

Delautomatisering av skogsmaskiner

– Brukarnas önskemål

Fredrik Staland

temaprojekt
DEL  UTOMATION

Ämnesord: Automatisering, framtidsteknik.

SkogForsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

SkogForsk arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom SkogForsk står skogsbolag, skogsägareföreningar, stift, gods, allmänningar, plant-skolor, 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 tre centrala frågeställningar: Skogsodlingsmaterial, Skogsskötsel samt Råvaruutnyttjande och produktions-effektivitet. 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

Vision	3
Studien	3
Övergripande resultat och diskussion	4
Skördare.....	4
Skotare	5
Slutsatser.....	6
Frågeformuläret – Frågor & Svar.....	12
Skördare.....	12
Förflyttning.....	12
Kranarbete	12
Upparbetning	13
Maskinunderhåll.....	15
Ergonomi.....	17
Skotare.....	19
Förflyttning.....	19
Kranarbete	20
Maskinunderhåll.....	22
Ergonomi.....	23

Vision

Framtidens skogsmaskiner kommer att kunna arbeta betydligt mer självständigt jämfört med dagens skogsmaskiner. Förarens roll kommer primärt att handla om att övervaka en eller flera maskiners arbete.

För att nå ovanstående vision krävs omfattande utvecklingsarbete och det är naturligt att detta utvecklingsarbete kommer att ske i steg där maskinens olika delfunktioner automatiseras successivt.

Denna rapport syftar till att beskriva hur brukarna av skogsmaskiner prioriterar automatisering av de olika arbetsmoment som finns i dagens skogsmaskiner.

Studien

Studien består av intervjuer med arton skogsentreprenörer spridda över större delen av Sverige, från Eksjö i söder till Råneå i norr. Entreprenörerna är utvalda med bistånd av skogsentreprenörernas organisation *Skogsmaskinföretagarna*, SMF. Kriteriet för att bli utvald var att entreprenören av SMF betraktas som en duktig entreprenör med framtidstro.

De utvalda entreprenörerna fick ett frågeformulär per post tillsammans med ett brev, i vilket de ombads fundera på frågorna. Därefter besöktes entreprenörerna och frågeformuläret fylldes i tillsammans med intervjuaren. Frågeformuläret bestod av tjugo frågor som behandlade skördare och sexton frågor som behandlade skotare. Entreprenören ombads att markera med ett kryss på en linje hur viktig han ansåg att automatisering av ett visst arbetsmoment var. Linjen som användes var tio centimeter lång och symboliserar skalan 0–10 där 0 symboliserar att ett moment är mindre viktigt att automatisera. Tio symboliserar att det är mycket viktigt att automatisera momentet. Genom att mäta var krysset sattes på linjen får man ett värde på hur viktigt varje entreprenör tyckte att ett visst moment var och man kan också beräkna ett medelvärde för den intervjuade gruppen.

Som komplement till de kryssade linjerna fick de intervjuade även motivera varför man svarat som man gjort på frågorna.

Övergripande resultat och diskussion

Skördare

Ergonomi är en viktig faktor för skördare och frågorna om aktiv stötdämpning och automatisk nivellering av maskinen fick högst betyg av alla frågor. Framför allt efterfrågas bättre dämpning av kranens rörelser. Stötar härrörande från förflyttning är ett mindre problem. Förutom ergonomin anser man att driftssäkerhet är en mycket viktig faktor. ”Ett oplanerat stillestånd är alltid kostsamt, oavsett orsak” sade en av de intervjuade. Liknade kommentarer fälldes av de flesta övriga, vilket avspeglar sig i att frågan om automatisk självdiagnos av maskinen kommer på tredje plats i undersökningen. Kunskapsystem som hjälp vid reparationer och underhåll anses också som intressanta, och då främst som hjälp vid felsökning av aggregatet. Man poängterar dock att kunskapssystemen måste vara väldigt användaranpassade och ha ett lättbegripligt användargränssnitt. Daglig service vill man helst utföra själv, eftersom detta också innebär en rejäl översyn av maskinen, vilket många tyckte var mycket viktigt.

Krankörningen fick relativt låga poäng i enkäten, vilket är motstridigt till de intervjuades kommentarer. De flesta menade att krankörningen står för en stor och koncentrationskrävande del av arbetet. Moderna skördarkranar ansågs som ganska lättkörda men i kombination med kvalitetsbestämning, övervakning av aptering och förflyttning av maskinen upplevde många att det ändå blir för många moment att utföra samtidigt.

Upparbetningen fick ganska höga poäng. Flera av de tillfrågade sade sig vara nöjda med den automatik som finns i upparbetningen i dagsläget. Däremot skulle man vilja ha instrument som hjälper till att hitta kvalitetsfel i stockarna, eftersom detta upplevs som mycket koncentrationskrävande och svårt i det höga tempo som man arbetar i. Man ansåg också att hjälp att kvalitetsbestämma varje stock var viktigt.

Förflyttning av skördaren ansågs inte särskilt viktigt att automatisera. Förflyttning sker enkelt genom att man trycker på en knapp och/eller trampar på en pedal. Förflyttning längre sträckor sker i så pass liten omfattning och utan konkurrens från andra arbetsmoment att det ansågs som minst viktigt att automatisera. Förflyttning kortare sträckor inne i beståndet fick högre poäng. Kortare förflyttningar är lätta att utföra men sker samtidigt som flera andra arbetsmoment som kräver förarens koncentration såsom krankörning, trädval och sortering.

På frågan vilka tre frågor man tyckte var viktigast för att få en **bättre arbetsmiljö** fick: *Aktiv stötdämpning av hytten* och *nivellering av hytten* följt av *daglig service* flest markeringar.

Vid samma frågeställning med avseende på **förbättrad prestation** blev svaret att *positionering och ansättning av aggregatet mot trädstammen* var viktigast följt av *sortering av sortiment i olika högar* och *bestämning av stockkvalitet*.

De tre frågor som ansågs viktigast för att få en **bättre ekonomi** i det egna företaget var *system för självdiagnos av maskinen, datoriserade kunskapsystem som hjälper till med råd och anvisningar vid reparationer och underhåll* samt *automatisk daglig service*.

