

Studie av ombyggd balares terrängframkomlighet

Berndt Nordén



Omslag: Balaren i 26 % uppförslut **Foto:** Berndt Nordén

SkogForsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

SkogForsk arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom SkogForsk står skogsbolag, skogsägareföreningar, stift, gods, allmänningar, plantskolor, SkogsMaskinFöretagarna m.fl., som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

SkogForsk arbetar med forskning och utveckling med fokus på fyra centrala frågeställningar: Produktvärde och produktionseffektivitet, Miljöanpassat skogsbruk, Nya organisationsstrukturer samt Skogsodlingsmaterial. På de områden där SkogForsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Serien *Arbetsrapport* dokumenterar långliggande försök samt inventeringar, studier m.m. och distribueras enbart efter särskild beställning.

Forsknings- och försöksresultat från SkogForsk publiceras i följande serier:

SkogForsk-Nytt: Nyheter, sammanfattningar, översikter.

Resultat: Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

Redogörelse: Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

Report: Vetenskapligt inriktad serie (på engelska).

Handledningar: Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

Innehåll

Sammanfattning.....	3
Bakgrund	3
Syfte	4
Förutsättningar	4
Tid, plats, studievård.....	4
Hyggen.....	4
Maskinbeskrivning	4
Studieman, omfattning och väderlek.....	5
Studiens genomförande.....	5
Resultat.....	6
Kostnad	7
Diskussion.....	7
Bilaga 1 Momentbeskrivning	9
Bilaga 2 Sammandrag av balningsresultat	11
Bilaga 3 Exempel på kalkyl för balmaskinen	13

Sammanfattning

Terrängframkomligheten hos de två befintliga balningsmaskinerna har visat sig vara dålig, varför ägaren, Skaraborgs Bioenergi AB, låtit bygga om den ena maskinen.

Genom ombyggnaden sänktes vikten med ca 1 500 kg. Även höjden sänktes och därigenom också tyngdpunkten.

Genom lägre vikt, sänkt tyngdpunkt och dessutom bredare däck har maskinens stabilitet förbättrats.

Maskinens terrängframkomlighet har därigenom förbättrats och kan liknas med en lastad skotares i samma storleksklass. Den klarade motlut upp till 26 %, sedan räckte inte motorstyrkan längre.

Balarens prestation har minskat p.g.a. ombyggnaden genom att förflyttning mellan uppställningsplatser inte kan göras utan att vrida baltrumman till transportläge. Däremot har den ett betydligt större användningsområde.

På den studerade skotaren kunde inte förflyttning och balning utföras samtidigt p.g.a. att sänkningen av baltrumman medfört att fullt boggiutslag endast kunde nås när baltrumman var i transportläge. Prestationen i studien uppgick till 12–13 balar per G_{15} -timme. Vid en modifiering av maskinen där förflyttning och balning kan utföras samtidigt, bör prestationen uppgå till 14–16 bal per G_{15} -timme under likartade förutsättningar.

Vid en maskinkostnad på 660 kr per G_{15} -timme och en medelprestation på 15 balar per G_{15} -timme uppgår balkostnaden enligt denna studie till 44 kr per bal.

Balvikterna i studien var i genomsnitt ca 450 kg med en fördelning på ca 500 kg i normalt granbestånd, ca 440 kg i grovt granbestånd och ca 420 kg i grovt tallbestånd.

Bakgrund

Komprimering av trädrester ger möjligheter till en effektivare hantering i hela kedjan från avverkningen till bränsleförbrukaren främst genom

- ökade lastvikter på skotare, lastbil och tåg,
- lägre sönderdelningskostnad genom central upparbetning,
- att lagring kan göras på olika ställen i transportkedjan.

Genom att öka lastvikterna och därigenom sänka transport- och hanteringskostnaderna kan fångstområdet för trädrester utvidgas. Hitintills har två maskiner tillverkats som är anpassade för att komprimera och bala trädrester.

Eftersom terrängframkomligheten hos de två befintliga balningsmaskinerna visat sig vara dålig, framför allt på grund av hög vikt och tyngdpunkt, har den först byggda maskinen byggts om av ägaren, Skaraborgs Bioenergi AB.

Syfte

Studiens syfte var att studera den modifierade balarens terrängframkomlighet och prestation. Dessutom skulle ett stort antal balar vägas för att belysa variationen i balvikter hos likartat material.

Förutsättningar

Tid, plats, studievärd

Studien genomfördes vecka 27, 1997 strax utanför Sandhem mellan Jönköping och Falköping.

Studievärd var Skaraborgs Skogsägare ek. för., som både planlagt studieplatserna och bistod med personal samt en skotare för vägning av balarna.

Förare av balmaskinen var Jan Karlsson (Bal-Jan). Han är den förare som varit med sedan den första maskinen togs i bruk i början av 1996. Dessförinnan körde han flismaskiner och han är alltså en rutinerad förare.

