



Tommy Helgesson, Trätek
Dag Myhrman, SkogForsk
Mats Landström, SkogForsk
Paul Granlund, SkogForsk
1996-08-12

LogMax GM 650 - tekniska prestanda

Innehåll

Sammanfattning	1
Bakgrund	1
Syfte	2
Studieuppläggning.....	2
Resultat och kommentarer.....	4
Allmänna mått	4
Kvistverktyg	6
Matningsanordning.....	7
Uppmätt matningskraft.....	9
Verkningsgrad, friktion och rullmotstånd	9
Fäll- och kapsåg.....	10
Diskussion	10
Referenser	11

Sammanfattning

LogMax GM 650 är ett engreppsaggregat avsett för slutavverkning av träd med dbh upp till drygt 50 cm motsvarande 66 cm maximal kapdiameter. Aggregatet är konventionellt uppbyggt med matarvalsar av massivgummi och fyra rörliga kvistknivar. Aggregatet har dock några tekniska lösningar som gör att dess prestanda är bättre än tidigare studerade aggregat. En sådan teknisk lösning är matarvalsmotorer med variabelt displacement. En annan är lägesstyrning av primärkvistknivarna.

Vid vår studie har följande för- och nackdelar framkommit:

Fördelar:

- Hög matningskraft, 24 kN.
- Hög verkningsgrad, 72 %, mellan tillgänglig och till stammen överförd matningskraft.
- Bra tvärsnittsprofil på kvistknivarna.
- Låga tryckförluster i hydraulsystemet.
- Stort fäll- och kapsnitt.

Nackdelar:

- Aggregatet är tungt.
- Placeringen av fäll- och kapsågen gör att grova träd fälls över svärdspetsen med svärdskador som följd. Sågens placering har ändrats till ett gynnsammare läge efter studien.
- Trots hög tillförd effekt till kapsågen klaras inte sprickfri kapning över 27–28 cm snittdiameter.

Bakgrund

Under de senaste åren har en ökande andel av slutavverkningen utförts med engreppsskördare. Flera aggregat anpassade för slutavverkning har också introducerats på marknaden. Fortfarande används dock tvågreppsskördarna oftast i de grövsta bestånden.

Då utvecklingen av slutavverkningsaggregaten i huvudsak skett genom uppdimensionering av gallringsaggregaten föreligger det ett intresse att studera aggregatens tekniska prestanda för att se hur de uppfyller kraven vid slutavverkning. I samband med studier av aggregatens prestation och virkesbehandling har därför även aggregatens tekniska prestanda utvärderats. Arbetet sker i samarbete mellan projekt Drivningssystem och Miljövänlig skogsteknik vid SkogForsk. På uppdrag medverkar även Träteknik.

Syfte

Syftet med försöken är att mäta upp aggregatens tekniska prestanda och parametrar för att kunna

- jämföra olika aggregat, klarlägga för- och nackdelar
- hitta samband mellan teknisk utformning, prestation och virkesbehandling
- klarlägga behov av och initiera teknikutveckling.

Studieuppläggning

Mätningarna har genomförts i samarbete med maskintillverkaren och på aggregat som tillhandahållits av tillverkaren. Mätningarna består av fyra delar:

1. En geometrisk uppmätning av för aggregatets funktion kritiska mått som vikt, yttermått, maximal tr addediameter som kan kapas, kvistknivarnas omslutning vid olika tr addediametrar, stödyta mot marken etc.

För mätning av kvistknivarnas stamomslutning använder vi oss av rör med ytterdiameter från 110 till 315 mm. Rören placeras i aggregatet och kvistknivarna ansätts. Den del av omkrets på röret, där avståndet mellan kniveggen och plaströrets ytterdiameter är mindre än 10 mm, mäts. Mätningen görs på primärknivarna (de övre knivarna) då det är dessa knivar som utför det huvudsakliga kvistningsarbetet. Genom att ange detta mått i procent av totala omkretsen erhålles ett teoretiskt mått på hur väl kvistknivarna omsluter stammen.

2. En uppmätning av aggregatets hydraulfunktioner under upparbetning.

Följande funktioner mäts

- tryckfall över matarrullarnas hydraulmotorer
- tryckfall över sågmotor
- kvistknivarnas ansättningsstryck under matning
- matarrullarnas ansättningsstryck under matning
- tryckfall över aggregatets huvudventil
- flöde till aggregatet vid kapning och matning.

