

HELTRETØRKING AV BJØRK

Syrefelling som metode for reduksjon av fuktighet
i en heltrevelte av bjørk i Aumdalen, Tynset


Eirik Nordhagen & Simen Gjølshø



Rapport til ekstern oppdragsgiver fra Skog og landskap

Postboks 115, 1431 Ås. Telefon 64 94 80 00

www.skogoglandskap.no

Tittel: Heltretørking av bjørk Syrefelling som metode for reduksjon av fuktighet i en heltrevelte av bjørk i Aumdalen, Tynset	Nr. i serien:	Dato godkjent av oppdragsgiver:
Forfatter: Eirik Nordhagen & Simen Gjølshjøl	Antall sider: 12	
Forfatterens kontaktinformasjon: eno@skogoglandskap.no , simen.gjolsjo@skogoglandskap.no		
Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Hedmark Andel privat finansiering:	Prosjektnr. Skog og landskap / Kontraktsdato	Tilgjengelig: Lukket: Begrenset: Åpen: x
Sammendrag: Sommeren 2011 var fuktig på Østlandet. Fylkesmannen i Hedmark ønsket å se på metoder for å redusere fuktigheten i en heltrevelte i Aumlia 770 moh. på Tynset. Syrefelling er en gammel og kjent metode for å redusere fuktigheten i et tre. Syrefelling innebærer å felle og lagre treet med blader. Uttørking skjer ved at vannet fordamper gjennom spalteåpninger i bladet. En 180 m lang heltrevelte ble i februar/mars lagt opp langs en skogsbilvei/hyttevei. Syrefelte trær ble hogd og lagt inn i velte den 24. mai og 19. juni. Fuktigheten ble målt på totalt 276 stammeskiver. For å finne ut hvor mye biomassen av kvist, grener og topp (mermassen) utgjør av et bjørketre på 770 moh. ble et 12 trær veid med og uten kvist. Mermassen utgjorde i snitt 61 vekt- % av stammebiomassen for bjørk i Aumdalen. Det syrefelte virket tørket bedre enn det ordinære, vinterhogde virket som ble lagt opp i februar/mars. Det syrefelte virket som ble felt den 19. juni hadde en fuktighet på 35 % den 20. september. Det ordinære, vinterhogde virket hadde den 20. september en fuktighet på 37 %. Plassering av trærne i velte har betydning for fuktigheten. Bjørkevirket plassert nederst i velte tørket lite og det var til dels uavhengig av om virket var syrefelt eller ikke. Fuktigheten i virket plassert i toppen av velte var om lag 33 %. Oppbygging med underliggere i bunn i velte er antakelig nødvendig for å få til tork i nedre del av en heltrevelte. En metode for å utvikle torkemodeller for ulike landsdeler kan være kontinuerlig veiing (veiging av velte med veiceller) med en tilhørende værdataserie. Syrefelling i juni har en begrenset betydning for brennverdien i forhold til ordinær hogst i vintersesongen.		
Ansvarlig signatur Jeg innestår for at denne rapporten er i samsvar med oppdragsavtalen og Skog og landskaps kvalitetssystem for oppdragsrapporter.  Adm.dir./Avdelingsdirektør		

HELTRETØRKING AV BJØRK

Syrefelling som metode for reduksjon av fuktighet i en heltrevelte av
bjørk i Aumdalen, Tynset

Eirik Nordhagen & Simen Gjølshø

Omslagsfoto: Syrefelling av bjørk i Aumdalen, Tynset (770 moh), Fotograf: Eirik Nordhagen

Norsk institutt for skog og landskap, Pb 115, NO-1431 Ås

SAMMENDRAG

Sommeren 2011 var fuktig på Østlandet. Fylkesmannen i Hedmark ønsket å se på metoder for å redusere fuktigheten i en heltrevelte i Aumlia 770 moh. på Tynset i 2012. Syrefelling er en gammel og kjent metode for å redusere fuktigheten i et tre. Syrefelling innebærer å felle og lagre treet med blader.

En 180 m lang heltrevelte ble i februar/mars lagt opp langs en skogsbilvei/hyttevei. Syrefelte trær ble hogd og lagt inn i velta den 24. mai og 19. juni. Det syrefelte virket som ble felt den 19. juni hadde en fuktighet på 35 % den 20. september. Det ordinære, vinterhogde virket hadde den 20. september en fuktighet på 37 %.

Plassering av trærne i velta har betydning for fuktigheten. Bjørkevirket plassert nederst i velta tørket lite og det var til dels uavhengig av om virket var syrefelt eller ikke. Fuktigheten i virket plassert i toppen av velta var om lag 33 %. Oppbygging med underliggere i bunn i velta er antakelig nødvendig for å få til tørk i nedre del av en heltrevelte.