För att **företagets kunder skall bli nöjdare** ansåg man att *detektion av kvalitetsfel t.ex. rotröta och stamkrök, aptering och bestämning av stockkvalitet* var de klart viktigaste frågeställningarna.

Skotare

Även skotarförare värderar **arbetsmiljön** högt. Aktiv stötdämpning av hytten anses som den i särklass viktigaste funktionen att införa. Till skillnad från skördare är det största problemet stötar orsakade under förflyttning. Nivellering av hytten anses inte lika viktigt som i skördare men får ändå höga poäng. Några av de intervjuade hade invändningen att nivellering av skotarens hytt bara resulterar i dålig känsla för maskinens balans.

Planering och optimering av skotningsrutten i kombination med **GPS** och **digital karta** anses som väldigt viktigt. Alla intervjuade hade åsikten att bra och dålig ruttplanering är skillnaden mellan att skotarens arbete går med vinst eller förlust. Ungefär hälften tyckte att helautomatisk ruttplanering vore bra. De övriga tyckte att information från skördaren om de olika sortimenten och deras position visat på en digital karta, eventuellt tillsammans med skotarens position skulle räcka långt.

Kranarbetet ansågs relativt viktigt att automatisera. Framför allt tyckte man att kran in och lossningen vid avlägget var viktiga moment. Lossning kan vara tidsödande och här såg man en chans för föraren att ta en paus och t.ex. sätta upp vätlappar då maskinen lossar. Kran in ansågs som ett viktigt moment eftersom det skulle frigöra tid att förflytta skotaren till nästa lastplats. Ett flertal efterfrågade mer lättmanövrerade kranar, t.ex. en kran som kranspetsstyrs nära marken och sedan enkelt kan lyftas upp på lasset. Man vill i de flesta fall ha kontroll över momentet då virket skall greppas eftersom många befarar att detta annars kommer att bli långsamt och stressande.

System för självdiagnos av maskinen och datoriserade kunskapsystem som stöd vid felsökning och reparation ansågs mindre viktigt än på skördare eftersom skotare har en enklare konstruktion och framför allt färre elektroniska komponenter i utsatta lägen. Driftsäkerheten är god på skotarna. Uppstår fel är dessa oftast lätta att hitta och åtgärda. Den dagliga servicen anser man vara så enkel att utföra, samtidigt som den innebär en översyn av maskinen, att endast ett fåtal vill automatisera denna.

På frågan vilka tre frågor man tyckte var viktigast för att få en **bättre arbetsmiljö** fick: *Aktiv stötdämpning av hytten* och *nivellering av hytten* följt av *förflyttning av maskinen längre sträckor i beståndet* flest markeringar.

Vid samma frågeställning med avseende på **förbättrad prestation** blev svaret: *planering och optimering av skotningsrutten* följt av *kran in* och *lossning vid avlägg*.

De moment som ansågs som viktigast att automatisera för att få en **bättre ekonomi i det egna företaget** är *planering och optimering av skotningsrutten* i särklass viktigast. Andra platsen delades mellan *lossning vid avlägg, automatisk daglig service* och *system för självdiagnos av maskinen*.

För att **företagets kunder skall bli nöjdare** ansåg man att *planering och optimering av skotningsrutten, sortering på lasset* och *lossning vid avlägg* var de klart viktigaste momenten att automatisera.

Slutsatser

De intervjuade entreprenörerna var i de flesta fall mycket positiva till tanken att automatisera vissa av maskinens arbetsmoment. Svaren som lämnades var också relativt lika och de moment som fick högst medelpoäng hade också liten spridning mellan de intervjuade personernas svar.

Beroende på utgångspunkt, lönsamhet, ergonomi, produktivitet eller kundtillfredsställelse blir svaren och därmed prioriteringarna helt olika. Detta visar hur viktigt det är med noggranna analyser innan man väljer inriktning för det fortsatta utvecklingsarbetet. Möjligheten att testa och studera olika automatiseringsalternativ i simulator är också en intressant utvecklingsväg som förmodligen kommer att få allt större potential i framtiden.

Man var mycket positiv till att automatisera komplicerade arbetsmoment som måste utföras samtidigt med flera andra moment. Till exempel detektion av kvalitetsfel, samt kvalitetsklassning eller planering och optimering av skotningsrutten. Man ansåg också att enkla moment, t.ex. krankörning, som repeteras ofta gärna får automatiseras.

Allra högst rankade man bättre stötdämpning av hytten. Enligt flera av de tillfrågade är det dock tveksamt om det är ett problem som man i första hand löser med automatisering. Mycket återstår att göra med konventionella metoder för att lösa det problemet.

Samtliga intervjuade poängterade att automatiserade moment helst inte får störa arbetsrytmen i manuellt utförda moment, eftersom man menade att detta skulle kunna skapa mycket stress och prestationssänkningar.

