



Datum

2017-11-13

Handläggare

Monika Strömgren

Noggrannare längdmätning av sågtimmer

Innehåll

1	SAMMANFATTNING	3
2	BAKGRUND.....	4
3	MATERIAL OCH METOD.....	4
4	BESKRIVNING AV DAGENS LÄNGDMÄTNING.....	5
4.1	AUTOMATISK LÄNGDMÄTNING.....	5
4.2	KONTROLL AV LÄNGDMÄTNING	7
5	FAKTORER SOM INVERKAR PÅ LÄNGDMÄTNINGENS NOGGRANNHET9	
5.1	TILLREDNING AV STOCKAR	9
5.2	KERATTBANAN.....	10
5.3	PULSGIVAREN.....	11
5.4	DAGLIG TILLSYN MED PROVKROPP	11
5.5	NOGGRANNHET I KONTROLLMÄTNINGEN	12
5.6	STANDARDAVVIKELSEN MINSKAR NÄR LÄNGDEN MÄTS I CM ISTÄLLET FÖR DM.....	12
6	NOGGRANNHET I DAGENS LÄNGDMÄTNING	13
6.1	DAGLIG TILLSYN	13
6.2	KONTROLLSTOCKAR.....	13
6.3	ÅRSTID OCH STOCKEGENSKAPER.....	13
6.4	SKILLNADER MELLAN MÄTPLATSER	14
7	NOGGRANNHETEN AV LÄNGDMÄTNING VID KONTROLLMÄTNING... 15	
7.1	SYSTEMATISKA AVVIKELSER.....	15
7.2	TILLFÄLLIGA FEL.....	16
7.3	KONSEKVENSER AV KONTROLLMÄTNINGEN OSÄKERHET	17
7.4	SNEDKAP, STOCKENS POSITION OCH MÅTTBANDETS UPPLÖSNING INVERKAR	17
8	HUR KAN LÄNGDMÄTNINGEN FÖRBÄTTRAS?	18
8.1	MED BEFINTLIG TEKNIK.....	18
8.2	MED NY TEKNIK	19
8.3	RUTINER VID DAGLIG TILLSYN	20
8.4	MÄTNING AV KONTROLLSTOCKAR	23
9	SLUTSATS OCH REKOMMENDATIONER.....	23
10	REFERENSER	25

1 Sammanfattning

Genom att förbättra längdmätningen kan råvaran utnyttjas effektivare. Den här rapporten syftar till att utreda förutsättningarna för en noggrannare längdmätning av sågtimmer. I rapporten beskrivs tekniken för längdmätning och vilka faktorer som påverkar noggrannheten för såväl den automatiska längdmätningen som dess kontroll. Dessutom undersöks noggrannheten i dagens längdmätning och ges förslag på hur längdmätningen kan förbättras.

Den automatiska längdmätningen av sågtimmer sker i princip med samma teknik vid alla svenska mätplatser. Detta görs med pulsgivare kopplade till kerattbanans vändhjul. För att få hög noggrannhet behöver stocken ligga still, vilket gör tekniken känslig för kerattbanans stabilitet. Det finns också möjlighet att förbättra längdmätningen genom att använda sig av flera fotoceller placerade i horisontell ledd. Eftersom det inte finns någon känd mätplats med en sådan variant skulle detta behövas testas i drift först.

Ett annat sätt att komma bort från problemen med instabila kerattbanor är att använda sig av teknik som inte påverkas av detta, exempelvis stereokamerateknik. Dessa tekniker visar på stora möjligheter, men de skulle behöva testas för att se om de kan hålla även i praktisk drift.

Utöver att förbättra befintlig teknik, optimera förutsättningar för längdmätningen på själva mätplatsen eller att testa ny teknik, finns även åtgärder som kan göras som påverkar längdmätningen generellt såsom förbättrade rutiner vid daglig tillsyn, införa någon typ av periodiska tester, att arbeta för att förbättra kontrollmätningen samt att införa längdmätning i millimeter av *kontrollstockar* och *provkroppar*. Genom att mäta längd i millimeter kommer de tillfälliga felen generellt minska vilket gör att eventuella problem i längdmätningen kan upptäckas tidigare.

Osäkerheten i kontrollmätningen verkar enligt denna rapport bidra till en mindre del av den totala osäkerheten i längdmätning. De systematiska avvikelser som upptäcktes vid vissa kommissionsövningar är ändå oroande. Här är det viktigt att bland annat i fortsatta kommissionsövningar arbeta för att minimera både dessa avvikelser, såväl som dess spridning.

2 Bakgrund

I dag sker den automatiska längdmätningen av sågtimmer med i princip samma teknik vid alla svenska mätplatser. En pulsgivare kopplad till kerattbanans vändhjul mäter hur långt banan hinner röra sig under den tid som stocken passerar förbi en eller flera fotoceller. Vid optimala förhållanden är längdmätningen noggrann, men ostabila och slitna kerattbanor kan inverka på hur hög noggrannhet som kan uppnås. Ett sätt att öka noggrannheten är att frikoppla mättekniken från anläggningens mekanik genom att använda en ny typ av teknik.

En noggrann längdmätning är en av förutsättningarna för en god volymstickning och att säljare och köpare får betalt eller betalar för det som verkligen levereras. En förbättrad längdmätning minskar dessutom risken för att en längdmodul tappas på grund av felmätning, vilket starkt påverkar en stocks värde. Genom att förbättra längdmätningen kan även råvaran utnyttjas effektivare. Skördarna i skogen kan tillreda stockar med kortare övermål och kan därmed sänka transportkostnader. Stockarna kan sorteras bättre och det blir mindre spill i sågverken. Vid sågtimmerkommitténs möte juni 2017 *bedömdes* att 1–4 kr skulle kunna sparas per m³fub om övermånen av stockens längd kan minskas med 1 cm. Eftersom det sågas 38 miljoner m³fub årligen skulle i så fall vinsten för en förbättrad längdmätning för branschen kunna ligga på 38–152 miljoner kronor.

Den här rapporten syftar till att utreda förutsättningarna för en noggrannare längdmätning av sågtimmer. Delmål med rapporten är att för den automatiska längdmätningen och dess kontroll beskriva ...

1. ...tekniken för längdmätning och vilka faktorer som påverkar noggrannheten.
2. ...noggrannheten i dagens längdmätning.
3. ...hur längdmätningen kan förbättras.

En långsiktig vision är att den ska bidra till en noggrannare längdmätning och därmed ett effektivare virkesutnyttjande.

3 Material och metod

Rapporten omfattar automatisk längdmätning på mätplatser med sågtimmer av tall och/eller gran. Grunden för beskrivning av längdmätning och vilka faktorer i mätplatsutrustningen som påverkar längdmätningen bygger på litteratursökning samt intervjuer av kontrollmätare, mättramstillverkare och mätplatsägare.

Beskrivning av noggrannheten av längdmätningen på mätplatser för sågtimmer har tidigare redogjorts för i separat rapport (Strömgren, 2016). Den bygger på analyser av kontrollstocksdata för ett år (2014-11-01-2015-10-31). I den rapporten har även inverkan och eventuella skillnader i noggrannhet mellan olika yttre faktorer (årstid, trädslag, stockens dimensioner etc) samt hur mätplatsens utrustning inverkar på noggrannheten undersökts. När det gäller mätplatsutrustningen baseras uppgifterna på förhållanden under oktober 2015. I den här rapporten ges en sammanfattning av resultat från den tidigare rapporten.

För att undersöka noggrannheten vid kontrollmätning gjordes analyser på fyra kommissionsövningar från de två senaste åren. Under en sådan övning mäter flera kontrollmätare längd på samma stock. Som komplement gjordes även en miniundersökning

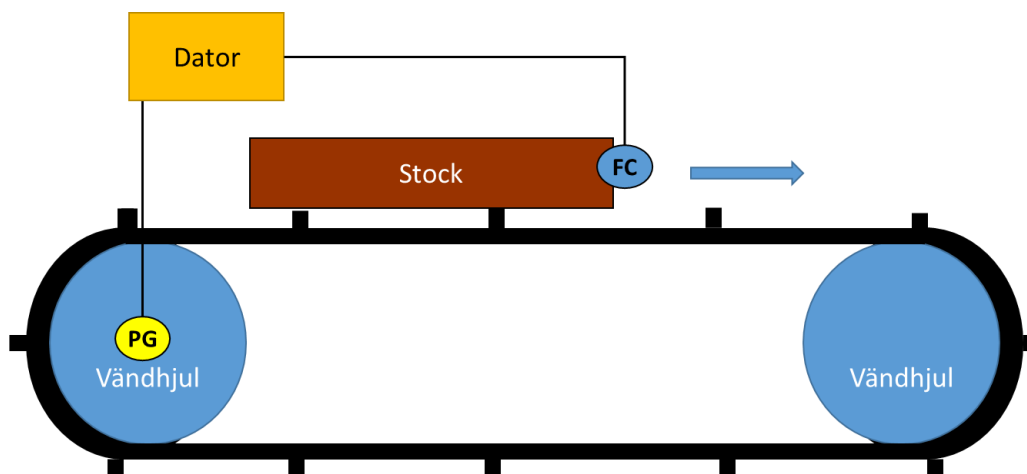
under våren 2017, där två kontrollmätare fick mäta längd på fyra positioner på stockarna. Miniundersökningen syftade till att undersöka hur stockens position samt en längdmätning i millimeter istället för centimeter inverkar på noggrannheten.

Längdmätning av sågtimmer har tidigare ofta avrundats nedåt till hela decimetrar. Sedan november 2015 anges däremot längden i centimeter vid kontrollmätning på alla mätplatser för sågtimmer som drivs av de tre virkesmätningsföreningarna. Effekten av en sådan förändring testades genom att använda sig av ett års kontrolldata från VMF Nord och VMF Syd, där längdmätningen i centimeter antingen användes direkt eller först avrundades nedåt till hel decimeter.