For å finne ut hvor mye biomassen av kvist, grener og topp (mermassen) utgjør av et bjørketre på 770 moh. ble 12 trær veid med og uten kvist. Mermassen utgjorde i snitt 61 vekt- % av stammebiomassen for bjørk i Aumdalen.

Nøkkelord: Energivirke, bjørk, tørking, syrefelling

INNHold

1. Innledning	1
2. Materiale og metoder	2
2.1. Råmateriale og lagringsform	2
2.2. Værstasjonen	3
2.3. Hogst av ordinært virke og plassering av det syrefelte virket	3
2.4. Bestemmelse av basisdensitet	4
2.5. Bestemmelse av mermassen	4
2.6. Bestemmelse av fuktighet	4
3. Resultater	5
3.1. Lufttemperatur, nedbør og relativ luftfuktighet	5
3.2. Fuktighet og densitet	6
3.3. Mermasse	7
3.4. Fuktighet i velte med syrefelte trær	7
3.5. Fuktighet etter plassering av trærne i velte	8
3.6. Fuktighet og plassering av syrefelte trær i velte	8
3.7. Fuktigheten i stamme og kvist	9
4. Diskusjon	9
4.1. Mermassen	9
4.2. Syrefelling	9
4.3. Faktorer som påvirker tørking	10
4.4. Modellering av fuktighet	10
4.5. Plassering av trær i velte og oppbygging velte	10
4.6. Fuktighet i de forskjellige deler av treet	11
5. Konklusjon	11
6. Referanser	11

1. INNLEDNING

Sommeren 2011 var fuktig på Østlandet og det var problemer med å få tørr flis (30–35 %) til blant annet flisfyringsanlegget på Tynset. I den forbindelse ønsket fylkesmannen i Hedmark å undersøke lagring av heltre bjørk og syrefelling av bjørk som metode for å redusere fuktigheten i 2012. Nyhogd virke har vanligvis et fuktighetsinnhold på 40–50 % av totalvekt, og en effektiv brennverdi på om lag 4,45 kWh per kg tørrstoff. Helt tørt virke har en brennverdi på om lag 5,3 kWh per kg tørrstoff, eller ca. 16 % høyere brennverdi.

Syrefelling er en gammel og kjent metode og kan være aktuell når hele treet er tiltenkt produksjon av ved og brenselflis. Syrefelling innebærer at treet felles med løv. Transpirasjon gjennom spalteåpningene i bladverket sørger for uttørking av stamme og grener. Det er kjent at syrefelling gir en relativt rask og god uttørking.

Studiene på syrefelling har i hovedsak vært studier på trær som ligger fritt enten i skogen eller på åpen flate. En studie av Fæste and Johansson (1982) viste at syrefelt bjørk lagret i haug senket tørkehastigheten. Trærne i de øverste 80 cm av velta hadde et fuktighetsinnhold på ca. 35 %, mens i de nederste 40 cm av velta hadde trærne et fuktighetsinnhold på over 40 %.

En studie på syrefelling av 65 bjørketrær i Södra-Dalarna fant at bjørk avvirket 4. juli tørket ned til 31 % fuktighet etter 35 døgn (Liss 1979). Trærne var i det forsøket lagret åpent, det vil si ikke i velte eller haug. Tørkingen i forsøket skjedde raskt i starten, og etter drøyt en måneds tørking steg fuktigheten i treet noe. Konklusjonene var at for å få full effekt av syrefellingen bør trærne ikke felles før mai måned.

I energisammenheng er det interessant å få med seg mermassen som kvist og topp utgjør i et bjørkebestand. Mermassen i form av kvist og grener utgjør en stor del av biomassen (Løken 2012).

Relativ luftfuktighet, temperatur, vind, plassering og størrelse på velte virker inn på tørkeforløpet ved lagring av energivirke. En egen værstasjon ble satt opp for å registrere de klimatiske forholdene på lagringsstedet.

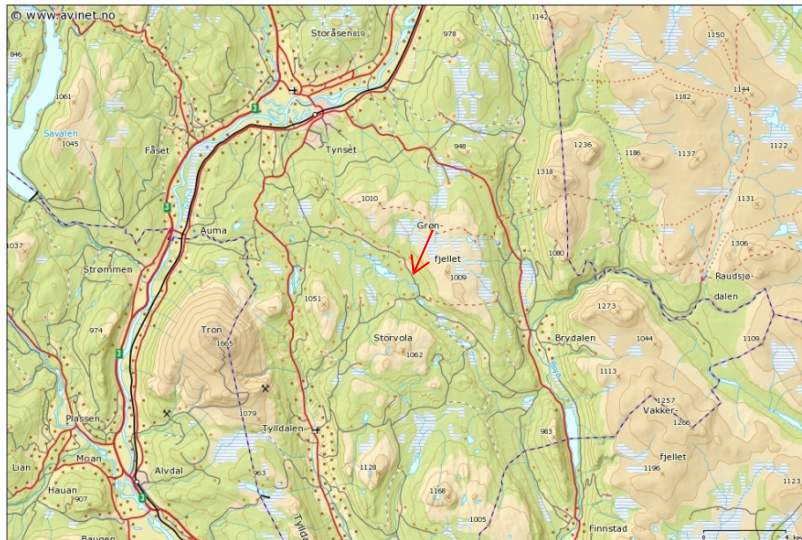
Undersøkelsen ville ha svar på:

