

Markberedarnas tekniska utveckling

The technical development of mechanical site preparation



Foto: Mats Hannerz

Daniel Frölén

Examensarbete • 30 hp

Jägmästarprogrammet

Rapport från Institutionen för skogens biomaterial och teknologi, 2019:6

Umeå 2019

Markberedarnas tekniska utveckling

The technical development of mechanical site preparation

Daniel Frölén

Handledare: Back Tomas Ersson, Sveriges lantbruksuniversitet, Skogsmästarskolan
Skinnskatteberg

Examinator: Tomas Nordfjell, Sveriges lantbruksuniversitet, Skogens biomaterial och
teknologi

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå: A2E

Kurstitel: Master thesis in Forest Science

Kursansvarig inst.: **Institutionen för skogens biomaterial och teknologi**

Kurskod: EX0908

Program/utbildning: Jägmästarprogrammet

Utgivningsort: Umeå

Utgivningsår: **2019**

Omslagsbild: Mats Hannerz

Serietitel: Rapport från Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

Delnummer i serien: 2019:6

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Markberedning, skogshistoria, mekanisering, skogsteknik, aggregat, harv,
högläggare

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för skogsvetenskap

Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

Sammanfattning

Markberedning med efterföljande plantering eller frösådd blev allt mer en given åtgärd i det skogsbruk som bedrevs under 1940- och 1950-talet. Precis som i övrigt skogsbruksarbete tog mekaniseringen av markberedningsarbetet fart efter andra världskriget. Denna mekanisering innebar att fler och fler markberedningsaggregat började utvecklas och innovationen och utvecklingstörsten hos uppfinnare och tillverkare var under efterföljande decennier mycket stort. Skogsbrukets krav på rationalisering och forskares studier kring markberedningens biologiskt goda effekter för plantans etablering på hygget, påskyndade utvecklingstakten av nya markberedningsaggregat särskilt under 1970- och 1980-talet.

Syftet med denna studie var att på ett kartläggande sätt undersöka hur den maskinella markberedaren utvecklats historiskt från år 1945 fram till 2018 inom nordiskt skogsbruk. Utifrån relevans har flertalet data för observerade markberedningsaggregat analyserats för att kunna se hur utvecklingen gått framåt från år 1945 fram till nutid.

Studien har utförts som en litteraturstudie där data samlades in för aggregaten från flertalet olika källor, i huvudsak skriftliga men även muntliga. Totalt observerades 167 markberedningsaggregat varav 16 stycken framfördes med intermittert framryckande basmaskiner och 151 med kontinuerligt framryckande basmaskiner.

Huvudresultaten visar att utvecklingen fram till och med 1990-talet präglades av att aggregaten blev tyngre, krävde större motoreffekt från basmaskinen, åstadkom fler markberedningsrader, blev burna istället för dragna samt fick drivna verktyg. Efter 1990-talet har denna utveckling till viss del stannat upp. Resultatet visar även att flest aggregat är tillverkade i Sverige och Finland och att det är få av aggregatmodellerna som tillverkats i fler än 300 exemplar.

En slutsats från studien är att kravet på flexibilitet och kostnadseffektivitet har drivit utvecklingen av markberedningsaggregaten i Norden, men detta krav har även orsakat att vissa innovationer inte slagit igenom trots ett bra markberedningsarbete.

Nyckelord: Markbehandling, skogshistoria, mekanisering, skogsteknik, aggregat, harv, högläggare

Abstract

Soil preparation with subsequent planting or sowing, became increasingly common in the Swedish forestry of the 1940s and 1950s. Like other forestry work, the mechanization of soil preparation took off after the Second World War. This mechanization meant a large inflow of soil preparation devices in Nordic forestry, and the innovation and thirst for development was very high during the following decades. Particularly during the 1970s and 1980s, forestry's demands for rationalization together with studies showing the biological benefits of soil preparation, accelerated the pace of development of new soil preparation devices.

The objective of this study was to investigate the technical development of mechanical site preparation from 1945 until today in Nordic forestry.

The study was performed as a literature study. Relevant data (both general and technical data) were collected for specific devices from lots of different sources, mainly written but also some oral. A total of 167 soil preparation devices were observed, whereof 16 were made for intermittently advancing base-machines and 151 for continuously advancing base-machines.

The main results show that up until the 1990s, development was characterized by the fact that the devices became heavier, demanded more powerful engines, produced more soil preparation rows, were carried instead of drawn, and started using powered tools. This development has partially stopped after the 1990s.

One conclusion from the study is that the requirement for flexibility and cost-effectiveness has driven the development of soil preparation devices in the Nordic region. However, this requirement has prevented some innovations from being successfully adopted, despite showing good biological results.

Keywords: Soil preparation, forest history, mechanization, forest technology, scarifier, disc trencher, moulder

Innehållsförteckning

1	Inledning	11
1.1	Bakgrund	11
1.1.1	Markbehandling	11
1.1.2	Den tekniska utvecklingen inom skogsbruket	14
1.1.3	Den mekaniska markberedaren.....	14
1.1.4	Tillverkare i Sverige	17
1.1.5	Tillverkare i Norden	17
1.2	Tidigare studier	18
1.3	Syfte och mål	18
1.4	Avgränsningar	18
2	Material och metoder	19
2.1	Vetenskaplig metod	19
2.2	Datainsamling	19
2.2.1	Databas.....	19
2.2.2	Förhållningssätt till observerade data	20
2.2.3	Skrivna källor	20
2.2.4	Muntliga källor	22
2.3	Analyser	23
3	Resultat	24
3.1	Generella markberedningsdata.....	24
3.1.1	Areal markberedd skogsmark.....	24
3.1.2	Kostnad per hektar	25
3.1.3	Totala årskostnaden.....	26
3.1.4	Basmaskinens framryckningsprincip.....	27
3.1.5	Typ av basmaskin.....	28
3.1.6	Aggregatens arbetsprincip	29
3.1.7	Aggregatens avsedda markberedningsmetod	30
3.1.8	Antal åstadkomna markberedningsrader.....	32
3.1.9	Aggregatens tillverkningsland	33
3.1.10	Antal tillverkade aggregat.....	34
3.2	Tekniska data om markberedarna.....	35
3.2.1	Aggregatens vikt	35
3.2.2	Aggregatens motoreffektbehov.....	38
3.2.3	Aggregatens anslutningsprincip till basmaskin	42
3.2.4	Verktyg som kontaktorgan	43
3.2.5	Aggregatens drivningsprincip.....	44
4	Diskussion	47
4.1	Generella markberedningsdata.....	47

4.2	Basmaskinen	47
4.3	Aggregaten.....	48
4.4	Framtidens markberedare	50
4.5	Studiens brister.....	51
4.6	Framtida studier och tillämpning	51
4.7	Slutsatser	52
5	Referenser	53
6	Bilagor	59
6.1	Bilaga 1. Förklaring av digital datafil samt kategoriseringar av dessa data inom parentes 59	
6.2	Bilaga 2. Förklaring av kolumnrubriker i bilaga 3	61
6.3	Bilaga 3. Databas för markberedningsaggregat	63

Förord

Först vill jag börja med att rikta ett stort tack till min handledare, Back Tomas Ersson, Bitr. universitetslektor vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Skinnskatteberg. Back Tomas har lagt ner mycket tid på att granska arbetet och har under hela arbetets gång varit otroligt engagerad och hjälpsam.

Tack till personalen på skogsbiblioteket i Umeå som stått ut med mina eviga beställningar av gammal litteratur från arkivet, utan den hjälpen hade arbetet varit svårt att genomföra.

Jag vill även tacka Bracke Forest AB och Skogsmuseet i Lycksele för en otrolig gästfrihet i samband med mina besök.

Slutligen vill jag tacka min sambo som stöttat mig under detta arbete, samt mina kurskamrater som hjälpt en upp ur de djupaste svackorna då arbetet känts tungt.

Umeå 2019-03-22

Daniel Frölén

1 Inledning

1.1 Bakgrund

1.1.1 Markbehandling

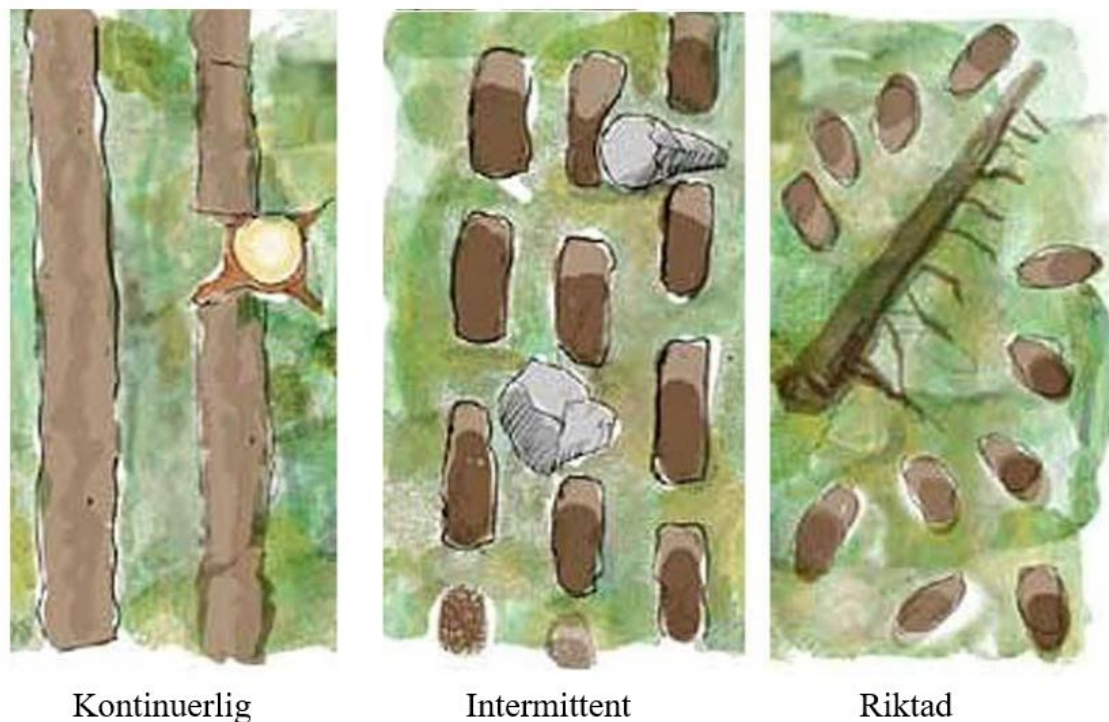
I det svenska skogsbrukets barndom skedde återväxten genom mer eller mindre slumpartad självföryngring men redan på 1800-talet insåg man emellertid markbehandlingens betydelse för återetablering av ny skog efter avverkning (Andersson, et al., 1994). Som en del i att återväxtplikten infördes började skogsbrukare att utföra olika typer av markbehandlingar. Markbehandlingens syfte är att till skapa bästa möjliga gröningsbetingelser för frö respektive bästa möjliga etableringsmiljö för plantor, samt att bidra till en för det uppväxande beståndet varaktigt god markmiljö som garanti för ståndortens uthålliga produktionsförmåga (Lundmark, 1988). Till markbehandling räknas skyddsdikning, hyggesbränning och markberedning, där skyddsdikning och hyggesbränning idag utförs i mycket begränsad omfattning (Lundmark, 1988; Skogsstyrelsen, 2018). Hyggesbränning var dock mycket vanligt förekommande på 1940 och 1950-talet (Johansson, 2003). Hyggesbränningen stod då för hela 85 % av markbehandlingarna och markberedningen endast för 15 %. Under 1960-talet ökade dock markberedningen kraftigt då det hade utvecklats kraftigare dragare och bättre aggregat vilket gjorde att den personalkrävande hyggesbränningen började ifrågasättas allt mer (Johansson, 2003; Lundmark, 1988). Bäckström, (1976) definierar markberedning som "...bearbetning av skogsmark i avsikt att åstadkomma en gynnsam grobädd för frön eller växtplats för plantor...". Själva markberedningen går praktiskt ut på att riva undan humustäcket fläckvis eller i stråk och kan utföras både manuellt och mekaniskt (Falk & Söderström, 1989). Markberedningen kan beroende på utförande bidra till ökad mineralisering av näringsämnen, ökad ljusexponering (Nilsson & Örlander, 1995), lägre jorddensitet, höjd marktemperatur (Örlander, et al., 1991), samt bättre vatten- och syreupptagning (Örlander, 1986). Det finns forskare som menar att det inte är möjligt att uppbringa en lyckad föryngring på våra breddgrader utan att genomföra någon form av markberedning (Sutton, 1993).

Markberedning med efterföljande plantering eller frösådd blev mer och mer en given åtgärd i det svenska skogsbruk som bedrevs, detta i takt med att trakthyggesbruket blev mer standardiserat under 1940- och 1950-talet (Löf, et al., 2016). Trakthyggesbruket bygger på att en viss skogbevuxen markyta föryngringsavverkas då skogen uppnått avverkningsmogen ålder, för att sedan återbeskogas genom plantering, sådd eller naturlig föryngring (Matthews, 1989). Trakthyggesbruket består av en rad mer eller mindre standardiserade föryngrings-, skötsel- och avverkningsåtgärder. De åtgärder som normalt utförs under en omloppstid med trakthyggesbruk från att skogen är föryngringsavverkad är: markbehandling, plantering, röjning, gallring och föryngringsavverkning då beståndet återigen blivit moget för avverkning. Ett trakthyggesbruk där målet är att åstadkomma en så kort omloppstid som möjligt kräver effektiva metoder för att snabbt återetablera ny skog efter föryngringsavverkning (Löf, et al., 2016). År 2017 markbereddes 152 000 hektar vilket nästan är 90 procent av den föryngringsavverkade arealen samma år (Skogsstyrelsen, 2017a; Skogsstyrelsen, 2017b).