Vid daglig tillsyn av längdmätningen, körs en provkropp med en känd längd genom den automatiska längdmätningen. I dagens krav ska längdavvikelsen vara max ± 2 cm. För att få en bild över hur ofta längdavvikelsen är större än så och bedöma om kravet på längdmätning skulle kunna skärpas, lästes loggböcker över den dagliga tillsynen från ett antal mätplatser.

4 Beskrivning av dagens längdmätning

4.1 Automatisk längdmätning



Figur 1. Schematisk bild över automatisk längdmätning. FC=fotocell, PG=pulsgivare

Dagens automatiska längdmätning av stockar sker i princip med samma teknik oavsett vilken mätram är installerad vid mätplatsen (se schematisk bild, Figur 1). Vid mätram finns en eller flera fotoceller som är kopplade till en pulsgivare. En fotocell är en typ av sensor som använder ljus för att detektera ett objekt. En pulsgivare är ett optiskt instrument som kan mäta rörelser eller hastighet (Figur 2). Vid längdmätning av stockar sitter pulsgivaren fast på vändhjulets centrumaxel på den kerattbana som passerar mätrammen (Figur 3). För varje varv som hjulet snurrar alstras ett specifikt antal pulser. Ett varv innebär att kerattbanan har rört sig lika långt som vändhjulets omkrets och en pulsgivare med tusen pulser per varv kan därför ange stockens längd i en noggrannhet av en tusendel av vändhjulets omkrets. De flesta pulsgivare som används för längdmätning av stockar alstrar fler pulser än så, vilket gör att den optimala noggrannheten kan vara betydligt bättre än så.



Figur 2. Exempel på en typ av pulsgivare. Bilden är snodd från: www.electrona.se

enhet, men kan också vara i separata enheter. En fotocell kan bestå av en enda punkt, men kan också bestå av en hel uppsättning av sensorer (t ex ramar från Microtec). Används en hel uppsättning i vertikal ledd kan krav sättas att mätningen påbörjas när ett visst antal sensorer är skuggade. Det finns även alternativ där två eller flera fotoceller med en sensor inbyggd, placeras i vertikal led och längdmätningen påbörjas först när båda cellerna skuggade. Genom att använda flera fotoceller vertikalt minskar risken för att stocken missas, exempelvis för att stocken är för klen eller har en krök. Istället för fotoceller kan en del mätningar använda diametermätningen via laser för att bedöma stockens början och slut, men i övrigt är principen densamma. Då kan restriktioner läggas in så att eventuell fällkam eller ved som sticker ut från stockändan inte räknas in i stocklängden.

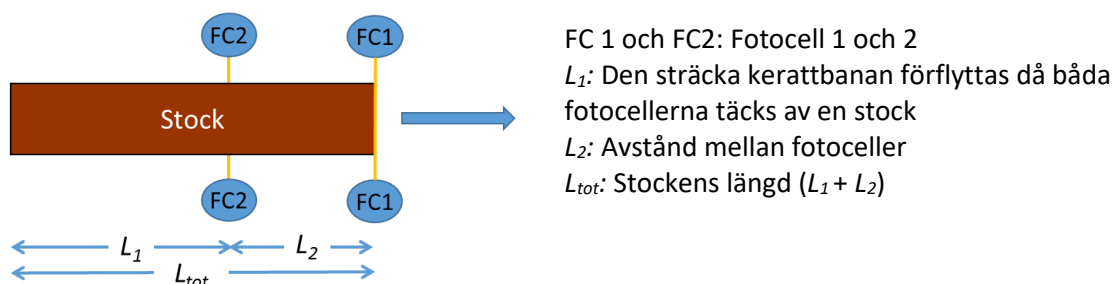
Vändhulets omkrets är vanligtvis någonstans mellan 110–180 cm (Björn Hansson, RemaSawco, muntligt). Om vi antar att pulsgivaren ger 2000 pulser per varv innebär det att upplösningen på längdmätningen blir 0,5–0,9 mm.

När stocken passerar en fotocell, skuggas ljuskällan. Antalet pulser som alstras under tiden fotocellen är beskuggad ger ett mått på hur långt stocken har rört sig och längden kan därför beräknas.

Det finns olika typer av fotoceller, som kan använda olika teknik och ljus (IR till laser). Den kan bestå av en mottagare och sändare i samma



Figur 3. Vid vändhulets axel har en pulsgivare anslutits som används för längdmätning, men även bestämning av hastigheten på kerattbanan. Pulsgivaren är placerad under den gula skyddskåpan. Foto: Monika Strömgren.



Figur 4. Schematisk bild över längdmätning med två fotoceller (FC 1 och FC2).

Vid längdmätning kan även två fotoceller placeras med ett fast avstånd till varandra i stockens längdled (VMR, 2000, Figur 4). Pulserna summeras när båda fotocellerna skuggas vilket gör att avståndet mellan fotocellerna behöver läggas till för att få en korrekt längd. Detta ger en snabbare mätning, vilket därmed skulle minska risken för felmätning som orsakas av att stocken glider på kerattbanan (VMR, 2000). Att använda sig av två fotoceller i längdled verkar däremot inte förekomma i praktiken.

4.2 Kontroll av längdmätning

Provkroppar

Vid daglig tillsyn och periodiska test av den automatiska längdmätningen ska två formstabila provkroppar med specifika längder användas. Provkropparna ska vara ca 310 cm och 480 cm långa, minst 10 cm höga och jämnkapade i båda ändarna (VMK, 2017). Längden ska anpassas så att den inte är jämnt delbar med omkretsen på kerattbanans vändhjul. Inom VMF Nord finns även krav att provkroppen ska ha "en hake eller annan anordning" som kan användas till att haka fast den framför en medbringare så att den ligger stabilt när den körs igenom mätramen (VMF Nord, 2016).

Provkropparna som används för kontroll av längdmätning är tillverkade av trä eller plast. De av trä består oftast av ett par hopsatta plankor (se Figur 5). De av plast är ofta tillverkade av avloppsrör (10 cm i diameter), eventuellt med något räfflat material utanpå för att minska risken att de glider på kerattbanan.



Figur 5. Provkroppar tillverkade av avloppsrör (övre) och trä (nedre).

Daglig tillsyn och periodisk kontroll med provkroppar

För att kontrollera att den automatiska längdmätningen fungerar väl ska en daglig tillsyn göras (VMK, 2017). Den görs genom att två formstabila provkroppar med specifika längder körs igenom mätutrustningen i låg banhastighet där avvikelserna inte bör överskrida ± 2 cm. Om avvikelserna vid någon av mätningarna hamnar mellan 2 till 4 cm, ska testet upprepas minst tio gånger, och om avvikelserna i något fall då hamnar inom detta intervall ska utrustningen omgående justeras. Är avvikelserna ännu större får utrustningen inte användas till ersättningsgrundande mätning förrän felet är åtgärdat. Förutom de regler för daglig tillsyn som angetts av VMK kan de olika virkesmätningssällskapen ha egna tillägg generellt eller för specifika mätplatser. Inom VMF Nord exempelvis, tillåts ingen ersättningsgrundande mätning om avvikelserna är mer än 20 mm. Att den verkligen överskrider 20 mm ska testas genom att köra minst 10 tester (VMF Nord, 2016).

Den dagliga tillsynen ska även kompletteras med en periodisk kontroll (VMK, 2017). Även den görs på samma provkroppar som den dagliga tillsynen, men provkropparna körs då igenom minst tio gånger per provkropp varav hälften ska utföras då banan stoppas när provkroppen är i mätningssläge.

Mätning av kontrollstockar

Utöver daglig tillsyn och periodisk kontroll används längdmätning av kontrollstockar som en ytterligare kontroll av den automatiska längdmätningen. Många påpekar att resultatet från kontrollstockarna är en viktig för att upptäcka eventuella problem i den automatiska längdmätningen och att de använder den information för att justera skalfaktorn för vad en puls motsvarar. Kontrollmätning av kontrollstockar utförs med hjälp av ett digitalt mätband (Digitech® Tape, Haglöf, Figur 6), som är fäst vid dataklaven. Det digitala mätbandet är gjort av en stålsvajer och har en noggrannhet på ± 5 mm då det är full utdraget på 7 meter (Haglöf, 2017). Mätbandet har en upplösning på ca 1 mm och längden avrundas till hela centimetrar. Före varje omgång av mätning av kontrollstockar kalibreras det digitala mätbandet mot ett klass 1-mätband vid 1000 och 5000 mm. Enligt kalibreringsinstruktion inom VMF Syd ska justering göras om avvikelserna är större än 3 mm, men i praktiken görs den när den överskrider en avvikelse på 1 mm (Jonas Skogen Ludvigsson, VMF Syd). Enligt instruktion i VMF Nords kvalitetshandbok ska åtgärder göras om avvikelserna är mer än 5 mm (VMF Nord, 2017). Då ska först kontrolleras att inställningarna för avståndet mellan måttbandets krok och den röda mätbrickan är korrekt. Sedan kan bandet kalibreras och eventuella inställningar justeras.

Stocklängden ska motsvara ”kortaste avståndet mellan stockens ändcentra” (SDC, 2017), vilket gör att hänsyn till att längden vid mantelytan kan vara kortare eller längre ska tas. Detta kan göras genom att bandet dras ut längre eller kortare, men också genom att stocken rullas så att effekten av ett snedkap minimeras.



Figur 6. Digitalt mätband för längdmätning från Haglöf (Digitech® Tape).