Topplistan

Brukarnas prioriteringslista över automatisering av arbetsmoment

Fråga nr	Skördare	Medelvärde	STDEV
17	Aktiv stötdämpning av hytten.	9,0	1,6
18	Nivellering av hytten, Hytten är alltid horisonterad.	8,9	1,4
16	System för självdiagnos av maskinen (maskinen talar om när något är på väg att gå sönder och ger förslag till åtgärd).	8,8	1,4
12	Detektion av kvalitetsfel t.ex. rotröta, stamkrök	8,8	1,3
9	Bestämning av stock-kvalite.	8,5	1,7
15	Datoriserade kunskapssystem som hjälper till med råd och anvisningar vid reparationer och underhåll.	8,4	2,2
10	Aptering.	8,2	2,7
11	Sortering av sortiment i olika högar.	7,9	1,9
4	Positionering och ansättning av aggregat mot trädstammen.	7,8	2,5
8	Kvistning.	7,5	3,1
3	Kran ut.	7,1	2,6
5	Kran in.	6,6	3,2
14	Daglig service.	6,2	3,3
13	Kedjebyte.	6,0	3,3
2	Förflyttning av maskinen kortare sträckor, t.ex. från en uppställningsplats till nästa.	5,6	3,0
7	Fällning av trädet.	5,1	3,4
6	Bestämning av trädslag.	4,9	3,8
1	Förflyttning av maskinen längre sträckor i beståndet.	3,0	2,7
Fråga nr	Skotare	Medelvärde	STDEV
33	Aktiv stötdämpning av hytten.	9,4	0,5
22	Planering och optimering av skotningsrutten.	8,9	1,1
29	Lossning vid avlägg.	8,5	1,5
34	Nivellering av hytten, Hytten är alltid horisonterad.	8,3	1,9
27	Kran in.	8,2	2,0
32	System för självdiagnos av maskinen (maskinen talar om när något är på väg att gå sönder och ger förslag till åtgärd).	8,1	2,2
24	Kran ut.	7,9	2,2
31	Datoriserade kunskapssystem som hjälper till med råd och anvisningar vid reparationer och underhåll.	7,6	2,4
28	Sortering på lasset.	7,5	2,3
23	Förflyttning av maskinen kortare sträckor, t.ex. från en uppställningsplats till nästa.	7,4	2,5
21	Förflyttning av maskinen längre sträckor i beståndet.	6,8	3,4
30	Daglig service.	6,7	3,1
26	Stäng gripen.	5,8	3,2
25	Öppna gripen.	5,0	2,9



	= Förflyttning
	= Kranarbete
	= Upparbetning
	= Maskinunderhåll
	= Ergonomi

A). Arbetsmiljö

Vilka tre frågor tycker du är viktigast för att få en bättre arbetsmiljö

Fråga nr	Skördare	Antal svar
17	Aktiv stötdämpning av hytten.	13
18	Nivellering av hytten, Hytten är alltid horisonterad.	13
14	Daglig service.	5
5	Kran in.	4
3	Kran ut.	3
4	Positionering och ansättning av aggregat mot trädstammen.	3
13	Kedjebyte.	3
11	Sortering av sortiment i olika högar.	2
16	System för självdiagnos av maskinen (maskinen talar om när något är på väg att gå sönder och ger förslag till åtgärd).	2
1	Förflyttning av maskinen längre sträckor i beståndet.	1
6	Bestämning av trädslag.	1
7	Fällning av trädet.	1
12	Detektion av kvalitetsfel t.ex. rotträta, stamkrök.	1
2	Förflyttning av maskinen kortare sträckor, t.ex. från en uppställningsplats till nästa.	0
8	Kvistning.	0
9	Bestämning av stock-kvalitet.	0
10	Aptering.	0
15	Datoriserade kunskapssystem som hjälper till med råd och anvisningar vid reparationer och underhåll.	0

Fråga nr	Skotare	Antal svar
33	Aktiv stötdämpning av hytten.	15
34	Nivellering av hytten, Hytten är alltid horisonterad.	12
21	Förflyttning av maskinen längre sträckor i beståndet.	7
32	System för självdiagnos av maskinen (maskinen talar om när något är på väg att gå sönder och ger förslag till åtgärd).	4
30	Daglig service.	3
23	Förflyttning av maskinen kortare sträckor, t.ex. från en uppställningsplats till nästa.	2
29	Lossning vid avlägg.	2
24	Kran ut.	1
25	Öppna gripen.	1
26	Stäng gripen.	1
27	Kran in.	1
28	Sortering på lasset.	1
31	Datoriserade kunskapssystem som hjälper till med råd och anvisningar vid reparationer och underhåll.	1
22	Planering och optimering av skotningsrutten.	0





	= Förflyttning
	= Kranarbete
	= Upparbetning
	= Maskinunderhåll
	= Ergonomi

B. Prestation

Vilka tre frågor tycker du är viktigast för att få en bättre prestation

Fråga nr	Skördare	Antal svar
4	Positionering och ansättning av aggregat mot trädstammen.	10
11	Sortering av sortiment i olika högar.	7
9	Bestämning av stock-kvalitet.	5
2	Förflyttning av maskinen kortare sträckor, t.ex. från en uppställningsplats till nästa.	4
3	Kran ut.	4
5	Kran in.	4
10	Aptering.	4
12	Detektion av kvalitetsfel t.ex. rotröta, stamkrök.	4
8	Kvistning.	3
16	System för självdiagnos av maskinen (maskinen talar om när något är på väg att gå sönder och ger förslag till åtgärd).	3
18	Nivellering av hytten, Hytten är alltid horisonterad.	3
7	Fällning av trädet.	2
14	Daglig service.	2
17	Aktiv stötdämpning av hytten.	2
1	Förflyttning av maskinen längre sträckor i beståndet.	1
6	Bestämning av trädslag.	1
13	Kedjebyte.	1
15	Datoriserade kunskapssystem som hjälper till med råd och anvisningar vid reparationer och underhåll.	0

Fråga nr	Skotare	Antal svar
22	Planering och optimering av skotningsrutten.	15
27	Kran in.	8
29	Lossning vid avlägg.	8
24	Kran ut.	7
26	Stäng gripen.	6
21	Förflyttning av maskinen längre sträckor i beståndet.	5
25	Öppna gripen.	5
28	Sortering på lasset.	5
23	Förflyttning av maskinen kortare sträckor, t.ex. från en uppställningsplats till nästa.	4
33	Aktiv stötdämpning av hytten.	4
30	Daglig service.	2
34	Nivellering av hytten, Hytten är alltid horisonterad.	2
31	Datoriserade kunskapssystem som hjälper till med råd och anvisningar vid reparationer och underhåll.	1
32	System för självdiagnos av maskinen (maskinen talar om när något är på väg att gå sönder och ger förslag till åtgärd).	1

	= Förflyttning
	= Kranarbete
	= Upparbetning
	= Maskinunderhåll
	= Ergonomi

C). Ekonomi

Vilka tre frågor tycker du är viktigast för att få en bättre ekonomi i ditt företag