3. En uppmätning av aggregatets praktiska matningskraft.

Mätningen går till på följande sätt:

En stam fälls och kvistas motormanuellt. I toppen fästes, via en kraftgivare, linan till en speciellt utvecklad bromswinsch. Maskinen griper trädet med matarrullar och kvistknivar som vid vanlig upparbetning. För att förhindra

att reaktionskraften från matningen överförs till kranen förankras aggregatet med kättingar i lämpliga träd. Figur 1 visar försöksuppställningen. Matningen startas. Med hjälp av bromswinschen varieras bromskraften och därmed matningshastigheten under mätförloppet. Maskinen körs på normalt arbetsvarvtal under uppmätningen.

Figur 1.
Försöksuppställning vid
mätning av praktisk dragkraft

Följande registreras

- dragkraften i givaren
- utmatningshastigheten på bromswiren = matningshastigheten
- tryckfallet över matarrullarnas hydraulmotorer
- kvistknivarnas ansättningstryck
- matarrullarnas ansättningstryck
- flödet till matarmotorerna
- trycket till huvudventilen på aggregatet
- dieselmotorns varvtal.

4. En uppmätning av kapsågens avverkningskapacitet.

Följande funktioner mäts

- tryckfall över sågmotor
- flöde till sågmotor
- diameter på stammen vid kapstället
- kaptiden
- tryck i matningscylindern under sågning
- aggregatets acceleration i vertikalled under kapförloppet.

Mätningarna utvärderas med avseende på samband mellan avverkningskapacitet och kapsprickor.

Resultat och kommentarer

Allmänna mått

Ytermåttena på aggregatet framgår av figur 2 och 3.

Figur 2.
Höjd från kranspets till bottenplatta, inklusive rotator och länk. Fritt hängande aggregat. H = 2170 mm

Figur 3.
Max bredd med slirskydd monterade.
Matarvalsar helt öppna. B = 1925 mm
Matarvalsar helt stängda. B = 1215 mm

Maximal kapdiameter är ca 660 mm under förutsättning att trädet är väl centrerat i aggregatet, se figur 6. Maximal öppning mellan matarvalsarna med monterade slirskydd är ca 685 mm, se figur 5. Aggregatets utrymmesbehov mot markplanet är relativt begränsat och möjliggör låga stubbar även med hinder nära trädet om aggregatet positioneras rätt, se figur 6.

Vikten för körklart aggregat med rotator och slirskydd är 1 400 kg.

Figur 4.
Sågsvärdets vinkelläge vid genomgång av stam.
Svärdläge α
40 cm fällsnitt $\alpha = 21^\circ$
66 cm max fällsnitt $\alpha = 51^\circ$
Figuren spegelvänd i förhållande till verkligt utförande, se figur 6 nedan.

Figur 5.
Maximal öppning mellan matarvalsar med slirskydd monterade.
A = 685 mm (700)*

Figur 6.
Agregatets utrymmesbehov mot markplanet.
Gäller vid måttillfället.

* Siffrorna inom parentes anges i tillverkarens broschyrer.

Kvistverktyg

Aggregatet har fyra kvistknivar. Tre rörliga knivar överst (primärknivar) och en nedre (sekundär) kniv. Primärknivarna har en patenterad lägesstyrning som innebär att när stammen grips och lyfts upp i matningsbanan pressas den fjäderansatta centrumkniven uppåt/inåt. I ett visst läge aktiveras en lägesbrytare som påverkar hydraulventilen så att ansättningen av kvistknivarna avbryts. Då stammen smalnar av vid matningen framåt, pressar fjädern centrumkniven nedåt/utåt så att lägesbrytaren sluts och kvistknivarna ansätts och lyfter upp stammen igen. Primärknivarnas ansättningskraft mot stammen bestäms alltså av stammens vikt. Lägesstyrningen ger en låg friktionsförlust mellan stam och aggregat. Den sekundära nedre kvistkniven ansätts med ett fast inställt tryck. De tre hydraulansatta knivarna påverkas av separata hydraulcylindrar. Knivarna är ej parallellstyrda till aggregatets centrum. Största tr addediametern som kan kvistas är 500 mm och minsta 60 mm.(30)* Kvistknivarnas tvärsnitt framgår av figur 7. Utformningen är bra med gott om utrymme för kvistar och bra utformad släppning mot stammen.