5 Faktorer som inverkar på längdmätningens noggrannhet

Med dagens teknik finns flera faktorer som behöver samverka för att uppnå en noggrann automatisk längdmätning. Stockarna behöver vara tillredda på ett bra sätt. Kerattbanan ska vara stabil och pulsgivaren rätt placerad. Det ska dessutom finnas en systematisk kontroll av mätutrustningen så att avvikelser i längdmätning kan upptäckas tidigt och justeras. Utöver detta behöver kontrollmätningen ha en hög noggrannhet. I detta avsnitt utvecklas hur dessa faktorer inverkar.

5.1 Tillredning av stockar

Eftersom längden med dagens teknik mäts från det att stocken börja täcka fotocellen/rna eller lasern och avslutas när hela stocken har passerat innebär det däremot att det alltid är stockens maximala längd som mäts. Om stocken är kapad rakt motsvarar detta troligen kortaste avståndet mellan stockens ändcentra, dvs den längd som uppfyller definitionen av stocklängd enligt SDC (2017). Om kapsnittet däremot är snett eller om en fällkam sticker ut

kommer längden att överskattas. Hur mycket överskattning det blir påverkas av stockens rotationsläge. Även stocks avsmalning och eventuell krök inverkar på hur vertikalt stockens kapsnitt blir mot kerattbanan. För att uppnå en noggrann längdmätning är därför rena, vertikala kapsnitt en förutsättning.

I genomsnitt överskattades den verkliga längden på sågtimmerstockar med 0,5 cm under 2015 (Strömgren, 2016). Överskattningen var större för grova stockar, vilket kunde ha att göra med att snedkap får en större inverkan på en grov stock. Om två eller flera fotoceller placeras i vertikal ledd eller om en fotocell med en stor uppsättning sensorer används kan effekten på längdmätningen av ett snedkap minska.

5.2 Kerattbanan

En stabil kerattbana är en förutsättning för en noggrann och pålitlig längdmätning. Om banan inte är stabil kommer stocken inte ligga still, vilket gör att den kan glida utmed banan och därmed skattas till att vara både kortare eller längre. Dessutom kan ojämnheter i banan påverka hur ”djupt” banan ligger i vändhjulet, vilket leder till att en puls i pulsgivaren inte motsvarar en konstant längd. Stabiliteten på banan påverkas av banans ålder och fundamentet den har byggts på och hastigheten den körs i, men även av reparationer som utförs. Eftersom kerattbanan är en dyr investering så lagas den i största möjliga utsträckning när delar slits eller går sönder. Detta leder till att den blir mer och mer instabil med tiden och att pulserna inte motsvarar en konstant längd. Det som kan ge en direkt förbättring på längdnoggrannheten är att sänka den hastighet som banan körs i, detta är i de flesta fall inte något realistiskt alternativ eftersom produktiviteten samtidigt minskar.

När reparationer av kerattbanan utförs kan längdmätningen påverkas eftersom bandets längd kan ha förändrats något. ”Bandet” kan sitta olika ”hårt” på vändhjulet, vilket gör att mätutrustningen alltid ska testas efter en reparation och justeras vid behov. Om en del av bandet har bytts ut kan detta innebära att omkretsen som ju inkluderar såväl vändhjulet som bandet kan variera över tid beroende på vilken del av banan som finns vid vändhjulet. Längdmätningen kan fortfarande ställas in, så att den systematiska avvikelserna mellan automatisk mätning och kontrollmätning minimeras, däremot kommer en sådan bana leda till att de tillfälliga felen i avvikelser kommer att öka.

En anledning till att längdmätningen behöver justeras är att hela utrustningen i kerattbana och vändhjul slits. Detta innebär att vändhjulets omkrets minskar något över tiden

Skakningarna i kerattbanan uppkommer bland annat då stockarna landar på kerattbanan. Övergången mellan kerattbanor, där medbringarna går ner, kan även ge upphov till skakningar. För längdmätningens noggrannhet är det också viktigt att stocken hinner bli stilla efter att ha landat på den kerattbana som går igenom mätramen. Avståndet mellan landningsplats tills att stocken kommer in i mätramen bör därför vara tillräckligt långt. Hur stilla den sedan håller sig påverkas även av om skakningar uppstår när andra stockar landar på kerattbanan. När det gäller kerattbanans egenskaper bör därför banan, vändhjul och medbringare vara i gott skick. Banan bör vara så kort som möjligt, men tillräckligt lång så att stocken hinner bli stilla innan det kommer in i mätområdet. Medbringarna bör dessutom vara tillräckligt ”vassa” så att stocken inte glider i längdled.

5.3 Pulsgivaren

En annan viktig förutsättning för en exakt längdmätning är att pulsgivaren ska vara rätt installerad på vändhulets axel. Den ska vara placerad precis mitt på axeln, om den sitter något snett kommer längdmätningen bli ojämnare (vändhulet uppfattas ovalt av pulsgivaren). Även fotocellen eller fotocellernas placering är av betydelse. De(n) ska vara placerade vinkelrätt mot stockens transportriktning och på rätt höjd(er) så att ljuset bryts när stockar av olika dimensioner passerar. En anledning att ha flera fotoceller i höjddled är att bättre kunna täcka in stockar av olika dimensioner eller med viss krokighet.

5.4 Daglig tillsyn med provkropp

För att bibehålla en god längdmätning är det också viktigt att systematiska kontroller av utrustningen genomförs, så att avvikelser i längdmätning kan upptäckas tidigt och justeras. Här är det också viktigt att antingen ha en stabil provkropp, vars längd inte påverkas av förändringar i temperatur och luftfuktighet eller att provkroppens längd mäts om när omgivningsförhållanden ändras. Provkroppar är ofta tillverkade av plast eller av trä. När det gäller plast används generellt avloppsrör, vilka kan expandera 0,06–0,16 mm/m °C, beroende på vilken typ av plast den är tillverkad av. Detta innebär att en 4,7 meters provkropp, som är den rekommenderade längden på den långa provkroppen, blir 3–7,5 mm längre vid en 10°C temperaturökning. Detta är en ganska vanlig temperaturändring över ett dygn eller från en dag till en annan om provkroppen förvaras utomhus. Över ett år kan temperaturskillnaderna vara mer än 50 °C, vilket innebär att plastprovkroppar med lägst längdutvidgningskoefficient kan variera med mer än 15 mm och de med högst kan variera med mer än 37 mm. För de flesta typer av avloppsrör finns information om längdutvidgning tillgänglig på Internet (t ex rör från Uponor, Nordic pipe).

Provkroppar i trä är inte lika känsliga för temperaturändring. Med en utvidgningskoefficient på 0,005 mm/m °C i längdriktning (SS-EN 1991-1-5) innebär samma temperaturförändring som ovan en längdändring på 0,2 mm på en 4,7 m träprovkropp. Trä är däremot känsligt för variationer i fuktkvot, men det gäller framförallt i radiell riktning. Krympningen i längdled av trä under fibermättnad är bara 0,012 % och 0,016 % för gran respektive tall per %-enhet minskning i fuktkvot (Svenskt Trä, 2017, jfr Nylinder & Fryk 2013). Träets fuktkvot varierar med den relativa luftfuktigheten och får därmed en årstidsvariation där det är torrare på vintern. Den naturliga årsvariationen i relativ luftfuktighet både inomhus och utomhus innebär att fuktkvoten kan variera med 8 %-enheter (Svenskt Trä, 2017). För en 4,7 meters bräda motsvarar en sådan ändring en längdvariation på 4,5–6,0 mm. Längdrörelserna är däremot en relativt långsam process jämfört med temperaturändringar på plaströr som är nästintill omedelbar. Träprovkroppars längdrörelse är alltså liten när det gäller förändringar i temperatur, men större när det gäller ändringar i fuktkvot. Längdändringen över året är dock mindre än de rörelser som finns för plastprovkroppar.

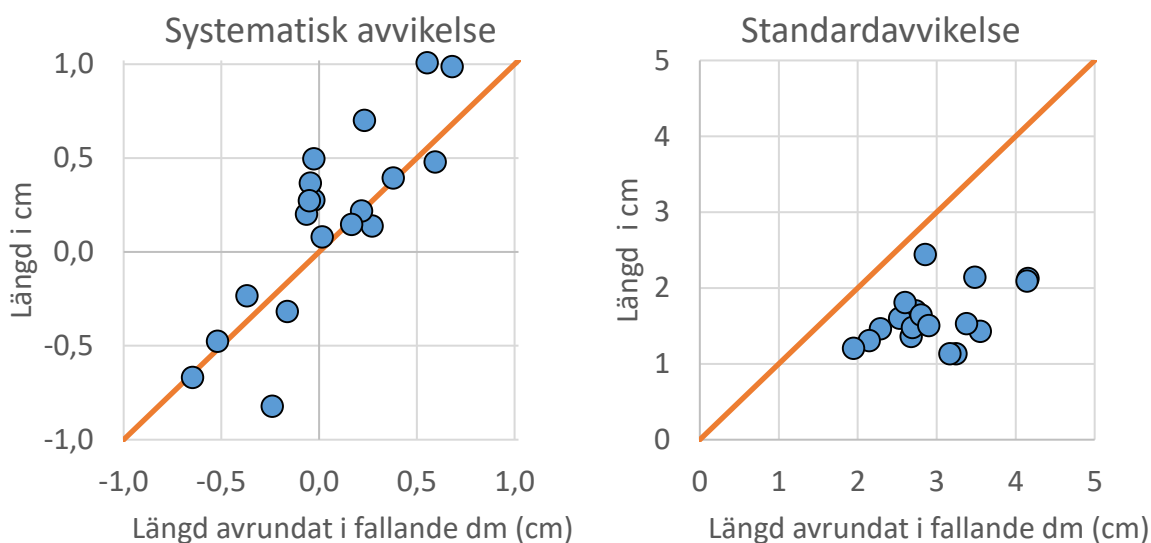
I VMK:s anvisning om kontroll av längdmätning (VMK, 2017) anges att formstabila provkroppar ska användas, men det har inte angetts hur formstabila de ska vara. För att minska effekten av eventuell längdvariation ska provkroppar som avviker mer än 1,5 mm per meter från referensmätning mätas om. För en 480 cm provkropp innebär det i praktiken att den kan öka eller minska upp till 7 mm innan den behöver mätas om.

