



Håll måttet!

EnHandledning från Skogforsk



SKOGFORSK

skogforsk.se

Innehåll

3	Förord
4	Mätning av längd och diameter i skördare
8	Maskininställningar
9	Hur bra mäter skördaren?
11	Manuell kontrollmätning
16	Felsökning
18	Kalibrering av skördarens mätsystem
22	Ordlista

Handledningen har utarbetats av Maria Nordström, Skogforsk och Jonas Hemmingsson, VMF Syd.

© Skogforsk,
Stiftelsen Skogsbrukets
Forskningsinstitut, 2015

Redaktör: Carl Henrik Palmér,
Areca Information AB

Layout: Inger Petré, Skogforsk

Foto omslag: Jonas Hemmingsson, VMF Syd

Övriga foton: Skogforsk om inget annat anges

Illustrationer: Per Thorneus, Pictoform

Utgivare: Skogforsk

ISBN: 978-91-979694-9-9
Tryckeri: Gävle Offset

Förord

Varje dag tillverkas timmer, massaved och skogsbränsle värt miljontals kronor i svenska skogar. För att på bästa sätt ta tillvara trädens virkesvärde och kunna göra specifika produkter med minsta möjliga övermål måste skördaren kunna mäta stammens längd och diameter med hög noggrannhet. Detta kräver väl fungerande teknik, rätt inställningar samt en bra arbetsmetod. Du som förare har alltså en nyckelroll för att se till att skördaren mäter bra! Det är dessutom din manuella kontrollmätning som är det facit som maskinen ska justeras mot. Att vara noggrann vid klavning och längdmätning vid kontroll och kalibrering är alltså en förutsättning för att få skördaren att mäta riktigt bra.

Med den här handledningen vill vi ge en översiktlig bild av hur skördaren mäter och ge tips om hur du kan arbeta systematiskt med kontroll och justering av mätsystemet. Vi hoppas att den ska underlätta ditt arbete

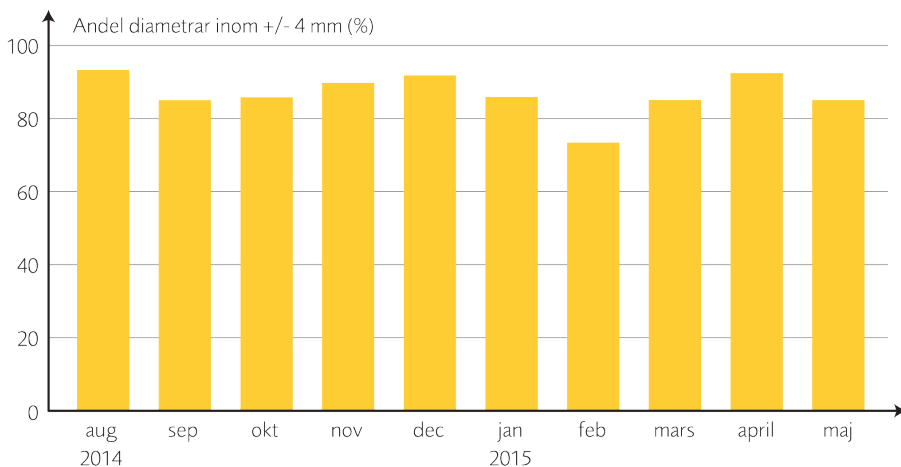
Lycka till!

Mätning av längd och diameter i skördare

Att göra rätt från början skapar värden i hela produktionskedjan!

Under upparbetning mäter skördaren stammens diameter samt hur långt den har matats genom aggregatet. Stammens dimensioner används av skördardatorn för att beräkna vilka stockar som ska göras av varje stam. Dagens skördare kan mäta längd och diameter med hög noggrannhet (figur 1). En förutsättning är dock att man arbetar med kontinuerlig uppföljning av skördarens mätresultat.

En väl fungerande mätning gör även att aggregatet går jämnare och med färre omtag och backningar.

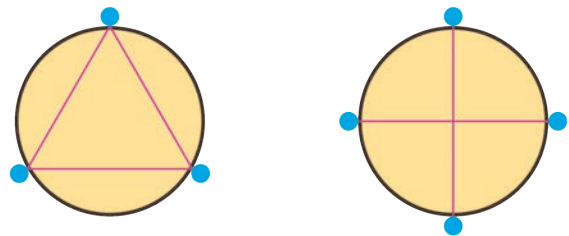


Figur 1. Exempel på en skördare i slutavverkning som uthålligt mäter diametern med hög noggrannhet. Denna skördare är kvalitetssäkrad, vilket innebär att maskinlaget får kontinuerlig uppföljning och feedback av en skördarens revisor från VMF.