Figur 8 visar kvistknivarnas omslutning av stammen. Genom att sekundärkniven överlappar primärknivarna erhålles en godtagbar omslutning upp till ca 250 mm stamdiameter. Däröver kan omslutningen förbättras. Centreringen och krökningen av den fjäderansatta centrumkniven var felaktig på provaggregatet enligt tillverkaren, vilket försämrat värdena över 200 mm, vid denna mätning.

Figur 7.
De två rörliga primärkvistknivarnas tvärsnittsprofil
längst in på kniven.

* siffrorna inom parentes anges i tillverkarens broschyrer.

Figur 8.
Primär- och sekundärkvistknivarnas stamomslutning uttryckt som procent av stamomkretsen vid olika diametrar. Gäller vid mättillfället.

Matningsanordning

Matningsanordningen på LogMax GM 650 består av två matarvalsar med massivgummi. Ytterdiametern 580 mm och bredden 340 mm, gummitjockleken 85 mm. Gummit har en hårdhet av 55–64 shore. Normalt är slirskydd monterade och ytterdiametern är då ca 620 mm. Valsarna ansätts mot stammen med två hydraulcylindrar. Matarvalsarnas ansättningsvinkel mot stammen är neutral, vilket innebär att stammen ej lyfts upp av matarvalsarna utan endast av kvistverktygen. Geometrin för matningsanordningen, figur 9, är så anpassad att en viss självslåsningseffekt erhålles särskilt vid klena stammar med diametrar mindre än 200 mm. Denna effekt motverkas dock av hävarmsförhållandet mellan hydraulcylinder och matarvals så att matarvalsarnas anliggningskraften mot stammen ökar något med ökande stamdiameter.

Figur 9.
Kraftspel och geometri för matningsanordningen på
LogMax GM 650-aggregatmatning vid matning av stam.
Matningsriktning framgår av rotationspilen.

Figur 10 visar matarvalsarnas anliggningskraft mot stammen som funktion av stamdiametern. I diagrammet har också hänsyn tagits till den självåsningsseffekt som erhålles vid en matningskraft på ca 24 kN och inställt hydraultryck. Vid utvärderingen av mätresultaten visade det sig att hydraultrycket för ansättning av matarvalsarna vid provet varit ca 25 % lägre än det rekommenderade, vilket givetvis påverkar klämkraften men också dragkraften.

Figur 10.
Matarrullarnas anliggningskraft mot stammen vid olika stamdiametrar och

uppmätt ansättningsstryck och medeldragkraft vid försöken.

Uppmätt matningskraft

Med hjälp av den beskrivna mätanordningen gjordes uppmätning av aggregatets maximala matningskraft. Mätningarna genomfördes med åtta grannstammar. Stamdiametern varierade från 39 till 22 cm. Genom att variera bromskraften varierades matningshastigheten vid mätningarna mellan 0,3 och 1,9 m/s.

Från mätningarna har tretton mätpunkter utvärderats. Kriteriet för utvärdering har varit att värdena för dragkraft, flöde och tryckfall skall ligga stabilt. Då matarvalsarnas hydraulmotorer har variabelt displacement har vi vid utvärdering av matningskraften valt ut de mätningar där trycket är så högt att max displacement uppnås. Medelvärde för dragkraften i dessa mätpunkter är 23,7 kN ($s = 2,2$ kN). I maskinens tekniska specifikation anges startmatningskraften till 33,6 kN vid 28 Mpa hydraultryck. Vid våra dragförsök uppmättes 24,7 Mpa tillgängligt hydraultryck över matarmotorerna.

Verkningsgrad, friktion och rullmotstånd

Utifrån det uppmätta tryckfallet över matarrullarnas hydraulmotorer och med kännedom om motorernas maximala displacement och matarvalsarnas rullningsradie mot stammen har vi räknat ut den teoretiska matningskraften vid mätpunkterna. Den blir 32,8 kN.

Verkningsgraden för matningsanordningen på LogMax GM 650 blir alltså $23,7/32,8 \times 100 = 72 \%$.

