

Høgskolen i Gjøviks notatserie, 2014 nr. 2

Forsert friluftstørking av gran, selje og bjørkeved til brensel
Magnar Eikerol



Høgskolen i Gjøvik
2014

ISSN: 1890-5196

ISBN: 978-82-93269-73-1

Forsert friluftstørking av gran, selje og bjørkeved til brensel

Magnar Eikerol

Dosent

Bærekraftig Energi forskningsgruppe

Høgskolen i Gjøvik 2014



Forord

Året 2011 ble det året hvor folket fikk øynene opp for sjelen ved vedhogst og behovet for ved som brensel ved Lars Mytting sin bok "Hel ved". Mens vi drev med innsamling av data, så kom det en forespørsel fra forfatteren om jeg kunne lese igjennom hans første versjon. Det er gjort og dermed er mye av litteraturhenvisningen overflødig i og med at han har hentet mye informasjon som gjør at jeg ofte kommer til å henvise til den boken.

Veden representerer en fornybar energikilde og er den viktigste kilden til energi for omtrent halvparten av verdens befolkning. Når du brenner ved i ovn, er forbrenning og dermed energieffektivisering avhengig av vanninnholdet i veden. I Danmark er det generelt anbefalt at fuktinnholdet bør ikke være mer enn 180 g kg^{-1} av total vekt. I New Zealand, nærmere bestemt til området Christchurch er det ulovlig å brenne ved idet hele tatt vinterstid dersom veden har et fuktighetsinnhold over 20 % av totalvekt [1]. Vår studie tar sikte på å vurdere effekten av treslag, gran og bjørk samt litt selje, høstings tid og på tørking av stablet ved. Tørketiden er avhengig av hogst tid, treslag, og av ly (i hvert fall tak over). Det konkluderes med at gran, bjørk og selje felt i løpet av forsommeren kan få et akseptabelt fuktighetsinnhold ved start av fyringssesongen. I hvert fall under «drivhus» forhold.

Når ved brenner, vil mange ulike kjemiske forbindelser slippes, herunder eddiksyre og tjære. For å oppnå full forbrenning av disse stoffene til vann, karbondioksid og aske må temperaturen være på minst $700 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Når veden har et høyt fuktighetsinnhold vil temperaturen ikke nå siden deler av energien brukes for å fordampe vannet og fordi damp konkurrerer ut luft som trengs for forbrenningen.

Resultatet blir ineffektiv bruk av energi og utslipp av ubehagelig eller til og med skadelig forurensning. I en studie på energieffektivitet og utslipp fra ulike innenlandske treslag ble ovner fyrte med våt ($300\text{-}350 \text{ g vann kg}^{-1}$ total vekt) og tørr ($160\text{-}180 \text{ g vann kg}^{-1}$ total vekt) trevirke. Våt ved ble funnet å redusere energieffektiviteten og samtidig øke utslippene av karbonmonoksid (CO), total hydrokarbon (THE), flyktige organiske komponenter (Voe) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) med 300-900% i forhold til tørr ved. Målinger utført av den danske National Environmental Research Institute (DMU), viser at vedovner er en av de viktigste kildene til forurensning med skadelige luftbårne partikler og dioksin i urbane områder. Basert på disse konklusjonene til Environmental Protection Agency i Danmark, anbefales fyringsved med høyere fuktinnhold enn 180 g kg^{-1} total vekt aldri skal brukes i innenriks ovner [2].

For å få et tilstrekkelig lavt vanninnhold det har vært anbefalt at veden er overlatt til tørk i inntil to år. Ofte er dette ikke mulig på grunn av umiddelbare behov for brensel eller på grunn av begrenset lagringskapasitet. Denne studien tar sikte på å vurdere tiden som er nødvendig for tørking av ved til et akseptabelt fuktinnhold, avhengig av treslag under drivhusforhold sammenlignet med tørking under såkalt pallehette (en form for plastpresenning).