På senare tid har begreppet hyggesfritt skogsbruk börjat användas mer flitigt (Sonesson, et al., 2017). Precis som namnet antyder innebär ett hyggesfritt skogsbruk att berört skogsområde aldrig genomgår någon hyggesfas (Albrektson, et al., 2012). Detta hyggesfria skogsbruk kräver oftast också någon form av markberedning för att kunna uppbringa en godtycklig föryngring, vilket bland annat Fjeld (1994) belyser i sin avhandling. Hur stora arealer det bedrivs hyggesfritt skogsbruk på idag är svårt att säga. I en enkät som storskogsbruket svarade på år 2017 trodde man att cirka 17 000 hektar kommer att brukas med hyggesfritt skogsbruk innan år 2020 (Hannerz, et al., 2017).

I markberedningssammanhang brukar man prata om två olika typer av utförd markberedning: kontinuerlig eller intermitterande (Larsson, 2011; Skogskunskap.se, 2018). Kontinuerlig

markberedning ger mer eller mindre djupa sammanhängande spår och bygger på ett aggregat som alltid är i kontakt med marken (Lundmark, 1988). Intermittent markberedning ger högar, fläckar eller dylikt inom ett visst avstånd och bygger på ett aggregat som arbetar i moment med kortare avbrott. Riktad markberedning är en typ av intermittent markberedning men sker med ett kranspetsmonterat aggregat där föraren aktivt väljer var aggregatet ska beröra marken (Figur 1).



Figur 1. Beskrivning av de huvudsakliga typerna av markberedning, riktad markberedning är en form av intermittent markberedning. Skiss från Skogskunskap.se, illustratör Anna Marconi.
Figure 1. Visual description of the main types of site preparation (*Kontinuerlig* = continuous; *Riktad* = directed). On the far right is directed spot-wise mounding, which is a form of intermittent soil preparation. Sketch from Skogskunskap.se, illustrator: Anna Marconi.

Dessa olika markberedningstyper som beskrivs ovan är en typ av kategorisering som bygger på hur olika markberedningsmetoder påverkar marken. De markberedningsmetoder som de nordiska markberedningsaggregaten har åstadkommit genom åren är olika varianter av följande metoder (se Örlander et al (1990), Sutton (1993), Bergsten & Sahlén (2008) samt Hansson et al (2014) för utförligare beskrivningar samt Figur 2 för skissförklaring):

Fläckmarkberedning:

Fläckmarkberedning är en intermittent metod och innebär en avfläkning av humustäcket vilket beroende på aggregat skapar olika stora mineraljordsfläckar, och då dessa aggregat jobbar i moment bildas dessa fläckar inom vissa givna intervall/avstånd. Fläckmarkberedningen ger främst en temperaturhöjning, säkrare fuktighetstillgång och vid genomtänkt val av planteringspunkt en minskad risk för snytbaggeangrepp på plantan.

Högläggning:

Högläggning är en intermittent metod och innebär antingen att ett aggregat med en noggrant genomtänkt arbetscykel fläker upp humus och mineraljord och genom rihjulets arbetscykel skapas en hög, eller att man med ett kranspetsmonterat aggregat eller skopa riktat skapar dessa högar. De högar man skapar kan antingen skapas på mineraljord eller humus (omvänd torva). Fördelen med

den omvända torvan på humus är den näringsfrigörelse som sker i den nedbäddade humustorvan och det är normalt detta man eftersträvar då man utför ”normal” högläggning.

Inversmarkberedning:

Inversmarkberedning räknas som en intermitterent metod. Inversmarkberedning är något som diskuterats i forskningssammanhang i nästan 30 år men som det först nyligen kommit tekniska lösningar för att kunna genomföra konventionellt. Metoden innebär att en omvänd torva med mineraljord överst läggs tillbaka i den grop där den fläkts upp ifrån fast med mineraljord överst.

Harvning:

Harvning är en kontinuerlig metod och innebär att aggregatet hela tiden har kontakt med marken under själva markberedningen. Enklaste formen av harvning innebär att någon typ av riv-verktyg luckrar jorden vilket var vanligare förr men även nu finns aggregat som arbetar på detta sätt. Harvning har sedan 1970-talet i Sverige i huvudsak förknippats med olika ”tallriksharvar” vilka är konstruerade att beroende på tallrikarnas vinkel fläka upp en ”humus/mineraljordssträng” eller ”tilta”. Rent markberedningsmässigt är harvning lik fläckmarkberedning, då det också innebär en avfläkning av humustäcket. Skillnaden är att harvningen oftast sker kontinuerligt vilket skapar fler planteringspunkter och gör större åverkan på hygget.

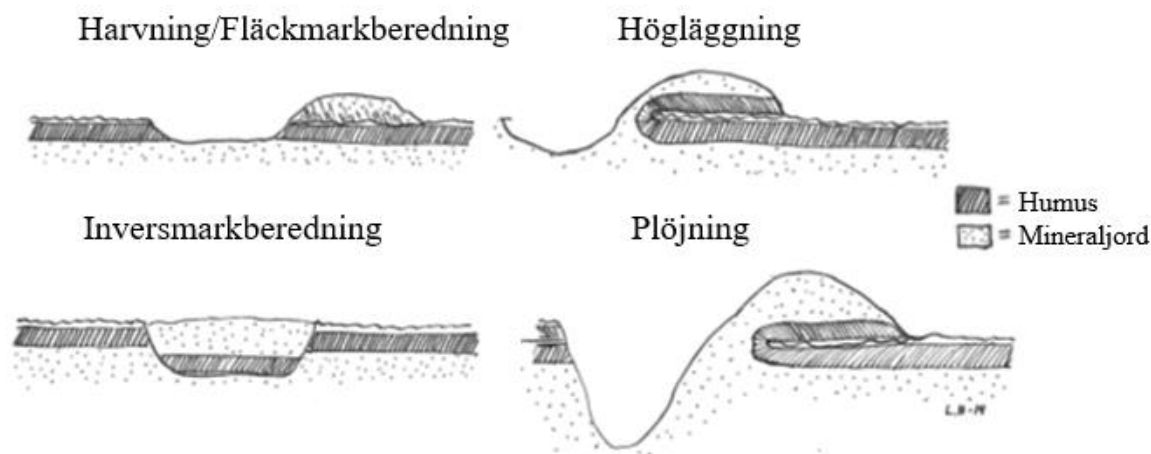
Fräsning:

Fräsning kan utföras både kontinuerligt och intermitterent, det förekommer även både dragna/burna (exv. HuMimMix) och kranspetsmonterade (exv. Humax 2-4) aggregat. Fräsning medför idag en mer yttlig markberedning och ger en blandning av humus och blekjord från det översta jordmånslagret. Eftersom tekniken baseras på skärande principer istället för avflående blir markpåverkan oftast mindre än vid t.ex. harvning med olika tallriksharvar.

Hyggesplöjning:

Hyggesplöjning är en kontinuerlig metod och även den mest radikala metoden, och bygger precis som det låter på att man med hjälp av en plog skapar djupa spår med en intilliggande upphöjd tilta på hygget. Hyggesplöjning blev med 1993 års nya skogsvårdslag förbjudet och var innan detta förbud mycket omdebatterat. Metoden som sådan skapade goda förutsättningar för en lyckad föryngring och medförde en ökad marktemperatur, minskad konkurrens från hyggesvegetation, minskad risk för snytbaggeangrepp samt ökad frigörelse av näringsämnen från humus och avverkningsrester.

Vilken metod man använder beror i huvudsak på ståndorten, vald föryngringsåtgärd, markens egenskaper, terrängens lutning samt det specifika hyggets svårighetsgrad, dvs förekomst av hinder som stubbar, stenar, humuslager och avverkningsrester (Skogskunskap.se, 2018).



Figur 2. Beskrivning av några olika markberedningsmetoders åverkan på marken från Hansson et al, (2014).
Figure 2. Visual description of some different site preparation methods and their impact on the soil, from Hansson et al, (2014).

1.1.2 Den tekniska utvecklingen inom skogsbruket

Skogsarbetet bestod under lång tid enbart av tungt och påfrestande manuellt arbete och de första motorredskapen kom inte till förrän på 1920-talet (Andrén, 1992). Skogsbruket behöll längre än inom många andra yrken sin manuella prägel med handredskap, muskelkraft, hästar och enkla körredskap och så sent som på 1950-talet användes ännu inga maskiner praktiskt i avverkningarna (Andersson, 2004). Efter andra världskriget tog mekaniseringen dock fart och under 1950-talet började traktorn vinna insteg i skogen. Till en början med överskottsmaterial i form av ”Snövesslan”, även kallad ”Krigsvesslan” eller bara vesslan, sedan med enkla jordbrukstraktorer som enbart tog sig fram där det rådde gynnsamma terrängförhållanden (Ager, 2017; Back, et al., 2000).

En milstolpe för Sveriges skogstekniska utveckling och traktorns brukande i skogen var då J. Östberg & Co (senare ÖSA) började tillverka halvband (Östberg, 1990). Halvbandsepoken började 1952 och alla möjliga motorredskap började utrustas med halvband. 1955 lanserade ÖSA helbandet ”Alfta-bandet” och även det blev en succé. Alftabandet monterades på traktorer världen över. Alftabanden gjorde att traktorerna kunde framföras även i den eländigaste terräng utan att vara styva och stötiga (Östberg, 1990). I början på 1960-talet ersattes halvbandet och helbandet av trekvartsbandet. Med detta trekvartsband som viktig beståndsdel utvecklades den bandburna skotaren med bogghjulkärra efter att tidigare utrustats med en kälke (Ager, 2017). Hjulskotaren tillkom under mitten av 1960-talet efter att Lars Bruun experimenterat med att bygga ihop två jordbrukstraktorer av modell BM 55. Lars Bruun utvecklade idén och en nollserie på tolv hjulskotare presenterades kort därefter (Öhman, 2013).

1.1.3 Den mekaniska markberedaren

Markberedningen utfördes länge helt manuellt, antingen i form av hyggesbränning, eller med hacka. Innan olika typer av traktorer började nyttjas användes häst som dragare med olika typer av kultivatorer för att skapa de eftersträvade markberedningsfläckarna. Denna metod övergavs dock rätt fort då påfrestningarna på häst och körkarl blev för stora (Callin & Troëng, 1966). I och med teknikens utveckling kom det succesivt effektivare aggregat och starkare traktorer som klarade av detta krävande arbete (Johansson, 2003). Tirén (1946) redogjorde om de försök som statens skogsforskningsinstitut hade påbörjat kring markberedning med traktorer vilket är den första dokumenterade källan över rent mekaniserad markberedning (Callin, 1947). Utvecklingen fortsatte i takt med de dragkraftsresurser som ”traktoriseringen” bidrog med i slutet av 1940-talet och år 1950 upprättades en markberedningskommitté som hade till uppgift att effektivisera den

försöksverksamhet som fanns (Fredén, 1958). Vid nyttjande av kontinuerligt framryckande basmaskiner var det till en början i huvudsak olika typer av fläckmarkbererdare som förekom som aggregat (Figur 3, övre vänster). Aggregatens funktion och utseende har genom åren varit mer eller mindre innovativa. Under 1970- och 1980-talet blev det vanligt med olika tallriksharvar (Figur 3, nedre vänster) samt olika högläggare (Figur 3, nedre höger). Men även aggregat med olika fräsenheter har förekommit och förekommer (Berg, 1991; Löf, et al., 2016) (Figur 3, övre höger).



Figur 3. Beskrivning av ett antal typiska markberedningsaggregat avsedda för kontinuerligt framryckande basmaskiner. Uppe till vänsteren automatiskt utlöst fläckmarkbererdare från 1960-talet (SFI-Standard), uppe till höger en fräs från 1970-talet (Wadell-fräsen), nere till vänsteren 2-radig tallriksharv från 1980-talet (Donaren 180) och nere till högeren 3-radig högläggare från sent 1980-tal (Bräckes burna högläggare B390). (Foto: AB Skogsbruksmaskiner, Bengt Gyldberg, Nordfor Teknik AB och Bracke Forest AB)

Figure 3. Visual description of a number of typical site preparation units intended for continuously advancing base machines. Up to the left, an automatic patch scarifier from the 1960s (SFI Standard); up to the right, a cone scarifier from the 1970s (Wadell-fräsen); down to the left, a 2-row disc harrow from the 1980s (Donaren 180); and down to the right, a 3-row mounder from the late 1980s (Bräckes burna högläggare B390). (Photo: AB Skogsbruksmaskiner, Bengt Gyldberg, Nordfor Teknik AB and Bracke Forest AB)

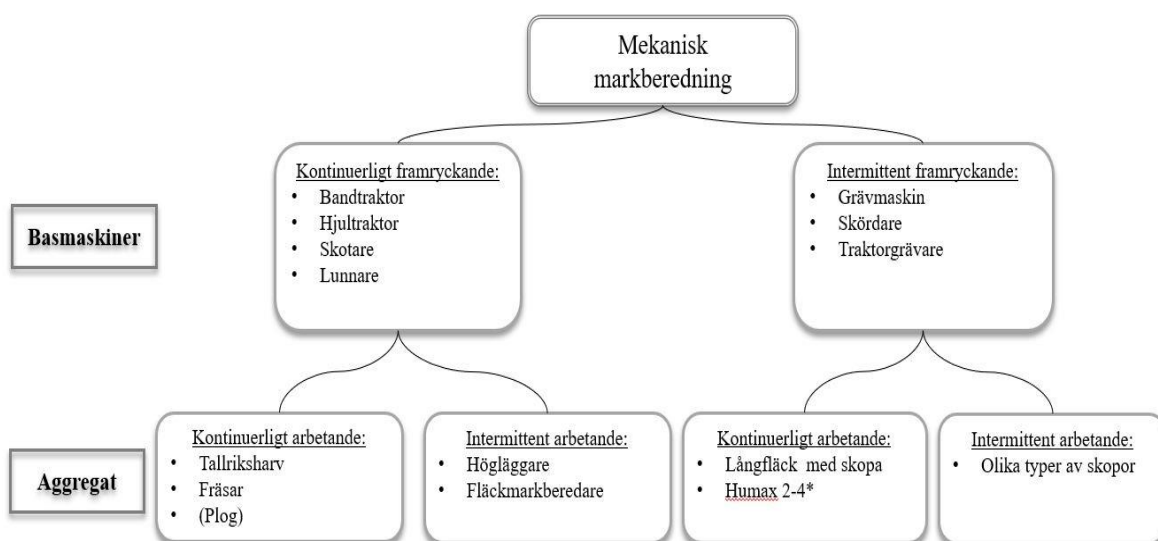
Vid nyttjande av intermittent framryckande basmaskiner med kranpetsmonterade aggregat (avsedda för riktad markberedning) har det förekommit betydligt färre aggregat. I Figur 4 redovisas ett antal exempel på hur dessa aggregat har sett ut.