5.5 Noggrannhet i kontrollmätningen

En förutsättning för att kunna uppnå en noggrann automatisk längdmätning är att även kontrollmätningen har en hög noggrannhet. Eftersom denna görs manuellt, kan den påverkas av handhavande vid mätningen såväl som av den utrustning som används och stockens egenskaper. Snedkapade stockar utgör en extra svårighet eftersom mätbandet då ska dras ut motsvarande längden mellan ändytecentra. Noggrannheten i kontrollmätning beskrivs vidare i stycke 7.

5.6 Standardavvikelsen minskar när längden mäts i cm istället för dm

Längdmätning av sågtimmer har ofta avrundats nedåt till hela decimetrar. Sedan november 2015 anges däremot längden i centimeter på alla mätplatser för sågtimmer som drivs av de tre virkesmätningsföreningarna. Effekten av en sådan förändring testades genom att använda sig av ett års kontrolldata från VMF Nord och VMF Syd, där längdmätningen i centimeter antingen användes direkt eller först avrundades nedåt till hel decimeter. Det visade sig att den systematiska längdavvikelsen inte påverkades så mycket när centimetermätning användes (Figur 7). Den beräknade standardavvikelsen minskade däremot betydligt vid centimetermätning (Figur 7). Orsaken till en hög standardavvikelse vid decimetermätning är att längdavvikelsen blir 1 dm om ordinarie och kontrollmätning hamnar på vardera sidan om en decimeter. Om en stock vid ordinarie mätning uppmäts till 450 cm och i kontrollmätning till 449 cm, skulle det vid fallande decimetermätning motsvara 45 respektive 44 dm. Med centimeter-mätning blir avvikelsen alltså 1 cm, medan den för decimetermätning blir en 10 cm avvikelse.



Figur 7. Systematisk längdavvikelse och dess standardavvikelse som baserats på mätningar i centimeter eller mätningar som avrundats nedåt till hela decimetrar för mätplatser med fler än 300 kontrollstockar av tall inom VMF Nord's område under 2015. En punkt motsvarar en mätplats. Linjen visar ett 1:1-förhållande, där punkter över linjen anger ett högre värde för centimetermätning jämfört med decimetermätning och vice versa.

6 Noggrannhet i dagens längdmätning

6.1 Daglig tillsyn

Resultat av daglig tillsyn från loggböcker på några mätplatser visar att kraven på längdmätning när det gäller den dagliga tillsynen uppfylls för det mesta och att det är sällan som utrustningen behöver justeras på grund av fel som upptäcks där. Detta bekräftas också av kontrollmätare såväl som av ordinarie mätare på flertalet mätplatser. Vid de två mätplatser som analyserades mer noggrant överskreds avvikelserna vid två tillfällen, varav den ena skulle kunna vara ett registreringsfel och den andra ledde till en ommätning av provkroppen och eventuellt någon mer åtgärd som fick problemet att försvinna. Vid den andra mätplatsen visade den korta provkroppen aldrig på några avvikelser, medan den långa hade en större avvikelse än ± 2 cm vid 6 % av tillfällena.

Enligt kraven ska provkroppen inte avvika mer än ± 2 cm från dess verkliga längd. Eftersom längden anges i hela cm och om längden avrundas till närmaste hela centimeter enligt svensk standard innebär detta att längdavvikelsen kan vara upp till $\pm 2,5$ cm innan någonting görs för att justera den. Den skärpning av kraven som diskuterats (avvikelse på max ± 1 cm) betyder alltså att längden i verkligheten kan avvika upp till 1,5 cm. Mätningen av provkropp görs med låg hastighet på en obelastad bana, vilket kan innebära att förhållandena är mer optimala än vid normala mätningar. Å andra sidan är provkroppen betydligt lättare än vanliga stockar, vilket gör att den riskerar att röra sig mer om banan var belastad eller kördes med full hastighet.

6.2 Kontrollstockar

Så hur noggrann är dagens längdmätning av riktiga stockar som körs i belastad bana? En analys av 2015 års kontrollstockar av sågtimmer¹ visar att längden mättes inom ± 2 cm på nio av tio stockar. För 74 % av stockarna mättes längden inom ± 1 cm och för nästan var tredje stock uppmättes ingen längdavvikelse alls.

Om vi tittar på den femtedelen av mätplatserna med bäst längdmätning så mättes mer än 95 % av stockarna med en noggrannhet av längden inom ± 2 cm. Två av dessa mätplatser mätte fler än 90 % av stockar med en noggrannhet på ± 1 cm och flera andra mätplatser strax under 90 %. Det kan ses som ett mål som borde vara möjligt för övriga mätplatser att nå med dagens teknik om förutsättningarna trimmas.

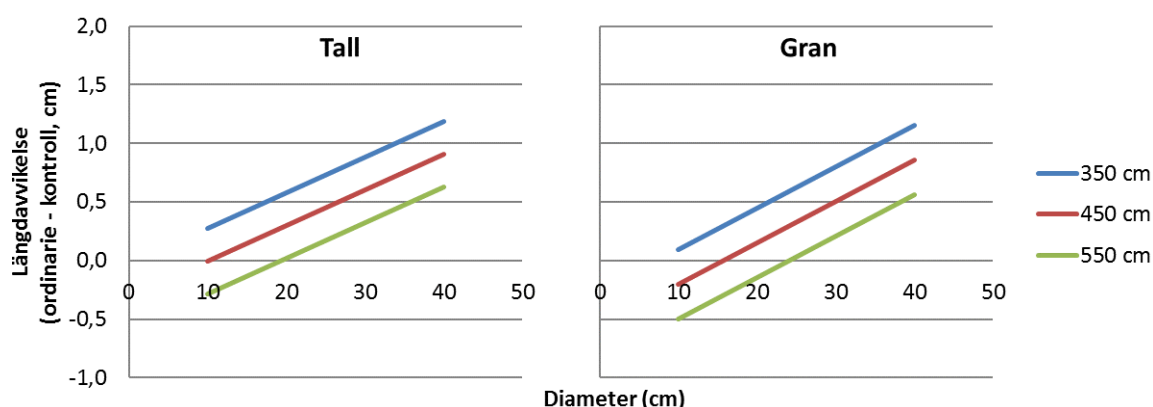
6.3 Årstid och stockegenskaper

Utöver de faktorer som direkt påverkar längdmätningen finns det flera yttre faktorer som påverkar längdmätningens noggrannhet. I en rapport om mätosäkerhet vid mätning av sågtimmer² gjordes analyser av dessa faktorer (Strömgren, 2016). Rapporten pekade på att stockens diameter och längd, likväl som tiden på året då mätningen utförs är betydande faktorer. Längden överskattades mer på grövre stockar än klena (Figur 8). Skillnaden var i storleksordningen 1 cm på en stock med toppdiametern 40 cm jämfört med en stock på

¹ Gäller sågtimmer inklusive klenstimmer och grovtimmer på mätplatser med fler än 300 kontrollstockar och där längdmätning görs automatiskt inom VMF Nords och VMF Syds områden (totalt 64 mätplatser). VMF Qbera ingick inte eftersom längden där angavs i fallande hela decimetrar fram till oktober 2015.

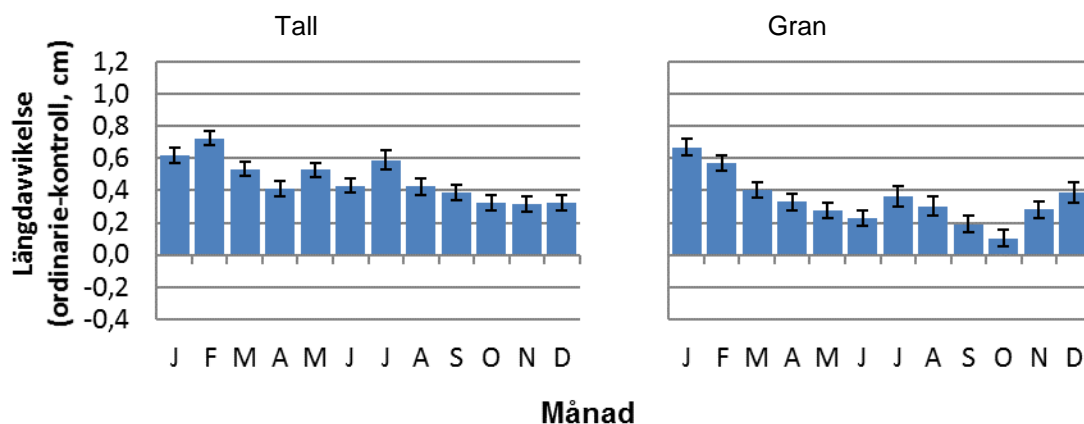
² Baserat på kontrollstockar på mätplatser med fler än 50 kontrollstockar av tall eller gran inom alla virkesmätningföreningar från 2015.

10 cm. Som orsak till denna överskattning uppgavs att en snedkapning ger en större överskattning för grövre stockar än för klena stockar.



Figur 8. Längdavgvikelsens samband med stockens toppdiameter för tre olika stocklängder. Källa: Strömghren 2016.

