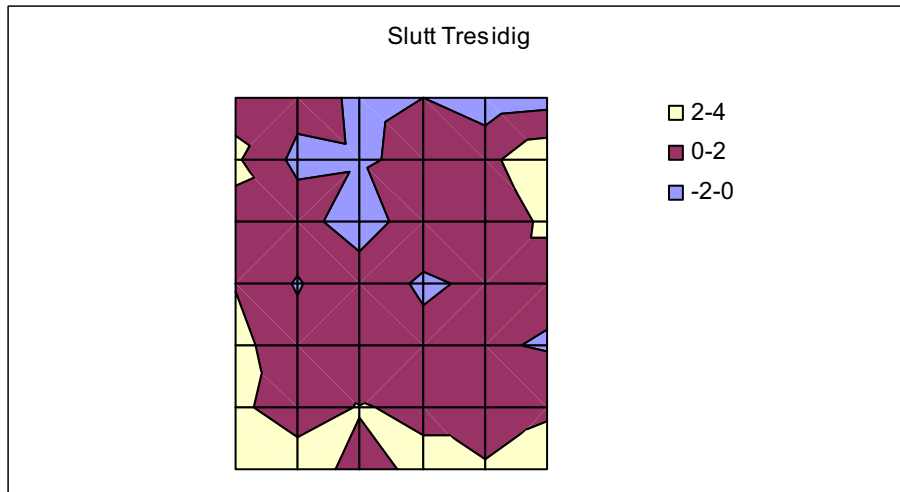
Figur 5.1.14 Fuktfordeling i pakkene ved start av forsøket. Tall i prosent. Tall basert på tørkeveiprøver.



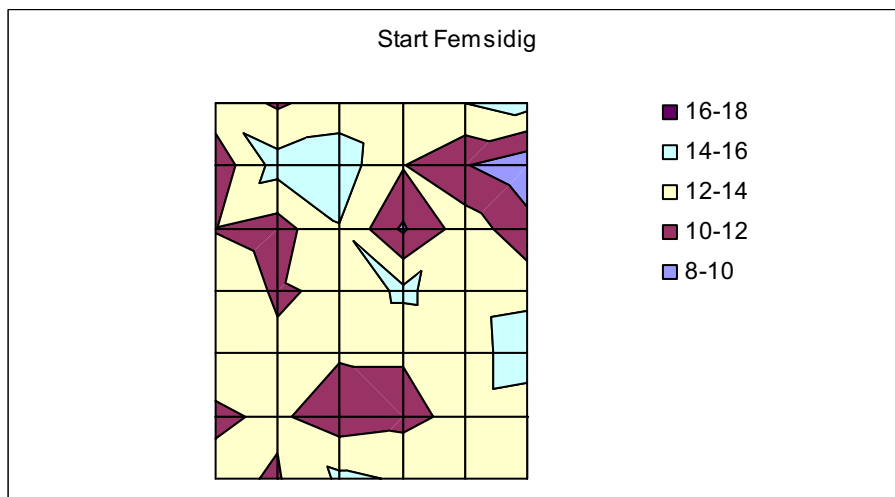
Figur 5.1.15 Fuktopptak totalt ved forsøket slutt. Tall i prosent. Tall basert på tørke-veiprøver. Målepunkt slutt 75 cm fra ende.



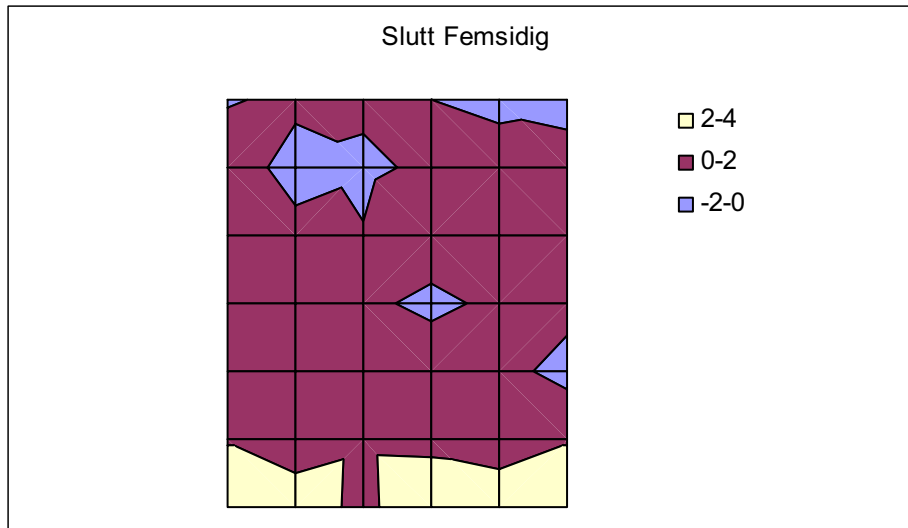
Figur 5.1.16 Fuktfordeling i pakkene ved start av forsøket. Tall i prosent. Tall basert på tørke-veiprøver.