Innhold

Forsert friluftstørking av gran, selje og bjørkeved til brensel.....	1
Forord	2
Hensikt med forsøket	4
Teori	6
Resultater fra tørkeforsøket	7
Anbefalinger	9
Konklusjon	9
Vedlegg	10
Referanser.....	10

Hensikt med forsøket

Oppdragsgiver er en mindre vedprodusent som produserer mellom 1500 - 2000 sekker med 60 l vedsekker pr år. Hovedsakelig i bjørk. Vedkommende har et sterkt ønske om å effektivisere sin produksjon og lage en arbeidsplass slik at han ikke får plager eller sykdom senere. Vedproduksjon er sagt, varmer minst 7 ganger alt fra tømmerhogst til lemping av sekker på pall og frakt ut til kunder. Dersom det ikke er variasjon i arbeidet kan kroppen knele totalt.

Derfor er det ønsket å lage et opplegg med Lean tankegang som ikke skader personen og forenkler arbeidet med produksjonen.

Produksjonen i dag foregår på den måten at vedkommende legger på noen stokker om gangen med traktor på et lite matebord. Deretter kappes stokken til 30 cm og kløves i en moderne vedmaskin. Når det er kappet 30 - 40 m³ i en haug- tørkes den i noen dager før han tar fatt på å legge veden i 60 l sekk. Dette betyr at han minst stabler 500 sekker over flere dager. Dette tar på ryggen og det er ønskelig å lage en annen prosess. Veden stables på pall som settes til tork i solen med plasttrekk over. Dette er heller ikke noen god løsning og det er ønskelig å gjøre den lagringen noe kortere.

Mål: Øke omløpshastigheten for produksjon av ved til fyring.

Delmål:

1. Bygge påleggsrampe slik at tømmer kan lastes direkte på matebord fra lastebil?
2. Hvordan tørke ved i sekk forsert i friluft?
3. Hvordan bygge inn HMS i vedproduksjon?

Metode.

Dette er tenkt løst ved litteraturlesing, tegning og bygging av diverse anordninger som et lengre matebord med en billig stopperanordning og stokken rulles ned med makt, eller skal dette skje med hjelp av kjededrift?

Forsert friluftstørking er tenkt løst ved å tegne/kjøre inn og dimensjonere et slags overbygg med rulletransportør, og som får solskinn og varme uten evt. snø og regn på seg under tørkingen.

HMS er tenkt løst ved å lage /utforme arbeidsplassen slik at variasjon oppstår med naturlige mellomrom slik at kroppen får tatt seg inn igjen med både tungt og lett arbeid om hverandre. Dette vil også skje ved litteraturstudier og ved å eksperimentere med forskjellige løsninger i praksis.

I løpet av året 2014 har Høgskolen i Gjøvik ved forskningsgruppe Bærekraftig energi gjennomført et prosjekt for prosessforbedring av vedproduksjon hovedsakelig tatt hensyn til tørkeprosessen og HMS ved tilrettelegging av kappe og kløveproduksjonen.

Forsøket har foregått hos en vedprodusent på Fluberg i Land kommune.

Der er det investert i ei påleggingsrampe for mange stokker og laget på en slik måte at de ruller ned i innmatingsbåndet for kappe- og kløyveprosessen automatisk. Dette letter arbeidet for operatøren dramatisk og man unngår klemskader også. Transportbåndet etter kløving legger veden opp i en diger haug som foreløpig må tas manuelt med å fylle i 60 l sekker. Dette leiter stygt på rygg og bein.



Bilde 1: Tømmer rampe



Bilde 2: Kappe- og kløyveanlegget

Det som deretter skjer er at sekkene blir lagt på pall med til sammen 16 sekker på. Disse blir så tatt med traktor og lagt på en rullebane og dyttet inn i et «drivhus» som da blir et tørkekammer. Det vi har gjort er å sammenligne tørkehastigheten med parvise vedkubber hvorav den ene halvpart ble lagt inn i drivhuset, mens den andre halvparten ble lagt under en presenning eller hette som er den tradisjonelle måten å tørke veden på. Dette fordi man gjerne vil unngå å benytte bølgeblikk som har skarpe kanter med de muligheter det skaper for å skjære seg.