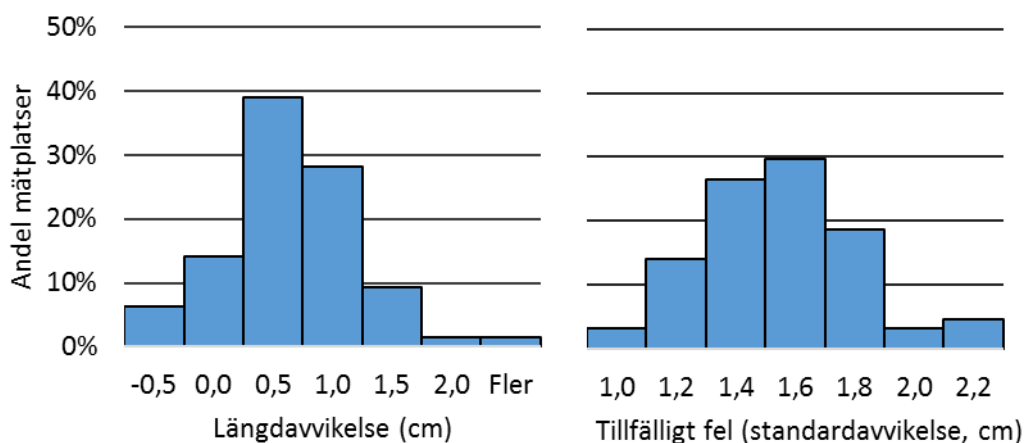
Längdavgvikelsen minskade något med stockens längd (Figur 8). Skillnaden i längdavgvikelse mellan en lång stock (550 cm) och en kort stock (350 cm) låg på ungefär 0,6 cm. Orsaken till detta samband var oklart. Den maximala längdavgvikelsen varierade mellan olika månader (Figur 9). Längden överskattades främst under vinterhalvåret vilket kan bero på att det fryser fast snö och is på stockändarna som då kommer ingå i stockens längd vid automatiska mätningar.



Figur 9. Månadsvisa längdavgvikelser av tall och gran. Felstaplarna motsvarar ett medelfel. Källa: Strömghren 2016.

6.4 Skillnader mellan mätplatser

Mätosäkerhetsrapporten från 2016 visade vidare att det fanns stora skillnader i såväl systematisk som tillfällig längdavgvikelse mellan olika mätplatser (Figur 10). Några skillnader i mätplatser som berodde på mätramstrustning kunde inte identifieras.



Figur 10. Mätplatsvisa längdavvikelser och tillfälliga fel av längdavvikelse på mätplatser med automatisk mätning och med fler än 300 kontrollstockar av tall och/eller gran inom VMF Nord och VMF Syds områden (nov 2014-okt 2015). Observera att staplarna beskriver frekvensen av mätplatser i ett intervall som börjar 0,5 cm (längdavvikelse) och 0,2 cm (tillfälligt fel) under det värde som anges under respektive stapel.

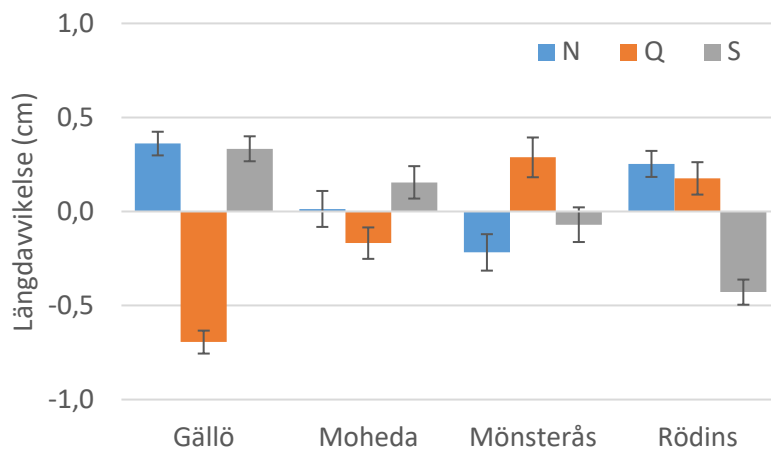
7 Noggrannheten av längdmätning vid kontrollmätning

Noggrannheten i automatisk längdmätning beräknas relativt en kontrollmätning som också är behäftad med osäkerheter. Det är därför viktigt att även kontrollmätningen håller en hög noggrannhet. Vid kommissionsövningarna, som sker två gånger per år, mäts längden på omkring hundra stockar av ett par kontrollmätare från respektive virkesmättningsförening. Detta gör det möjligt att undersöka osäkerheten i de manuella mätningarna.

7.1 Systematiska avvikelser

Resultaten från kommissionsövningarna under år 2015–2016 visar att det kan vara betydande systematiska skillnader i längdmätningen mellan mätlagen (Figur 11). I Gällö avvek VMF Qberas längdmätning med mer än 10 mm mot både VMF Nord och VMF Syd. Vid övningen hos Rödins avvek VMF Syd med 7 till 9 mm mot de andra virkesmättningsföreningarna. Vid de andra två övningarna var de systematiska avvikelserna inom ± 5 mm, men flera av dessa avvikelser var ändå signifikanta.

En anledning till systematiska avvikelser kan vara att måttbanden visar olika. Det är först när avvikelsen mellan det digitala måttband som generellt används och ett referensmåttband av klass 1 är större än 5 mm som det behöver justeras. Detta innebär i praktiken att man kan få 10 mm systematisk avvikelse mellan mätlag trots att måttbanden är korrekt kalibrerade och justerade. Ytterligare anledningar till systematiska avvikelser mellan paren av kontrollmätare är att måttbanden inte var korrekt kalibrerade och justerade eller att själva mätandet har genomförts på olika sätt. I jämförelserna mellan mätlagen i kommissionsövningarna finns även risk att felen ligger i efteranalysen. Ett mätlag kan ha avrundat längden nedåt till hela centimeter, medan någon annan har avrundat till närmaste heltal. Detta är sådant handhavande som normalt korrigeras av föreningarnas respektive mätsystem. Det är mycket viktigt att de systematiska avvikelserna hålls så låga som möjligt.



Figur 11. Längdavvikelse mellan mätlag och ett genomsnitt av alla mätlag vid kommissionsövningarna 2015–2016. Mätlagen kom från VMF Nord (N), VMF Qbera (Q) och VMF Syd (S). Felstaplarna motsvarar ett medelfel ($n \approx 100$).

7.2 Tillfälliga fel

Det tillfälliga felet mellan två mätlag låg på 6–10 mm vid de olika kommissionsövningarna (Figur 12). Eftersom avvikelsen påverkas av osäkerheten i båda mätlagens längdmätningar blir det tillfälliga felet större än vad det tillfälliga felet skulle bli för en längdmätning som gjordes mot en känd stocklängd. Det tillfälliga felet för *en* manuell längdmätning (s_{m1}) kan skattas från tillfälliga felet i avvikelse mellan två mätlags längdmätningar (s_{tot}) mm om vi antar att:

1. Det tillfälliga felet i avvikelse mellan två mätlags längdmätningar är 8,2 mm (vilket är den poolade standardavvikelsen av alla tolv standardavvikelser i Figur 12).
2. De tillfälliga felen i längdmätning är lika stora för alla mätlag, dvs $s_{m1} = s_{m2}$.
3. Det finns ingen korrelation i längdavvikelse mellan olika mätlag.

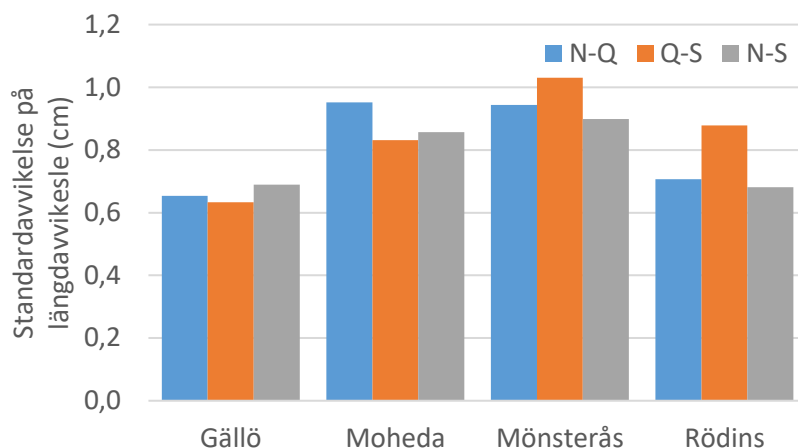
Med ovanstående antaganden kan kvadraten av det tillfälliga felet för två mätlags längdmätningar beskrivas så här:

$$s_{tot}^2 = s_{m1}^2 + s_{m2}^2$$

Enligt andra antagandet ovan är $s_{m1} = s_{m2}$. Detta gör att vi kan bryta ut s_{m1} :

$$s_{m1} = \sqrt{s_{tot}^2/2} = \sqrt{8,2^2/2} = 5,8$$

Detta ger alltså ett tillfälligt fel på 5,8 mm för manuell längdmätning, vilket innebär att 95 % av längdmätningarna kommer ligga inom $1,96 \times 5,8$ mm, dvs 11,4 mm, från den sanna stocklängden, såvida mätningen inte har några systematiska fel.



Figur 12. Standardavvikelse av längdavvikelse uppmätt mellan mätlag vid kommissionsövningarna 2015–2016. Mätlagen kom från VMF Nord (N), VMF Qbera (Q) och VMF Syd (S).

7.3 Konsekvenser av kontrollmätningen osäkerhet

Det tillfälliga felet för längdmätning för en genomsnittlig mätplats har tidigare visats vara 15 mm (Figur 10). Detta är en konsekvens av osäkerheten både i den manuella och den automatiska mätningen. Om vi antar att det inte finns någon korrelation mellan de tillfälliga felen i automatisk (s_a) och manuell (s_m) längdmätning och att det tillfälliga felet för manuell mätning kan generaliseras kan det tillfälliga felet vid automatisk mätning beräknas så här:

$$s_a = \sqrt{s_{tot}^2 - s_m^2} = \sqrt{15^2 - 5,8^2} = 13,8$$

där s_{tot} är det totala tillfälliga felet för avvikelse mellan automatisk och manuell mätning. För en genomsnittlig mätplats skattades då det tillfälliga felet för den automatiska mätningen till 13,8 mm. Detta innebär att 95 % av de automatiska längdmätningarna egentligen mäts inom $\pm 27,0$ mm ($\pm 1,96 \times 13,8$ mm) istället för de $\pm 29,4$ mm ($\pm 1,96 \times 15$ mm) då osäkerheten i kontrollmätningen inkluderas.