- Vil syrefelt bjørk, avvirket ved ulike tidspunkt, plassert i en relativt stor heltrevelte være en god metode for å få tilstrekkelig tørt energivirke?
- Vil plassering av de syrefelte trærne i velta (topp, midt, bunn, på bakken) ha betydning for uttørking og tørkehastighet?
- Hvor mye kvist, topp og grener (mermasse) er det i forhold til stammevirke for bjørk på 770 moh. i Aumdalen i Tynset kommune?

2. MATERIALE OG METODER

2.1. Råmateriale og lagringsform

Det ble vinteren 2012 avvirket bjørk i 770 moh. i Aumlia i Aumdalen på Tynset (fig. 1). Velta ble plassert fortløpende langs nærliggende skogsbilvei/ hyttevei.



Figur 1. Aumlia og Aumdalen om lag 10 km Syd-Øst for Tynset.

Det ble totalt lagt opp omkring 2000 fast kubikkmeter med bjørk. Hoveddelen av velta lå på sørsiden av veien var om lag 180 m lang og 3 meter høy (fig. 2). Denne delen av velta ble liggende med toppen mot sør-vest og mesteparten av velta var dekket med papp. Av praktiske årsaker ble forsøkene med plassering og uttak av prøvetrær gjort i den delen av velta som ikke var dekket med papp. Middelhøyden på tilfeldig utvalgte prøvetrær var 7,2 meter og diameter i brysthøyde (dbh) var 10,7 cm.



Figur 2. Velte av heltre bjørk i Aumdalen.

2.2. Værstasjonen

Den automatiske værstasjonen ble plassert åpent i nærheten av bjørkeveltene (fig. 3). Den oppsatte stasjonen i Aumdalen registrerte lufttemperatur, nedbør, luftfuktighet, vind og solinnstråling. Dataene ble registrert hver hele time fra mars til september 2012.



Figur 3. Værstasjonen på 770 moh. i Aumdalen, Tynset kommune

2.3. Hogst av ordinært virke og plassering av det syrefelte virket

I perioden februar – mars 2012 ble det avvirket heltre av bjørk uten løv, som ble lagret ukvistet i velta – kalt *ordinært, vinterhogd virke*. I tillegg ble det felt og lagret *syrefelt virke* (forsøksvirke) i velta.

Totalt ble 9 trær av forsøksvirket lagt inn i velta henholdsvis den 24. mai og 19. juni fordelt på tre plan – topp, midt og bunn. 3 trær ble også plassert direkte på bakken foran velta. Løvet på trærne var knapt synlig på trærne som var felt den 24. mai. Den 19. juni var løvet på trærne grønt (fig. 4). Uttak (veiging) og målinger av forsøksvirket ble foretatt 19. juni og 20. september.



Figur 4. Bjørk syrefelt den 24. mai og 19. juni i Aumdalen.

2.4. Bestemmelse av basisdensitet

Fra det ordinære virket ble det den 29. mars tatt ut 14 stammeskiver fra ulike deler av treet for bestemmelse av basisdensitet. Volumet av skivene i rå tilstand ble registrert ved hydrostatisk veiing. Stammeskivene ble deretter tørket ved 103 °C.

2.5. Bestemmelse av mermassen

Den 24. mai ble 12 heltrær av det ordinære bjørkevirket tilfeldig plukket ut av velta og veid. Trærne ble kvistet og kappet på toppdiameter $D < 5$ cm på bark, og stammen ble veid på nytt uten kvist og topp. Differensen utgjorde mermassen for prøvetrærne. Trehøyde og diameter i brysthøyde ble målt. Volum med bark er beregnet med funksjon nr. 1A for Bjørk. Funksjonen kan i praksis benyttes for bjørk over hele landet (Austarå et al. 1966).

2.6. Bestemmelse av fuktighet

For å bestemme fuktighet ble det tatt ut stammeskiver med om lag en meters avstand langs stammen. Første stammeskive ble kappet om lag en halv meter fra treet's rotende for å unngå sannsynligheten for tørrere stammeskiver i rotenden. Stammeskivene ble veid på stedet og senere tørket ved 103 °C for bestemmelse av stammeskivens fuktighet i prosent av råvekt. Det ble skilt mellom stammeskiver fra selve stammen og stammeskiver fra kvist/grener. Måling av fuktighet ble foretatt 4 ganger: 29. mars, 24. mai, 19. juni og 20. september. Totalt ble det samlet 276 stammeskiver.