Hyggen

Sjöberg: Kuperad normal skogsterräng med övervägande granträdrester från ett normalt slutavverkningsbestånd. Bra bärighet på hygget, däremot var det ett stort antal höga stubbar som föraren måste ta hänsyn till vid körningen.

Grusgrup: Hygget ligger intill en mindre grusås. Där fanns trädrester efter slutavverkning av grov gran. Hygget innehöll kraftiga lutningar med mycket god bärighet.

Stockhult: Hygget är plant med mycket dålig bärighet varför studien fick avbrytas redan efter fyra balar på grund av risken för fastkörning i de djupa hjulspåren som blev resultatet av körningen. Trädresterna var övervägande från mycket grov tall.

Maskinbeskrivning

Balningsutrustningen består av en *trumma* med hydrauliskt drivna gavlar, *inmatningsbord* som består av slät plåt utan någon drivning, en hydrauliskt driven *inmatningsrulle* som är försedd med kraftiga piggar, och en *kran* som är utrustad med en s.k. risgrip för inlastning av trädrester. Utrustningen är monterad på en åttahjulig ÖSA-250-skotare. Två maskiner är hitintills

byggda för att bala trädrester. Balmaskinerna har inte uppfyllt de krav som måste ställas på terrängframkomlighet för att inte behöva skota fram trädresterna till väg.

Skaraborgs Bioenergi AB, som äger båda de befintliga balningsmaskinerna för trädrester, lät bygga om den äldre maskinen. Den separata motorn för drivning av balningstrumman togs bort, för att minska vikten och därmed sänka tyngdpunkten. Hydrauliken byggdes om så att basmaskinens ordinarie motor även driver trumman. Det hydrauliskt drivna kedjorna i inmatningsbordet ersattes med en enkel hasplåt. Svängkranen mellan skotarramen och baltrumman byggdes om för att minska höjden på maskinen och därmed sänka tyngdpunkten ytterligare. Dessutom försågs basmaskinen med bredare vätskefyllda däck (700 mm) för en förbättrad stabilitet. Ombyggnaden har gjort maskinen ca 1 500 kg lättare och den har samtidigt blivit mycket stabilare.

Samtidigt har dock ett par nya problem tillkommit. Motorstyrkan är i vissa lägen otillräcklig enligt föraren. Vissa funktioner som kräver en större mängd olja kan inte utföras samtidigt som t.ex. nätning, framflyttning och krankörning. Ett större problem är att genom den sänkta höjden kan inte maskinen förflyttas på hygget utan att vrida hela balningsutrustningen till ett transportläge, i annat fall kan inte boggins utslag utnyttjas. Detta gör att förflyttningen på hygget måste ske som en enskild operation och kan alltså inte utföras under balningsarbetet. Prestationen redovisas därför både inklusive och exklusive förflyttningstid. Det finns dessutom inte utrymme för att utrusta maskinen med band, vilket skulle kunna öka bärigheten och samtidigt minska markskadorna.

Studieman, omfattning och väderlek

Tidsstudierna gjordes av Berndt Nordén, SkogForsk, med hjälp av en Husky Hunter 2 minidator. Per Brisbo, tillfälligt anställd av Skaraborgs Skogsägare, stod för utsyning av lämpliga objekt samt för vägning och märkning av 50 balar på varje hygge. Studien pågick hela veckan till största delen i soligt väder med 18–20 plusgrader. I mitten av studien förekom det en enorm hagelskur, som dock inte påverkade studien. Totalt tidsstuderades 101 balar, dessutom vägdes och märktes 150 balar.

Studiens genomförande

För att få en jämförelse av hur terrängen påverkar prestationen mellan balar gjorda på plan mark och balar gjorda i lutningar särskildes dessa i tidsstudien. Maskinen körde uteslutande rakt upp och nedför sluttningarna, sidolut måste undvikas på grund av tippningsrisken.

Tidsstudien genomfördes som en cmin-studie enligt nollpunktsmetoden. Momentbeskrivning finns i bilaga 1. Efter balningen vägdes 50 balar på varje studieyta med hjälp av en skotare som försetts med en Piab-våg, fäst i gripfen.

Ett sling lades runt balen, varefter den lyftes med skotarkranen så att vägning kunde ske. I samband med vägningen märktes balarna med en nummerlapp innanför nätet.

Resultat

Prestationen uppgick i studien till 16 balar per G_0 -timme på mark med lutning mindre än 10 % och 17 balar per G_0 -timme i terrängpartier med lutning större än 10 %. Då maskinen inte kunde köras mellan uppställningsplatserna samtidigt som sista sekvensen i balningscykeln genomfördes p.g.a. för låg motorstyrka och inskränkning i boggiutslaget redovisas prestationen även exklusive tiden för förflyttning mellan uppställningsplatserna. Balningsprestationen exklusive förflyttningstid uppgår till 19 balar per G_0 -timme på mark med lutning mindre än 10 % och 21 balar per G_0 -timme på mark med lutning mer än 10 %.

