

# Skogsforskningsinstitutets årsringsmätningsmaskiner

DERAS TILLKOMST, KONSTRUKTION OCH ANVÄNDNING

*The Swedish Forest Research Institute's  
machines for measuring annual rings*

*Their origin, construction and application*

av

BO EKLUND

MEDDELANDEN FRÅN  
STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT  
BAND 38 . NR 5



*Bo Eklund*

## Skogsforskningsinstitutets årsringsmätnings- maskiner

Deras tillkomst, konstruktion och användning

### *Inledning*

För kännedom om skogsträdens ålder, tillväxt och i viss utsträckning även kvalitetsförhållanden utgöra skogsträdens årsringar den egentliga kunskapskällan. Årsringsmätningar ha också efter hand kommit att intaga en allt mer framskjuten plats på skogsforskningsinstitutets arbetsprogram. I takt med det ökade mätningarbetet har ett behov av förbättrade tekniska hjälpmedel för detsamma gjort sig allt starkare gällande, samtidigt som mätningarbetet måst rationaliseras och infogas i en lämpligt avvägd organisatorisk ram. Vid skogsforskningsinstitutet har också under de senaste åren ett betydande arbete nedlagts i sådant syfte. Som ett led i detta har i samarbete med AKTIEBOLAGET ADDO och AKTIEBOLAGET STÅLEX särskilda maskiner konstruerats för mätning av skogsträdens årsringar. I princip utgörs dessa maskiner av ett specialkonstruerat mätningmikroskop kombinerat med en elektrisk additionsmaskin av märket ADDO-X. Genom tillkomsten av dessa årsringsmätningsmaskiner har en betydande ökning av arbetsprestationerna vid årsringsmätning ernåtts. Då dessa maskiner nu givits en sådan teknisk utformning, effektivitet och funktionsduglighet, att några ytterligare mera betydande förbättringar väl knappast ligga inom nära räckhåll, har det ansetts lämpligt att lämna en mera ingående redogörelse för deras tillkomst, konstruktion och verknings sätt liksom även för själva mätningarbetets organisation och därmed sammanhängande frågor.

## Kap. I. Vid årsringsmätning tidigare använda mekaniska hjälpmedel och instrument

Ända till in på 1920-talet var årsringsmätning ett hantverk med lupp, passare och skala som enda hjälpmedel. Vid norska årsringsmätningar har ORDING (1941) använt sig av en förstoringspassare, med tillhjälp av vilken den uppmätta årsringsbredden direkt avsattes i 10 gångers förstoring på ett rutpapper lodrätt över en horisontell tidsskala. ORDING arbetade i stor utsträckning med stamskivor, på vilka årsringsbredden uppmättes längs två radier. De uppmätta årsringsbredderna avsattes därvid på rutpapperet med tillhjälp av förstoringspassare lodrätt över varandra, så att för varje kalenderår årsringsbredden återgavs i 20 gångers förstoring. Det ligger i sakens natur att sådan grafisk årsringsmätning ställer sig både tidskrävande och fordrar stor noggrannhet från mätningsspersonalens sida.

### *Grönbergs årsringsmätningssinstrument*

Det första egentliga mekaniska hjälpmedlet för mätning av skogsträdens årsringar konstruerades på 1930-talet av dåvarande lektorn vid Skogshögskolan, fil. dr GÖSTA GRÖNBERG. Med tillhjälp av detta instrument (fig. 1, s. 3) kunde mätning av årsringarna på borrhåll ske avsevärt snabbare än vid mätning med de ovannämnda enkla hjälpmedlen. Det har också under en lång följd av år kommit till flitig användning vid Skogshögskolan. Författaren har för övrigt tidigare i korthet redogjort för instrumentets konstruktion och användning (EKLUND 1942, s. 244). Då konstruktionsprincipen för detta enkla instrument går igen hos de vid statens skogsforskningsinstitut sedermera konstruerade mätningssmikroskoperna, kan det anses motiverat, att i detta sammanhang närmare beskriva konstruktionen.

På en rektangulär platta av 5 millimeter tjock mässingsplåt och av storleken  $308 \times 140$  millimeter är en arm anbragt, vilken uppbar ett mikroskop med omkring 13 gångers förstoring. Bottenplattan är genom tvenne gångjärn förenad med ett enkelt trästativ på sådant sätt, att densammans främre sida lutar omkring  $30^\circ$  mot horisontalplanet. Härigenom blir mikroskopets tub snedställd, varjämte instrumentets avläsningsskalor lättare kunna observeras. Mätaren kan därför arbeta i en bekvämare arbetsställning, än om tuben varit placerad lodrätt.

Mikroskopets okular är försett med hårkors och en visararm, som vid okulalets vridning följer en cirkulär skala, på vilken vridningsvinkeln kan avläsas. Avsikten härmed var ursprungligen den, att man med utgångspunkt från vridningsvinkeln och en enkel trigonometrisk korrektionsformel skulle

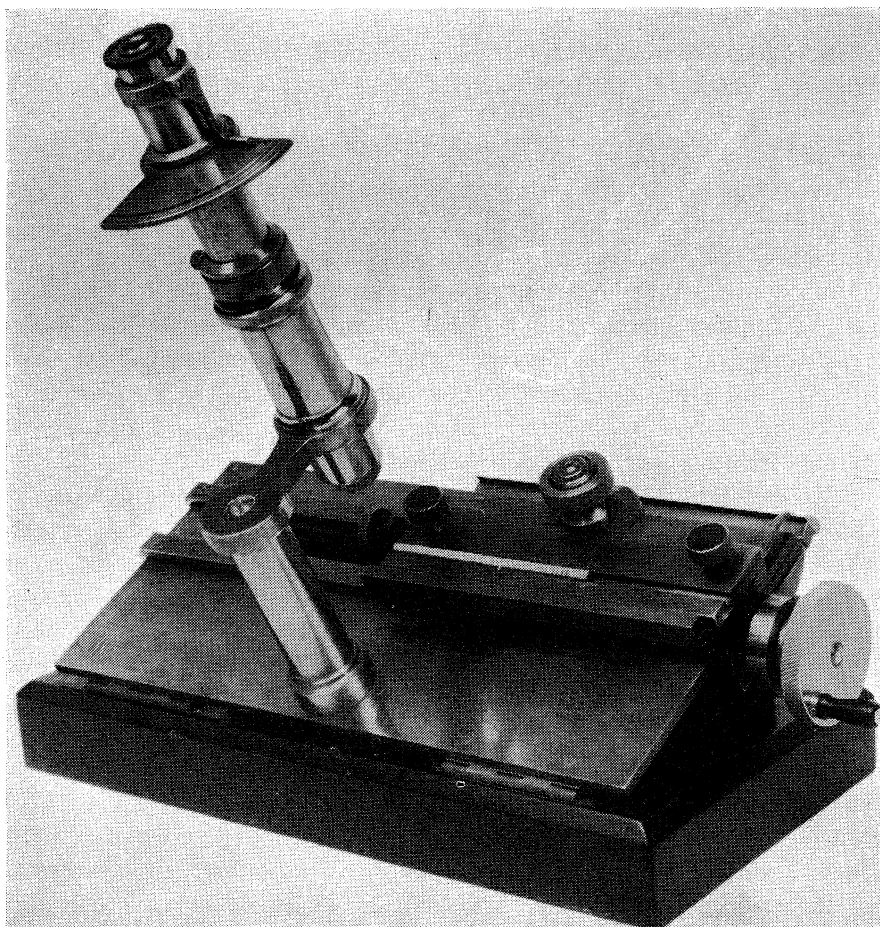


Fig. 1. I början av 1930-talet konstruerade fil. dr GÖSTA GRÖNBERG ovanstående årsringsmätningssinstrument. Detta är det första i Sverige använda instrumentet för årsringsmätning.

The first instrument used in Sweden for the measurement of annual rings, constructed in the early 1930's.

ha möjlighet att vid mätning av — i förhållande till borrhålets längdriktning — snett liggande årsringar korrigera den mätta årsringsbredden till att representera det kortaste avståndet mellan två angränsande årsringar.

Bottenplattan är upptill försedd med två parallella mässingsskenor, mellan vilka bottenplattan är urfräst utom närmast instrumentets kortsidor. I urfräsningar på mässingsskenorna löper en slid, som uppbär ett objektbord. På detta anbringas en löstagbar borrhållare, i vilken borrhålet kunna fixeras medelst en enkel fastsättningsanordning. Objektbordets slid är undertill försedd med en stadig, invändigt gängad klammer, som omsluter en på

bottenplattans undersida och parallellt med styrskenorna anbragt skruvspindel om ca 200 millimeters längd och med en gängstigning av 2 millimeter. Skruvspindeln löper i ett lager placerat under bottenplattans högra kortsida och är längst till höger försedd med en matarratt. Då denna kringvrides, kommer objektbordet att matas fram i axelns riktning under mikroskopets hårkors. Objektbordet är försett med en justerskruv för fininställning av borrhållaren vid mätningens början samt en enkel anordning för fastsättningen av densamma.

Från objektbordets högra del utgår en visararm försedd med en fin spets, som vid frammatningen förskjutes längs en upptill på bottenplattan placerad metallskala graderad i centimeter och millimeter. Vid mätningens sker grovavläsning i förhållande till visarens läge på skalan och finavläsning på en i anslutning till matarratten anbragt skala, som medger avläsning av årsringsbredden med en noggrannhet av 0,02 millimeter.

Tillvägagångssättet vid mätning av ett borrhållare är följande: Matarratten vrides bakåt, till dess objektbordets visararm pekar på siffran 0 på grovavläsningsskalan, varvid matarrattens skala samtidigt skall vara nollställd. Borrhållaren placeras i borrhållaren, fastklämmas och snittas plant med en vass kniv. Hållaren placeras i sin tur på objektbordet och förskjutes medelst justerskraven i sidled så, att mikroskopets hårkors kommer att avteckna sig över gränsen mellan barken och den sist bildade årsringen. Därefter vrides matarratten framåt, till dess hårkorsen kommer att falla över gränsen mellan denna och den under föregående år bildade årsringen, varvid den mätta längden, d.v.s. årsringsbredden, avläses på båda skalorna och noteras i ett särskilt mätningensprotokoll. Avläsning efter frammatning av ytterligare en årsring anger summan av båda de mätta årsringarna, varför bredden av den senast mätta årsringen måste uträknas som skillnaden mellan de båda avläsningarna.

### *Forstliga Forskningsanstaltens årsringsmätningensinstrument*

I samband med den andra finska riksskogstaxeringen, som ägde rum åren 1936—38, insamlades ett omfattande årsringsmaterial i form av borrhållare, vilka sedermera mättes vid Forstliga Forskningsanstalten i Helsingfors i ett av professor YRJÖ ILVESSALO speciellt för ändamålet konstruerat instrument (ILVESSALO 1942, s. 50—51). Detta bygger på samma konstruktionsprincip som det föregående, ehuru i detta fall borrhållaren hålles fixerat och i stället mikroskopet är förskjutbart i borrhållarens längdriktning (fig. 2, s. 5). Vid mätningen anbringas borrhållaren i en hållare av trä, som medelst tvenne plana stålfjädrar fixeras vid apparatens underrede av järn. Vid behov kan hållaren vridas i förhållande till mikroskopets rörelseriktning, så att det blir möjligt att mäta det kortaste avståndet mellan snett liggande årsringar.

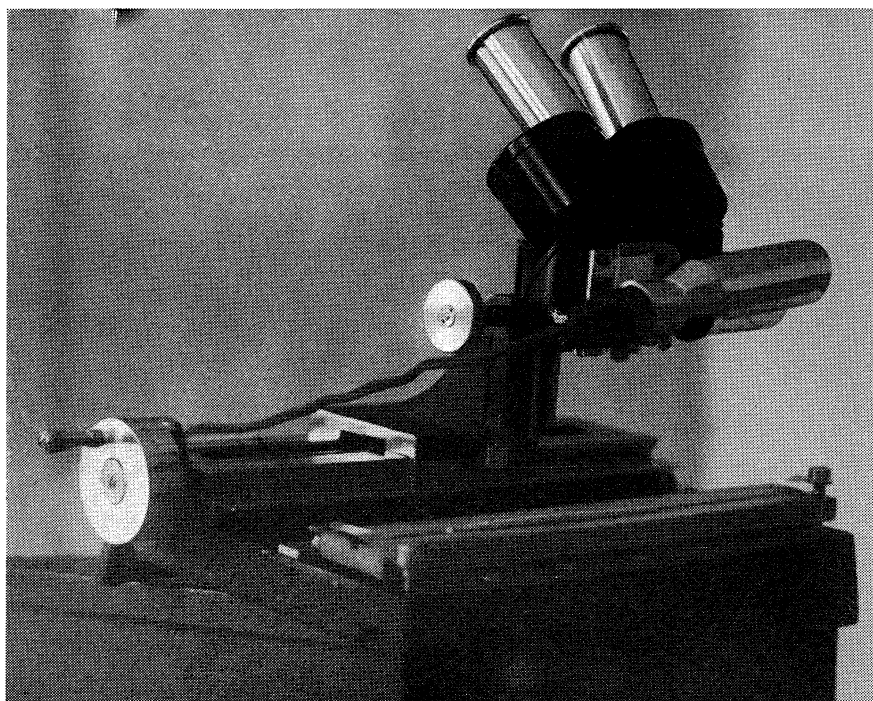


Fig. 2. FORSTLIGA FORSKNINGSANSTALTENS årsringmätningsinstrument, som bl. a. använts för årsringmätningar i samband med 1936—1938 års finska riksskogs-taxering.

The Finnish Forest Research Institute's annual ring measuring instrument which was employed amongst others for annual ring measurements in connection with the 1936—1938 *Finnish National Forest Survey*.

På underredet är dessutom en glidskena anbragt, längs vilken mikroskopet matas fram vid kringvridning av en skruvspindel, som är horisontellt lagrad i en urfräsning i glidskenan. I skruvspindelns ena ände är en graderad ratt anbragt för frammatning av mikroskopet och för finavläsning av den uppmätta längden. Grovavläsning sker på en vid glidskenan fästad millimetergraderad skala om 200 millimeters längd. Avläsning sker följaktligen på två olika skalor, varvid en avläsningsskärpa av 0,01 millimeter erhålles.

Mikroskopet uppbäres av ett efter glidskenan förskjutbart stativ och utgöres av ett ZEISS binokulärt preparermikroskop försett med hårkors. Genom kombination av olika objektiv och okular kan förstoringen varieras mellan 14 och 60 gånger. Borrspånet belyses vid mätningen medelst en vid mikroskopet anbragt symaskinslampa av standardmodell.

Vid mätningar arbetet kringvrides matarratten, varvid mikroskopets hårkors kommer att röra sig längs borrspånets yta. Vid varje årsringgräns avläses den mätta längden på dels millimeterskalan dels matarrattens skala,

varefter de avlästa värdena antecknas i ett särskilt mätningsprotokoll. Årsringsbredderna erhållas sedan genom upprepad subtraktion av de olika avläsningarna.

ILVESSALOS instrument kan även användas för mätning av årsringar på stamskivor. Härvid loss göres glidskenan med mikroskopet från underredet och apteras i stället på ett för mätning av stamskivor speciellt konstruerat underrede.

I detta sammanhang förtjänar även den »borrspånsmätningssapparat»<sup>1</sup> nämnas, som konstruerats av skogsmästare KNUT SVENSON vid statens skogsforskningsinstitut i samarbete med AKTIEBOLAGET STÅLEX.

### *Svensons årsringsmätningssinstrument*

Denna apparat har använts för årsringsmätningar och -räkningar vid skogsforskningsinstitutets statistiska avdelning allt sedan den andra riksskogstaxeringens början fram till hösten 1947 (1937 ÅRS RIKSSKOGSTAXERINGSNÄMND, s. 63). Apparatens utseende framgår av fig. 3, s. 7. I likhet med i det nyss beskrivna finska årsringsmätningssinstrumentet är det här optiken — en lupp med 10 gångers förstoring — som vid kringvridning av en gängad, horisontal axel successivt matas fram över borrspånet. Före mätningen placeras detta i en hållare och fastklämmas genom intryckning av en hävarm förbunden med en excenteranordning. Mataraxeln och avläsningsskalan äro anbragta på en hållare, som genom vridning av en excenterspärr lätt kan frigöras och fixeras vid den del av apparaten, som uppbär borrspånshållaren. Härigenom kan avläsningsskalan placeras parallellt med borrspånet så att skalans början kommer att ligga mitt för gränsen mellan barken och den sist avsatta årsringen. Den hållare, som uppbär luppen, är försedd med en gängad ränna. Vid frammatning griper denna in i mataraxelns gänga. Hållaren vilar därjämte på en med mataraxeln parallell styrgejd och är försedd med en visare, som kan observeras genom luppen och som avtecknar sig både mot borrspånet och den intilliggande avläsningsskalan. Även hållaranordningen för luppen kan lätt frigöras, så att visaren vid mätningens början kan placeras vid skalans nollpunkt. För att underlätta mätningar och räkningar av årsringarna på borrspån från lövträd, särskilt björk och asp är en smal spalt upptagen i borrspånshållarens bottenplatta och under denna är en rörformig elektrisk lampa placerad. Borrspånet kan därför genomlysas underifrån,

<sup>1</sup> Då det visat sig att ordet borrspån av icke-skogsmän speciellt då teknici, ofta ger idéassociation med spån från borrar eller andra maskiner för bearbetning av trä och metaller, har författaren valt att använda benämningarna årsringsmätningssinstrument, årsringsmätningssmaskin etc.

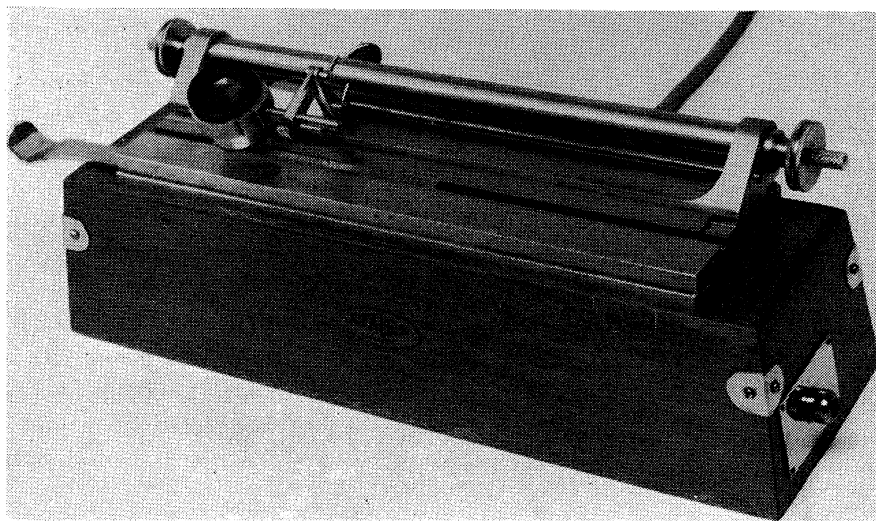


Fig. 3. Av skogsmästare KNUT SVENSON konstruerat årsringmätningsinstrument, under åren 1938—1947 använt för årsringmätningar i samband med den pågående andra riksskogstaxeringen.

Instrument employed by the Swedish National Forest Survey during the years 1938—1947 for measuring and counting the annual rings of forest trees.

varigenom årsringarna på borrhspån från lövträd stundom framträda tydligare. Genom att skalan, som är graderad i centimeter och halva millimeter, vid avläsningen observeras genom luppen, kan avläsning ske med en noggrannhet av 0,2 millimeter.

Till följd av instrumentets ringa höjd över bordet blir mätningens personalens kroppsställning under mätningens arbetet i hög grad obekvämt och tröttande. Synfältet i luppen är också relativt obetydligt, vilket försvårar »grovavläsningen» på skalan. Som en avgjord nackdel framstår emellertid — och detta gäller samtliga de ovan behandlade årsringmätningsinstrumenten — att avläsning måste ske på en eller flera skalor och de avlästa värdena registreras för hand. Vid rutinmässiga mätningar inträffar det därför ej sällan att även tränad personal gör sig skyldig till direkta felavläsningar. Härtill kommer att årsringbredden för antingen enstaka kalenderår eller grupper av år sedermera måste uträknas som successiva differenser mellan en serie avläsningar. Då man vid årsringmätning som regel avser att bestämma avståndet vinkelrätt mot årsringens tangent till nästa årsringgräns, uppkommer vid mätning fel i de fall, då årsringgränserna ligga snett i förhållande till borrhspånens längdriktning. GRÖNBERGS och FORSTLIGA FORSKNINGSANSTALTENS instrument medgiva korrektion av det mätta avståndet i detta avseende. Åtminstone i det förstnämnda instrumentet ställer sig korrektionen dock rätt besvärlig.



### *Langlet—Lindblads registrerande årsringsmätninginstrument*

På uppdrag av docent OLOF LANGLET konstruerade instrumentmakare A. LINDBLAD år 1936 för statens skogsförsöksanstalts räkning ett årsringsmätninginstrument, som kom att utgöra ett mycket värdefullt tillskott till de hittills för årsringsmätning använda mättekniska hjälpmedlen. Genom tillkomsten av detsamma underlättades också i hög grad de omfattande mätningar av skogsträdens årsringar, som mot slutet av 1930-talet igångsattes vid skogsförsöksanstalten.

I princip överensstämmer LANGLET-LINDBLADS registrerande årsringsmätninginstrument med det av GRÖNBERG tidigare konstruerade, nämligen så tillvida att ett objektbord vid kringvridning av en matarratt anbragt i änden av en skruvspindel matas fram under hårkorset i ett svagt förstörande mikroskop. Det väsentligt nya och epokgörande i konstruktionen bestod däri,

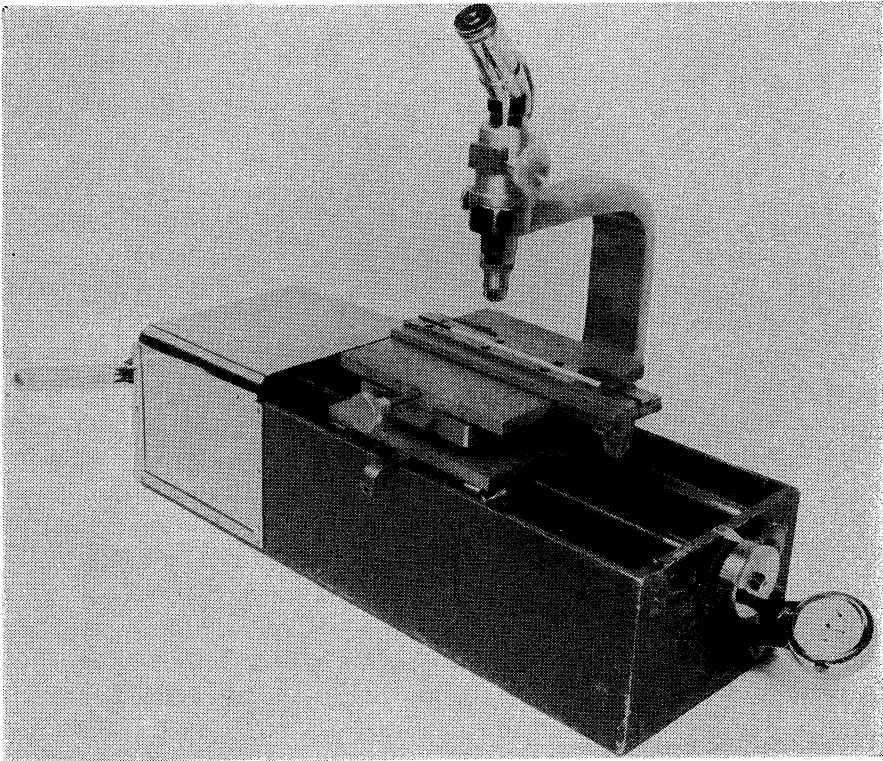


Fig. 4. LANGLET-LINDBLADS registrerande årsringsmätninginstrument, som under slutet av 1930- och början av 1940-talet användes vid statens skogsförsöksanstalt.

Recording instrument for measuring annual rings formerly employed by The Forest Research Institute of Sweden.

att frammatningsskruven var ansluten till ett registreringsverk, medelst vilket den uppmätta årsringsbredden vid nedtryckning av en hävarm stämpades in på en pappersremsa. På anvisning av docent LANGLET hade objektbordet givits en konstruktiv utformning, påminnande om det vridbara korsbord, som stundom användes i vissa mikroskopkonstruktioner. Härigenom möjliggjordes en mycket snabb och enkel mekanisk korrektion vid mätning av snett liggande årsringar, vartill vi skola återkomma i fortsättningen. Instrumentet, som återgives i fig. 4, s. 8, har tidigare ingående beskrivits av NÄSLUND (1942, s. 20—22), varför vi här ej ha anledning att närmare ingå på detsamma konstruktion och verkningsätt.

Det LANGLET-LINDBLADSKA årsringsmätningssinstrumentet kan karakteriseras som ett ändamålsenligt och arbetsbesparande hjälpmedel för noggranna årsringsmätningar väl lämpat för det mättningsbehov, som förelåg vid skogsforskningsinstitutet vid tiden för instrumentets tillkomst. Trots sina många fördelar och stora användbarhet hade det dock en del konstruktiva svagheter bland dem, att registreringsverkets rörliga delar voro utsatta för starka mekaniska påkänningar med åtföljande stark förslitning. Vid nedtryckning av den hävarm, genom vilken registreringsverket sattes i funktion, inträffade ofta att den under mikroskopets hårkors inställda årsringen försköts ur läge genom vibrationer i instrumentet, vilket medförde att årsringsgränsen måste återföras i det ursprungliga läget med tillhjälp av korsbordets inställningsrattar. Den största olägenheten vid mätning med LANGLET-LINDBLADSKA instrument bestod emellertid däri, att kontroll av mätningen först kunde erhållas, sedan de på ett borrhåll uppmätta årsringarna summerats, varvid den erhållna summan skulle överensstämma med inställningarna på dels en till frammatningsskruven kopplad varvräknare dels en i  $2/100$  millimeter graderad skala på matarrattens trumma. För detta absolut nödvändiga kontrollarbete erfordrades för tre samtidigt i bruk varande årsringsmätningssinstrument ett särskilt räknebiträde utrustat med elektrisk additionsmaskin.

## Kap. II. Behovet av ytterligare förbättrade hjälpmedel vid årsringsmätning

År 1941 igångsattes vid statens skogsforskningsinstitut en efter nya riktlinjer upplagd produktionsundersökning. Bearbetningen av det för denna erforderliga observationsmaterialet, som beräknas komma att omfatta 4 000—5 000 tillfälliga provytor avsedda för engångsuppskattning, kommer i första hand att inriktas på ett närmare utforskande av lagarna för skogsträdens tillväxt. Härigenom torde det bliva möjligt att uppställa utvecklingsprog-

noser för tall-, gran- och björkbestånd eller blandbestånd av barr- och lövskog, så att beståndsutvecklingen och virkesproduktionen kan fastställas för alternativa kombinationer av olika naturliga förutsättningar och beståndsbehandling.