Fråga nr	Skördare	Antal svar
16	System för självdiagnos av maskinen (maskinen talar om när något är på väg att gå sönder och ger förslag till åtgärd).	11
15	Datoriserade kunskapssystem som hjälper till med råd och anvisningar vid reparationer och underhåll.	9
14	Daglig service.	8
4	Positionering och ansättning av aggregat mot trädstammen.	5
18	Nivellering av hytten, Hytten är alltid horisonterad.	5
5	Kran in.	4
11	Sortering av sortiment i olika högar.	4
13	Kedjebyte.	4
3	Kran ut.	3
8	Kvistning.	2
10	Aptering.	2
17	Aktiv stötdämpning av hytten.	2
1	Förflyttning av maskinen längre sträckor i beståndet.	1
6	Bestämning av trädslag.	1
7	Fällning av trädet.	1
9	Bestämning av stock-kvalitet.	1
12	Detektion av kvalitetsfel t.ex. rotröta, stamkrök.	1
2	Förflyttning av maskinen kortare sträckor, t.ex. från en uppställningsplats till nästa.	0

Fråga nr	Skotare	Antal svar
22	Planering och optimering av skotningsrutten.	13
29	Lossning vid avlägg.	7
30	Daglig service.	7
32	System för självdiagnos av maskinen (maskinen talar om när något är på väg att gå sönder och ger förslag till åtgärd).	7
24	Kran ut.	5
26	Stäng gripen.	5
31	Datoriserade kunskapssystem som hjälper till med råd och anvisningar vid reparationer och underhåll.	5
33	Aktiv stötdämpning av hytten.	5
21	Förflyttning av maskinen längre sträckor i beståndet.	4
25	Öppna gripen.	4
27	Kran in.	4
28	Sortering på lasset.	4
34	Nivellering av hytten, Hytten är alltid horisonterad.	3
23	Förflyttning av maskinen kortare sträckor, t.ex. från en uppställningsplats till nästa.	2

	= Förflyttning
	= Kranarbete
	= Upparbetning
	= Maskinunderhåll
	= Ergonomi

D). Nöjda kunder

Vilka tre frågor tycker du är viktigast för att dina kunder ska bli ännu nöjdare

Fråga nr	Skördare	Antal svar
12	Detektion av kvalitetsfel t.ex. rotröta, stamkrök.	15
10	Aptering.	13
9	Bestämning av stock-kvalitet.	11
11	Sortering av sortiment i olika högar.	5
8	Kvistning.	2
7	Fällning av trädet.	1
1	Förflyttning av maskinen längre sträckor i beståndet.	0
2	Förflyttning av maskinen kortare sträckor, t.ex. från en uppställningsplats till nästa.	0
3	Kran ut.	0
4	Positionering och ansättning av aggregat mot trädstammen.	0
5	Kran in.	0
6	Bestämning av trädslag.	0
13	Kedjebyte.	0
14	Daglig service.	0
15	Datoriserade kunskapssystem som hjälper till med råd och anvisningar vid reparationer och underhåll.	0
16	System för självdiagnos av maskinen (maskinen talar om när något är på väg att gå sönder och ger förslag till åtgärd)	0
17	Aktiv stötdämpning av hytten.	0
18	Nivellering av hytten, Hytten är alltid horisonterad.	0

Fråga nr	Skotare	Antal svar
22	Planering och optimering av skotningsrutten.	10
28	Sortering på lasset.	8
29	Lossning vid avlägg.	4
21	Förflyttning av maskinen längre sträckor i beståndet.	3
23	Förflyttning av maskinen kortare sträckor, t.ex. från en uppställningsplats till nästa.	1
33	Aktiv stötdämpning av hytten.	1
24	Kran ut.	0
25	Öppna gripen.	0
26	Stäng gripen.	0
27	Kran in.	0
30	Daglig service.	0
31	Datoriserade kunskapssystem som hjälper till med råd och anvisningar vid reparationer och underhåll.	0
32	System för självdiagnos av maskinen (maskinen talar om när något är på väg att gå sönder och ger förslag till åtgärd).	0
34	Nivellering av hytten. Hytten är alltid horisonterad.	0

	= Förflyttning
	= Kranarbete
	= Upparbetning
	= Maskinunderhåll
	= Ergonomi

Frågeformuläret – Frågor & Svar

Nedan följer en sammanställning över varje fråga. Medelpoäng är det aritmetiska medelvärdet för svars-poängen på varje fråga.

Kommentarerna är en sammanställning av de intervjuades motiveringar till svaren. Observera att motiveringar och poäng inte alltid stämmer överens. Detta beror på att vissa av de intervjuade gav ett moment en viss poäng för att sedan ge en muntlig kommentar som inte överensstämde med poängen.

Skördare

Förflyttning

1. Förflyttning av maskinen längre sträckor i beståndet.

Medelpoäng:	3,0
Standardavvikelse:	2,7

De flesta tillfrågade hade samma åsikt. Automatisering av förflyttning av skördaren längre sträckor är mindre viktigt. Tiden som skördaren förflyttas längre sträckor är så pass liten och anses av flera som ett positivt avbrott i avverkningsarbetet.

2. Förflyttning av maskinen kortare sträckor, t.ex. från en uppställningsplats till nästa.

Medelpoäng:	5,6
Standardavvikelse:	3,0

Frågan ansågs som betydligt viktigare än fråga ett. Särskilt de som arbetar med gallring menade att det vore mycket bra om maskinen själv kunde ta hand om kortare förflyttningar. Detta skulle frigöra tid till föraren, vilket skulle ge bättre möjligheter att välja rätt träd. De flesta tillfrågade vill själva bestämma hur maskinen skall förflytta sig, t.ex. med hjälp av någon form av pekdon. Då platsen är vald kan maskinen göra resten av förflyttningsjobbet. Några av de tillfrågade vill inte att maskinen skall stanna överhuvudtaget. I stället efterfrågar man en funktion där skördaren kan åka långsamt framåt medan man avverkar.

Kranarbete

3. Kran ut.

Medelpoäng:	7,1
Standardavvikelse:	2,6

Åsikterna går isär något på denna fråga. Samtliga intervjuade ger samma bild d.v.s. att kranarbetet utgör en mycket stor del av skördarens arbete. Ju mer man kan automatisera, desto bättre. De flesta menade att dagens skördarkranar är så pass lättkörda att momentet inte är särskilt betungande att utföra.