Balvikterna i studien uppgick till i genomsnitt 451 kg per bal. De tyngsta balarna noterades på det grandominerade hygget Sjöberg med 497 kg per bal, i Grusgropen med grov gran uppgick balvikten till 438 kg i medeltal och i Stockhult med grov tall noterades de lägsta balvikterna på 417 kg i medeltal.

Fullständiga studieresultat redovisas i bilaga 2 och i sammandrag i tabell 1 och 2 nedan.

Tabell 1.

Balningsprestation inklusive förflyttningstid och balvikter på de tre studielokalerna

	Prestation, bal/ G_0 -timme		Balvikt, kg	
	Lutning <10 %	Lutning >10 %	Medeltal	Standardavv.
Sjöberg- Normal gran	15	18	497	85
Grusgrop – Grov gran	18	17	438	91
Stockhult – Grov tall	17		417	79
Medeltal	16	17	451	85

Tabell 2.

Balningsprestation inklusive och exklusive förflyttningstid. För omföring mellan G_0 till G_{15} har faktor 0,8 använts.

	Prestation, bal/ G_0 -timme		Prestation, bal/ G_0 -timme	
	Inklusive förflyttning		Exklusive förflyttning	
	Lutning >10 %	Lutning <10 %	Lutning >10 %	Lutning <10 %
Sjöberg- Normal gran	18	15	21	20
Grusgrop – Grov gran	17	16	21	19
Stockhult – Grov tall	-	17	-	20
Medeltal	17	16	21	19

	Prestation, bal/ G_{15} -timme		Prestation, bal/ G_{15} -timme	
	Inklusive förflyttning		Exklusive förflyttning	
	Lutning >10 %	Lutning <10 %	Lutning >10 %	Lutning <10 %
Sjöberg- Normal gran	13	12	16	15
Grusgrop – Grov gran	13	12	16	14
Stockhult – Grov tall	-	13	-	15
Medeltal	13	12	16	14

Terrängframkomligheten bedöms vara likvärdig med en fullastad skotare utan band, av liknande storlek. Motlut upp till 26 % var vad maskinen klarade utan problem. Vid större lutning räckte inte motorstyrkan till. Lutningar upp till 26 % vållar inte några större problem, men det kräver en god planering för att inte orsaka extra förflyttningar av maskinen under arbetet. Ytstrukturklassen 2 gäller för alla tre ytorna på grund av stort antal höga stubbar, vilka maskinen inte kan köra över utan att vara i transportläge.

Kostnad

Med en timkostnad på balmaskinen av 670 kr/tim (enligt kostnadskalkyl bilaga 2) och en prestation av 15 balar/G₁₅-timme, får vi en balmingskostnad på 45 kr/bal. Till detta kommer en kostnad för nätning av balen på mellan 6 och 7 kr.

Diskussion

Någon förklaring till den högre prestationen vid balning i lutning finns inte i studien. Möjliga förklaringar skulle kunna vara att trädresterna blir bättre samlade efter skördaren i lutning, eller att balaren inte tar reda på trädresterna lika noggrant eller att inlastningssträckan för kranen blir kortare och därmed snabbare.



Figur 1.
Balar ihopskotade vid grusgrop.

Momentbeskrivning

- Krut **Kran ut** börjar när kranen förs ut mot trädresterna och avslutas då gripen når träddelarna.
- Grip **Gripa** börjar när gripen vidrör träddelarna och avslutas när gripen lyfts från marken.
- Krin **Kran in** börjar när kranen förs in mot inmatningen och avslutas när gripen öppnas.
- Loss **Lossa** börjar när gripen öppnas och avslutas när gripen släppt trädresterna.
- Bala **Balning** sker när baltrumman roterar och övrig utrustning väntar.
- Fmup **Förflyttning mellan uppställningsplatser** sker när hjulen rör sig i syfte att byta uppställningsplats.
- Näta **Nätning** börjar när näthållaren går ned för nätning och avslutas när nätet skurits av.
- Öppn **Öppning** sker när baltrumman börjar öppnas och avslutas när trumman är helt öppen.
- Lyft **Lyfta bal** börjar när baltrumman är helt öppen och gripen rör sig mot den färdiga balen och avslutas när gripen släppt den färdiga balen på marken.
- Stng **Stänga – stängning** av baltrumman.
- Bunr **Buntnummer**
- Tomk **Tomkörning** sker när maskinen körs till eller från avverkningen.
- Vänd **Vändning** när maskinen vänder efter ett avslutat stråk tills den kommit i position för att påbörja nästa stråk.
- Paus **Raster, korta uppehåll** för personliga uppehåll, planering och dylikt.
- Över **Övrig verktid** all övrig tid som är produktiv och nödvändig för arbetet.
- Stör **Störning** all tid som inte kan hänföras till faktiskt arbete, såsom matraster, reparationer o.s.v.