Materialet till vid institutet tidigare utförda produktionsundersökningar har utgjorts av fasta försöksytor, som under flera decennier behandlats likformigt och som reviderats med omkring 5-årigt intervall. Grundytetillväxten har därvid kunnat fastställas med ledning av diametermätningarna vid de olika revisionstillfällena. I motsats härtill kommer den nya produktionsundersökningen att baseras på engångsuppskattade provytor, å vilka trädens diametertillväxt bestäms genom borring vid brösthöjd, varigenom densamma blir mycket säkrare bestämd än vid upprepade diametermätningar. Enär de stora vedavverkningar, som föranleddes av bränslesituationen under första hälften av 1940-talet, hotade att för all framtid undanrödja ett för skogsforskningen nödvändigt och oersättligt observationsmaterial i för huggningsingrepp intakta bestånd, påbörjades den nya produktionsundersökningen i orörd skog. Härigenom erhöll man redan på ett tidigt stadium av undersökningen ett betydande material för belysandet av ett för den moderna produktionsforskningen betydelsefullt problem, nämligen skogsträdens klimatiskt betingade variationer i årsringsbredd. I samband med den nya produktionsundersökningen insamlas dessutom på provytorna borrhåll för en rad olika specialundersökningar.

När mättningsarbetet av borrhållsmaterialet från provytor i orörd skog togs upp på allvar, kunde konstateras, att man med den då tillgängliga instrumentella utrustningen — 3 st. årsringsmättningsinstrument av LANGLET-LINDBLADS konstruktion — skulle ha mycket små möjligheter att i längden tillfredsställa det starkt ökade behovet av årsringsmätning. Efter något år visade det sig också, att man stod inför praktiskt taget olösliga mätningssuppgifter, vilket framtvängde en omprövning av frågan om effektivare mekaniska hjälpmedel för mättningsarbetet.

### *Tillkomsten av skogsforskningsinstitutets årsringsmättningsmaskiner*

Under arbetena på institutets provytor i orörd skog sommaren 1944 framkastade dåvarande skogsbiträdet vid institutets skogsavdelning, skogsvaktare BROR KARLSSON, att man genom kombinerad av ett mättningsmikroskop med en vanlig additionsmaskin eventuellt kunde erhålla en driftsäker och effektiv apparat för årsringsmätning. Vägen ur det ökade mättningsarbetets dilemma var därmed angiven.

I detta sammanhang är det för författaren synnerligen angeläget att till skogvaktare KARLSSON få framföra ett personligt tack för ett fruktbärande och ur alla synpunkter gott samarbete.

I den intuitiva känslan av att skogvaktare KARLSSONS uppslag var väl värt att prövas, sökte författaren hösten 1944 kontakt med AKTIEBOLAGET ADDO, som tillverkar ADDO additions- och bokföringsmaskiner. Trots att den tekniska expertisen från början ställde sig synnerligen skeptisk till möjligheterna att låta en additionsmaskin registrera impulserna från ett mätningmikroskop, lyckades AKTIEBOLAGET ADDOS skicklige konstruktör, verkmästare G. HELLGREN lösa detta i sitt slag rätt egenartade problem. Författaren vill också framhålla skogsforskningsinstitutets stora uppskattning för verkmästare HELLGRENS värdefulla insatser vid tillkomsten av årsringmätningssmaskinerna. Institutet beder även att få betyga sin tacksamhet till direktör S. ÖSTLUND i AKTIEBOLAGET ADDO, vilken förmedlade kontakten med verkmästare HELLGREN och från första början med största intresse följde årsringmätningssmaskinernas tillkomst och utveckling.

Den av verkmästare HELLGREN för årsringmätning först ombyggda additionsmaskinen, en elektriskt driven maskin av typen ADDO-X (Modell E),<sup>1</sup> var konstruerad med tanke på att kunna anslutas till ett mätningmikroskop av den LANGLET-LINDBLADSKA typen, från vilket registreringsverket jämte till detta hörande spärrar och utlösninganordningar bortmonterats. De tekniska arrangemangen för mätningmikroskopets anslutning till additionsmaskinen och den överföringsmekanism, som transformerar impulserna från mätningmikroskopet till inställningar i additionsmaskinen, kommer att behandlas i följande kapitel. Med hänsyn till att man nu erhållit en kombination av ett mätningmikroskop och en additionsmaskin har benämningen *årsringmätningssmaskin* fastställts, vilken benämning mera adekvat svarar mot verkningsättet och prestationsförmågan än beteckningen årsringmätningssinstrument. Den först tillverkade årsringmätningssmaskinens utseende framgår av fig. 5, s. 12. Sedan denna maskin varit i bruk en längre tid och därunder visat sig uppfylla alla krav på noggrannhet, driftsäkerhet och hög prestationsförmåga vid mätningssarbetet, anskaffades ytterligare en för årsringmätning ombyggd additionsmaskin. Fig. 6, s. 13, återgiver de båda först anskaffade årsringmätningssmaskinerna i arbete.

Under det fortsatta mätningssarbetets gång visade sig årsringmätningssmaskinernas användningsområde kunna väsentligt utvidgas, under förutsättning att vissa tekniska kompletteringar gjordes särskilt av mätningssmikroskopet. Hösten 1940 uppdrogos riktlinjerna för den konstruktiva utformningen av ett

---

<sup>1</sup> AKTIEBOLAGET ADDO tillverkar två olika typer av additionsmaskiner, nämligen märket ADDO, som är utrustat med s. k. fullt tangentbord, och märket ADDO-X, som endast har 10 tangenter i det egentliga tangentbordet.

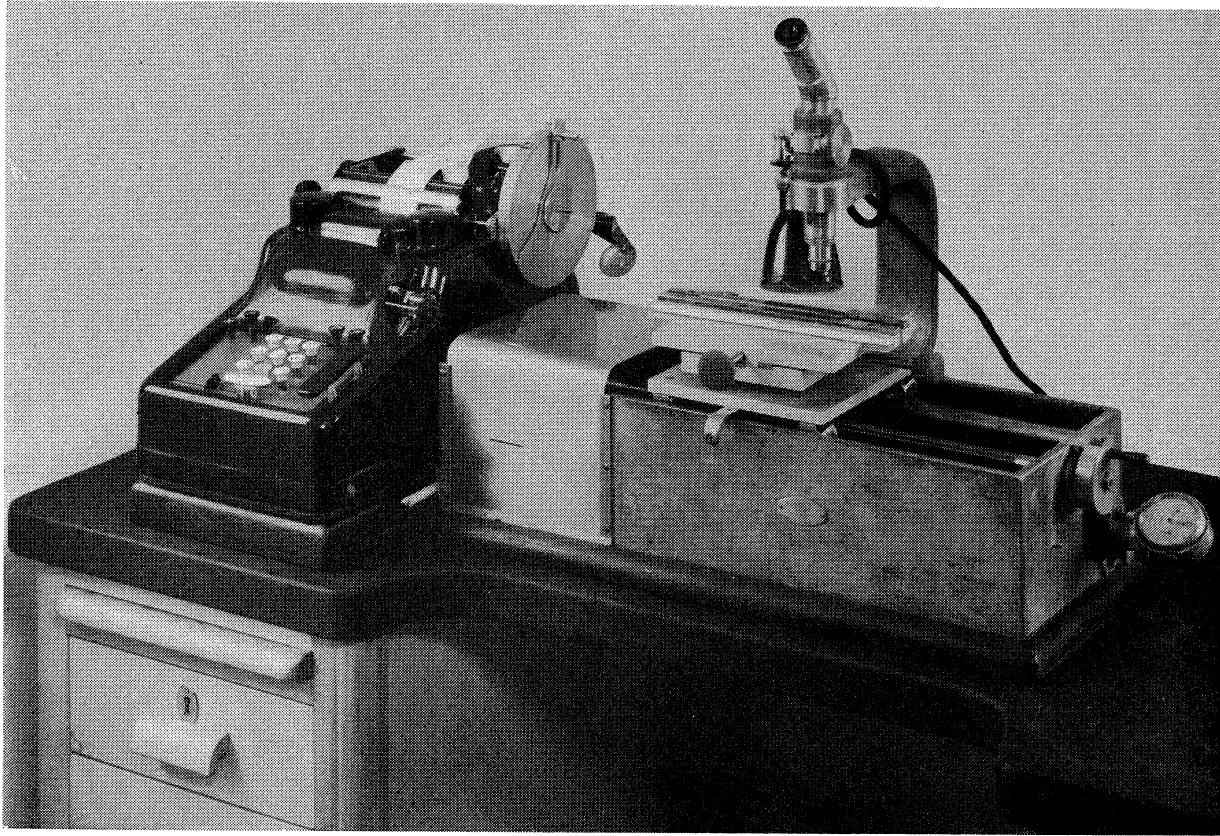


Fig. 5. Den första årsringsmättningsmaskinen utgjordes av ett LANGLET-LINDBLADS årsringsmättningsinstrument (med demonterat registreringsverk) kombinerat med en elektrisk additionsmaskin av märket ADDO-X. Lägga märke till den s. k. årsringsräknaren upptill till höger å additionsmaskinen.

The first annual ring measuring machine consisted of the instrument reproduced in Fig. 4, page 8 (with the recording mechanism dismantled) combined with an electric adding machine of the ADDO-X type. Note the apparatus on the right of the adding machine for counting the number of annual rings measured.



Fig. 6. Skogsforskningsinstitutets båda första årsringmätningsmaskiner i arbete. Observera hur mätaren till höger vid mätningen håller vänstra handens insida tryckt mot additionsmaskinens framsida och tummen omedelbart ovanför motortangenten.

The two first annual ring measuring machines of the Forest Research Institute of Sweden in operation. Note the position of the operator's hands.

nytt mätningmikroskop och en i vissa detaljer förbättrad överföringsanordning i additionsmaskinen. Tillverkningen av de nya mätningmikroskoperna anförtroddes AKTIEBOLAGET STÅLEX i Stockholm, vilken firma för övrigt tidigare tillverkat två av institutets årsringsmätningssinstrument av LANGLET-LINDBLADS typ. Under ledning av fabrikör K. A. NERMANDER har AKTIEBOLAGET STÅLEX därvid nedlagt ett högt uppskattat och förnämligt precisionsarbete. Ombyggnaden av additionsmaskinerna har verkställt av en son till verkmästare HELLGREN, ingenjör ESKIL HELLGREN vid AKTIEBOLAGET ADDOS fabriker i Malmö, varvid denne utfört vissa betydelsefulla förbättringar av den ursprungliga konstruktionen av överföringsmekanismen mellan mätningmikroskopet och additionsmaskinen. Han har därjämte gjort en del konstruktiva ändringar på de ombyggda maskinerna, varigenom det blivit möjligt att begagna dessa för vissa komplicerade specialmätningar. Institutet önskar i detta sammanhang poängtera sin stora uppskattning för det synnerligen förnämliga arbete, som presterats av AKTIEBOLAGET STÅLEX och ingenjör HELLGREN vid tillkomsten av den senast tillverkade typen årsringsmätningssmaskiner.

### Kap. III. Beskrivning av årsringsmätningssmaskinen

Årsringsmätningssmaskinen (fig. 7, s. 15) sammansättes av *mätningmikroskopet*, som kan karakteriseras som impuls-givare och *additionsmaskinen*, som fungerar som impulsmottagare och impulsåter-givare.

#### *Mätningssmikroskopet*

Mätningssmikroskopet består av följande huvuddelar:

1. *Stativet.*
2. *Den optiska utrustningen.*
3. *Mataranordningen.*
4. *Objektvagnen med korsbordet och borrar-spånshållaren.*
5. *Växellådan jämte kopplingsaxeln.*
6. *Kontrollorganet.*
7. *Mikroskopbelysningen.*

#### I. Stativet

Stativet har en längd från gavel till gavel räknat av 490 mm, en höjd av 125 mm och en bredd av 182 mm utom över växellådan, som är inrymd inom stativets vänstra, närmast additionsmaskinen liggande del, där bredden är 228 mm. Stativet är gjutet i aluminium med en godstjocklek av 20 mm utom

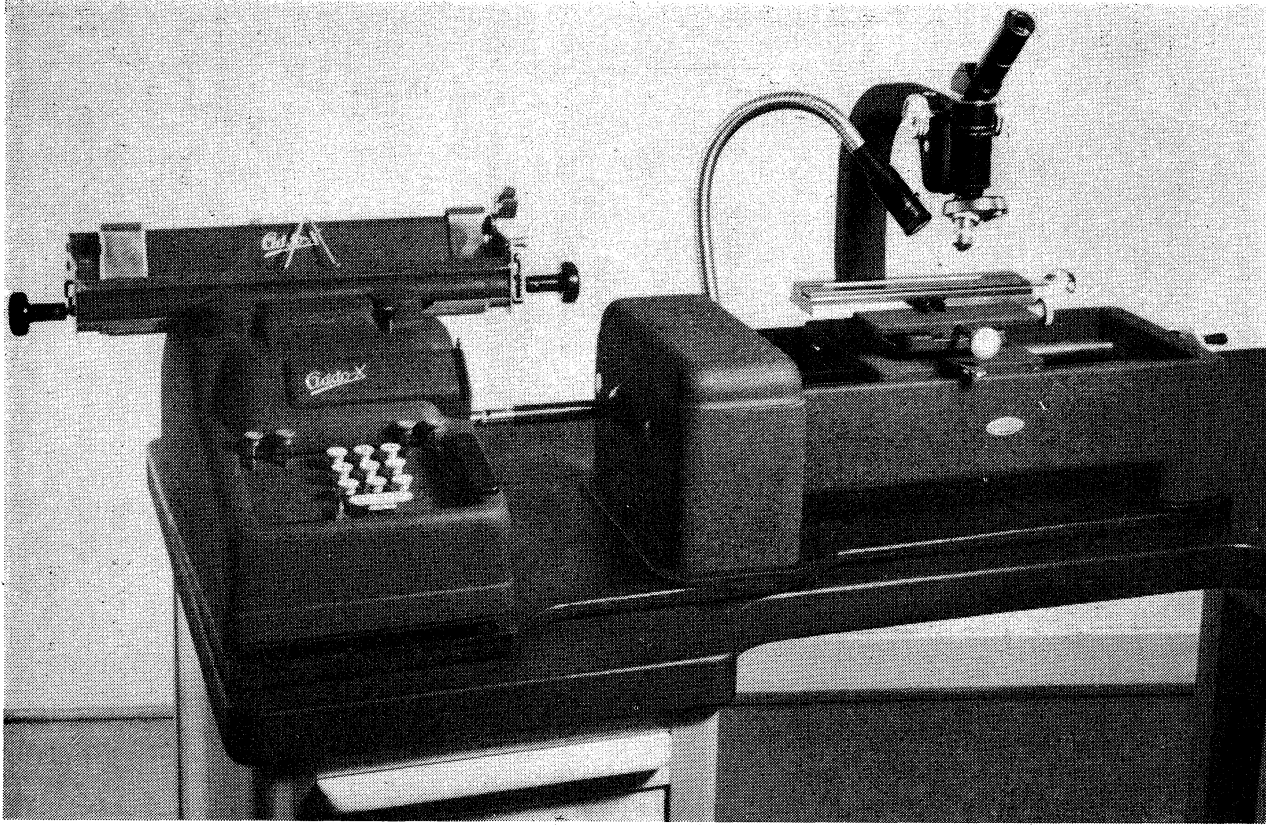


Fig. 7. Årsringmätningsmaskin av modernaste typ.

An annual ring measuring machine of the most up-to-date type. By adjusting the gear box to the left of the measuring microscope in different positions (see Fig. 8, page 24) accurate measurements can be carried out with varying capacities, (see page 22).



omkring fästen för lager etc., där godset är tjockare. Det vilar på dels högra gavelpartiet, dels växellådans botten. Det mellanliggande partiet av stativet är uppdraget 35 mm över horisontalplanet och i botten försett med en rektangulär urfräsning, varigenom stativets inre blir lätt åtkomligt för rengöring.

I växellådans botten och intill stativets högra gavel äro hål uppgångade i godset för *justerskrudar*, med tillhjälp av vilka stativets läge i förhållande till horisontalplanet kan regleras i samband med injustering av mätningmikroskopets anslutning till additionsmaskinen.

På stativets baksida är en kraftig, bågböjd arm av aluminium fästad, som upptill uppbär den *optiska utrustningen*. Genom att mikroskoparmen skjuter ut i en vid båge i förhållande till objektvagnens centrum har man möjlighet att även mäta årsringar på stamtrissor. För detta ändamål begagnar man sig av ett med fyra lika långa armar försett metallkors om 250 mm:s längd, vars undersida är försett med ett par klackar, medelst vilka korset kan fixeras i objektvagnens borrhållare. På korsets översida äro armarna försedda med metallstift, mot vilka stamtrissan tryckes fast. Härigenom kan man sedermera mäta årsringarna i radiell riktning på stamtrissor med en diameter av upp till 40 cm. Som regel sker dock mätning på borrhållare, endast i sällsynta fall på stamtrissor. Idén till detta metallkors har för övrigt övertagits från LANGLET-LINDBLADS årsringsmätningssinstrument.

## 2. Den optiska utrustningen

Mikroskoparmen uppbär upptill optiken, som utgöres av delar till ett COOKE TROUGHTON & SIMMS LTD standardmikroskop (Stand M1090), bestående av mikroskoptub med snedställd okulartub, fokuseringsanordning och revolver för 3 objektiv. Vid mätningsarbetet användes normalt dock endast 2 objektiv, nämligen ett akromatiskt objektiv 0,10/3 och ett 0,28/10. Okulartuben är försedd med ett Huygens-okular med 4 gångers förstoring jämte hårkors. Till följd av att okulartuben har en egenförstoring av 1,5 gånger, erhåller man vid kombination av Huygens-okularet med objektivet 0,10/3 en förstoring av 18 gånger och vid kombination med objektivet 0,28/10 60 gångers förstoring. Den förstnämnda förstoringen är den vid mätningsarbetet normala; den starkare förstoringen kommer som regel endast till användning vid mätning av borrhållare med svagt utbildade eller extremt tätt liggande årsringar liksom vid mätning av borrhållare från vissa lövträd.

Mikroskoptubens fokuseringsanordning är försedd med en slid av s. k. laxstjärttyp, som löper i ett spår på mikroskoparmens övre del och som kan fixeras i önskat läge medelst en låsmutter, varigenom vid övergång från en förstoringegrad till en annan mikroskopets höjd över borrhållaren kan fixeras. Fininställning av mikroskopet sker för en och samma förstoringegrad med tillhjälp av fokuseringsanordningens inställningsratt.

Sannolikt skulle det varit fördelaktigt att utrusta årsringsmätningssmaskinen med ett binokulärt i stället för ett monokulärt mikroskop. Vid tiden för de första maskinernas tillkomst visade det sig emellertid praktiskt taget omöjligt att anskaffa binokulära mikroskop av för årsringsmätning lämplig typ. Då mättningsarbetet numera alltid sker i ett påfallande milt grönfärgat ljus (jfr MIKROSKOPBELYSNINGEN, s. 28—30) visar sig användandet av det monokulära mikroskopet ej vara tröttande för mättningspersonalens ögon. Detta dock under förutsättning att mätaren vid mätningen har både det mot okularet inriktade och det »fria» ögat öppna, varvid det senare inriktas mot en i samma färg som det belysta objektet målad skiva, och att höger och vänster öga omväxlande användas.

### 3. Mataranordningen

Den egentliga mataranordningen utgöres av *huvudaxeln med matarratten jämte objektvagnens griparm*. Huvudaxeln, i vars högra ände matarratten är anbragt, har en total längd av 465 mm och vilar i lager i dels stativets högra gavel dels skiljeväggen mellan stativet och växellådan. Huvudaxeln är placerad mitt emellan och i jämnhöjd med de båda horisontala *glidgejdrarna*, på vilka 4 glidrullar anbragta undertill på objektvagnens bottenplatta parvis vila. De i tvärsnittet cirkulära glidgejdrarna ha en diameter av 18 mm och sträcka sig tvärs över mätningssmikroskopet från stativets högra till växellådans vänstra gavel på ett inbördes avstånd — räknat från centrum till centrum i tvärsnittet — av 132 mm. För att man vid mätning av vattendränkta borrhål eller vid användning av färgningsvätskor skall undvika rostbildning, äro glidgejdrarna tillverkade av rostfritt stål.

*Huvudaxeln* eller *mataraxeln* är svarvad i stål och har — fränsett den inom växellådan befintliga delen — en diameter av 14 mm och är försedd med gängor inom ett område av 278 mm:s längd. Gängan har en stigning av 1 mm och gängningen är utförd med mycket hög grad av precision.

*Matarratten*, som medelst en kraftig skruv är fästad i huvudaxelns högra ände, är svarvad i mässing och mattförnicklad. Den är trumformig med en utvändig diameter av 60 mm och försedd med gradering i 100-delar på den mot gavelkåpan vettande delen av omkretsen. Då man önskar erhålla kontroll av den uppmätta årsringsbredden (jfr KONTROLLORGANET, s. 26—28), sker avläsning av matarrattens inställning mot ett indexstreck i en från gavelkåpan utskjutande klack. För att objektvagnen snabbt skall kunna frammatas är matarratten försedd med ett 30 mm långt ebonithandtag rörligt kring en axel, som är fästad nära periferien. Vid mättningsarbetet brukar dock mätaren föredraga att kringvrida matarratten genom att fatta omkring densamma i stället för i handtaget. För att man därvid skall erhålla ett stadigt grepp har den yttre delen av omkretsen försetts med reffling s. k. krysslettring.

Huvudaxelns vänstra inom växellådan befintliga del är nersvarvad till en diameter av 9 mm fränsett ett parti om 8 mm:s bredd, inom vilket axelns ursprungliga diameter — 14 mm — bibehållits men kuggspår frästs ur, så att ett kugghjul med 12 kuggar erhållits. Genom detta kugghjul överföres rörelsen antingen direkt till den utgående axeln eller till växellådans system av kugghjul. Huvudaxelns längst till vänster och utanför kugghjulet liggande del är nersvarvad till en diameter av 7 mm och skjuter in i en cylindrisk ursvarvning i kopplingsaxeln, dock utan att komma i direkt kontakt med denna. För att minska slitage har den del av huvudaxeln, som faller inom växellådan, härdats.

Beräffande mataranordningens funktion hänvisas till dels följande avsnitt dels beskrivningen över årsringmätningsmaskinens verkningssätt (jfr s. 38—42).

#### 4. Objektvagnen med korsbordet och borrhållaren

För att man skall kunna genomföra en snabb och effektiv korrektion vid mätning av årsringar, som ligga mer eller mindre snett i förhållande till borrhållarens längdriktning, och för att växling av mättningsobjekt snabbt skall kunna ske, har denna del av mättningsmikroskopet måst givas en relativt komplicerad konstruktiv utformning. Objektvagnen jämte korsbordsanordningen består i korthet av följande huvuddelar: *bottenplattan*, *mellanplattan* och *övre plattan* jämte *undre hållaren*, på vilken senare *borrspånshållaren* placeras och fastklämms före mätningens början.

*Bottenplattan* är gjuten av s. k. lagermetall och är till formen rektangulär med sidorna 150×163 mm. Tjockleken uppgår till 10 mm. Ovensidan är plan, medan på undersidan lagerbockar äro ingjutna för dels de 4 glidrullarna, medelst vilka bottenplattan vilar på glidejdrarna, dels *griparmen*, som ansluter objektbordet till huvudaxelns med gängor försedda del. *Glidrullarna* äro svarvade i stål och till formen timglasliknande, varvid den buktade ytan har en radie av 9 mm eller samma radie som för glidejdrarna, på vilka glidrullarna parvis vila. Glidrullarna äro inslipade på sådant sätt, att de ha en mycket god anliggningsyta mot glidejdrarna, varigenom objektvagnen får en jämn och stadig gång vid frammatningen, men samtidigt friktionen blir mycket obetydlig.

*Griparmen*, som utgör förbindelselänken mellan objektvagnen och mataraxeln är ävenledes gjuten i lagermetall. Armen, som sandblästrats och förnicklats, är vridbar i vertikalplanet kring en axel, som vilar i lagerbockar nära bottenplattans centrum. Griparmens ena ände skjuter fram omkring 35 mm utanför bottenplattans mot mätaren vettande kant och är utformad som ett lätt åtkomligt grepp. Den under bottenplattans centrum liggande delen av griparmen har utformats som en öppen, cylindrisk ränna om 30

mm:s längd, som invändigt försetts med gängor, vilka passa in i huvudaxelns gängning. Medelst en i armens inre ände och i objektbordet fästad spiralfjäder bringas gängorna att gripa in i varandra. Vid kringvridning av matarratten kommer därför objektvagnen att matas fram i huvudaxelns längdriktning, varvid matarrörelsen till följd av den ringa friktionen i löprullarna och i anliggningsytan mellan huvudaxeln och griparmen blir föga kraftkrävande.

Då griparmens över stativets framsida utskjutande del tryckes uppåt, frigöres den gängade delen från huvudaxeln, varigenom objektvagnen blir fritt rörlig längs efter glidejdrarna. Denna frikoppling av griparmen är betydelsefull, icke minst när det gäller att efter avslutad mätning av ett borrhållare återföra objektbordet i läge för ny mätning.

I bottenplattans centrum är en cirkulär lagerplatta med en yttre diameter av 68 mm fastskruvad. Lagerplattans perifera delar äro nersvarvade till ett 11 mm brett och 2 mm djupt spår, och i detta är inlagt en glidbricka av fiberplåt. Ovanpå denna vilar ett cirkulärt lager med samma diameter som den nyssnämnda lagerplattan.

De båda lagren jämte den mellanliggande glidbrickan sammanhållas av en centrumskruv. Ovanpå det sistnämnda lagret är *mellanplattan* fastskruvad. Denna är följaktligen vridbar i horisontalplanet kring bottenplattans centrum och friktionen vid vridningen kan regleras medelst centrumskraven. Vid mätning av snett liggande årsringar är det nämligen av vikt, att mellanplattan kan vridas med lagom avvägd friktion.

I likhet med bottenplattan är mellanplattan av rektangulär form. Storleken är 145×90 mm och materialet utgöres av aluminium med godstjockleken 11 mm. I plattans hela längdriktning har ett upptill 48 mm brett och 4 mm djupt, kilformigt spår frästs ur, i vilket en slid på undersidan av övre plattan är inpassad. I mellanplattans centrum är ett cylindriskt kugghjul med snedställda kuggar inlagrat, som kuggar mot en på undersidan av den övre plattans slid anbragt kuggstång. Kugghjulet manövreras medelst en ratt placerad ytterst på en 96 mm lång axel. Vid vridning av ratten överföres rörelsen via kuggstången till övre bordet, så att detta förskjutes i endera riktningen i förhållande till mellanplattans längdriktning.

*Den övre plattan* är av kvadratisk form med sidlängden 150 mm. I likhet med mellanplattan har densamma avrundade hörn. Materialet är aluminium med godstjockleken 10 mm. Vinkelrätt mot sliden på plattans undersida är på översidan ett kilformigt spår med en övre bredd av 56 mm och ett djup av 3 mm urfräst, i vilket den *undre hållaren* är inpassad. Hållaren har utformats som en i tvärsnittet kilformig slid. Styrningen av den undre hållaren regleras medelst en slidlinjal, som av 5 st. i såväl hållarens som slidlinjalens sida delvis försänkta spiralfjädrar tryckes mot spårets ena sneda sida. Undre hållaren har på undersidan en i längdriktningen fastskruvad kuggstång, som kuggar

mot ett kugghjul med sneda kuggar i övre plattans centrum. Även i detta fall regleras slidens rörelse medelst en lätt åtkomlig ratt. Vid vridning av denna förskjutes den undre hållaren vinkelrätt mot mellanplattans längdriktning.