Skillnaden mellan den teoretiska och verkliga matningskraften utgörs av förluster i matningsanordningen. Det är friktion mellan stammar och kvistknivar/aggregat samt rullmotstånd mellan stam och matarrullar. Detta kan skrivas som:

$$F_{\text{teoretisk}} = F_{\text{mätt}} + F_{\text{frikt}} + F_{\text{rullmotst.}}$$

Hur förlusterna fördelar sig mellan friktion och rullmotstånd har inte mätts upp men kan uppskattas utifrån följande antaganden: Vid mätningar på övriga aggregat med matarvalsar med massivgummi har rullmotståndet per rulle visat sig vara ca 10 % av klämkraften mot stammen. Det ger i detta fall:

$$F_{\text{rullmotst}} = 0,1 \times 2 \times 30 = 6 \text{ kN}$$

och $F_{\text{frikt}} = 32,8 - 23,7 - 6 = 3,1$ kN, ett värde som stämmer bra med övriga mätta maskiner.

Ett värde som visar matningsanordningens effektivitet är förhållandet mellan klämkraft och uppmätt matningskraft. I detta fall blir det värdet 0,88 vid 20 cm stamdiameter, vilket är bra.

Fäll- och kapsåg

Fäll- och kapsågen på LogMax GM 650 drivs med en hydraulmotor, fabrikat VOAC Hydraulics, F11-19. Tryck och flöde till svärdmatningen erhålles från en separat hydraulkrets.

Mätningar av tryck och flöde på LogMax GM 650 visar en totalt tillgängligt effekt på ca 50 kW till sågmotorn. P.g.a. det stora tryckfallet i sågmotorn vid det höga flödet (ca 180 l/m) som sågmotorn drivs med, reduceras den för sågning tillgängliga effekten till ca 30 kW. Kedjehastigheten vid sågning är ca 40 m/s.

Detta borde enligt våra laboratorieförsök räcka till att kapa en 30 cm stam på en sekund när kedjan är vass. Tyvärr visade det sig vid kontrollkapning av tre stockar av normallängd och med snittdiameter 37, 32 och 27 cm att vi fick kapsprickor i samtliga.

Diskussion

LogMax GM 650 är ett robust, tungt och till det yttre konventionellt aggregat. Det har dock ett antal tekniska lösningar som gör att det har bättre prestanda än tidigare studerade aggregat. En sådan teknisk lösning är hydraulmotorer med variabelt displacement, något som i kombination med de väldimensionerade matarvalsarna ger en hög matningskraft. En annan teknisk lösning är den patenterade lägesstyrningen av kvistknivarna som ger låga friktionsförluster.

Fördelarna är främst:

- Hög matningskraft, ca 24 kN.
- Hög verkningsgrad 72 % mellan till stammen överförd och totalt tillförd matningskraft.
- Låg ansättningskraft av kvistknivarna mot stammen i kombination med lägesstyrningen ger låga friktionsförluster vid genommatning av stammen.
- Kvistknivarnas tvärsnittsprofil är bra med stort utrymme för kvistarna och bra släppning mot stammen.
- Tryckförlusterna i aggregatets hydraulsystem är låga.
- Aggregatet levereras med kapkontroll och kan levereras med automatisk sågkedjesträckare, färgmärkningsutrustning och utrustning för stubbehandling.

Det som kan förbättras på aggregatet är främst:

- Trots hög tillförd effekt till kapsågen klaras inte sprickfri kapning p.g.a. stora tryckfall i sågmotorn.
- Placeringen av fäll- och kapsågen gör att grova träd fälls över svärdspet-sen med svärdsador som följd, se figur 4.
- Aggregatet levereras inte med fabriksmonterad kedjesträckare som standard.
- Vikten är hög, 1 400 kg.

Sammanfattningsvis kan konstateras att LogMax GM 650 är ett aggregat med hög matningskraft och bra verkningsgrad. Det är väl dimensionerat för arbete i grov slutavverkning. Med en förbättrad kapacitet på kapsågen torde det väl uppfylla de tekniska prestanda som ställs på aggregat för grov slutavverkning.

Trots att tillverkaren var väl informerad om uppläggningsen av provet och uppmanats att tillhandahålla en rätt inställd maskin, var så inte fallet. Vid utvärderingen konstaterades att hydraultrycket för ansättningen av matarval-sarna var ca 25 % för lågt, vilket förmodligen påverkat dragkraften negativt.

Inte heller knivomslutningen är rättvisande då den fjäderansatta centrum-kniven inte var centrerad i aggregatet.

Det är beklagligt att proven inte kunnat genomföras med rätt inställd maskin då detta förmodligen påverkat resultaten negativt.

Referenser

Helgesson, T. 1990. Matningsskador på sågtimmer. Trätek, Kontenta 9005021.