För mätplatserna med allra högst noggrannhet var det *totala* tillfälliga felet 10 mm. Om vi antar att det tillfälliga felet för manuella mätningen är densamma även där kommer tillfälliga felet för den automatiska längdmätningen på en sådan mätplats vara 8,1 mm, vilket gör att 95 % av längdmätningarna egentligen görs inom $\pm 15,9$ mm istället för de $\pm 19,6$ mm när osäkerheten i kontrollmätningen tas med. Detta tyder på att även på de mätplatser med mest noggrann automatisk längdmätning är det ändå den automatiska längdmätningen som har en högre osäkerhet.

Det tillfälliga felet i kontrollmätningen verkar alltså inte vara så allvarligt, däremot är det allvarligt om det finns ett systematisk fel och om det skulle variera i tid.

7.4 Snedkap, stockens position och måttbandets upplösning inverkar

Under kommissionsövningarna anges stocklängd i hela centimeter, vilket också är det normala vid kontrollmätning. I dessa övningar märks stockens position ut så att alla mätningar kan göras i samma stockläge. Detta gör att de tillfälliga felen beräknade från

kommissionsövningarna kan ha underskattats. I ett pilottest undersöktes därför hur noggrann längdmätningen kunde vara om längdmätningen gjordes i millimeter och hur stockens position samt eventuellt snedkap inverkar (Strömgren, 2017). Testet genomfördes på 17 tallstockar där två kontrollmätare fick mäta längden i fyra positioner utmed stocken. Kontrollmätarna fick även instruktion att mäta stockens längd ändcentra till ändcentra oavsett stockens position. Eventuellt snedkap skulle alltså korrigeras genom att lägga till eller dra ifrån på valfritt sätt.

Längdmätning i millimeter minskar osäkerheten

Det uppmättes ingen systematisk avvikelse mellan de båda kontrollmätarnas mätningar. Spridningen i längdavvikelse mellan de olika kontrollmätarna låg på 3,4 mm, vilket är betydligt lägre än de 6–8 mm som uppmättes vid kommissionsövningarna (se Figur 12). Om längden i testet hade avrundats till hela centimeter hade däremot spridningen i längdavvikelse ökat till 5,0 mm. Det är fortfarande lägre än de som uppmättes i kommissionsövningarna som kan bero på att kontrollmätarna både var samkörda och hade mer noggranna måttband utan systematiska fel sinsemellan i detta test.

Stockens position inverkar betydande

Testet visade också att stockens position verkade på längdmätningen. Det tillfälliga felet i längdmätning inom en stock var större (5,2–5,5 mm beroende på kontrollmätare) än det tillfälliga felet mellan kontrollmätarna (3,4 mm). Det visade sig också att snedkapade stockar hade högre tillfälliga fel (6,0 och 6,6 mm för respektive kontrollmätare) än stockar som var rakt kapade (4,3 och 4,5 mm). Vid ordinarie kontrollmätning torde effekten av stockens position och eventuellt snedkap vara av mindre betydelse eftersom kontrollmätarna uppgav att de väljer position på stocken för att minimera effekten av ett eventuellt snedkap eller krök.

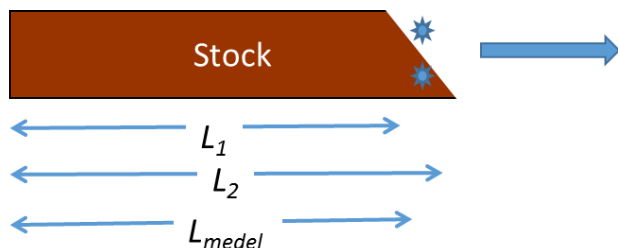
8 Hur kan längdmätningen förbättras?

8.1 Med befintlig teknik

Resultaten från mätplatserna med bäst noggrannhet i längdmätning pekar på en stor förbättringspotential för övriga mätplatser redan med befintlig teknik. Stabila kerattbanor och korrekt justering av längdmätning är viktiga förutsättningar för en noggrann längdmätning, utöver grundförutsättningar som högupplösta pulsgivare. Instabiliteten på en kerattbana ökar med banans ålder. Detta innebär att stabiliteten kan förbättras genom att byta ut banan oftare, men det är en dyr åtgärd.

En annan möjlighet att öka noggrannheten med befintlig teknik är att installera fler fotoceller. Flera fotoceller placerade vertikalt kan förbättra längdmätningen på stockar som är snedkapade (Figur 13). Detta finns redan på flera mätplatser. Flera fotoceller kan även placeras horisontalt. Exempelvis kan två fotoceller sättas med ett fast avstånd (Figur 4). Längdmätning kan pågå när båda cellerna är skymda av stocken. Detta medför att den längd som överskrider avståndet mellan fotocellerna mäts och avståndet mellan fotocellerna får adderas för att få stockens totala längd. Detta ger en snabbare mätning, vilket minskar risken för att stocken hinner glida eller skaka till under mätningen. Utöver detta kan även en stocklängd skattas med varje fotocell, vilket ger ytterligare två skattningar av längden. Används ett medelvärde av dessa längdmätningar, viktat på ett klokt sätt, innebär det i sin tur en ökad noggrannhet. Om ytterligare en fotocell läggs till kan minst sex skattningar av

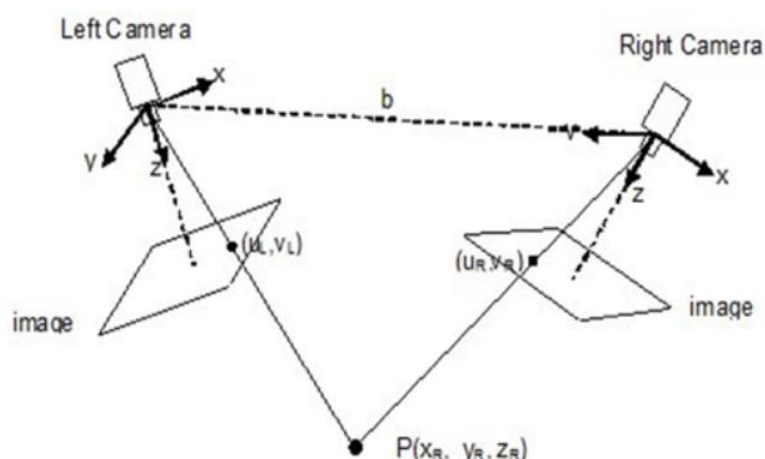
längden fås³. Med sex mätningar mer än halveras osäkerheten i mätningen ($1/\sqrt{6} = 0,41$). Det är emellertid viktigt att vara medveten om att skattningen kan vara sämre än så eftersom mätningarna inte är oberoende av varandra. Om stocken råkar glida på banan kan ju det ge felskattningar i flera mätningar.



Figur 13. Med fler fotoceller (*) placerade vertikalt kan längden på snedkapade stockar förbättras. Ett medel av de skattade längderna kan användas eller villkor för hur många fotoceller som ska vara täckta för att längden ska börja mätas.

8.2 Med ny teknik

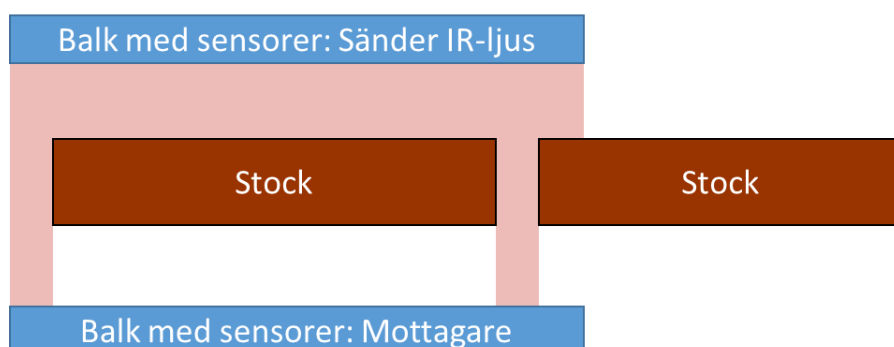
För att komma från problemen med skakningar i kerattbanan kan tekniker som är oberoende av dessa övervägas. Här kan mätning med stereokamera vara ett alternativ. Med hjälp av två kameror med ett känt avstånd till varandra kan avstånd till varje punkt på ytan på en avbildad stock skattas (Figur 14). Hur noggrann mätningen kan bli beror på kamerans upplösning. Motsvarande teknik används vid travmätning på timmerbilar i Lomsmyren. Om samma teknik skulle tillämpas på en enskild stock, skulle stocklängden kunna mätas mellan ändytecentra. Därmed skulle stockens verkliga längd mätas och inte dess längsta längd. Tekniken är inte känslig för att stockarna rör sig eller skakar och kan installeras i befintligt system, men kräver bra belysning. Utöver längd kan även diameter och en 3D-bild fås för stocken, som möjliggör bedömning av krök. Tekniken används inte idag för mätning av enskilda stockar, men under 2017 utvecklar Cind tillsammans med Microtec ett system för sågoptimering (Logspect), som motsvarar det man har behov av vid inmätning av stockar.



Figur 14. Princip för mätning med stereokamerateknik. Bild från presentation av Cind.

³ Tre för varje fotocell och ytterligare tre när överskottslängden kan mätas när tre fotoceller är skymda, de två främsta är skymda och de sista två är skymda.