*Den undre hållaren* är som redan nämnts utformad som en slid. Längden utgör 200 mm och bredden upptill 48 mm. Materialet är svartbehandlat stål. I hållarens mittparti är en D-förmig urfräsning upptagen till ett djup av 4 mm och med urfräsningens raka kant i hållarens längdriktning. Då borrarspånshållaren vilar på den undre hållaren, ligger en kilformad klack på undersidan av den förra an mot denna kant. Klackens motsatta sida är därvid utsatt för tryck från ändarna av ett par plana låsarmar sinsemellan förenade med en spiralfjäder och vridbara kring ett par skruvar i urfräsningens botten. Låsarmarnas motsatta ändar äro utformade som ett bladformigt, lätt åtkomligt grepp, som skjuter något ut över den övre plattan. Vid hoptryckning av detta grepp föras armarnas i urfräsningen liggande delar isär och samtidigt härmed spännes spiralfjädern, varvid trycket mot borrarspånshållarens klack upphör, och borrarspånshållaren kan lossgöras. Då trycket på greppet upphör, drager spiralfjädern åter ihop låsarmarna i en effektiv låsningsrörelse. Detta enkla arrangemang underlättar i hög grad växling av borrarspånshållare och därmed ombyte av borrarspån vid mätningsarbetet.

*Borrarspånshållaren* är helt tillverkad i stål. Frånsett öppnar- och slutararmen, som är blankförnicklad, har hållaren svartförnicklats för att mikroskopbelysningen ej skall framkalla irriterande reflexer i synfältet vid mätningen. Hållaren har en längd av 200 mm och en största bredd av 46 mm. Konstruktionen framgår av fig. 13, s. 45.

Borrarspånshållaren är sammansatt av *den fasta linjalen*, *den rörliga linjalen med glidskruvarna* samt *öppnar- och slutararmen*. På undersidan av den fasta linjalen är en kilformad klack fastskruvad medelst vilken borrarspånshållaren fixeras vid det undre bordet. Borrarspånshållarens mittparti har formen av en längsgående, uppåt något avsmalnande ränna, vilkens bredd kan varieras på följande sätt genom att den rörliga linjalen förskjutes i sidled:

Då öppnar- och slutararmen, som är rörlig längs ett spår i den fasta linjalen, föres inåt, komma två glidskruvar vilka styras av ett par sneda urfräsningar i den ifrågavarande armen att genom »kilverkan» röra sig i ett par ovala urfräsningar i den fasta linjalen. Enär glidskruvarna upptill äro ingångade i den rörliga linjalen, kommer denna därvid att tryckas inåt.

Då ett borrarspån skall fastsättas i borrarspånshållaren placeras det först i rännan mellan den fasta och rörliga linjalen, varefter öppnar- och slutararmen tryckes inåt, varvid spånet efter hela sin längd klämmas fast mellan linjalerna. Vid lossgöring av borrarspånet drages i stället öppnar- och slutararmen utåt, varigenom linjalerna glida isär. Därjämte tryckes ena änden av ett i

rännans botten placerat fjädrande *underlägg* något uppåt, varvid borrhålet lyftes upp ovanför linjalerna och blir lätt åtkomligt.

I rännans ena ände är en stoppskruv anbragt, vilken dels utgör fäste för underlägget, dels fungerar som stöd för borrhålets närmast mörgen liggande ände för att förhindra att hålet spricker sönder, då det snittas plant före mätningen. Öppnar- och slutarmens fria ände har böckats upp till en cirkulärt böjd bygel, som medger ett stadigt grepp mellan tummen och pekfingeret vid inskjutning eller utdragning av densamma.

I detta sammanhang förtjänar framhållas, att objektvagnens konstruktion nära överensstämmer med motsvarande del i LANGLET-LINDBLADS instrument, medan borrhållarens konstruktion delvis utformats med stöd av erfarenheterna från skogsmästare K. SVENSONS årsringmätningssinstrument.

Sedan nu objektvagnen och dess olika delar beskrivits, skola vi i korthet redogöra för densammans manövrering vid mätningens arbetet.

Efter det borrhålet klämts fast i borrhållaren och denna fixerats vid den undre hållaren medelst låsarmarna, frikopplas objektvagnen från huvudaxeln genom att greppet på bottenplattans griparm föres något uppåt. Vagnen kan nu fritt föras längs glidejdrarna till dess den del av borrhålet, inom vilken mätningen skall påbörjas — så gott som utan undantag gränzonen mellan innerbarken och den närmast denna liggande årsringen — befinner sig under mikroskopet. Därvid släppes griparmen, varigenom objektvagnen anslutes till huvudaxelns gänga. Denna grovinställning av utgångsläget underlättas i hög grad av att mikroskopbelysningen kastar en smal kägla av grönfärgat ljus mot den del av borrhållaren, som befinner sig under mikroskopet. Mikroskopbelysningen fungerar följaktligen även som »riktljus» för grovinställning av objektbordet.

Mätaren övergår nu till att observera borrhålet genom mikroskopet och verkställer därvid först fininställning medelst mellanplattans och övre plattans inställningsrattar, så att gränzen mellan innerbarken och den ytterst liggande årsringen kommer att falla under hårkorsets centrum i höjd med borrhålets mittlinje. Ligga härvid årsringarna vinkelrätt mot borrhålets längdriktning, kommer borrhålet att vara orienterat parallellt med huvudaxeln och därmed även med objektvagnens frammatningsriktning. Ha däremot årsringarna ett snett läge kommer borrhålet att ligga snett i förhållande till huvudaxeln. Vid frammatning av objektvagnen kommer därför den sträcka, som borrhålet matas fram till dess nästa årsringgräns befinner sig under hårkorsets centrum, att representera det vinkelräta avståndet från den förstnämnda årsringgränzen. På detta sätt erhåller man en mycket snabb och enkel mekanisk korrektion vid mätningen av sneda årsringar. Ju snedare dessa ligga i förhållande till borrhålets längdriktning, desto snabbare kommer borrhålet att

vid frammatningen av objektvagnen falla utanför hårkorsets centrum. Vid mätning av sneda årsringar måste därför mätaren allt emellanåt medelst inställningsrattarna återföra borrhålet på så sätt, att han låter en årsringsgräns »glida» efter hårkorset, till dess detta avtecknar sig mot skärningspunkten mellan årsringsgränsen och borrhålets mittlinje.

### 5. Växellådan jämte kopplingsaxeln

Årsringsmätningssmaskinen konstruerades ursprungligen för mätning av enskilda årsringar med en noggrannhet av 0,01 mm. På grund av konstruktiva orsaker, som först komma att beröras i samband med additionsmaskinens överföringsmekanism, kunna blott tre av additionsmaskinens s. k. kuggsegment med tillhörande typstänger samtidigt påverkas av impulserna från mätningssmikroskopet. Detta medför att endast enskilda årsringar eller grupper av årsringar med en maximal bredd av 9,99 mm kunna mätas med den angivna noggrannhetsgraden vid »normal» inställning av additionsmaskinens manöverorgan. Genom att man använder sig av en särskild teknik, kan dock additionsmaskinen utnyttjas för att registrera årsringsbredder överstigande 9,99 mm med en noggrannhet av 0,01 mm (jfr s. 41—42).

Med hänsyn till att bredden av en och samma årsring vanligen varierar något inom olika delar av borrhålet och att variationen — i absolut mått räknat — ökar med stigande årsringsbredd, representerar mätning av extremt breda årsringar eller grupper av årsringar i 0,01 mm en alltför överdriven noggrannhetsgrad, varför i nämnda fall 0,1 mm erbjuder en fullt tillräcklig och mera rimlig måttenhet.

Problemet att utöka årsringsmätningssmaskinens kapacitet och att samtidigt ändra noggrannhetsgraden har lösts genom att mätningssmikroskopet försetts med en växellåda. *I princip åstadkommer denna en ändring av impulsgivningen till additionsmaskinens överföringsmekanism.* Växellådan kan inställas i tre olika lägen, varvid följande kapacitet och noggrannhet erhålles vid mätning av enskilda årsringar eller grupper av årsringar (fig. 8, s. 24).

Växelläge 1:	Mätningsskapacitet	9,99 mm;	noggrannhetsgrad	0,01 mm
» 2:	»	99,9 »	»	0,1 »
» 3:	»	99,9 »	»	0,1 » ,

i vilket läge växeln åstadkommer en fördubbling av den mätta årsringsbredden.

*Växelläge 1* är avsett för mera precisionskrävande mätningar av årsringar med en största bredd av 9,99 mm. *Växelläge 2* medger mätning antingen av enskilda årsringar överstigande denna bredd eller grupper av årsringar. *Växelläge 3* har utformats med tanke på, att man med utgångspunkt från ett

träds diameter, barktjocklek och ett i höjd med diametern uttaget borrarspån medelst årsringsmätningssmaskinen direkt skall kunna fastställa trädets diameter för olika antal år sedan. Därvid utgår man från att årsringarna i stammens tvärsnitt äro koncentriskt belägna i förhållande till mårgeu. Enår våra skogs-tråd vanligen utmärkas av en mer eller mindre starkt framträdande excentricitet i årsringsbildningen, innebär detta en approximation (EKLUND 1942, s. 275—282). Tillvägagångssättet vid bestämning av föregående diametervärden överensstämmer dock i princip med vid tillväxtberäkningar hittills brukade beräkningsförfaranden.

Växellådan är inrymd i stativets närmast additionsmaskinen liggande parti och avgränsas från stativets övriga delar av en ingjuten skiljevägg, i vilken huvudaxeln är lagrad i en bussning.

Växellådan täckes av ett uppfällbart skyddslock, som ledar i ett gångjärn på stativets baksida och som sluter tätt an mot stativet för att förhindra damm att tränga in.

I växellådan ingår följande tre rörliga huvuddelar:

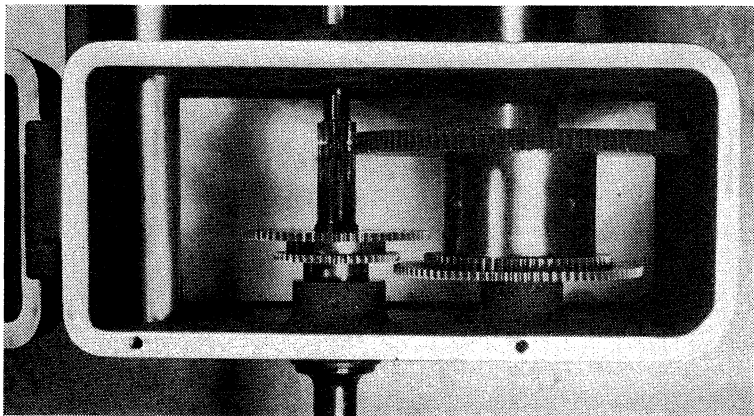
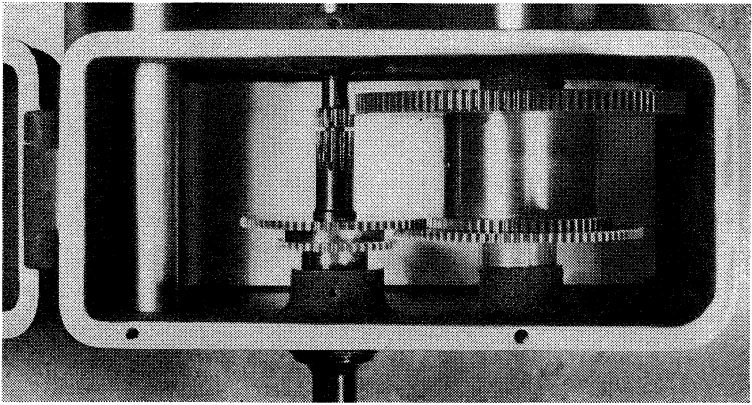
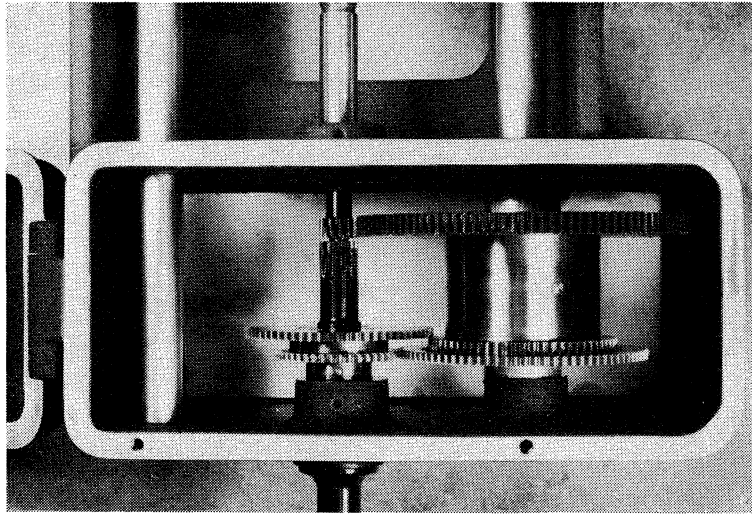
1. *Huvudaxeln med 12-kuggarshjulet.*
2. *Kopplingsaxeln med 66- och 44-kuggarshjulen.*
3. *Navet med 120-, 66- och 88-kuggarshjulen.*

Inom ett 8 mm brett parti av huvudaxelns inom växellådan fallande del har som redan nämnts ett kuggshjul med 12 kuggar frästs ur. Det yttersta partiet av axeln skjuter in i en ursvarvning i kopplingsaxeln, dock utan att komma i direkt kontakt med denna, så att 12-kuggarshjulet kommer att ligga omedelbart intill kopplingsaxeln. Denna kommer följaktligen att ligga i huvudaxelns längdriktning och är lagrad i en bussning i växellådans vägg, mot vilken den styres av en fläns på axeln (fig. 8, s. 24). Kopplingsaxelns närmast additionsmaskinen liggande ände är försedd med en s. k. polhemsknut, som för-enar kopplingsaxeln med en cylindrisk axeltapp på 100-kuggarshjulet i additionsmaskinens överföringsmekanism, som är inrymd under additionsmaskinens skyddshuv. Polhemsknuten har till uppgift att göra förbindelsen mellan mätningssmikroskopet och additionsmaskinen mindre stel och att utjämna eventuella smärre skillnader i huvudaxelns, kopplingsaxelns och 100-kuggars-hjulets inbördes centrering.

Kopplingsaxeln är svarvad i stål och svartbehandlad. Inom ett område av 12 mm:s längd intill huvudaxeln är kopplingsaxeln härdad och försedd med 12 st. i axelns längdriktning urfrästa spår, så att ett kuggshjulslignande parti erhållits. Inom detta har axeln en diameter av 14 mm eller samma diameter som det omedelbart intill liggande 12-kuggarshjulet på huvudaxeln.

På kopplingsaxeln är närmast bussningen i växellådans yttre vägg ett kugg-





hjul med 44 kuggar anbragt koncentriskt i förhållande till axeln och innanför detta — i riktning mot huvudaxeln — ett kugghjul med 66 kuggar.

Den närmast stativets framsida liggande glidejderen uppbär inom hela sin inom växellådan fallande del ett cylindriskt lager, svarvat i lagermetall och invändigt försett med ett spiralförmigt oljespår, vilket medelst en i tvärsnittet oval kanal står i förbindelse med ett radiellt oljehål genom navet. På lagrets utsida är i längdriktningen en 23 mm lång och 5 mm bred klack anbragt. Lagret uppbär det i tvärsnittet cylinderformade navet, varvid den nyssnämnda klacken passar in i ett 5 mm brett spår i navets insida. Härigenom kan navet förskjutas i sidled inom ett område av 8 mm:s längd. I riktning från huvudaxelns 12-kuggarshjul mot växellådans yttre vägg äro kugghjul med 120, 66 och 88 kuggar fastskruvade på navet i nu nämnda ordning och koncentriskt i förhållande till såväl navet, lagret som glidejderen. Genom att förskjuta navet längs lagret komma de olika kugghjulen på navet och kopplingsaxeln att kombineras med varandra i tre olika lägen, varvid dock huvudaxelns 12-kuggarshjul och navets 120-kuggarshjul i samtliga tre lägen gripa in i varandra. Det sistnämnda kugghjulet är tillverkat av vävbakelit och har en bredd av 8 mm. 44-, 66- och 88-kuggarshjulen ha en godstjocklek av antingen 3 eller 4 mm och materialet utgöres av stål.

Då huvudaxeln kringrides, varvid objektvagnen matas fram under mikroskopets hårkors, komma vid samtliga tre växellägen huvudaxeln och kopplingsaxeln att rotera i samma riktning men med antingen samma eller olika rörelsehastighet. Navet jämte tillhörande lager rotera därvid alltid kring glidejderen i motsatt riktning mot huvudaxeln och kopplingsaxeln.

För att fixera navet i de olika växellägena, har i detsamma upptagits två radiella, i tvärsnittet cirkulära hål, i vilkas botten en sfärisk kula av en spiralfjäder tryckes an mot lagret. Spiralfjäders hålls därvid i läge av en ställbar stoppskruv. Då det önskade växelläget skall intagas, föres navet sakta i glidejderens längdriktning, till dess endera av de båda kulorna glider ner i den skålformiga urborring i lagret, som svarar mot växelläget. Den i ena kanalen anbragta kulan fixerar därvid navet i endera av växellägena 1 och 3, den andra kulan däremot i växelläge 2.

Vid övergång från ett växelläge till ett annat måste först de kugghjul,

Fig. 8. Bilderna åskådliggöra kugghjulscombinationerna, då mätningmikroskopets växellåda är inställd i växelläge 1 (bilden längst till vänster), läge 2 (mellersta bilden) och läge 3 (bilden längst till höger). På bilderna ser man förutom växellådans olika delar stativets glidejdrar samt huvudaxeln (axeln till höger) och kopplingsaxeln (axeln till vänster).

The illustrations show the different gear combinations when the gear box of the measuring microscope is set in gear position 1 (figure on the left), position 2 (centre figure) and position 3 (figure on the right). In addition to the various parts of the gear box, the illustrations also show parts of the stand guide rails as well as the main spindle (on the right) and the coupling shaft (on the left).

som gripa in i varandra, ställas i ett sådant inbördes läge, att kuggarna bliva fria från varandra, då navet förskjutes i sidled. Genom att mätaren med vänster hands tumme trycker mot 120-kuggarshjulet, föres navet åt endera sidan, så att den önskade kugghjulskombinationen erhålles, varvid som regel huvudaxelns matarratt samtidigt måste röras något fram och tillbaka, så att kugghjulen kunna gripa in i varandra. Vid förskjutningen i sidled glider stoppkulan lätt upp ur urborrningen vid det förra läget, för att sedan glida ner och fixera navet vid den urborrning i lagret, som svarar mot det senare läget.

Då *växelläge 1* (fig. 8, s. 24) skall intagas, föres navet längs lagret, till dess 120-kuggarshjulet med ena halvan av sin bredd griper in i huvudaxelns och med den andra halvan i kopplingsaxelns 12-kuggarshjul. Vid matningsrörelsen komma följaktligen de båda axlarna att genom förmedling av 120-kuggarshjulet röra sig med exakt samma hastighet.

I *växelläge 2* (fig. 8, s. 24) står navet förskjutet i riktning mot objektvagnen, så att 120-kuggarshjulet med endast halva sin bredd kuggar mot den inre delen av huvudaxelns 12-kuggarshjul. Härvid gripa navets och kopplingsaxelns 66-kuggarshjul in i varandra. Vid kringvridning av matarratten ett varv — motsvarande en frammatning av objektvagnen 1 mm — kommer navet att endast matas fram 12 kuggar eller ett tiondels varv, vilken rörelse oförändrad överföres till kopplingsaxeln, som följaktligen kommer att röra sig med tiondelen så stor hastighet som huvudaxeln.

*Växelläge 3* (fig. 8, s. 24) representerar, vad navets inställning beträffar, ett mellanläge i förhållande till de båda föregående lägena. 120-kuggarshjulet står nu mitt för huvudaxelns 12-kuggarshjul, varvid navets 88-kuggarshjul griper in i kopplingsaxelns 44-kuggarshjul. Vid objektbordets frammatning kommer nu navet att i likhet med i växelläge 2 röra sig med tiondelen, men kopplingsaxeln med femtedelen så stor hastighet som huvudaxeln, vilket motsvarar en automatisk fördubbling av den sträcka, som objektvagnen matas fram d.v.s. vid årsringsmätning kommer radietillväxt att överföras till diametertillväxt.

Hur de olika växellägena återverka på additionsmaskinens registrering av de under mikroskopets hårkors frammatade årsringsbredderna kommer närmare att behandlas i anslutning till beskrivningen av additionsmaskinens överföringsmekanism och dennas verkningssätt.

## 6. Kontrollorganet

På grund av årsringsmätningssmaskinens stora driftsäkerhet är ur teknisk synpunkt kontroll av de årsringsbredder, vilka additionsmaskinen vid mätningen registrerar och summerar, som regel ej erforderlig. För alla eventualiteters skull har emellertid mätningssmikroskopet försetts med ett särskilt

kontrollorgan. Konstruktionen av detsamma överensstämmer i stora drag med motsvarande detalj i det LANGLET-LINDBLADSKA årsringsmätning sinstrumentet, vars kontrollorgan hade utformats efter ett uppslag av skogsmästare K. SVENSON.

I princip består kontrollorganet av en varvräknare, till vilken matarrattens rörelse överföres genom kugghjul på sådant sätt, att varvräknaren kommer att registrera det antal varv, som matarratten kringvrides. Eftersom huvudaxeln har en gängstigning av 1 mm, kommer varje av varvräknaren registrerat varv att motsvara en frammatning av objektvagnen 1 mm. Över- eller under-skjutande delar av varvet avläsas ej på varvräknaren utan i stället vid det delstreck på matarrattens i 0,01 mm graderade trumma, som faller närmast indexstrecket på stativets gavelkåpa.

Om vid mätning av ett borrhspån summan av de registrerade årsringsbredderna enligt additionsmaskinen utgör t. ex. 116,27 mm, skall under förutsättning att såväl varvräknaren som matarratten nollställts före mätningens början — visarna på varvräknaren angiva 116 varv, varjämte markeringen för 27 delstreck på matarrattens trumma skall stå mitt för indexstrecket på gavelkåpan.

Matarrattens rörelse överföres till varvräknaren av tre lika stora kugghjul vardera med 40 kuggar. Ett av dessa kugghjul är fäst på huvudaxeln mellan bussningen i stativets gavel och den omedelbart innanför matarratten liggande och till stativets gavel dammtätt slutande gavelkåpan, som har till uppgift att skydda kontrollorganets kugghjulstransmissioner. Detta kugghjul kuggar mot ett bredvid liggande kugghjul, rörligt kring en i stativet fastskruvad axeltapp, och överför matarrattens rörelse till det tredje 40-kuggarshjulet, i vars mitt en centrumskruv är fastgjord. Denna har i sitt centrum en konisk urfräsning, mot vilken en på varvräknarens medbringare fästad gummispets ligger an genom tryck från en spiralfjäder på undersidan av varvräknarens hållare.

Varvräknaren är av märket EXPERT (tillverkare den schweiziska firman SOCIÉTÉ d'HORLOGERIE à BREITENBACH S. A.) och till formen fickursliknande. »Urtavlans» periferi är graderad från 0—9. En visare från tavlans centrum mot graderingen markerar, hur många hela varv medbringaren kringvridits. Tavlan upptager därjämte tre mindre visartavlor, som angiva 100-, 1000- och 10 000-tals varv. Av dessa plägar dock endast den förstnämnda komma till användning i samband med årsringsmätning.

Varvräknaren vilar i en cylindrisk hållare rörlig i medbringarens längdriktning. En spiralfjäder på hållarens undersida trycker, som redan nämnts, varvräknarens medbringare mot centrumskraven, för vilken ett hål är upptaget i gavelkåpan. Medelst ett armliknande fäste är varvräknarens hållare förbunden med stativet på så sätt, att varvräknarens visartavlor komma att

ligga riktade snett uppåt, varigenom visarnas inställning lätt kunna avläsas. Då varvräknaren skall nollställas, föres densamma jämte hållaren, som löper i ett spår i hållarfästet, något utåt, varvid medbringaren går fri från centrumskraven, så att visarna kunna nollställas genom kringvridning av en ratt på varvräknarens sida, varefter hållaren får fjädra tillbaka mot centrumskraven.

Genom att man lossar en låsskruv, kan varvräknarens fäste frigöras och fixeras i ett annat läge, så att varvräknarens medbringare kommer att ligga an mot centrum av ett kugghjul med blott 20 kuggar, vilket kuggar mot det med centrumskruv försedda kugghjulet i det föregående läget. Vid kringvridning av matarratten kommer därvid 20-kuggarshjulet att rotera i motsatt led och med dubbelt så stort varvantal som det senare kugghjulet. Varvräknarens visare röra sig nu i negativ led och angiva matarrattens varvantal fördubblat. Avsikten med varvräknaren i detta läge är att möjliggöra kontroll, då årsringsmätningssmaskinen användes för bestämning av ett träds föregående diametrar (jfr växelläge 3, s. 22—23).

### 7. Mikroskopbelysningen

För att belysa borrhålet under mätningssarbetet användes såväl till LANGLET-LINDBLADS årsringsmätningssinstrument som till de båda första årsringsmätningssmaskinerna (jfr fig. 5, s. 12) en vid mikroskoparmen anbragt s. k. symaskinslampa med en 15 watts glödlampa (12,5 DLM). Denna belysningsanordning visade sig dock ur flera synpunkter vara olämplig. Sålunda blev genom värmeutvecklingen i glödlampan luften omkring mikroskopet uppvärmd, vilket medförde dels vissa obehag för mätningsspersonalen, som under mätningssarbetet måste inandas varm och torr luft, dels att ett före mätningen blötligt borrhål delvis hann torra under pågående mätning. Det starka ljusflödet från glödlampan förorsakade dessutom för mätningsspersonalen besvärande ljusreflexer i objektvagnens blanka metalldelar. Då det nya mätningssmikroskopet konstruerades, var det därför naturligt, att även söka få fram en mikroskopbelysning, som i möjligaste mån eliminerade de nämnda olägenheterna. Efter en del prov med belysningsanordningar av standardtyp konstaterades, att en av SVENSKA ACKUMULATORAKTIEBOLAGET JUNGNER tillverkad mikroskoplampa efter en del smärre konstruktiva ändringar utmärkt väl lämpade sig för det ifrågavarande ändamålet. Denna mikroskoplampa utgöres av en lamphållare med pågångad tub med kondensorlins och gröfilter. Lamphållaren är fastgångad i ena änden av en böjlig, jämförelsevis styv stålslang med en diameter av 16 mm. Dennes motsatta ände är fästad i maskinbordets skiva. Genom att böja stålslangen kan mikroskoplampan inställas i lämpligt läge i förhållande till mikroskopets objektiv och borrhållaren. Den elektriska sladden till glödlampan är dragen från en

kontakthanordning i väggen och under bordskivan till en strömbrytare på bordskivans undersida och därifrån till stålslangen och genom denna upp till lamphållaren. Även den elektriska kopplingsladdan till additionsmaskinen är till större delen dragen på undersidan av bordskivan för att ej vara i vägen vid mätningens arbetet.

På lamphållaren är som nämnts en rörformig tub (längd 53 mm, yttre diameter 27 mm) fastskruvad, längs vilken en i tvärsnittet cirkulär kondensorlins i en slidliknande fattning kan förskjutats, då en cylindrisk tapp föres längs ett snedgående spår i tuben. Härigenom kan ljuskäglans storlek i viss utsträckning varieras.