Figur 4. Beskrivning av ett antal typiska markberedningsaggregat avsedda för intermittent framryckande basmaskiner. Uppe till vänster en vanlig grävmaskinsskopa, uppe till höger inversaggregatet Karl-Oskar från 2010-talet, nere till vänster Garpgreppet från sent 1990-tal och nere till höger Öje-Högen från sent 1980-tal. (Foto: Sven O Lundin, Erik Viklund, Lars Davner och Göran Adelsköld.)

Figure 4. Visual description of a number of typical site preparation units intended for intermittently advancing base machines. Up to the left, an ordinary excavator bucket; up to the right, the inverting device named Karl-Oskar from the 2010s; down to the left, Garpgreppet from the late 1990s; and down to the right, Öje-Högen from the late 1980s. (Photo: Sven O Lundin, Erik Viklund, Lars Davner och Göran Adelsköld.)

För att framföra aggregaten har det historiskt i huvudsak varit olika band- eller hjultraktorer som utgjort dragare (basmaskiner), och på senare tid är det normalt en skotare som drar aggregatet. För kranpetsmonterade aggregat och som intermittent framryckande basmaskiner är det normalt olika grävmaskiner som nyttjas men även aggregat monterat på skördare och traktorgrävare förekommer. Precis som för markberedning i allmänhet så utgår man från begreppen kontinuerlig och intermittent. Därför kategoriseras basmaskiner som *kontinuerligt framryckande* eller *intermittent framryckande* och aggregaten som *kontinuerligt arbetande* eller *intermittent arbetande*. I Figur 5 anges ett antal exempel för respektive kategori. Holmen (2001) gör en liknande kategorisering i sin återväxthandbok.



Figur 5. Kategorisering av mekaniska markberedare med ett antal typexempel, uppdelat på basmaskiner och deras framryckningsprincip samt aggregat och deras arbetsprincip. Aggregat inom parentes är i dagsläget förbjudna och aggregat markerad med * är inte kommersiellt tillgängliga i dagens skogsbruk.

*Figure 5. Categorization of mechanical site preparators, including some typical examples. The categorization is based on the base machines and their advancement principle, and the devices and their working principle. Devices within brackets () are prohibited and devices with * are not available commercially in today's forestry*

1.1.4 Tillverkare i Sverige

Historiskt har det funnits ett stort antal olika tillverkare av markberedningsaggregat i Sverige, både små aktörer och större (se Bilaga 2). Idag finns det ett antal tillverkare av kommersiella markberedningsaggregat i Sverige. Bracke Forest AB, som funnits sedan år 1922 men som från år 1970 specialiserat sig på markberedningsaggregat och tillverkar idag ett brett sortiment av produkter anpassat för maskinell markberedning och föryngring (Bracke Forest, 2018). Alftaprodukter AB tillverkar ”Midiflex” markberedaren, en harv med midjemonterade tallrikar (Alftaprodukter AB, 2018). Georg Strömbäck, uppfinnare och tillverkare verksam utanför Kalix, har uppfunnit och konstruerat aggregatet GSSP vilket också är ett midjemonterat aggregat (Tidningen Skogen, 1995). FTG Cranes AB tillverkar Moheda-FTG markberedaren, en fläckmarkberedare anpassad för att monteras bakom en jordbrukstraktor (FTG Cranes AB, 2011). Gällande aggregat anpassade för intermittent riktad markberedning finns det ett flertal tillverkare, bland annat Sit Right AB som tillverkar markberedningsskopen ”Komplett” (Sit Right AB, 2016), samt BSM Verkstads AB som tillverkar markberedningsaggregatet ”Karl-Oskar”, vilket är ett kranpetsmonterat aggregat avsett att utföra inversmarkberedning (BSM Verkstads AB, 2018).

1.1.5 Tillverkare i Norden

Finland har historiskt haft en viktig roll för markberedarnas utveckling och då främst i kraft av tillverkaren TTS Forest (tidigare Työvälne Oy) som tidigt var innovativa med olika tallriksharvar vilka också marknadsfördes på den svenska marknaden (Tidningen Skogen, 1968). TTS Forest blev år 1999 uppköpt av Bracke Forest AB (Bracke Forest, 2018). Danska FASTERHOLT tillverkar idag ett traktordraget aggregat som kallas ”Planteopriller” (Stork, 2017).

1.2 Tidigare studier

Det har i modern tid inte gjorts någon liknande historisk kartläggning av markberedare, men inspiration till arbetet har delvis hämtats från Perssons (2016) studie om engreppskördarens tekniska utveckling och Öhmans (2013) studie om hjulskotarens tekniska utveckling. Historiskt har det gjorts ett antal sammanställningar av olika markberedningsmetoder och hur de utvecklats (exv. Lammi 2006), men ingen som fokuserat på markberedarnas tekniska utveckling. Med teknisk utveckling menas här dels rena tekniska specifikationer och hur de förändrats över tid, men även hur markberedarnas praktiska funktion och utfallet av själva markberedningen utvecklats över tid.

1.3 Syfte och mål

Syftet med studien är att beskriva hur den maskinella markberedaren utvecklats historiskt, samt kartlägga de trender, utvecklingssteg och förändringar av tekniska data på basmaskiner och markberedningsaggregat som förekommit från år 1945 till 2018. För att få ett vidare perspektiv på vad som kan ha drivit utvecklingen framåt kommer markberedningens kostnader och omfattning att undersökas.

Målet med studien är att utifrån den historiska kartläggning och efterföljande analyser kunna bistå med fakta och dokumentation för framtida utveckling av markberedare.

1.4 Avgränsningar

Utifrån syftet avgränsas studien till att beröra de rent mekaniska markberedarna som omnämns i nordiska skogsbrukssammanhang, såväl prototyper som serietillverkade.

2 Material och metoder

2.1 Vetenskaplig metod

Studien utformades som en litteraturstudie då det ansågs vara den enda metod där det på ett strukturerat sätt kunde samlas in data över studiens hela tidsram. En litteraturstudie innebär att befintlig forskning sammanställs inom ett valt område (Nilsson, 2005). För att fånga upp information om alla tänkbara markberedare har litteraturen till denna studie fått utgöras av alla tänkbara källor, inte bara befintlig forskning. Fokus vad gäller datainsamlingen har varit att finna tekniska specifikationer och utvecklingstrender för basmaskiner och markberedningsaggregat. Litteratursökningen har också utförts för att kunna få en bild av hur skogsbrukets utveckling tenderat att påverka markberedarnas utveckling under 1900-talets andra hälft. I forskningssammanhang avser litteratur i stort sett allt tryckt material, dvs. böcker, artiklar, rapporter, uppsatser m.m. (Ejvegård, 2003). Litteraturen som utgjort underlag till detta arbetes datainsamling har kommit att bestå av alla dessa litteraturtyper, men äldre tidskrifter, forskningsserier och broschyrer har kommit att ha en framstående roll för detta arbetes genomförande. Vetenskapliga artiklar har utgjort underlag också utgjort underlag för insamling av data kring markberedarna men framförallt för vidare diskussioner av kommande resultat. Analyser har därefter gjorts för att kunna besvara frågeställningen.

2.2 Datainsamling

2.2.1 Databas

Innan datainsamlingen påbörjades skapades en databas i Microsoft Excel. I detta Excel-ark upprättades ett antal kolumnrubriker över intressanta data som skulle kunna uppfylla syftet, samt rimliga att hitta från de potentiella datakällorna. Inspiration för att skapa dessa olika datakolumner hämtades delvis från Öhman (2013) och Persson, (2016) men även Friberg (1975) och Wickström (1981). Denna databas gjorde det sedan lättare att fånga upp relevant data från litteraturen. I Tabell 1 redogörs över de olika data som samlats in samt utgjort kolumnrubriker i databasen. För de flesta av dessa data har det sedan gjorts kategoriseringar för att ha ett dataunderlag som senare ska kunna analyseras. I Bilaga 1 finns en detaljerad redogörelse av dessa kategoriseringar samt förklaring till data i Tabell 1.

Tabell 1. Data kring markberedarna som samlats in och dokumenterats i databasen i Microsoft Excel
Table 1. Data for the site preparation devices that were collected and documented in the Microsoft Excel database

För analyserna nödvändiga data	Extra data
Tidigaste årtal för omnämmande	Modellnamn
Tillverkningsland	Tillverkare/Uppfinnare
Antal tillverkade	Referens för aktuell information
Typ av basmaskin	Övriga noteringar
Basmaskinens framryckningsprincip	
Markberedningsmetod	
Typ av verktyg	
Anslutning basmaskin	
Aggregatets vikt	
Aggregatets minsta motoreffektbehov	
Typ av utförd markberedning	
Antal åstadkomna markberedningsrader	
Drivningsprincip	
Drivna av basmaskin/Separat motor	
Kraftöverföringsprincip	

2.2.2 Förhållningssätt till observerade data

Vid observationer av aggregat har det tidigaste året för omnämmande fått utgöra underlag vid senare analyser, vilket uppdaterades kontinuerligt under hela studien. Både protyper och aggregat som lanserats på marknaden har inkluderats i studien. Om flertalet källor uppgett information om samma aggregat har den mest tillförlitliga källan nyttjats. Källorna har rangordnats enligt följande rangordning:

1. Aggregattester av Forskningsstiftelsen Skogsarbeten/Skogforsk, Tidningen Skogen.
2. Broschyrer från tillverkarna
3. Nyheter Skogsteknik i Tidningen Skogen
4. Annonser i tidningar

Om det redovisats olika tekniska specifikationer under olika år från lika trovärdiga källor har ett medelvärde använts om det inte varit orimliga skillnader.

2.2.3 Skrivna källor

I samband med att studiens syfte och mål var upprättade skapades ett inlägg på www.skogsforum.se där det efterlystes all tänkbar information om äldre markberedare. Skogsforum har funnits sedan 2005 och är idag Skandinaviens största digitala forum för skog, skogsbruk och skogsmaskiner med nästan 40 000 medlemmar (Skogsforum, 2018). Studien inleddes med att skapa detta inlägg för att ett inlägg av denna typ antogs kräva tid för att bidra med bra information. Inlägget på "Skogsforum" bidrog med ett antal länkar till tidigare trådar som

kunde vara intressanta i sammanhanget, samt kontaktuppgifter till personer som ansågs kunna bidra med data. Personerna kontaktades men bistod inte med några för studien relevanta data.

Datansamlingen av litterärt material inleddes med att noggrant gå igenom alla nummer av tidningen *Skogen* från år 1945 till 2017. Syftet med detta var att hitta artiklar eller annonser som rörde markberedningsaggregat eller markberedning i allmänhet. Tidningen *Skogen* är en opartisk tidning och har givits ut varje år från 1914 och framåt (Skogen, 2018). Tidningen finns magasinerad i SLU-biblioteket i Umeås arkiv fram till år 1996 och beställdes upp för att kunna läsa, granska och senare analysera innehållet. Senare nummer fanns för allmän beskådan i det ”öppna” biblioteket vilka också behandlas på samma sätt som äldre nummer. Tidningen *Skogen* är därmed den enda källan som på ett strukturerat sätt är för år gått att granska under hela tidsperioden som denna studie berör. Tidningen publicerade mycket relevant information och dessa sidor skannades sedan in som PDF-filer och sorterades i mappar år för år (Figur 6, vänster).



Figur 6. Exempel på inskannat material: annons från Tidningen Skogen år 1976 till vänster, och broschyr från Skogsmuseet i Lycksele år 1985 till höger.

Figure 6. Examples of scanned material: advertisement from Tidningen Skogen in 1976 to the left, and a brochure from the Forest Museum in Lycksele in 1985 to the right.

I medeltal utgjorde det inskannade materialet 4–5 sidor per år. Det fanns dock en trend att från och med 1990-talets mitt förändrades tidningens innehåll och innehöll mindre information om skogsteknik och därmed mindre relevant information för denna studie. Materialet från tidningen *Skogen* utgjorde en mycket bra grund och gav en bra bild av hur vidare datansamling skulle genomföras.