Figur 5.1.17 Fuktopptak totalt ved forsøkets slutt. Tall i prosent. Tall basert på tørke-veieprøver. Målepunkt slutt 75 cm fra ende.

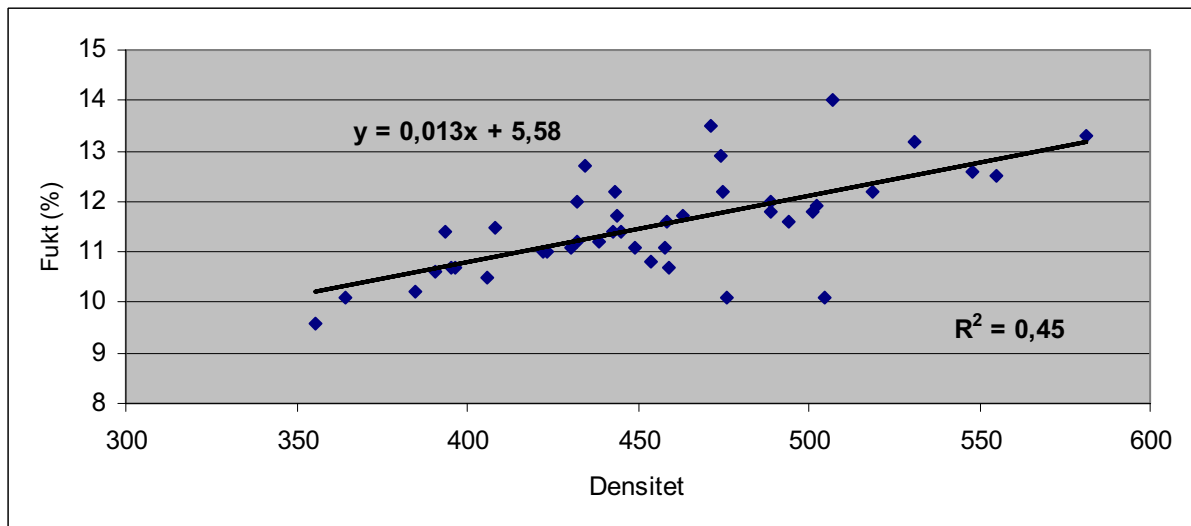


Figur 5.1.18 Fuktfordeling i pakkene ved start av forsøket. Tall i prosent. Tall basert på tørke-veieprøver.



Figur 5.1.19 Fuktopptak totalt ved forsøkets slutt. Tall i prosent. Tall basert på tørke-veieprøver. Målepunkt slutt 75 cm fra ende.

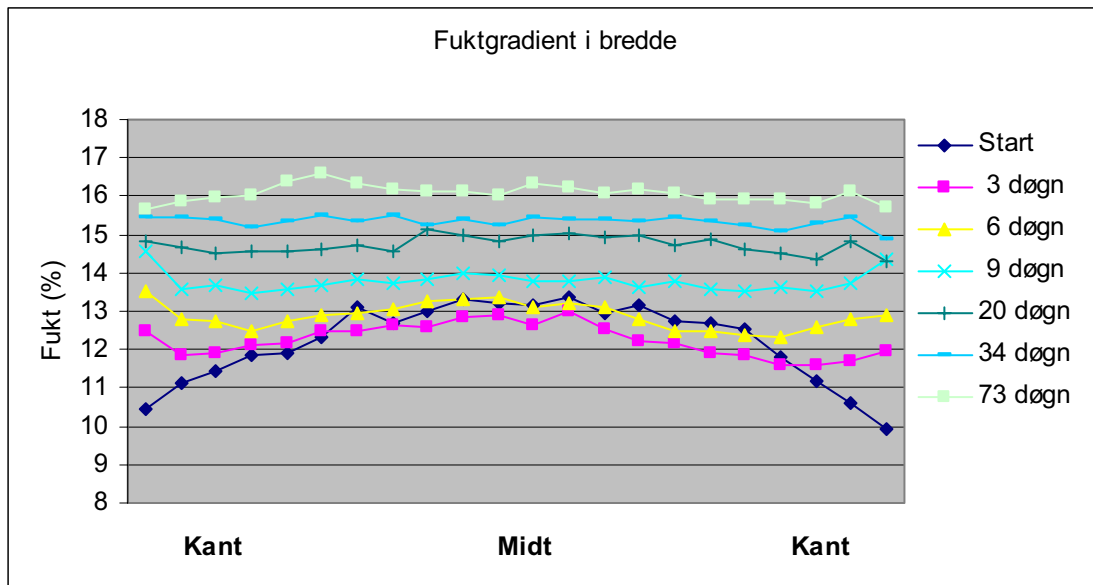
Det viste seg å være nokså stor spredning i startfukt på plankene. Sammenhengen mellom densitet og fukt i plankene er vist i figur 5.1.20. Her ser en at densitet har tydelig innvirkning på trefukten.