Som glödlampa användes en av LUMALAMPAN AB tillverkad 6,5 volt, 0,6 amp. radioskallampa (katalognummer 2075). Denna matas av lågspänd elström från en transformator, som transformerar ner nätspänningen (220 volt växelström) till 5,5 volt (50 perioder/sekund). Transformatorn är försedd med uttag för 4 mikroskoplampor. Dess utseende och placering framgår av fig. 11, s. 40. Till följd av att glödlampans matas med elström av något lägre spänning än den lampans är avsedd för, får densamma lång livslängd utan att ljusstyrkan blir nämnvärt försvagad. Värmeutvecklingen i glödlampans är mycket obetydlig. Kondensortuben är framtill försedd med ett särskilt utprovat gröntfilter, så att en ljuskägla av grönt ljus erhålles. Detta har visat sig vara mycket vilsamt för mätningens personalens ögon, samtidigt som det tjänstgör som rikt-ljus vid grovinställning av objektvagnen i förhållande till mikroskopet. (jfr s. 21).

Det grönfärgade ljuset medför emellertid ytterligare en — ehuru mycket betydelsefull — fördel, enär den vid mätning av borrhållning i hög grad underlättar gränsdragningen mellan vår- och höstved inom en och samma årsring. Sådan differentierad mätning sker i stor utsträckning vid skogsforskningsinstitutets undersökningar över t. ex. höstvedshaltens inflytande på virkets kvalitativa egenskaper. Därvid skall gränsen mellan vår- och höstvedelementet inom en och samma årsring i möjligaste mån förläggas i överensstämmelse med MORKS definition (MORK 1928). MORK har för gran definierat vårveden som den del av årsringen, där  $2 \times$  gemensamma cellväggen är mindre än cellhålligheten, medan höstveden utgör den del av årsringen där  $2 \times$  gemensamma cellväggen är större än eller lika med cellhålligheten. VIKSTEN (1945) anser »att MORKS gräns har visat god anpassning till cellutvecklingen från vår- till höstved icke endast hos gran utan även hos tall».

I samband med under åren 1943—1947 vid skogsforskningsinstitutet utförda årsringmätningar har använts en av VIKSTEN (1945) utexperimenterad metod för gränsdragning mellan höst- och vårved i överensstämmelse med MORKS definition. Metoden innebär i korthet, att borrhållningen före mätningen nedlägges i ett vattenbad (med en temperatur av omkring  $15^{\circ}\text{C}$ ) under 10—15

minuter, varefter det upptages ur detsamma, fastklämmas i borrarshållaren och snittas plant med en vass kniv, så att en jämn, glatt och luddfri snittyta erhålles. Därefter överpenslas borrarspånet omedelbart med en färgningsvätska av metylenblått och malakitgrönt i en omkring 25-procentig spritlösning. Denna behandling av borrarspånet före mätningen har visat sig medgiva en subjektiv gränsdragning mellan vår- och höstved i god överensstämmelse med MORKS definition.

VIKSTENS färgningsmetod innebär strängt taget endast att man erhåller en kontrastverkan mellan de båda årsringselementen, vilket underlättar gränsdragningar i enlighet med MORKS definition. Direktfärgning av borrarspånet är dock förenad med vissa nackdelar, främst då att överpenslingen av borrarspånet tager tid i anspråk. Vid ommätning av borrarspån har dessutom visat sig, att tidigare färgade borrarspån vid lagring stundom undergå vissa färgförändringar, varvid t.o.m. gränsen mellan två intill varandra liggande årsringar — särskilt i tätningat virke — kan vara svår att urskilja.

Enligt utförda prov åstadkommer ljuset från mikroskoplampan till följd av grönfiltret en kontrastverkan, som vid det praktiska mätningarbetet erbjuder ungefär lika goda möjligheter till gränsdragning mellan vår- och höstved inom en och samma årsring som VIKSTENS färgningsmetod, varvid dennas nyssnämnda olägenheter elimineras. På grund härav sker numera mätning av borrarspån från tall och gran uteslutande i det grönfärgade ljuset från mikroskoplampan.

### *Additionsmaskinen*

#### **Huvuddragen av additionsmaskinens konstruktion och verkningsätt**

Som förut nämnts mottager additionsmaskinen på mekanisk väg impulser från mätningmikroskopet, registrerar dessa antingen på en pappersremsa eller på särskilt för årsringsmätning uppgjorda blanketter, samtidigt som den ackumulerar impulserna i ett räkneverk, så att de sedermera kunna registreras i form av summor eller differenser.

Den additionsmaskin, som apterats för årsringsmätning, utgöres av den helt svenskbyggda maskinen ADDO-X modell 20 E eller 80 E med direkt subtraktion (tillverkare AKTIEBOLAGET ADDO i Malmö). Beteckningen X betyder härvid 10 d.v.s. att maskinen är utrustad med ett tangentbord med 10 siffertangenter. På tangentbordet äro därjämte följande manöverorgan placerade: motor- (additions-), subtraktions-, transport-, summa- och korrektionstangent. Beteckningen E innebär, att maskinen är avsedd för elektrisk drift.

I detta sammanhang kan givetvis ej lämnas någon mera detaljerad beskrivning över additionsmaskinens konstruktiva utformning och verkningsätt.

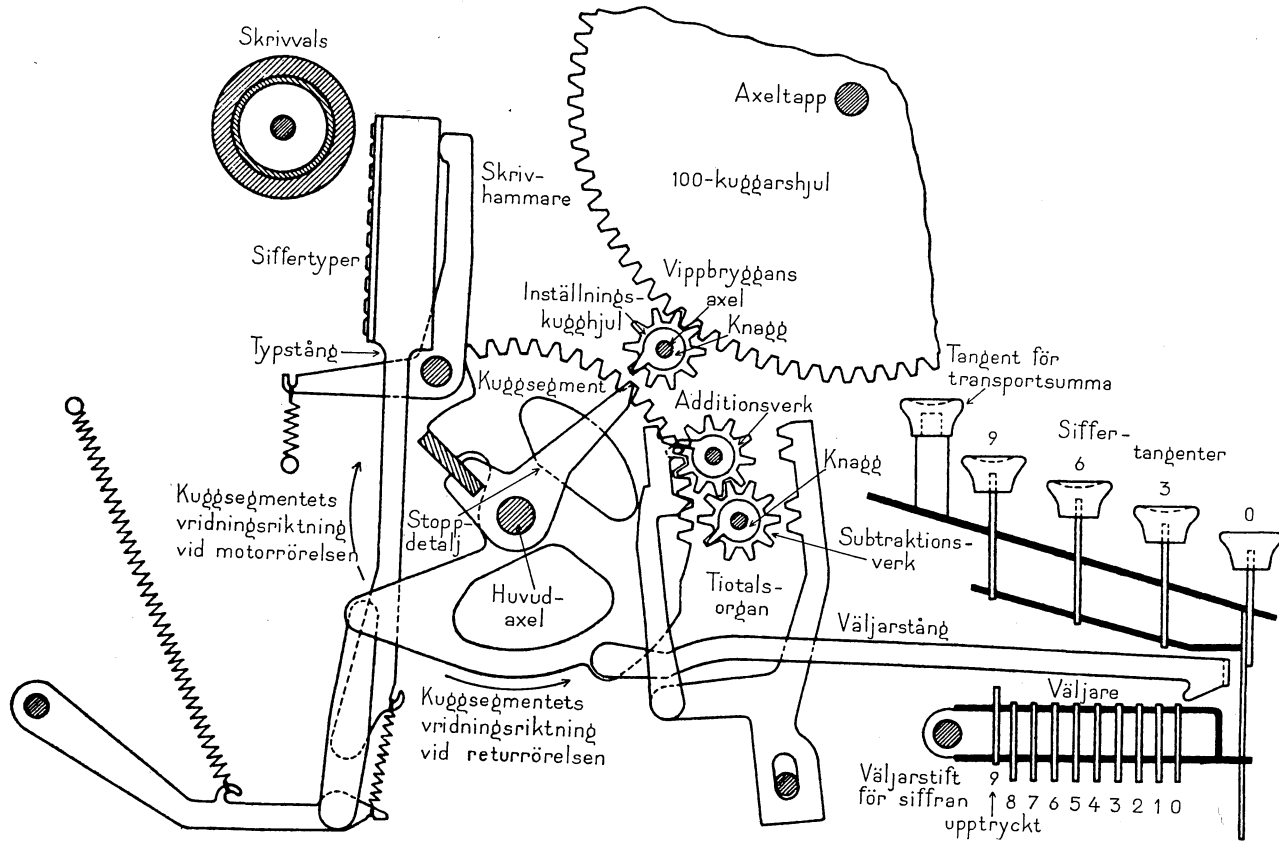


Fig. 9. Principskiss angivande additionsmaskinens och överföringsmekanismens konstruktion. För överskådlighetens skull har 100-kuggarshjulet placerats snett ovanför kuggsegmentet i stället för bakom detsamma (jfr fig. 10, s. 35).  
 Outline sketch, showing the construction of the adding machine and transmitting mechanism. For the sake of clearness the 100-toothed gear-wheel for the transmitting mechanism has been placed obliquely above the gear rack instead of behind the latter (See Fig. 10, page 35).



Dessa kunna endast antydast i anslutning till fig. 9, s. 31, som representerar en principskiss, i vilken följande av additionsmaskinens organ schematiskt äro utritade:

*Tangentbordet*, av vilket dock endast en av de tre raderna siffertangenter är utritad, nämligen den som nerifrån och snett uppåt upptager de med siffrorna 3, 6 och 9 märkta tangenterna. Tangenten längst till höger är siffertangenten för 0, medan tangenten längst upp till vänster representerar en av manövertangenterna, nämligen transporttangenten.

*Väljarbordet*, som innehåller 10 rader med vardera 10 väljarstift. Då en av de 10 siffertangenterna nedtryckes, föres genom förmedling av hävarmar det motsvarande väljarstiftet uppåt. Den i fig. 9 utritade raden väljarstift motsvarar från höger till vänster räknat siffertangenterna 0, 1, 2, 3, — — — — 9, vilket sistnämnda väljarstift är ritat i upptryckt läge.

*Väljarstången* har till uppgift att förmedla siffertangenternas inställning till *kuggsegmentet*. För den skull är väljarstångens fria ände utformad som en stoppklack, som hejdar väljarstångens framåtgående rörelse mot det upptryckta väljarstiftet. Härigenom kommer kuggsegmentet att vridas kring *huvudaxeln* ett moment svarande mot det inställda talet. Segmentets vridning åstadkommes härvid genom en kombinerad kugghjuls- och hävstångsanordning, som står i förbindelse med den elektriska motorn och som sättes i funktion, då denna startas genom nedtryckning av något av manöverorganen.

*Typstången* är rörligt förbunden med kuggsegmentet. Då detta vrides, föres typarmen uppåt och registrerar genom medverkan av *skrivhammaren* det inställda talet på *skrivvalsens* pappersremsa.

I *räkneverket*, som är sammansatt av dels *additions-* dels *subtraktionsverket*, upplagras genom förmedling av *tiotalorganen* successivt de medelst siffertangenterna inställda talen i form av kugghjulsinställningar. Vardera additions- och subtraktionsverket består av en axel med kugghjul — ett för varje kuggsegment. Mellan kugghjulen äro s. k. *knaggar* placerade, som ha den dubbla funktionen att dels åstadkomma tiotalöverföringar mellan räkneverkets kugghjul dels vid summaskrivning stoppa upp kugghjulets bakåtgående rörelser vid neutralläget, vilket sker mot särskilda på kuggsegmenten anbragta stoppdetaljer.

Kuggsegmentets vridningsmoment bestämmes av den sträcka, som väljarstången fritt kan röra sig i sin längdriktning, innan rörelsen stoppas upp av det upptryckta väljarstiftet. Enligt fig. 9, s. 31, står som nämnts det mot siffran 9 svarande väljarstiftet i upptryckt läge. Då motortangenten tryckes ned, vrides genom på figuren ej utritade organ kuggsegmentet jämte väljar- och typstången under medverkan av vid den senare anbragta spiralfjädrar (fig. 9), till dess väljarstångens klackformade ände stöter mot det upptryckta väljarstiftet och rörelsen hejdas. Under kuggsegmentets framåt-

gående rörelse befinner sig räkneverket i neutralläge. I mitten av maskinvarvet registreras det inställda talet — i det aktuella fallet siffran 9 — på skrivvalsens pappersremsa genom att typstängen genom en impuls från skrivhammaren slungas fram mot valsen, som omedelbart dessförinnan matats fram ett steg. I början av kuggsegmentets returrörelse svänges räkneverket, så att det griper in i dettas kuggar. När kuggsegmentet återförts till utgångsläget, har det motsvarande kugghjulet i räkneverket vridits lika många kuggar, d.v.s. i detta fallet 9 st., som segmentet, varigenom det inställda talet upplagrats i räkneverket.

Då ett flersiffrigt tal inställes på tangentbordet, måste lika många av de 10 kuggsegmenten träda i funktion, som talet innehåller siffror. Om t. ex. talet 746 inställes genom att motsvarande siffertangenter i nämnd ordning nedtryckas, påverkas först väljarstiftet för siffran 7 (i fig. det 8:de från höger räknat) och samtidigt förflyttas väljarbordet ett steg i sidled, så att väljarstiftet kommer att stå mitt under väljarstängen för det första kuggsegmentet. Vid nedtryckning av den med 4 märkta siffertangenten upptryckes det 5:te stiftet i nästa rad väljarstift, och samtidigt härmed förskjutes väljaren ytterligare ett steg i sidled. Sedan slutligen den med siffran 6 märkta tangenten nedtryckts och det 7:de väljarstiftet i nästa rad förts uppåt samt väljaren förflyttats ytterligare ett steg, komma de mot siffrorna 7, 4 och 6 svarande väljarstiften att stå mitt under väljarstängerna för det 3:dje, 2:dra och 1:sta kuggsegmentet från höger till vänster i förhållande till maskinens framsida räknat. Vid nedtryckning av motortangenten vridas nu kuggsegmenten, till dess väljarstängernas klackar fångas upp av väljarstiften, varvid talet 746 registreras på skrivvalsens pappersremsa. Vid kuggsegmentens returrörelse svänges additionsverket, så att det griper in mot segmentets kuggar, varigenom det ifrågavarande talet registreras i form av inställningar på de mot respektive kuggsegment svarande kugghjulen, som därvid komma att vridas 7, 4 och 6 kuggar.

Om t. ex. talet 195 adderas till det föregående, kommer en tiotalsoverföring att äga rum mellan det första och andra kugghjulet i räkneverket, således mellan de kugghjul, som registrera entals- och tiotalssiffrorna, så att kugghjulen komma att vara framvridna 9, 4 och 1 kuggar respektive. Om summan nu skall utslås, nedtryckes först motortangenten, så att maskinen får »utföra» ett s. k. tomslag. Under detta rättas tiotalsoverföringarna i räkneverket till. När därefter summatangenten nedtryckes, griper räkneverket in i kuggsegmenten, varvid dessa komma att röra sig i en bakåtgående rörelse, till dess räkneverkets kugghjul rullats tillbaka till utgångsläget. Knaggarna mellan räkneverkets kugghjul fångas därvid upp av särskilda stoppdetaljer på segmenten. Typstängerna föras nu upp och registrera summan på pappersremsan. Samtidigt markerar den typstång, som upptager tecken för sub-

traktion, repetition, transport, summa och s. k. non-add, ett summatecken (\*) omedelbart till höger om summavärdet. Denna typstäng påverkas direkt av manöverorganen och står följaktligen ej i förbindelse med något kuggsegment.

Innan vi nu övergå till att redogöra för hur impulserna från mätningmikroskopet överförs till additionsmaskinen, är det nödvändigt att framhålla, att den nu lämnade redogörelsen, över hur en additionsmaskin av typen Addo-X är konstruerad och fungerar vid normal drift, är strängt schematisk och föga uttömmande. Å andra sidan sett torde dock redogörelsen vara tillräckligt omfattande som underlag för en diskussion över, hur det över huvud taget är möjligt att påverka additionsmaskinen med impulser från mätningmikroskopet med samma resultat, som om den mätta årsringsbredden registrerats medelst additionsmaskinens tangentbord.

### Överföringsmekanismens konstruktion

Impulserna från mätningmikroskopet överförs till additionsmaskinens kuggsegment av en särskild överföringsmekanism (fig. 10, s. 35). Denna sinnrika och i sitt slag unika anordning konstruerades som tidigare framhållits ursprungligen av verkmästare *G. Hellgren*. Dennes son, ingenjör *Eskil Hellgren*, har sedermera förbättrat den konstruktiva utformningen.

Då additionsmaskinen användes för årsringsmätning, övertager överföringsmekanismen såväl tangent- som väljarbordets funktioner, varigenom det blir möjligt att överföra den sträcka, som objektvagnen matats fram under mikroskopets hårkors d.v.s. den mätta årsringsbredden till additionsmaskinens kuggsegment med den effekten, att årsringsbredden registreras på skrivvalsens pappersremsa och i räkneverket på exakt samma sätt, som om den mätta årsringen till sitt numeriska värde ställts in genom nedtryckning av tangentbordets siffertangenter.

Överföringsmekanismen är sammansatt av följande delar:

1. *100-kuggarshjulet med knivspärren.*
2. *Vippbryggan med inställningskuggghjulen, matararmen och omkopplaren.*
3. *Den fasta bryggan med tiotalsoverföringen.*

*100-kuggarshjulet* är placerat på additionsmaskinens högra sida, där det är lagrat i en bussning fästad i additionsmaskinens stativ. Hjulet har en diameter av 126 mm, är tillverkat i 1,4 mm tjock järnplåt och är, som namnet angiver, försett med 100 kuggar. Axeltappen är medelst en polhemsknut förenad med mätningmikroskopets kopplingsaxel. Vid nedtryckning av någon av additionsmaskinens manövertangenter fixeras 100-kuggarshjulets inställ-

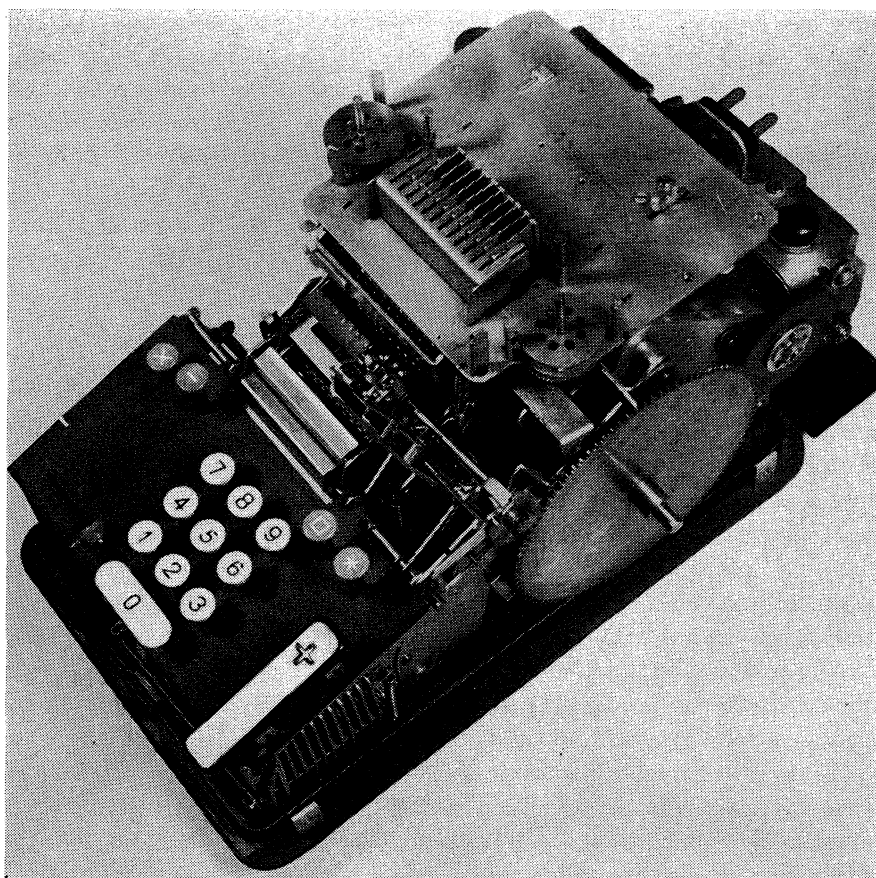


Fig. 10. För årsringmätning ombyggd additionsmaskin med avmonterad skyddshuv för att visa överföringsmekanismens placering (jfr fig. 9, s. 31).

Reconstructed adding machine for the measurement of annual rings, with the cover removed to show the location of the transmitting mechanism (See Fig. 9, page 31).

ning genom att en kniveggsliknande spärr, som medelst en hävarmsanordning står i förbindelse med den elektriska motorns kontaktarm, tryckes ner i mellanrummet mellan två av hjulets kuggar. Om 100-kuggarshjulet skulle stå så inställt, att knivspärren träffar toppen av en kugge, slutes ej strömmen till motorn med påföljd, att denna ej kan startas. För att förhindra uppkomsten av ett sådant läge äro till motor-, subtraktions-, transport- och summatangenterna kopplade ett par spärrorgan, som vid nedtryckning av någon av dessa tangenter först åstadkomma en svag vridning — maximalt uppgående till  $\frac{1}{2}$  kugge — av 100-kuggarshjulet, innan knivspärren börjar röra sig nedåt mot kuggkransen.

*Vippbryggan* har till funktion att förmedla 100-kuggarshjulets inställning

till kuggsegmenten. Den utgöres av en hållare av 1,5 mm:s järnplåt vridbar kring en tapp i den fasta bryggan. I lagerbockar på hållarens undersida är en axel lagrad, vilkens yttre ände mitt över 100-kuggarshjulet uppbär ett kugg-hjul med 10-kuggar, medan på axelns inre del de tre *inställningskuggghjulen* äro fästade. Då vippbryggan står i neutralläge, ligger det förstnämnda kugg-hjulet i ingrepp med 100-kuggarshjulet, men då antingen motor- eller subtraktionstangenten nedtryckes, så att motorn startas, »vippar» bryggan kring tappen i den fasta bryggan med resultat, att 10-kuggarshjulet släpper ingreppet med 100-kuggarshjulet och de tre inställningskuggghjulen svängas in mot kuggsegmenten. Vippbryggans rörelse åstadkommes härvid av en hävstångsliknande *matararm* kopplad till de organ, som överföra motorrörelsen till kuggsegmentens huvudaxel. Medelst den ovanför 10-kuggarshjulet placerade *omkopplaren* kan mätningsmikroskopet antingen kopplas ifrån eller anslutas till 100-kuggarshjulet och därmed även till mätningsmikroskopet. I förra fallet skall *omkopplarmen* vara ställd uppåt (således i riktning mot skrivvalsen) i räkneläge, varvid 10-kuggarshjulet griper in i 100-kuggarshjulet och fixeras av *omkopplarspärren* samtidigt som vippbryggan frigöres från matararmen. *Med omkopplaren i detta läge kan additionsmaskinen begagnas för sitt ursprungliga ändamål. Då omkopplarmen i stället är förd nedåt (således i riktning mot motortangenten), står den i mätningsläge och additionsmaskinen kan endast påverkas av impulserna från mätningsmikroskopet.* 10-kuggarshjulet är nu icke spärrat utan roterar, då 100-kuggarshjulet kringvrides, varjämte vippbryggan är ansluten till matararmen.

Vid övergång från ett växelläge till ett annat eller vid nollställning av huvudaxelns matarratt måste huvudaxeln kunna vridas utan att påverka överföringsmekanismen, vilket sker genom att omkopplarmen, ställd i räkneläge, tryckes något i sidled (åt vänster). Härigenom föres vippbryggans 10-kuggarshjul ur ingreppet med 100-kuggarshjulet. Under det huvudaxeln vrides, måste på de först för årsringsmätning ombyggda additionsmaskinerna omkopplaren kvarhållas i detta läge. Då trycket på omkopplarmen lättas, fjädrar vippbryggan tillbaka till räkneläget. På de senast ombyggda additionsmaskinerna fixeras omkopplarmen i frikopplingsläget av en spärr och återföres till räkneläget, då motortangenten nedtryckes. Omkopplarmen kan även föras direkt från frikopplings- till mätningsläget.

De tre *inställningskuggghjulen* äro vardera försedda med 10-kuggar och så placerade, att de, då vippbryggan svänges inåt, komma att gripa in i det första, andra och tredje kuggsegmentet från höger räknat. Det mot det förstnämnda svarande inställningskuggghjulet är fast fixerat vid axeln och roterar följaktligen synkront med 10-kuggarshjulet i axelns motsatta ände, vilket likaledes är fastgjort vid axeln. De båda övriga inställningskuggghjulen äro endast lagrade på axeln men ej fast fixerade vid denna. Vid vardera av de

båda första inställningskugghjulen äro fast anbragta dels ett cirkulärt spärrhjul, i vars periferi ett spår är urfräst, dels en knagg. Till det tredje inställningskugghjulet är endast en knagg ansluten. Knaggarna ha den dubbla funktionen att dels genom medverkan av den fasta bryggans tiotalsöverföringsorgan åstadkomma tiotalsöverföringar mellan inställningskugghjulen dels utgöra stoppar för dessa mot särskilda mellan kuggsegmenten placerade s. k. stoppdetaljer, då kugghjulens inställning överföres och »rullas upp» av kuggsegmenten.

*Den fasta bryggan* är fästad i additionsmaskinens stativ ungefär mitt emellan å ena sidan transport- och summatangenterna och å andra sidan non-add-tangenten. I likhet med vippbryggan, vilken som nämnts är rörlig kring en tapp i den fasta bryggan, utgöres den senare av en hållare av järnplåt. I den del av denna, som befinner sig snett framför inställningskugghjulen, är en kort axel lagrad. På denna äro de organ placerade, som medverka vid tiotalsöverföringen mellan inställningskugghjulen. Mellan det första och andra av dessa åstadkommes tiotalsöverföringen av en på axeln löst sittande bussning, vid vilken två kugghjul med vardera 10 kuggar jämte ett stjärnhjul med 7 uddar äro fixerade på så sätt, att det ena kugghjulet ligger ovanför den till första inställningskugghjulet hörande knaggen och det andra ovanför det andra inställningskugghjulet, medan stjärnhjulet ligger an mot spärrhjulet vid första inställningskugghjulet. Tiotalsöverföringen mellan det andra och tredje inställningskugghjulet sker genom en likartad anordning, i vilken dock stjärnhjulet är placerat före de båda kugghjulen.

Tiotalsöverföringen tillgår på följande sätt: Sedan 10-kuggarshjulet på vippbryggans axel och därmed även det första inställningskugghjulet matats fram 9 kuggar, kommer under frammatningen av den 10:de kuggen inställningskugghjulets knagg att stöta mot en av kuggarna till det ovanför lig-gande kugghjulet i tiotalsöverföringsorganet. Samtidigt härmed pressas en av stjärnhjulets uddar av en kam på spärrhjulet ner i det urfrästa spåret i detta. Bussningen med kugghjulen och stjärnhjulet frikopplas nu och kugg-hjulen matas fram en kugge, varvid rörelsen överföres till det andra inställ-ningskugghjulet, som följaktligen vrides en kugge. Omedelbart härefter glider stjärnhjulets udd upp ur spåret på spärrhjulet och tiotalsöverföringsorganen spärras. Stjärnhjulet är mellan uddarna utformat som en cirkelbåge med något större radie än spärrhjulet. Medan det första inställningskugghjulet matas fram till nästa tiotalsöverföring, spärras tiotalsöverföringsorganen genom att mellanrummet mellan två av stjärnhjulets uddar ligger an mot och håller dessa fixerade.