Datansamlingen fortsatte genom att granska forskningsstiftelsen Skogsarbetens serier *Teknik*, *Redogörelse* och *Resultat* som givits ut mellan år 1964 till 1994. Dessa serier finns också arkiverade i SLU-bibliotekets arkiv och beställdes upp i omgångar. På samma sätt som med data från tidningen *Skogen* skannades relevant data in från dessa serier. Fördelen med dessa serier och

särskilt serien *Teknik* var att de innehöll mycket detaljerade tekniska specifikationer och kompletterade tidigare insamlade data på ett bra sätt.

För att ytterligare bredda studiens datainsamling bokades in ett besök vid Lycksele skogsmuseum. Vid besöket på skogsmuseet hade VD tillsammans med sina kollegor sökt ut allt markberedningsrelaterat som de hade i sina arkiv. Detta material bestod av flertalet broschyrer och instruktionsböcker men även ett antal filmer. Filmerna kopierades över på USB-minne och litterärt material skannades in på plats i Lycksele för senare bearbetning. Det litterära materialet från skogsmuseet bidrog dels med en del nya aggregat men kompletterade även tidigare insamlade data på ett bra sätt, då broschyrer och instruktionsböcker innan varit svårt att finna (Figur 6, höger).

Bracke Forest ABs VD kontaktades där det bokades in ett besök. Företaget hade i pärmar sparat ett stort antal broschyrer till aggregat som i huvudsak de hade tillverkat men även aggregat de tidigare marknadsfört genom åren. Broschyerna granskades och kompletterade tidigare insamlat data och då speciellt kring deras egna aggregat.

Skogsstyrelsen har mellan år 1942 och år 2014 givit ut *Skogsstatistiks årsbok* som före år 1950 hette "Det enskilda skogsbruket". Eftersom markberedningens omfattning varierat genom åren ansågs det relevant för studien att undersöka hur stor areal man år för år markerat i Sverige samt till vilken kostnad. Eftersom det genom åren markerats olika stora arealer ansågs kostnaden per hektar som den mest intressanta för att jämföra hur kostnaden för markberedning förändrats. Den totala årskostnaden samlades också in då det ansågs intressant för att förstå hur mycket pengar markberedningsarbetet omsatte. Både arealer och både dessa kostnadstyper kunde med lätthet samlas in från detta omfattande skogsstatistiska uppslagsverk för så gott som hela studiens tidsomfattning. För att kunna få ett mått på hur mycket kostnaderna faktiskt förändrats noterades KPI (konsumentprisindex) på SCBs (Statistiska centralbyrån) hemsida. KPI är ett index som mäter den genomsnittliga prisutvecklingen för hela den privata inhemska konsumtionen, de priser som konsumenten faktiskt betalar. KPI är det vanliga måttet på inflation- och kompensationsberäkningar i Sverige (SCB, 2018). För att tydligt kunna se hur kostnaderna har förändrats har kostnaderna räknats om till 2012 års penningvärde.

2.2.4 Muntliga källor

För att komplettera den litterära datainsamlingen samt bättre kunna kartlägga hur trender ser och har sett ut, har data i viss mån även samlats in genom muntliga källor. I samband med besöket på Bracke Forest AB fördes ett samtal tillsammans med VD samt en konstruktör som jobbat i företaget sedan 1982 vilket bidrog med mycket kompletterande information. Under detta samtal gick vi igenom hela deras företagshistoria och kontrollerade hur väl studiens tidigare observationerna kring deras aggregat stämde. De satt inte bara inne på kunskap om deras egna aggregat utan hade även mycket information om andra tillverkares aggregat. Övriga frågor som ställdes i samband med besöket hoppades kunna ge svar på vilka utmaningar som finns idag och funnits historiskt, tolka trender som kommit och gått, samt tillföra tankar och idéer kring den framtida utvecklingen av markberedarna.

I slutet av studien gjordes en del sökinsatser riktade till intressanta fysiska personer för att komplettera visst data kring specifika aggregat. Till exempel kontaktades ett antal uppfinnare i Sverige och med hjälp av Bracke Forest AB kontaktades en tidigare TTS-Forest anställd i Finland som arbetade på det finska TTS-Forest när Bracke Forest köpte upp dem år 1999. Efter mailkontakt erhöles kompletterande information kring ett stort antal aggregat tillverkade av TTS-Forest.

2.3 Analyser

Kontinuerligt under hela datainsamlingen fördes data in i databasen i Excel.

För att underlätta vidare analyser och för att kunna samla in data ända in i studiens slutskede skapades en dynamisk analysflik i Excel arket. Det medförde att data som fördes in i *datafliken* automatiskt sammanställdes i *analysfliken* och kunde då presenteras i figurer som också uppdaterades automatiskt.

För diskreta datavariabler och dess kategoriseringar (som t.ex. *Typ av basmaskin* och dess kategorier: *Bandtraktor, Lunnare, Skotare*), byggde sammanställningen på att summera antalet observationer av respektive kategori per tioårsperiod, vilket i sig baserades på observerat aggregat och dess tillverkningsår. Varför data sammanställdes per tioårsperiod beror på att antalet observerade aggregat inte var mer omfattande samt att denna noggrannhet ansågs besvara syftet tillräckligt bra. Med motordrivet aggregat menas ett aggregat drivet med hjälp av en hydraulmotor eller traktorns kraftöverföringsaxel. Med mekanisk utväxling menas ett aggregat utrustat med verktyg som med en mekanisk utlösningmekanism automatiskt skapar fläckar inom ett visst avstånd.

För kontinuerliga variabler (som t.ex. *Vikt* och *Minsta motoreffektbehov*) sammanställdes dessa resultat genom att låta respektive aggregat utgöra en egen datapunkt. För dessa variabler sammanställdes sedan medelvärden, minimum och maximumvärden samt standardavvikelse för hela studiens tidsomfattning, samt även per tioårsperiod. Uppgifterna om minsta motoreffektbehov är tillverkarnas rekommenderade miniminivå på motoreffekt (i kW) hos basmaskinen. Minsta motoreffektbehov inkluderar även den kraft som krävs för att förflytta basmaskinen (jämför Hallonborg & Landström, (1993) och utgår ifrån/förutsätter tillverkarnas rekommenderade och vid den tiden lämpligaste storlek på, och typ av basmaskin.

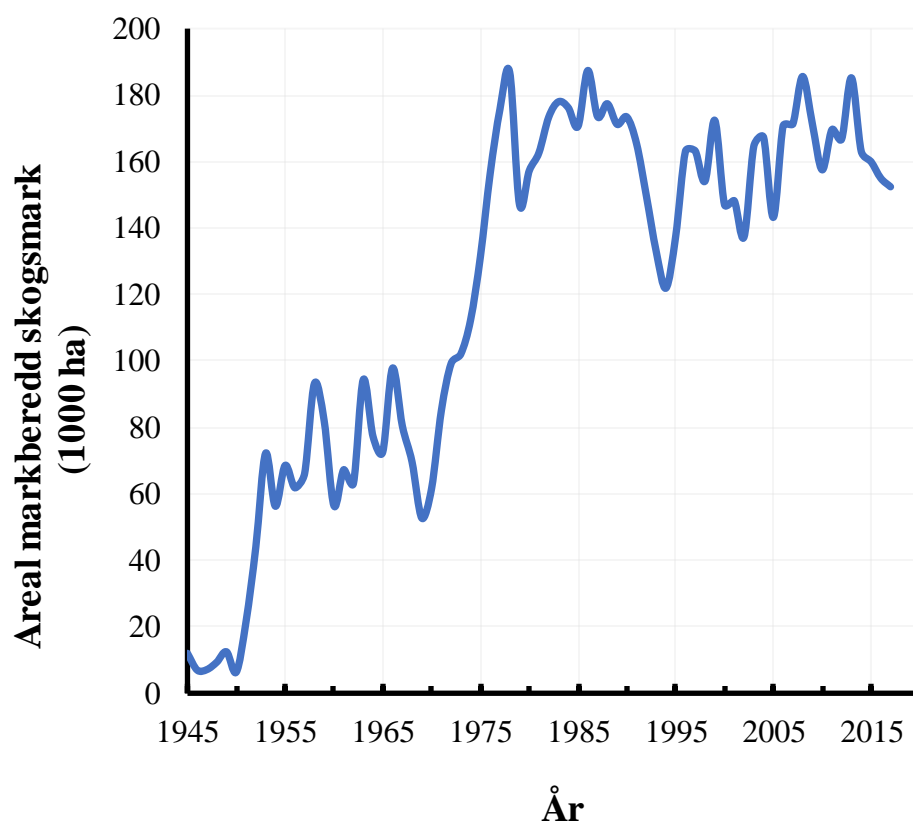
För att kunna påvisa om det fanns någon korrelation mellan år och de olika variablerna samt bedöma om det fanns samband mellan att vissa datakategorier minskat då andra ökat eller tvärtom, analyserades observerade data i statistikprogrammet *Minitab*. Spearman's rank correlation coefficient (RS) och Pearsons product-moment correlation coefficient (RP) användes för att kunna styrka detta. Pearsons mäter den linjära korrelationen mellan två variabler och Spearman's mäter såväl linjära som icke-linjära monotoniska relationer. Båda koefficienterna kan sträcka sig mellan värde -1 till $+1$, och ju större absolutvärdet av koefficienten är, desto starkare är förhållandet mellan variablerna. Ett värde av $+1$ indikerar således att det finns ett perfekt förhållande över att något till exempel ökat över tid (Minitab, 2017). För båda dessa korrelationskoefficienter finns ingen uttalad signifikansnivå, utan ju närmre -1 eller $+1$ ju starkare minskning eller ökning. Ett negativt tal innebär att den jämförda variabeln minskat över tid och ett positivt tal innebär att variabeln ökat över tid, och ju närmre -1 eller $+1$ ju tydligare minskning eller ökning över tid visar koefficienten på. Eftersom observationerna inte samlats in slumpmässigt samt att insamlat data ej var normalfördelat kunde inte några andra statistiska tester genomföras (Edlund, 2018, pers. komm.).

3 Resultat

3.1 Generella markberedningsdata

3.1.1 Areal markberedd skogsmark

Arealen markberedd skogsmark har varierat mellan som lägst 6 357 hektar år 1950 och som högst 187 400 hektar år 1986, vilket innebar en ökning med över 28 gånger (Figur 7). Detta styrks även statistiskt ($RS=0,757$, $RP=0,849$). Ökningen har dock avtagit runt år 1985 och därefter legat på en någorlunda lika nivå.

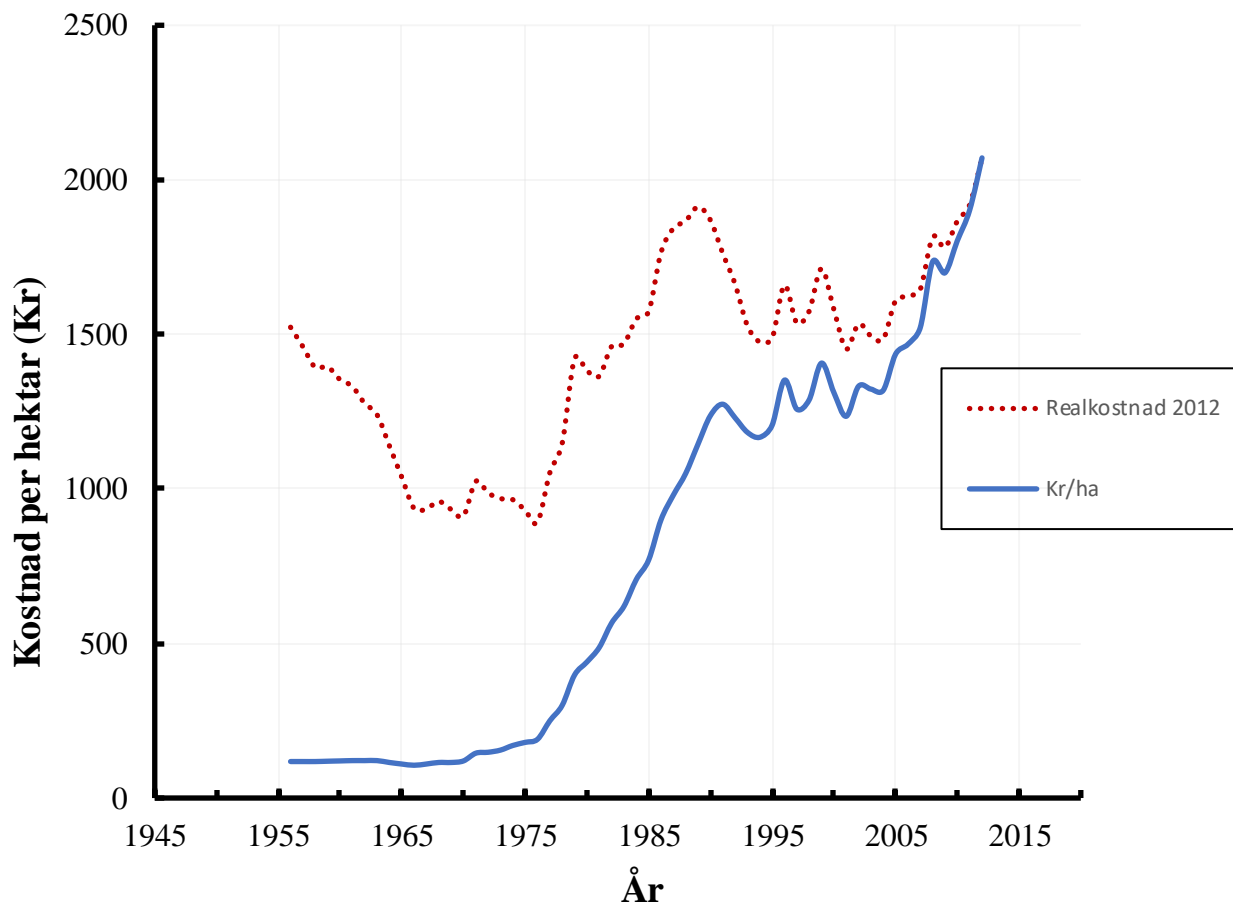


Figur 7. Utvecklingen av den totala arealen markberedd skogsmark i Sverige från år 1945 till 2017 baserat på statistik från Skogsstyrelsen.