4. Positionering och ansättning av aggregat mot trädstammen.

Medelpoäng:	7,8
Standardavvikelse:	2,5

Momentet ansågs som mycket viktigt att automatisera. Till skillnad från kran in/ut anses momentet som svårt och kräver mycket koncentration. Ju längre kran man arbetar med desto större är behovet av att automatisera. Rörelsen längst ut i kranpetsen blir stor även vid små korrigeringar.

Dessutom ansåg flera att man borde förse aggregatet med automatiska funktioner som ser till att sågskäret hamnar på rätt höjd. Detta skulle bespara fören en del finjusteringar med kran och matarvalsar. Dessutom efterfrågas någon form av sensorer som förhindrar sten- och marksågning.

5. Kran in.

Medelpoäng:	6,6
Standardavvikelse:	3,2

Åsikterna varierade något mellan de intervjuade. Samtliga menade att det alltid är bra att automatisera ett moment som utgör en så pass stor del av maskinens arbete. Däremot hyste man oro för att träden skulle hamna fel vid intagningen. De som huvudsakligen arbetade med gallring menade att det är positivt att automatisera momentet i så mätto att det frigör tid för trädval.

Upparbetning

6. Bestämning av trädslag.

Medelpoäng:	4,9
Standardavvikelse:	3,8

De flesta menade att detta var ett onödigt moment att automatisera. Några av de intervjuade menade att alla knapptryckningar som kan undvikas är positivt. Däremot ansåg man inte att det innebär något större problem att bestämma, vilket trädslag man arbetade med. Ett antal av de tillfrågade efterfrågades dock någon slags minnesfunktion så att man endast behöver ange förändringar i trädslag och slipper ange t.ex. gran för varje avverkat träd när man arbetar i ett rent granbestånd.

7. Fällning av trädet.

Medelpoäng:	5,1
Standardavvikelse:	3,4

Funktionen att såga igenom stammen och tilta aggregatet med en knapptryckning finns redan på ett antal skördarmodeller. De som testat detta var mycket nöjda med funktionen.

8. Kvistning.

Medelpoäng:	7,5
Standardavvikelse:	3,1

Kvistning sker i de flesta fall automatiskt i dagsläget. De flesta verkade relativt nöjda med funktionen så länge träden är relativt raka och har klena kvistar. Man efterfrågade dock aggregat som på egen hand kan ta hand om stammar som avviker från normen genom grovkvist och dubbeltopp utan att föraren behöver gå in och ta över styrningen.

9. Bestämning av stockkvalitet.

Medelpoäng:	8,5
Standardavvikelse:	1,7

Att bestämma stockens kvalitet ansåg många var mycket viktigt. De personer som arbetade mestadels med slutavverkning menade att man som förare inte har en chans att hinna med och kvalitetsbestämma stockarna visuellt i dagens snabba aggregat. En utbredd uppfattning är att man kan kvalitetsbestämma första stocken på rot med relativt gott resultat. Resterande stockar får man kvalitetsbestämma i farten så gott det går.

Vad gäller kvalitetsbestämningen menade flera av de tillfrågade att den minimala skillnaden i pris mellan massaved och klintimmer av gran gör att det inte är lönt att lägga ner särskilt mycket tid på manuell kvalitetsbestämning.

10. Aptering.

Medelpoäng:	8,2
Standardavvikelse:	2,7

Alla moderna skördare har automatisk aptering. De intervjuade menade att den fungerar bra under förutsättning att man kan göra en korrekt kvalitetsbestämning av stockarna, samt att prislisorna är korrekt gjorda.

11. Sortering av sortiment i olika högar

Medelpoäng:	7,9
Standardavvikelse:	1,9

Några av förarna menade att det var väldigt viktigt att automatisera sorteringen i högar. En majoritet av de intervjuade ansåg att sorteringen i högar är en flaskhals i produktionen. På grund av sorteringen kan endast få förare använda autokap-funktionen då man arbetar med många sortiment. Om autokap används sker upparbetningen av ett träd så fort att förarna inte hinner med att flytta aggregatet mellan de olika högarna. Resultatet av att använda autokap blir då högre prestation vid avverkningen på bekostnad av betydligt sämre prestation vid skotningen.

12. Detektion av kvalitetsfel t.ex. rotröta, stamkrök.

Medelpoäng:	8,8
Standardavvikelse:	1,3

De tillfrågade hade i stort sett samma åsikt. Kvalitetsfel är ofta mycket svåra att upptäcka med dagens höga tempo. Önskedrömmen för flera av de intervjuade är att skördarföraren får information om vilka träd som är drabbade av t.ex. rotröta innan aggregatet sätts an mot stammen. På så sätt skulle man enkelt kunna ta bort de rötangripna träden redan vid tidig gallring. Stamkrök menade många av de intervjuade att man relativt lätt upptäcker i dagsljus. Det ansågs mycket svårare under dygnets mörka timmar.

Maskinunderhåll

13. Kedjebyte.

Medelpoäng:	6,0
Standardavvikelse:	3,3

Överlag var inställningen bland de intervjuade att kedjebytet var ett mindre viktigt moment att automatisera. Ett antal efterfrågade dock någon form av sensor som hjälper till att förhindra stensågning, medan andra menade att försiktighet och generös kedjesmörjning räcker långt för att öka livslängden på kedjorna. Några menade att kedjan är förlegad som skärverktyg och att man borde finna andra metoder att kapa träden med.

Samtliga intervjuade personer utom två tyckte att kedjebyten i mångt och mycket var ett positivt moment, eftersom det ger en paus och ett flertal poängterade att man vid kedjebytet samtidigt gör en snabb översyn av kran, slangar och aggregat. Några personer efterlyste en sensor som övervakar kedjans slipning och talar om för föraren när det är dags att byta för att undvika onödigt slitage.