Sedan det första inställningskugghjulet matats fram 99 av 100-kuggars-hjulets kuggar, varunder tiotalsöverföringsorganen trätt i funktion inalles 9 gånger, kommer under frammatningen av den 100:de kuggen tiotalsöver-

föring att äga rum mellan såväl det första och andra, som andra och tredje inställningskugghjulet.

På grund av rent tekniska svårigheter att dels arrangera tiotalsöverföring till ytterligare inställningskugghjul dels kunna bringa dessa till samtidigt ingrepp med motsvarande kuggsegment, kan med nuvarande konstruktion av överföringsmekanismen endast de tre första kuggsegmenten utnyttjas för att överföra impulserna från mätningmikroskopet till additionsmaskinen. Detta är den huvudsakliga anledningen till, att maskinens kapacitet är begränsad till registrering av årsringar med en maximal bredd av 9,99 mm, då mätning sker i 0,01 mm och 99,9 mm vid mätning i 0,1 mm.

Överföringsmekanismen är inrymd under additionsmaskinens huv. För den skull har denna över vippbryggan måst förses med en mindre påbyggnad, som dock ingalunda verkar störande på additionsmaskinens exteriör. I likhet med mätningmikroskopet är additionsmaskinen frostlackerad i mörkgrön färgton. Omkopplarmen skjuter lätt åtkomlig fram genom ett spår i huven ovanför motortangenten. På maskinens högra sida är huven försedd med ett urtag för 100-kuggarshjulets axeltapp. Den på denna trädde delen av polhemsknuten, som förenar 100-kuggarshjulet med kopplingsaxeln, kan lätt frigöras, om man under någon längre tid önskar utnyttja additionsmaskinen för vanliga räknearbeten.

### **Additionsmaskinens verkningssätt vid årsringsmätning**

Sedan överföringsmekanismens konstruktion jämte en del av dennas funktioner behandlats, kan nu lämnas en sammanfattande beskrivning över, hur impulserna från mätningmikroskopet överförs till additionsmaskinen.

För att additionsmaskinen skall kunna mottaga, registrera och i räkneverket upplagra impulserna från mätningmikroskopet, måste först den med siffran 9 märkta siffertangenten nedtryckas tre gånger i följd d.v.s. talet 999 inställas, varjämte repetitionstangenten nedtryckes och fixeras i bottenläge. De mot siffran 9 svarande väljarstiften komma nu att vara upptryckta, så att väljarstängerna till de tre första kuggsegmenten kunna röra sig nio steg under maskinvarvet. Väljarstiften hållas upptryckta, så länge repetitionstangenten är fixerad i bottenläge. På standardmaskiner av typen ADDO-X är repetitionstangenten kopplad till motorn, som följaktligen arbetar så länge tangenten i fråga hålles nedtryckt. På de till årsringsmätning ombyggda additionsmaskinerna har därför repetitionstangentens förbindelse med motorn måst avbrytas. Innan mätningen tager sin början, måste dessutom överföringsmekanismens omkopplarm ställas i mätningläge, vilket sker genom att den fälles nedåt (i riktning mot motortangenten).

Vi skola nu först uppehålla oss vid, hur överföringen sker, då mätningmikroskopets växellåda inställts i *växelläge 1*. Enligt det föregående innebär detta, att kopplingsaxeln och därmed även 100-kuggarshjulet äro anslutna till mätningmikroskopets huvudaxel. Vi erinra om, att med detta växelläge erhålles en mätningkapacitet av 9,99 mm och en noggrannhet av 0,01 mm. Överföringen mellan mätningmikroskopet och additionsmaskinen sker nu på följande sätt.

Om vi förutsätta, att huvudaxeln genom kringvridning av matarratten måste vridas t. ex. 0,16 varv (= 16 delstreck på matarrattens trumma), för att ett i objektvagnens borrhållare placerat borrhållare skall matas fram från en årsringsgräns till en annan under mikroskopets hårkors, uppgår — eftersom huvudaxeln har en gängstigning av 1 mm — den frammatade sträckan d.v.s. årsringsbredden till 0,16 mm. Då matarratten vrids 0,16 varv, kommer även 100-kuggarshjulet att vridas 0,16 varv eller 16 kuggar. Det mot detta kuggande 10-kuggarshjulet på vippbryggan matas samtidigt fram 16 kuggar liksom även det första inställningskuggghjulet, varunder en tiotalöverföring äger rum till det andra inställningskuggghjulet. Den frammatade sträckan — 0,16 mm — är nu överförd till inställningskuggghjulen av vilka det mitt för andra kuggsegmentet stående matats fram 1, och det mitt för första kuggsegmentet 6 kuggar.

När motortangenten nedtryckes, vrids 100-kuggarshjulet eventuellt först något, så att mellanrummet mellan två kuggar kommer att befinna sig mitt under knivspärren. Då motorn startar, går denna ned och spärrar 100-kuggarshjulet. Omedelbart härefter träder matararmen i funktion och pressar vippbryggans högra ände uppåt. 10-kuggarshjulet frigöres därunder från 100-kuggarshjulet, och inställningskuggghjulen i axelns motsatta ände svängas in mot och gripa in i de i neutralläge stående första tre kuggsegmenten. Samtidigt härmed spärrar en på vippbryggan placerad spärrarm tiotalöverföringsorganen på den fasta bryggan.

Sedan inställningskuggghjulen gripit in i kuggsegmenten, vilkas väljarstänger enligt det föregående äro fria och först stoppas av det 10:de väljarstiftet, vridas dessa av motorrörelsen i riktning mot räkneverket, varvid typstängerna börja föras uppåt. Då inställningskuggghjulen genom kuggsegmentens rörelse kugga tillbaka till utgångsläget, varunder i det aktuella fallet det första kuggsegmentet vridits 6 kuggar och det andra 1 kugge, komma inställningskuggghjulen i kontakt med kuggsegmentens stoppdetaljer och stoppar segmentens rörelse. Under denna rörelse ha typstängerna genom fjäderdrag förts uppåt och genom medverkan av skrivhamrarna registrerat talet 16 på skrivvalsens pappersremsa.

I mitten av maskinvarvet släpper vippbryggans inställningskuggghjul ingreppet med kuggsegmenten, medan räkneverket, som under den nu beskrivna första



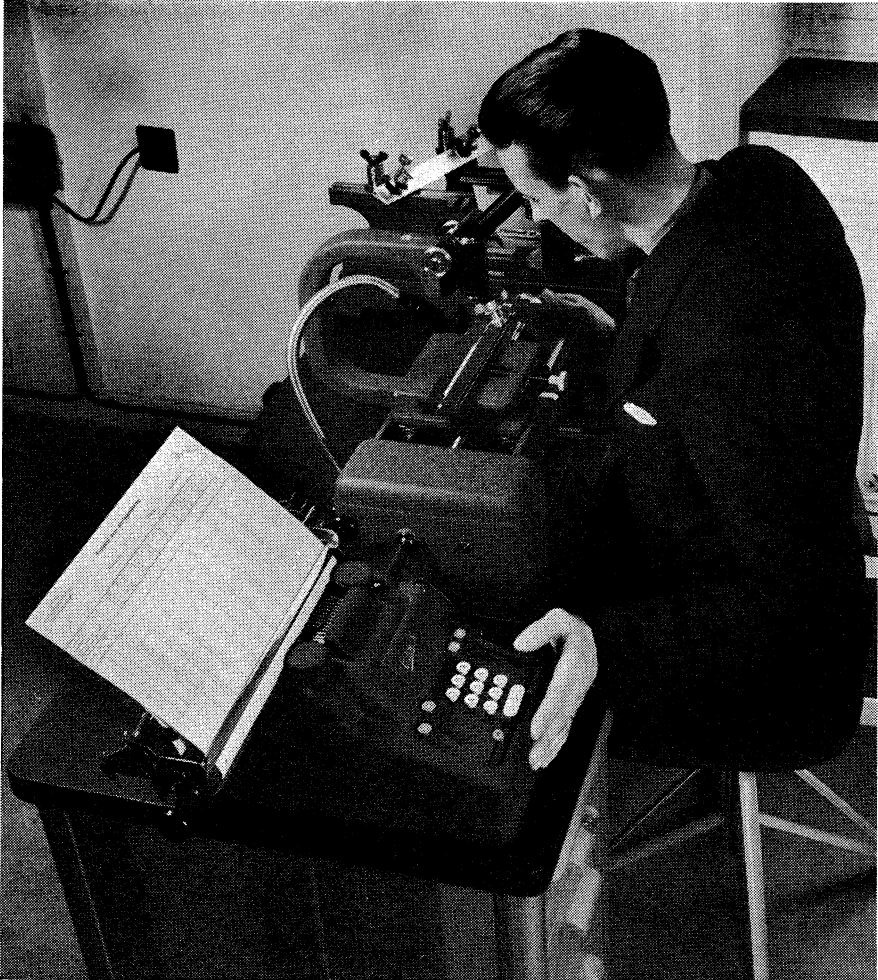


Fig. 11. Årsringsmätningssmaskin i arbete. Lägg märke till blanketten i additionsmaskinens vagn (jfr fig. 14, s. 50) och mikrotomen för snittning av borrhspån, vilken är placerad till höger om mätningssmikroskopet. Upptill till vänster på bilden skymtar transformatorn, som är central strömkälla för 4 mikroskopbelysningar.  
Annual ring measuring machine in operation. Note the form in the carriage of the adding machine (See Fig. 14, page 50) and the microtome for cutting increment cores located to the right of the measuring microscope. To the left of the figure the transformer may be seen which provides the current supply for 4 microscope lamps.

hälften av maskinvarvet ej deltagit i arbetsoperationerna, tvingas att gripa in i kuggsegmenten. När dessa under returrörelsen återgå till utgångsläget, vrides det mot första kuggsegmentet i räkneverkets additionsverk svarande kugghjulet fram 6 kuggar och det mot andra kuggsegmentet svarande 1 kugge, varigenom talet 16 upplagras i räkneverket. Sedan maskinvarvet full-

bordats, lyftes knivspärren, så att 100-kuggarshjulet ej längre spärras, varefter additionsmaskinen står redo att mottaga nästa impuls från mätningmikroskopet.

Sedan objektvagnen genom vridning av matarratten matats fram, så att nästa årsringsgräns befinner sig under mikroskopets hårkors, nedtryckes motortangenten på nytt, varvid årsringens bredd registreras på skrivvalsens pappersremsa och upplagras i räkneverket på analogt sätt som i föregående fall. Räkneverkets inställning kommer därvid att representera summan av de båda mätta årsringarnas bredd.

I detta sammanhang förtjänar påpekas, att från och med det motortangenten nedtryckes, registrering och upplagring av 100-kuggarshjulets inställning sker praktiskt taget lika snabbt, som då additionsmaskinen användes för vanlig addition.

*Växelläge 2* innebär enligt det föregående, att kopplingsaxelns rörelse växlas ner, så att 100-kuggarshjulets vridningsmoment blott utgör tiondelen av huvudaxelns. Om vi i likhet med i föregående fall förutsätta, att objektvagnen genom vridning av matarratten på huvudaxeln matas fram 0,16 varv, kommer i växelläge 2 100-kuggarshjulet att vridas 1,6 i stället för 16 kuggar. Då motortangenten tryckes ned, måste, för att knivspärren skall kunna gå ner i mellanrummet mellan ett par kuggar på 100-kuggarshjulet och utlösa motorrörelsen, de till motortangenten kopplade spärrorganen först vrida 100-kuggarshjulet 0,4 kugge framåt, d.v.s. så att detta hjul kommer att ha matats fram 2 kuggar.

På analogt sätt, som beskrivits för växelläge 1, överföres så 100-kuggarshjulets inställning till typstänger och räkneverk, av vilka de förra registrera den mätta årsringsbredden i form av siffran 2. Innebörden härav är densamma som om mätning skett i tiondels millimeter och talet 0,16 höjts till 0,2. Om i stället 100-kuggarshjulet före spärrningen vrides bakåt av motortangentens (eller subtraktionstangentens) spärrarmar, avrundas i stället den mätta årsringsbredden nedåt. Sålunda kommer en frammatning av objektvagnen av t. ex. 1,14 mm att av additionsmaskinen registreras som 1,1 mm, då mätning sker i växelläge 2.

*Vid mätning med mätningmikroskopets växellåda i läge 2 eller 3 kommer följaktligen den mätta årsringsbredden att automatiskt antingen höjas eller avrundas nedåt till närmaste 0,1 mm. Enär som framhållits endast tre av kuggsegmenten kunna påverkas av överföringsmekanismen, uppnår man i detta växelläge en mätningkapacitet av 99,9 mm med mätnoggrannheten 0,1 mm.*

Vid mätning av grupper av årsringar i stället för enskilda årsringar inträffar stundom, att bredden överstiger additionsmaskinens kapacitet i växelläge 2. Genom användning av följande teknik kan dock även i ett sådant fall additionsmaskinen utnyttjas: Om ett borrhjul upptager en serie synnerligen frod-

vuxna årsringar, varav t. ex. 17 st. skola mätas som en grupp och mätaren bedömer dennas bredd överstiga mätningskapaciteten (99,9) men understiga 199,9 mm, nollställes additionsmaskinen före frammatningen av objektvagnen, genom att additionsmaskinens korrektionstangent föres tre steg åt höger. Därpå inställes talet 199,9 genom nedtryckning av motsvarande siffer-tangenter, varefter matarratten kringvrides, till dess 17 årsringar matats fram under mikroskopets hårkors. Om objektvagnen därvid förflyttas 147,36 mm, kommer vid nedtryckning av motortangenten typarmen för det fjärde kuggsegmentet att markera siffran 1 och typarmen till de tre första kuggsegmenten, vilka senare påverkats av överföringsmekanismen, som dock ej kunnat förmedla någon tiotalsoverföring till fjärde kuggsegmentet, talet 47,4, varför på skrivvalsens pappersremsa — liksom även i räkneverket — talet 147,4 registreras. Såvida ej även nästa grupp årsringar bedömes överstiga växellägets kapacitet, nollställes så additionsmaskinen genom att korrektionstangenten föres 4 steg åt höger, varefter på vanligt sätt den med siffran 9 märkta siffer-tangenten nedtryckes tre gånger i följd. Ifall någon årsringsgrupp skulle överstiga 200,0 mm tillämpas samma förfaringssätt, som nu beskrivits, med den skillnaden att talet 299,9 i stället för 199,9 inställes medelst siffertangenterna.

I *växelläge 3* växlas kopplingsaxelns rörelse ner, så att 100-kuggarshjulets vridningsmoment kommer att utgöra femtedelen av huvudaxelns. Vid frammatning av objektvagnen t. ex. 0,16 varv motsvarande en årsringsbredd av 0,16 mm, kommer följaktligen nu 100-kuggarshjulet att vridas 3,2 kuggar, vilket innebär att den frammatade årsringsbredden fördubblas. Eftersom borrarspånet indikerar, hur trädet tillväxt i radiens riktning, kommer 100-kuggarshjulets inställning approximativt att motsvara diametertillväxt, och vid nedtryckning av motortangenten registreras värdet 0,3 mm på skrivvalsens pappersremsa.

## Kap. IV. Mikrotomen för snittning av borrarspån

Även om man vid tillväxtborrningar begagnar en väl skärpt tillväxtborr och iakttagar stor försiktighet vid borringen, bliva borrarspånen i ytan ej tillräckligt jämna och fria från »borrludd», för att årsringsgränserna skola tydligt framträda under årsringsmätningsmikroskopets objektiv. På grund härav är det nödvändigt att snitta den del av borrarspånet plant, som under mätningens arbetet kommer att matas fram under mikroskopets objektiv. Tidigare ha borrarspånen snittats medelst en vass, tunnbladig kniv. Oaktat mätningens personalen snart förvärvar stor rutin vid snittningsarbetet, har det visat sig nära nog omöjligt att med kniv åstadkomma en så plan snittyta, att ej mikroskopets inställning — ens vid så låg förstoring som  $18\times$  — under mätningens

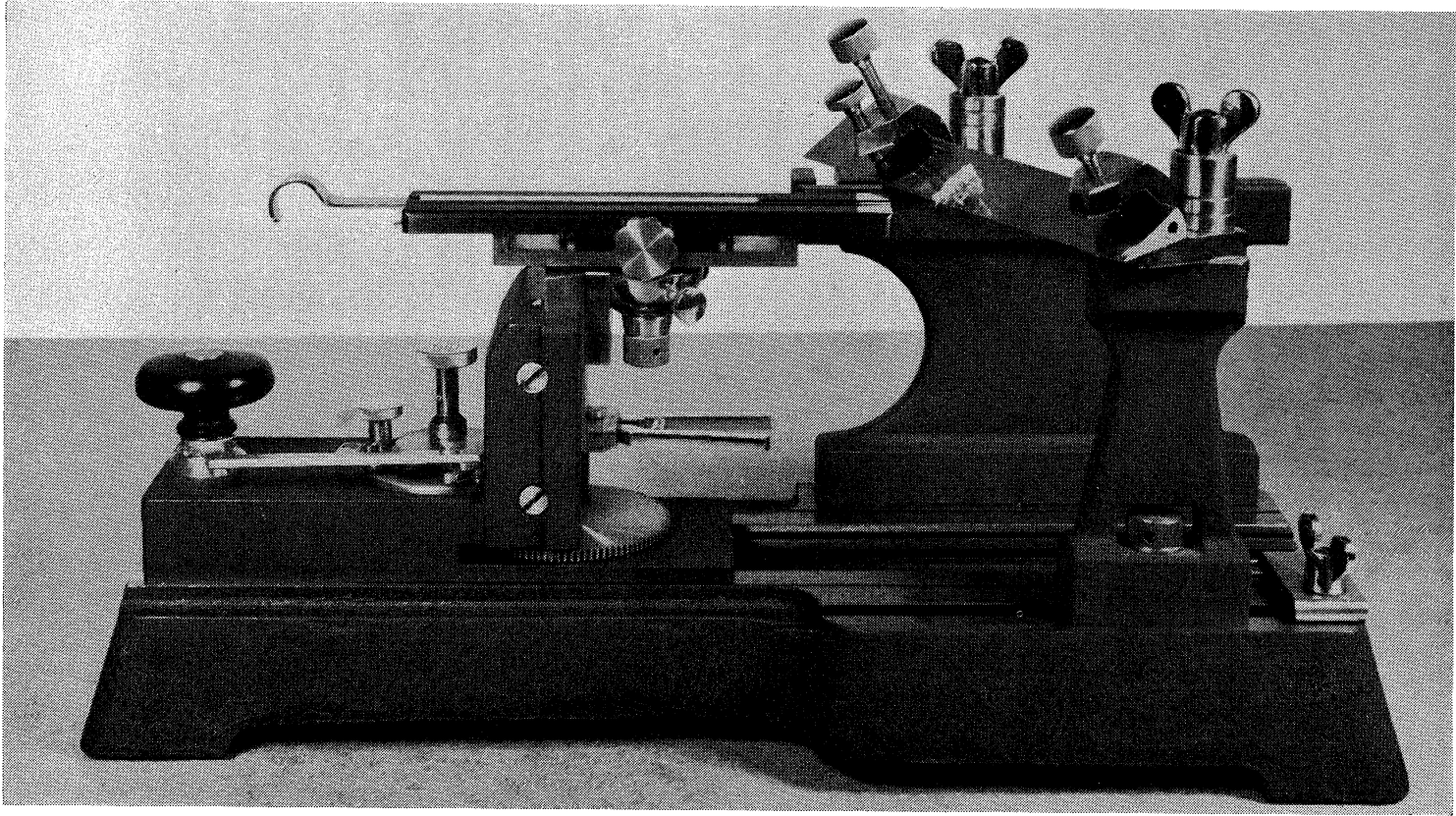


Fig. 12. MSE grundslädmikrotom apterad för snittning av borrspån.  
MSE Precision Plano Microtome, «base sledge» type, adapted for cutting increment cores.

gång allt emellanåt måste justeras för att kompensera variationerna i avstånd mellan borrarspånets snittade yta och objektivet. Snittning med kniv har visat sig även vara förenad med andra olägenheter. Sålunda slitas lätt cellväggarna sönder i ytan, varigenom borrarspånet får en något »luddig» ytstruktur, om ej kniven är väl slipad och brynad. Vid ovarsam hantering av kniven vid snittningen inträffar det för övrigt lätt, att borrarspånet spjälkas upp i längdriktningen eller brister sönder i årsringsgränserna.

Genom att i stället snitta borrarspånen med mikrotom ha de nämnda olägenheterna praktiskt taget eliminerats. Vid alla mera precisionskrävande årsringsmätningar vid skogsforskningsinstitutet snittas numera borrarspånen i en MSE grundslädmikrotom (MSE PRECISION PLANO MICROTOME, »base sledge» type Nr 9001, tillverkad av den engelska firman MACHINE SHOP EQUIPMENT i London). För att denna mikrotom effektivt skall kunna utnyttjas för snittning av borrarspån, ha några mindre konstruktiva ändringar av standardutförandet måst företagas (fig. 12 s. 43). Sålunda har den skruvspindel, som överför matningsrörelsen från den horisontala till den vertikala släden utbytt mot en skruvspindel med 1 i stället för  $\frac{1}{2}$  millimeters gängstigning. Härigenom har den automatiska höjningen av objektbordet i förhållande till mikrotomkniven, som i standardutförandet maximalt utgör 20 mikron, kunnat ökas till 40 mikron. Vidare har den ursprungliga objekthållaren ersatts med ett för ändamålet särskilt konstruerat objektbord, på vilket borrarspånshållaren fixeras, så att den kommer att ligga parallellt med mikrotomstativets glidskenor.

Objektbordets konstruktion framgår av fig. 13, s. 45. Före snittningen placeras borrarspånshållaren på objektbordet så, att den kölformiga klacken på undersidan av densamma kommer att befinna sig mellan den fasta och rörliga låsklacken på objektbordet. Då det senare vid kringvridning av låsningsratten föres inåt, fixeras borrarspånshållaren mycket stadigt vid objektbordet.

Då matarhandtaget på den horisontala släden kringvrides, roterar matarskruven, med vilken den vertikala släden är förenad medelst en griptång, varvid objektbordet matas uppåt. Griptångens käftar äro cirkelformigt krökta och på insidan gängade, så att de gripa om matarskruvens gängning.

Då ett borrarspån skall snittas, placeras borrarspånshållaren, i vilken borrarspånet klämts fast, på objektbordet och fastgöres genom att låsningsratten drages åt. Griptångens båda skänklar, som tryckas isär av en spiralfjäder, pressas mot varandra, varvid griptångens käftar släppa ingreppet med matarskruvens gängning. Härigenom frikopplas den vertikala släden och kan sänkas ner, till dess rörelsen stoppas, till följd av att en gummibuffert på objektbordets undersida stöter mot den horisontala släden. När så griptångens skänklar släppas, föras dessa av fjädertrycket isär, så att käftarnas gängade parti kommer att gripa in i matarskruvens gängor. Då den horisontala släden föres



Fig. 13. Bilden visar MSE-mikrotomen med dels den växlingsbara borrhållaren dels det specialkonstruerade objektbordet på den vertikala släden.

The illustration shows the MSE Plano Microtome with the interchangeable increment core holder and the specially constructed object carriage on the object slide.

fram och tillbaka längs mikrotomstativets glidskenor, och matarratten kringvrides under slädens bakåtgående rörelse, hyvlar mikrotomkniven successivt av borrarspånet, varvid en plan och synnerligen jämn snittyta erhålles. Därefter lossas låsningsratten, så att borrarspånshållaren kan frigöras och överföras till den undre hållaren på mätningmikroskopets objektvagn.

Under snittningens gång kunna vid behov snitt med en tjocklek av 10 à 20 mikron och en maximal längd av ända upp till 200 millimeter uttagas. Delar av dessa snitt inläggas sedermera mellan objekt- och täckglas, så att mikroskopiska preparat för en fortlöpande rutinmässig kontroll av höstvedbestämningarna erhållas för en viss kvot av de mätta borrarspånen. Kontrollen sker i ett med okularskala försett forskningsmikroskop, varvid gränsen mellan höst- och vårved kan objektivt bestämmas för en serie årsringar i enlighet med MORKS definition (MORK 1928, jfr även s. 29). Genom jämförelse med de värden på höst- och vårvedens bredd, som erhållits för motsvarande årsringselement vid mätning av borrarspånet i årsringsmätningssmaskinen, kan effektivt kontrolleras, om gränsdragningen skett i överensstämmelse med MORKS definition eller om vederbörande mätare har benägenhet att systematiskt uppskatta höstvedens andel i årsringens bredd för högt eller för lågt.

Enligt gjorda tidsstudier blir tidsåtgången för snittningsmomentet omkring 30 % högre vid snittning med mikrotom än med kniv. Den längre snittningstiden kompenseras dock i någon mån av den vinst i effektiv mätningstid, som ernås genom att mikroskopets inställning ej behöver justeras under arbetets gång vid mätning av mikrotomsnittade borrarspån, och att årsringsgränserna på dessa avteckna sig skarpare. Redan vid  $18 \times$  förstoring framträder cellstrukturen tämligen väl i den mikrotomsnittade ytan, vilket underlättar gränsdragningen mellan höst- och vårved inom en och samma årsring.

Sammanfattningsvis kan framhållas att snittning av borrarspånen i MSE-mikrotomen icke blott underlättar det egentliga mätningsarbetet, utan även möjliggör en effektiv kontroll av höstvedmätningarna. Vid alla mera precisionskrävande årsringsmätningar utgör därför MSE-mikrotomen ett värdefullt komplement till årsringsmätningssmaskinerna.

## Kap. V. Årsringsmätningssmaskinernas användning för olika mätningssuppgifter

Då vi nu övergå till att redogöra för årsringsmätningssmaskinernas användning för några olika mätningssuppgifter, är det nödvändigt framhålla, att *additionssmaskinen med överföringsmekanismens omkopplarm inställd i räkneläge kan begagnas på fullt analogt sätt som en Addo-X i standardutförande.*

Det är följaktligen möjligt att först utföra en del av en räkneoperation på additionsmaskinen och att i ett visst skede av beräkningen koppla in mätningmikroskopet för att därigenom mata in en serie årsringsmätningar i additionsmaskinens registreringsanordningar och räkneverk. Mätningmikroskopet kan därefter kopplas ifrån och additionsmaskinen användas på vanligt sätt för erhållande av ett etappresultat eller fullföljande av räkneoperationen.

### *Årsringsräknaren*

På de för årsringsmätning först ombyggda additionsmaskinerna registreras de mätta årsringsbredderna på en 38 mm bred pappersremsa. För att mätningpersonalen under mätningarbetet ej skall behöva räkna, hur många årsringar som mätes, ha dessa maskiner försetts med en speciell *årsringsräknare* (jfr fig. 5, s. 12). Denna utgöres av ett hjul i lättmetall med en diameter av 135 mm och en tjocklek av 11 mm. Hjulets periferi är graderad från 0 till 99. Koncentriskt i förhållande till sifferhjulet är en vridbar visararm anbragt, vars ena ände kan inställas mot ett tal på sifferhjulets periferi. Visararmens motsatta ände är försedd med en fjädrande tapp, som vid inställningen genom fjädertryck skjutes in i ett mot inställningen svarande grunt hål på sifferhjulets sida invid graderingen. I anslutning till inställningstappen är visararmen utdragen i form av en spets. Då sifferhjulet jämte visararmen befinner sig i ett visst läge, lyfter spetsen på den senare kläppen till en på stativet fästad alarmklocka av samma typ, som användes i en ORIGINAL-ODHNER räknemaskin, varvid alarmklockan klingar till.

