

Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

**Masteroppgave 2021 30 stp**

Fakultet for Miljøvitenskap og naturforvaltning

## **Måling og evaluering av krok på sagtømmer av furu (*Pinus sylvestris*)**

Scaling and evaluation of crook/sweep on Sawlog  
of pine (*Pinus sylvestris*)

Tarald Økseter

Skogfag



# Forord

Med denne oppgava avslutter jeg min skolegang ved Norges Miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Sjøl med samfunnssituasjonen som har ført til mindre fysisk undervisning og sosiale sammenkomster, så har jeg hatt et par fine år.

Jeg vil starte med å takke Norsk Virkesmåling og Moelven for hjelpen med valg av tema og hjelp underveis. Jeg takker så min veileder, Anders Q. Nyrud for hans hjelp og veiledning fra start til slutt, og jeg antar at du klødd deg i hodet en del ganger underveis. Jeg vil også takke Peter Bækkelund fra Norsk Virkesmåling for opplæring i, og hans gode innsikt i tømmermåling.

Tømmermålerne og maskinsjåførene på sorteringsanlegget i Braskereidfoss fortjener også å takkes. De har vært både imøtekommende og hjelpsomme med datainnsamlingen, og se! Jeg har til og med tatt med et bilde av deg, Arne!

Til slutt så vil jeg rette en stor takk til min tremenning, Roar Økseter. Du har vært uvurderlig med hjelpen du har gitt meg med statistikk, diskusjon og oppgava generelt. Uten deg, så hadde det ikke blitt så bra som det ble!

Jeg dedikerer oppgaven til min far, John Økseter, som i sin tid jobbet som tømmermåler for Norsk Virkesmåling. Jeg hadde ikke valgt å studere skog, hvis det ikke var for deg.

Norges Miljø- og biovitenskapelige universitet

Ås, Juni 2021

Tarald Økseter



## Sammendrag

Krok er en vanlig virkesfeil, som fører til at sagtømmer av furu (*Pinus sylvestris*), ikke møter kvalitetskravene. Krok er stokker som grunnet lokale voksestedsforhold, og ekstern påvirkning som beiteskader, ikke oppnår en rett stammeform. Det er et aktuelt tema, da Glommen-Mjøsen skog, Moelven og Norsk Virkesmåling jobber med å innføre et nytt målereglement for sagtømmer, som har som mål å oppnå en totalt høyere andel sagtømmer, og i de høyere kvalitetsklasser. I samarbeid med Moelven og Norsk Virkesmåling, har forekomsten av de ulike kroktypene definert i Norsk Virkesmåling sitt målereglement for sagtømmer, og målingen av disse, blitt vurdert i dette studiet.

Av over 3500 stokker fra 15 forskjellige tømmerbillass, som ankom sorteringsanlegget til Moelven Våler, ble frekvensen av de ulike kroktypene, og hvorvidt de var rot- eller midt/toppstokk, registrert. langkrok var den kroktypen med høyest forekomst med 7,5%, og at krok, uansett type, ble funnet dobbelt så ofte på rotstokk, enn i midt/toppstokk.

Sammenligningen av kvalitetsklasse utfall mellom det gamle og det nye sagtømmerreglementet for furu, viser en kvalitetsklasse økning på en større andel av stakkene, ved å ha mildere krav.

Resultatet av sammenligningen mellom stokkmåling og automatmåling, viser at måleresultatet blir ulikt grunnet at pilhøyden måles på en ulik lengde av stokken. Det viser seg å ikke være et samsvar i utfall i kvalitetsklasse mellom stokkmåling og automatmåling for kroktypene rot- og tverrkrok.

To målemetoder for krok som er godkjent i tråd med europeiske og internasjonale standarder, senterlinjemålt- og utvendigmålt pilhøyde, ble sammenlignet. Det ble funnet en mild sammenheng mellom disse to når begge ble uttrykt ved å dele målt pilhøyde på stakkens lengde.

Med 3D ramme teknologi er det mange muligheter for utvikling av målemetoder på krok. Med et høyt antall lasermålinger rundt stakkens diameter i mange seksjoner av stokken, er det mulig å trekke en senterlinje gjennom stokken, og måle en sylinders radius ut ifra denne for å bestemme stakkens skurbarhet.

# Abstract

Sweep and crook are common faults that leads to sawlogs of scots pine (*Pinus sylvestris*), not meeting quality requirements. Sweep and crook are logs that due to local conditions, and external causes such as grazing, that do not achieve a straight stem shape. This is a relevant topic, due to Glommen-Mjøsen skog, Moelven and Norsk Virkesmåling are working on implementing a new scaling regulation for sawlogs, whose goal is to achieve a higher share of sawn timber, and of higher quality grade. In cooperation with Moelven and Norsk Virkesmåling, the frequency of the different sweep and crook types defined in Norsk Virkesmåling's scaling regulations for sawlogs, and their corresponding scaling methods, have been evaluated in this study.

Of more than 3500 logs from 15 different logging truck cargo's that arrived at the sorting plant of Moelven Våler, the frequency of the different sweep and crook types, and their allocation between root and middle/top log, was recored. It was found that sweep was the most common type with 7,5%, and that swep and crook, independent of type, was twice as common in root logs compared to middle/top logs.

The comparision of quality class outcome between the old and new sawlog scaling regulations for pine, shows an increase in the amount of logs in the higher quality class, due to the milder requirements.

The results of the comparison between manual log scaling and automated scaling, shows that the results of the scaling are different, due to bow height being measured on different lengths of the log. There was also discovered that the results of manual log scaling and automated scaling, were not comparable when it comes to quality classes for the crook types root- and pistolgrip.

Two scaling methods for sweep and crook that are approved in line with European and International standards, were also compared, and they were comparable to a lesser degree when both the centerline meassured bow height and the surface meassured bow height were expressed by dividing the value on the log's lenght.

3D frame technology opens up for many possibilites of development of scaling methods on sweep and crook. With a high amount of laserpoints around the log's diameter for many sections of the log lenghts, it should be possible to place a line through the center of the log, and meassure a cylindrical radius out from this to determine the logs scalability.



# Innholdsfortegnelse

<b>1. Innledning</b> .....	<b>1</b>
1.1 Tema og aktualitet .....	1
1.2 Tømmermåling .....	1
1.2.1 Situasjonen i dag .....	2
1.2.2 Historisk tilbakeblikk .....	2
1.2.3 Utvikling fra 1900 – Lovverk og foreninger .....	3
1.2.4 Loven oppheves.....	4
1.3 Utviklingen av måleteknologi – fra måleklave til automatmåling .....	5
1.3.1 FMB- og fotoweb måling .....	5
1.3.2 Stokkmåling .....	7
1.4 Målsetning og problemstilling .....	9
<b>2 Materiale og metode</b> .....	<b>10</b>
2.1 Teori .....	10
2.1.1 Krok og virkesegenskaper hos bartre .....	10
2.1.2 Kroktyper .....	11
2.1.3 Forskjell i toleransetabellen for kroktypene mellom det gamle og det nye reglementet .....	11
2.1.4 Ulik praksis for måling av krok.....	12
2.1.4.1 Måling av senterlinje pilhøyde .....	12
2.1.4.1 Måling av toppsyylinder.....	13
2.1.4.3 Utbytesförlust .....	13
2.1.3.5 ISO standard og andre metoder .....	14
2.1.5 Sammenslutning av ulike metoder for måling av krok .....	16
2.2 Studieområde.....	16
2.3 Teknisk informasjon om måleramma.....	17
2.4 Data innsamling.....	18
2.4.1 Stokkmåling .....	18
2.4.2 Automatmåling.....	19
2.5 Data behandling.....	19
2.5.1 Kvalitetsklassebedømming mellom 2015- og nytt reglement .....	20
2.5.2 Sammenligning av stokkmålt og automatmålt pilhøyde .....	20
2.5.2 Sammenligning av senterlinjemålt pilhøyde og utvendigmålt pilhøyde.....	21
<b>3 Resultater</b> .....	<b>22</b>
3.1 Frekvens av krok .....	22



3.2 Forskjell mellom gammelt og nytt reglement .....	22
3.3 Forskjell mellom stokkmålt og automatmålt pilhøyde.....	24
3.4 Differansen mellom stokkmålt og automatmålt pilhøyde .....	26
3.5 Kvalitetsklasser for tverr- og rotkrok opp mot automatmålt pilhøyde.....	27
3.6 Senterlinjemålt pilhøyde mot utvendingmålt pilhøyde .....	28
<b>4 Diskusjon.....</b>	<b>31</b>
4.1 Resultater.....	31
4.1.1 Frekvens .....	31
4.1.2 utfall av målereglement.....	32
4.1.3 Måling av pilhøyde.....	32
4.1.4 Rotkrok og tverrkrok.....	34
4.1.5 Senterlinjemålt pilhøyde mot utvendig målt pilhøyde .....	34
4.2 Evaluering av ulike målemetoder av krok.....	35
4.3 Det som gjøres i skogen .....	35
4.4 Fremtiden for måling av krok.....	36
4.5 Metode.....	37
4.6 Konklusjon .....	39
<b>5 Referanser .....</b>	<b>40</b>
<b>6 Vedlegg .....</b>	<b>43</b>

# 1. Innledning

## 1.1 Tema og aktualitet

I denne masteroppgaven skal jeg undersøke kvalitetsklasse fordelingen av ulike kroktyper hos furu, målt etter forskjellige reglement. Jeg skal også sammenligne stokkmåling mot automatmåling. Innledningsvis skal jeg se på forekomsten av de ulike kroktypene ved å foreta et frekvensstudie. Målereglementene jeg skal sammenligne er Norsk Virkesmåling sitt målereglement fra 2013 og det nye reglementet som ble innført for sagtømmer av gran (*Picea abies*) i 2018, og er under testing for bruk på furu. Målet er å øke innsikten og forståelsen for hvordan krok måles og forskjellen i egnethet og utbytte mellom ulike reglement.

Målet med det nye reglementet er å få på plass et reglement som både er enklere å ta i bruk, og øker andelen sagtømmer. Etter samtaler med Moelven og Norsk Virkesmåling, ble det foreslått å studere målingen av krok på furu nærmere. Dette fordi krok er en av de vanligste virkesfeilene hos furu, og ble sett på som en utfordring for innføring av det nye reglementet for furu.

## 1.2 Tømmermåling

Tømmermåling er kvalitetskontroll hvor stokker og virke tiltenkt salg blir målt for de relevante målingene for masse og dimensjoner, og eventuelle defekter trukket ifra før stokken verdsettes. Hvilke mål man velger å foreta, kommer an på hvilke egenskaper som er av betydning med tanke på hva kjøperen av virke etterspør. For stokker beregnet for trelastindustri, vil de mest relevante målene, være de knyttet til stokkens kvalitet og virkesegenskaper. De forskjellige aktørene i industriene har sine egne krav til virke de tar imot. Her i Norge så ligger de generelle bestemmelsene under målereglementet til Norsk Virkesmåling. Reglementet er kommet fram i enighet mellom partene. En tømmerstokk er sjeldent helt sylindrisk i form, og stokkens geometriske utforming samt sammensetning har betydning for hvor egnet den er til ulike produkter. Det er derfor aktørene involvert i tømmerhandel har utviklet og blitt enige om målereglement. Et reglement inneholder metoder for måling av stokker, og vurdering av deres egenskaper og kvalitet, som alle parter er enige om, og som virkesmålinga skal forholde seg til når de måler tømmeret. En del av reglementet er toleransetabellene. Dette er tabeller hvor de gjeldene kvalitetsklassene defineres etter i hvilken grad de ulike virkesfeilene er tillatt.

Tekniske begrensinger ved sagbruk er også en faktor. Ulike land og organisasjoner har sine egne målereglement, da den generelle utforming på stökkene, og kravene fra industrien er

forskjellige. Disse inneholder krav tømmerstokkene må tilfredsstillende for å bli godkjent til de gjeldende kvalitetsklasser. En uønsket stammeutforming kan ofte skyldes at stokkens sentrumslinje ikke er tilfredsstillende rett.

### 1.2.1 Situasjonen i dag

Frem til 2018 ble gran og furu sagtømmer målt etter det samme sagtømmerreglementet fra 2015. Glommen skog, Mjøsen skog, Moelven og Norsk Virkesmåling begynte arbeidet med et forenklet målereglement i 2018. Hovedmålet var å øke andelen skurbart virke nære industrien, ved å lempe på kvalitetskravene som ble stilt til virke. Med forenklingene det gjør i forhold til sagtømmer reglementet fra 2015, så skal det også være enklere for både entreprenørene å aptere etter, og for tømmermålerne å måle virke. Skogeierne skal også tjene på det, da med en større sagtømmerandel, så blir mulig rotnettoen høyere. Det nye og alternative reglementet ble innført i starten av 2018 for gran, og har generelt mottatt positive tilbakemeldinger (Skamsar, 2019). Etter de tilfredsstillende resultatene for det nye test reglementet på gran, er det er også i disse dager under uttesting for bruk på furu, men med litt annen forekomst av virkesfeil som fører til utlegg, spesielt ulike typer krok, så har det sine egne utfordringer (Hanstad, 2021). Dette har ført til at det vurderes egne bestemmelser for furu i det nye reglementet.

### 1.2.2 Historisk tilbakeblikk

Norge har i mange år drevet med eksport av rundvirke ut til Europa. Spesielt utover 1600 tallet da flere europeiske stormakter trengte tømmer til husbygging, gruvedrift og bygging av skip. De siste århundrene har vært preget av en betydelig befolkningsvekst i Europa, og dette førte igjen til en økt etterspørsel av tømmer. Norge som har en rik historie med sjøfart og handel, og som samtidig hadde gode skogressurser, ble en viktig eksport nasjon av tømmer til det Europeiske markedet. Dette fikk konsekvenser for de norske skoger, som ble hardt beskattet av den økende etterspørselen, både til eksport, men også til et stadig økende behov innenfor den nasjonale gruvedriftvirksomheten. Dette førte til at store områder langs kysten i første runde, ble helt avskoget, og det gikk spesielt hardt utover eikeskogene langs kysten (Orskaug, 1996). Hogstaktiviteten flyttet seg lengre innenlands, oppover langs de større vassdragene. Hogst var lenge høst- og vinteraktivitet, og hogd tømmer ble lunnet med hest til velteplass nære vassdrag. På denne tiden var tømmermåling også en veldig sesongpreget jobb. Stokkene ble målt på velteplass, hvorav diameteren ble klavet. Dette fordi det er først og fremst toppdiameteren som begrenser hvor mye plank som kan skjæres ut fra stokken. I Glomma vassdraget ble toppmålet

på sagtømmeret målt lengde i tommer, før de i 1911 gikk over til centimeter som de brukte på massevirke. For massevirke ble stokkene midtmålt, for å kunne regne ut volumet (Vestheim, 1998)

Stokkens påskrevne lengde ble også kontrollert. Fra tidlig av så var det et påkrevd minstemål på toppdiameter til tømmerstokker, og i 1632 utstedte Kong Christian VI en fordring på at stokkene skulle minimum ha en toppdiameter på 15 tommer. Over tiden, og innføringen av tremasse- og celluloseindustrien mot slutten av 1800 tallet, ble kravet betydelige lavere for å møte etterspørselen (Vestheim, 1998). Dette førte til at stokkens gjennomsnittlige volum gikk ned med tiden. Lengdeklassene som ble tatt i bruk, og fordelingen av stokker mellom disse, endret seg også i den samme perioden, med en tendens til større lengdeklasser. (Vestheim, 1998)

### 1.2.3 Utvikling fra 1900 – Lovverk og foreninger

Etter århundreskiftet hadde omfanget av omsatt tømmer økt, og det ble dannet forskjellige måleforeninger, som oftest av kjøperne. Det var kjøperen som ga kriterier for hva slags virke de ville ha, og leverandøren måtte føye seg etter dette. I starten var det også tømmerkjøpene som grunnla, og finansierte tømmermålingsforeningene (Nersten, 1975). Siden Norge har vært en eksport nasjon av tømmer, så har norsk tømmer blitt målt etter mange mål og metoder. Dette gjaldt også tømmeromsetningen innenlands. Tømmer som skulle eksporteres ble målt etter kjøpernes krav, mens tømmeret som skulle foredles innenlands, ble målt med gamle norske mål. Variasjonen i hva slags krav kjøperne stilte til virke var også stor innenlands. Det var derfor at i 1928, ble lagt fram en proposisjon om utarbeiding av en lov om tømmermåling (Ot.prp. nr. 40 (1928))

Lovens målsetning skulle være å oppnå en ensartet målemetodikk, og lette tømmeromsetningen. Ved å hjemle det i lov, kunne myndighetene fastsette regler for måling av tømmer. Det ble bestemt at tømmerstokkenes diameter skulle måles i halve centimeter, og at dets lengde skulle måles i halvmeterlengder. Nedslag skulle også gjøres til nærmeste hele måleenhet. Det ble også innført måleplikt for alt salgsvirke. På denne tiden så var tømmermåling basert på grunnpristabeller for midtmålt og toppmålt tømmer. For massevirke ble stokkene ved hjelp av tabeller for midtmål og lengde, prissatt etter volum. Toppmålt tømmer, som er det nærmeste vi kommer dagens sagtømmer, ble toppmål og lengde brukt for prissetting (*Glommens tømmermåling 75 år*, 1984). Overgangen fra grunnpristabeller til

kvalitetsklasser kom i ettererkant av tømmerprisforhandlingene 1963/64, hvor skogeiersiden krevde innføring av et kvalitetssortiment for å få et mer riktig forhold mellom de ulike kvalitetene. Begge sider kom til enighet om behovet for et tydeligere skille mellom ulike kvaliteter, og det ble satt i gang forsøk for å vurdere kriterier og påfølgende fordeling mellom klassene, herav prima- og sekunda. Etter en prøveperiode og noen justeringer viste kvalitetsklassene seg egnet, men dette betydde imidlertid ikke at det ble en øyeblikkelig slutt på måling etter de tidligere 1952 reguleringene, som fortsatte til utpå 70 -tallet, men i betydelig redusert omfang (*Glommens tømmermåling 75 år*, 1984). Det ble i samme periode bestemt av Landbruksdepartementet at stokkenes toppmål skulle måles i hele centimeter (*Glommens tømmermåling 75 år*, 1984).