Forsøksvirket (syrefelt) ble veid da det ble lagt inn den 24. mai og 19. juni. Forsøksvirket ble også veid ved uttak den 19. juni og den 20. september. Den 20. september ble det tatt stammeskiver fra forsøksvirket for endelig bestemmelse av fuktighet. Fuktigheten den 24. mai og 19. juni ble dermed beregnet på grunnlag av fuktighet i virket den 20. september.

3. RESULTATER

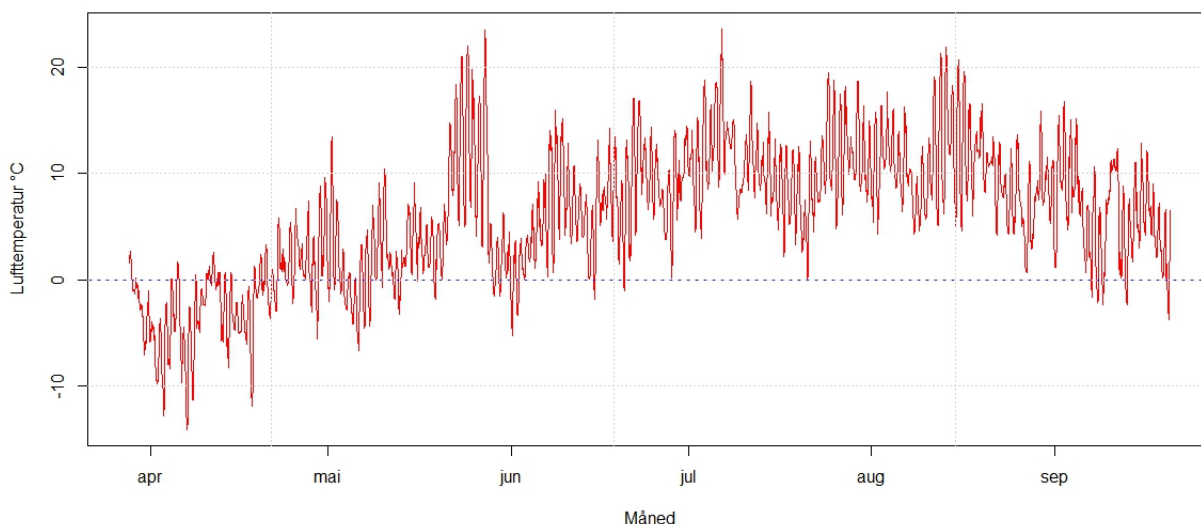
3.1. Lufttemperatur, nedbør og relativ luftfuktighet

Tabell 1 viser tall fra Meteorologisk institutts målestasjon i Tynset (482 moh) og Skog og landskap sin oppsatte værstasjon i Aumdalen (770 moh). Tallene i tabellen var gjennomsnittstall for de månedene som ble logget. Fremherskende vindretning var sommeren 2012 Sør og Sør-Vest. Temperaturen i Aumdalen var i gjennomsnitt noe lavere i Aumdalen enn i Tynset.

Tabell 1. Metrologiske data for Tynset med data fra værstasjonen i Aumdalen.

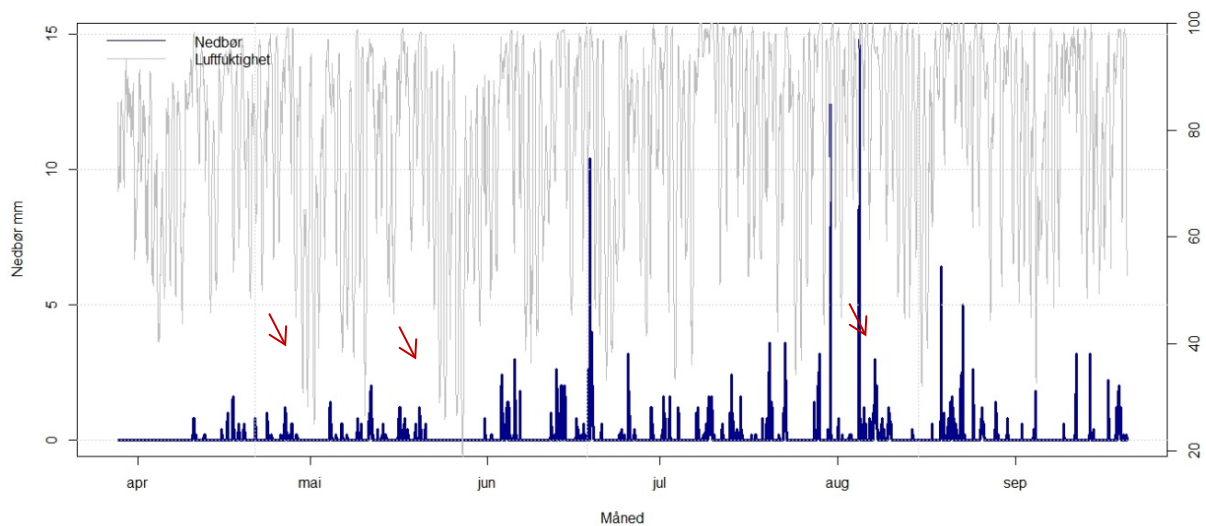
	Middel temperatur °C			Nedbør (mm)			Relativ luftfuktighet (%)		Vind (m/s)	Vindretning °
	Tynset	Normal	Aumdalen	Tynset	Normal	Aumdalen	Aumdalen	Tynset Aumdalen	Aumdalen	
mar.12	0.7	-5.7	-2.2	15	15	0	79	2.7	2.76	299
apr.12	-0.1	0.3	-1.8	37	15	31	76	2.2	1.27	224
mai.12	6.1	5.9	4.4	32	30	45	71	2.4	1.18	214
jun.12	9.0	10.7	7.1	72	50	117	77	2.2	NA	213
jul.12	12.4	12.3	10.7	100	75	113	83	1.6	NA	153
aug.12	11.5	10.9	10.2	92	60	130	85	1.3	NA	134
sep.12	6.3	6.3	6.0	34	50	35	80	1.8	NA	146