På sifferhjulets mot additionsmaskinen vettande sida och koncentriskt i förhållande till detta är fastskruvat ett kugghjul med 100 kuggar. Sifferhjulets axel är horisontellt lagrad i gavlarna till additionsmaskinens skrivvals. Genom tryck från en på axeln träd spiral fjäder hålles sifferhjulets kugghjul i ingrepp med ett på skrivvalsens axel anbragt kugghjul med 23 kuggar eller samma antal kuggar som valsens matarkugghjul. Varje gång motortangenten nedtryckes, förflyttas följaktligen sifferhjulet ett steg i förhållande till ett indexmärke över sifferhjulets gradering.

Årsringsräknaren användes på följande sätt:

Om mätningen t. ex. skall omfatta 45 årsringar, frigöres inställningsarmens visare genom att låstappen drages något utåt, varefter inställningsarmen vrids, till dess visaren står mitt för siffran 45 på sifferhjulets periferi. Då tappen släppes, fjädrar den in i ett hål på sifferhjulets sida och fixerar armen i förhållande till detta. Därpå frikopplas sifferhjulet genom att axeln tryckes utåt, varvid detsamma förskjutes i sidled, så att det går fritt från kugghjulet på skrivvalsens axel. Sifferhjulet kan nu vridas till dess siffran 0 kommer att



befinna sig mitt under indexmärket. När motortangenten nedtryckts 44 gånger, d.v.s. 44 årsringar matats fram under mikroskopets hårkors, klingar alarmklockan, varefter ytterligare en årsring frammatas, innan mätningen avbrytes och summan utslås.

Vid mätning av mycket långa serier årsringar kan årsringsräknaren stundom användas för att direkt ange antalet mätta årsringar. Härvid inställes visaren på siffran 0, och sifferhjulet nollställes före mätningens början. Efter som varje varv sifferhjulet beskriver, motsvarar 100 mätta årsringar, anger antalet gånger, som alarmklockan trätt i funktion, hundratalet årsringar, medan det överskjutande antalet årsringar anges av det tal på sifferhjulets periferi, som befinner sig under indexmärket vid mätningens slut.

### *Tillvägagångssättet vid individuell mätning av årsringar för klimatundersökningen*

Sedan några år tillbaka pågår vid skogsforskningsinstitutet en på bred bas upplagd undersökning över tillväxtens, särskilt då diametertillväxtens klimatiskt betingade variation hos tall och gran. Materialet till denna undersökning utgöres i första hand av borrhspån från institutets 949 tillfälliga provytor i orörd skog, vilka utlagts över praktiskt taget hela landet från Maltesholm nära Kristianstad i söder till Parkajoki nära Muonio i norr. Dessa provytor, som uppskattats åren 1942—1948, äro avsedda för engångsuppskattning, varvid tillväxten bestämmes genom mätning av årsringarna hos ett antal vid brösthöjd uttagna borrhspån. För klimatundersökningens del mätas årsringarna i årsringsmätningssmaskinerna, varvid antingen, hela årsringens bredd eller såväl höst- som vårvedens bredd bestämmes för samtliga kalenderår från borrhspånåret tillbaka till år 1900. Den egentliga undersökningsperioden omfattar dock endast perioden 1900—1941, således 42 år.

Vid mätning av borrhspånen från en provyta registrerades till en början de mätta årsringarna eller, vid höst- och vårvedmätning, årsringselementen på additionsmaskinens pappersremsa, varifrån värdena sedermera för hand infördes i en särskild sammandragsblankett (»Sammandrag över årsringsbredder», SFI Bl. Sk 301), på så sätt att samtliga årsringar för ett och samma kalenderår skrevos på samma horisontala linje. Självfallet användes härvid olika blanketter för tall och gran. Genom »tväraddering» av årsringsbredderna och division med antalet årsringar uträknades sedan medelårsringsbredden för olika kalenderår som en första etapp av den statistiska bearbetningen av årsringsmätningarna för provytan.

Det måste emellertid betecknas som föga rationellt att på detta sätt »hantverksmässigt» överföra redan en gång registrerade mätningssdata till en sam-

mandragsblankett. Frågan uppstod då, om man kunde arrangera så, att additionsmaskinen direkt registrerade de mätta årsringsbredderna på sammandragsblanketten. Vore så fallet skulle icke blott en betydande tidsvinst kunna ernås, utan även räknepersonalen besparas ett rätt noggrannhetskrävande och enformigt rutinarbete. Vid närmare inventering av de tekniska möjligheterna för ett sådant arrangemang visade det sig, att AKTIEBOLAGET ADDO tillverkar ADDO-X försedd med en 326 mm bred, tabulerbar vagn, avsedd för tabelluppställningar m. m., vilken synnerligen väl lämpar sig för det ifrågasvarande ändamålet (jfr fig. 7 s. 15). Med undantag av den först för årsringsmätning ombyggda additionsmaskinen, som är utrustad med årsringsräknare och numera främst användes för olika specialmätningar, ha skogsforskningsinstitutets övriga 6 årsringsräkningsmaskiner försetts med sådan bred vagn, varjämte speciella sammandragsblanketter utarbetats. För klimatundersökningen användes sålunda två slag av blanketter, »Protokoll över årsringsmätning», av vilka den ena (SFI Bl. 334) är avsedd för mätning av hela årsringens bredd för olika kalenderår, och den andra (SFI Bl. 335) för mätning av såväl höst- som vårvedens bredd. Den förra blanketten, som är tryckt i A 3 format d.v.s. storleken  $297 \times 420$  mm, återgives i faksimil i fig. 14, s. 50. Vid vart 5:te kalenderår är blanketten försedd med en horisontal linje för att underlätta orienteringen i förhållande till kalenderåren under mätningens gång. Av tekniska orsaker ha nämligen additionsmaskinerna med bred vals ej kunnat förses med årsringsräknare av den ovan beskrivna typen. Genom en blick på den sist registrerade årsringen i förhållande till blankettens linjesystem kan emellertid mätaren omedelbart avgöra var på tidsskalan han befinner sig och hur många år som återstå att mäta. Blanketten för höst- och vårvedmätning är tryckt i  $1,5 \times A 3$  format ( $297 \times 630$  mm) och skiljer sig från den föregående blanketten endast därigenom att vid varje kalenderår plats finnes för registrering av både höst- och vårvedelementets bredd, varjämte blanketten upptager kolumner för registrering av summor och medeltal av dels båda dessa element dels årsringen i dess helhet.

För enbart registrering av data användes vid mätningarbetet additionsmaskinens non add-tangent i förening med siffertangenterna. Vid nedtryckning av non add-tangenten, som är kopplad direkt till motorn, kommer det genom nedtryckning av siffertangenterna inställda talet, att skrivas antingen på additionsmaskinens pappersremsa eller på mätningblanketten utan att registreras i räkneverket. Talet skrives därvid åtföljt av ett non add-tecken ( $\triangleleft$ ).

Borrspånen från de på provytorna borrhade provträden förvaras i papphylsor. På de vid skogsavdelningen använda borrhåshylsorna antecknas vid borrhåningstillfället följande data:

Yta nr ..... Träd nr ..... Trädslag: ..... Borrhöjd: .....  
 Provträdsbeteckning: ..... Väderstreck: ..... Datum / 19 ..

Provyta nr. 6704 Trädslag. 24 Borrningshöjd, m. 13.0

Provträds nr Västerreck xx)	4	3	6	10	14	18	22	24	28	32	36	40	44
Splintens bredd, mm	1	3	6	10	14	18	22	24	28	32	36	40	44
Mätningen börjar med xxx)	1	2	1	6	1	2	1	1	1	1	1	1	1
Summa	Antal	Medel- tal	År	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
hundradels mm													
1949													
48													
47													
46													
1945													
256	10	25.6	44	4.8	5.5	6.2	7.0	7.7	8.4	9.1	9.8	10.5	11.2
326		32.6	43	4.4	5.1	5.8	6.5	7.2	7.9	8.6	9.3	10.0	10.7
356		35.6	42	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0	7.7	8.4	9.1	9.8	10.5
413		41.3	41	4.1	4.8	5.5	6.2	6.9	7.6	8.3	9.0	9.7	10.4
417		41.7	41	4.1	4.8	5.5	6.2	6.9	7.6	8.3	9.0	9.7	10.4
342		34.2	39	4.0	4.7	5.4	6.1	6.8	7.5	8.2	8.9	9.6	10.3
210		21.0	38	3.8	4.5	5.2	5.9	6.6	7.3	8.0	8.7	9.4	10.1
290		29.0	37	3.7	4.4	5.1	5.8	6.5	7.2	7.9	8.6	9.3	10.0
300		30.0	36	3.6	4.3	5.0	5.7	6.4	7.1	7.8	8.5	9.2	9.9
304		30.4	36	3.6	4.3	5.0	5.7	6.4	7.1	7.8	8.5	9.2	9.9
307		30.7	34	3.5	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0	7.7	8.4	9.1	9.8
357		35.7	33	3.5	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0	7.7	8.4	9.1	9.8
352		35.2	32	3.4	4.1	4.8	5.5	6.2	6.9	7.6	8.3	9.0	9.7
315		31.5	31	3.3	4.0	4.7	5.4	6.1	6.8	7.5	8.2	8.9	9.6
373		37.3	31	3.3	4.0	4.7	5.4	6.1	6.8	7.5	8.2	8.9	9.6
409		40.9	29	3.2	3.9	4.6	5.3	6.0	6.7	7.4	8.1	8.8	9.5
240		24.0	28	2.8	3.5	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0	7.7	8.4	9.1
266		26.6	27	2.7	3.4	4.1	4.8	5.5	6.2	6.9	7.6	8.3	9.0
317		31.7	26	2.6	3.3	4.0	4.7	5.4	6.1	6.8	7.5	8.2	8.9
339		33.9	25	2.5	3.2	3.9	4.6	5.3	6.0	6.7	7.4	8.1	8.8
267		26.7	24	2.4	3.1	3.8	4.5	5.2	5.9	6.6	7.3	8.0	8.7
273		27.3	23	2.3	3.0	3.7	4.4	5.1	5.8	6.5	7.2	7.9	8.6
249		24.9	22	2.2	2.9	3.6	4.3	5.0	5.7	6.4	7.1	7.8	8.5
269		26.9	21	2.1	2.8	3.5	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0	7.7	8.4
282		28.2	21	2.1	2.8	3.5	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0	7.7	8.4
343		34.3	19	1.9	2.6	3.3	4.0	4.7	5.4	6.1	6.8	7.5	8.2
272		27.2	18	1.8	2.5	3.2	3.9	4.6	5.3	6.0	6.7	7.4	8.1
336		33.6	17	1.7	2.4	3.1	3.8	4.5	5.2	5.9	6.6	7.3	8.0
303		30.3	16	1.6	2.3	3.0	3.7	4.4	5.1	5.8	6.5	7.2	7.9
285		28.5	15	1.5	2.2	2.9	3.6	4.3	5.0	5.7	6.4	7.1	7.8
296		29.6	14	1.4	2.1	2.8	3.5	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0	7.7
345		34.5	13	1.3	2.0	2.7	3.4	4.1	4.8	5.5	6.2	6.9	7.6
341		34.1	12	1.2	1.9	2.6	3.3	4.0	4.7	5.4	6.1	6.8	7.5
355		35.5	11	1.1	1.8	2.5	3.2	3.9	4.6	5.3	6.0	6.7	7.4
375		37.5	11	1.1	1.8	2.5	3.2	3.9	4.6	5.3	6.0	6.7	7.4
339		33.9	09	0.9	1.6	2.3	3.0	3.7	4.4	5.1	5.8	6.5	7.2
352		35.2	08	0.8	1.5	2.2	2.9	3.6	4.3	5.0	5.7	6.4	7.1
192		19.2	07	0.7	1.4	2.1	2.8	3.5	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0
227		22.7	06	0.6	1.3	2.0	2.7	3.4	4.1	4.8	5.5	6.2	6.9
263		26.3	05	0.5	1.2	1.9	2.6	3.3	4.0	4.7	5.4	6.1	6.8
215		21.5	04	0.4	1.1	1.8	2.5	3.2	3.9	4.6	5.3	6.0	6.7
292		29.2	03	0.3	1.0	1.7	2.4	3.1	3.8	4.5	5.2	5.9	6.6
180		18.0	02	0.2	0.9	1.6	2.3	3.0	3.7	4.4	5.1	5.8	6.5
323		32.3	01	0.1	0.8	1.5	2.2	2.9	3.6	4.3	5.0	5.7	6.4
266		26.6	1900	0.0	0.7	1.4	2.1	2.8	3.5	4.2	4.9	5.6	6.3
12922		28.7	Stia	1.6	2.0	2.3	2.8	3.2	3.6	4.0	4.4	4.8	5.2
Antal årsr. t. 2 cm fr. märg				106	99	96	110	92	107	105	104	89	106
" " " märg				122	122	117	123	115	120	125	121	134	124

Datum för borrningen enl. borrhåshylsan 26/8 1948.

Mätningen utförd den 16/12 1948. Mätare G.B. Maskin nr. /

Summer och medeltal coll. K.A.

x) Tall = 1, gran = 2, björk = 3  
xx) Norr = 1, öster = 2, söder = 3, väster = 4  
xxx) Höstved = 1, vårvädd = 2

Fig. 14. Vid undersökningar över klimatets inflytande på tallens och granens radietillväxt används blankett (SFI Bl. Sk. 334) för direkt registrering av provträdens årsringsbredd för olika kalenderår. Blanketten är av A-3-format (297 x 420 mm). The form employed for directly recording the width of annual rings of the sample tree in different calendar years, when investigating the influence of climate on the radial growth of pine and spruce.

Innan borrarspånens mätning i årsringmätningsmaskinerna tager sin början kontrolleras alltid, att registreringarna på borrarspånshylsan överensstämmer med anteckningarna på de till provytan hörande blanketterna för stående provträd.

Vi övergå nu till att redogöra för hur det egentliga mätningsarbetet tillgår, varvid vi anknyta redogörelsen till blanketten i fig. 14, s. 50. Härvid förutsättes att mätningen utföres i form av *helårsmätning med mätningsmikroskopets växellåda i växelläge 1*, och att de borrarspån, som först skola mätas, blötlagts i god tid före mätningens början.

*Förutsättning för arbetsmomenten 1—4:* Additionsmaskinens omkopplarm skall vara inställd i *räkneläge* d.v.s. förd uppåt.

#### *Arbetsmoment 1.*

Mätningensblanketten (SFI Bl. Sk. 334, »Protokoll för årsringmätning») insättes i additionsmaskinens vals. Sedan den på vagnens vänstra gavel placerade pappersfrigöraren lossats, justeras vid behov blankettens inställning, varefter pappersfrigöraren spärras. Vagnen tabuleras, så att den punkterade linjen efter »Provyta nr» kommer att stå mitt för typstängerna. Genom vridning av skrivvalsen föres blanketten ett matningssteg tillbaka. Provytans nummer registreras så genom nedtryckning av respektive siffertangenter och non add-tangenten. På analogt sätt registreras trädslag, som därvid codifieras (tall = 1, gran = 2, björk = 3), och borrhöjd. Vagnen tabuleras därefter så, att rubrikhuvudet för den första kolumnen till höger om kolumnen för kalenderåren kommer att stå mitt för typstängerna.

#### *Arbetsmoment 2.*

Ett borrarspån uttages ur borrarspånshylsan och blötlägges. Samtidigt härmed upptages det borrarspån, som först skall mätas, ur vattenbadet, placeras i borrarspånshållaren och fastklämmas i densamma (jfr s. 20). Därefter antingen snittas borrarspån med kniv eller också fastsättes borrarspånshållaren på mikrotomens objektbord och mikrotomsnittas (jfr s. 44—46). Härefter överföres borrarspånshållaren med borrarspån till mätningsmikroskopets undre hållare och fixeras vid denna (jfr s. 20).

#### *Arbetsmoment 3.*

Mätaren överför nu anteckningen angående det väderstreck, från vilket provträdet borrarats, från borrarspånshylsan till därför avsedd plats i rubrikhuvudet. För detta ändamål användes siffertangenterna jämte non add-tangenten, varvid väderstrecket codifieras på följande sätt: norr = 1, öster = 2, söder = 3, väster = 4.

Medelst en millimetergraderad linjal uppmätas på borrspånet splintens bredd i mm, vilken registreras genom nedtryckning av siffertangenterna och non add-tangenten. Samtidigt härmed gör mätaren med anilinpenna en markering på borrspånet på ett avstånd av 2 cm från mårgen för bestämning av en schematisk hushållsålder för provträdet. Ytterligare registreras i rubrikhuvudet antingen direkt med ledning av det på borrspånshylsan angivna datum för borrningen, eller, då ovisshet råder om höstvedbildningen tagit sin början, efter undersökning i mikroskopet om borrspånet börjar med höstved (codifieras med siffran 1) eller vårved (codifieras med siffran 2).

#### *Arbetsmoment 4.*

Objektvagnen frigöres genom att greppet på bottenplattans griparm tryckes något uppåt och föres längs glidejdrarna, till dess gränsszonen mellan barken och den sist bildade årsringen på borrspånet kommer att befinna sig inom mikroskopbelysningens ljuskägla. Griparmen släppes därvid, varvid det gängade partiet griper in i huvudaxelns gänga. Mätaren observerar nu borrspånet genom mikroskopet och förskjuter medelst inställningsrattarna borrspånshållaren, så att mikroskopets hårkors avtecknar sig mot gränsen mellan kambiet och den närmast innanför liggande årsringen. Denna hänför sig därvid till det på borrspånshylsan antecknade kalenderåret, under förutsättning att provträdet borrats efter det vegetationsperioden tagit sin början.

I fall man önskar kontroll på årsringsmätningen, nollställes före fininställningen av borrspånet under hårkorset först skalan på matarrattens trumma. Härvid måste överföringsmekanismen vara frikopplad, vilket åstadkommes genom att man trycker omkopplarmen åt vänster. Dessutom nollställes varvsräknaren (jfr s. 28).

Additionsmaskinens motortangent nedtryckes det antal gånger, som erfordras, för att förflytta blanketten, så att det kalenderår som motsvarar borrningsåret ökat med två år kommer att stå omedelbart ovanför typstängerna. För att kontrollera, att additionsmaskinens räkneverk tömts, nedtryckes summamatangenten, varvid ett summationstecken (\*) registreras mitt för kalenderåret efter borrningsåret.

*Den med siffran 9 märkta siffertangenten nedtryckes nu tre gånger i följd, varjämte repetitionstangenten nedtryckes och fixeras i bottenläge. Dessutom fälles omkopplarmen nedåt till mätningsläge. Additionsmaskinen är nu inställd för att mottaga impulserna från mätningsmikroskopet.*

#### *Arbetsmoment 5 (mätningsmomentet).*

Förutsättning: Se föregående stycke.

Under mätningen håller mätaren höger hand kring matarratten. Vänster hand trycker han mot additionsmaskinens framsida, så att tummen befinner sig omedelbart ovanför motortangenten (jfr fig. 11 s. 40).

Mätaren vrider nu matarratten, varvid objektvagnen matas fram till dess mikroskopets hårkors avtecknar sig mot gränsen mellan den yttersta och den omedelbart innanför liggande årsringen. Härvid hejdas matningsrörelsen och vänster hands tumme trycker ner motortangenten, vilket resulterar i att den frammatade årsringens bredd registreras på mätningsskallens i hundradels mm i höjd med det kalenderår, under vilket årsringen bildats. Samtidigt härmed upplagras årsringsbredden i räkneverket. Matningsrörelsen startas därefter på nytt för att åter hejdas, då nästa årsringsgräns befinner sig under mikroskopets hårkors o.s.v. Mätningen avser därvid att bestämma det vinkelräta avståndet mot årsringsgränsens tangent till nästa årsringsgräns. Ifall årsringsgränserna ligga snett i förhållande till borrhållarens längdriktning, måste borrhållaren vridas medelst inställningsrattarna i förhållande till objektvagnens matningsriktning (jfr s. 21—22).

Sedan samtliga årsringar t.o.m. år 1900 mätts, nedtryckes motortangenten, repetitionstangenten frigöres ur bottenläget och får fjädra tillbaka till sitt normalläge, varpå summatangenten nedtryckes. Som resultat erhålles summan av de mätta årsringarna uttryckt i hundradels mm. Omedelbart efter det summan registrerats, föres omkopplarmen snett uppåt till räkneläget.

Om kontrollorganet varit i funktion, avläses på varvräknaren, hur många hela varv och på matarrattens skala hur många hundradels varv huvudaxeln kringvridits, varvid full överensstämmelse skall råda mellan summan av de mätta årsringarna och avläsningarna på varvräknaren och matarrattens skala.

#### *Arbetsmoment 6.*

Förutsättning: Additionsmaskinens omkopplarm skall vara inställd i *räkneläge*.

Mätaren observerar nu på nytt borrhållaren genom mikroskopet och räknar antalet årsringar från år 1900 dels till anilinmarkeringen 2 cm från mörken dels in till mörken. Härvid matas borrhållaren in under hårkorset genom vridning av övre plattans — vid behov även mellanplattans — inställningsratt (jfr s. 19—20). Till respektive antal räknade årsringar adderas det antal år, som mätningen omfattat, varvid provträdets hushållsålder respektive brösthöjdsålder erhålles vilka registreras under årsringssumman medelst siffertangenterna och non add-tangenten (jfr fig. 14, s. 50). Härpå kringvrids skrivvalsens matarratt, till dess att blanketten föres tillbaka till i höjd med det föregående utgångsläget, varefter vagnen tabuleras, så att den för nästa provträd avsedda kolumnen kommer att stå omedelbart ovanför typstängerna.

#### *Arbetsmoment 7.*

Undre hållarens låsarmar pressas ihop, och borrhållaren frigöres. Borrhållaren lossas från densamma och placeras i borrhållarens, kring vilkens



Fig. 15. Interiör från årsringsmätning vid skogsforskningsinstitutets skogsavdelning.  
Interior of the annual ring measuring section in the Forestry Division of the Forest Research Institute.

ena ände en ring drages med röd färgkrita för att på ett iögonfallande sätt markera, att borrhålet mätts.

Mätning av såväl höst- som vårvedens bredd sker enligt det föregående på en särskild blankett (SFI Bl. Sk. 335) och skiljer sig från helårsmätningen endast därigenom, att mätningrörelsen även avbrytes och motortangenten nedtryckes, då den bedömda gränsen mellan höst- och vårvedelementet inom en och samma årsring befinner sig under mikroskopets hårkors (jfr s. 29).

Den nu lämnade redogörelsen över tillvägagångssättet vid individuell mätning av en serie årsringar ger sannolikt intryck av, att mätningsarbetet är både invecklat och tidskrävande. Detta är i själva verket ej fallet, vilket torde framgå av de i följande kapitel lämnade uppgifterna över arbetsprestationerna vid årsringmätning.

### *Tillvägagångssättet vid årsringmätning för direkt diameterbestämning*

Som ett led i bearbetningen av det omfattande provträdsmaterial, som av skogsforskningsinstitutets statistiska avdelning insamlas i samband med den pågående rikstaxeringen, fastställdes medelst årsringmätningssmaskiner provträdens diametrar under bark dels vid taxeringstillfället dels 5 och 10 år (tidigare 15 år) före detta samt dessutom vid tidpunkten för den första rikstaxeringen och ytterligare 10 år före densamma. Dessa diameterbestämningar avse att ligga till grund för tillväxtkalkyler vid den nu pågående omtaxeringen av landets skogar, som tog sin början år 1938, liksom även — ur jämförelsesynpunkt — för tillväxten vid 1923—29 års rikstaxering. I förra fallet baseras tillväxtkalkylen på en period av dels 5 dels 10 år (tidigare 15 år). Vid den första rikstaxeringen använde man sig nämligen endast av de 10 sista årens tillväxt som underlag för bestämning av tillväxten.

Maskinell mätning av statistiska avdelningens borrhånsmaterial infördes år 1947, då 3 st. årsringmätningssmaskiner av i kap. III beskriven typ anskaffades. Som ett ytterligare led i rationaliseringen av mätningsarbetet utformades den blankett, som användes vid fältarbetet för registrering av provträdsobservationerna på provytorna efter taxeringslinjerna med tanke på att den direkt skulle kunna användas i mätningssmaskinerna. Blanketten i fråga (SFI Bl. St. f 5 »Till provyteprotokoll. Provträd.») återgives i faksimil i fig. 16, s. 56. Blankettens vänstra del är avsedd för registrering av observationsdata för 6 provträd på provytan (antingen provträden nr 1—6 eller 7—12, varvid det aktuella numret markeras med ett kryss i rubrikhuvudet). De på provträden i fältet utförda mätningar, som utnyttjas vid den maskinella bestämningen av diametervärdena och som därför i detta sammanhang tilldraga sig speciellt intresse, utgöres av brösthöjdsdiametern på bark i mm



### Till provytteprotokoll. Provträd.

**STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT**  
STATISTISKA AVDELNINGEN

*(användas i fältet för extra fyror, med avseende egenskaper från ordinarie tårn).*

Besiktare: ..... Tid: lugna.....  
ord. tonsen ..... Slutenhetsgrad .....

avv. bon. ....  
Trädslag .....  
H 100 ..... (för namn, åttio, ex. bsk.)  
Trädhöjd (Nys, R. T.) .....  
Koll. nr. ....

Taxeringslinje nr. 235  
2 km nr 574

Injertilling: N. S. ö.  
Ordinarie provyta: 1 2 3 4 X 6.

Extra provträd angives med E framför  
numret

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Trädslag <sup>1)</sup>	T	T	B	T	T	X	X	X	X	X	X	X
Bomdiameter- klass	25	30	20	25	30	30						
D.p.b. vid 1,3 m <sup>2)</sup>	28	31,8	27,7	28,7	31,0	31,2						
Barkfjocklek <sup>3)</sup>	17	20	7	2,7	2,0	2,0						
mm vid 1,3 m <sup>4)</sup>	23	22	7	2,0	2,0	2,2						
Höjd m <sup>5)</sup>	17,0	18,0	10,0	16,0	19,0	17,0						
Tröpsked <sup>6)</sup>	6	5	2	6	7	5						
1. I. I.	-	-	-	-	-	-						
Formpunkt	7,5	7,5	5,0	8,0	7,5	7,5						
Kronradio m <sup>7)</sup>	3,0	3,5	3,0	3,0	4,0	3,5						
snittsnitt	12	12	11	12	12	12						
Trädklass <sup>8)</sup>	1	1	3	1	1	1						
Ständer <sup>9)</sup>	-	-	-	-	-	-						
Stokklaged	1a	2a	1a	2a	1a	2a	1a	2a	1a	2a	1a	2a
Faner <sup>10)</sup> (för löv)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sagittimer kl. A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
kvist												
ris												
krek												
övriga												
Kubb												
Ved												
För av total fram läst (för åttio)												
Besömd Återakt. m <sup>11)</sup>												
Gemensam åld. kl.												
Identifioring												
Krongränis m <sup>12)</sup>	10,0	9,5	0,4	13,0	8,5	10,0						
h5												
h1												
h. I. I.												
1)	2,9	5,0	3,1	8,0	2,1	7,0						
2)	4,0	0,0	4,2	2,0	1,4	2,0						
3)	2,5	5,0	2,7	6,0	2,0	3,0						
4)	1,2	4,4	1,3	2,0	1,0	1,2						
5)	2,4	2,6	2,6	2,8	1,9	2,6						
6)	1,4	4,2	1,4	0,0	1,2	0,0						
7)	2,2	3,4	2,4	3,8	1,8	3,2						
8)	1,6	6,6	1,5	2,0	1,6	3,8						
9)	2,1	1,8	2,3	3,6	1,6	4,0						
10)	2,5	2,2	2,6	8,0	2,5	0,0						
11)	1,8	6,4	6,9	2,0	1,3	9,0						
12)	2,5	5,0	2,7	6,0	2,0	3,0						
13)	1,2	5,0	1,2	7,0	1,3	3,0						
14)	8,0	8,0	5,6	6,0	5,0	4,0						
15)	6,0	6,0	5,5	6,0	4,0	6,0						
16)	2,0	4,1	1,4	0,0	1,4	6,0						
17)	7,3	3,0	8,2	0,0	1,6	0,0						
18)												
19)												

Anmärkingar, se omstående sida.