Loven har gått igjennom noen endringer og fornyelser siden for å dekke endrede behov og nye utfordringer. I 1965 ble den fornyet og inneholdt nå nærmere bestemmelser om at alt tømmer skulle måles, og at departementet kunne oppfordre til dannelse av måleforeninger i områder hvor det ennå ikke var, og anbefale sammenslåinger av eksisterende (Lov om måling av skogsvirke og skurlast (Opph), 1965).

#### 1.2.4 Loven oppheves

Lovreguleringen om tømmermåling ble avskaffet i 1993, og etter dette ble måleplikten på tømmer hjemlet i lov om skogbruk og skogvern i stedet (Skogbruksloven, 1965). Heretter ble det partene involvert i tømmeromsetningen selv som måtte bli enige i hvordan tømmermålingen skulle organiseres og drives (NVM, u.å.). Noen år etterpå, i år 2000, ble en rekke av de eldre forskriftene avskaffet i en ny forskrift (Opph. av skogforskrifter, 2000). Blant disse var forskriften som omhandlet måling av skogsvirke (Forskrift for måling av skogsvirke, 1990). Avskaffelsen av denne forskriften markerte slutten på de statlige bestemte tømmermålingsmetoder og toleransetabeller. Fra og med 2005, så er den eneste gjeldende loven eller forskriften som omtaler måling av tømmer, Loven om skogbruk (Skogbrukslova, 2005). Avskaffelsen av forskriften markerer et skifte til en noe friere tømmerindustri, hvor kvalitetskravene som stilles til virke, er mer opp til kjøper og selger å bli enige om. Denne utviklingen har ført til at kjøper og selger lager egne avtaler, hvor spesifikk premiering på diameter, lengde og virkesfeil inngår i virkesmåling.

Tiden fram til 2000 tallet var preget av at det var flere forskjellige regionale organisasjoner for tømmermåling. Antallet regionale måleforeninger gikk gradvis nedover ettersom de slo seg

sammen, og i 2003 ble de tre daværende tidligere måleforeningene, fusjonert for å danne en felles landsdekkende måleforening under navnet Norsk Virkesmåling. Målet med måleorganisasjonene var at en partsnøytral instans, skulle være ansvarlig for å bestemme oppgjørsgrunnlag for tømmeret.

### 1.3 Utviklingen av måleteknologi – fra måleklave til automatmåling

Skogbruket hadde i denne perioden utviklet seg. Med en høyere grad av del- og hel mekanisering så endret tømmermålingen seg også. En stadig større andel av tømmeret, og spesielt sagtømmeret, ble fraktet med lastebil og tog istedenfor ved fløting. Dette førte til etableringen av mer faste måleplasser, og en noe jevnere arbeidsmengde med tømmermåling gjennom året. Utover 50-tallet gikk fordelingen av hvor virke ble målt gradvis ned ved vassdrag, og gikk opp for det som ble målt ved bilvei. Frem til i dag så har det vært følgende tre målemetoder for sagtømmer og massevirke som har vært dominerende: Stokkmåling, hvor hver stokk blir vurdert, Fastmassebedømming (FMB), hvorav fastmassen regnes ut av et lass med tømmer, og L/F måling (Løs/Fast måling), hvor en serie med lass vurderes som ved FMB måling, men at det trekkes ut enkelte lass, som brukes til å anslå fordelingen av de ulike kvalitetsklassene (Okstad, 1975). I nyere tid har også måleformen fotoweb, blitt mer utbredt. Med denne måleformen så måles tømmerbillass gjennom evaluering av digitale fotografier og vurderes tilsvarende FMB måling.

#### 1.3.1 FMB- og fotoweb måling

Dette er en lassmålingsmetode hvor hele lag på tømmerbilen måles før det losses av. Metoden benyttes når det er mengde tremasse under bark som er av interesse. Dette er en måleform hvor lengde, bredde og høyde av et lass med tømmer måles og multipliseres med en gitt fastmasseprosent (figur 1). Ujevnheter i enden ved variasjon i stokklengder, blir utjevnet i lengdemålet ved at lange stokker blir teoretisk kappet, og brukt til å fylle tomrom i lasset. Fastmasseprosenten vurderes utifra skjønn, og faktortabeller der det er relevant, som eksempelvis på toppdiameter fordeling. Kvaliteten vurderes utifra hva som er synlig av virkesfeil som fører til redusert tremasse kvalitet, som råteandel, og mengde snø/is. Det tas også i bruk erfaringstall fra kontrollmålinger for utlegg/vrak andeler (NVM, 2017b)

Denne målemetoden benyttes for det meste for massevirke, men det forekommer også på sagtømmer. Kvaliteten bedømmes av det som er synlig av lasset. Dette har tradisjonelt blitt

utført ved manuell måling av tømmerbiler sin nyttelast der den står innenfor en målerampe av tømmermålere som går opp rampa. Det har også forekommet at tømmerbilsjåførene måler lassene selv.



Figur 1. Illustrasjon av FMB måling. u.å. Målemetoder. Norsk Virkesmåling. Tilgjengelig fra: <https://www.m3n.no/wp-content/uploads/2017/07/volumplan.jpg>

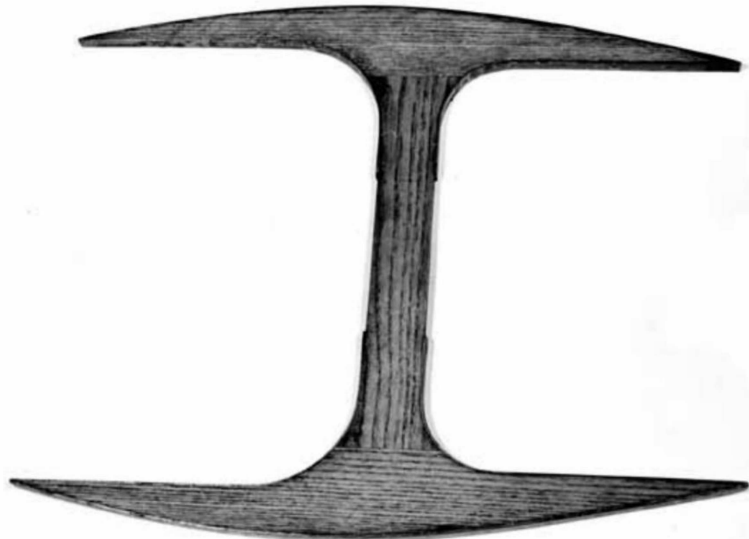
I nyere tider så effektiviserer NVM FMB målingen ved å gå over til bruk av Fotoweb. Dette har gjort det mulig å forlenge åpningstidene for mottagelse av tømmer også på mindre måleplasser. Her stanser tømmerbilen innenfor et angitt området og blir fotografert fra ulike vinkler. Bildene blir så vurdert og målt digitalt av en tømmermåler steds- og tidsuavhengig fra når lasset faktisk ble fotografert (NVM, 2017c)(figur 2).



Figur. 2 Bildet av fotoweb måling. (u.å). Norsk Virkesmåling. Tilgjengelig fra [https://www.m3n.no/wp-content/uploads/2017/08/fotowebmaaling\\_a.jpg](https://www.m3n.no/wp-content/uploads/2017/08/fotowebmaaling_a.jpg)

### 1.3.2 Stokkmåling

For virke tiltenkt trelast, så er geometriske mål og det som kan påvirke dets egenskaper som trelast, det av interesse. Derfor vies det mer arbeid til å bedømme stökkene individuelt gjennom stokkmåling. Denne formen for måling har også endret seg fra tiden det ble tatt i bruk faste måleklaver som vist i figur 3. Faste klaver ble benyttet frem til rundt 1900, da to armede klaver med regulerbar arm, og klaver av metall begynte å komme (Vestheim, 1998).



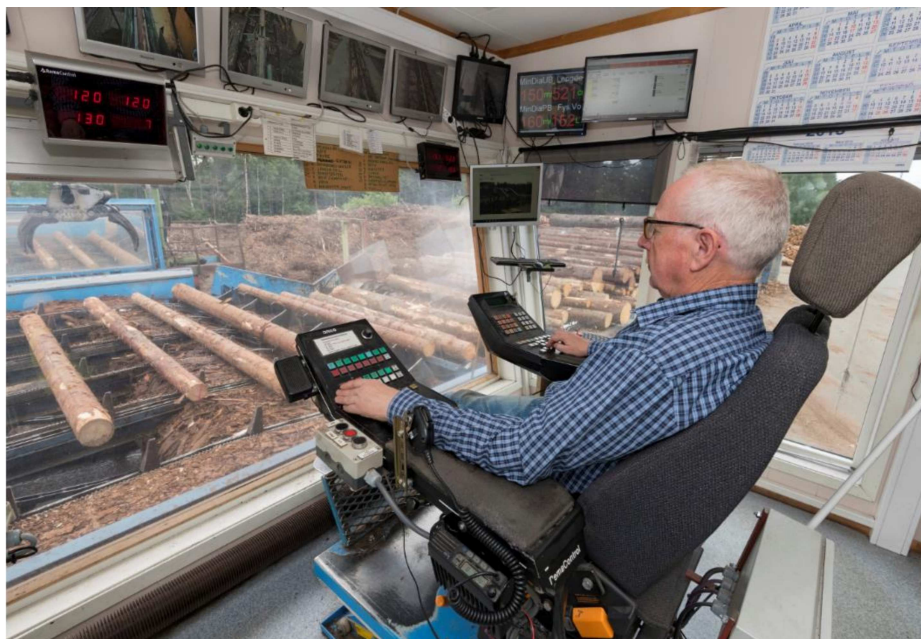
Figur 3. Ljøstad, O.T (2020). H - formet fast måleklave brukt for diameter måling av stående trær og tømmer. Anno Norsk Skogmuseum Creative Commons lisens <https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.no>

Diametermålingene ble enklere og mer presise etter at det først kom regulerbare måleklaver, og senere digitale måleklaver. Stokkmålingen begynte å automatiseres på begynnelsen av 80-tallet, og dette økte effektiviteten betydelig, og tømmermålerne behøvde ikke lenger å måle hver stokk manuelt. I stedet for å måtte klave hver stokk, ble stökkene nå ført forbi på et enten et langsgående, eller tverrgående bånd og målt automatisk ved bruk av fotoceller og kryssmåling (figur 4 og 5). Etter måling blir stökkene kjørt videre og lagt i sin respektive lomme etter dimensjon og kvalitet (NVM, 2017a).





Figur 4. Ljøstad, O. T. 1983. Automatisert tømmermåling ved Våler skurlag. Anno Norsk Skogmuseum. Creative Commons lisens <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.no>



Figur 5. Løken, B.. 2018. Tømmermåler Arne Rudshaugen i aksjon på sorteringsanlegget. Bildet er tatt i 2018, Anno Norsk Skogmuseum. Tilgjengelig fra <https://digitaltmuseum.no/021017868613/interior-fra-tommermalingsstasjonen-ved-trelastbedriften-moelven-valer>

Nyere måleanlegg benytter i dag lasermåling som gjøres ved at det sendes ut en rekke punkter rundt stokken og den påfølgende stokkgeometrien blir utregnet og stokken vurdert etter gjeldende reglement.

#### 1.4 Målsetning og problemstilling

Med utgangspunkt i et ønske om et nytt og forenklet sagtømmerreglement for furu, og med dagens uttesting av et nytt test reglement for furu sagtømmer, vil det være interessant å se nærmere på virkningene av dette reglementet på furu opp imot sagtømmerreglementet fra 2015. Samtidig, med fokus på kroktyper. I studiet vil jeg derfor se på følgende krok relevante hypoteser for furu:

- Hva er den generelle frekvensen av de ulike kroktypene hos furu?
- Vil det være en forskjell i det relative utfallet i kvalitetsklasser mellom 2015 reglementet og det nye reglementet på furu?
- Gir dagens metoder for stokkmåling og automatmåling det samme resultat?
- Er det en sammenheng mellom senterlinjemålt pilhøyde og utvendigmålt pilhøyde i henhold til ISO-standard?

## 2 Materiale og metode

### 2.1 Teori

#### 2.1.1 Krok og virkesegenskaper hos bartre

Krok er virkesfeil der stammens form har en, eller flere bøyer og/eller vinklinger i ulike variasjoner. Hvis en stokk har krok, så vil stokken ikke ha en rett sentrumslinje. Trær som har en synlig bøyd eller krocket form, vil inneholder ofte en større mengde reaksjonsved, og være mindre egnet som trelast og massevirke (Timmel, 1986). Dette er trevirke som har en høyere konsentrasjon av lignin enn vanlig ved, og dette gir det en gjenkjennbar rødbrun farge. Et tre som blir utsatt for krefter som fører til at stammen ikke blir rett, vil forsøke å rette seg opp igjen. Dette gjør den ved å danne reaksjonsved, kjent som tennar på bartrær. Veden dannes på trykk siden av kroken eller vinkelen (Skaug, u.å.). Hadde hele planken bestått av reaksjonsved, så hadde ikke det i seg selv vært et problem. Problemet oppstår når reaksjonsved og vanlig ved er i det samme bolet. Planken vil ha seksjoner med ulike egenskaper som responderer ulikt på forskjellig påvirkning. Tennarveden har evnen til å både utvide og krympe mer i lengderetningen er vanlig ved (Stemsrud, 1971). Dette begrenser bruksmuligheter av planker som eventuelt skjæres. Det å skjære i trevirke som inneholder reaksjonsved er ofte mer energikrevende, og vanskeligere enn vanlig virke (Gardiner et al., 2014). Når man skjærer i veden så vil man slippe ut de negative spenningskreftene som en gang i tiden bidro til å rette opp treet. Dette kan knipe sagbladet og sakke produksjonen. Det prosesserte materialet vil også kunne spenne seg rett etter skjæring, og variasjonen i trefibrene betyr også at det vil tørke ulikt, noe som kan føre til vridninger (Gardiner et al., 2014). Krokete stokker er også vanskeligere å bearbeide gjennom hele industrien, for alt fra barking, til å få lagt stokkene riktig før saging, og til slutt for tørkingen.

Krok skyldes ulike faktorer som kan deles både i biotiske og abiotiske faktorer, hvorav arv og lokale forhold spiller inn. Betydelig snøfall i milde perioder på vinteren kan føre til at snø fester seg og fryser fast på større deler av treet's krone, og hvis belastningen blir for stor, føre til brekkasje. En slik skade kan føre til treet's død, eller at et nytt skudd tar over som topp. Dette vil på sikt kunne føre til en ujevn stammeform i brekkområdet, og danne gankvist og krok. Skader på toppskudd og stamme forårsaket av beitedyr kan også føre til kroidannelse, både gjennom stammebrekk og ved beiting av toppskudd (Aanerød, 2017). Andre abiotiske årsaker er vind, jordbunnens egenskaper som jevnhet, eller andre geografiske og klimatiske forhold. Det kan også være noe arvelig betinget, da krokete trær virker å ha en økt sjanse til å resultere i krokete avkom (Nagoda, 1992).