14. Daglig service.

Medelpoäng:	6,2
Standardavvikelse:	3,3

Liksom byte av kedja ansåg de flesta att den dagliga servicen på skördaren egentligen inte behövde automatiseras. Dagens skördare kräver relativt lite underhåll, vilket i första hand innefattar smörjning av lager och byte av slitna hydraulslangar. Alla intervjuade utom två personer var emot automatisk smörjning. Man menade att dylika system alltid fungerar dåligt med utebliven smörjning och haverier som följd. De som förespråkade automatisk smörjning menade att största vinsten låg i att maskinens lager fick små doser fett med relativt korta intervaller i stället för en stor dos några gånger i veckan. Några personer som var emot automatisk smörjning skulle kunna tänka sig detta förutsatt att föraren själv fick starta smörjningen genom en knapptryckning eller dylikt.

De flesta menade att maskinerna i övrigt måste bli mer servicevänliga med lättare åtkomst av påfyllningshål för oljor och vätskor, kylare och filter. Flera tyckte att påfyllningen av vätskor och oljor kan ske manuellt men att man borde ha bättre sensorer för indikering när det är dags att fylla på. Dagens sensorer för olje- och vätskenivåer varnar först när en vätska är så gott som slut och upplevs av många som opålitliga.

Alla intervjuade hade samma åsikt i en fråga. Översyn av maskinen kan inte automatiseras utan måste utföras manuellt. Översynen fyller en mycket viktig funktion, eftersom det är vid denna som många små fel, med potential att bli stora och dyrbara, upptäcks.

15. Datoriserade kunskapssystem som hjälper till med råd och anvisningar vid reparationer och underhåll.

Medelpoäng:	8,4
Standardavvikelse:	2,2

Majoriteten av de intervjuade hade åsikten att kunskapssystem är ett mycket viktigt hjälpmedel i framtiden. Dagens skördare är så pass avancerade att det krävs specialistkompetens för att kunna utföra många typer av reparationer. Felsökning i dator och elsystem upplevs av många som ett stort bekymmer och man menade att framtida kunskapssystem verkligen måste vara anpassningsbara för varje användares behov. Samtidigt är det viktigt att användargränssnittet blir ännu enklare att hantera.

Dagens kunskapssystem fungerar hyfsat menade de som testat dem. Samtidigt ansåg man att detaljeringsnivån är för låg.

Flera av de intervjuade ansåg att man borde kunna dra nytta av varandras kunskaper genom att ha en kunskapsbank på internet, där entreprenörer kan hjälpas åt genom att dela med sig av erfarenheterna kring olika problem.

16. System för självdiagnos (maskinen talar om när något är på väg att gå sönder och ger förslag till åtgärd).

Medelpoäng:	8,8
Standardavvikelse:	1,4

Oplanerade driftsstopp är något som man vill undvika så långt som möjligt och därför ansåg alla intervjuade att ett system för självdiagnos vore mycket bra. Framst ansåg man att elektroniken i skördaraggregatet samt slangar och pumpar i hydraulsystemet var viktiga att övervaka.

Många ansåg att slangbrott är svåra att förutsäga och att det kan vara svårt att hinna slå stopp utan alltför stora oljeförluster när väl en slang brister. I första hand vill man ha indikationer när slangbrott är nära förestående och i andra hand en funktion som automatiskt slår stopp om oljan börjar rusa ut ur hydraulsystemet.

Fel i elsystemet är svåra att felsöka. Därför vill man ha en kombination av kopplingsschema och tredimensionell ritning över maskinen där man kan se exakt var felet finns.

En enkel lösning som flera av de utfrågade förespråkade var att införa en automatisk servicemätare i maskindatorn som talar om när det är dags att byta olja, filter m.m. baserat på maskintillverkarens rekommendationer. Ett sådant system kunde sedan kompletteras med en digital loggbok där information om tidpunkt och serviceåtgärd lagras.

Ergonomi

17. Automatisk stötdämpning av hytten.

Medelpoäng:	9,0
Standardavvikelse:	1,6

Entreprenörerna var mycket måna om arbetsmiljön och ansåg att en förare med god arbetsmiljö producerar betydligt bättre på lång sikt.

Alla intervjuade ville ha betydligt bättre stötdämpning av skördarens hytt, främst från stötar relaterade till krankörning, fällning och upparbetning. Där-
emot var ungefär hälften tveksamma till om stötdämpningen borde göras med hjälp av någon aktiv datorstyrd metod, eftersom de ansåg att det fortfarande finns väldigt mycket att göra för att förbättra stötdämpningen med konventionella metoder.

Två entreprenörer förespråkade stötdämpning av hela maskinen, vilket man ansåg skulle minska slitaget.

18. Nivellering av hytten. Hytten är alltid horisonterad.

Medelpoäng:	8,9
Standardavvikelse:	1,4

De flesta använder någon form av nivellering i skördaren. Antingen i form av nivellerad hytt eller i form av en nivellerande stol. Alla intervjuade sade sig vilja ha någon form av automatisk nivellering av arbetsplatsen och en majoritet förespråkade nivellerad hytt. Två ville ha helt nivellerad maskin och en ville ha kran och hytt som var nivellerbara var för sig. Man var skeptiska till hängande hytter, eftersom man menade att föraren tappade känslan för maskinens lutning. Få hade dock testat en sådan hytt i praktisk drift. De som hade erfarenhet av Pendohytter var övervägande positiva till hängande hytt.

En nivellerande hytt måste röra sig snabbt och mjukt, utan ryck och man efterfrågar nivellering som förutsäger maskinens rörelser.

19. Har du någon annan frågeställning du tycker vi missat? Skriv upp den här!

Följande frågeställningar angående automatisering tyckte de intervjuade var angelägna utöver vad som framkommit på tidigare frågor.

Automatisk...