En annan mätteknik som inte är känslig för att stocken skakar eller glider på en bana är Eloviss system för längdmätning (Figur 15). Detta system består av två balkar, som är uppkopplade parallellt mot det man vill mäta. På den ena balken finns sensorer som sänder ut IR-ljus, som kan tas emot av sensorerna på andra mätbalken. När ett objekt passerar skymt sensorerna och längden kan skattas. Tekniken bygger på att det objekt som passerar är kortare än balkarna. Längden kan mätas mycket noggrant (± 1 mm), men eftersom balkarna är på en bestämd nivå i vertikal led är det den längd som passerar IR-ljusridån som mäts. En nackdel med denna teknik, precis som med den teknik som används idag för längdmätning, är alltså att det är stockens längsta längd som mäts. Precis som med fotoceller är även placeringen i höjded led viktig, så att ingen stock eller delar av stock missas.



Figur 15. Princip för mätning av längd med balkar med mätsensorer som sänder och tar emot IR-ljus.

En ytterligare teknik som skulle kunna vara möjlig och som inte är beroende av kerattbanans skakningar är någon typ av laseravståndsmätare som pekar på stockens båda ändtytor, bedömer avståndet och sedan beräknar stocklängden.

8.3 Rutiner vid daglig tillsyn

Utöver bra teknik med potential för noggrann längdmätning är också daglig tillsyn och periodiska kontroller viktiga för att bibehålla noggrannheten. Om vi tittar närmare på en av de två mätplatser som har toppresultat i längdnoggrannhet har den förutom stabil kerattbana också möjlighet att mäta stocklängd i millimeter. Vid test med provkropp under daglig tillsyn innebär detta att man tidigare kan upptäcka en eventuell systematisk avvikelse i längdmätningen och därmed justera den. På de flesta mätplatser avrundas längden i stället i hela centimeter. För platser där längdmätningen har en tillräcklig hög upplösning vore det önskvärt att ha tillgång till längd i millimeter.

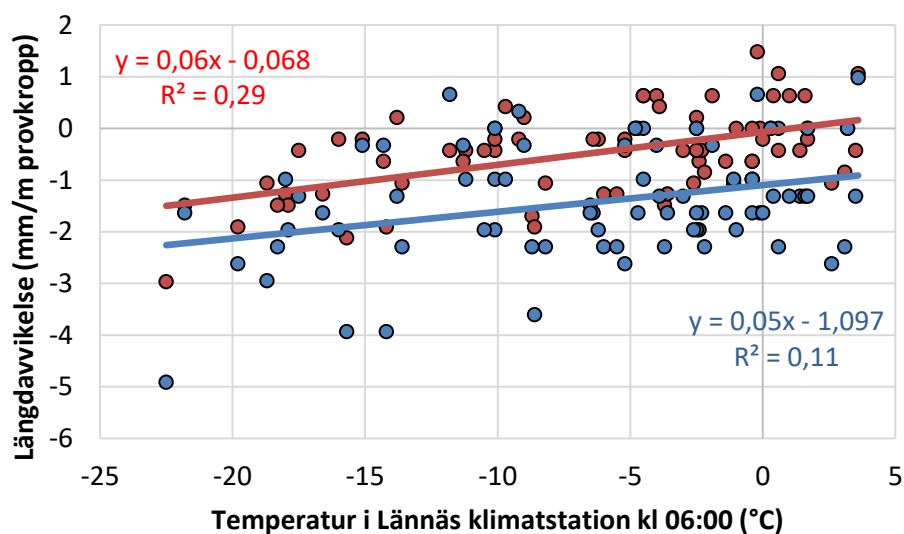
IT-stöd för att följa resultat av daglig tillsyn

Den dagliga tillsynen visar tydligt om något är riktigt fel med mätramnen, men i praktiken tillåts ganska stora avvikelser ($\pm 2,5$ cm) innan något behöver åtgärdas. Om den dagliga tillsynen kan göras i mm kan en drift i systemet tidigare upptäckas och korrigeras. På mätplatser där mm-mätning däremot inte är möjlig kan ändå frekvensen av enstaka högre avvikelser (om än inom dagens gränser) indikera att mätutrustningen bör justeras. Inom VMF Nord finns exempelvis redan en policy om att kontakta någon för justering av längdmätningen om provkropp avviker mer än 1 cm i fyra av fem eller sju av tio tillfällen (VMF Nord, 2016). På de flesta mätplatser rapporteras resultat från daglig tillsyn på papper för att sedan sättas i en pärm. Det gör det svårare att följa en förändring i frekvensen av

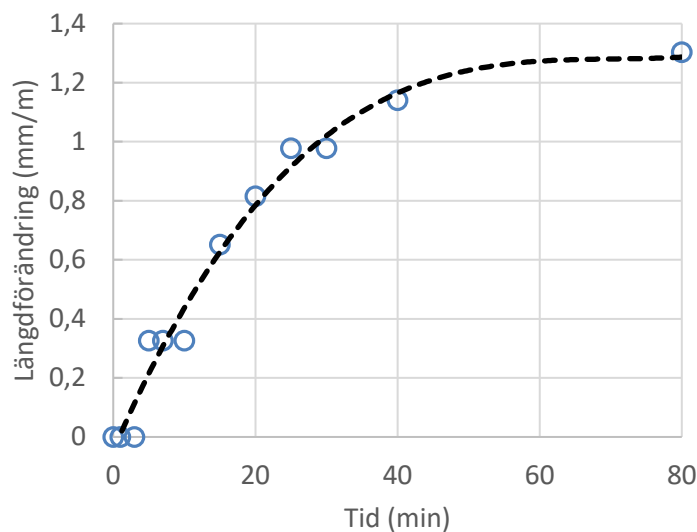
stora avvikelser och det förutsätter också att någon larmar om avvikelserna blir för stora. Under våren 2017 har en övergång till digital dokumentation påbörjats inom VMF Qbera. Ett IT-stöd, motsvarande KUPP, där resultat från daglig tillsyn kan följas skulle underlätta för att snabbare upptäcka när det är dags för justering.

Formstabil provkropp

Förutom att kunna mäta avvikelsen i millimeter är det också viktigt att veta provkroppens längd på millimeter-nivå. Eftersom längden på provkroppar i trä inte ändrar sig lika mycket och lika snabbt är de att föredra framför provkroppar i plast i detta hänseende. Provkroppar av plast påverkas betydande av temperaturförändringar (t ex Figur 16) och då räcker det inte med att provkroppens längd mäts om sporadiskt. En möjlighet att förbättra noggrannheten på provkroppar av plast är att förvara dem inomhus i hyfsat konstant temperatur. Om provkroppen sedan tas ut då den dagliga tillsynen ska genomföras, bör man vara medveten att provkroppens temperatur och därmed längd ändras. I ett test där en provkropp med längdutvidgningskoefficient på $0,1 \text{ mm/m}\cdot^\circ\text{C}$ ändrades längden med $0,4 \text{ mm/m}$ under de första tio minuterna efter att den placerats inomhus där temperaturen var 16 grader varmare (Figur 17). För en $4,7$ meter lång provkropp innebär detta en längdökning på 2 mm under de första tio minuterna. Förändringen är snabbare om temperaturskillnaden är större och påverkas även av vindförhållanden.



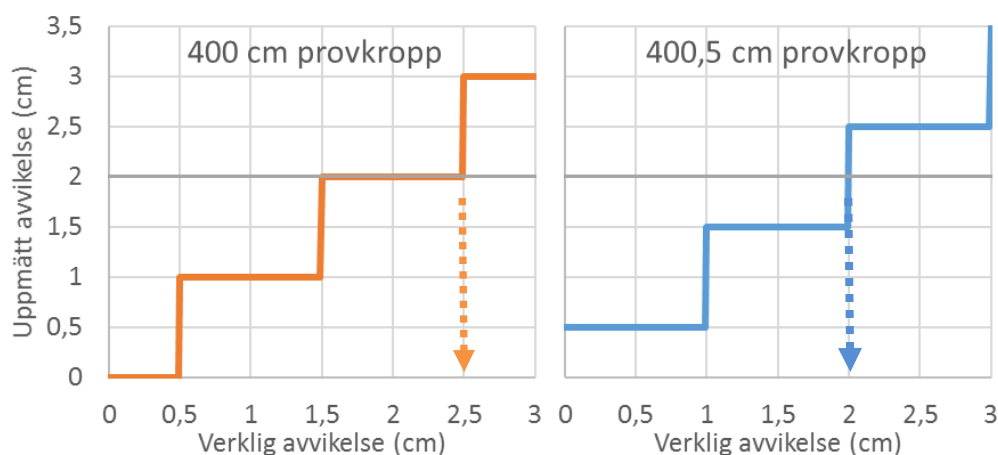
Figur 16. Korrelation mellan lufttemperatur på en närlägen klimatstation och uppmätt längdavvikelse på två olika provkroppar som förvaras utomhus (röd respektive blå punkter). Varje punkt avser en daglig tillsyn under januari-mars 2016 då inga justeringar av skalfaktor i mätram eller manuell mätning av provkropparnas längd utförts.



Figur 17. Längdförändring av provkropp i polypropen som flyttades inomhus vid tiden noll, vilket innebar en temperaturförändring på 16 grader.

Om provkroppar tillverkade av plast förvaras utomhus kan längden variera mycket från dag till dag. Om man inte vill mäta om dem dagligen skulle provkroppens längd kunna justeras efter temperaturen. För provkroppar i trä sker längdändringarna långsammare, så där behöver inte provkroppen mätas om lika ofta.