### 2.1.2 Kroktyper

Krok kan deles inn i forskjellige typer, alt etter krokens utforming. I de Norske reglement så har vi per i dag seks kroktyper. En krok regnes som ubetydelig krok, når dens alvorlighetsgrad vurderes som så lav, at den ikke må kontrolleres mot toleransetabellen.

**Langkrok:** En kroktype som beskrives som en jevn kurving i mer enn halve stokkens lengde.

**Vinkelkrok:** Skiller seg fra langkrok ved at det er en mer markert vinkling inne på stokken.

**Tverrkrok:** Denne kroktypen defineres som en krok hvor stokken danner to relativt rette linjer, som ikke er på linje med hverandre.

**Rotkrok:** Som navnet tilsier, så er dette en kroktype hvor krokens hovedtyngde sitter innen 120cm fra rotenden.

**Slengkrok:** Stokker med denne kroktypen har en sentrumlinje som er S – formet i et plan.

**Dobbeltsleng:** Lik slengkrok, men skiller seg fra denne ved at den har krok i mer enn et plan.

### 2.1.3 Forskjell i toleransetabellen for kroktypene mellom det gamle og det nye reglementet

I sagtømmerreglementet fra 2015 blir tømmeret sortert i kvalitetsklassene «Spesial», «Prima», «Sekunda» og «Embalasje», med «Spesial» som den beste klassen, og «Embalasje» som den dårligste. I Det «nye» reglementet deles sagtømmeret kun i to klasser: «Kvalitet 1» som er det beste, og er en sammenslutning av «spesial» og «Prima», og «Kvalitet 2», som er «Sekunda» og «Embalasje». Det som ikke møter kravene til den laveste kvalitetsklassen, vil i etter begge målereglement klassifiseres som virke som ikke er skurbart, utlegg.

Antall kroktyper, og hvordan de måles, er likt i begge reglement. Det er i toleransetabellen for hva som er tillatt, man ser endringen (vedlegg 1 og vedlegg 2). I 2015 reglementet så er det muligheter å foreta avdrag på stokker som har feil. Det er to typer avdrag, lengdeavdrag og diameteravdrag. Begge kan foretas i tre enheter, dm for lengde, og cm for diameter. Avdrag kan utføres i kombinasjon, med opptil tre enheter.

Langkrok og vinkelkrok går under samme post, da begge er kroktyper som har en krok enten i en lengre del av stokkens lengde, eller som en knekk relativt midt på. I 2015 reglementet så er kravet til pilhøyde for virke som skal gå som spesial og prima, satt til 0,5% av stokkens lengde. For sekunda og emba, så er kravene 1,0% og 1,5% respektivt. Det er for lang og vinkelkrok ikke tillatt med avdrag, enten på diameter eller lengde i noen av reglementene. I det nye

reglementet så går fortsatt lang og vinkelkrok satt opp med felles krav i toleransetabellen. For kvalitet 1 kan stokkens pilhøyde maksimalt være 1,0% av dens lengde, mens for kvalitet 2 så er det per dags dato (Mars, 2021), forskjell mellom maksimalt tillatt pilhøyde for gran og furu. For gran så er maksimalt tillatt pilhøyde 1,5%, mens for furu, så kan pilhøyden ikke være mer betydelig enn 1,3% av stokkens lengde.

Dobbeltsleng og rotkrok er ikke tillatt for prima, men er tillatt inntil toppsyylinderen for sekunda og emba, og det er muligheter for lengde og/eller diameteravdrag. Slengkrok kan tillates i sekunda og emba, så lenge toppsyylinderen går igjennom, det er her tillatt med avdrag på lengde og/eller diameter.

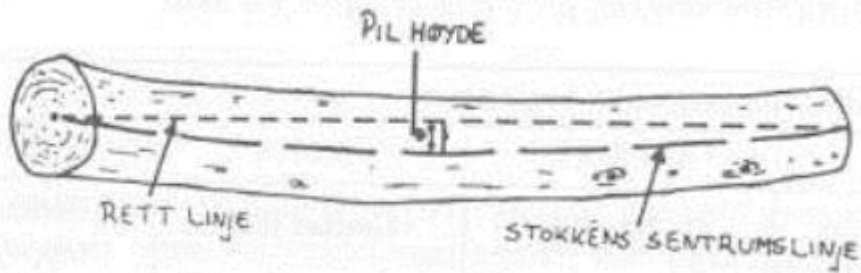
I det nye reglementet så er all annen krok og sleng i samme post og for både kvalitet 1 og 2, så er de tillatt så lenge de er innenfor toppsyylinderen. En vesentlig forskjell fra det eldre reglementet, er at det nå er mulighet til å forskyve toppsyylinderen i hele rotenden. Det er også mulighet til diameteravdrag for å få de innenfor. Tverrkrok er et unntak, da i 2015 reglementet så var det ikke tillatt med stokker som hadde tverrkrok. I det nye reglementet så er tverrkrok tillatt i kvalitet 2, men kun hvis det er mulig å føre en hel toppsyylinder igjennom og at den sitter i nedre halvdel av stokken (Bækkelund, 2021). Det er heller ikke noe mulighet for avdrag på lengde eller diameter.

Toleransetabellene for begge sagtømmer reglement er vedlagt som vedlegg 1, og vedlegg 2.

#### 2.1.4 Ulik praksis for måling av krok

##### *2.1.4.1 Måling av senterlinje pilhøyde*

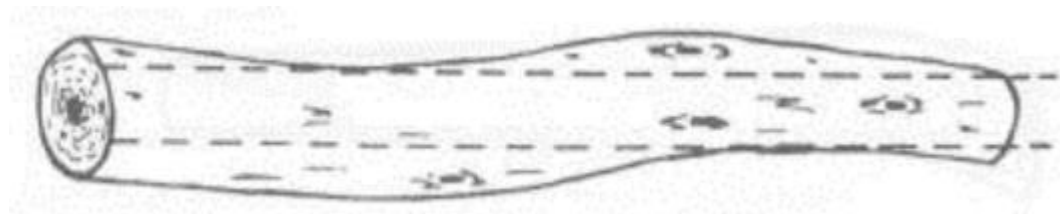
Pilhøyde måles ved at det først trekkes en rett linje mellom senter av toppen og rotenden. Så måler man avstanden fra den ideelle og reelle senterlinjen der kroken er størst. Avviket i centimeter, uttrykkes vanligvis som en prosentandel av stokkens lengde når det presenteres som pilhøyde. Senere i oppgava når denne metoden for måling av pilhøyde blir sammenlignet med andre, så vil den bli benevnt som senterlinjemålt pilhøyde. Figur 6 illustrerer måling av senterlinje pilhøyde.



Figur 6. Illustrasjon over hvordan pilhøyde måles fra NVM sitt målereglement fra 2015. Tilgjengelig fra [https://www.m3n.no/wp-content/uploads/2017/09/B1\\_Maalereglement\\_sagtommer.pdf](https://www.m3n.no/wp-content/uploads/2017/09/B1_Maalereglement_sagtommer.pdf)

#### 2.1.4.1 Måling av toppsylinger

Toppsylinder tas i bruk for måling av de resterende kroktypene. Prinsippet er at det skal kunne legges en imaginær sylinder med samme diameter som stokkens toppende, uten at den faller utenom stokken. Dette ble gjort ved å trekke en rett linje mellom sentrum av stokkavskjærende i begge ender, for så å måle avstanden fra linjen og ut, i kroken. Hvis radien er mindre enn den i stokkens toppende, så har sylinderen falt utenom. I toleransetabellen til det nye reglementet, så er det mulighet for avdrag på diameter i tre enheter. Hvis stokkens toppsylinger går igjennom etter avdrag, så har stokken møtt kravene for både kvalitet 1 og 2. En illustrasjon av toppsylinger måling er vist i figur 7.



Figur 7. Illustrasjon av toppsylinger måling på en slengkrok tilgjengelig fra NVM sitt målereglement for sagtømmer fra 2015. Tilgjengelig fra [https://www.m3n.no/wp-content/uploads/2017/09/B1\\_Maalereglement\\_sagtommer.pdf](https://www.m3n.no/wp-content/uploads/2017/09/B1_Maalereglement_sagtommer.pdf)

#### 2.1.4.3 Utbytesförlust

I Sverige så måles en del av tømmer som omsettes av den upartiske instansen Biometria. For alt som har med stokkens retthet, bruker de konseptet Utbytesförlust. Dette konseptet baserer seg på at feil på stokkens «Rakhet» kan tillates i kvalitetsklassene, så lenge det sitter innenfor 20 cm av enden for de fire beste kvalitetsklassene for furu, og maks 120cm for den dårligere klasse 4. Prinsippet er at det skal kunne trekkes en sylinder som er 15mm smalere enn

toppdiameteren. Denne kan flyttes i begge ender av stokken, og hvis den kan legges så sylindren går hel igjennom, er stokken rak nok (figur 8)(Biometria, 2019).

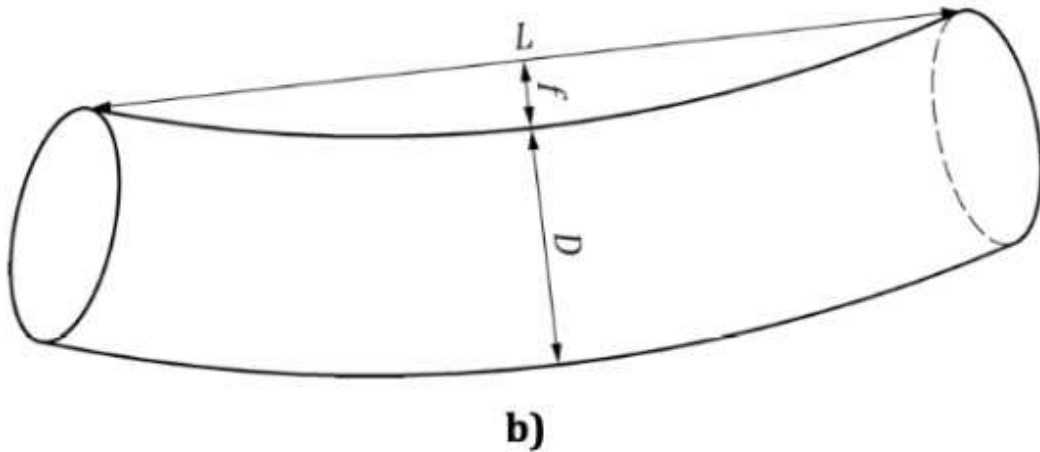


Figur 8. Illustrasjon hentet fra Biometria sin måleinstruks for kvalitetsbedømming av gran og furu sagtømmer. Tilgjengelig fra <https://www.biometria.se/wp-content/uploads/2021/04/Kvalitetsbestamning-av-sagtimmer-av-tall-och-gran-2021-04-01.pdf>

#### 2.1.3.5 ISO standard og andre metoder

Det er også en internasjonal standard for tømmer om omhandler måling av tømmer. Målet med slike standarder er å promotere en felles godkjent standard for kvalitetsbedømming, og lette handel. Eksempler på slike standarder er ISO 19474 og NS-EN 1309-3. Her er det også beskrevet internasjonalt godkjente metoder for måling og vurdering av krok. Fra standarden kommer det fram at det er to hovedmetoder for måling av krok. Den ene er pilhøyde målt fra stokkens senterlinje, som er metoden som benyttes i Norge for måling av lang- og vinkelkrok.

Den andre metoden kalles for *Surface Measure* (Heretter kalt Utvendig målt pilhøyde), og er illustrert i figur 9 (*Tømmer og skurlast - Målemetoder*, 2018). kan uttrykkes på to forskjellige måter; med lengde og pilhøyde verdi ( $f/L$ ), eller diameter der pilhøyden er høyest ( $f/D$ ). I standarden vises det også hvordan begge metoder for måling av pilhøyde kan benyttes på stokker med mer enn en krok. Dette er illustrert i figur 10.



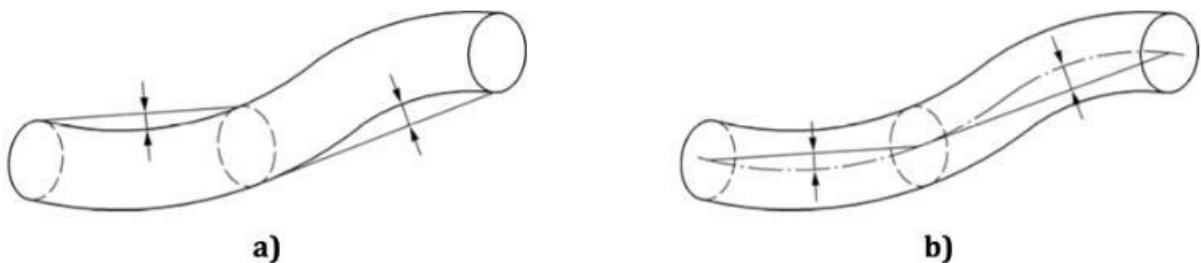
Figur 9. Illustrasjon som viser målingen av surface measure.  $L$  er stokkens lengde på krokens innside.  $f$  er avstanden fra denne linjen inn til stokken, og  $D$  er stokkens diameter på punktet.

Måling av utvendigmålt pilhøyde gjøres ved å gjøre følgende målinger. Utvendig pilhøyde kan uttrykkes på to forskjellige måter; Stokkens lengde ( $L$ ) på dens konkave side av kroken. Der lengden mellom målebåndet og stokken er størst, måles denne avstanden ( $f$ ) og stokkens diameter ( $D$ ) på dette punktet. Man kan velge å uttrykke det i pilhøyde verdi delt på enten stokkens lengde ( $f/L$ ), eller på dens diameter ( $f/D$ ) ved:

$$\frac{f \text{ (cm)}}{L \text{ (m)}} \text{ eller } \frac{f \text{ (cm)}}{D \text{ (cm)}} * 100$$

For stokker med flere kroker, kan uttrykke endres til uttrykkene:

$$\frac{f1}{L1} + \frac{f1}{L1} \text{ eller } \left( \frac{f1}{D1} * 100 \right) + \left( \frac{f2}{D2} * 100 \right)$$



Figur 10. illustrasjon av EN-1309-3 og ISO 19474 godkjente metoder for måling av pilhøyde av stokker med mer enn en krok. Utvendig målt pilhøyde i illustrasjon a, og senterlinjemålt pilhøyde i illustrasjon b. Illustrasjonen er hentet fra EN-1309-3 standarden.



I Tyskland så er det ikke en felles nøytral måleinstans. Tømmermålingen baserer seg på en overenskomst mellom partene kalt *Rammeavtale for råvedhandel i Tyskland (RVR)*, og her har de blitt enige om felles målebestemmelser som gjelder for handelen av tømmer. Krok måles ved *Surface measure* metoden, og lengden måles på en lengde en meter inn fra rotenden, og uttrykkes ved  $f/L$  (ForstBW, 2016).

I målereglementet utstedt av British Columbia sine myndigheter, så benyttes det på enkle kroker, sentermålt pilhøyde. Det gjøres et skille på om det er en *sweep*, som er stokker med en slak kurve, eller *crook* og *pistol grip*, hvor det er en tydeligere vinkling/knekk i stokken. Her benyttes det et system kalt *grade reduction* (kvalitets reduksjon), hvor stokken vurderes visuelt om hvor mye virke som kan hentes ut. Seksjoner av stokken der det ikke er mulig å sikre en minimumslengde av skurbart virke på 2,6 meter, fører til en kvalitets reduksjon av stokk segmentet (FLNRORD, 2011).

#### 2.1.5 Sammenslutning av ulike metoder for måling av krok

Det har blitt utviklet forskjellige metoder for måling og vurdering av krokete stokker sin egnethet til trelast. Hvilke metoder man bruker baseres både på tradisjon, hvor utbredt metoden er i området, men mest etter hva som er hensiktsmessig. På enkle kroker som strekker seg i en større del av stokkens lengde, så er en variasjon av enten senterlinje pilhøyde, eller utvending pilhøyde vanlig. For stokker med mer kompliserte kroker, så deles stokken opp i segmenter etter hvor kroken sitter, og det regnes ut individuelle pilhøyder. I Norge og Sverige så benyttes det andre metoder. I Norge så brukes det på rotkrok, tverrkrok, slengkrok og dobbeltsleng, toppsylander på stokker hvor den dominerende kroktypen er mer komplisert enn lang- og vinkelkrok. Målet med disse metodene er å finne verdier som sier hvor betydelig kroken er. Sagbrukene kan deretter sette en tallgrense som begrenser hvor krokete tømmer de vil ha. Andre aktører, som det Svenske Bioemtria, operer med bruken av en indre sylinder uansett type krok.