Veden skal tørke til fuktigheten blir 20 % av totalvekt som er standarden i landet. Vi ønsker å lage enda bedre ved og har satt som krav at veden skal ned til 20 % av tørrvekt som tilsvarer 17 % av totalvekten.

Våre diagrammer viser for de forskjellige treslag at det er mulig under tak (Drivhuset) i løpet av 1 vårmåned. (gran og bjørk). Ved under presenning tørket ikke så langt ned i løpet av samme tid.



Bilde 3: Sekker av gran, selje og bjørk under presenning



Bilde 4: Sekker av ditto i drivhus



Bilde 5: Tørketunellen blir fylt opp



Bilde 6: Vektregistreringer foretas

Teori

Fuktighetsinnhold- definisjon

Trevirkets fuktighet defineres på flere måter. Når det er trelast som skal måles, så benyttes $u = ((m_{rå} - m_{tørr})/m_{tørr}) * 100 \%$. Denne kan gi fuktigheter over 100 %. Denne formel vil bli benyttet i denne sammenheng ved målinger underveis i og med at vi benytter elektrisk fuktighets måle verktøy. Disse er kalibrert mot denne type trefuktighet. Ved som brensel har en trefuktighet som defineres slik:

$f = (m_{rå} - m_{tørr})/m_{rå} * 100 \%$. Denne vil alltid gi en fuktighet under 100 %. Sammenhengen mellom disse er $f = u/(1+u)$ når u og f er heltall (ikke prosent). Eks. $u = 20 \%$ eller 0.2, så er $f = 0.2/1.2 = 0.167$ eller 16,7 %. $M_{tørr}$ betyr at biten er tørket i ovn i 103°C i ett døgn før veiing. (Biten veies til det ikke foregår noen vekttap mer.) Biten har da fjernet alt vann, men ikke ekstraktivemner som blir borte ved enda høyere temperaturer. Denne tørke- veie metoden gir trebitens gjennomsnittsfuktighet og ikke dens fuktighetsgradient over tverrsnittet eller i lengderetningen. Elektrisk fuktighetsmålinger derimot, registrerer den elektriske motstand i trestykket. Ved denne metode stikkes eller slås det inn to elektroder som måler den elektriske motstand i mellom dem. Det som er viktig her, er at disse elektrodene er isolerte slik at men kan lese av fuktigheten i varierende dybde innover i trekubben. Dersom man benytter uisolerte elektroder (spiker, stifter), så kan man i enkelte tilfeller lese av fuktigheten på overflaten dersom den har vært eksponert for dugg, regn eller annen fuktighet. Selv om man de slår elektrodene lenger inn, vil man likevel lese av den fuktigheten som korresponderer med den høyeste trefuktighet. Trefuktighet i mellom 8 og ca 23 % korrelerer bra med logaritmisk elektrisk motstand. [3] Målingen er basert på det faktum at i en del av rommet mellom ovnstørt tre og fibermetningspunktet er det nær en lineær sammenheng i mellom logaritmen til elektrisk motstand og fuktighetsinnhold. Fra tørking fra 30 % (ca fibermetningspunkt) til 0 %, så øker den elektriske motstand omtrent en million ganger, mens over fibermetningspunktet vil en økning i vanninnholdet til absolutt metning bare øke den elektriske motstand kun femti ganger. På grunn av dette og fordi den elektriske motstand ved lav fuktighet, $u < 7 \%$, blir ekstrem høy, så blir de elektriske resistans fuktighetsmålere i praksis kun egnet imellom 7 og 23 %. [3]