Gjennomsnittlig temperatur for perioden mars – september ved målestasjonen i Aumlia er vist i fig. 5. I slutten av mai var det en godværsperiode med temperaturer over 20 °C.



Figur 5. Gjennomsnittlig lufttemperatur 28. mars – 20. september 2012 ved målestasjonen i Aumlia.

I Tynset kom det 264 mm med nedbør i perioden juni – august. Det kom 96 mm mer nedbør i Aumdalen i samme periode. I Tynset kom det 143 % mer nedbør i forhold til normalen. Lav luftfuktighet fulgte de tørre periodene, slik som i april/mai, i slutten av mai og midt i august (fig. 6).



Figur 6. Nedbør og luftfuktighet i fra den 28. mars – 20. september 2012 ved målestasjonen i Aumlia.

3.2.Densitet og fuktighet

Basisdensitet og fuktighet for stammeskiver fra trær målt den 29.mars er vist i tabell 2. Fuktigheten var da i gjennomsnitt 41,6 % av råvekt. Gjennomsnittlig basisdensitet var 508 kg/m³.

Tabell 2. Gjennomsnittlig basisdensitet, min. og maks verdier og fuktighet den 29. mars

Type	Basisdensitet (kg/m ³)	Fuktighet (%)	Antall
Rot	489 (466 – 528)	37,2	3
DBH 1,3	489 (461 – 525)	42,9	3
Stamme	511 (479 – 528)	43,1	6
Kvist	526 (522 – 530)	39,8	2

3.3. Mermasse

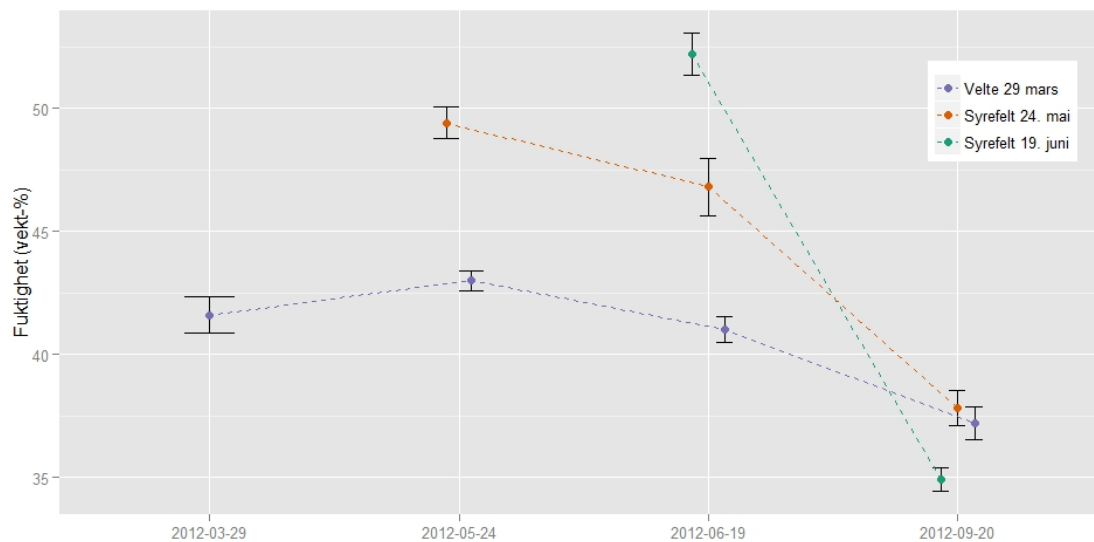
Stammevolum, vekt og fuktighet med bark for prøvetrærne den 24. mai er satt opp i tabell 3. Prosentandelen grener, topp og kvist i forhold til stammevirke utgjorde i gjennomsnitt om lag 61,0 vekt- % for bjørketrær i Aumdalen.