Figure 7. The total area of site prepared forest land in Sweden from 1945 to 2017 based on statistics from Skogsstyrelsen

3.1.2 Kostnad per hektar

Kostnaden per hektar för utförd markberedning har kunnat observeras mellan år 1956 och 2012. Utifrån den reala kostnaden var kostnaden för markberedning som lägst mellan år 1965 och 1975. Som lägst var kostnaden 912 kr per hektar i 2012 års penningvärde år 1970 och som högst 2012 med 2071 kr per hektar.

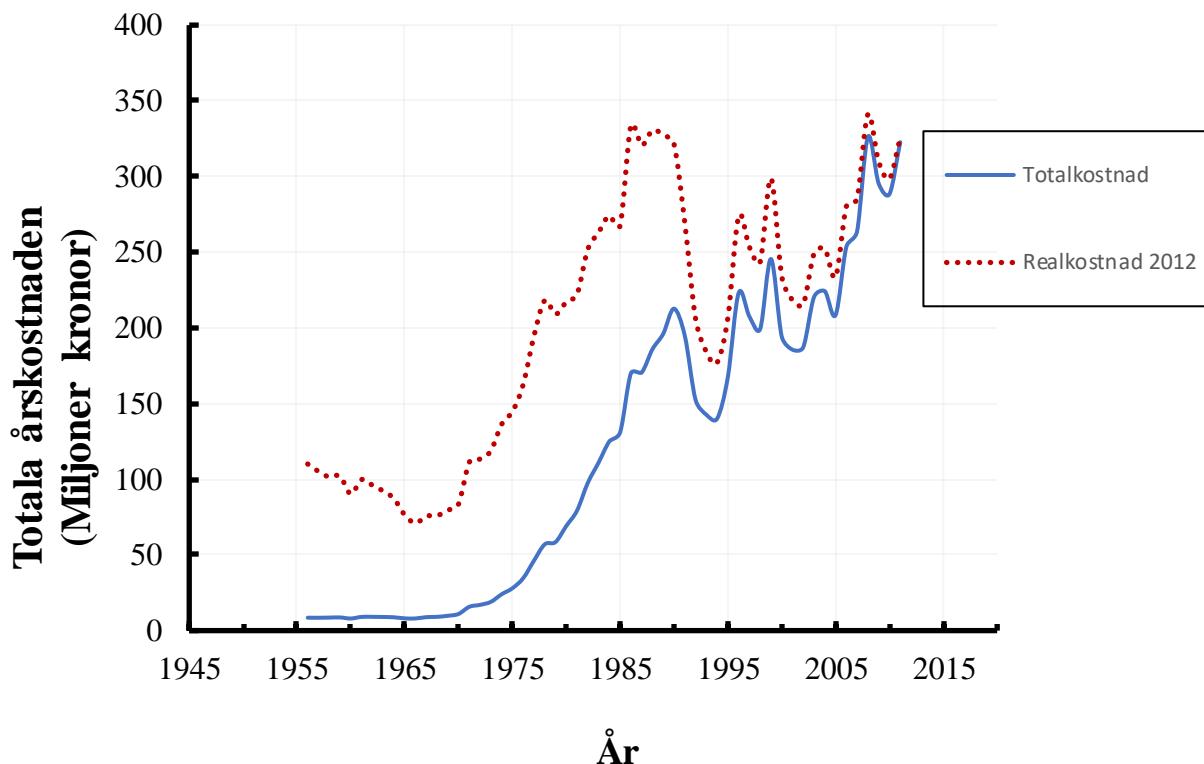


Figur 8. Utvecklingen av markberedningskostnaden per hektar markberedd skogsmark i Sverige jämfört med realkostnaden 2012 från år 1956 till 2012 baserat på statistik från Skogsstyrelsen och SCB.

Figure 8. The development of the site preparation cost per hectare of forest land in Sweden compared to the real cost based on the Swedish consumer price index from 1956 to 2012. Statistical data from Skogsstyrelsen and SCB.

3.1.3 Totala årskostnaden

Totalkostnader för markberedning har kunnat observeras mellan år 1950 och 2012. Skogsbrukets totalkostnader har varierat mellan 8,53 miljoner kronor som lägst år 1956, och 345,41 miljoner kronor som högst år 2012 vilket innebar en ökning med över 3950%. Detta styrks även statistiskt, då det finns en mycket tydlig trend (RS= 0,937, RP= 0,938). I 2012 års penningvärde syns även att den totala årskostnaden var ungefär lika stor under 1980-talet som på 2010-talet (Figur 9).

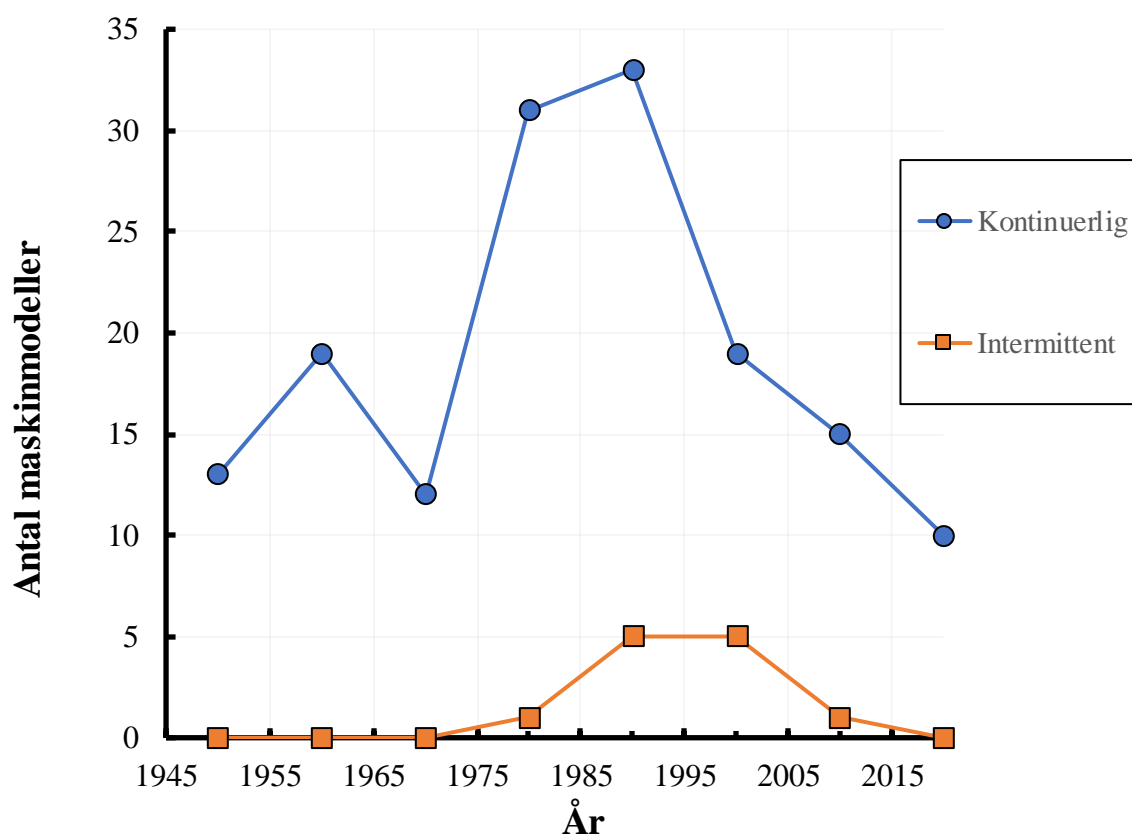


Figur 9. Utvecklingen av skogsbrukets totala årskostnad för utförda markberedningsåtgärder på skogsmark i Sverige jämfört med realkostnaden 2012 mellan år 1956 och 2012 baserat på statistik från Skogsstyrelsen och SCB.

Figure 9. The development of forestry's total annual cost for site preparation on forest land in Sweden between 1956 and 2012 based on statistics from Skogsstyrelsen and SCB.

3.1.4 Basmaskinens framryckningsprincip

Utvecklingen av basmaskinens framryckningsprincip kunde observeras för 158 av de 167 observerade aggregaten och redovisas i Figur 10. Ända sedan år 1945 är det basmaskiner med en kontinuerlig framryckningsprincip som varit vanligast. Intermittent framryckande basmaskiner började observeras på 1980-talet och under efterföljande decennier observerades ungefär samma antal för att sedan minska (Figur 10). Dock finns det ingen tydlig statistisk trend för någon utav basmaskinsprinciperna (kontinuerlig: $RS = -0,167$, $RP = -0,076$; intermittent $RS = 0,318$, $RP = 0,411$).

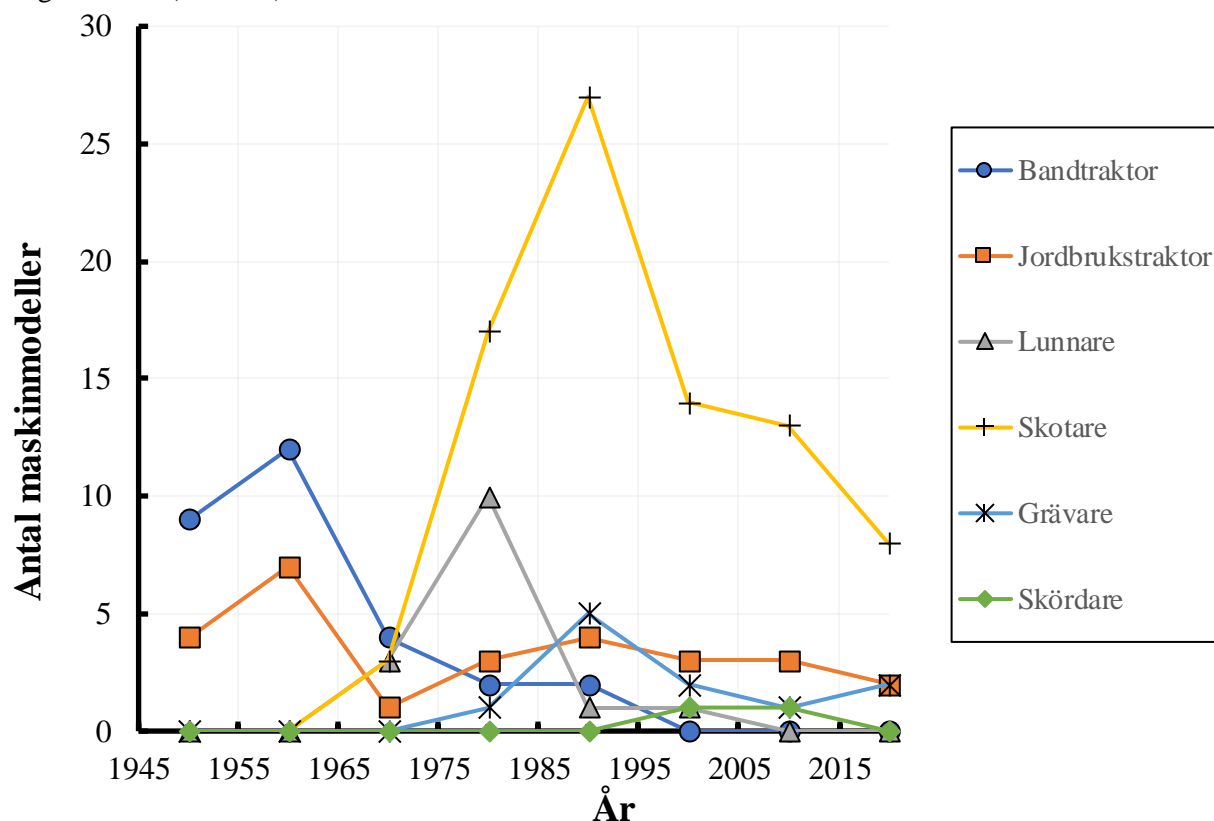


Figur 10. Antal märkberedningsmaskinmodeller som presenterats per tioårsperiod i Norden mellan år 1945 och 2018 uppdelat på kontinuerlig och intermittent framryckning.

Figure 10. The number of chosen base machines presented per ten-year period in the Nordic countries between 1945 and 2018. The base machines are categorized either as continuously or intermittently advancing.

3.1.5 Typ av basmaskin

Vald typ av basmaskin för att framföra respektive aggregat kunde observeras för 158 av de totalt 167 aggregaten och redovisas i Figur 11. Bandtraktor och jordbrukstraktor (hjultraktor) var vanligast fram till slutet på 1960-talet och ersattes sedan, först av lunnaren och senare av skotaren som efter 1980 var klart vanligast. Statistiskt sätt har bandtraktor minskat kraftigt och skotaren ökat kraftigt över tid (Tabell 2).



Figur 11. Antal markberedningsmaskinmodeller och vald typ av basmaskin som presenterats per tioårsperiod vid maskinell skogsmarksberedning i Norden mellan år 1945 och 2018.