## 2.2 Studieområde

Data innsamling ble gjort i perioden desember 2020 til april 2021 på Moelven Våler sitt anlegg for tømmer sortering. Anlegget er landet største sagbruk, og produser om lag 195 000 kubikk trelast av gran og furu årlig, med en fordeling på 65 – 35 gran og furu respektivt (Moelven, u.å.) Arealet av tomte beregnet for lagring av tømmer, kan lagre rundt 50 000 kubikkmeter, og det måles i gjennomsnitt rundt 1500 m<sup>3</sup> om dagen på sorteringsanlegget.

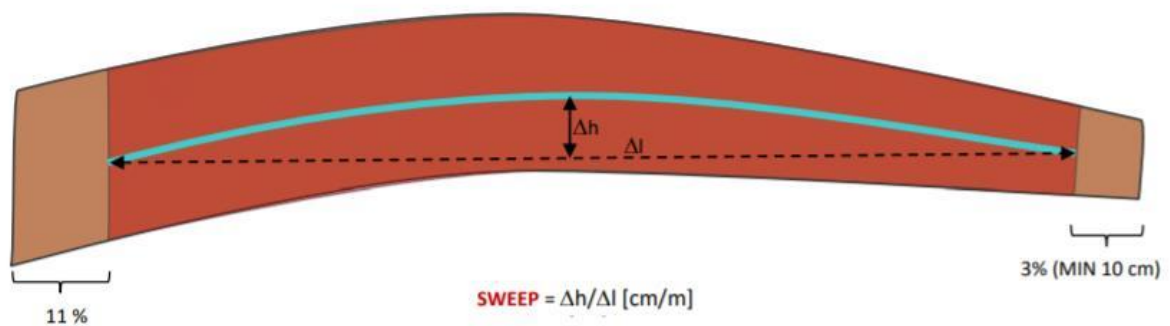
Sorteringsanlegget måler furu to ganger i uka. I starten av datainnsamlingsperioden så ble furu målt mandag og fredag, mens etter påske målte de furu mandag og tirsdag. De ble Norges første anlegg med evnen til å sortere tømmer ved hjelp av røntgen da de moderniserte tømmer-sorteringsanlegget med ny røntgen teknologi og 3D ramme i desember 2018 (Moelven, 2018).



Figur 11. Haug, H.(u.å).Oversiktsbilde over sorteringsanlegget. Tilgjengelig fra <https://www.moelven.com/no/aktuelt-og-nyheter/nyhetsarkiv/2018/norges-forste-sagbruk-med-rontgensyn/>

### 2.3 Teknisk informasjon om måleramma

Måleramma er av sorten Logeye, og ble levert av det italienske selskapet Microtec. Den måler stokker ved at den sender ut en punktsverm rundt hele stokkens diameter med jamne intervaller. Den måler krok ved bruk av pilhøyde. For hver lengde segment den måler, så finner den et geometrisk sentrum som den bruker til å danne stokkens senterlinje. Denne sammenlignes med en referanse linje som går fra det geometriske sentrumet til begge ende segmenter innenfor den gitte lengden. Den avviker fra tradisjonell måling av pilhøyde ved lengden den bruker. Som vist i figur 12, måler måleramma pilhøyde på en lengde som starter 3% inn fra stokkens toppende, minimum 10 cm, og en 11% av lengden inn fra rot (Fontanini, 2018)



Figur 12. Fontanini, F. (2018). illustrasjon viser hvordan måleramma måler pilhøyde. Personlig kommunikasjon, e-post.

## 2.4 Data innsamling

Målingen av forekomsten av krok, ble gjort per tømmerbillass. En tømmerbil som leverer furu sagtømmer, har med langhenger om lag 250 stokker, og 40 m<sup>3</sup> virke med seg. For hver leveranse ble det totale antall stokker, volum og opprinnelsessted for virke, notert. Selve vurderingen av kroktype og forekomst, ble utført av personellet til Norsk Virkesmåling. Alle stokker med antydning til en type krok ble notert som krokstokk. Det ble gjort skille på om kroken satt i rotstokken, eller i en midt- eller toppstokk. Dataen ble samlet inn i perioden desember 2020 og januar 2021. Totalt 15 lass med tømmer ble vurdert, og den samlede kubikkmassen var 625 m<sup>3</sup>, og stokkantallet var 3572. Lassene stokkene tilhørte kom fra følgende kommuner: Elverum, Kongsvinger, Løten, Nes, Nord Odal, Stange, Våler og Åmot.

### 2.4.1 Stokkmåling

Kroktypene ble målt hver for seg, først langkrok, så vinkelkrok, deretter rotkrok og til slutt tverrkrok. For hver kroktype ble det forsøkt valgt ut mellom 30 til 60 stokker på sorteringsanlegget. Stokker av den aktuelle kroktypen ble valgt ut på dager det ble målt furu, og det var et mål om å ha en variasjon av alvorlighetsgrad av kroken. Disse ble skilt ut i sin egen lomme, for så å bli lagt ut på egnet plass for stokkmåling. Her ble stokkenes kroktype vurdert på nytt, og det ble forsøkt å kun måle stokker med den aktuelle kroktypen.

For Langkrok og vinkelkrok, ble det målt lengde i gjeldende lengdeklasser, diameter i topp, samt diameter i rot, og 50 cm inn fra rot. Alle diameter mål ble gjort i centimeter. Pilhøyde ble målt både på full stokklengde, og på en alternativ kortere lengde 50 cm inn fra rotenden. Den alternative lengden ble inkludert i et forsøk på å måle pilhøyde på en gjennomsnittslengde som

skulle tilnærme seg pilhøydemålingen til måleramma. Det ble målt 34 stokker som holt kriteriene for langkrok, og 29 stokker med vinkelkrok.

For rotkrok og tverrkrok, ble det registrert lengde, diameter i topp og rot, og det ble bedømt om toppsylinderen gikk igjennom, både etter 2015 reglementet, og det nye reglementet. Senterlinjemålt pilhøyde ble også målt for å kunne sammenligne denne med automatmålt, men da kun med lengdeklasse på stokken. Målene nødvendig for utvendigmålt pilhøyde, lengde fra ende til ende på stokkens konkave side, største avstand inn til stokken, og stokkens diameter på dette punktet. For både rotkrok og tverrkrok ble det målt inn 10 stokker av hver type som hadde sin respektive kroktype som den mest framtreddende typen.

#### 2.4.2 Automatmåling

Etter stokkmålinga ble stokkene stemplet med et identifikasjons nummer og fotografert før de ble sanket sammen igjen og kjørt igjennom sorteringsanlegget på nytt. Her ble stokkenes rekkefølge notert, mens båndet ble forsøkt startet og stoppet for å la en stokk gå igjennom om gangen. Måleramma sitt måleresultat ble så fotografert fra monitoren, før neste stokk ble kjørt igjennom. Langkrok og vinkelkrok ble kjørt igjennom samtidig, og det var målt inn 61 stokker i måleramma. Det var et svinn på to stokker, fra det samlede antallet lang og vinkelkrok som ble stokkmålt. Stokkene ble lagt på så hver stokk sitt nummer var synlig fra bygget. Rekkefølgen ble notert. Anleggets målinger for lengde, topp og rot diameter og pilhøyde, ble fotografert og videre skrevet av. Stokkene ble så sendt til omsortering.

#### 2.5 Data behandling

All data som ble registrert ble behandlet i Excel (versjon 2103). Registreringen av forekomsten av de ulike kroktypene ble summert. Målingene fra stokkmålingen ble så koblet til automatmålingen fra måleramma til sorteringsanlegget. Før det kunne gjøres analyser, så ble stokker som ikke hadde både manuelle og automatiske målinger, fjernet. Utvalget ble etter utsortering bestående av 33 stokker for langkrok, og 26 stokker av typen vinkelkrok. Under paringen ble det oppdaget at en langkrok stokk, og tre vinkelkrokstokker ikke hadde en samhørende automatmåling. Det var ikke noe svinn for Rot- og tverrkrok. For rot og tverrkrok, ble det ti stokker av hver.

For å regne ut pilhøyde i prosent på de automatmålte pilhøydene, ble lengden som måleramma benytter for måling av pilhøyde regnet ut. Dette ble gjort ved å ta den automat målte lengden, og trekke fra 11% og 3% av lengden.

#### 2.5.1 Kvalitetsklassebedømming mellom 2015- og nytt reglement.

For å sammenligne kvalitetsutfallet mellom de to målereglementene, ble stokkene vurdert etter kriteriene til de ulike krokene stilt i toleransetabellene til de to målereglementene.

#### 2.5.2 Sammenligning av stokkmålt og automatmålt pilhøyde

For å se om forskjellen mellom stokkmålt og automatmålt pilhøyde er statistisk signifikant forskjellig fra 0, ble det kjørt paret t-test i RStudio (Rstudio Team, 2021). T-test ble kjørt hvor alle stokker ble inkludert, så utvalg både lang- og vinkelkrok, så kroktypene lang-, vinkel- rot- og tverrkrok hver for seg. Dette ble utført både for pilhøyder med «lengdeklasse» og for pilhøyder med «alternativ lengde» hvor lang- og vinkelkrok var en del av utvalget.

Etter en vurdering av resultatene ble det identifisert tre langkrok-stokker som mulig rotkrok. Det ble derfor bestemt å utføre tilsvarende t-tester der langkrok var inkludert i utvalget, hvor 3 stokker ble utelatt.

For å studere sammenhengen mellom stokkmålt pilhøyde og automatmålt pilhøyde for lang- og vinkelkrok, og kroktypens betydning, nærmere, ble det tilpasset en lineær regresjonsmodell både for «lengdeklasse» og «alternativ lengde». Her ble differansen mellom stokkmålt verdi og automatmålt verdi, hvor automatmålt verdi er trukket fra stokkmålt verdi, forsøkt forklart med stokkmålt pilhøyde og kroktipe som forklaringsvariabler. Kroktipe ble inkludert som en dummy-variabel hvor langkrok har verdien 0 og vinkelkrok verdien 1. Dette ble utført med modellen:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 z + \varepsilon,$$

Hvor  $y$  er differansen,  $\beta_0$  er intercept,  $\beta_1$  er parameterestimatet for stokkmålt pilhøyde ( $x$ ),  $\beta_2$  er et tillegg for kroktipe ( $z$ ), og  $\varepsilon$  er feileddet.

### 2.5.2 Sammenligning av senterlinjemålt pilhøyde og utvendigmålt pilhøyde

For å sammenligne tradisjonelt målt pilhøyde, og surface measure pilhøyde, så ble de plottet mot hverandre. Videre ble det tilpasset en lineær regresjonsmodell hvor hhv.  $f/D$  og  $f/L$  ble forsøkt forklart med stokkmålt pilhøyde som forklaringsvariabel. Dette for å se om parameterestimatet til pilhøyde var statistisk signifikant. Dette ble utført med modellen:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$$

hvor  $y$  er hhv.  $f/L$  og  $f/D$ ,  $\beta_0$  er intercept,  $\beta_1$  er parameterestimatet for stokkmålt pilhøyde på lengdeklasse ( $x$ ) og  $\varepsilon$  er feilleddet.

## 3 Resultater

### 3.1 Frekvens av krok

Resultatet av frekvensstudiet viser at det er langkrok som er den kroktypen definert i Norsk virkesmåling sitt reglement, som har en høyest subjektivt vurdert forekomst hos furu. Deretter følger slengkrok, tverrkrok, rotkrok, vinkelkrok og til slutt dobbeltsleng (tabell 1).

Tabell 1. Oversikt over skjønsmessig vurdert forekomst av krok av 3572 stokker

Kroktype	Rotstokk	Midt- /toppstokk	Sum	Prosent
Langkrok	214	54	268	7,5 %
Slengkrok	56	31	87	2,4 %
Tverrkrok	17	49	66	1,8 %
Rotkrok	46	0	46	1,3 %
Vinkelkrok	13	18	35	1,0 %
Dobbeltsleng	12	7	19	0,5 %

### 3.2 Forskjell mellom gammelt og nytt reglement

Av de 33 stokkene målt som langkrok, ble fordelingen på kvalitetsklasser etter stokkmålt pilhøyde, for 2015 og det nye sagtømmerreglementet, som vist i tabell 2. Pilhøyden bedømt etter 2015 reglementet viser at kun tre stokker holder kravet til prima, mens 16, og 11 holder kravene til sekunda og emba klassene respektivt. Det var tre stokker som ikke holdt kravene til emba, og gikk derfor som utlegg.

Vurdert etter det nye reglementet, var det 20 stokker som holdt pilhøydekravet for kvalitet 1, og ni som holdt kravet til kvalitet 2. Fire stokker gikk som utlegg.

Tabell 2. Fordelingen av kvalitet av stokkmålingen for de to målereglementene for bedømming av langkrok.

Målereglement 2015		Nytt målereglement	
Klasse	Antall	Klasse	Antall
Prima	3	Kvalitet 1	20
Sekunda	16	Kvalitet 2	9
Emba	11		
Utlegg	3	Utlegg	4

Resultatet for vinkelkrok viser en fordeling som vist i tabell 3. For det 2015 reglementet så holdt to stokker pilhøyde kravet til kvaliteten prima, og 11 for sekunda. Det var åtte stokker

som gikk som emba, og fem stokker hadde en for stor pilhøyde og endte som utlegg. Bruk av det nye reglementet gir 12 stokker i kvalitet 1, åtte i kvalitet 2, og seks stokker som utlegg.

Tabell .3 Stokkenes fordeling utover kvaliteter i de to respektive målereglementene for vinkelkrok.

Målereglement 2015		Nytt målereglement	
Klasse	Antall	Klasse	Antall
Prima	2	Kvalitet 1	12
Sekunda	11	Kvalitet 2	8
Emba	8		
Utlegg	5	Utlegg	6

For tverrkrok så hadde ingen av stakkene ‘ubetydelig’ krok, noe som betydde at de etter toleransetabellen gikk som utlegg i 2015 reglementet. Bedømt etter det nye reglementet, så holdt seks av stakkene kravet til kvalitet 2, da det var mulig å føre en toppsyylinder igjennom, mens fire fortsatt gikk som utlegg (tabell 4)

Tabell 4. Fordelingen på kvalitet av stokkmålingen etter begge reglementet for tverrkrok.

Målereglement 2015		Nytt målereglement	
Klasse	Antall	Klasse	Antall
Prima	0	Kvalitet 1	0
Sekunda	0	Kvalitet 2	6
Emba	0		
Utlegg	10	Utlegg	4

For fem av rotkrok stakkene gikk det an å føre en toppsyylinder igjennom, og stakkene holdt derfor kravet til sekunda etter 2015 reglementet. Tre stokker holdt kravet til emba etter diameter avdrag på mellom 1 til 3 centimeter. En stakk holdt ikke kravet, selv med korting. Bedømt etter



det alternative reglementet, så holdt alle bortsett fra en stokk, kravet for «annen type krok» til kvalitet 1 og 2 (tabell 5)..

Tabell 5. Fordelingen av den stokkmålingen mellom de to reglementene for rotkrok.