Tabell 3. Gjennomsnitt, min. og maks. verdier for 12 bjørketrær i Aumdalen 24. mai

Stammevolum mb (dm ³)	29,6 (15,5 – 49,1)
Hele treet (kg)	46,0 (23,0 – 92,3)
Fuktighet hele treet (%)	43,0 (26,5 – 47,3)
Stammevekt nyttbar mb (kg)	29,1 (16,7 – 62,3)
Grener, kvist og topp (kg)	16,9 (5,9 – 30,0)
Grener, kvist og topp (%)	61,0 (28,9 – 93,6)

3.4. Fuktighet i velte med syrefelte trær

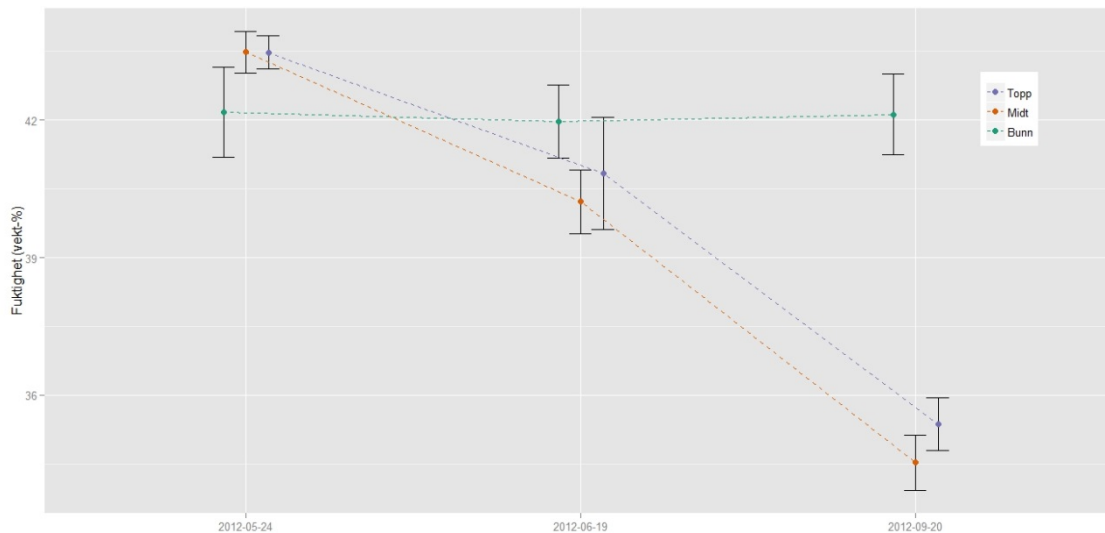
Endringer i fuktighet over tid er vist for syrefelt og ordinært virke i fig. 7. Trærne som ble syrefelt den 19. juni hadde lavest fuktighet den 20. september (35 %). Bjørketrærne som ble felt den 24. mai hadde om lag den samme fuktigheten som trærne i den ordinære velte den 20. september.



Figur 7. Endringer i fuktighet i velte i Aumdalen for syrefelt og ordinært virke

3.5.Fuktighet etter plassering av trærne i velte

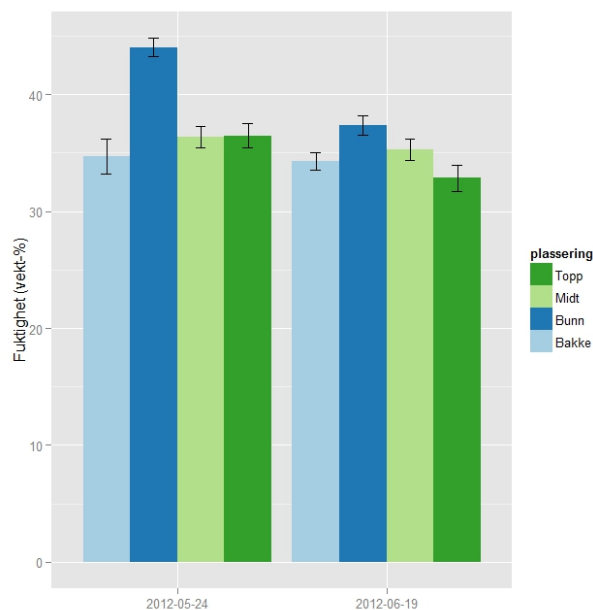
Endringer i fuktighet for det ordinære virket som ble hogd i februar og mars, er vist i fig. 8. Trærne i bunnen av velta var den fuktigste delen av velta. Fuktigheten i midten og toppen av velta var stort sett lik. Det ordinære, vinterhogde virket hadde ikke tørket i bunnen av velta.