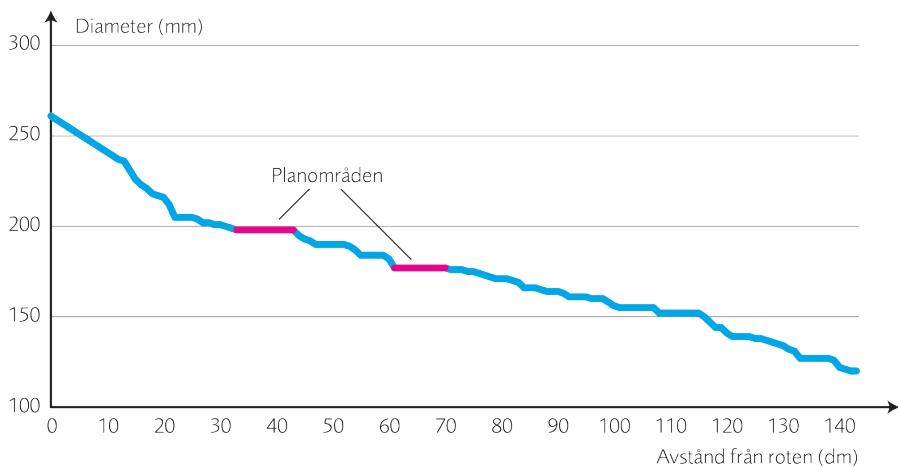
Så fungerar skördarens mätsystem

Stammens längd mäts med ett mätjul som är monterat i bröstet på aggregatet.

Givarna för diametermätning sitter antingen i anslutning till de övre kvistknivarna eller i matarhjulen. Moderna skördaraggregat registrerar vanligtvis minst tre punkter omkring stammen vid varje måttställe. Skördardatorn skattar sedan stammen diameter utifrån dessa mätpunkter. För rotdelen av stammen, där aggregatet inte har mätt någon diameter, beräknas diametern med hjälp av en funktion för stammen avsmalning. Om skördaren registrerar en stigande diameter på stammen vid matning från rot till topp, t.ex. vid ett kvistvarv, kommer datorn filtrera mätvärdena och skapa ett s.k. planområde till dess att diametern är tillbaka på utgångsvärdet igen.



Figur 2. Moderna skördaraggregat skattar stammen diameter på varje måttställe som diametern hos en cirkel vars diameter bestäms antingen genom triangulering genom tre mätpunkter (trepunktsmätning, t.v.) eller som genomsnittet av diametern i två mätriktningar (fyrapunktsmätning, t.h.).



Figur 3. Mätdonen har registrerat en stamprofil (blå) där diametern vid ett antal tillfällen stiger mot toppen. Skördardatorn filtrerar bort dessa diameterökningar och sätter istället diametern till oförändrad tills den är tillbaka på ursprungsvärdet igen. Detta skapar s.k. planområden i stamprofilen.



Vad påverkar skördarens mätning?

Moderna skördare har de tekniska förutsättningarna att mäta stammens dimensioner med hög precision. Skördarens mätresultat påverkas dock i praktiken av en rad faktorer:

- **Maskinval** – En grundförutsättning är att skördarens storlek är anpassad till beståndet. Skördaren måste ha tillräcklig kraft för att hålla i trädet under upparbetning.
- **Tekniskt underhåll** – Mekaniska fel och förslitningar på diametergivare, kvistknivar, matarhjul och mätthjul försämrar mätningen.
- **Maskininställningar** – Inställningar för tryck på kvistknivar, matarhjul och mätthjul, matningshastighet etc. har betydelse för skördarens möjligheter att mäta bra.
- **Kalibrering** – Mätssystemet måste vara justerat så att inga systematiska över- eller underskattningar av längd och diameter förekommer.
- **Körstil** – Mätresultatet påverkas av hur väl skördarföraren följer stammen med kranen under matning och i vilken utsträckning föraren tar stöd vid kapning av tunga stockar.
- **Yttre faktorer** – Beståndsegenskaper (trädens ovalitet, kvistighet, grovlek, bark etc.), temperatur, savningsperiod etc. kan snabbt ändra förutsättningarna för mätningen. Särskilt kritiska är perioder när barken förändras, d.v.s. under savningsperioden på våren, när träden invintrar på hösten, när barken fryser under vinterns första riktigt kalla period samt på vårvintern, när barken är frusen under natten och tinar på dagen. Under kalla perioder kan aggregat där mätthjulet sitter i en hydraulcylinder få problem med längdmätningen – när oljan kyls ner kan mätthjulet tappa trycket och klarar då inte av att följa stammen.