Målereglement 2015		Nytt målereglement	
Klasse	Antall	Klasse	Antall
Prima	0	Kvalitet 1	9
Sekunda	5	Kvalitet 2	0
Emba	3		
Utlegg	1	Utlegg	1

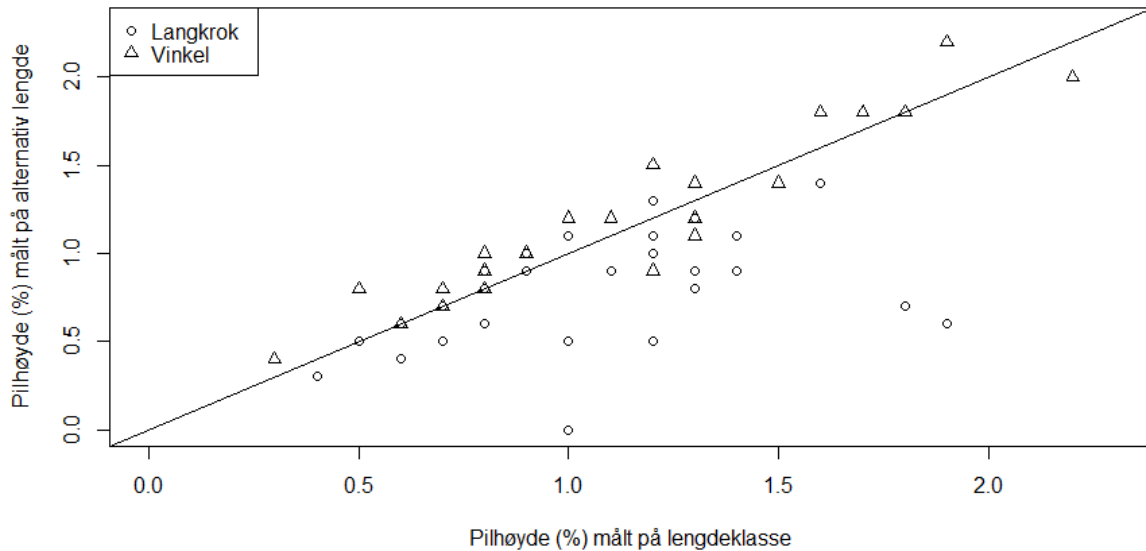
### 3.3 Forskjell mellom stokkmålt og automatmålt pilhøyde

Det var ikke en statistisk signifikant forskjell mellom manuelt målt pilhøyde på lengdeklasse og automatisk målt pilhøyde for alle stokker ( $p = 0,37$ ) (tabell 6). Det var en signifikant forskjell for pilhøyde på langkrok mellom stokkmålt pilhøyde og automatmålt pilhøyde ( $p = 0,03$ ). For alternativ pilhøyde lengde var det heller ikke en signifikant forskjell for lang- og vinkelkrok hver for seg, og lang- og vinkelkrok samlet.

Tabell 6. Presentasjon av parett-test mellom stokkmålte og automatmålte pilhøyder for ulike utvalg av kroktyper. Av stokkmålte pilhøyder er pilhøyder basert på lengdeklasser, og pilhøyder basert på alternativ lengde (Alt.) presentert i hver sine utvalg.  $n$  er antall

Utvalg	n	stokkmålt Gj. (max)	Automatmålt Gj. (max)	p - verdi
Alle kroktyper	79	1,0 (2,2)	0,9 (1,9)	0,37
Langkrok	33	1,0 (1,9)	0,9 (1,4)	0,03
Vinkelkrok	26	1,1 (2,2)	1,1 (1,9)	0,95
Langkrok & vinkelkrok	59	1,0 (2,2)	1,0 (1,9)	0,18
Rotkrok	10	0,6 (1,2)	0,6 (0,8)	0,70
Tverrkrok	10	0,6 (1,5)	0,8 (1,3)	0,44
Alt. Langkrok	33	0,8 (1,4)	0,9 (1,4)	0,36
Alt. Vinkelkrok	33	1,2 (2,2)	1,1 (1,9)	0,49
Alt. Langkrok & Vinkelkrok	59	1,0 (2,2)	1,0 (1,9)	0,98

Når lengdeklasse plottes mot alternativ lengde, kan man tydelig se tre uteliggere, tre stokker som har en betydelig lavere pilhøyde ved alternativ lengde (figur 13).



Figur 13. Pilhøyde målt på lengdeklasse plottet mot pilhøyde målt på alternativ lengde.

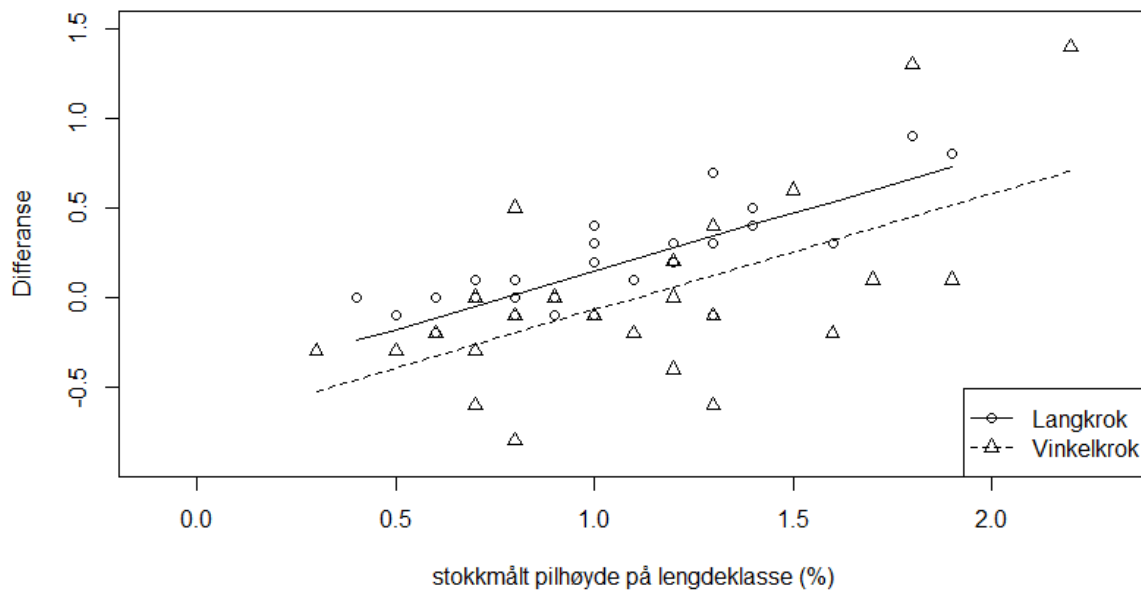
Når de tre langkrok uteliggerne, som identifisert i figur 13, er fjernet, er det ikke lenger en statistisk signifikant forskjell mellom stokkmålt pilhøyde på lengdeklasse og automatmålt pilhøyde (tabell 7).

Tabell 7. Tilsvarende tabell som tabell x. Her er alle utvalg med langkrok presentert, hvor tre stokker med langkrok er fjernet. Se tabelltekst for tabell 6 for nærmere forklaring.

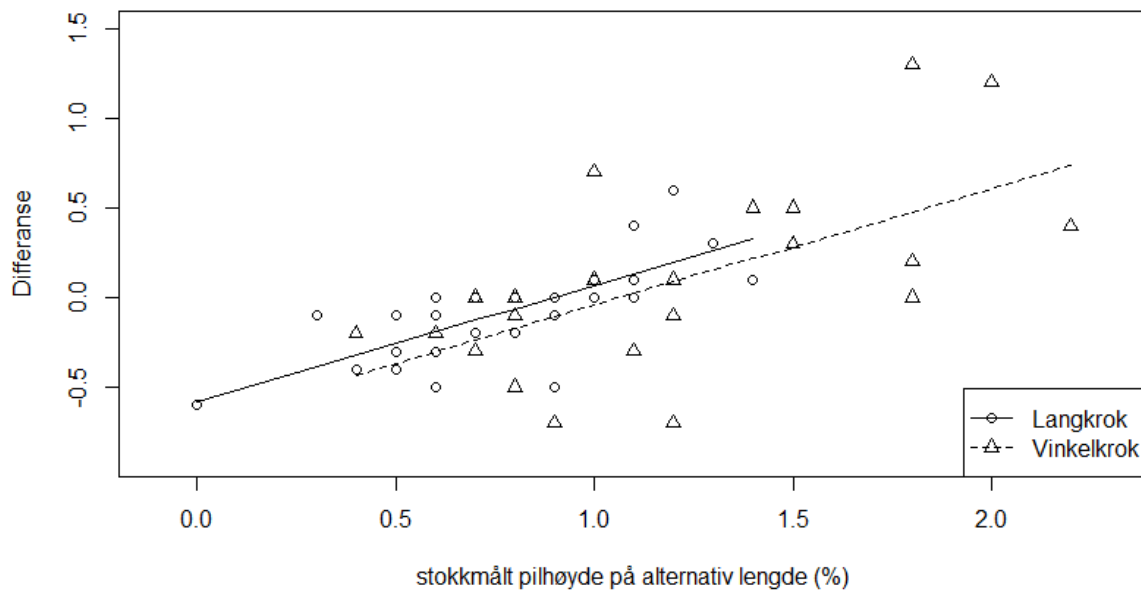
Utvalg	n	Stokkmålt Gj. (max)	Automatmålt Gj. (max)	p - verdi
Alle	76	0,9 (2.2)	0,9 (1.9)	0,61
Lang	30	1,0 (1.6)	0,9 (1.4)	0,14
Lang & vinkel	56	1,0 (2.2)	1,0 (1.9)	0,39
Alt. Lang	30	0,8 (1.4)	0,9 (1.4)	0,70
Alt. Lang & Vinkel	56	1,0 (2.2)	1,0 (1.9)	0,73

### 3.4 Differansen mellom stokkmålt og automatmålt pilhøyde

Differansen mellom stokkmålt og automatmålt pilhøyde, når automatmålt pilhøyde trekkes fra stokkmålt verdi, viser en klar tendens til å bli større ved høyere stokkmålt pilhøyde, både når pilhøyde er målt på lengdeklasse og ved alternativ lengde (figur 14 og figur 15). Pilhøyde som forklaringsvariabel ga en signifikant forklaring i regresjonsmodellene, med differansen som respons (tabell 8). Vinkelkrok gir en lavere differanse enn langkrok. Kroktype hadde en signifikant betydning ved lengdeklasse, men ikke ved alternativ lengde.



Figur 14. Stokkmålt pilhøyde på lengdeklasse på x-aksen plottet mot differansen mellom stokkmålt pilhøyde og automatmålt pilhøyde på y-aksen. Regresjonslinjer for lang- og vinkelkrok er tegnet inn.



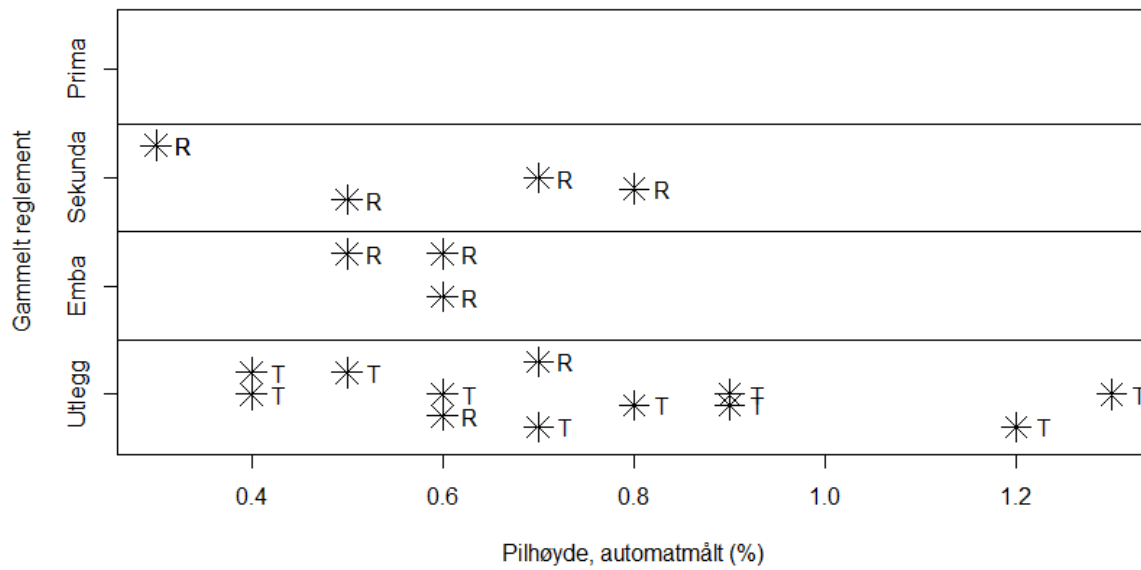
Figur 15. Stokkmålt pilhøyde på lengdeklasse fratrukket 50cm lengde i rotenden på x-aksen plottet mot differansen mellom stokkmålt alternativ pilhøyde og automatmålt pilhøyde på y-aksen. Regresjonslinjer for lang- og vinkelkrok er tegnet inn

Tabell 8. Regresjonsmodell, basert på "lengdeklasse" og "alternativ lengde", hvor differansen (y) er forsøkt forklart med modellformen  $=\beta_0+\beta_1 x+\beta_2 z$ , hvor x er stokkmålt pilhøyde og z er kroktype.

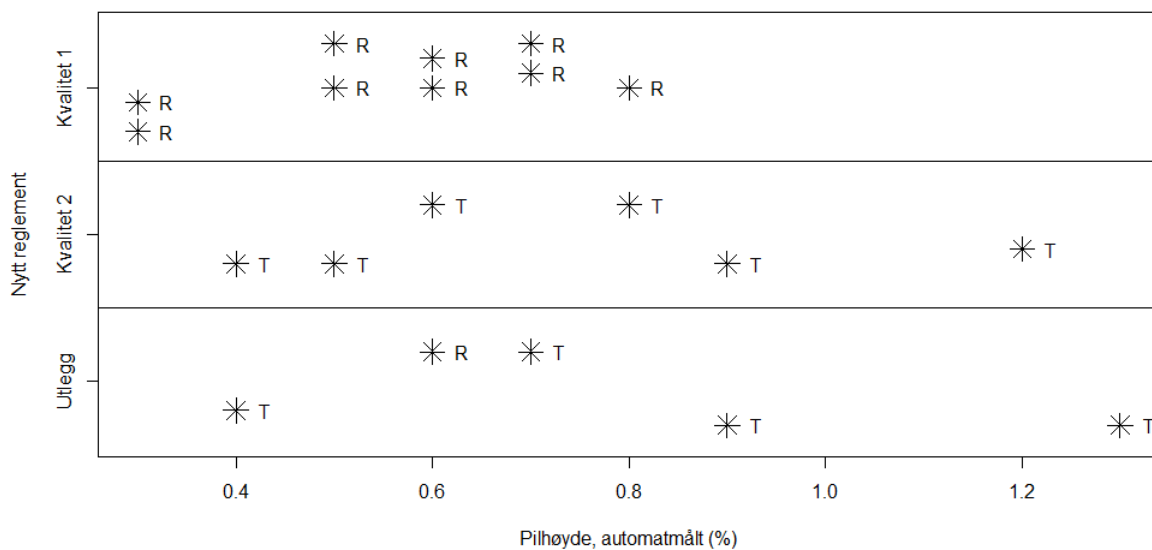
Modellform Parameter:	«lengdeklasse»	«alternativ lengde»
$\beta_0$ (p-verdi)	-0,50 (<0,05)	-0,58 (<0,05)
$\beta_1$ (p-verdi)	0,65 (<0,05)	0,65 (<0,05)
$\beta_2$ (p-verdi)	-0,22 (<0,05)	-0,11 (0,21)
R <sup>2</sup>	0,46	0,44

### 3.5 Kvalitetsklasser for tverr- og rotkrok opp mot automatmålt pilhøyde

Når vi ser på tverr- og rotkrok spesielt, så er det en betydelig forskjell mellom nytt og gammelt reglement (figur 16 og 17). Det virker ikke å være sammenheng mellom stokkmålt utfall (toppsylinder), og automatmålt pilhøyde, ved at noen stokker med lav pilhøyde går som utlegg, mens stokker med høyere pilhøyde, kan tilfredsstillte kravene.