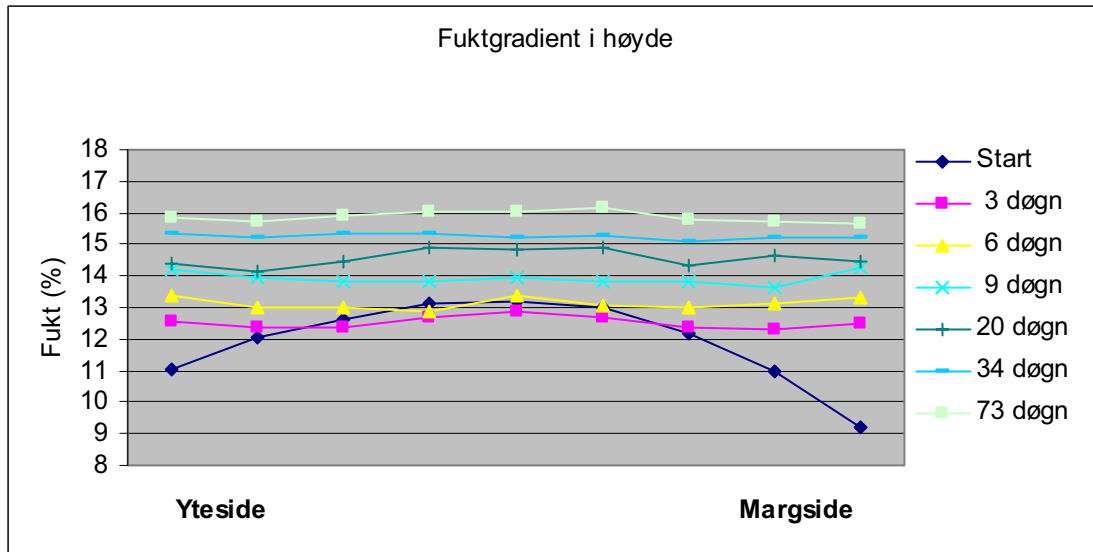
Figur 5.1.20 Sammenheng mellom plankenes fukt ved start av forsøket, og treets densitet.

5.2 Fuktutvikling i enkeltplank

I figurene 5.2.1 og 5.2.2 viser en fuktgradientene, henholdsvis horisontalt og vertikalt. Tallene er hentet fra sentrum av prøveplanken, både vannrett og loddrett. Denne prøveplanken var som kjent uemballert. Planken hadde dimensjonene 45* 110 millimeter. Kantsiden er her da å forstå som 45 millimeter. En ser at det ved start av forsøket, er kantsidene som er tørket lengst ned. Når en så kommer inn i klimakammeret, er det ytre deler av planken som hurtigst øker fuktprosenten. Verdt å merke seg er det at margsidene er tørket lengre ned enn ytesiden. I figur 5.2.3 ser en utviklingen i planken gjennom forsøksperioden.

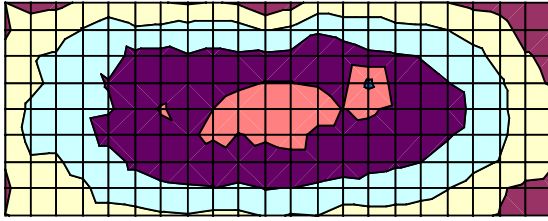


Figur 5.2.1 Fuktgradienter i uemballert planke, gjennom forsøks tiden.