- kontroll av luftkvaliteten i hytten (2 personer)
- fönstertvätt (1 person)
- optimering av trädens avverkningsordning (1 person)
- antispinn => färre körskador (1 person)
- produktionsrapportering och uppföljning. Till skotare och uppdragsgivare (2 personer)
- klimathållning i hytten. Temperatur och luftfuktighet (1 person)
- skydd mot bländande sol (1 person)
- positionsbestämning av maskinen visat på en digital karta (4 personer)

20. Ange vilka 3 frågor (nr 1–19) du tycker är viktigast för att...

A) ... få en bättre arbetsmiljö	Antal
Aktiv stötdämpning av hytten	13
Nivellering av hytten	13
Daglig service	5
B) ... få en bättre prestation	
Positionering och ansättning av aggregat mot trädstammen	10
Sortering av sortiment i olika högar	7
Bestämning av stockkvalitet	5
C) ... få en bättre ekonomi i ditt företag	
System för självdiagnos av maskinen	11
Datoriserade kunskapssystem	9
Daglig service	8
D) ... dina kunder skall bli ännu nöjdare	
Detektion av kvalitetsfel t.ex. rotröta, stamkrök	15
Aptering	13
Bestämning av stockkvalitet	11

Skotare

Förflyttning

21. Förflyttning av maskinen längre sträckor i beståndet.

Medelpoäng:	6,8
Standardavvikelse:	3,4

Intervjusvaren ger ingen entydig bild av hur förarna helst skulle vilja ha det. En majoritet var försiktigt positiva till automatisering och ansåg att den var betydligt viktigare i skotaren än i skördaren. Man såg det som en chans till avslappning för skotarföraren. Däremot ansåg många att körning i sig inte upplevdes särskilt belastande. Vad som däremot var belastande var stötar och lutning. ”Om man ändå sitter i hytten kan man lika gärna styra” var ett citat som speglar det resonemanget väl. Om de intervjuade haft valet att lämna maskinen under tiden den körde ut var fler positiva.

Man poängterade att en skotare som förflyttar sig automatiskt måste välja den bästa vägen med hänsyn till bärighet och ytstruktur och inte den kortaste vägen.

Flera av de tillfrågade var positiva till möjligheten att få mer tid att planera kommande lass.

22. Planering och optimering av skotningsrutten.

Medelpoäng:	8,9
Standardavvikelse:	1,1

Det tar lång tid att lära upp en skotarförare. De intervjuade hade åsikten att planering av skotningen är det moment under drivningen som är absolut svårast att lära sig. Här såg man en stor potential att hjälpa nybörjare att höja sin skotningsprestation. Samtidigt tyckte ett par av de intervjuade att tjuvningen med skotningen, ”...att klura ut hur man skall köra smartast ...”, skulle gå förlorad.

Genom att skördaren positionsbestämmer sina sortiment och skickar informationen till skotaren minskar problemet med virke som göms under snö. De flesta såg nyttan av automatisk planering av skotningsrutten, men ansåg också att en bra digital karta med information om sortiment och dess positioner kompletterat med skotarens aktuella position skulle vara till mycket stor hjälp även vid manuell ruttplanering.

23. Förflyttning av maskinen kortare sträckor, t.ex. från en uppställningsplats till nästa.

Medelpoäng:	7,4
Standardavvikelse:	2,5

Liksom för skördaren ansåg de flesta att förflyttning kortare sträckor vore viktigare att automatisera än längre förflyttningar. Skotningen är väldigt beroende av flyt i arbetet. Ju fler arbetsmoment som kan utföras samtidigt med bibehållen kvalitet, desto högre prestation.

De flesta tyckte att det skulle vara bra att ha någon form av hjälp att förflytta maskinen. Flera ansåg att styrningen egentligen inte är särskilt betungande. I stället förespråkade man någon slags farthållare som ser till att maskinen kontinuerligt förflyttar sig med en lagom hastighet. Genom att slippa köra får föraren mer tid att koncentrera sig på krankörning och sortering på lasset. Flera av entreprenörerna såg arbetsmiljöproblem i dagens skotarkörning i och med att föraren hela tiden tvingas vrida stolen eller nacken för att se framåt vid lastning. Flera försökte på egen hand lösa det problemet redan i dag genom att installera TV-kameror riktade framåt. Erfarenheterna var försiktigt positiva.

Kranarbete

24. Kran ut.

Medelpoäng:	7,9
Standardavvikelse:	2,2

Man efterfrågade enklare kranstyrning. Skotarkranens geometri kräver att föraren hela tiden styr alla hydraulkolvar i kranen för att gripen skall hamna i rätt position. Kran ut med hjälp av en pekfunktion efterfrågades.

25. Öppna gripen.

Medelpoäng:	5,0
Standardavvikelse:	2,9

Eftersom det i stort sett bara handlar om att trycka på en knapp tyckte ingen att det momentet var viktigt att automatisera.

26. Stäng gripen.

Medelpoäng:	5,8
Standardavvikelse:	3,2

Momentet ansågs som något viktigare att automatisera än att öppna gripen. Flera av de intervjuade tyckte att det vore bra om greppfunktionen kunde automatiseras eftersom det är ett koncentrationskrävande moment. Samtidigt

tyckte man att det är ett moment som är viktigt att kontrollera manuellt, särskilt om kranarbetet i övrigt är automatiserat, eftersom det är viktigt att man greppar rätt stockar samt undviker att få med föroreningar. Man trodde också att en lyckad funktion för att plocka virke kräver mycket bra sortering av skördaren.

27. Kran in.

Medelpoäng:	8,2
Standardavvikelse:	2,0

Samtliga menade att det är viktigt att automatisera ett moment som utgör en så pass stor del av maskinens arbete. Momentet är ständigt återkommande och kräver ingen större ansträngning att utföra. Samtidigt tar momentet tid och koncentration från t.ex. förflyttning av maskinen.

28. Sortering på lasset.

Medelpoäng:	7,5
Standardavvikelse:	2,3

Sorteringen bör ske så enkelt och tidsbesparande som möjligt. Man ser en stor potential i att köra sortimentsrena lass i större utsträckning och i det fallet behövs inga större ansträngningar för sortering. Om flera sortiment skall köras på samma lass måste det finnas ett flexibelt system för detta, t.ex. med ett antal flexibla fack som kan ändras efter behov.