Maskininställningar

En väl inställd skördare ger inte bara en bättre mätning. Det blir också mjukare gång och färre backningar.

Tryckinställningarna för övre och nedre kvistknivar samt matarhjul är exempel på maskininställningar med direkt påverkan på mätningen. Det gäller både det fasta trycket samt inställningar för pulsering av trycket. Pulseringen hjälper till att hålla trycket uppe i hydraulsystemet och räta upp stammen i aggregatet. Det finns även möjlighet att minska trycket vid matningsstart för att underlätta matning, alternativt öka det så att matarhjulen inte slirar vid start. För längdmätningen har trycket på mätjulet betydelse. Inställningsmöjligheterna kan skilja sig något mellan olika skördare.

Trycket från kvistknivar och matarhjul måste vara tillräckligt högt för att klara av att hålla stammen utan att matningen för den skull går för trögt. Tryckinställningarna görs specifikt för varje diameterklass, det är viktigt att ha rätta inställningarna för alla diameterklasser.

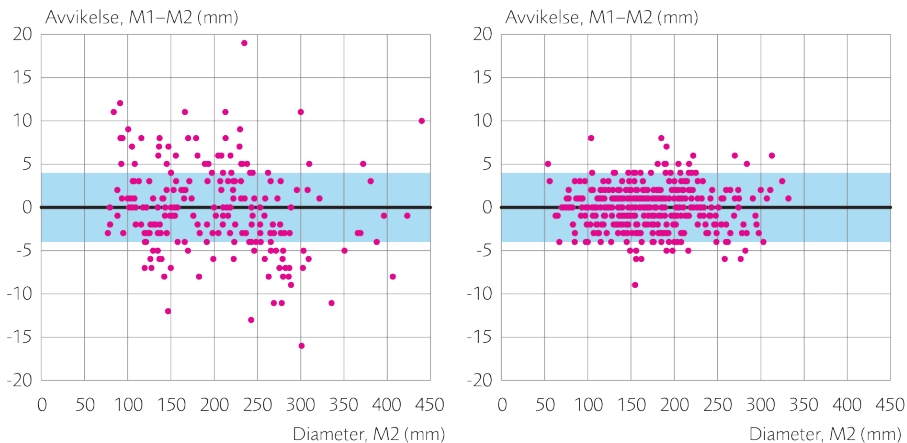


Foto: Rottne Industri AB

Hur bra mäter skördaren?

Hur bra skördaren mäter kan beskrivas med nyckeltal som beräknas från den manuella kontrollmätningen. Nyckeltalen kan användas för att beskriva skillnaden mellan hur maskinen (M1), skördarföraren (M2) och revisorn (M3) mäter längd och diameter på en eller flera stammar.

- **Andel mätningar inom $\pm X$ mm/cm** – Andelen mätningar inom ett bestämt intervall från maskinförarens eller revisorns kontrollmätning. För diametermätning \varnothing anges oftast andelen mätningar inom ± 4 mm från kontrollmätningen, för längdmätning andelen mätningar inom ± 2 cm. Detta nyckeltal, som även kallas träffprocent, fångar in både mätningens spridning och systematiska fel.
- **Standardavvikelse** – Beskriver hur stor spridning det är i skördarens mätning, ju lägre standardavvikelse, desto mer precis träffbild. Standardavvikelsen uttrycks i mm. för diametermätning och i cm för längdmätning. En hög standardavvikelse tyder på att mätningen inte fungerar som den ska, sannolikt på grund av ett mekaniskt fel eller felaktiga maskininställningar.
- **Systematisk avvikelse** – Om skördaren konsekvent mäter för liten eller för stor längd eller diameter har mätningen ett systematiskt fel, som uttrycks i mm för diametermätning och cm för längdmätning. Ett systematiskt fel kan ofta korrigeras genom kalibrering av mätsystemet, men du måste först säkerställa att felet inte orsakas av ett mekaniskt fel, t ex att någon komponent rubbats ur sitt läge.