I. BD  
Lut. nr. Korreras sign.

Fig. 16. Av skogsforskningsinstitutets statistiska avdelning använd blankett (SFI Bl. St. f 5). Blankettens vänstra del är avsedd för registrering av provträdsobservationerna vid fältarbetet. Med tillhjälp av årsringsmätningmaskinerna registreras som ett led i bearbetningen inom blankettens högra del provträdens diameter vid olika tillfällen, ålder m. m. Blanketten är av A 4-format (210 x 297 mm).

The form employed by the Statistical Division of the Forest Research Institute. The lefthand portion is intended for recording sample tree observations during field work. With the help of the annual ring measuring machines the diameters of the sample trees on various occasions, ages, etc. are recorded on the righthand side of the form as a step in the calculations.

(fig. 16, s. 56, »Dpb vid 1,3 m») och barkens tjocklek mätt i två diametralt motsatta punkter vid brösthöjd (fig. 16, »Barktjocklek mm vid 1,3 m»). Blankettens högra del är däremot avsedd för maskinell registrering icke blott av diametrarna vid de ovannämnda tidpunkterna utan även provträdens ålder vid brösthöjd, kärnans radie jämte eventuellt förekommande kärnröta.

I samband med provträdsundersökningarna i fältet borras provträden med tillväxtborr vid brösthöjd i samma riktning, i vilken brösthöjdsdiametern mätts. Härvid stipuleras att borrspånet skall ha träffat mårgen, då provträdet brösthöjdsdiameter understiger 15 cm. För grövre träd, från vilka även stubbspån uttagas, får avståndet från den innersta årsringen till mårgen ej överstiga 1 cm, och för övriga träd ej 2 cm. Sedan borring skett, nedläggas borrspånen i borrspånshylsor, på vilka erforderliga registreringsdata antecknas. Blanketter och borrspånshylsor insändas sedermera till skogsforskningsinstitutet för mätning enligt följande tillvägagångssätt, varvid förutsättes, att mätningmikroskopets växellåda skall vara inställd i *växelläge 3* (jfr s. 26).

#### *Arbetsmoment 1.*

Förutsättning: Additionsmaskinens omkopplarm skall vara inställd i *räkneläge* d.v.s. förd uppåt.

Provträdsblanketten (SFI Bl. St. f 5) insättes i additionsmaskinens vals och injusteras vid behov, sedan pappersfrigöraren lossats, så att den övre linjen i det horisontala rubrikhuvudet kommer att falla parallellt med skrivvalsens rörliga linjal. Vagnen tabuleras, varefter motortangenten nedtryckes så många gånger som erfordras för att förflytta blanketten, så att den för provträdet nr 1 (eller nr 7) avsedda kolumnen kommer att befinna sig mitt ovanför typstängerna i höjd med den blanka raden omedelbart under rubrikhuvudet.

Summatangenten nedtryckes, varvid ett summationstecken (\*) registreras på raden »Teknisk kontroll 1» som kontroll på, att räkneverket tömts. Den för provträdet noterade brösthöjdsdiametern på bark (»Dpb. vid 1,3 m») insläs medelst siffertangenterna. Eftersom mätning i växelläge 3 sker i tiondels mm och brösthöjdsdiametern är angiven i hela mm, måste dessutom den med siffran 0 märkta siffertangenten nedtryckas. Genom nedtryckning av motortangenten registreras brösthöjdsdiametern på bark (»Dpb mm») i hela och tiondels mm.

Mätaren summerar »i huvudet» de vid fältarbetet antecknade båda barkmåtten, varigenom barkens dubbla tjocklek vid brösthöjd erhålles. De mot detta värde svarande siffertangenterna jämte den med siffran 0 märkta tangenten nedtryckas. Genom nedtryckning av subtraktionstangenten registreras så barkens dubbla tjocklek (»2 b mm») i hela och tiondels mm åtföljd av ett minustecken. Efter ett »tomslag» med motortangenten nedtryckes tangenten

för transportsumma, varvid provträdet brösthöjdsdiameter under bark (»D i b mm») registreras i hela och tiondels mm åtföljd av tecknet för transportsumma( $\square$ ).

*Arbetsmoment 2.*

Varvräknaren och skalan på matarrattens trumma nollställas. *Den med siffran 9 märkta siffertangenten nedtryckes tre gånger i följd, varjämte repetitions-tangenten nedtryckes och fixeras i bottenläge samt omkopplarmen föres nedåt till mätningläge.*

Additionsmaskinen är nu apterad för årsringsmätning.

*Arbetsmoment 3.*

Det till provträdet hörande borrhållaren uttages ur borrhållarskylsan, placeras i borrhållaren och snittas antingen med kniv eller mikrotom (vid statistiska avdelningens årsringsmätningar blötläggas ej borrhållaren före mätningen). Borrhållaren fastsättes på den undre hållaren, varefter mätaren med tillhjälp av en s. k. rodoidskiva och anilinpenna medelst ett tvärstreck markerar avståndet 2 och 4 cm från mären. Vid fältarbetet har gränsen mellan splint och kärna redan markerats med ett anilinstreck. Om detta icke är synligt i förhållande till den snittade ytan, drages ett anilinstreck i höjd med det ursprungliga.

*Arbetsmoment 4.*

Förutsättning: Se arbetsmoment 2.

Mätaren observerar nu borrhållaren genom mikroskopet och orienterar medelst inställningsrattarna detsamma, så att gränsen till den året före taxeringen bildade årsringen kommer att befinna sig under mikroskopets hårkors. Genom kringvridning av matarratten matas så borrhållaren fram under mikroskopets hårkors. Sedan 5 årsringar passerat under detta, hejdas mätningrörelsen och subtraktionsknappen nedtryckes, varvid de 5 sista årens *diametertillväxt* registreras på blanketten med negativt tecken. (I enlighet med det föregående åstadkommer mätningmikroskopets växellåda i växel-läge 3 en fördubbling av den frammatade sträckan, vilket följaktligen medför, att den i radiens riktning mätta tillväxten av additionsmaskinen registreras som diametertillväxt.) Därefter nedtryckes motortangenten och omedelbart därpå transportsumma-tangenten, varvid på blanketten registreras prov-trädets brösthöjdsdiameter under bark för 5 år sedan (»D i b 5») åtföljd av tecknet för transportsumma.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> För att möjliggöra registrering av transportsummor med tre nior inställda i additionsmaskinen och repetitionstangenten fixerad i bottenläge, har vissa ändringar av additionsmaskinens spärrorgan måst företagas.

Matningsrörelsen igångsättes nu på nytt och efter det ytterligare 5 årsringar passerat under mikroskopets hårkors, registreras genom nedtryckning av subtraktionstangenten diameterökningen mellan 10 och 6 år sedan (»Diam. ökning 6—10»), och av transportsumma-tangenten brösthöjdsdiametern under bark för 10 år sedan (»D i b 10»).

Borrspånet har nu matats fram under mikroskopets hårkors en längd motsvarande 10 årsringar. För att fastställa provträdets diameter vid tidpunkten för den första rikstaxeringen matas så borrarspånet fram till den årsringsgräns, som motsvarar kalenderåret före taxeringsåret. (I exemplet å fig. 15, s. 54, som avser en provyta inom Jönköpings län, vilket län taxerades första gången år 1923 och andra gången 1947, skall följaktligen borrarspånet matas fram ytterligare 14 årsringar utöver de redan mätta 10). På analogt sätt som i föregående fall registreras nu diameterökningen för den ifrågavarande perioden (»Diam. ökning 11-ft») och diametern under bark vid första rikstaxeringen (»D i b ft») exklusive den under taxeringsåret bildade årsringen. Genom ytterligare frammatning av borrarspånet tio årsringar bestämmas diameterökningen under tioårsperioden före taxeringsåret (»Diam. ökn. ft-ft-10») och därpå brösthöjdsdiametern under bark 10 år före den första rikstaxeringen (»D i b ft-10»), vilken registreras som en transportsumma. Därefter frigöres repetitionstangenten och får fjädra tillbaka till normalläget. Korrektionstangenten föres tre steg åt höger, så att additionsmaskinen nollställes, varjämte omkopplarmen föres uppåt till räkneläget.

På mätningmikroskopets varvräknare och matarrattens skala avläses hur många varv (millimeter), som objektvagnen med borrarspånshållaren matats fram under mikroskopets hårkors. Det i tiondels millimeter avlästa värdet fördubblas (vid behov genom anlitanande av en särskild hjälptabell) och registreras på blanketten genom nedtryckning av siffertangenterna och motortangenten (»Mätt längd enl. varvräk.»). Sedan den sistnämnda tangenten och därefter summatangenten nedtryckts, registreras på blanketten en summa, som skall överensstämma med provträdets tidigare registrerade brösthöjdsdiameter under bark. Summatangenten nedtryckes ytterligare en gång, så att ett summationstecken (stjärna) registreras (»Teknisk kontroll 2»).

#### *Arbetsmoment 5.*

Förutsättning: Omkopplaren skall vara ställd i *räkneläge*.

Mätaren observerar åter borrarspånet genom mikroskopet och matar successivt fram borrarspånet under hårkorset genom vridning av objektvagnens inställningsrattar. Samtidigt räknar han antalet årsringar, som passera under hårkorset, till dess anilinmarkeringen 4 cm från mörgen befinner sig under detsamma. Ligger den *vid mätningen* sist frammatade årsringen utanför markeringen i förhållande till mörgen, adderas det nu räknade antalet årsringar

till det totala antalet mätta årsringar (i det ifrågavarande exemplet 34 st.). Om mätningen däremot avslutats innanför markeringen, subtraheras antalet räknade från antalet mätta årsringar. Den sålunda bestämda brösthöjdsåldern intill 4 cm från mörgen registreras genom nedtryckning av siffertangenterna och motortangenten (»Ålder — 4 cm»), varefter antalet årsringar mellan 4 och 2 cm från mörgen räknas och registreras (»Antal årsringar 4—2 cm»). Ävenså räknas och registreras antalet årsringar in till mörgen. Då denna ej träffats av tillväxtborren, tillägges ytterligare det antal årsringar, som bedömes ligga mellan den sist räknade årsringen och mörgen (»Antal årsringar 2—0 cm (räknade bedömda »). Till ledning vid bedömningen begagnas rodoidskivor, som graderats med olika tätt liggande koncentriska cirklar.

Vid nedtryckning av motortangenten och därefter summatangenten registreras summan av de räknade årsringarna, som följaktligen representerar provträdet ålder vid brösthöjd (»Ålder vid 1,3»).

#### *Arbetsmoment 6.*

Om kärnröta konstateras förekomma i borrhållningen, uppmättes medelst en millimetergraderad linjal längden av den friska veden, vilken längd registreras genom nedtryckning av siffertangenterna och non addtangenten. På analogt sätt uppmättes och registreras kärnans radie i millimeter (»Kärnradie»).

Slutligen vrides skrivvalsens så, att blanketten återföres till i höjd med utgångsläget under rubrikhuvudet, varefter vagnen tabuleras till den för nästa provträd avsedda kolumnen. Borrhållningshållaren lossas från undre bordet, och borrhållningen frigöres ur densamma. Sedan borrhållningen nedlagts i sin hylsa, igångsättes mätningen av borrhållningen för nästa provträd enligt arbetsmoment 1.

#### *Årsringsmätningssmaskinernas användning vid specialmätningar*

Redan då man planlägger undersökningar i vilka årsringsmätningar i en eller annan form ingå, bör man eftersträva att rationalisera den efterföljande bearbetningen genom att vid mätningen effektivt tillvarataga årsringsmätningssmaskinernas tekniska möjligheter. Bl. a. bör man fatta ståndpunkt till, om mätningens resultat ska registreras på additionsmaskinens pappersremsa eller på speciella mätningssblanketter såsom i de båda ovan beskrivna fallen.

Många gånger kan det vara fördelaktigt att utforma blankettmaterialet, så att detsamma kan utnyttjas både för registreringar av observationerna i skogen och vid årsringsmätningen erhållna data. Utöver statistiska avdelningens provträdsblankett återgives baksidan av en vid skogsavdelningen använd blankett för fällda provträd (SFI Bl. Sk. 345 a), som användes för

Försöksyta nr 747

Avdelning .....

**Toppskotts- och årsringmätning**

Fällt provträd nr 260.

Trädslag: tall, gran

År	Avstånd från toppen	Topp- skott	Årsringens bredd i hundra- dels millimeter			
	centimeter					
194 8	56	56	3 1 1			
194 7	125	69	2 4 8			
194 6	172	47	3 2 2			
194 5	225	53	2 5 2			
194 4	282	57	2 3 9			
194 3	320	38	2 2 6			
194 2	370	50	2 1 3			
194 1	418	48	2 3 3			
194 0	458	34	1 7 9			
193 9	489	37	2 2 2			
193 8	509	30	2 2 7			
193 7	552	43	1 6 2			
193 6	603	51	2 6 4			
193 5	678	75	2 5 6			
193 4	750	72	3 3 0			
193 3	832	32	3 3 8			
193 2	895	63	3 0 8			
193 1	947	52	2 6 6			
193 0	1013	66	2 8 3			
192 9	1064	51	3 4 9			
192 8	1128	64	2 9 5			
192 7	1185	57	2 9 6			
192 6	1220	35	2 9 2			
192 5	1257	37	2 0 9			
192 4	1281	24	1 6 6			
192 3	1299	18	1 4 8			
192 2	1330	31	1 0 6			
192 1	1365	35	8 3			
192 0	1390	25	8 1			
191 9	1422	38	7 9			
Σ			6 9 8 3 *			

Ant. ....

Fig. 17. Baksidan av blankett för s. k. fällt provträd (SFI Bl. Sk. 345 a). Vid fältarbetet antecknas skottledens avstånd från toppen. Vid mätning av ett vid brösthöjd uttaget borrsån registrerar årsringmätningssmaskinen årsringens bredden mitt för motsvarande års toppskott. Blanketten är av A 5-format (148 × 210 mm).

Form for recording the length of top growths and the width of annual rings in different calendar years. The widths of the annual rings are ascertained by measurements with the annual ring machines.

registrering av årsringens bredd vid brösthöjd och toppskottets längd för olika kalenderår. Dessa mätningar företagas som ett led i undersökningar för att fastställa ett empiriskt samband mellan diameter- och höjdtillväxt hos tall och gran. Materialinsamlingen för denna är i huvudsak förlagd till institutets fasta försöksytor. Då dessa revideras, mäts på de fällda provträden även avståndet från toppen till de sista 30 årens toppskott, varjämte ett borrhåll uttages vid brösthöjd. Vid mätningen av de mot toppskotten för olika kalenderår svarande 30-årsringarna användes blanketten på sätt som framgår av fig. 17, s. 61.

Med hänsyn till höstvedhaltens stora betydelse för virkets kvalitativa egenskaper mätes vid hithörande undersökningar såväl höst- som vårvedelementens bredd. För att fastställa höstvedens andel i det tvärsnitt av trädstammen från vilket borrhåll uttagits, erfordras kännedom om icke blott de olika höst- och vårvedelementens bredd utan även avstånden från mörken till dessa. Dessa avstånd kunna erhållas redan vid mätningen av årsringselementen i form av successiva transportsummor. Den transportsumma, som registreras efter mätning av det närmast barken liggande årsringselementet, kommer följaktligen att representera avståndet från mörken till barken. Ur teknisk synpunkt underlättas mätningens rätt avsevärt av att transportsumorna därvid kunna registreras, oaktat repetitionstangenten står fixerad i bottenläge för att »kvarhålla» de tre inställda niorna i additionsmaskinens väljarorgan.

Av orsaker som här icke skola beröras, mäts vid skogsforskningsinstitutet för undersökningar över höstvedhalten i själva verket borrhållen i motsatt ordning d.v.s. med början närmast barken. De successiva transportsumorna komma därvid givetvis att avse årsringselementens avstånd från barken. Tillvägagångssättet vid registrering av bredden av de olika årsringsbredderna och dessas avstånd från dels mörken dels barken illustreras av fig. 18, s. 63.

## Kap. VI. Arbetsprestationer vid maskinell årsringmätning

För att i någon mån belysa arbetsprestationerna vid maskinell årsringmätning ha tidsstudier utförts i samband med årsringmätningar för klimatundersökningen i enlighet med den i föregående kapitel lämnade redogörelsen över »Tillvägagångssättet vid individuell mätning av årsringar för klimatundersökningen». Tidsstudierna basera sig på 238 st. borrhåll av tall och gran, av vilka 225 st. innehålla mellan 40 och 125 årsringar (i medeltal 77,1 årsringar) och 13 st. färre årsringar än 40 (i medeltal 32,2 årsringar). De mätta

Serie a	Serie b	Data som registreras medelst siffertangenterna och non add- tangenten:
1 0 5 1 <	1 0 5 1 <	Provyttans nummer
3 6 <	3 6 <	Provträdets nummer
4 8 <	4 8 <	Trädslag (code: tall = 1, gran = 2, björk = 3)
3 4 3 <	3 4 3 <	Borrspånet uttaget vid en höjd av ..... cm
1 <	1 <	Vedprovets nummer
2 <	2 <	Vedprovets bokstavsbeteckning (code: A = 1 o.s.v.)
2 7 <	2 7 <	Borrningsriktning (code: 1 = från norr o.s.v.)
1 9 4 5 <	1 9 4 5 <	Splintens längd i millimeter
1 <	1 <	Kalenderår under vilket borrningen ägt rum
*	*	Årsringen närmast barken utgöres av ..... (code: höstved = 1, vårved = 2)
Bark	Märg	Data som vid mätningen registreras av Årsringmät-
2 5	2 8	ningsmaskinen:
2 5 □	2 8 □	Årsringselementets bredd i hundradels mm
1 8 1	8	Erforderligt tomslag innan transportsumman utslås
		Transportsumma angivande årsringselementets av-
		stånd från: barken (Serie a), märgen (Serie b)
2 0 6 □	3 6 □	
2 8	1 8 1	
2 3 4 □	2 1 7 □	
2 3 5	2 2	
4 6 9 □	2 3 9 □	
3 3	1 5 6	
5 0 2 □	3 9 5 □	
2 6 0	4 0	
7 6 2 □	4 3 5 □	
3 6	1 3 5	
7 9 8 □	5 7 0 □	
1 9 8	4 4	
9 9 6 □	6 1 4 □	
3 6	2 3 5	
1 0 3 2 □	8 4 9 □	
2 4 2	3 3	
1 2 7 4 □	8 8 2 □	Siffrorna utan efterföljande tecken angiva
3 3	2 4 2	Årsringselementens bredd i hundradels mm
1 3 0 7 □	1 1 2 4 □	Siffrorna åtföljda av tecknet för transport-
2 3 5	3 6	summa angiva respektive årsringselements av-
1 5 4 2 □	1 1 6 0 □	stånd från: barken (Serie a), märgen (Serie b)
4 4	1 9 8	
1 5 8 6 □	1 3 5 8 □	
1 3 5	3 6	
1 7 2 1 □	1 3 9 4 □	
4 0	2 6 0	
1 7 6 1 □	1 6 5 4 □	
1 5 6	3 3	
1 9 1 7 □	1 6 8 7 □	
2 2	2 3 5	
1 9 3 9 □	1 9 2 2 □	
1 8 1	2 8	
2 1 2 0 □	1 9 5 0 □	
8	1 8 1	
2 1 2 8 □	2 1 3 1 □	Det sist mätta årsringselementets bredd
2 8	2 5	Transportsumma angivande sista årsringselementets
Märg	Bark	avstånd från: barken (Serie a), märgen (Serie b)
2 1 5 6 □	2 1 5 6 □	Summa angivande årsringselementens sammanlagda
2 1 5 6 *	2 1 5 6 *	längd från: barken (Serie a), märgen (Serie b)

Fig. 18. Med tillhjälp av årsringmätningssmaskinerna kan bl. a. mätning ske på sådant sätt, att man för t. ex. bestämning av höstvedhalten erhåller såväl årsringarnas (årsringselementens) bredd som — i form av transportsummor — deras avstånd från barken (Serie a) eller märgen (Serie b).

With the help of the annual ring measuring machines measurement can be carried out in such a way that when determining the summer wood content, for example, it is possible to ascertain both the width of the annual rings (annual ring elements) and — in the form of sub-totals — their distance from the bark (series A) or pith (series B), which data are of importance for determining the summer wood content, for example.



årsringarnas sammanlagda längd utgör 19 270 mm motsvarande 81 mm per borrhållspån.

Mätningarna ha utförts av två personer, av vilka den ene huvudsakligast varit sysselsatt med årsringmätningar under ett par års tid, medan den andre endast har omkring 3 månaders erfarenheter av detta arbete. Tidsstudierna ha emellertid utvisat, att de båda mätarna ur prestationssynpunkt kunna betecknas som tämligen likvärda. I själva verket är handhavandet av årsringmätningssmaskinerna och utförandet av de olika arbetsoperationerna vid mätningarbetet så enkelt, att man på jämförelsevis kort tid förvärvar god rutin i arbetets utförande.

Tidsstudierna ha omfattat samtliga de sju arbetsmoment, för vilka en utförlig redogörelse lämnats i det första avsnittet av kap. V. I dessa arbetsmoment ingå följande deloperationer:

1. Insättning av mätningssprocket (SFI Bl. Sk 334 eller 335) i additionsmaskinens vagn jämte registrering av provytans nummer, trädslag (code) och borrhållshöjd.
2. Blötläggning av ett borrhållspån, upptagning av ett annat ur vattenbadet. Fastsättning av det senare borrhållspånet i borrhållshållaren. Snittning av detsamma i mikrotom eller med kniv jämte fastsättning av borrhållshållaren på undre hållaren.
3. Registrering av provytans nummer och borrhållspånets borrhållsriktning. Uppmätning av splintens bredd och registrering av denna samt registrering av code-siffra för att angiva om mätningen börjar med höst- eller vårved.
4. Inställning av objektvagnen och fininställning av borrhållshållaren, så att gränsen mellan kambiet och det innanför denna liggande årsringselementet kommer att befinna sig under mikroskopets hårkors.
5. Mätning av omkring 45 årsringar eller 90 årsringselement.
6. Räkning av antalet årsringar till 2 cm från mörgen och in till densamma.
7. Losstagning av borrhållshållaren och borrhållspånet. Nedläggning av det senare i borrhållshylsan, kring vilken en ring ritas med rödkrita.

Tidsstudierna ha främst utvisat, att några egentliga skillnader ej föreligga beträffande arbetsprestationerna vid mätning av borrhållspån från tall och från gran, vilket är rätt naturligt med hänsyn till den starkt likartade årsringstrukturen hos de båda trädslagen.

Tidsåtgången för de olika arbetsmomenten vid mätning av dels hela årsringarnas bredd (helårsmätning) dels höst- och vårvedelementens bredd (höst- och vårvedmätning) framgår av tab I, s. 65. Tabellens värden basera sig för helårsmätning på 114 mätta borrhållspån, på vilka i medeltal 46,7 årsringar mätts, och för höst- och vårvedmätning på 86 borrhållspån med 92,8 mätta årsringselement.

Tab. 1. Tidsåtgång per borrarspån för olika arbetsmoment vid årsringmätning.

Mätningen avser:	Arbetsmoment nr:							Summa
	1	2	3	4	5	6	7	
	Tidsåtgång per borrarspån minuter							
Hela årsringarna.....	0,21	1,04	0,56	0,39	1,54	0,58	0,32	4,64
Höst- o. vårvedelementen	0,28	1,02	0,63	0,40	2,48	0,56	0,31	5,68

Anm. Tabellens värden basera sig på mätning av i medeltal 46,7 årsringar eller 92,8 årsringselement per borrarspån.

Arbetsmomenten 1—4 och 6—7 utföras på exakt samma sätt, vare sig mätningen avser hela årsringens eller såväl höst- som vårvedens bredd. De skillnader, som enligt tab. 1 föreligga beträffande tidsåtgången för ett och samma arbetsmoment, måste därför i första hand tillskrivas rena tillfälligheter, möjligen med undantag för arbetsmoment 1, när den vid höst- och vårvedmätning använda mätningblanketten är större än den för helårsmätning och svårare att inpassa i förhållande till additionsmaskinens vals.

Tidsåtgången för arbetsmomenten 1—4 och 7 är praktiskt taget oberoende av, hur många årsringar borrarspånet innehåller, medan däremot tidsåtgången står i direkt proportion till antalet årsringar, som mäts vid arbetsmoment 5 och räknas vid arbetsmoment 6.

För att erhålla full jämförbarhet mellan tidsåtgången vid helårsmätning och höst- och vårvedmätning bör mätningstiden (arbetsmoment 5) korrigeras till att avse exakt dubbla antalet element mot vid helårsmätning d.v.s. 93,4 i stället för 92,8 st. Genomföres en sådan korrektion ökar tidsåtgången från 2,48 till 2,50 minuter. Vid mätning av såväl höst- som vårvedens bredd ökar följaktligen den egentliga mätningstiden i förhållande till helårsmätning med 62,3 %, oaktat mätningen i själva verket omfattar det dubbla antalet element. Med utgångspunkt från tidsåtgången vid helårsmätning skulle, teoretiskt sett, mätningstiden vid höst- och vårvedmätning av 46,7 årsringar utgöra 3,08 i stället för 2,50 minuter. Eftersom endast helt obetydliga skillnader visat sig föreligga med avseende på hela årsringens genomsnittliga bredd mellan borrarspånsmaterialen för helårsmätning (0,82 mm) och höst- och vårvedmätning (0,83 mm), måste den proportionsvis lägre tidsåtgången per element vid det senare mätningssättet tillskrivas det förhållandet, att den frammatade sträckan blir kortare och därmed tidsåtgången lägre för frammatning av årsringselementen under mikroskopets hårkors.

De olika arbetsmomentens procentuella andel i den totala tidsåtgången vid årsringmätning framgår av tab. 2, s. 66.

Tab. 2. De olika arbetsmomentens procentuella andel i totala tidsåtgången vid årsringsmätning.

Mätningen avser:	A r b e t s m o m e n t n r:							Summa
	1	2	3	4	5	6	7	
	Arbetsmomentets andel i totala tidsåtgången, %							
Hela årsringarna . . . . .	4,5	22,4	12,1	8,4	33,2	12,5	6,9	100,0
Höst- o. vårvedelementen	4,9	18,0	11,1	7,0	43,7	9,8	5,5	100,0

Anm. Tabellens värden basera sig på mätning av i medeltal 46,7 årsringar eller 92,8 årsringselement per borrhspån.