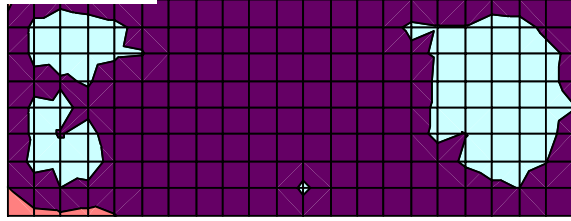


Figur 5.2.2 Fuktgradienter i uemballert planke, gjennom forsøksiden.

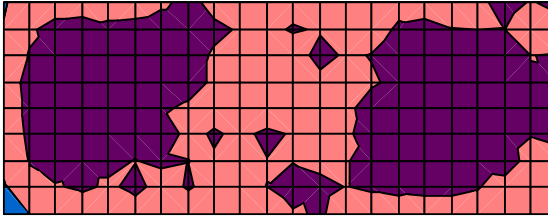
Start



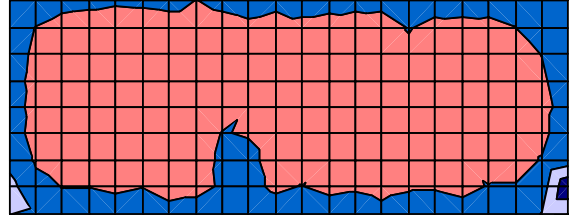
3 døgn



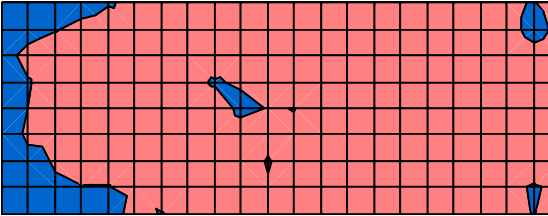
6 døgn



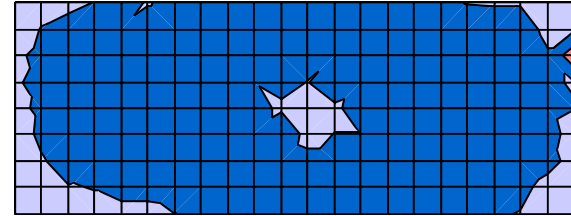
9 døgn



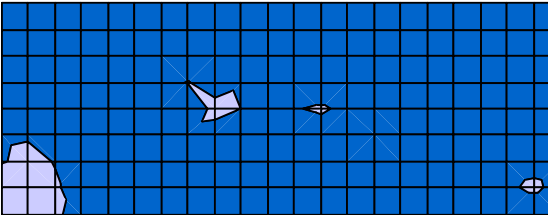
12 døgn



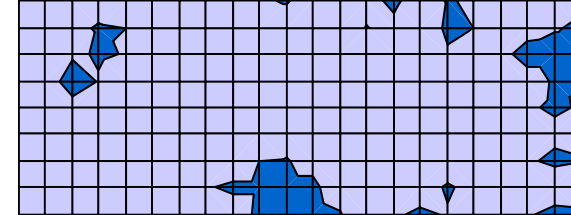
16 døgn



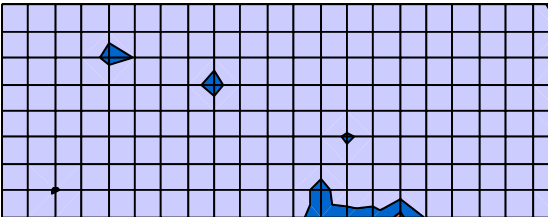
20 døgn



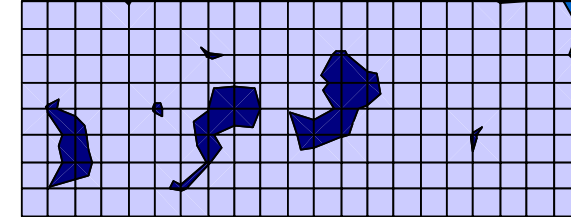
27 døgn



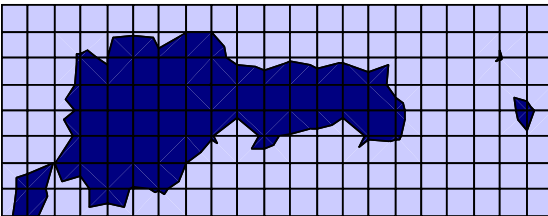
34 døgn



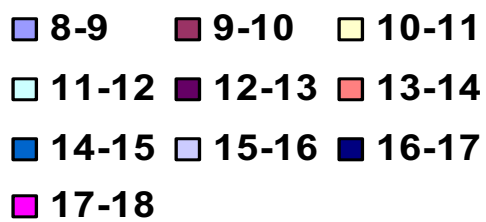
54 døgn



73 døgn



Trefuktighet [%]