Figur 4. Skördaren till vänster har 64 % av diametermätningarna inom ± 4 mm och en standardavvikelse på 5,1 mm. Skördaren till höger uppvisar en mycket bra mätning med 93 % av diametrarna inom ± 4 mm och en standardavvikelse på 2,5 mm. Det systematiska felet är mycket lågt för båda skördarna, vilket tyder på att de båda är välkalibrerade. Föraren till den vänstra skördaren bör dock kontrollera att inte mätsystemet har något mekaniskt fel samt se över sina maskininställningar för att förbättra mätningen.



Manuell kontrollmätning

Med kontinuerlig uppföljning av skördarens mätning kan du upptäcka och åtgärda mätfel innan alltför stora volymer har passerat aggregatet.

Den fortlöpande kontrollen grundas vanligen på manuell kontrollmätning av i genomsnitt en stam per skift. Manuell kontrollmätning görs även för att samla underlag till kalibrering. Själva kontrollmätningen görs enligt samma rutin oavsett om huvudsyftet med mätningen är kontroll eller kalibrering¹.

När du misstänker att mätningen avviker från det normala kan du behöva kontrollmäta extra stammar för att säkerställa att felet inte bara var tillfälligt och fatta beslut om hur mätningen ska rättas till.

¹ Undantaget är aggregat med tvåpunktsmätning där insamling av underlag för kalibrering görs enligt tillverkarens instruktioner.

Rutin för kvalitetssäkring

Det branschgemensamma systemet för kvalitetssäkring av skördarens mätning baseras på egenkontroll genom manuell kontrollmätning av ett slumpat urval av kontrollstammar. Varje kvalitetssäkrad skördare har dessutom en extern revisor som regelbundet återkopplar hur skördaren mäter samt besöker lagen i fält. Att stammarna slumpas ut gör att du får en bild av hur skördaren mäter på alla slags stammar. Skulle en slumpad stam vara olämplig som kontrollstam, t ex för att skördarens mätning uppenbart inte fungerat, kan den avvisas i skördardatorn och en ny stam slumpas ut vid ett senare tillfälle. Signalen att ett träd slumpats ut kommer i samband med att du låst kapet för rotstocken.

Förbered kontrollmätningen

Lägg upp kontrollstockarna mot ett stöd så att du kommer åt med klaven längs hela stocken och hittar dem bland övrigt virke.



Foto: Jonas Hemmingsson, VMF Syd

Kontrollstockarna bör läggas upp på en mätbänk så att du kommer åt att mäta ordentligt.

För över maskinens mätvärden från skördardatorn till klaven.

Kontrollmätningen sker stock för stock från rotstocken och uppåt i trädet.

Kontrollmätning av stocklängd

Kontrollmätning börjar med att du mäter längden på stocken. Måttbandet sätts i rotändan av stocken. Det är viktigt att fästkroken är helt intryckt i veden och att den sitter vinkelrätt mot stocken, annars blir längden felaktig. Måttbandet läggs längs stocken och längden, avrundad till närmaste cm enligt svensk standard², läses av och matas in i klaven. Vid användning av digitalt måttband avrundar klaven måttet enligt samma princip. Längden registrerar du då med markören i höjd med stockändan.

² Avrundning till närmaste heltal. När den enda decimalen är 5 görs avrundning till närmaste **jämna** heltal.



Foton: Johan Heurgren Film AB

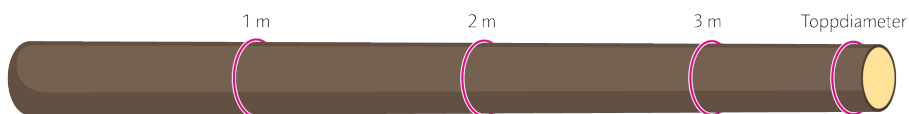
Kontrollmätning av längd. Avrundning görs till hela cm enligt svensk standard (t.v.). Fästkroken trycks helt in i veden (t.h.) så att längden mäts korrekt.

Kontrollmätning av stammens diameter

Första diametermättet är stockens toppdiameter som du mäter 10 cm in från toppändan. Efter toppdiametern tas diametermätt vid varje meter längs stocken från toppen ner mot rotändan. På rotstockar tas sista diametermättet i brösthöjd från roten.