Figur 8. Fuktighet i bjørkevirket etter plassering av trærne i velta.

3.6.Fuktighet og plassering av syrefelte trær i velte

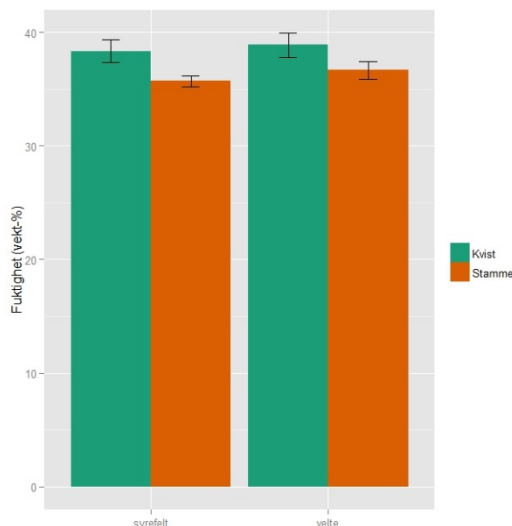
Fuktigheten i det syrefelte virket den 20. september er vist i fig. 9. Det syrefelte virket som var felt den 19. juni var generelt noe mindre fuktig enn virket felt 24. mai. Fuktigheten i de syrefelte trærne som lå i bunn av velta var fuktigere enn trærne i midtre og øvre delen av velta. Det syrefelte virket felt den 19. juni, som var lagt øverst i velta, hadde den laveste fuktigheten den 20. september (33 %).



Figur 9. Fuktigheten i det syrefelte virket som ble målt den 20. september.

3.7.Fuktigheten i stamme og kvist

Fuktigheten i syrefelt og ordinært virke den 20. september, for henholdsvis kvist og grener ($D < 5$ cm) og stamme er vist i fig. 10. Fuktigheten i stammen var lavere enn i kvisten både for syrefelt og ordinært virke.



Figur 10. Fuktighet den 20. september i henholdsvis kvist og stamme for syrefelt og ordinært vinterhogd virke.

4. DISKUSJON

4.1.Mermassen

Mermassen kan uttrykkes i vektprosent av nyttbart stammevirke. Mermassen for bjørk i Aumlia var i gjennomsnitt 61,0 %. I en rapport fra Skog og landskap er mermassen (grot) for bjørk på landsbasis beregnet til 28,4 mill. tonn tørrstoff eller 57 % av stammebiomassen (Løken 2012). I bioenergisammenheng kan det være hensiktsmessig å bruke hele treet med stamme, kvist og topp.

4.2.Syrefelling

Liss (1979) fant at uttørkingen i det syrefelte virket skjer relativt raskt. I dette forsøket var fuktigheten den 20. september 34,9 % for de trærne som var felt den 19. juni. Det bekrefter at effekten av syrefelling var best når bladene er godt utviklet. Man oppnådde også en effekt av syrefelling ved felling av trær den 24. mai, selv om målingene viste at effekten var mindre. For trærne som ble felt i februar/mars ble det den 19. juni observert trær i velte som hadde utviklet grønne blad. Det er sannsynlig at det også skjer en viss uttørking gjennom bladene for det ordinære virket.

Startfuktigheten for det syrefelte virket som felt ble den 24. mai og 19. juni, ble beregnet til henholdsvis 49,4 og 52,2 %. Det ordinære, vinterhogde virket felt i februar/mars hadde en fuktighet på 42–43 %. Fuktigheten i et tre varierer i vekstsesongen og gjennom året. Clark og Gibbs fant i 1957 (siteret av Nagoda, 1969) at bjørk har den laveste fuktigheten om våren like før sevjetiden, og midt på sommeren når bladverket er fullt utviklet.

4.3.Faktorer som påvirker tørking

Mye av vannet fordampes gjennom bladverket og hastigheten på transpirasjonen i et levende tre vil være størst på en varm, solrik og vindfull dag (Campbell 2008). Fordampningen av vann i et stående tre vil også gjelde for et felt tre med grener og løv (heltre).

Både 2011 og 2012 var år med mye nedbør. I Tynset ble det ved værstasjonen sommeren (juni - august) 2012 registrert 264 mm nedbør, eller 143 % av normalen. Værstasjonen i Aumdalen fikk 360 mm, eller 136 % mer nedbør enn stasjonen i Tynset for samme periode. For Østlandet var sommeren 2012 den 13. våteste, med 140 % av normal nedbør. Rekord for Østlandet var fra 2011 med 195 % av normalen.
(http://met.no/En+sommertemperatur+under+normalen.b7C_xdbM5n.ips)

Målingene i Aumlia viste at luftfuktigheten generelt er høy om natten, men synker om dagen når temperaturen stiger. Data fra stasjonen i Aumdalen viste 6 dager hvor temperaturer var over 20 °C på dagtid. Gjennomsnittlig luftfuktighet ved denne temperaturen var 34 %. Vind er en viktig faktor for å fjerne fuktigheten i en heltrevelte. Vindmåleren i Aumdalen viste i snitt 1– 3 meter pr sekund. Det tilsvarer flau til svak vind. Vindmålingene fra værstasjonen var ikke pålitelige og værstasjonen viste ikke resultater for juni måned. Plassering av heltrevelter i forhold til vind og vindretning vil være viktig i forhold til fjerning av fuktighet.