Enligt tidigare instruktioner bör provkroppen vara kapad vid en halv centimeter (t ex 470,5 cm eller 300,5 cm). Anledningen till detta var att stockens längd tidigare har avrundats nedåt till hela centimeter (klassbotten) och man valde då att ha provkropp som motsvarade en genomsnittlig längd för en storleksklass. Numera avrundas längden till närmaste centimeter och i den reviderade instruktionen från mars 2017 anges därför att provkroppen istället ska vara kapad vid hel centimeter. Eftersom de flesta mätningar avrundar längden till hela centimeter innebär detta teoretiskt att man i princip alltid fick en avvikelse på minst en halv centimeter med den tidigare instruktionen (Figur 18). Den beräknade avvikelsen får högst var 2 cm innan ytterligare åtgärder behöver vidtas. Om provkroppen var exakt kapad på 0,5 cm innebär detta att den verkliga avvikelsen också kan vara maximalt 2 cm. Eftersom provkroppens längd varierar med temperatur och luftfuktighet, så kommer den däremot inte stanna kvar på halvcentimetersnivån. Om vi istället tänker att den har en längd i hela centimeter (t ex 470,0 eller 300,0 cm) så kommer en eventuell avvikelse först observeras när den verkliga avvikelsen är minst 0,5 cm. Den gräns för avvikelse som accepteras enligt tillämpningsanvisningarna är 2 cm. Om provkroppen har en längd i hela centimeter kommer detta i praktiken innebära att avvikelser upp till 2,5 cm accepteras. Eftersom många provkroppar är tillverkade av plast och förvaras utomhus kommer en temperaturändring på 10–11 °C leda till en längdändring på 5 mm på en längre provkropp. För dessa provkroppar spelar det alltså ingen roll om den är kapad vid hel eller halv centimeter, eftersom längden i praktiken kan vara var som helst på millimeterskalan.



Figur 18. Eftersom mätramen mäter längden avrundat till hela centimeter, påverkas avvikelserna mellan provkroppens verkliga längd och uppmätta längd av om provkroppen är kapad vid hel centimeter (t ex 400 cm) eller vid halv centimeter (t ex 400,5 cm). De färgade linjerna visar sambandet mellan verklig avvikelse och uppmätt avvikelse. Vid gränsen för godkänd avvikelse (grå linje) kan den verkliga avvikelserna vara upp till 2,5 cm (hel cm) eller upp till 2 cm (halv cm).

8.4 Mätning av kontrollstockar

En förbättrad manuell kontrollmätning kan på flera sätt bidra till en förbättrad noggrannhet i längdmätning i stort. Till skillnad från åtgärder på en specifik mätplats ger det effekter på alla mätplatser. Här är det viktigt att säkerställa att den systematiska avvikelserna i längdmätning mellan kontrollmätare och olika VMF är låg. Det kan göras genom att lägga mer fokus på detta i de nationella kommissionsövningarna och de övningar och utbildningstillfällen som genomförs inom VMF, så att handhavande harmoniseras. Det är också viktigt att längdmätningen görs med måttband som håller hög noggrannhet och som regelbundet kalibreras och justeras vid behov. Ett ytterligare sätt är att övergå till att registrera längden i mm istället för cm. Detta gör att längd avvikelserna kan mätas mer exakt, och har i test visat sig minska det tillfälliga felet betydligt (se 7.4). Det kommer att ge en ökad möjlighet att tidigare upptäcka eventuella fel i mätutrustningen, vilket på sikt även bör minska det systematiska felet.

9 Slutsats och rekommendationer

Det finns goda förutsättningar att förbättra längdmätningen med befintlig teknik. Variationen i noggrannhet är stor mellan mätplatser trots att längdmätningen sker med samma mätningsprincip. Detta visar på att mätplatser med mindre noggrann längdmätning alltså har en möjlighet att nå noggrannheten hos den bästa andelen av mätplatserna. Detta kan göras genom att minimera inverkan från de faktorer som påverkar osäkerheten. Att minimera konsekvenserna av vissa faktorer, såsom stabiliteten på en kerattbana, kan dock vara mycket kostsamt. Det finns också möjlighet att förbättra nuvarande teknik genom att använda sig av flera fotoceller placerade i horisontell ledd. Eftersom det inte finns någon mätplats med en sådan variant skulle detta behövas testas i drift först.

Ett annat sätt att komma bort från problemen med instabila kerattbanor är att använda sig av teknik som inte påverkas av mekaniken. Dessa tekniker visar på stora möjligheter, men de skulle behöva testas för att se om de kan hålla även i praktisk drift. Även om stereokameratekniken bara skulle kunna användas för längdmätning, torde den vara mer intressant om den kan ge ett mervärde med bra resultat på diameter under bark och mätning av utbytesförlust (krök).

Utöver att förbättra befintlig teknik, optimera förutsättningar för längdmätningen på själva mätplatsen eller att testa ny teknik, finns även åtgärder som kan göras som påverkar längdmätningen generellt, såsom förbättrade rutiner vid daglig tillsyn, att arbeta för att förbättra kontrollmätningen samt att mäta provkroppar och kontrollstockar i millimeter.

Mäta längd i millimeter

Även om dagens längdmätning, varken manuell eller automatisk, kan anses ha en noggrannhet på millimeternivå, kan längdmätning som registreras i millimeter bidra till att minska mätosäkerheten. Längdmätning i millimeter av såväl kontrollstockar som provkropp kommer leda till att de tillfälliga felen generellt minskar, men också att en eventuell drift i den automatiska längdmätningen kan upptäckas tidigare. Det är näst intill även en förutsättning för att kunna skärpa gränsen vid daglig tillsyn.

Rutiner vid daglig tillsyn

För att lättare kunna följa resultaten från den dagliga tillsynen bör dessa finnas digitalt och uppdaterat. Här skulle utvecklandet av ett IT-stöd, motsvarande KUPP, underlätta för att snabbare upptäcka när det är dags för justering. Inom VMF Nord används redan ett sådant IT-stöd (Weslien, VMF Nord, muntligt).

Ett ytterligare sätt att skärpa upp den dagliga tillsynen är att höja kraven på provkroppens formstabilitet ytterligare eller att oftare mäta om provkroppens referenslängd. Ett annat sätt att kompensera för längdrörelser som orsakas av temperatur är att även registrera temperaturen och därmed beräkna provkroppens verkliga längd. En förutsättning för att få effekt av en sådan förändring är att provkroppens längdavvikelse kan mätas i millimeter.

Flera kontrollmätare anger att den dagliga tillsynen inte är tillräcklig för att upptäcka avvikelser i längdmätningen och förlitar sig även på resultat från kontrollmätningen. Resultat från dessa mätningar är inte så frekventa vilket gör att det kan ta lång tid att upptäcka en förändring. Om den dagliga tillsynen kompletteras med en periodisk kontroll med verkliga stockar av kända dimensioner, skulle en uppföljning av längdmätningen kunna göras snabbare och eventuella fel upptäckas tidigare. Sådana kontroller förekommer redan på vissa platser på eget initiativ även om det inte finns som ett krav. En periodisk kontroll finns även redan som krav, men den utförs bara med provkroppar. Hur en periodisk kontroll med verkliga stockar bör utformas behöver utredas vidare.

Ett annat alternativ för att upptäcka fel tidigare kan vara att koppla ihop information från andra längdmätningar, såsom mätning från skördare och produktionen inne på sågen. Även om man inte mäter på samma stock kan medelvärden för leveranser eller partier indikera om det finns problem i någon av mätningarna. Detta kräver att data kan kopplas ihop på ett bra sätt och att informationsflödet kan följas i hyfsad närtid. Konsekvenser och möjligheter med ett sådant alternativ skulle behöva utredas vidare.

Förbättrad kontrollmätning

Osäkerheten i kontrollmätningen verkar enligt denna rapport bidra till en mindre del av den totala osäkerheten i längdmätning. De systematiska avvikelser som upptäcktes vid vissa kommissionsövningar är ändå oroande. Här är det viktigt att bland annat i fortsatta kommissionsövningar arbeta för att minimera både dessa avvikelser, såväl som dess spridning. En miniminivå är att mäta eventuella systematiska avvikelser mellan måttbanden innan eller efter dessa övningar så att man vet hur stort fel som orsakas av respektive måttband. Dessutom bör andra förklaringar av en kvarstående systematisk avvikelse sökas, så att man kan minimera fel som påverkas av skillnader i arbetssätt.

10 Referenser

- Haglöf, 2015. [Digitech® tape](#). Produktblad från Haglöf nedladdad från Haglöfs hemsida 2017-03-14.
- Möller J, Arlinger J, 2007. [Virkesvärdestest 2006 – mätnoggrannhet](#). Resultat från SkogForsk, Nr 5.
- Nylinder, M & Fryk, H. 2013. Timmer. Andra upplagan. SLU, Uppsala.
- SDC, 2017. [Mätning av stocks volym under bark](#). Nationella instruktioner för virkesmätning, 2017-04-01.
- SS-EN 1991-1-5. Eurokod 1: Laster på bärande konstruktioner - Del 1-5: Allmänna laster – Temperaturpåverkan. Swedish Standards Institute.
- Strömgren M, 2016. Mätosäkerheter vid mätning av sågtimmer. Intern rapport VMU, SDC. 2016-07-01.
- Strömgren M, 2017. Noggrannhet vid kontrollmätning av stocklängd – en ministudie. Intern rapport VMU, SDC. 2017-09-12.
- Svenskt Trä, 2017. Hemsida ”Om trä”. <http://www.svenskttra.se/om-tra/att-valja-tra/tra-och-fukt/> Besökt 2017-02-01.
- VMF Nord, 2016. Instruktion för tillsyn av automatisk stockmätning. Cirkulär C 05. Kvalitetshandbok, flik nr 12. 2016-06-01.
- VMK, 2017. [Anvisning för godkännande och kontroll av utrustning för automatisk mätning av diameter och längd](#). VMK:s anvisningar för kontroll av virkesmätning, 2017-03-08. SDC.
- VMR, 2000. [Kompendium i virkesmätning. Del III. Automatmätning](#). 2000-09-26