Den egentliga mätningstiden (arbetsmoment 5) uppgår enligt tab. 2 till endast 33,2 % av den totala tidsåtgången vid helårsmätning och 43,7 % vid höst- och vårvedmätning. Av de övriga arbetsmomenten är det främst mikrotomsnittningen (arbetsmoment 2), som är tidskrävande. Snittning med kniv reducerar visserligen tiden för snittningen med omkring 30 %, men dels ökar i gengäld mätningstiden något, dels utsättes mätningsspersonalens ögon för större ansträngning (jfr s. 46).

Otvivelaktigt skulle mätningssarbetet kunna ytterligare rationaliseras genom central snittning av borrhspånen i mikrotom. Härvid skulle särskild personal ombesörja framtagning av borrhspånsmaterialen, blötläggning av borrhspånen och upptagning av dessa ur vattenbadet för fastsättning i borrhspåns-hållaren och snittning i mikrotomen. Borrhspåns-hållaren med det färdigsnittade borrhspånet jämte tillhörande borrhspåns-hylsa skulle sedan distribueras ut till de olika årsringsmätningssmaskinerna på särskilda transportörer. Det är dock tänkbart, att den intensifiering av själva mätningssarbetet, som härigenom beräknas kunna åstadkommas, verkar alltför ansträngande på mätningsspersonalens ögon. På grund av att mikrotomen för snittning av borrhspån endast varit i bruk en kortare tid och årsringsmätningssmaskinerna samtidigt ej använts för ensartade mätningssuppgifter, har centraliserad snittning av borrhspån ännu ej praktiskt prövats.

Omräknas de i tab. 1, s. 65, angivna tiderna för den egentliga mätningen (arbetsmoment 5), vilka hänföra sig till mätning av antingen 46,7 årsringar eller 92,8 årsringselement, till att avse arbetsprestation per timme, *erhålles vid helårsmätning 1819 årsringar per timme och vid höst- och vårvedmätning 1121 årsringar eller 2 242 årsringselement per timme. För samtliga arbetsmoment sammantagna blir arbetsprestationen vid helårsmätning 604, och vid höst- och vårvedmätning 490 årsringar (980 årsringselement) per timme.* Arbetsprestationen ökar givetvis i samma mån som antalet årsringar, vilka skola mätas, överstiger tidsstudie-materiallets medeltal — 46,7 årsringar eller 92,8 årsringselement per borrhspån.

spån — och minskar vid mätning av färre årsringar. Antalet mätta borrhspån per timme uppgår vid mätning av i genomsnitt 47,3 årsringar per borrhspån till 12,9 st. vid helårs- och till 10,5 st. vid höst- och vårvedmätning.

Som jämförelse kan nämnas att NÄSLUND (1942) för LANGLET-LINDBLADS årsringsinstrument angiver: »Arbetsprestationen har varit 250—350 årsringar i timmen, då höst- och vårved ej skiljas åt. Mättes höst- och vårved var för sig blir antalet årsringar per timma ungefär hälften. Det förutsättes härvid, att en hantlangare borrar träden och bär fram spånen till den, som sköter instrumentet.» Det ifrågavarande instrumentet åstadkom endast en registrering av de mätta årsringsbredderna. För att erhålla kontroll på mätningsresultaten måste de mätta årsringsbredderna summeras, varvid summan skulle överensstämma med kontrollverkets inställning. Visade sig så ej vara fallet, måste borrhspånet mätas om. Enligt mätningar på rummet med LANGLET-LINDBLADS årsringsinstrument, vilka omfattat 231 borrhspån med inalles över 13 000 årsringar, visade sig den sammanlagda tidsåtgången för summering och eventuell omräkning av de mätta årsringarna samt reparationer och justeringar av instrumentet utgöra 48 % av den egentliga mätningstiden.

För att utröna om årsringarnas genomsnittliga bredd utövar inflytande på antalet per timme mätta årsringar, har tidsstudiematerialet närmare analyserats med avseende på 203 borrhspån innehållande minst 45 årsringar. Av detta borrhspånsmaterial representerar 121 st. helårsmätning och 82 st. höst- och vårvedmätning. Härvid konstaterades antalet mätta årsringar sjunka i aritmetisk serie med stigande medelårsringsbredd. Genom numerisk utjämning av observationsmaterialen enligt minsta-kvadratmetoden, erhöles följande båda linjära uttryck, som följaktligen återgiva sambandet mellan antalet mätta årsringar vid helårsmätning ( $y_h$ ) och höst- och vårvedmätning ( $y_{hv}$ ) och dessas genomsnittliga bredd i millimeter ( $x$ ):

$$\begin{aligned} \text{För helårsmätning:} & \quad y_h = 2\,235,7 - 450,0 \cdot x, \\ \text{» höst- och vårvedmätning:} & \quad y_{hv} = 2\,691,8 - 445,2 \cdot x. \end{aligned}$$

Mellan de båda utjämningslinjerna, vilka basera sig på olika men ensartade årsringsmaterial, råder en mycket starkt utpräglad parallellism, vilket framgår både av den grafiska bilden av sambandet enligt fig. 19, s. 68, och konstanterna framför den oberoende variabeln i utjämningsfunktionerna. Den med stigande årsringsbredd avtagande arbetsprestationen — uttryckt i antal årsringar per timme — betingas främst därav, att ju bredare årsringarna äro, desto längre blir det tidsmoment, som åtgår för att mata fram dessa under mikroskopets hårkors.

Arbetsprestationerna vid statistiska avdelningens årsringsmätningar för direkt diameterbestämning ha hittills ej varit föremål för tidsstudier. Enligt

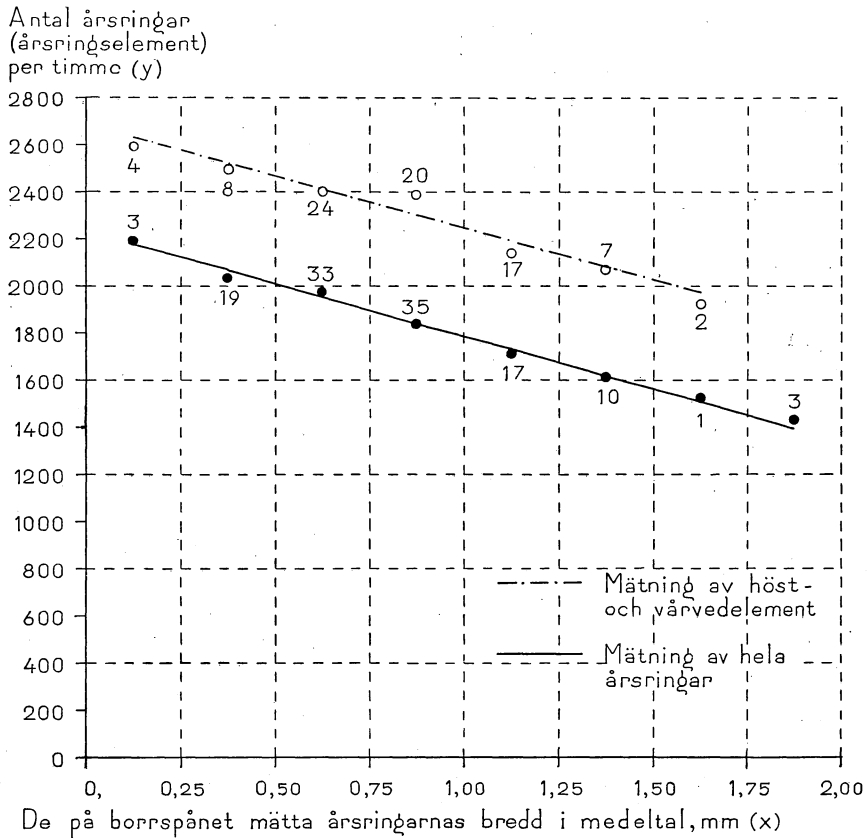


Fig. 19. Sambandet mellan antalet per timme mätta årsringar eller årsringselement och årsringens medelbredd vid enbart mätning av dels hela årsringens dels höst- och vårvedens bredd. Siffrorna invid rundlarna angiva antalet borrhål, som ingår i gruppmedeltalen.

The relation between the number of annual rings or annual ring elements (y-axis) measured per hour and the average width of the annual rings in millimetres (x-axis) when measuring the width of the whole annual ring or that of the summer- and spring wood (dotted line). The figures in circles indicate the number of increment cores which constitute an average group.

uppgift mätas utan större svårighet omkring 50 borrhål per årsringmätningssmaskin och 7 timmars arbetsdag. Dagsprestationen sammanhänger i viss utsträckning med, i vilken omfattning borrhål från lövträd ingår i mätningssmaterialet, och om ombyte av mätningssblankett ofta måste företagas.

## Kap. VII. Sammanfattning

För att tillfredsställa det vid skogsforskningsinstitutet på senare åren i samband med olika undersökningar allt mer ökade kravet i fråga om årsringmätning har särskilda maskiner konstruerats. I princip utgöres dessa s. k.

årsringmätningsmaskiner av ett specialkonstruerat mätningsmikroskop sammankopplat med en elektrisk additionsmaskin av märket ADDO-X (fig. 7, s. 15). Mätningmikroskopet kan karakteriseras som impulsgivare, additionsmaskinen som impulsmottagare och impulsåtergivare. Impulserna överförs från mätningmikroskopet till additionsmaskinen genom en särskild mekanism (fig. 10, s. 35) med analogt resultat, som om den årsringsbredd, vilken matats fram under mätningmikroskopets hårkors, inställts medelst additionsmaskinens siffertangenter.

Additionsmaskinens överföringsmekanism konstruerades ursprungligen för mätning av årsringsbredder i hundradels mm. Av vissa tekniska orsaker (jfr s. 38) kan man med denna noggrannhetsgrad ej mäta årsringar med en bredd överstigande 9,99 mm. Vid mätning av grupper av årsringar överskrides ofta detta värde. För att årsringmätningsmaskinerna skola kunna användas även i sådana fall, har mätningmikroskopet försetts med en särskild växellåda (fig. 8, s. 24). I princip åstadkommer denna en ändring av impulsgivningen till additionsmaskinen med det resultatet, att mätningkapaciteten tiodubblas d. v. s. maximalt uppgår till 99,9 mm. Noggrannheten blir i detta fall 0,1 i stället för 0,01 mm, vilken noggrannhet dock som regel är fullt tillfredsställande vid mätning av grupper av årsringar. I ett tredje växelläge åstadkommer växellådan automatiskt en fördubbling av den mätta årsringsbredden. Under förutsättning att t. ex. ett trädets brösthöjdsdiameter och barktjocklek uppmätts och att ett borrarspån uttagits vid mätningstillfället, kan genom mätning av årsringarna i riktning in mot mörgen medelst årsringmätningsmaskinerna trädets brösthöjdsdiametrar under bark direkt bestämmas bakåt i tiden (jfr fig. 16, s. 56). De tre årsringmätningsmaskiner, som institutets statistiska avdelning förfogar över, användas i första hand för sådana direkta diameterbestämningar som underlag för tillväxtberäkningar. För olika undersökningar vid skogsavdelningen, som disponerar över fyra årsringmätningsmaskiner, mätas däremot till övervägande del årsringarna individuellt.

Enligt gjorda tidsstudier uppgår arbetsprestationen vid individuell mätning av 46 à 47 årsringar per borrarspån till omkring 600 årsringar per timme, då samtliga för mätningen erforderliga arbetsmoment inräknas i arbetstiden (jfr s. 64) och borrarspånen härröra från tall eller gran. Under samma förutsättningar mäter man vid uppdelning på höst- och vårved omkring 500 årsringar (1 000 årsringselement) per timme. Räknas endast det egentliga mätningmomentet, uppgår arbetsprestationen vid helårsmätning till omkring 1 800 årsringar per timme och vid höst- och vårvedmätning till omkring 1 100 årsringar (2 200 årsringselement) per timme.

Arbetsprestationerna vid maskinell årsringmätning äro följaktligen betydande, vilket möjliggjort en rationalisering av mätningarbetet liksom även

i viss utsträckning av bearbetningen av mätningresultaten. Härigenom ha kostnaderna för årsringsmätning avsevärt förbilligats, varjämte tidsåtgången kunnat nedbringas för undersökningar, som i en eller annan form basera sig på mätningar av skogsträdens årsringar.

### *Anförd litteratur*

- EKLUND, Bo, 1942. Studier över årsringsvariationerna å Malingsbo fasta provyta nr: 1. — Svenska Skogsvårdsför. tidskr., H. 3, Stockholm.
- ILVESSALO, YRJÖ, 1942. Suomen mätsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. — Communicationes Instituti Forestalis. Fenniae 30. Helsinki.
- NÄSLUND, MÅNFRED, 1942. Den gamla norrländska granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning. — Medd. från Statens skogsförsöksanstalt, H. 33. Stockholm.
- ORDING, ASBJØRN, 1941. Årringanalyser på gran og furu. — Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen, Nr. 25. Oslo.
- 1937 ÅRS RIKSSKOGSTAXERINGSNÄMND. Vid andra riksskogstaxeringen av Norrland åren 1938—42 använd metodik och härom vunna erfarenheter. — Statens offentliga utredningar 1947: 36. Stockholm.

## Summary

### *The Swedish Forest Research Institute's machines for measuring annual rings*

#### **Their origin, construction and application**

When seeking knowledge concerning the age, growth, and to some extent the quality of forest trees a direct source of information is provided by the annual rings. The measurement of the annual rings of the trees has therefore assumed a position of constantly growing importance in the work of the Forest Research Institute of Sweden. Side by side with the additional work of measurement thus entailed, the need for improved technical apparatus for carrying out such work, and the necessity for arranging it on rational lines and incorporating it in a suitably organized system have become increasingly apparent. The Forest Research Institute has undertaken an appreciable amount of work in this connection during recent years. A part of this work has consisted in the construction in collaboration with the firms Aktiebolaget ADDO and Aktiebolaget STÅLEX of special machines for measuring the annual rings of forest trees. These machines consist in principle of a specially designed measuring microscope combined with an electric adding machine known as the ADDO-X.

Chapter I contains a description of some of the instruments for measuring the annual rings of trees which were formerly employed in Sweden and Fin-

land. Fig. 1, page 3, is a reproduction of the first machine designed for this purpose. The constructional principle adopted both for this instrument and the instrument illustrated in Fig. 4, page 8, consists of a holder on which the increment core is placed, this holder being moved forward progressively under the cross lines of a low power microscope by the rotation of a feeding handwheel located at the end of a horizontally journalled screw spindle. The feeding movement is interrupted when the boundary between two annual rings comes under the cross lines. With the first-mentioned instrument the reading of the measured length, that is to say, the width of the annual ring, is taken manually both by means of a horizontal scale mounted on the instrument stand and graduated in millimetres, and by a micrometer scale connected to the feeding handwheel, whereby a sharp reading up to 0.02 mm is obtained.

The annual ring measuring instrument shown in Fig. 4 is equipped with a recording mechanism by means of which, on depressing a lever, the width of the annual ring fed forward is recorded on a paper strip with an accuracy of 0.02 mm. The measuring instruments illustrated in Figs 2, page 5, and 3, page 7, both of which are designed for manual recording of the measured annual ring widths, are built on the same constructional principle as the two preceding instruments, but here it is the optical system which is moved along the rigidly fixed increment core by the rotation of the feeding handwheel.

In Chapter II attention is drawn to the fact that changes in the methods adopted for carrying out certain investigations in conjunction with the increased burden of work placed on the Forest Research Institute have resulted in a strongly intensified need for the measurement of the annual rings. In this respect it was found that the three measuring instruments of the type reproduced in Fig. 4 which the Institute previously had at its disposal would in the long run prove quite inadequate to deal with the rapidly multiplying tasks of measurement. The recognition of this fact gave rise to the production of the new and more efficient mechanical measuring apparatus which goes by the name of the annual ring measuring machine (Fig. 7, page 15).

The annual ring measuring machine consists of *the measuring microscope* which may be characterised as an impulse transmitter and *the adding machine* which functions as an impulse receiver and re-transmitter. Chapter III describes the construction of both the measuring microscope and adding machine as well as their method of operation.

The measuring microscope is based on the same general constructional principle as the annual ring instruments shown in Figs 1, page 3, and 4, page 8, inasmuch as the microscope is rigidly fixed to the stand, whilst the object table which is supported by four rollers can move along two horizontal



slide rails (see Fig. 8, page 24). The object table is connected to the main spindle by means of a driver, the grooved, screw-threaded portion of which engages the screw-threads on the main spindle. On pressing the driver upwards, it can be readily released from the spindle, whereupon the object table can be moved along the slide-rails. After completing the measurement of an increment core the object table may be conveniently returned to its initial position for the following measurement.

The main spindle is screw-threaded over a length of 278 mm. The pitch is 1 mm and the threads are cut with great precision. One end of the spindle terminates in a feeding handwheel whilst the other end which enters the gearbox takes the form of a gearwheel (see Fig. 8 page 24).

The microscope is assembled from parts of a COOKE TROUGHTON & SIMMS general purpose microscope with an inclined monocular eyepiece and triple revolving changer. When carrying out measurements a magnification of either 18 or 60 is adopted for the microscope. The first-mentioned degree of magnification is normally employed for measurement; the higher powered magnification is as a rule only used for measuring the increment core of conifers in which the annual rings lie very close to one another, or from certain deciduous trees in which the boundaries between the annual rings are weakly marked.

To enable corrections to be made quickly and effectively when measuring annual rings which lie more or less obliquely in relation to the longitudinal direction of the increment core so that the distance along the tangent from one annual ring boundary to the next is measured, and to permit convenient changing of the object measured it has been necessary to design the object table in a relatively complicated form. Thus, that part of the table on which the interchangeable holder for the increment core is placed (see Fig. 13, page 45) can rotate around the centre of the stage and at the same time it can be moved in two directions at right-angles to one another by means of two adjusting knobs. By this means the position of the increment core can be conveniently fixed in a plane and in relation to the cross lines of the microscope.

On turning the feeding handwheel on the main spindle the object stage is fed forward progressively under the cross lines of the microscope, the movement of the spindle being transmitted to the gearbox of the measuring microscope, and from thence through a coupling shaft to the transmission mechanism of the adding machine (see fig. 8 page 24). The latter consists in principle of a gear with 100 teeth mounted on the extension of the coupling shaft. Since the main spindle has a pitch of 1 mm, the object table will be moved forward 1 mm with each revolution of the feeding wheel, so that when the gearbox is set in position 1 (see Fig. 8, page 24, view on the left) the 100-toothed gear will describe one revolution. Consequently, when the object

table is fed forward 0.01 mm under the cross lines of the microscope, this will correspond to a rotation of 1 tooth for the 100-toothed gear. The movement of the latter is transmitted through a gearwheel with 10 teeth fitted at one end of a shaft, to three adjustable gears mounted on the opposite portion of the shaft. Members are located between these gears which transmit the tens. The amount by which the object table is fed forward is thus transmitted in the form of adjustments of the three gears in question which — viewed from right to left — correspond to the units-, tens- and hundreds figures (expressed in hundredths of a mm) for the distance over which movement has taken place.

When the add bar or subtract key of the adding machine is depressed, the three adjusting gears while executing an oscillating movement, are swung in towards the central member of the adding machine, the gear racks (Fig. 9 »Kuggsegment»). These in turn actuate the type bars (Fig. 9 »Typstång») whereupon the measured distance is both recorded by the paper strip on the type roller and is registered by the counting mechanism of the adding machine (Fig. 9, page 31, »Additionsverk» and »Subtraktionsverk»). *In this case the effect will be the same as though the distance measured had been struck on the ten keyboard of the adding machine.* (Fig. 14, page 50.)

Since for certain technical reasons only three-figure numbers can be recorded on the adding machine by means of impulses from the measuring microscope, it is not possible in normal cases to measure separate annual rings of greater width than 9.99 mm with an accuracy of 0.01 mm per annual ring. To permit the measurement of separate annual rings and particularly groups of annual rings, the gearbox can be set in another position, gear position 2 (see Fig. 8, page 24, centre illustration). In this way a change in the impulse transmission mechanism of the adding machine is obtained with the result that the measured distance is recorded on the adding machine in 0.1 mm instead of 0.01 mm. The measuring capacity is hereby increased from 9.99 to 99.9 mm. The width of the annual ring measured is then either raised or rounded off downwards to the nearest 0.1 mm automatically.

In gear position 3 (see Fig. 8, page 24, illustration on the right) measurement takes place with the same degree of accuracy and the same capacity as in position 2, but the gear automatically doubles the measured distance. This corresponds approximately to the conversion of the core increment's radial growth to its diametrical growth. Thus, when the gear is set in position 3 it is possibly by measuring the annual rings to determine the diameter of a tree in past years provided that the tree's diameter at the bark and the thickness of the bark are known at the time boring is carried out. The method of procedure followed in the retroactive determination of the diameter in this manner, which is also adopted by The National Forest Survey for esta-

mating growth, may be seen from Fig. 16, page 56, which is a reproduction of a form employed both for field work (lefthand portion) and for the measurement of annual rings (righthand portion).

In order to facilitate the further calculation of the measurements, for the annual rings, groups or diameter figures, the adding machine has been equipped with a carriage which is 326 mm in width (Fig. 7, page 15) so that the results of the measurements are recorded directly on forms suitable for further calculations (see Figs 14, page 50, and 16, page 56. ).

The adding machine is adapted for the measurement of annual rings by depressing the numeral key marked 9 three times in succession, the repeat-key being depressed and fixed in the bottom position, whereupon the ten keyboard is temporarily placed out of action with the result that the adding machine is only actuated by the transmitting mechanism, whilst at the same time the change-over lever must be set in the feeding position. When the latter is set in the counting position the adding machine may be employed in a manner which is entirely similar to that for an adding machine of standard construction. Consequently, a calculation can be first carried out partially on the adding machine, the measuring microscope then being connected up at a certain stage in the calculation for the purpose of passing on a series of annual ring measurements to the recording devices and counting mechanism of the adding machine. The measuring microscope can then be disconnected and the adding machine employed in the usual manner for obtaining results at a given stage or for completing a calculation (see Fig. 18, page 63).

For the purpose of recording data only, such as the number of a sample plot, a sample tree, the class of tree (in code), the boring height, direction of bore (in code) etc, the numeral keys of the adding machine may be advantageously employed in combination with the non-add key. In this way the particulars in question can be recorded without being registered simultaneously by the adding machine's counting mechanism.

During the work of measurement that part of the increment core located under the microscope is illuminated by a green light provided by a specially designed microscope lamp (see Fig. 7, page 15). The green colour of the light beam was selected partly for the purpose of protecting the operators against unnecessary eye strain and partly to facilitate distinction of the boundaries between summer wood and spring wood in one and the same annual ring when the width of these two elements is measured on increment cores of pine (*Pinus silvestris*) or spruce (*Picea Abies*). The green light cone also serves as a directive light for the coarse adjustment of the object table with the increment core holder in relation to the microscope.

Before carrying out measurements, that part of the increment core which is moved along under the objective of the microscope while working, is cut

with a flat section. For this purpose a sharp, thin-bladed knife may be used. Far better results are obtained, however, if the increment core is cut in a microtome. By this means an extremely even section can be produced on which the annual ring boundaries stand out clearly. With an even section of this kind it is not as a rule necessary to adjust the microscope while measurement is taking place, which is usually the case when the section is prepared with a knife.

For preparing the section the use of the MSE Precision Plano Microtome described in Chapter IV, »base sledge» type (Fig. 12, page 43) is found of great assistance. To enable the latter to be employed effectively for cutting increment cores it was necessary to make a number of constructional changes in the standard design. Thus, the feeding speed for the object slide has been increased to double the maximum for the standard microtome whilst the slide has been provided with a specially designed object table for clamping the interchangeable increment core holder (Fig. 13, page 45).

Chapter V contains an exhaustive description of the application of annual ring measuring machines to different forms of measurement (Figs 16—18). Judging from the comprehensive nature of this chapter the impression will probably be conveyed that mechanical annual ring measurements are both complicated and time-consuming. Actually, the manipulation of these measuring instruments and the execution of the various measuring operations are so simple that a satisfactory working routine can be acquired in a relatively short time. This may also be observed from the time studies the results of which are set out in Chapter VI.

The time studies have demonstrated primarily that there are no real differences in the work performed during the measurement of increment cores from Swedish pine and spruce. On calculating the time consumed by the actual measurement alone, it was found when measuring more than 200 increment cores of pine and spruce each having either 46.7 annual rings or 92.8 annual ring elements on the average, that a working output of 1 819 annual rings per hour resulted when the whole width of the annual ring was measured and 1 121 annual rings or 2 242 annual ring elements per hour when the measurements included the width of both the summer wood and spring wood. If all the other operations forming part of the work of measurement are included, such as the feeding forward of the material, the exposure of the increment core, the removal of the latter from the water bath and fixing it in the increment core holder, cutting in the microtome, adjustments and recordings, etc, the amount of work performed in measuring the whole rings is found to be about 600 rings, or with the separate measurement of the summer- and spring wood elements 500 rings (1 000 annual ring elements) per hour. The amount of work performed naturally increases to the same extent as the number of

annual rings to be measured exceed the average figure of the time study material — 46.7 annual rings or 92.8 annual ring elements per increment core — and decreases when fewer annual rings are measured. The number of annual rings measured per hour depends to a certain extent upon the average width of the annual rings measured, which is illustrated in Fig. 19, page 68.

The production of annual ring measuring machines has enabled the Forest Research Institute to rationalize the work of measuring annual rings in a high degree, which has resulted, amongst other things, in lower measuring costs and the release of a part of the staff for carrying out other tasks.

## INNEHÅLL

	Sid.
Inledning.....	I
Kap. I. Vid årsringsmätning tidigare använda mekaniska hjälpmedel och instrument.....	2
GRÖNBERGS årsringsmätningssinstrument.....	2
FORSTLIGA FORSKNINGSANSTALTENS årsringsmätningssinstrument.....	4
SVENSONS årsringsmätningssinstrument .....	6
LANGLET-LINDBLADS registrerande årsringsmätningssinstrument..	8
Kap. II. Behovet av ytterligare förbättrade hjälpmedel vid årsringsmätning.....	9
Tillkomsten av skogsforskningsinstitutets årsringsmätningssmaskiner.....	10
Kap. III. Beskrivning av årsringsmätningssmaskinen.....	14
Stativet.....	14
Den optiska utrustningen.....	16
Mataranordningen.....	17
Objektvagnen med korsbordet och borrhållaren.....	18
Växellådan jämte kopplingsaxeln.....	22
Kontrollorganet.....	26
Mikroskopbelysningen.....	28
Additionssmaskinen.....	30
Huvuddragen av additionssmaskinens konstruktion och verkningssätt.....	30
Överföringsmekanismens konstruktion.....	34
Additionssmaskinens verkningssätt vid årsringsmätning.....	38
Kap. IV. Mikrotomen för snittning av borrhållaren.....	42
Kap. V. Årsringsmätningssmaskinernas användning för olika mätningssuppgifter.....	46
Årsringsräknaren.....	47
Tillvägagångssättet vid individuell mätning av årsringar för klimatundersökningen.....	48
Tillvägagångssättet vid årsringsmätning för direkt diameterbestämning.....	55
Årsringsmätningssmaskinernas användning vid specialmätningar	60
Kap. VI. Arbetsprestationer vid maskinell årsringsmätning.....	62
Kap. VII. Sammanfattning.....	68
Anförd litteratur.....	70
Summary.....	70