I samme bok står det også at fordi trefuktigheten fordeler seg ujevnt i lengderetningen (longitudinell) og fordi trefuktighet nær enden på planker er tørrere enn lengre inn på planken, så bør man kappe av 30 cm før tørke-veie prøven foretas. Dette, samt egne målinger fortatt i HiG sin

rapportserie "Tørking fra enden - hvor er det nødvendig å ta prøvene?" 1998 nr 4. gir grunnlaget for at ved ikke kappes lengre enn omtrent 30 cm. [4]

Trevirke er et hygroskopisk materiale som krymper og sveller avhengig i hvilke omgivelser det står i og hvilken trefuktighet det har. Trevirke er tredimensjonalt og det er radielt, tangentielt og longitudinell retning. I longitudinell retning, så tørker trebiten fortere ut enn i de to andre retninger, og det er denne effekten som også er med på å bestemme at vedkubben ikke bør være for lang. I radiell retning har man barken som jo i sin natur er vanntett og derfor ikke slipper ut fuktighet før kubben under bark er kommet under fibermetningspunktet i fuktighet og begynner å krympe. [3] Kollman/Cote sin bok på side 228 sies det at motstanden mot diffusjon er lav i lengderetningen (fiberretningen)sammenlignet med den man har på tvers av fibre. For vanlig ved med densitet i området 400 – 600 kg/m³, kan den være i området 5 til 8 ganger høyere i fiberretningen enn på tvers av denne. Under fibermetningspunktet kan forholdet komme helt opp i 16. En annen kilde [9] sier at når veden er rå, så er avdunstingen i alle tre retninger lik, mens den under fibermetningspunktet (u ca 30 %) så er avdunstingen i lengderetningen 5-25 ganger raskere enn på tvers av veden. Årsaken til tørking er kompleks og skal ikke beskrives i detalj her, men tørking over fibermetningspunktet skyldes i hovedsak de kapillære krefter som suger ut vannet på grunn av luftens evne til å ta opp fuktighet, mens det under fibermetningspunktet er forskjellige diffusjonsprosesser som råder. I vanlig klima på Østlandet kan trevirke tørke til omtrent 15 % dersom tykkelsen ikke er for stor, < 50mm. Tørking av ved skjer ved 3 hjelpemidler, disse er relativ luftfuktighet, lufthastighet og temperatur. Dersom man ikke bygger inn vedstablene, så er det lite vi kan påvirke tørkingen med. Veden i seg selv er også svært varierende med hensyn til startfuktighet, vedtykkelse og –lengde, Fiberretning (ved med mye kvist tørker fortere enn ved uten kvist- når alt annet er likt), Densiteten, kjerne- og yte ved for bartre, mugg og sopp i veden gir også forskjellig tørketid [5].

Resultater fra tørkeforsøket.

Vedtørkingen ble foretatt i perioden fra 4.april til 13.juli 2014 med veiinger hver uke. Treslagene som ble sammenlignet var selje, gran og bjørk. 7 parvise seljekubber, 8 parvise grankubber og 17 parvise bjørkekubber ble tatt med i forsøket. Alle kubbene ble kappet til 30 cm lengde og lagt i standard 60 liters sekk. Selje og gran ble lagt i samme sekk. Alle vedkubbene ble etter at forsøket var ferdig tatt med til høgskolen og tørket ved 103 grader i tilstrekkelig lang tid til at fuktigheten ble 0. Dette ble gjort på den måten at man tok ut noe prøver og veide disse. Så lagt tilbake til tørkeskapet og veid på nytt etter et halvt døgn. Dersom vekten var den samme, ble det antatt at kubben var tørr. Deretter ble trefuktigheten basert på tørrvekt beregnet. Og det er den som vises i diagrammene.