Figure 11. The number of soil preparation devices which been presented during each ten-year period and chosen type of base machine during mechanical site preparation in the Nordic countries between 1945 and 2018.

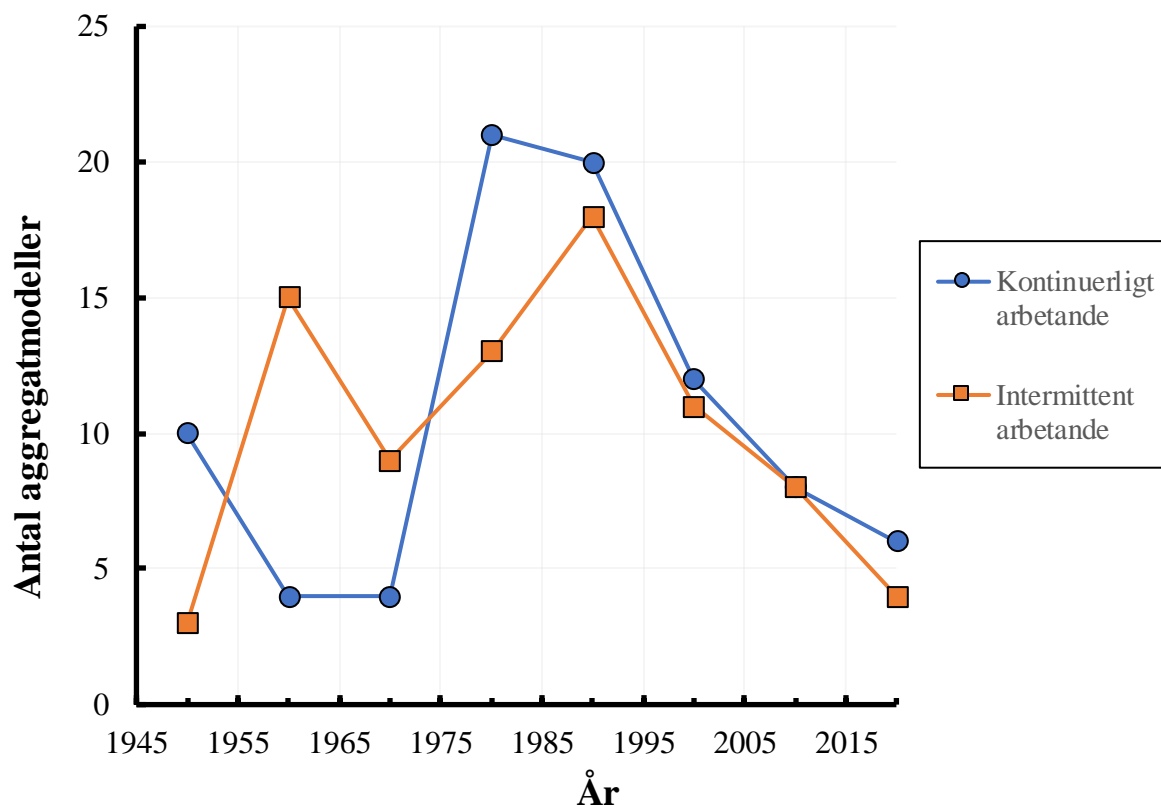
Tabell 2. Spearman's rank correlation coefficient (RS) och Pearsons product-moment correlation coefficient (RP) för utvecklingen (antalet observationer under respektive tioårsperiod) av använd basmaskin vid maskinell skogsmarksberedning i Norden mellan år 1945 och 2018

Table 2. Spearman's rank correlation coefficient (RS) and Pearson's product-moment correlation coefficient (RP) for the development (number of observations during each ten-year period) of chosen base machine during mechanical site preparation in the Nordic countries between 1945 and 2018

Typ av basmaskin	RS-koefficient	RP- koefficient
Bandtraktor	-0,945	-0,868
Jordbrukstraktor	-0,602	-0,573
Lunnare	-0,089	0,127
Skotare	0,539	0,536
Grävare	0,396	0,253
Skördare	0,504	0,504

3.1.6 Aggregatens arbetsprincip

Vilken arbetsprincip respektive aggregat har nyttjat har kunnat observeras för alla 167 aggregat och redovisas i Figur 12. Vissa aggregat har kunnat arbeta både kontinuerlig och intermittert, men om det varit tydligt att ett aggregat i huvudsak konstruerats för en princip har den typen angetts och förutsatts i analysen. Det finns ingen tydlig statistisk utvecklingstrend över tid för respektive typ. (kontinuerlig arbetsprincip $RS=0,132$, $RP=0,046$; intermittert arbetsprincip $RS=-0,132$, $RP=-0,126$). Den stora ökningen av kontinuerligt arbetande aggregat som skedde runt år 1980 beror på att det då kom många varianter av olika tallriksharvar från flertalet tillverkare.

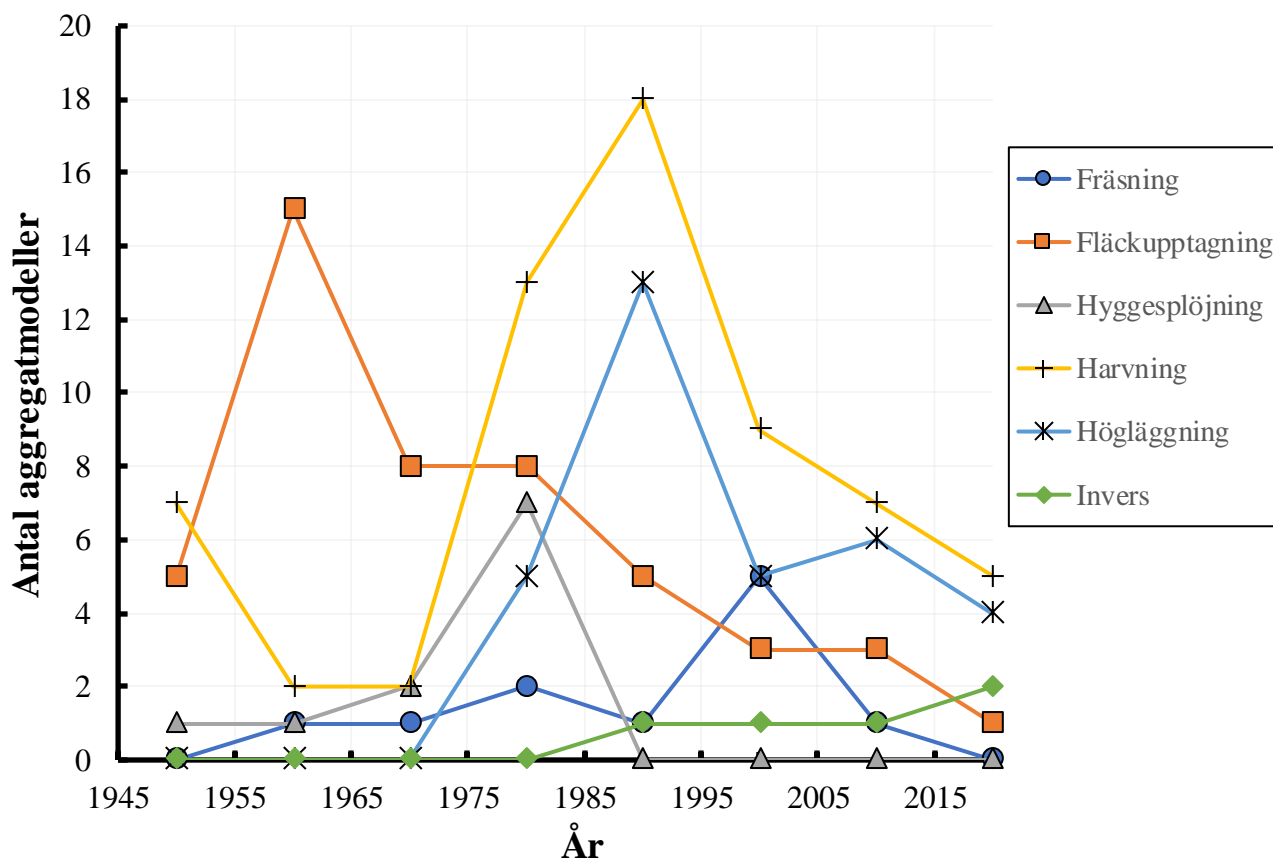


Figur 12. Antal markberedningsaggregatmodeller och dess arbetsprincip som presenterats per tioårsperiod vid maskinell skogsmarkberedning i Norden mellan år 1945 och år 2018.

Figure 12. The number of soil preparation devices and their working principle presented during each ten-year period during mechanical site preparation in the Nordic countries between 1945 and 2018.

3.1.7 Aggregatens avsedda markberedningsmetod

Aggregatets avsedda markberedningsmetod har kunnat observeras för alla 167 aggregat och redovisas i Figur 13. Även här fanns det aggregat som konstruerats för att utföra flera olika metoder vilket har hanterats på samma sätt som för aggregatets arbetsprincip. Fläckupptagning var den vanligaste metoden fram till år 1970 för att efter detta bli harvning vilket också styrks statistiskt (Tabell 3). Som intermittent markberedningsmetod ersattes fläckupptagning av högläggning i slutet av 1970-talet och var vanligt under hela 1980-talet. Hyggesplöjningen försvann helt på 1990-talet eftersom den förbjöds i Sverige år 1993.



Figur 13. Antal markberedningsaggregatmodeller och dess avsedda markberedningsmetod som presenterats per tioårsperiod vid maskinell skogsmarkberedning i Norden mellan år 1945 och 2018.

Figure 13. The number of soil preparation devices and the devices' intended site preparation method presented during each ten-year period during mechanical site preparation in the Nordic countries between 1945 and 2018.

Tabell 3. Spearman's rank correlation coefficient (RS) och Pearsons product-moment correlation coefficient (RP) för utvecklingen av markberedningsaggregatmodellernas avsedda markberedningsmetod vid maskinell skogsmarkberedning i Norden mellan år 1945 och 2018

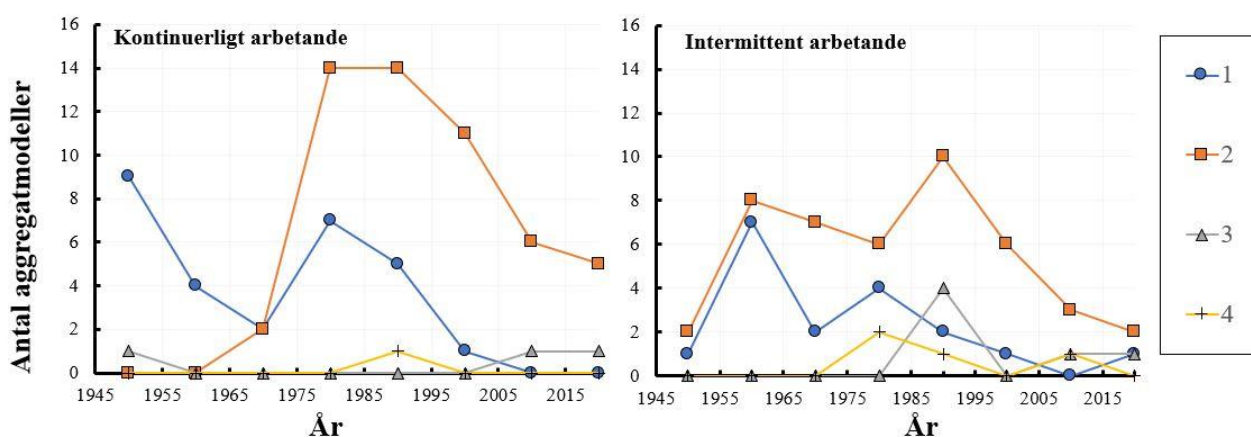
Table 3. Spearman's rank correlation coefficient (RS) and Pearson's product-moment correlation coefficient (RP) for the development (number of observations during each ten-year period) of the devices' intended site preparation method for mechanical site preparation in the Nordic countries between 1945 and 2018

Markberedningsmetod	RS-koefficient	RP- koefficient
Fräsning	-0,100	0,105
Fläckupptagning	-0,800	-0,732
Hyggesplöjning	-0,556	-0,288
Harvning	0,229	0,218
Högläggning	0,638	0,439
Invers	0,866	0,849

3.1.8 Antal åstadkomna markberedningsrader

Antalet åstadkomna markberedningsrader som respektive aggregat utfört har kunnat observeras för 152 av de totalt 167 aggregaten och redovisas i Figur 14 uppdelat på aggregatets arbetsprincip. För kontinuerligt arbetande aggregat var det fram till år 1965 vanligast med 1-radiga aggregat för att efter år 1970 då ske en betydande ökning av aggregat som åstadkom två rader, detta styrks även statistiskt (Figur 14 (vänster), Tabell 4).

För intermittent arbetande aggregat var man tidigare med att utveckla 2-radiga aggregat och dessa var redan från år 1945 vanligast men även här syns en tydlig statistisk minskning av de 1-radiga aggregaten (Figur 14 (höger), Tabell 4). Under 1970-talet började det komma aggregat som åstadkom tre eller fyra rader men det var dock endast av begränsande antal (Figur 14 (höger), Tabell 4).



Figur 14. Utvecklingen per tioårsperiod av antalet åstadkomna markberedningsrader vid maskinell skogsmarkberedning i Norden mellan år 1945 och år 2018 uppdelat på kontinuerligt (till vänster) och intermittent (till höger) arbetande aggregat.