Figur 5.2.3 Utviklingen i fuktgradient gjennom forsøks tiden. Margsidene er i figuren orientert mot toppen.

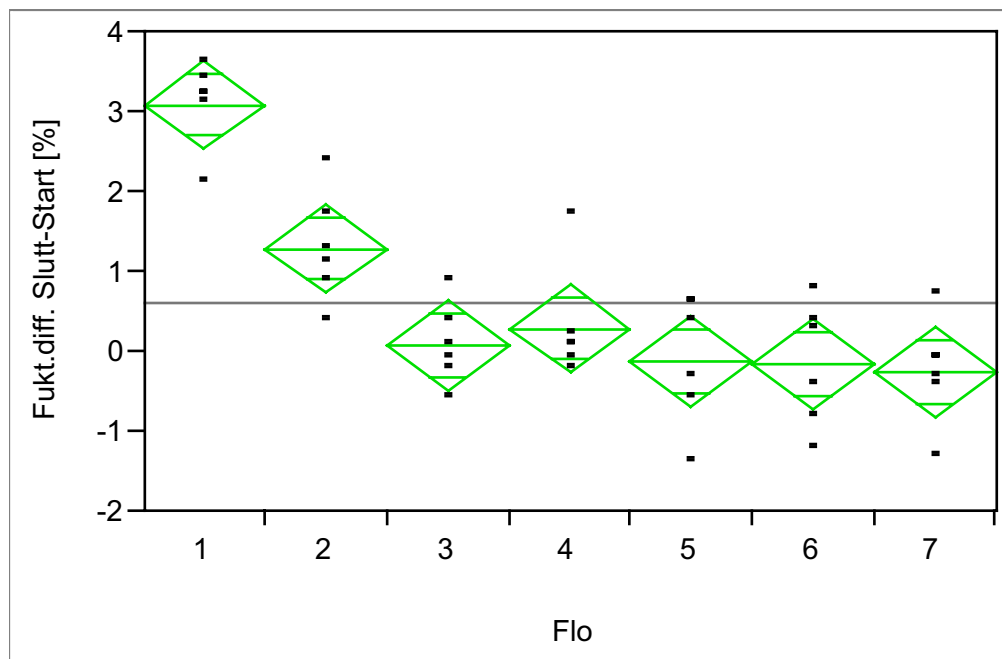
5.3 Resultater Statistikk

En toveis variansanalyse viser at det er signifikant forskjell mellom emballeringene for rank en og to, men ikke for rank tre. Statistiske verdier for rank en og to på henholdsvis, (DF: 11- 18, F= 21.9, Prob>F< 0.0001 og DF: 11- 18, F= 47.2, Prob> F < 0.0001).

For hver av rankene er det utført en kontrastberegning. For rank en er femsidig emballering signifikant forskjellig fra tresidig emballering. (DF: 1- 18, F= 80, Prob> F < 0.0001). Mens det ikke er signifikant forskjell mellom ensidig og tresidig emballering.

Videre for rank to er en femsidig emballering signifikant forskjellig fra tresidig. (DF: 1-18, F= 5, Prob> F < 0.038). Her er det videre forskjell mellom ensidig og tresidig emballering. (DF: 1- 18, F= 5, Prob> F < 0.037).

En enveis variansanalyse viser at det er signifikant forskjell mellom de ulike flørne, i den femsidig emballerte pakken. (DF: 6- 35, F= 19.7, Prob> F < 0.0001). I figur 5.3.1 ser en at det er de to nederste flørne som har tatt opp mest fukt gjennom forsøks tiden.



Figur 5.3.1 Flo en i bunn av pakken, flo syv lokalisert til topp. Femsidig emballering.