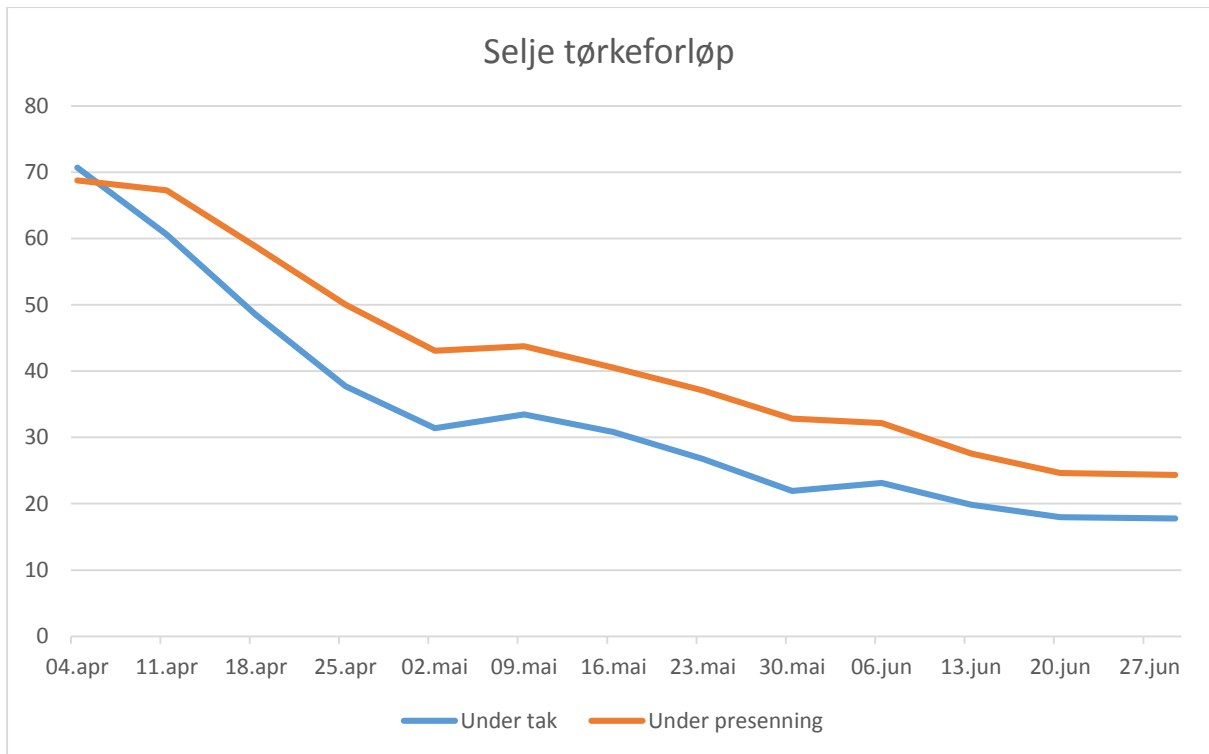


Diagram 1 viser at trefuktigheten som lå under presenningen ikke ble tørr før den 27. juni for selje, mens den som lå i tørketunellen tørket til tilfredsstillende fuktighet den 13.juni dette året. Fuktigheten er gjennomsnitt av alle parvise kubber