29. Lossning vid avlägg.

Medelpoäng:	8,5
Standardavvikelse:	1,5

Lossningen av skotaren ansåg de flesta vara ett mycket viktigt moment att automatisera. Ju fler sortiment man arbetar med desto viktigare ansåg man momentet vara. Flera pekade på att ett avlägg är en relativt bra miljö för automatisering med relativt plana ytor och korta avstånd. Man pekade också på möjligheten till kort paus för föraren och möjlighet att sätta upp vältappar i samband med att skotaren lossar.

Några av de intervjuade föreslog att lossningen inte borde ske med skotarkranen utan genom tippning av lasset, lastbärarkassetter kompatibla med virkesbilarna eller någon form av buntning.

Maskinunderhåll

30. Daglig service.

Medelpoäng:	6,7
Standardavvikelse:	3,1

De flesta ansåg att den dagliga servicen på skotaren inte behöver automatiseras. Moderna skotare kräver lite underhåll, vilket i första hand innefattar smörjning och byte av slitna hydraulslangar. Liksom vid motsvarande fråga för skördaren var alla intervjuade utom två personer emot automatisk smörjning eftersom man menade att dylika system alltid fungerar dåligt med utebliven smörjning och haverier på sikt. De som förespråkade automatisk smörjning menade att största vinsten låg i att maskinens lager fick små doser fett med relativt korta intervaller i stället för en större mängd fett en till två gånger i veckan. Smörjning av drivlina och boggielådor ville några av entreprenörerna lösa på automatisk väg eftersom det kan vara problematiskt att komma åt dessa delar.

Liksom för skördarna ansåg de flesta att maskinerna i övrigt måste bli mer servicevänliga med lättare åtkomst av påfyllningshål för oljor och vätskor, samt kylare och övriga filter. Påfyllningen av vätskor och oljor kan ske manuellt men man borde ha bättre sensorer för indikering när det är dags att fylla på. Dagens sensorer för olje- och vätskenivåer upplevdes av de flesta som opålitliga.

Alla intervjuade ansåg att inte heller översyn av skotaren kan automatiseras. Man ansåg att översynen fyller en mycket viktig funktion eftersom det är vid denna som många små fel, med potential att större och dyrbara fel, ofta upptäcks.

31. Datoriserade kunskapssystem som hjälper till med råd och anvisningar vid reparationer och underhåll.

Medelpoäng:	7,6
Standardavvikelse:	2,4

Till skillnad från kunskapssystem i skördaren tyckte majoriteten att det inte var lika viktigt med dylika system i skotaren. Reparationer och underhåll på skotaren handlar oftare om smärre mekaniska fel som de flesta kan åtgärda själva. Större fel på drivlinan eller liknande kräver assistans av servicelämnaren, vilket medför att behovet blir mindre av att själv kunna reparera.

32. System för självdiagnos (maskinen talar om när något är på väg att gå sönder och ger förslag till åtgärd).

Medelpoäng:	8,1
Standardavvikelse:	2,2

Oplanerade driftsstopp var något som man vill undvika så långt som möjligt och därför ansåg alla intervjuade att ett system för självdiagnos vore mycket bra. Främst ansåg man att slangar och pumpar i hydraulsystemet är viktiga att övervaka.

En enkel lösning som flera av de utfrågade förespråkade var att införa en automatisk servicemätare i maskindatorn som talar om när det är dags att byta olja, filter m.m. baserat på maskintillverkarens rekommendationer. Ett sådant system kunde sedan kompletteras med en digital loggbok där information om tidpunkt och serviceåtgärd lagras.

Ergonomi

33. Automatisk stötdämpning av hytten.

Medelpoäng:	9,4
Standardavvikelse:	0,5

Dagens skotare har alldeles för dålig stötdämpning. Främst är det vibrationer och stötar vid körning som man vill minska. Liksom för skördaren var ungefär hälften av de intervjuade tveksamma till om stötdämpningen borde göras med hjälp av någon aktiv, datorstyrd metod eftersom de ansåg att det fortfarande finns väldigt mycket att göra för att förbättra stötdämpningen med konventionella metoder.

34. Nivellering av hytten. Hytten är alltid horisonterad.

Medelpoäng:	8,3
Standardavvikelse:	1,9

Två tredjedelar av de intervjuade var mycket positiva till nivellering av hytten i skotaren. Körningen innebär mycket påfrestningar på föraren från stötar och skakningar som man vill minska i så stor utsträckning som möjligt. En nivellerande hytt måste röra sig snabbt och mjukt, utan ryck och man efterfrågade nivellering som på något sätt förutsäger maskinens rörelser. Några ville att hela maskinen eller åtminstone lastutrymmet borde nivelleras.

En tredjedel av de intervjuade var emot alla former av nivellering på skotaren eftersom man menade att man tappade känslan för maskinens balans vid körning.

35. Har du någon annan frågeställning du tycker vi missat? Skriv upp den här!

Följande frågeställningar angående automatisering tyckte de intervjuade var angelägna utöver vad som framkommit på tidigare frågor.

Automatisk...

- ... kontroll av luftkvaliteten i hytten (1 person)
- ... fönstertvätt (1 person)
- ... antispinn => färre körskador (1 person)
- ... produktionsrapportering och uppföljning. Till lastbil och uppdragsgivare (1 person)
- ... räkning av antal stockar ur varje sortiment (1 person)
- ... däckstryck, CTI => färre körskador (1 person)
- ... statistikinsamling över körtider, förbrukning av drivmedel, oljor och vätskor (2 personer)

36. Ange vilka 3 frågor (nr 21–35) du tycker är viktigast för att...

A) ... få en bättre arbetsmiljö	Antal
Aktiv stötdämpning av hytten	15
Nivellering av hytten	12
Förflyttning av maskinen längre sträckor i beståndet	7
B) ... få en bättre prestation	
Planering och optimering av skotningsrutten	15
Kran in	8
Lossning vid avlägg	8
C) ... få en bättre ekonomi i ditt företag	
Planering och optimering av skotningsrutten	13
Lossning vid avlägg	7
Daglig service	7
System för självdiagnos av maskinen	7
D) ... dina kunder skall bli ännu nöjdare	
Planering och optimering av skotningsrutten	10
Sortering på lasset	8
Lossning vid avlägg	4