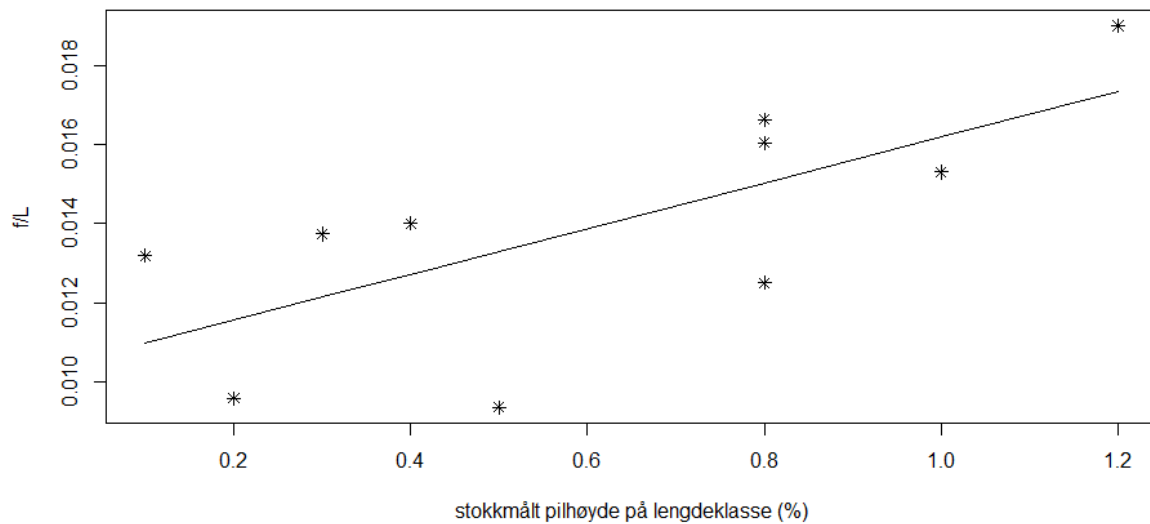
Figur 16. Plottet viser den automatisk målte pilhøyden på rot- og tverrkrok på x-aksen, og kvalitetsutfall etter det gamle reglementet på y-aksen.



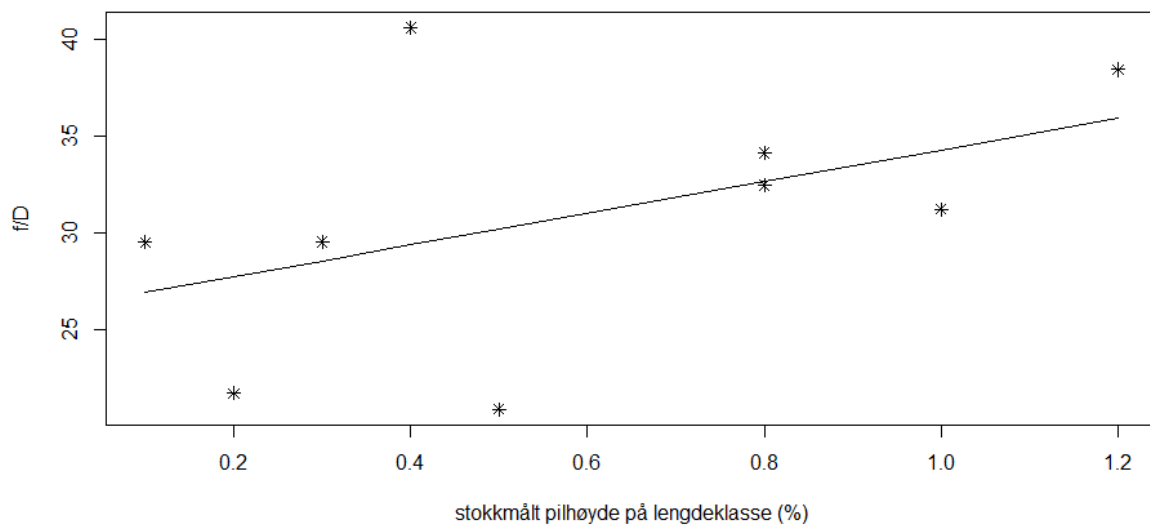
Figur 17. Plottet viser den automatisk målte pilhøyden på rot- og tverrkrok på x-aksen, og kvalitetsutfall etter det gamle reglementet på y-aksen.

### 3.6 Senterlinjemålt pilhøyde mot utvendingmålt pilhøyde

For rotkrok stokkene var det en mindre sammenheng mellom  $f/D$  og pilhøyde lengdeklasse, enn mellom  $f/L$  og pilhøyde lengdeklasse. Dette er synlig når det visualiseres i figur 18 og 19.



Figur 18. Plottet viser de ISO godkjente metodene for måling av pilhøyde. Pilhøyde målt fra senterlinje delt på lengdeklasse i prosent på x-aksen, og pilhøyde målt fra stokkens konkave side inn til stammen delt på centimeterlengde i prosent.



Figur 19. Plottet viser de ISO godkjente metodene for måling av pilhøyde. Pilhøyde målt fra senterlinje delt på lengdeklasse på x-aksen, og pilhøyde målt på stokkens konkave side inn til stammen delt på stokkens diameter i centimeter på y-aksen.

Regresjonsmodeller for å forklare surface measure (f/L og f/D) viser at pilhøyde har en statistisk signifikant betydning for f/L, men ikke f/D (tabell 9).

Tabell 9. Regresjonsmodeller for hhv.  $f/L$  og  $f/D$  blir forsøkt forklart med pilhøyde.  $\beta_1$  er parametereistmatet for pilhøyde, og estimatets  $p$ -verdi er presentert i parentes.

Parameter	$f/L$	$f/D$
$\beta_0$ ( $p$ -verdi)	0,01 (<0,05)	26,13 (<0,05)
$\beta_1$ ( $p$ -verdi)	0,006 (<0,05)	8,20 (0,17)
$R^2$	0,49	0,23

## 4 Diskusjon

I dette studiet har jeg sett på frekvensen av ulike typer krok på furu sagtømmer definert i norsk virkesmåling sitt målereglement Furustokker med krok av typen lang, vinkel, tverr og rotkrok, har blitt stokkmålt og vurdert etter det gamle og det nye tømmermålingsreglement for sagtømmer. Det har blitt forsøkt å finne ut om det er en forskjell mellom stokkmålt, og automatmålt pilhøyde. I tillegg har stokker som etter NVM sine reglement måles med toppsylinder, blitt vurdert med automatmålt pilhøyde for å vurdere resultatet av automatmåling på kroktyper som ikke måles med tradisjonell pilhøyde.

Det har også blitt forsøkt å finne en sammenheng mellom de to ISO godkjente metodene for måling av krok, senterlinjemålt pilhøyde og utvendigmålt pilhøyde, på rotkrok.

### 4.1 Resultater

#### 4.1.1 Frekvens

Resultatet av frekvensstudiet antyder at det er en forskjell i forekomsten av de ulike kroktypene blant tømmeret som kommer til sorteringsanlegget. Selv om frekvensstudiet er basert på raske, subjektive vurderinger, så antyder fortsatt resultatet at de ulike kroktypene forekommer i ulike mengde.

Langkrok hadde den høyeste forekomsten, med 7,5%, mens dobbeltsleng var den mest sjeldne kroktypen med 0,5% (tabell 1). Årsaken til fordelingen av kroktypene som kom fram i studiet er todelt; Først så er det naturlig å anta at de forskjellige kroktypene definert i målereglementet, forekommer i ulike grad ute i skogen. De ulike trærne vil være preget av deres individuelle historie, og lokale faktorer. Trærne er også genetisk disponert til å arve ulike egenskaper og dette innbefatter også deres stammeretthet (Nagoda, 1992). Det andre er apteringen utført av skogsmaskinførerne. Erfaring og kompetanse hos skogsmaskinfører kan også være en årsak til at enkelte lass har en høyere andel krok.

Frekvensstudiet viste at det var betydelig forskjell mellom lassene, både i antall stokker med krok, men også fordeling av kroktypene. Lasset med mest krok, hadde 101 av 266 stokker med krok, hvorav 66 stokker hadde langkrok, og 28 stokker hadde slengkrok. Med et gjennomsnitt på 238 stokker per lass med furu sagtømmer, så var det i gjennomsnitt rett over 35 stokker per lass som hadde en form for krok av varierende type og grad (Vedlegg 3).

Studiet ga også noe innsikt i fordelingen av de ulike kroktypene mellom rot, og midt/topp stokk. Resultatet tyder på at det oftere er krok i rotstokker, enn i de øvrige stökkene (tabell 1). Unntaket



er for tverrickrok, der 49 av 66 stokker var i midt/topp stokk. Også for vinkelkrok var det flere stokker av midt/topp stokker som hadde kroktypen, riktignok noe mindre forskjell med 18 av 35 stokker (vedlegg 3). Med mer enn dobbelt så mange rotstokker med krok enn midt/topp-stokker, tyder det på at årsaken til at trærne danner krok, enten er gitt fra starten av, eller skjer i de tidligere faser av omløpet.

#### 4.1.2 utfall av målereglement

Det viste seg å være forskjellig utbytte etter som hvilke målereglement stokkene ble vurdert etter. Utifra måleresultatet, så vil bruk av det nye reglementet resultere i flere stokker i høyere kvalitetsklasser. Dette skjer for alle målte kroktyper, noe som er i tråd med forventingene til det nye målereglementet. Målt etter det nye reglementet ser man en større andel av stokkene i de høyere kvalitetsklasser.

I 2015 reglementet så vil stokker med en pilhøyde inntil 1,5% inngå i den laveste kvalitetsklassen, emba, mens i det nye så er den øvre grensen for kvalitet 2, den laveste kvalitetsklassen, satt til 1,3%. Dette betyr at selv om det nye reglementet generelt får mer stokker inn i de høyere kvalitetsklasser, så vil det også resultere i mer utlegg for langkrok og vinkelkrok. Den totale andelen stokker med krok som aksepteres går for disse kroktypene ned, men av det som er innenfor den nye øvre grensen, så vil ikke krok være det som begrenser det med tanke på kvalitetsklasse.

Forskjellen i målt pilhøyde mellom lengdeklasse og automatmålt, betyr i teorien at hvis det ikke er satt et eget internt krav til pilhøyde i måleramma, at en stokk med en gitt pilhøyde, kan få et ulikt utfall i kvalitetsklasse om den stokkmåles eller automatmåles.

#### 4.1.3 Måling av pilhøyde

Resultatene av t-testene viste at det var en signifikant forskjell mellom pilhøyde registrert ved stokkmåling og pilhøyde registrert av automaten for stokker med langkrok hvor stokkmåling var basert på lengdeklasse. Mulige årsaker til at langkrok skiller seg ut med en signifikant forskjell mellom målingene, skyldes skjønn. Stokker med krok kategoriseres etter den typen krok som er mest dominerende. Ved måling av pilhøyde på lang- og vinkelkrok, skal stokken legges til slik at man får målt den største pilhøyde verdien på stokken. På en tradisjonell vinkelkrok er det største avviket mellom den ideelle og den aktuelle senterlinjen, oftest tydelig i vinkelen. Det kan tenkes at det er enklere å legge til en vinkelkrok, enn en langkrok, for å identifisere den største pilhøyden. Med en langkrok stokk med lav pilhøyde, kan det være mer utfordrende å identifisere punktet på stokken hvor pilhøyden vil være størst.

Dette kan være med å forklare årsaken til forskjellen mellom stokkmåling og automatmåling er signifikant forskjellig fra 0 for langkrok og ikke vinkelkrok. I langkrokdatasettet kan det også sees noen uteliggere på statistikken, som vist i figur 13, hvor det er et par observasjoner som har et høyt avvik mellom stokkmålt pilhøyde på lengdeklasse, og stokkmålt pilhøyde på alternativ lengde. Dette tyder på at stokkene hadde hovedtyngden av sin krok i rotenden av stokken, og ved å fjerne 50cm av lengden, så resulterte dette i en lavere pilhøyde verdi. Med dette utslaget, så er dette trolig stokker som heller burde blitt vurdert som rotkrok. Det ble kjørt en ny t-test, hvor de tre verste uteliggerne i langkrok datamaterialet ble fjernet, og forskjellen mellom stokkmåling og automatmåling var ikke lengre signifikant forskjellig fra 0 ( $p=0,13$ ).

Selv om det ikke var en signifikant forskjell mellom stokkmåling og automatmåling, så var det tydelig i resultatene at differansen mellom stokkmåling og automatmåling ble større ved høyere stokkmålt pilhøyde (figur 14 og 15). Altså, differansen uttrykt ved å trekke automatmålt pilhøyde fra stokkmålt pilhøyde, økte ved høyere pilhøyde verdier. En regresjonsanalyse ble forsøkt for å forklare denne differansen, og det var tydelig at stokkmålt pilhøyde hadde en signifikant betydning på differansen (tabell 8). Et positivt parameterestimat her gir en høyere differanse ved økende stokkmålt pilhøyde, som også er tydelig i figurene (figur 14 og 15).

Ved alternativ lengde så var målet å måle en pilhøyde på en lengde som skulle være mer lik metoden som blir tatt i bruk i automatmålingsanlegget, men informasjonen om hvordan måleramma målte pilhøyde ble først fullt kjent etter datainnsamlingsperioden, og derfor ble ikke lengdene tilnærmet lik. Resultatet viser fortsatt at ved å bruke alternativ stokklengde å måle pilhøyde på, så blir forskjellen mellom stokkmåling og automatmåling mindre, enn ved bruk av lengdeklasse.

Forskjellen mellom stokkmålt pilhøyde og automatmålt pilhøyde var også uventet høy ved lavere pilhøydeverdier. Dette kan skyldes at automatmålingsanlegget har kjennskap til hele stokkens geometri, og kan i større grad måle pilhøyde presist i forhold til stokkmåling, der utøvelse av skjønn blir en begrensning. Det er vanskelig å få lagt til en stokk med veldig liten grad av krok, slik til at det blir mulig å måle kroken presist ved manuell stokkmåling.

Utøvelse av skjønn er en sentral del av tømmermåling. Stokkene er forskjellig, og ulike tømmermålere vil klassifisere og vurdere stokkene ulikt, både fra hverandre, og også den samme stokken hvis den skal vurderes igjen. Målingen av langkrok viser at skjønnsmessige vurderinger får betydning hvis man klassifiserer stokkers kroktype feil.

#### 4.1.4 Rotkrok og tverrkrok

Etter 2015 sagtømmerreglementet så var all forekomst av tverrkrok som ikke kunne bli beskrevet som ubetydelig krok, ikke tillatt i noen av kvalitetsklassene. Dette betyr at av utvalgsstørrelsen, så ble alle stokkene målt som tverrkrok klassifisert som utlegg. Vurdert etter det nye reglementet, så vil seks av stokkene holde kravet for kvalitet 2, da det var mulig å føre en toppsyylinder igjennom stokkene (figur 16 og 17). For tverrkrok så vil innføringen av det nye reglementet føre til at noe forekomst av tverrkrok, utover det som kunne bli beskrevet som ubetydelig krok, nå er tillatt. For rotkrok så vil en lettelse av kravene føre til en forskyving av stokker oppover i kvalitet.

Av de ti stokkene som ble målt som rotkrok, så holdt ni av de kravet til kvalitet 1. En stokk holdt ikke minimumskravene for sagtømmer etter noen av reglementene. Sammenligner man utfallet etter stokkmålinga som baserer seg på toppsyylinder, og automatmålinga som er basert på pilhøyde, så virker det ikke å være noe samsvar mellom utfallet bedømt etter toppsyylinder, og den automatmålte pilhøyden. Stokker som ikke tilfredsstillt kravene til toppsyylinder, kan fortsatt ha en pilhøyde som er innenfor kravene som stilles til lang- og vinkelkrok på 1,3%. I teorien betyr dette at stokker som måles på sorteringsanlegget, forutsatt at alle stokker uansett type, måles med pilhøyde, kan slippe igjennom i høyere kvalitetsklasser enn hvis de hadde blitt stokkmålt.

Med utvalgsstørrelsen på 10 stokker av typen rotkrok, betydde dette at datagrunnlaget ble lite for vurdering av endringen i avdragsmuligheter på denne type krok. Det eneste unntaket fra dette var en stokk, hvor ubegrenset forskyvning av toppsyinders rotende, førte til at det gikk an å føre en toppsyylinder igjennom. Etter det gamle reglementets emba klasse, er det mulig å foreta både lengde- og diameteravdrag, mens for den nest laveste kvalitetsklassen, sekunda, ikke var tillat med avdrag for å få en toppsyylinder igjennom. I det nye reglementet, hvor rotkrok går som *annen type* krok, er det tillat med avdrag i den høyeste kvalitet 1, men kun diameter avdrag. Dette betyr at stokker som før kun holdt kravet til emba, nå kan gå i kvalitet 1.

#### 4.1.5 Senterlinjemålt pilhøyde mot utvendig målt pilhøyde

Når vi studerte sammenhengen mellom senterlinjemålt og utvendig målt pilhøyde, er det tydelig at metoden som baserer seg på lengde ( $f/L$ ), og ikke diameter ( $f/D$ ), har en større sammenheng med senterlinjemålt pilhøyde (figur 18 og 19). Det er ikke helt uventet at det er en større sammenheng her, da både  $f/L$ , og senterlinjemålt pilhøyde er uttrykt ved å dele på en tilsvarende verdi i form av lengde. Dette er også synlig i regresjonsmodellene (tabell 9), hvor

parameterestimatet for senterlinjemålt pilhøyde er signifikant når den skal forklare f/L, men ikke når den skal forklare f/D.