Eftersom stockar sällan är helt runda ska du vid varje måttställe ta två diametermätt i 90° vinkel mot varandra – s.k. korsklavning. Vid kraftigt ovala stockar ska de två måtten tas där stockens diameter är som störst respektive minst.

Om måttstället skulle hamna precis på ett kvistvarv eller en bula ska du flytta fram klaven längs stammen och istället mäta diametern vid minsta diameter mot roten. Observera att detta även gäller toppdiametern!



Figur 5. Första diametermättet korsklavas 10 cm in från toppändan på stocken. Sedan mäts diametern vid varje hel meter längs stocken ner till rotändan. Om toppmättet ligger på en förhöjd punkt ska mättet istället tas vid minsta diameter mot roten. Detta även gäller toppdiametern.

All kontrollmätning sker på bark. Om barken är avskavd ska du i första hand mäta i riktningar där bark finns kvar. Annars ska du lägga till bark av samma typ som den som skavts av.

När kontrollmätningen är avslutad sätter du tillbaka klaven i hållaren. I nyare skördare kommer då filerna med kontrollmätningens resultat automatiskt att föras över till maskindatorn.



Foto: Johan Heurgren Film AB

Korsklavning görs med två mått i 90° vinkel mot varandra. Tumregeln är att där klavens linjal låg vid första måttet (t.v.) ska klavens ena skänkel ligga vid det andra (blå markering, t.h.).

Mätresultatet

Du kan se träffprocenten för längd och diameter direkt i klaven. Du får även kalibreringspotentialen, som är en indikation om mätsystemet behöver kalibreras. Notera att en låg träffprocent samtidigt med en låg kalibreringspotential tyder på ett mekaniskt fel som inte går att kalibrera bort – du måste hitta den felaktiga komponenten och byta ut den.

Kontroll av utrustning

Du bör genomföra regelbundna kontroller av mättonen. Öppna och stäng aggregatet och kontrollera samtidigt att diametergivarna svarar. Känn efter så att rörliga delar inte glappar samt att mät hjulet som mäter stockens längd kan snurra och inte är alltför slitet. En stor spridning i skördarens mätning beror sannolikt på ett mekaniskt fel på utrustningen eller felaktiga inställningar. Du bör då göra en extra noggrann kontroll av skördaren för att hitta felkällan.

Ta för vana att göra dagliga kontroller av skördaraggregat och mätsystem. Se till så att ingenting glappar och ta bort kvistar och annat som kan ha fastnat i aggregatet.



Foto: Johan Heurgren Film AB



Foto: Johan Heurgren Film AB

Det är viktigt att regelbundet kontrollera handredskapen. Måttbandet kontrolleras mot ett stålmåttband klass 1 (t.v.). Detta gäller även digitala måttband, som ska kalibreras om längden avviker från mallen. Klaven kontrolleras enklast med en klavmall (t.h.).

Även handredskapen ska kontrolleras regelbundet. Måttbandet kontrolleras med ett stålmåttband klass 1 som läggs ut bredvid måttbandet. Använder du ett digitalt måttband ska det kalibreras om kontrollen visar att det mäter längden fel, ett traditionellt måttband ska bytas ut om det inte mäter rätt. Att klaven visar rätt säkerställs lättast med hjälp av en klavmall med fasta kontrollmått. Även klaven ska kalibreras om enligt tillverkarens instruktion vid avvikelser.



Löpande kontroll och feedback är grunden för att få skördaren att mäta riktigt bra.

Foto: Johan Heurgren Film AB

Felsökning

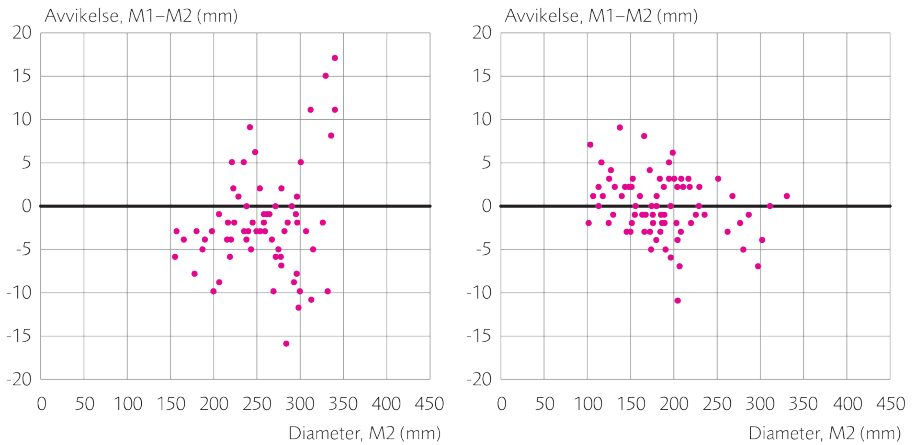
Om mätningen avviker från det normala för din skördare, kontrollmät ytterligare några stammar.