Det er en god sammenheng mellom resistansmålingene og tørke-veieprøvene for de tre ulike emballeringsgradene. Følgende tall er fra den ensidig emballerte pakken:

$$Fuktighet \text{ "resistans"} = 1,1 \cdot Fuktighet \text{ "tørkeveie"} + 0,4$$

(DF: 1-40, F= 141, Prob> F < 0.0001, RSquare Adj: 0.77, Root Mean Square Error: 0.59).

6 Diskusjon

Ved å studere figurene 5.1.1 til 5.1.3 vil en få en forståelse for hvor viktig det er å emballere endene på trevirket. Figurene viser nokså stor forskjell mellom de udekkede endene, og de plastemballerte. Skal en hindre en rask oppfukning av trelasten må en enten emballere, sette det i klimalager eller containere. Det kan virke som en har effekt av emballeringen i enden, om lag en halv meter inn. Ser en på figurene 5.1.4 til 5.1.6 kan det virke som om grafene samles omtrent så langt inn på planken.

Vektutviklingen på plankene indikerer hvor det er tatt opp mest fukt. I figurene 5.1.11 til 5.1.13 ser en dette. I midten av pakkene har en hatt en vektreduksjon. Dette kan delvis komme av flis som har røket av plankene under behandlingen. Men plankene kan også ha avgitt fukt til plankene rundt. Dette støttes også av figurene 5.1.15, 5.1.17, samt 5.1.19, som beskriver det totale fuktopptaket fra start til slutt. Her ser en også at områder midt i pakkene har avgitt fukt. Områdene samsvarer i noe grad mellom vektmålingene og fuktmålingene. Den ensidige tildekkede pakken har opplevd dette i minst grad. Det virker derfor som om det har etablert seg et indre miljø som har avgitt og tatt opp fukt, etter plankenes utgangsfukt ved forsøket start.

Figurene som viser vektutviklingen kan også illustrere hvor i pakkene en er mest utsatt for fukt. Figur 5.1.11 til 5.1.13. Den femsidig emballerte pakken har klart mindre opptak langs sidene enn de to andre alternativene. Ser en så i statistikkapittelet, finner en også at den femsidig emballerte pakken har tatt opp mest fukt i de to første flørne fra bunnen. Mens de andre pakkene også har tatt opp fukt i særlig de to ytterste rankene på hver side.

I henhold til statistikk-kapittelet er det noe differanse mellom resultatene for resistansmålinger og tørke- veieprøver. Her ligger den på om lag 1.2 prosent. Denne er likevel ikke større enn at en ligger innenfor den feilmarginen som må forventes ved bruk av resistansmåler. En kan forvente mellom 1-2 prosents feilmåling i trefukten. (Forsen & Tarvainen, 2000).

Når det gjelder resultatene fra prøveplankens indre fuktgradient, ser en at det ikke er helt symmetri gjennom hele forsøksperioden. I figur 5.2.3 ser en at det etter til eksempel 6 døgn, synes å være to områder midt i planken, som henger etter. Disse er ikke blitt oppfuktet selv om en har hatt en fuktøkning i området mellom disse. Det kan kanskje være mulig å tenke seg at lengden på margstrålene har en innvirkning på dette. Ellers er det kanskje litt uventet at det utover i perioden, ser ut som om fukten hever seg så jevnt gjennom hele planken. En hadde på forhånd kanskje forestilt seg at en ville oppleve flere lag av forskjellig fukt, og en mer gradvis fuktheving gjennom tverrsnittet.

Det ble etter hvert klart at metoden, som var valgt i målingen av trefukten, slo feil. En ville prøve å bruke de samme innslagshullene, slik at en målte på de samme stedene gjennom hele forsøksperioden. For å unngå at miljøet nede i hullene ble forstyrret, søkte en å tette igjen disse mellom hver prøvetaking. Det ble kjørt en prøve på dette i forkant av forsøket. Da syntes det å skulle la seg gjøre å foreta opp i mot 10 målinger, før en fikk særlig feilavlesing på resistansmåleren. Til å tette igjen hullene brukte en plasttråd som vist i bilde 4.1.2. Etter et par målinger viste det seg at dette ikke fungerte så bra. En opplevde antakelig at kontakten mellom elektrodene og treverket ble for dårlig, og dette resulterte i at det ble målt for lave verdier for trefukten. Nå gikk en derfor bort ifra å bruke de samme innslagshullene. Videre i forsøket ble det derfor satt nye hull for hvert måletidspunkt. Disse ble satt lenger inn mot sentrum av planken, og tettet med silikon. Totalt gjennom alle målingene flyttet en seg imidlertid ikke lenger enn om lag 1.5 centimeter. Om en ser på figurene 3.2 og 5.2.3 vil en få et inntrykk av fuktgradienten innenfor en planke. Her ser det ut til at det er nogenlunde lik fukt når en beveger seg horisontalt på flasken. Det er slik ikke umulig at resultatene skulle bli nokså beskrivende. Det er også da kun resistansmålingene dette influerer på, mens tørke- veieresultatene skulle gå klar.