#### 4.2 Evaluering av ulike målemetoder av krok

Selv med den lave utvalgsstørrelsen, så gir dette forståelse for skille mellom bruken av pilhøyde måling og toppsylinger. Valg av metode skiller seg i Norge i dag etter hvilken kroktype som er dominerende i stokken. Resultatet av sammenligningen av utfall i kvalitetsklasse for stokkmålt toppsylinger og automatmålt pilhøyde på kroktypene rot- og tverr, viser at pilhøydemåling på full lengde på disse kroktypene, ikke vil samsvare. Pilhøyde målt på hele stokkens lengde vil ikke sikkert gi verdier som samsvarer med evnen til å føre en toppsylinger igjennom stokken, noe som betyr at stokken ikke er skurbar. På stokker hvor kroken strekker seg i et plan, og over en større del av stokkens lengde, gir pilhøyde verdier målt over hele stokkens lengde, en verdi som sier mer om stokkens skurbarhet.

Sammenligner man med andre lands målemetoder, så ser man at de har metoder for måling av krok som dekker de ulike typer. I Tyskland og British Columbia i Canada, benyttes det pilhøydemåling for vurdering av krok ((ForstBW, 2016) og (FLNRORD, 2011)). Stokker seksjoneres og det måles krok på de individuelle seksjonene. På den andre siden, benytter det Svenske Biometria kun sylindrerbasert måling for vurdering av en stokks retthet (Biometria, 2019). Ved bruk av en sylindrerbasert vurdering, vil det ved muligheten for å føre en sylindrer igjennom, alltid bety at det ikke er stokkens retthet det skal stå på for skurbarheten.

#### 4.3 Det som gjøres i skogen

Kvalitetsutvelgelse gjøres også før tømmeret kommer til måleplassene. Mye beror seg på at de riktige valgene og kvalitetsutvelgelsen har blitt gjort før tømmeret måles. Grunnet furuas lyskrevende natur vil forband være viktig for utviklingen av stammeform, da furua vil kontinuerlig strekke seg i retningen hvor lystilgangen er høyest (Bjaanes et al., 1995). Trær som viser manglende kvalitet kan velges ut i ungskogpleien, der man kan sikre et godt forband for å fremme jamn kronevekst. Nye runder med seleksjon kan utføres under tynning, der man kan velge ut og hogge trær som man ikke vil ha inn i den siste vekstetappen. Beite og brekkskader forårsaket av elg (*Alces alces*), er også en utfordring for ungskogen til de har kommet seg ut av denne (Fremming et al., 2015).

Hogstmaskinføreren, og i mindre grad lassbærer føreren foretar hele tiden viktige valg for å best mulig møte kravene til industrien. Apteringsen av virke har stor betydning på tømmerets kvalitetsutnyttelse, og en erfaren sjåfør kan gjenkjenne virkesfeilene på stokkene de bearbeider og aptere deretter for å gi et best mulig utbytte av hvert enkelt tre. Ved å lumppe seksjoner av stammen som er betydelig krokete, så kan mye av stokkens verdi reddes. Rask og korrekt aptering har vært, og er et aktuelt tema. Det utvikles og testes nye verktøy og metoder som skal bidra til å assistere førerne med å foreta gode, kvalitative beslutninger som maksimerer verdiutnyttelsen. Blant annet verktøy som skal kunne bidra til å oppdage krok og andre feil ved å registrere stammeformen (Raatevaara et al., 2020).

#### 4.4 Fremtiden for måling av krok

Både metoden for vurdering, og aksepten av krok er forskjellig. En forskjell hvor Norge skiller seg ut, er det at det brukes to forskjellige metoder for vurdering av krok, alt ettersom om hvilken kroktype som er dominerende. Med en krok som strekker seg kun i et plan, og i en større del av stokkens lengde, så er varianter av pilhøyde en metode som lenge har vært brukt og er godt egnet. Problemet med denne metoden som er brukt i Norge, er det at pilhøyde verdien ikke vil fortelle like mye om alvorlighetsgraden av kroken hvis kroken hovedtyngde er konsentrert på en kortere del av stokkens lengde. Det er derfor mulig at dette er en viktig grunn for at toppsyliner brukes på de andre kroktypene, da pilhøyde verdien kanskje ikke vil være like treffende for å beskrive stokkens virkesegenskaper i disse tilfellene.

Ved stokkmåling virker det å skille mellom vurdering basert på pilhøyde og toppsyliner å fungere, da brukt på sine respektive kroktyper, gir et fornuftig resultat. Problemet oppstår ved automatmåling, da utfra informasjon oss kjent, det kun benyttes pilhøydemåling basert på en kortere lengde av stokken (11% av lengde inn fra rot, og 3% av lengden, min 10 cm inn fra topp). For kroktypene det benyttes pilhøydemåling på, vil lengden det måles pilhøyde på, være ulik mellom stokkmåling og automatmåling. Dette betyr at pilhøyde verdien vil være basert på ulik lengde, og i teorien at kvalitetsklassebedømmingen kan bli ulik mellom stokkmåling og automatmåling. Dette forutsatt at det ikke er satt et annet internt pilhøyde krav i 3D ramma sine vurderingsparametre.

Hvis man kun skal benytte pilhøydemåling for vurdering av krok, så bør man gjøre som andre land og institusjoner, hvor de deler opp stokkens krok i egne teoretiske seksjoner, og måler pilhøyde innenfor denne lengden. På stokker med flere seksjoner med krok, foretas det

pilhøydemålinger på hver av stokkens seksjoner med krok, som videre blir summert opp. Dette er også en slik metode som er beskrevet i den Europeiske standarden for måling av tømmer, EN-1309-3 og den internasjonale standarden ISO 19474.

Med et høyt antall laserpunkter målt rundt stokkens diameter for hvert centimeter segment av stokkens lengde, får man en meget bra gjenskaping av stokkens geometriske utforming. Dette gir mye informasjon om stokken, og mange muligheter for utvikling. Et tidligere studie har sett på muligheten for å ta i bruk 3D data av stokkers geometri for å utvikle algoritmer som skulle kunne skille mellom ulike kroktyper (Gjerdrum et al., 2001). Dette studiet viser at det er mulig å trekke en linje mellom senter i begge ende segmenter av en stokk, og ved bruk av 3D data, måle avviket til et segments faktiske senter. En tenkt mulighet for automatmåling av stokker, er å trekke en senterlinje mellom stokkens ender, og ut ifra en tenkt sylinder, sette et krav til radius verdi, som må oppfylles på alle diameter målepunkter, og for hvert segment.

#### 4.5 Metode

Noe som kom fram etter datainnsamlingens avslutning, var hvordan måleramma målte krok. Frem til det tidspunktet hadde vi gått utifra at anlegget målte krok på den østerrikske måten, ved å anse den som delen av en sirkel, og måler kroken fra midt på stokken. Etter nærmere konsultasjon med de teknisk ansvarlige, som tok kontakt med produsenten, ble det klart at den måler pilhøyde på norsk måte. Den eneste forskjellen er at den ikke måler av samme stokklengde. Dette skal ikke påvirke resultatet noe betydelig, heller så gjør det det lettere å sammenligne manuell og automatisk måling av pilhøyde. Det vil fortsatt være noe forskjell, da det for den manuelle målingen, så ble ikke lengden krokens pilhøyde måles innenfor bestemt ved hjelp av prosentandel inn fra hver ende, men den alternative lengden.

Det dukket opp uventede utfordringer for gjennomføringen av metodedelen. Originalt var planen at flere ulike målemetoder som det svenske utbytesförlust og den østerrikske metoden for krokmåling også skulle inkluderes. Alle kroktyper skulle også måles i et representativt antall. Dette for å kunne evaluere deres egnethet for måling av krok. Dessverre så viste det seg å være vanskelig å omstille anlegget til alternative målemetoder. Det var heller ikke mulig å få så mange opplysninger om stokken fra måleramma annet enn stokkens mest relevante mål, som lengde, topp- og rotdiameter, avsmalning og pilhøyde.

Langkrok og vinkelkrok ble målt hver for seg under manuell måling, men ble målt inn sammen når det gikk igjennom sorteringsanlegget på ny. Her var alle stokker inkludert, både målte og

ikke målte. Stokkene ble lagt slik at lappen med kontrollnummeret pekte mot hytta på anlegget, så det skulle være mulig å lese av nummeret. For at jeg skulle rekke å fotografere stokkopplysninger så måtte stokkene sendes gjennom anlegget en om gangen. De gangene det gikk flere stokker igjennom etter hverandre, så ble kun den siste stokkens informasjon vist. Anlegget var heller ikke beregnet på den hyppige start og stoppingen som var påkrevd for å sikre at det kun kom en stokk igjennom om gangen. Dette førte til at ved et par anledninger at mer enn en stokk gikk igjennom anlegget om gangen. Det har også vært en mulighet for at et par lapper har løsnet og falt av. Disse to årsakene i kombinasjon resulterte i tapet av stokkopplysninger fra måleramma for en langkrok stokk og tre vinkelkrok stokker.

Det ble en stans i datainnsamlingen i perioden slutten av februar, mars og starten av april. Dette ble skyldt at de ikke kunne ta imot meg på måleanlegget grunnet et forhøyet nivå av aktivitet. Det ble kjørt inn mye virke på senvinteren og tomte ble sprengt på kapasitet. De hadde ikke muligheten til å velge ut stokker, og de hadde heller ikke noe plass å legge de ut. Dette førte til en uvisshet om når det igjen ble mulig å sanke data. For å unngå dette, så burde jeg ha avtalt med virkesmålinga om alternative måleplasser jeg kunne besøkt hvis slike situasjoner skulle ha oppstått.

Etter den originale planen så skulle utvalgsstørrelsen av de seks kroktypene definert i de generelle bestemmelsene, vært på mellom 30 og 50 stokker per kroktype. Av krokene som subjektivt ble vurdert av tømmermålerne til å kunne klassifiseres som en bestemt kroktype, så foretok jeg en ny utvelgelse av stokkene etter at de hadde blitt lagt ut. Som et resultat av dette, så ble den endelige utvalgsstørrelsen mindre enn antall stokker som ble lagt ut som skulle være av den aktuelle kroktypen. Da tidsutfordringene ble klare, ble det valgt å ekskludere dobbeltsleng, da den antatte sjeldne forekomsten av kroktypen betydde at antallet stokker tilfredsstilte kriteriene for å kunne defineres som dobbeltsleng, var lav. Etter hvert ble også enkel slengkrok ekskludert, med samme begrunnelse. Dette fordi da det ble klart at tiden ble knappere enn planlagt, at den antatte sjeldnere forekomsten av kroktypen, ville føre til en for liten utvalgsstørrelse. Utvalgstørrelsen endte opp med å bli liten for både rotkrok og tverrkrok, med ti stokker av hver type respektivt. For rotkrok så var det gjentagende det at krokens hovedtyngde lå utenfor de 120 cm fra rotenden, eller det at de ikke ble vurdert til å være rotstokker. Utvalget av tverrkrok var lite til å starte med, og kroker som ble vurdert til å ha tverrkrok som sin hovedkrok av disse, ikke forekom ofte nok i den allokerte datainnsamlingsperioden. Tiden allokert til datainnsamling strakk ikke til, og sankingene av data ble avsluttet.

#### 4.6 Konklusjon

Studiet viser at de forskjellige kroktypene forekommer i ulik grad. Langkrok forekom oftest med 7,5%. Krok forekommer også oftere i rotstokken, enn i øvrige stokker. Dette skyldes trolig at årsakene som fører til krokdannelse, forekommer tidlig i omløpet.

Målingen etter det gamle og det nye sagtømmerreglementet viser at målet til det nye reglementet, som var å øke andelen sagtømmer, og få en større andel i de høyere kvalitetsklasser, delvis innfris. Stokkene målt i dette studiet oppnår i de fleste tilfeller høyere kvalitetsklasser målt etter det nye reglementet med et unntak; Endringen i kravet til pilhøyde for den dårligste kvalitetsklassen har gått ned fra 1,5% for det gamle reglementets emba klasse, til 1,3% for det nye sin laveste kvalitetsklasse, kvalitet 2. Dette avviket på 0,2 prosent poeng betyr at for kroktyper som vurderes etter pilhøyde, at det totale antall stokker som klassifiseres som skurbare, går ned.

Sammenligningen av stokkmålt- og automatmålt pilhøyde viser et samsvar. Forskjellen ble mindre da det ble benyttet en alternativ, kortere lengde. I teorien så får stokkene forskjellig utfall i kvalitetsklasse, hvis dette ikke kompenseres for. Forskjellen ble mindre da en alternativ stokklengdemålt pilhøyde ble benyttet.

Det viste seg å være en mild sammenheng mellom senterlinje- og utvendigmålt pilhøyde hvis begge de målte verdiene ble uttrykt ved å dele på stokkens lengde.



## 5 Referanser

- Biometria. (2019). *TILLÄMPNINGSSANVISNING till Mätninginstruktion för kvalitetsbestämning av sågtimmer av tall och gran*: Biometria. Tilgjengelig fra: [https://www.sdc.se/admin/PDF/pdffiler\\_VMUVMK/M%C3%A4tninginstruktioner/Till%C3%A4mpningsanvisning%20M%C3%A4tninginstr%20f%C3%A5gtimmer%202019-01-01%20Antagen%20rev.pdf](https://www.sdc.se/admin/PDF/pdffiler_VMUVMK/M%C3%A4tninginstruktioner/Till%C3%A4mpningsanvisning%20M%C3%A4tninginstr%20f%C3%A5gtimmer%202019-01-01%20Antagen%20rev.pdf) (lest 06.05.2021).
- Bjaanes, H., Holaker, T., Pedersen, T. & Øvergård, T. (1995). *Kvalitetsskogskjøtsel: Kontaktutvalgene for skogbruket i Hedmark og Oppland i 1995*. Tilgjengelig fra: <https://www.statsforvalteren.no/siteassets/fm-innlandet/000-annet/publikasjoner/fmhe-la-publikasjoner/kvalitetsskogskjotsel---forklaringer-og-kommentarer-til-brosjyren.pdf> (lest 27.06.2021).
- Bækkelund, P. (2021). *Økseter. Master Tverrkrok* (e-post til Tarald Økseter 14.04.2021).
- FLNRORD, M. o. (2011). *Scaling Manual*. Tilgjengelig fra: [https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/forestry/timber-pricing/harvest-billing/timber-scaling/scaling\\_2011\\_amend\\_4\\_master\\_b.pdf](https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/forestry/timber-pricing/harvest-billing/timber-scaling/scaling_2011_amend_4_master_b.pdf) (lest 18.06.2021).
- Fontanini, F. (2018). *Taper, sweep and ovality measures with Logeye at Moelven Våler* (e-post til Tarald Økseter).
- Forskrift for måling av skogsvirke. (1990). *Forskrift for måling av skogsvirke av 28. mai 1990 nr. 469*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/pro/#document/SFO/forskrift/1990-05-28-469> (lest 03.06.2021).
- ForstBW, L. (2016). *SORTIERMERKBLÄTTER (RVR)*
- FÜR STAMMHOLZ MIT ERKLÄRUNG*. Tilgjengelig fra: [https://www.forstbw.de/fileadmin/forstbw\\_infothek/forstbw\\_praxis/ForstBW\\_Sortiermerkblaetter\\_RVR\\_Langversion.pdf](https://www.forstbw.de/fileadmin/forstbw_infothek/forstbw_praxis/ForstBW_Sortiermerkblaetter_RVR_Langversion.pdf) (lest 18.06.2021).
- Fremming, O., R., Knudsen, M., F. & Storaas, T. (2015). *Elgbeiteskader på ungfuru: avstem förbehov og förproduksjon*. Ikkje berre ulv og bly - glimt frå forskninga på Evenstad. Tilgjengelig fra: <https://brage.inn.no/inn-xmlui/bitstream/handle/11250/278475/05-Elgbeiteskader%20pa%C2%A6%C3%A8%20ungfuru-%20%20avstem%20fo%C2%A6%C3%A9rbehov%20og%20fo%C2%A6%C3%A9rproduksjon.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (lest 27.06.2021).
- Gardiner, B., Barnet, J., Saranpää, P. & Gril, J. (2014). *The Biology of Reaction Wood*. Berlin: Springer. Tilgjengelig fra: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-642-10814-3.pdf> (lest 29.04.2021).
- Gjerdrum, P., Warensjö, M. & Nylinder, M. (2001). Classification of crook types for unbarked Norway spruce sawlogs by means of a 3D log scanner. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 59 (5): 374-379. doi: 10.1007/s001070100228.
- Glommens tømmermaaling 75 år*. (1984). Elverum: Glommens tømmermaaling.
- Hanstad, I. (2021). *Utleggsårsak og utleggsandel 2020* (e-post til Tarald Økseter 11.05.2021).
- Lov om måling av skogsvirke og skurlast (Opph). (1965). *Lov om måling av skogsvirke og skurlast (Opphevd) av 4. juni 1965 nr. 4* Landbruks- og matdepartementet. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/pro/NLO/lov/1965-06-04-4>.
- Moelven. (2018). *Norges første sagbruk med røntgensyn*. Tilgjengelig fra: <https://www.moelven.com/no/aktuelt-og-nyheter/nyhetsarkiv/2018/norges-forste-sagbruk-med-rontgensyn/> (lest 29.06.2021).
- Moelven. (u.å.). *Moelven Våler AS*. Tilgjengelig fra: <https://www.moelven.com/no/om-moelven/divisjon-timber/moelven-valer-as/>.
- Nagoda, L. (1992). *Feil og uregelmessigheter hos trevirke*. Ås: Norges landbrukshøgskole (lest 27.06.2021).