Om mätfelet består bör du felsöka i följande ordning:

1. Finns det några mekaniska fel på aggregat och mätsystem? Vanliga problem är trasiga diametergivare, slitet mät hjul, glapp i någon infästning till diametergivare eller mät hjul, samt oslipade eller glappa kvistknivar. Byt den felande komponenten och kontrollera sedan mätningen igen. Kanske behövs också en ny grundkalibrering.
2. Är tryckinställningarna okej? Om det finns anledning att justera tryck eller pulsering, ta ut nya kontrollstammar för att bekräfta att justeringen givit rätt effekt.
3. Behöver mätsystemet kalibreras? Om längd- eller diametermätningen uppvisar ett systematiskt fel kan en kalibrering vara nödvändig. Se i så fall till att det finns tillräckligt med underlag i datorn för att skapa en bra kalibreringskurva i alla diameterklasser.

Kom ihåg att kontrollera mätresultatet efter varje justering.

Om du inte hittar felet eller inte kan åtgärda det själv, kontakta din servicelämnare.



Figur 6. Effekten av ett mekaniskt fel på mätsystemet. I diagrammet till vänster har skördaren en standardavvikelse på 6,1 mm och 54 % av diametermätningarna inom ± 4 mm. Diagrammet till höger visar samma skördare efter byte av diametergivare och bussningar till kvistknivarna samt kalibrering. Standardavvikelsen är nu 3,8 mm och andelen diametermätningar inom ± 4 mm 85. En markant förbättring!



Figur 7. Felsökningsrutin när skördarens mätning avviker från det normala.

Kalibrering av skördarens mätsystem

Kalibrering av mätsystemet görs vid behov så att givarnas signaler motsvarar det riktiga måttet på stammen. Kalibrering behövs dels vid större förändringar, som komponentbyten, dels som löpande finjustering för att ta hänsyn till ändrade förutsättningar för mätningen, t.ex. när barken fryser.

Innan du fattar beslut om att kalibrera måste du utesluta att avvikelsen beror på något tekniskt fel eller på felaktiga inställningar. Dessa typer av fel visar sig ofta som en stor spridning i mätresultatet och kan inte kalibreras bort!

När du fattat beslutet att kalibrera gäller det att du har tillräckligt med dataunderlag. Data behövs i alla diameterklasser för att undvika att förstöra en redan bra kalibrering genom ändringar i närliggande klasser.

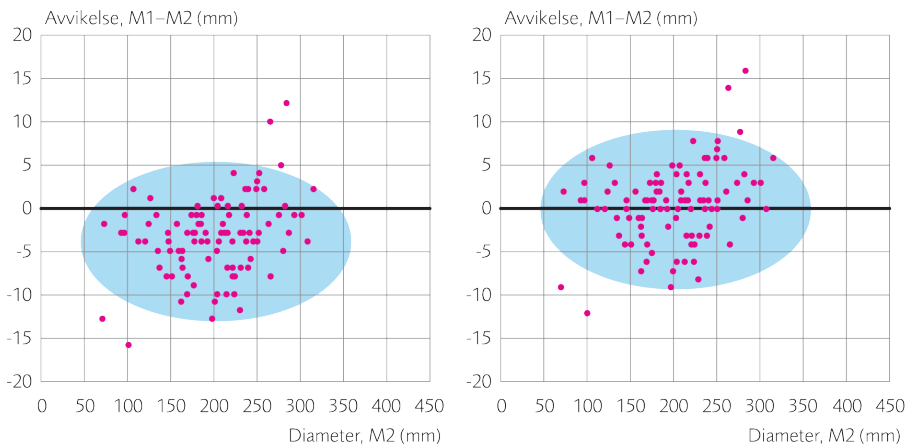
Hur stor justering systemet ska göra vid en kalibrering kan antingen beräknas med automatik av skördardatorn eller matas in manuellt av dig. När datorn föreslår större justeringar kan det ibland vara bra att göra dem i mindre steg och inte acceptera hela förslaget på en gång.