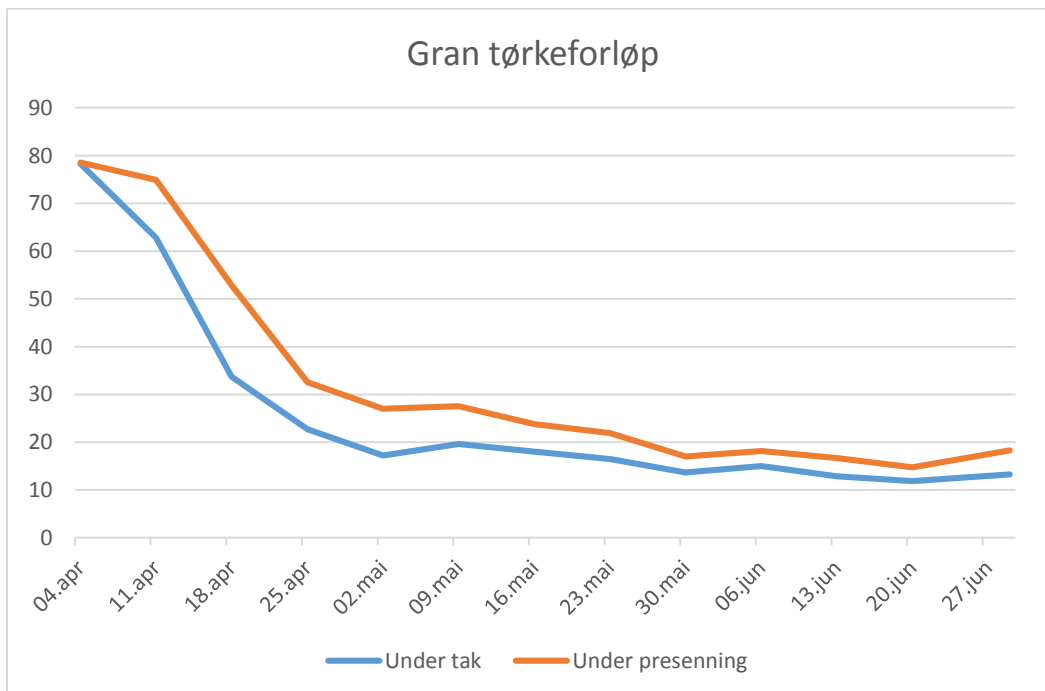
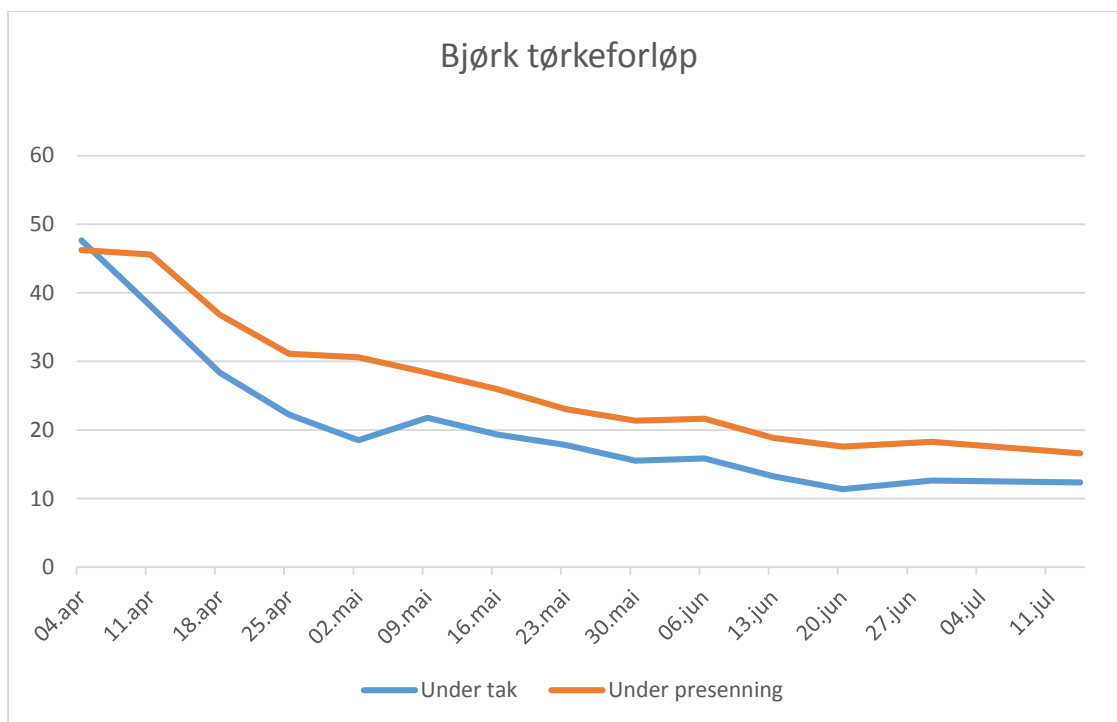


Diagram 2 viser at trefuktigheten for gran som lå i tørketunellen tørket veldig raskt mens veden under presenning ble tørr en måned senere. Det er muligens målefeil her. Fuktigheten er gjennomsnitt av alle parvise kubber.