- Nersten, S. (1975). *Måling av skogsvirke*. Oslo: Universitetsforl.
- NVM. (2017a). *Automatmåling*. Tilgjengelig fra: <https://www.m3n.no/wp-content/uploads/2017/07/Automatm%C3%A5ling.pdf> (lest 23.06.2021).
- NVM. (2017b). *FMB-måling*. Tilgjengelig fra: <https://www.m3n.no/wp-content/uploads/2017/07/FMB-m%C3%A5ling.pdf> (lest 23.06.2021).
- NVM. (2017c). *Fotoweb*. Tilgjengelig fra: [https://www.m3n.no/wp-content/uploads/2017/11/Fotoweb\\_2017.pdf](https://www.m3n.no/wp-content/uploads/2017/11/Fotoweb_2017.pdf) (lest 23.06.2021).
- NVM. (u.å.). *Historie*. Tilgjengelig fra: <https://www.m3n.no/om-oss/historie/> (lest 05.06.2021).
- Okstad, T. (1975). *Måling av skogsvirke i perioden 1967/68-1973*. Ås: Norsk institutt for skogforskning. Tilgjengelig fra: [https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb\\_digibok\\_2012070305118](https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2012070305118). doi: oai:nb.bibsys.no:990503669474702202
- URN:NBN:no-nb\_digibok\_2012070305118.
- Opph. av skogforskrifter. (2000). *Forskrift om opphevelse av forskrifter under forvaltning av Skogavdelingen i Landbruksdepartementet av 29. desember 2000 nr. 1625*. Avd I 2000 Nr. 37: Landbruksdepartementet. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/pro/LTI/forskrift/2000-12-29-1625>.
- Orskaug, A. (1996). *Skogen*. Biri: Skogbrukets kursinstitutt.
- Ot.prp. nr. 40 (1928). *Om utferdigelse av en lov om tømmermåling*. Landbruksdepartementet. Oslo.
- Rstudio Team. (2021). *Rstudio desktop* (Versjon 1.4.1106). Programvare. Tilgjengelig fra: <http://www.rstudio.com/> (lest 29.06.2021).
- Raatevaara, A., Korpunen, H., Mäkinen, H. & Uusitalo, J. (2020). Log end face image and stem tapering indicate maximum bow height on Norway spruce bottom logs. *European Journal of Forest Research*, 139 (6): 1079-1090. doi: 10.1007/s10342-020-01309-0.
- Skamsar, K. (2019). *Det nye sagtømmerreglementet*. Tilgjengelig fra: <https://www.glommen-mjosen.no/om-oss/nyheter/det-nye-sagtømmerreglementet/> (lest 23.06.2021).
- Skaug, E. (u.å.). *Trevirkets oppbygging og egenskaper*. <http://www.trefokus.no/resources/filer/fokus-pa-tre/40-Trevirkets-oppbygging-og-egenskaper.pdf>. 40: Treteknisk & Trefokus.
- Skogbrukslova. (2005). *Lov om skogbruk (skogbrukslova) av 27. mai 2005 nr. 31*. I 2005 hefte 7: Landbruks- og matdepartementet. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/pro/NL/lov/2005-05-27-31>.
- Skogbruksloven. (1965). *Lov om skogbruk og skogvern av 21. mai 1965*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/pro/#document/NLO/lov/1965-05-21> (lest 03.06.2021).
- Stemsrud, F. (1971). *Trevirkets Kvalitet I*. Vollebekk: NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE
- INSTITUTT FOR TRETEKNOLOGI
- Timmel, T. E. (1986). *Compression Wood in Gymnosperms*. Berlin: Springer-Verlag.
- Tømmer og skurlast - Målemetoder - Del 3: Egenskaper og biologisk nedbryting*. (2018). Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=970152> (lest 10.05.2021).
- Vestheim, Ø. (1998). *Fløting gjennom århundrer*: Norsk skogbruksmuseum. Tilgjengelig fra: [https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb\\_digibok\\_2011030903049](https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2011030903049). doi: oai:nb.bibsys.no:999815940934702202
- URN:NBN:no-nb\_digibok\_2011030903049.

Aanerød, S., Runa. (2017). *Langsiktige økonomiske effekter av beiteskader (etter elg)*. Rapport fra Treteknisk 335146 - 1: Treteknisk. Tilgjengelig fra: <https://norskog.no/wp-content/uploads/sites/19/2018/05/Oppdragsrapport-335146-1-Langsiktige-%C3%B8konomiske-effekter-av-beiteskader-etter-elg.pdf> (lest 24.06.2021).

## 6 Vedlegg

### Vedlegg 1

Dette er Faksimile av toleransetabellen for sagtømmerreglementet fra 2015. Det er tilgjengelig fra [https://www.m3n.no/wp-content/uploads/2017/09/B1\\_Maalereglement\\_sagtømmer.pdf](https://www.m3n.no/wp-content/uploads/2017/09/B1_Maalereglement_sagtømmer.pdf)

Type feil	Toleransetabell			
	Spesial	Prima	Sekunda	Emba
Frisk kvist (LA)	Godtas ikke	2,5 – 4,0 cm	4,0 – 8,0 cm	Ubegrenset
Tørr kvist (LA)	Godtas ikke	Maks 7 stk 1,5 – 3,0 cm	Maks 8 stk 2,0 – 5,0 cm	Ubegrenset
Råtekvist (LA)	Godtas ikke	Maks 1 stk Inntil 1,5 cm	Maks 3 stk 1,5 – 4,0 cm	Ubegrenset inntil 4,0 cm
Kvistknøler > 5 mm (LA)	Godtas ikke	Godtas, teller som tørrkvist	Godtas, teller som tørrkvist	Godtas
Sum frisk, tørrkvist, kvistknøler og råtekvist innen nevnte grenser	0 stk	Maks 7 stk.	Maks 10 stk.	Ubegrenset (råtekvist inntil 4,0 cm)
Gankvist (LA)	Godtas ikke	Godtas ikke	Godtas 1 stk inntil 1,0 cm uten stammekrok	Godtas inntil 3,0 cm uten stammekrok
Årringbredde	Jevne og minst 20 stk i intervallet 2,0 – 8,0 cm fra marg i rotenden	Middel høyst 4 mm i toppenden 2,0 cm fra marg og ut. Største årring 6 mm.	Middel høyst 6 mm i toppenden 2,0 cm fra marg og ut. Største årring 10 mm.	Ubegrenset
Tennar (utenfor 3,0 cm fra marg)	Godtas ikke	Godtas i et areal tilsvarende 4 årringer i halve omkretsen	Godtas i et areal tilsvarende 10 årringer i halve omkretsen	Ubegrenset
Rotjarer (LA, DA)	Godtas inntil toppsynderen	Godtas inntil toppsynderen	Godtas inntil toppsynderen	Godtas inntil toppsynderen
Rotbein	Maks 10,0 cm over 20,0 cm	Maks 10,0 cm over 20,0 cm	Maks 10,0 cm over 20,0 cm	Maks 10,0 cm over 20,0 cm
Langkrok Vinkelkrok	Pilhøyde maks 0,5 % av lengden	Pilhøyde maks 0,5 % av lengden	Pilhøyde maks 1,0 % av lengden	Pilhøyde maks 1,5 % av lengden
Slengkrok	Godtas ikke	Godtas ikke	Godtas inntil toppsynderen (LA, DA)	Godtas inntil toppsynderen (LA, DA)
Dobbeltleng Rotkrok	Godtas ikke	Godtas ikke	Godtas inntil toppsynderen	Godtas inntil toppsynderen (LA, DA)
Tverrkrok	Godtas ikke	Godtas ikke	Godtas ikke	Godtas ikke

## Vedlegg 2

Dette er et faksimile av toleransetabellen for sagtømmerreglementet fra 2018 for gran, hentet fra undervisningsmateriell i emnet Skog210, ved NMBU. Det er tilsvarende kriterier for furu, bortsett fra en annen pilhøyde verdi for lang- og vinkelkrok på 1,3% i stedet for 1,5% som det er for gran.

Type feil	Toleransetabell	
	Kvalitet 1	Kvalitet 2
Gankvist (LA)	Godtas inntil 4,0 cm målt på langs	Godtas inntil 8,0 cm målt på langs
Langkrok Vinkelkrok	Pilhøyde maks 1,0 % av lengden	Pilhøyde maks 1,5 % av lengden
Tverrkrok	Ikke tillatt	Godtas inntil toppsyylinder
Annen krok og sleng (DA)	Godtas inntil toppsyylinderen	
Alle andre feil som kan påvirke toppsyylinder (LA eller DA)	Godtas inntil toppsyylinderen	
Overvokst føyre	Godtas ikke	Godtas
Åpen føyre i gran	Godtas ikke	Godtas inntil toppsyylinder, men kortes automatisk 3 cm i diameter
Råte	Godtas ikke	Flekker tillates i et samlet areal 40 cm <sup>2</sup> , men ikke i sentrum. Kortet 3 dm automatisk
Tømmerblått	Godtas ikke	
Tørrved/Tyri	Godtas i inntil 1 meters lengde på høyst halvparten av omkretsen	
Tennar	Godtas i areal tilsvarende 6 cm i halve omkretsen	
Skader av vedborende insekter. Dobbel marg Ring/kolvsprekk. Metall, stein, sot, brannskadd virke	Godtas ikke	
Rotbein	Maks 10,0 cm over 20,0 cm	
Kvisting	Godtas inntil 3 cm kvistddiam ved 5 cm kvistlengde	

### Vedlegg 3:

Resultat av frekvensstudiet, lass for lass:

Leveransens opphav	Elverum				
Total ant. Stokker i leveransen	297				
Volum	44.8				
		Kroktype	Rotstokk	Midt- /toppstokk	Sum
		Langkrok	30	3	33
		Vinkelkrok	1		1
		Slengkrok	1	1	2
		Dobbeltsleng	3		3
		Rotkrok	6		6
		Tverrkrok	5	3	8
		sum			53

Leveransens opphav	Åmot				
Total ant. Stokker i leveransen	239				
Volum	35.8				
		Kroktype	Rotstokk	Midt- /toppstokk	Sum
		Langkrok	17	1	18
		Vinkelkrok		6	6
		Slengkrok	7		7
		Dobbeltsleng		1	1
		Rotkrok	6		6
		Tverrkrok	2	3	5
		sum			43

Leveransens opphav	Nes				
Total ant. Stokker i leveransen	169				
Volum	41.8				
		Kroktype	Rotstokk	Midt- /toppstokk	Sum
		Langkrok	12	5	17
		Vinkelkrok			
		Slengkrok	3		3
		Dobbeltsleng	5	1	6
		Rotkrok	1		1
		Tverrkrok	2	6	8
		sum			35

Leveransens opphav	Løten				
Total ant. Stokker i leveransen	242				
Volum	41.9				
		Kroktype	Rotstokk	Midt- /toppstokk	Sum
		Langkrok	12	2	14
		Vinkelkrok	1		1

Slengkrok			
Dobbeltsleng	1	2	3
Rotkrok	3		3
Tverrkrok	3	5	8
sum			29

Leveransens opphav Nord Odal  
 Total ant. Stokker i leveransen 289  
 Volum 48.7

Kroktype	Rotstokk	Midt- /toppstokk	Sum
Langkrok	20		20
Vinkelkrok		2	2
Slengkrok	7	1	8
Dobbeltsleng	1		1
Rotkrok	3		3
Tverrkrok	2	3	5
sum			39

Leveransens opphav Elverum  
 Total ant. Stokker i leveransen 212  
 Volum 31.8

Kroktype	Rotstokk	Midt- /toppstokk	Sum
Langkrok	7	2	9
Vinkelkrok	1	4	5
Slengkrok	3	1	4
Dobbeltsleng			
Rotkrok	4		4
Tverrkrok		2	2
sum			24

Leveransens opphav Våler  
 Total ant. Stokker i leveransen 238  
 Volum 43.2

Kroktype	Rotstokk	Midt- /toppstokk	Sum
Langkrok	14	4	18
Vinkelkrok		1	1
Slengkrok		3	3
Dobbeltsleng			
Rotkrok	2		2
Tverrkrok	1	8	9
sum			33

Leveransens opphav Kongsvinger  
 Total ant. Stokker i leveransen 243  
 Volum 42.3

Kroktype	Rotstokk	Midt- /toppstokk	Sum
Langkrok	11	4	15

Vinkelkrok			
Slengkrok			
Dobbeltsleng	1	1	2
Rotkrok	6		6
Tverrkrok	1	8	9
sum			32

Leveransens opphav Stange  
Total ant. Stokker i leveransen 251  
Volum 42

Kroktype	Rotstokk	Midt- /toppstokk	Sum
Langkrok	16	2	18
Vinkelkrok	1		1
Slengkrok	17	4	21
Dobbeltsleng			
Rotkrok	5		5
Tverrkrok	1	7	8
sum			53

Leveransens opphav Våler  
Total ant. Stokker i leveransen 211  
Volum 40.9

Kroktype	Rotstokk	Midt- /toppstokk	Sum
Langkrok	7		7
Vinkelkrok			
Slengkrok			
Dobbeltsleng			
Rotkrok			
Tverrkrok			
sum			7

Leveransens opphav Elverum  
Total ant. Stokker i leveransen 165  
Volum 38.5

Kroktype	Rotstokk	Midt- /toppstokk	Sum
Langkrok	2	2	4
Vinkelkrok		1	1
Slengkrok		1	1
Dobbeltsleng			
Rotkrok	1		1
Tverrkrok		1	1
sum			8

Leveransens opphav Våler  
Total ant. Stokker i leveransen 239  
Volum 47.6

Kroktype	Rotstokk	Midt- /toppstokk	Sum
47			



Langkrok	4	1	5
Vinkelkrok	1	2	3
Slengkrok		2	2
Dobbeltsleng	1	1	2
Rotkrok	1		1
Tverrkrok		1	1
Sum			14

Leveransens opphav Elverum  
 Total ant. Stokker i leveransen 267  
 Volum 41.7

Kroktype	Rotstokk	Midt- /toppstokk	Sum
Langkrok	6	1	7
Vinkelkrok			
Slengkrok	2	1	3
Dobbeltsleng			
Rotkrok	2		2
Tverrkrok		1	1
sum			13

Leveransens opphav Nord Odal  
 Total ant. Stokker i leveransen 244  
 Volum 40.3

Kroktype	Rotstokk	Midt- /toppstokk	Sum
Langkrok	6	11	17
Vinkelkrok	2	2	8
Slengkrok	2	3	5
Dobbeltsleng		1	1
Rotkrok	5		5
Tverrkrok		1	1
sum			37

Leveransens opphav Kongsvinger  
 Total ant. Stokker i leveransen 266  
 Volum 43.7

Kroktype	Rotstokk	Midt- /toppstokk	Sum
Langkrok	50	16	66
Vinkelkrok	6		6
Slengkrok	14	14	28
Dobbeltsleng			0
Rotkrok	1		1
Tverrkrok			0
		sum	101



**Norges miljø- og biovitenskapelige universitet**  
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet  
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
Norway