Det finns två huvudtyper av kalibrering för diametermätningen:

- Brytpunktskalibrering då varje diameterklass kalibreras för sig (närliggande diameterklasser påverkas också till viss del)
- Regressionskalibrering, som anpassar hela dataunderlaget till en rät linje.

I synnerhet vid regressionskalibrering gäller det att ha data i både klena och grova diametrar så att inte kalibreringskurvan ändras för mycket i ytterlägena. Längden kalibreras vanligen med en korrektionsfaktor så att signalen från mätjulets pulsgivare motsvarar den frammatade stocklängden. Var extra uppmärksam vid snabba temperaturväxlingar. Då kan mätjulets inträngning i barken förändras markant på bara några timmar, vilket kan ge ett stort systematiskt mätfel.

Det finns även möjlighet att göra en särskild korrektion för längdmätning i rotdelen av stammen för att kompensera för rotansvällning och avvikande bark och därmed undvika för korta rotstockar.



Figur 8. Denna skördare mäter 64 % av diametrarna inom ± 4 mm från den manuella kontrollmätningen. Standardavvikelsen är 4,2 mm, medan det systematiska felet är hela -3,7 mm (bilden t.v.), vilket tyder på att mätsystemet behöver kalibreras. Genom att justera upp alla diameterklasser med 3,7 mm skulle skörden teoretiskt mäta 76 % av diametrarna inom ± 4 mm (bilden t.h.). Om man dessutom skulle kalibrera om hela grundkurvan utifrån medianen i varje diameterklass skulle skördaren teoretiskt mäta 79 % av diametrarna inom ± 4 mm. En kalibrering skulle alltså i det här fallet lyfta skördaren till en riktigt bra mätning.





Var alltid noggrann vid manuell kontrollmätning av längd och diameter, det är grunden till att få till en bra mätning i skördaren!

Lämpliga stammar för kalibrering

- Kalibreringsunderlaget bör utgöras av värden i alla diameterklasser.
- Stammar som är alltför grovkvistiga eller ovala är olämpliga att ta med i kalibreringsunderlaget, eftersom de ger osäkra värden. Samma sak gäller för stammar med stort barkavskav eller där du misstänker att skördaren inte mätt ordentligt.
- För de klenare diameterklasserna är mindre stammar att föredra framför toppbitar, som oftare är svårare att mäta på grund av kvistar.

De slumpade kontrollstammar som uppfyller kraven kan utgöra basen i kalibreringsunderlaget. Dessa kompletteras sedan efter behov med förarvalda stammar.

Vid en större kalibrering, t ex efter ett komponentbyte, bör du gå ur skördaren och välja stammar till kalibrering. Det är ofta svårt att avgöra hur rund en stam är från förarhytten. Se dessutom till att de data du kalibrerar på inte är för gamla utan motsvarar de betingelser du arbetar under just nu. Du bör också rensa ut de stammar som redan ligger i databasen för att undvika att kalibrera på ett felaktigt underlag.



Foto: Jonas Herminngsson, VMF Syd

Till en större kalibrering rekommenderas att du väljer kalibreringsstammar utanför hytten. Det är då lättare att avgöra stammens rundhet.

Ordlista

- **Kontrollstam** – Stam utvald för manuell kontrollmätning för kvalitetssäkring och/eller kalibrering
- **Slumpad stam** – Stam som valts ut av skördardatorn för kontrollmätning inom kvalitetssäkringssystemet utifrån en inställd slumpfrekvens
- **Förarvald stam** – Stam som valts ut manuellt av skördarföraren för kontrollmätning, ofta med syftet att utgöra kalibreringsunderlag
- **Kalibreringsstam** – Stam som valts ut för manuell kontrollmätning med syftet att utgöra kalibreringsunderlag
- **Kvalitetssäkring** – Metod för fortlöpande egenkontroll av skördarens mätning, grundat på manuell kontrollmätning av slumpade stammar. Systemet för kvalitetssäkring av skördarens mätning inkluderar även en auktoriserad revisor som följer de kvalitetssäkrade skördarna och ger skördarlagen kontinuerlig feedback. Revisorn besöker även skördarlagen i fält minst två gånger per år.



JOHN DEERE

127



SKOGFORSK

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala. Tel. 018-18 85 00
E-post. info@skogforsk.se www.skogforsk.se