Figure 14. The development of the number of site preparation rows achieved during mechanical site preparation in the Nordic countries between 1945 and 2018 with continuously (left) and intermittently (right) working devices (presented per ten-year period).

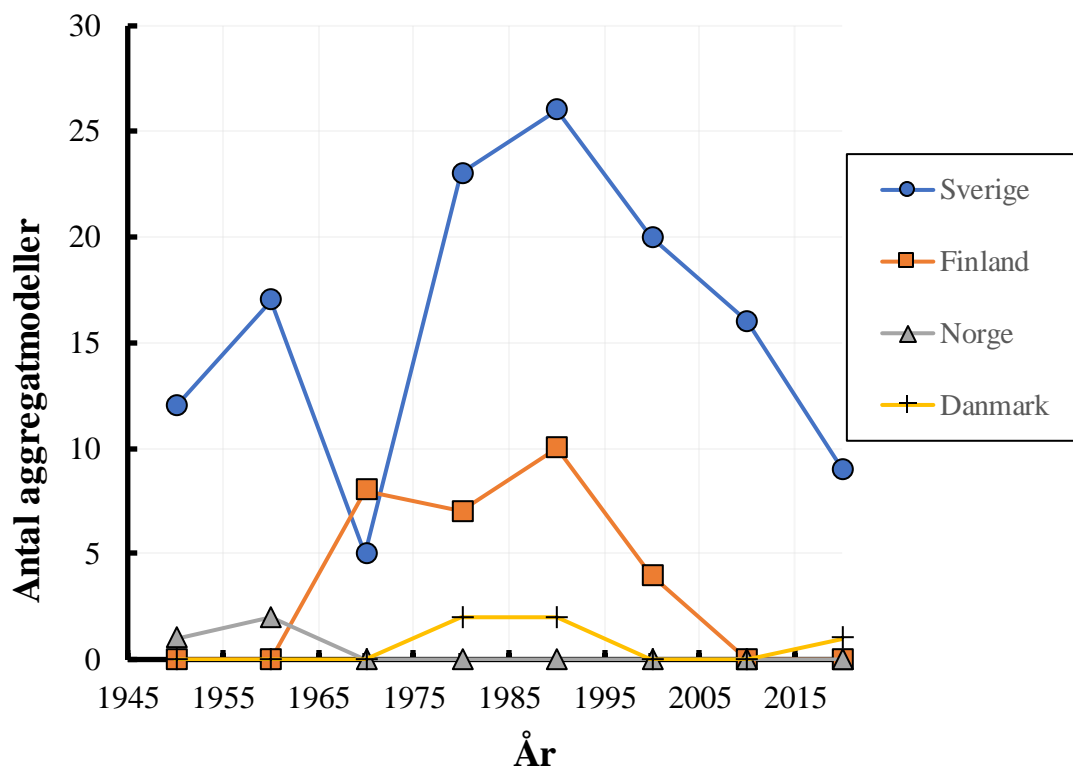
Tabell 4. Spearman's rank correlation coefficient (RS) och Pearsons product-moment correlation coefficient (RP) för utvecklingen av antalet åstadkomna markberedningsrader med kontinuerligt och intermittent arbetande aggregat vid maskinell skogsmarkberedning i Norden mellan år 1945 och 2018

Table 4. Spearman's rank correlation coefficient (RS) and Pearson's product-moment correlation coefficient (RP) for the evolution (number of observations during each ten-year period) of the number of site preparation rows achieved with continuous and intermittent working devices in the Nordic countries between 1945 and 2018

Antal spår	Kontinuerlig		Intermittent	
	RS-koefficient	RP-koefficient	RS-koefficient	RP-koefficient
1	-0,802	-0,769	-0,540	-0,518
2	0,515	0,460	-0,253	-0,239
3	0,282	0,282	0,646	0,336
4	0,082	0,082	0,220	0,154

3.1.9 Aggregatens tillverkningsland

Tillverkningsland för observerade aggregat har kunnat observeras för 163 av de totalt 167 aggregat och redovisas i Figur 15. Sverige och Finland är de länder i Norden som har haft störst betydelse för utvecklingen av markberedningsaggregaten.



Figur 15. Utvecklingen av antalet markberedningsaggregatmodeller som tillverkats i Sverige, Finland, Norge eller Danmark under respektive tioårsperiod.

Figure 15. The development of the amount of devices produced in Sweden, Finland, Norway or Denmark during the respective ten-year period.

3.1.10 Antal tillverkade aggregat

Tillverkningsiffror har kunnat observeras för 63 av de totalt 167 aggregaten. Det aggregat som det tillverkats flest av är ”Bräckes 2-radiga standardkultivator” från 1981 med 550 stycken aggregat (Tabell 5). Det har skett en minskning av antalet tillverkade aggregat vilket också styrks statistiskt (RS= -0,409, RP= -0,318).

Tabell 5. Totalt antal tillverkade markberedningsaggregatmodeller under olika tidsperioder samt hur många som i medeltal var av samma modell

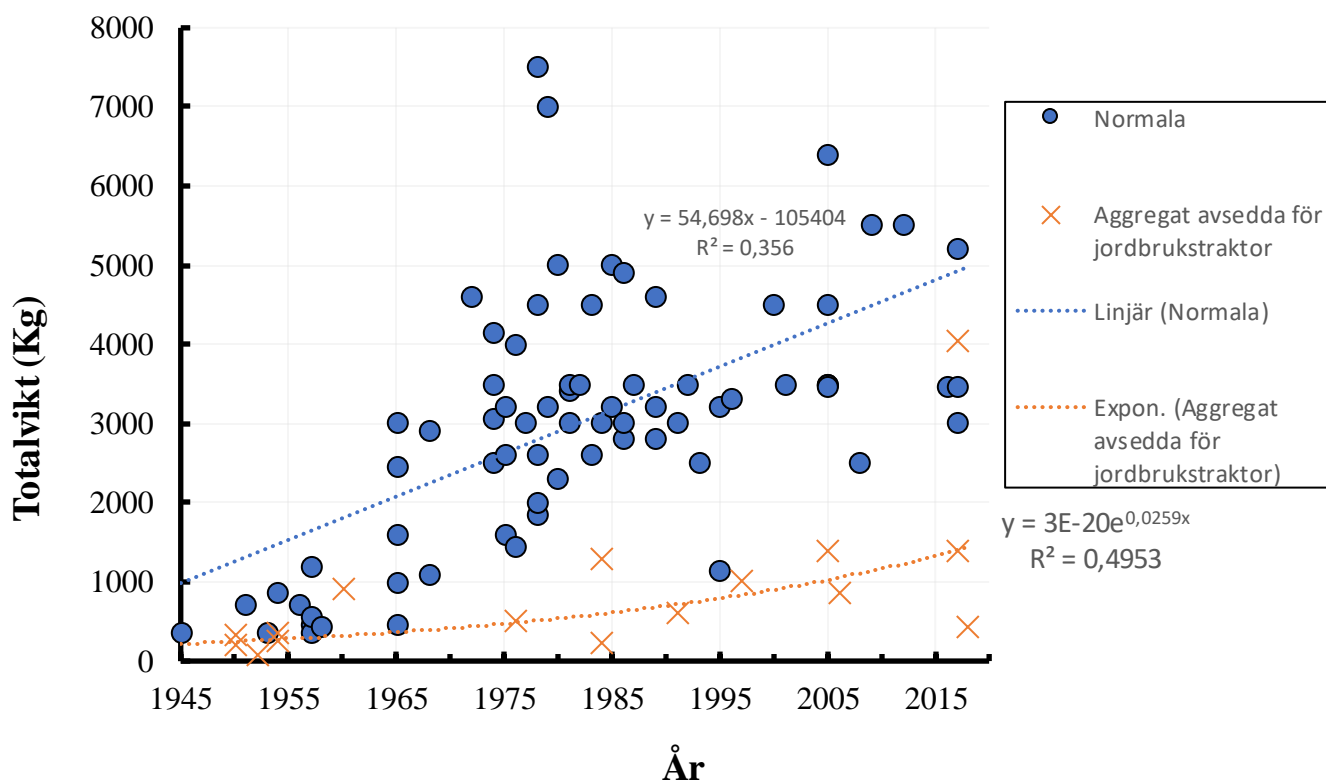
Table 5. Total value of manufactured devices divided by different time periods and how many by average were of the same model

År	Totalt	Medelvärde per modell	Standardavvikelse	Median	Min	Max
1945–1959	1098	100	78	110	1	210
1960–1969	203	68	37	60	35	108
1970–1979	1750	110	124	48	1	300
1980–1989	1110	93	155	40	5	550
1990–1999	105	26	36	12	1	80
2000–2009	473	47	43	45	1	125
2010–2018	77	11	17	5	2	50

3.2 Tekniska data om markberedarna

3.2.1 Aggregatens vikt

Aggregatens vikt har kunnat observeras för 100 av de totalt 167 aggregaten som inkluderats i analyserna och redovisas i Figur 16. Resultaten har delats upp på aggregat framförda av kontinuerligt och intermittert framryckande basmaskiner. För aggregat framförda av kontinuerligt framryckande basmaskiner har det observerats 91 stycken aggregat. Totalvikten för dessa aggregat har statistiskt ökat över tid (RS=0,545, RP=0,611) (Figur 16). Det lättaste aggregatet var en "Sörenssens skogsharv" från år 1952 som vägde endast 80 kg. Det tyngsta var "Leno 4-radiga aggregat" från år 1978 som vägde 7500 kg.



Figur 16. Utvecklingen av markberedningsaggregatmodellernas totalvikt över tid för aggregat framförda med hjälp av kontinuerligt framryckande basmaskiner vid skogsmarkberedning i Norden mellan år 1945 och 2018. X representerar aggregat avsedda att framföras med en jordbrukstraktor.

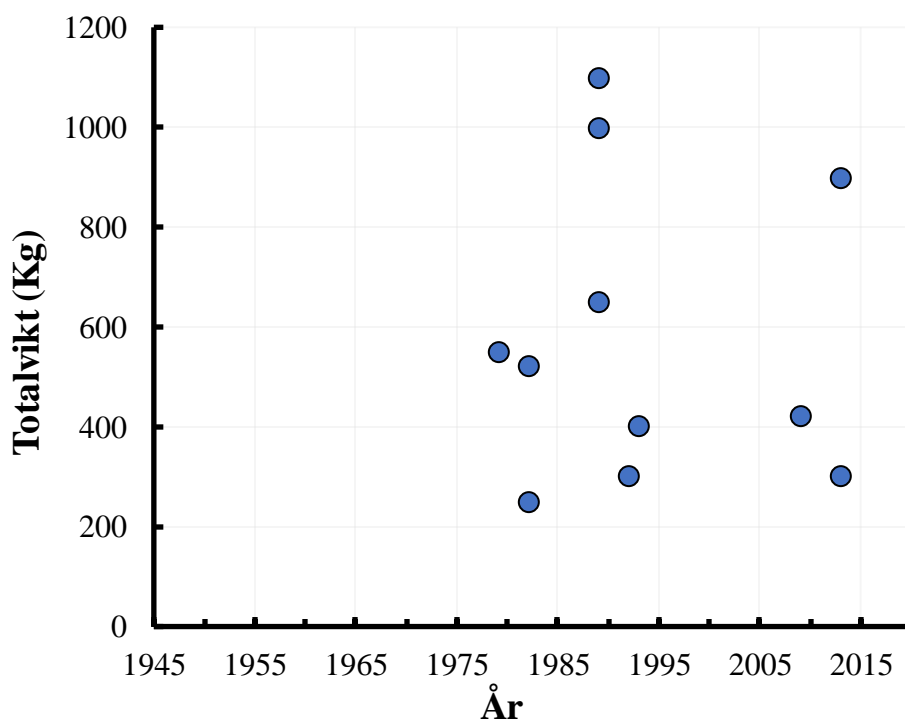
Figure 16. The development of the total weight of the site preparation device over time for devices using continuously advancing base machines during mechanical site preparation in the Nordic countries between 1945 and 2018. X represents devices made for farm tractors.

Tabell 6. Medelvärde, minimumvärde, maximumvärde och standardavvikelse för markberedningsaggregatmodellernas vikt i kilogram för olika tidsperioder för aggregat framförda med hjälp av kontinuerligt framryckande basmaskiner

Table 6. Mean value, minimum value, maximum value and standard deviation for the devices' weight in kilograms for different time periods for devices using continuously advancing base machines

År	Medelvärde	Standardavvikelse	Median	Min	Max
1945–2018	2624	1702	2900	80	7500
1945–1959	505	294	400	80	1200
1960–1969	1784	1007	1600	450	3000
1970–1979	3338	1722	3050	500	7500
1980–1989	3223	1173	3200	225	5000
1990–1999	2528	1325	3000	600	4500
2000–2009	3565	1605	3500	1400	6400
2010–2018	3310	1729	3450	440	5500

För aggregat framförda med hjälp av intermittert framryckande basmaskiner observerades det endast 9 stycken aggregat. Det går därför inte heller att se någon statistisk trend ($RS = -0,200$, $RP = -0,192$) (Figur 17). Det lättaste aggregatet "MB-skopan" från 1982 vägde 250 kg och det tyngsta "Öje-högen I" från 1989 vägde 1100 kg.



Figur 17. Utvecklingen av markberedningsaggregatmodellernas totalvikt över tid för aggregat framförda med hjälp av intermittert framryckande basmaskiner vid maskinell skogsmarkberedning i Norden mellan år 1945 och 2018.