Som nevnt i materiale og metodekapittelet har en avveket noe fra standard når det gjelder innslagsdybde. EN 13183-2 beskriver å bruke 0,3 som innstikksdyp. Jeg har likevel valgt å benytte 0,25 som innstikksdyp. Forsøk gjennom tørkeklubben, som består av en rekke norske sagbruk tilknyttet NTI, har vist at dette innstikksdypet synes å være mer korrekt. (Pers. med. Knut M. Sandland, NTI).

Det har som nevnt vært litt vanskelig å finne resultater fra tidligere undersøkelser å sammenligne resultater med direkte. Men ser en litt generelt på hvilke fuktnivåer det ville være fornuftig å vente, ser en at disse ikke ligger langt ifra. Ser en til eksempel på figurene 5.1.1 og 5.2.1 ser en at fuktopptaket strekker seg opp til rundt 17 prosent trefukt. Dette samsvarer tålelig med figur 3.3, som er et simuleringsprogram. Her ville en havne på noe over 17 prosent.

Noe som hadde vært svært greit for denne oppgaven er å kunne hatt litt flere forsøkspakker. Det kan kanskje oppleves litt tynt, for å kunne tillate seg å trekke altfor bastante konklusjoner. Her kan en nevne de statistiske resultater der en sammenligner emballeringsgrad for tresidig og ensidig emballering i rank 2. Her ser en at det er signifikant forskjell, selv om denne er helt på grensen. I rank 1 derimot kunne en ikke finne et slikt resultat. Dette er unektelig noe merkelig. Det er her fristende å tro at det er et utslag av at en har heller få observasjoner å basere seg på. Selv om en kunne ha ønsket seg flere og større gjentak, ble arbeidsmengden i forhold til størrelsen av denne Hovedfagsoppgave.

Metoden en valgte for dette forsøket, som beskrevet i materiale og metode, synes å ha fungert rimelig greit. Fordelen ved å plassere modeller av trelastpakker i et klimarom er at en der har full kontroll med klimaet. Det hadde også vært betydelig mer arbeidskrevende å skulle plukke ned trelastpakker i full skala, ved hvert måletidspunkt. En hadde vel også vært mer avhengig av å plassere disse utendørs. Der kunne det igjen ha bydd på problemer å følge klimaet like etterrettelig.

7 Konklusjon

En finner klare forskjeller mellom de ulike emballeringsgradene en har benyttet i dette forsøket.

Den femsidig emballerte pakken har i hovedsak tatt opp fukt fra den uemballerte bunnen.

I den ensidige, og tresidige emballerte pakken har det vært fuktopptak også langs sidene.

Fuktopptaket fra ende har i dette materialet gått om lag en halv meter innover i plankene.

En ser at de to ytterste flørne og de to ytterste rankene har tatt opp mest fukt. Innenfor dette ser det ut til at det har dannet seg et innbyrdes klima blant plankene, som både har avgitt og tatt opp fukt. Dette i mindre grad hos den kun toppemballerte pakken.

Litteratur

Elowson T., Malmqvist L., Sandqvist I. Leverans av sniceritorrt virke från sågverk. STFI-meddelande serie A nr 375. Stockholm, 1976.

EN 13183-1. Moisture content of a piece of sawn timber- Part 1: Determination by oven dry method. CEN 2001.

EN 13183-2. Moisture content of a piece of sawn timber- Part 2: Estimation by electrical resistance method. CEN 2002.

Folvik K. Elektrisk fuktighetsmåling, flask eller kant. Treteknisk Informasjon nr 1. Oslo, 2003.

Forsen H. & Tarvainen V. Accuracy and functionality of hand held wood moisture content meters. Technical research centre of Finland. 2000.

Kucera B. Skandinaviske normer for testing av små feilfrie prøver av heltre. Skogforsk. Norges landbrukshøgskole, 1992.