Anbefalinger

På bakgrunn av de registreringer som er foretatt i denne undersøkelsen og det som er lest i annen litteratur, vil anbefalinger til "vedfyringsfolket" at man hugger, kapper og kløyver veden opp i biter, stabler den på en solfylt plass før eller i påsketider, legger den opp fra bakken, og legger det inn i et drivhus eller som i vår undersøkelse- et varehus bøyletak for trillevogner som er åpen i begge ender.. La sol og luft komme til, og du har tørr fyringsved i månedsskiftet april-mai under forutsetning at veden er ca 30 cm lang. Da kan man ta veden inn i hus eller inn i vedskjul uten fare for mugg og sporedannelse. Dette gjelder for bjørk og gran. Dette gjelder ved i småsekk. Man kan få tørr nok ved innen høsten dersom man hugger, kapper og kløyver kort nok ved (maks 30 cm) før ca 1.juli her på Østlandet. Den veden vil kunne være tørr nok i begynnelsen av oktober..

En ting til kan ikke anbefales og det gjelder blandingsved. Dersom selje er med i vedsekken, så vil den ta lengre tørketid enn gran og bjørk og vil dermed være bestemmende for tørketiden. Det anbefales derfor at selje tørkes i egne sekker.

Konklusjon

Undersøkelsen viser entydig at det å tørke veden i en slags tørketunell(transparent) gir betydelig kortere tørketid enn sammenlignet med tørking under presenning. I vårt tilfelle kunne tørketiden reduseres med opptil en måned for alle treslag. Selje trenger noe lengre tørketid enn de to andre. Dette betyr mye for de som kan levere ferdig tørket ved ut tidlig og kan hende starte en ny produksjon noe senere på sommeren og rekke en tørkeomgang til. Ved vanlig tørking under bølgeblikktak gikk ikke dette ved en tidligere undersøkelse for to år siden. (10)

Rampen for tømmer og tilrigging før kapping og kløyving til ved har vist seg å ha en stor gevinst i form av bedre HMS med større kapasitet for det manuelle arbeidet som tross alt må utføres. Det som gjenstår i et slikt henseende er å se om muligheter for å lette arbeidet med å legge ved i sekk.

Vedlegg

Referanser

- [1] <http://ecan.govt.nz/advice/your-home/home-heating/home-heating-rules-canterbury/Pages/home-heating-for-christchurch.aspx> den 12.02.2012
- [2] Drying of firewood – the effect of harvesting time, tree species and shelter of staced wood av Thomas Nord-Larsen, Andreas Bergstedt, Ole Farver, Niels Heding I tidskriftet Biomass and Energy 35 (2011) 2993-2998 fra ELSEVIER
- [3] Kollman /Cote; Principles of wood science and technology volume 1- Springer Verlag ISBN 0-387-04297-0 side185,257-259
- [4] Magnar Eikerol;Høgskolen I Gjøvik sin rapportserie nr 4 – 1998
- [5] Lars Mytting; HEL VED ISBN 978-82-489-1049-7 Kagge Forlag
- [6] Natural wind drying of willow stems J.K.Giegler et al. Biomass and energy 19 (2000)-153-163
- [7] Endel Saarman ;Trekunnskap –ISBN 91-7322-726-9
- [8] Geir Eggen og Magnar Eikerol; Tørking av trelast- Norsk Treteknisk Institutt/Universitetsforlaget- ISBN 82-00-27758-5 side 33.
- [9]Bjørn Esping; Tretorkning-Grunder i torkning ISBN 91-88170-06-3
- [10].Tørking av gran og bjørk til brensel Hig 2012 Magnar Eikerol