Bilaga 2

Sammandrag av balningsresultat

	Lutning	baln	ant	exkl.	ant	Plant	baln	ant	exkl.	ant	Vikter	kg	ant
	10-20%			förflyttn		< 10%			förflyttn				
Sjöberg	cmin/bal	340	23	287	23	cmin/bal	388	9	306	9	kg/bal	497	50
	medelavv.	103		62		medelavv.	120		56		medelavv.	64	
	stdavv.	130		84		stdavv.	191		70		stdavv.	85	
	balars/Go	18		21		balars/Go	15		20				
	balars/G15	13		16		balars/G15	12		15				
	Lutning	baln	ant	exkl.	ant	Plant	baln	ant	exkl.	ant	Vikter	kg	ant
	15-26%			förflyttn		< 10%			förflyttn				
Grusgrop	cmin/bal	349	47	281	47	cmin/bal	383	18	317	18	kg/bal	438	50
	medelavv.	114		60		medelavv.	101		74		medelavv.	74	
	stdavv.	136		76		stdavv.	131		90		stdavv.	91	
	balars/Go	17		21		balars/Go	16		19				
	balars/G15	13		16		balars/G15	12		14				
	Lutning	baln	ant	exkl.	ant	Plant	baln	ant	exkl.	ant	Vikter	kg	ant
	10-26%			förflyttn		< 10%			förflyttn				
Stockhult	cmin/bal					cmin/bal	355	4	300	4	kg/bal	417	50
	medelavv.					medelavv.	92		37		medelavv.	58	
	stdavv.					stdavv.	127		52		stdavv.	79	
	balars/Go					balars/Go	17		20				
	balars/G15					balars/G15	13		15				
	Lutning	baln	ant	exkl.	ant	Plant	baln	ant	exkl.	ant	Vikter	kg	ant
	10-26%			förflyttn		< 10%			förflyttn				
TOT	cmin/bal	346	70	283	70	cmin/bal	381	31	311	31	kg/bal	451	150
	medelavv.	110		61		medelavv.	106		64		medelavv.	66	
	stdavv.	134		79		stdavv.	148		79		stdavv.	85	
	balars/Go	17		21		balars/Go	16		19				
	balars/G15	13		16		balars/G15	12		14				

Exempel på kalkyl för balmaskinen

Balare

Mängd, MWh	42 336
Kalkylresultat:	
Totalkostnad, tkr	1 291,8
Styckkostnad, kr	30,5
Tidsåtgång, h	2 405,5
Prestation, enh/h	17,6
Timkostnad, kr/h	537,0

Prestation, enh/G ₁₅ -h	22,0
Timkostnad, kr/G ₁₅ -h	671,3

Underlag för kostnadsberäkning:

	Basmaskin	Aggregat	Tillbehör
Investering, tkr	1 200	1 800	0
Restvärde, tkr	120	180	0
Avskrivningstid, år	8	8	0
Service o rep., tkr/år	75	112,5	0
Övriga kostnader, tkr/år	25	0	0

Ränta, %	7
Utnyttjad tid per år, h	2 352
Tekniskt utnyttjande, %	80
Personalkostnad, tkr/år	305,76
Resekostnader, tkr/år	58,8
Skatt, tkr/kr	0
Försäkring, tkr/år	4,35
Däckkostnad, tkr/år	10
Bränsle o olja, kr/G ₁₅ -h	105,5

Underlag för prestationsberäkning:

Balningsmaskin

Grundprestation MWh/G ₁₅ -h	22,0
--	------

Tillägg/avdrag till prestation

Traktförhållanden, %	0
Nivåjustering, %	0

$2\,352 \text{ tim} \times \text{TU } 0,8 \times 15 \text{ bal/G}_{15}\text{-tim} = 28\,224 \text{ bal/år} \times 1,5 \text{ MWh/bal} = 42\,336 \text{ MWh/år}$

Investering 3 år gammal skotare med renoverad kran & motor

Restvärde 10 %

Service o rep. 50 % av investeringen/8 år

Övriga kostnader Tele, reputrustning m.m.

Utnyttjad tid 2-skift 7 månader 147dag = 2 352 tim

Personalkostnad 130 kr/tim = 305 760 kr/år

Resekostnader 147 dagar \times 16 mil \times 25 kr = 58 800 kr

Försäkring 1,5 promille av inköpspris = 4 350 kr

Bränslekostnad 16 liter/tim \times 5,50 + 0,5 liter \times 35 kr = 105,50 kr/tim