4.4.Modellering av fuktighet

Filbakk et al. (2011) undersøkte tørking av dekkede og udekkede løvtrevelter på tre steder i Norge. Modellering, med værdata og opplysninger om trærne, konkluderte at for vår og sommerlagret virke var kronelengde i tillegg til lagringstid de variablene som hadde størst effekt på tørkeprosessen. For vinterlagret virke var det plassering av virket og dekking av veltene som var mest utslagsgivende i modellen. Det at kroneandelen gir en god forklaring på fuktighet for vår og sommerfelt heltrevirke har sannsynligvis en sammenheng med effekten av syrefelling.

4.5.Plassering av trær i velte og oppbygging velte

Plassering av trærne i velta har betydning for uttørking og tørkehastighet. Fæste og Johansson (1982) fant at for bjørketrær som lagres i haug vil tørkehastigheten reduseres. For det syrefelte virket felt den 19. juni var det en størst reduksjon fuktighet for virket som lå på bakken og på toppen av velta, mens det var en liten reduksjon i fuktighet for virket som lå i bunn av velta (fig 9).

For det virket som ble felt i februar/mars var det ingen reduksjon i fuktighet i den nederste delen av velta. Den nederste delen av velta var sannsynligvis tett og fuktig, og det skjedde ingen uttørking av virket. Markfuktigheten bidrar med stadig tilførsel av fuktig luft.

Det vil være riktig å løfte opp trærne i bunnsjiktet med underliggere på tvers av velta, samtidig som en bygger opp med flere underliggere i toppenden av velten. Dette for å løfte velta etterhvert som en stabler trærne. I følge Liss (1979) er det også viktig å bryte rotdelens kontakt med marken for å oppnå bedre uttørking.

4.6.Fuktighet i de forskjellige deler av treet

Liss (1979) fant at det syrefelte virket tørker ut mer i rotdelen, der de største volumene finnes, enn i toppdelen. Denne undersøkelsen fra Aumdalen viste også at kvisten mindre enn om lag 5 cm var fuktigere enn stammeveden også etter lagring/tørking.

5. KONKLUSJON

Bjørkevirket felt i februar/mars hadde en gjennomsnittlig slutfuktighet i september på 37,1 %. Det syrefelte virket som ble avvirket 19. juni hadde en fuktighet på 34,9 %. Bladverket var omtrent fullt utvokst den 19. juni (fig. 4). Selv om det syrefelte virket var noe tørrere enn det vinterhogde virket sommeren 2012 er det sannsynlig at en varm og tørr sommer vil gi en bedre uttørring for både vinterhogd og syrefelt virke.

Bunnsjiktet i heltrevelta tørket lite. Det er sannsynlig at en velte må bygges opp og legges så luftig som mulig for å få til uttørring i nedre del av en velte. For å utvikle tørkemodeller er en trolig avhengig å legge opp fremtidige forsøk med kontinuerlig veiing av trær og data fra en lokal værstasjon.

6. REFERANSER

Austarå, Ø., F. Roll-Hansen, and H. Braastad. 1966. Laboratory and field investigations of the length of the cocoon stage of *Neodiprion sertifer* (Geoffr.) (Hymenoptera:Diprionidae) in Norway. Vesenet, Oslo. 78 s. : ill. p.

Campbell, N.A. 2008. Biology. Pearson/Benjamin Cummings, San Francisco, Calif. XLVI, 1267, [1151] s. : ill. p.

Filbakk, T., O. Hoibo, and J. Nurmi. 2011. Modelling natural drying efficiency in covered and uncovered piles of whole broadleaf trees for energy use. *Biomass & Bioenergy* 35(1):454-463.

Fæste, I., and K.J. Johansson. 1982. Tørkeforløp i syrefelte trær under forskjellige lagringsforhold. Instituttet., Ås. 33,37 s. : ill. p.

Liss, J.-E. 1979. Syrfällning. Skogshögskolan, Garpenberg. 20 bl., 26 bil. p.

Løken, Ø. 2012. Den totale biomassen av trær i Norge. Norsk institutt for skog og landskap, Ås. IV, 37 s. : fig. p.

Nagoda, L. 1969. Vanninnholdets variasjon i stammetverrsnittet av bjørk (*Betula verrucosa*) og svartor (*Alnus glutinosa*). NLH, Institutt for treteknologi, Ås. 14 s. p.