Figure 17. The development of the total weight of the site preparation device over time for devices using intermittently advancing base machines during mechanical site preparation in the Nordic countries between 1945 and 2018

Tabell 7. Medelvärde, minimumvärde, maximumvärde och standardavvikelse för markberedningsaggregatmodellernas vikt i kilogram för olika tidsperioder för aggregat framförda med hjälp av intermittert framryckande basmaskiner

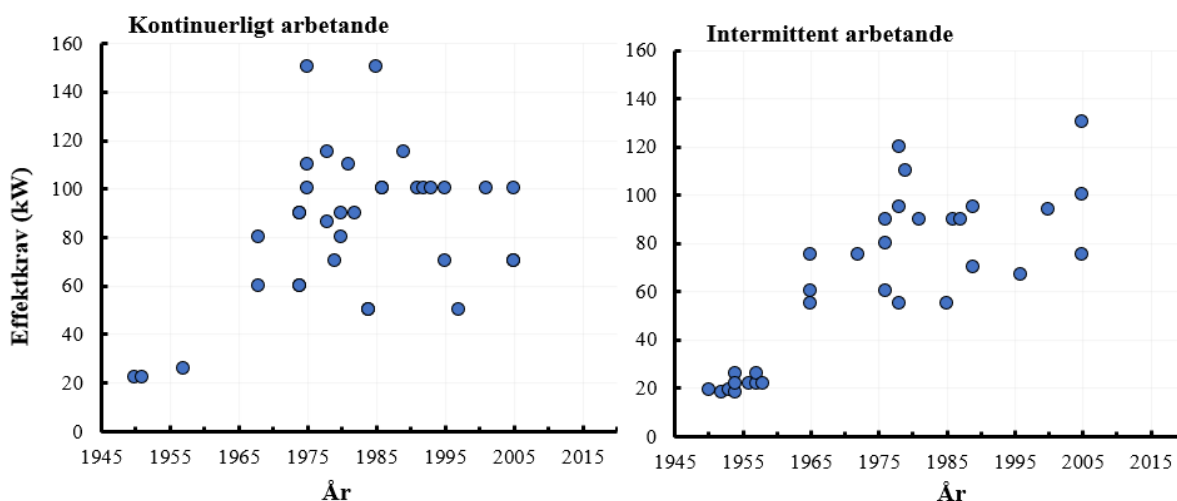
Table 7. Mean value, minimum value, maximum value and standard deviation for the devices' weight in kilograms for different time periods for devices using intermittently advancing base machines

År	Medelvärde	Standardavvikelse	Median	Min	Max
1945–2018	577	296	520	250	1100
1945–1959	-	-	-	-	-
1960–1969	-	-	-	-	-
1970–1979	550	-	550	550	550
1980–1989	704	349	650	250	1100
1990–1999	350	70	350	300	400
2000–2009	420	-	420	420	420
2010–2018	600	424	600	300	900

3.2.2 Aggregatens motoreffektbehov

Det lägsta kravet på motoreffekt från basmaskinen i (kilowatt) för respektive aggregat har kunnat observeras för 70 av de totalt 167 aggregat. Dessa har sedan delats upp för kontinuerligt och intermittert arbetande aggregat och även per antal kontaktorgan för respektive arbets sätt (Figur 18–20). För de kontinuerligt arbetande har det observerats 38 aggregat och det lägsta motoreffektbehovet har statistiskt ökat över tid ($RS=0,350$, $RP=0,578$) (Figur 18, vänster). De aggregat som krävde minst motoreffekt var två enklare kultivatorer/harvar ”Automat Skogsbjörn” från år 1950 och ”Domän Harven” från år 1951 som bägge krävde 22 kW. De aggregat som krävde störst motoreffekt var en hyggesplog ”Martinni KLM 240” från år 1975 och ”Harv/Fräsen: SM-TTS-4 HJ” från år 1985 som bägge krävde 150 kW.

För de intermittert arbetande aggregaten har det observerats 32 aggregat och det lägsta motoreffektbehovet har även för dessa statistiskt ökat över tid ($RS=0,828$, $RP=0,857$) (Figur 18, höger). De aggregat som krävde minst motoreffekt var två enklare kultivatorer/fläckmarkberedare ”Sörensen skogsharv” från 1952 och ”Kulla-kultivatoren (mindre)” från 1954 som båda krävde 18 kW. Det aggregat som krävde störst motoreffekt var en högläggare ”Bracke M46.a” från 2005 som krävde 130 kW.

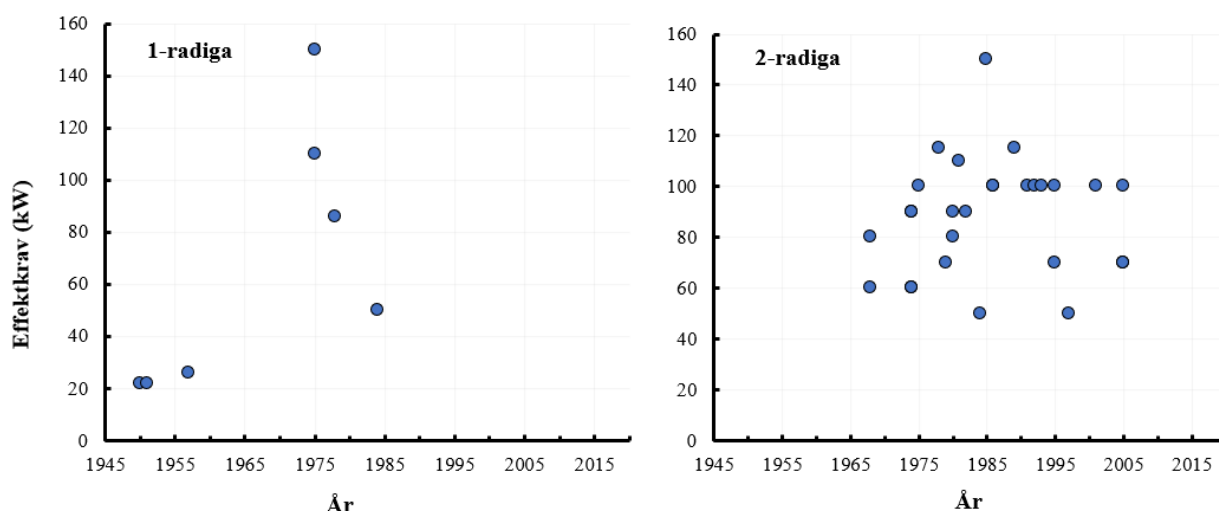


Figur 18. Utveckling av erforderligt motoreffektbehov (kW) hos basmaskin för kontinuerligt och intermittert arbetande aggregat vid maskinell skogsmarkberedning i Norden mellan år 1945 och 2018.

Figure 18. Development of the required engine power (in kW) for continuously and intermittently working devices during mechanical site preparation in the Nordic countries between 1945 and 2018

Av de 38 kontinuerligt arbetande aggregaten observerades motoreffektbehovet hos 7 stycken 1-radiga aggregat och redovisas i Figur 19, vänster ($RS=0,655$, $RP=0,668$). De 1-radiga aggregat som krävde minst motoreffekt var två enklare kultivatorer/harvar ”Automat Skogsbjörn” från år 1950 och ”Domän Harven” från år 1951 som bägge krävde 22 kW, och det som krävde störst motoreffekt var en hyggesplog ”Martinni KLM 240” från år 1975 som krävde 150 kW.

Av de 38 kontinuerligt arbetande aggregaten observerades motoreffektbehovet hos 28 stycken 2-radiga aggregat och redovisas i Figur 19, höger ($RS=0,178$, $RP=0,079$). De 2-radiga aggregat som krävde lägst motoreffekt var ”TTS-10” från 1984 och ”Inversal(Dragen)” från 1997 som båda krävde 50 kW. Störst motoreffekt krävde ”Harv/Fräsen: SM-TTS-4 HJ” från år 1985 (150 kW).



Figur 19. Utveckling av erforderligt motoreffektbehov (kW) hos basmaskin för 1- och 2-radiga kontinuerligt arbetande aggregat vid maskinell skogsmarkberedning i Norden mellan år 1945 och 2018.

Figure 19. Development of the required engine power (in kW) for 1-and 2-row continuously working devices during mechanical site preparation in the Nordic countries between 1945 and 2018.

Tabell 8. Medelvärde, minimumvärde, maximumvärde och standardavvikelse för aggregatens motoreffektbehov hos basmaskin (kW) för olika tidsperioder för kontinuerligt arbetande aggregat

Table 8. Mean value, minimum value, maximum value and standard deviation of the devices' required engine power (in kW) for different time periods for continuously operating devices

År	Medelvärde	Standardavvikelse	Median	Min	Max
1945–2018	84	30	90	22	150
1945–1959	23	2	22	22	26
1960–1969	70	14	70	60	80
1970–1979	93	26	90	60	150
1980–1989	94	32	100	50	150
1990–1999	87	22	100	50	100
2000–2009	85	17	85	70	100
2010–2018	-	-	-	-	-

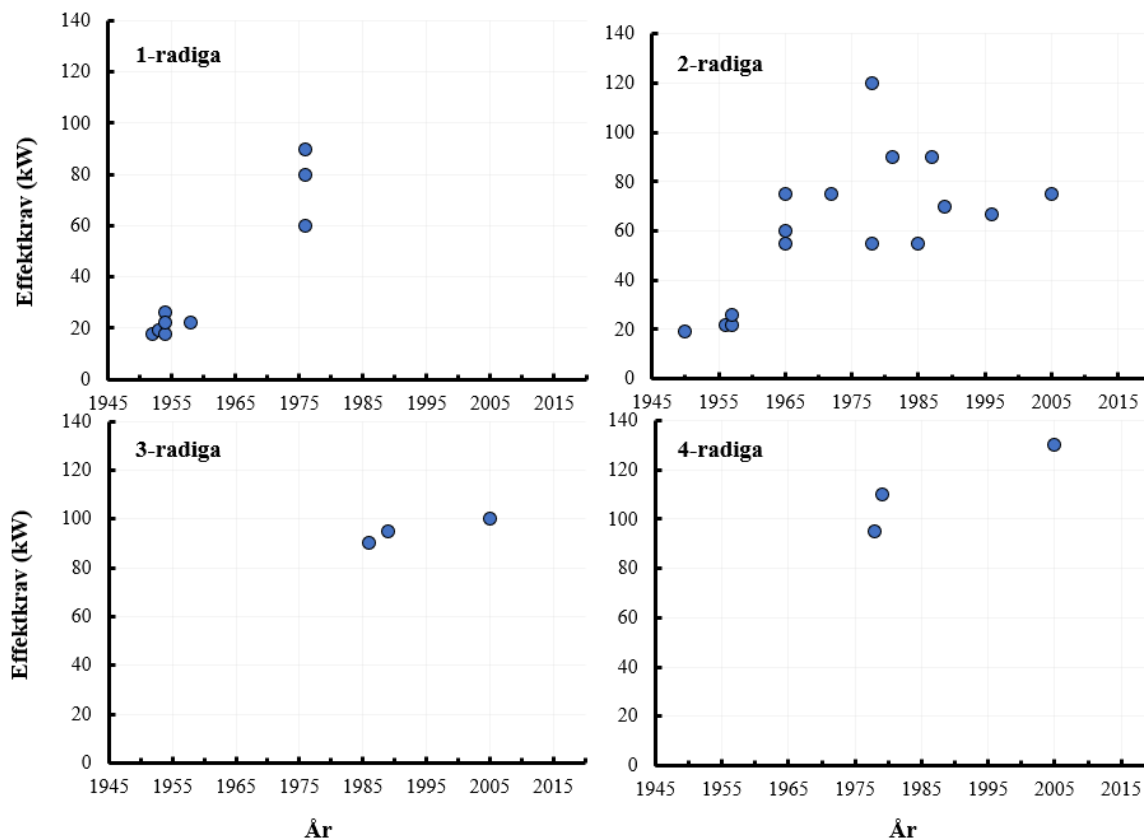
Av de 32 intermittent arbetande aggregaten observerades motoreffektbehovet hos 9 stycken 1-radiga aggregat och redovisas i Figur 20, övre vänster (RS=0,861, RP=0,955). De 1-radiga aggregat som krävde minst motoreffekt var två enklare kultivatorer/fläckmarkberedare "Sörenssen skogsharv" från 1952 och "Kulla-kultivatorn (mindre)" från 1954 som båda krävde 18 kW. Det som krävde störst motoreffekt var "Bräcke Högläggare" från 1976 som krävde 90 kW.

Av de 32 intermittent arbetande aggregaten observerades motoreffektbehovet hos 16 stycken 2-radiga aggregat (Figur 20, övre höger; RS=0,657, RP=0,640). Det aggregat som krävde minst motoreffekt var "Lenokultivatorn" från 1950 som krävde 19 kW och störst motoreffekt krävde "ÖSA 655" från 1978 med 120 kW.

Av de 32 intermittent arbetande aggregaten observerades motoreffektbehovet hos 3 stycken 3-radiga aggregat och redovisas i Figur 20, nedre vänster (RS=1,000, RP=0,930). Bland dessa var det

”Bräckes 3-radiga aggregat med hydraulisk breddjustering” som krävde minst motoreffekt på 90 kW och det som krävde störst motoreffekt var ”Bräcke M36a” som krävde 100 kW.

Av de 32 intermittert arbetande aggregaten observerades motoreffektbehovet hos 3 stycken 4-radiga aggregat och redovisas i Figur 20, nedre höger (RS=1,000, RP=0,918). Bland dessa var det ”Lenos 4-radiga aggregat” som krävde minst motoreffekt på 95 kW och det som krävde störst motoreffekt var ”Bräcke M46a” som krävde 130 kW.



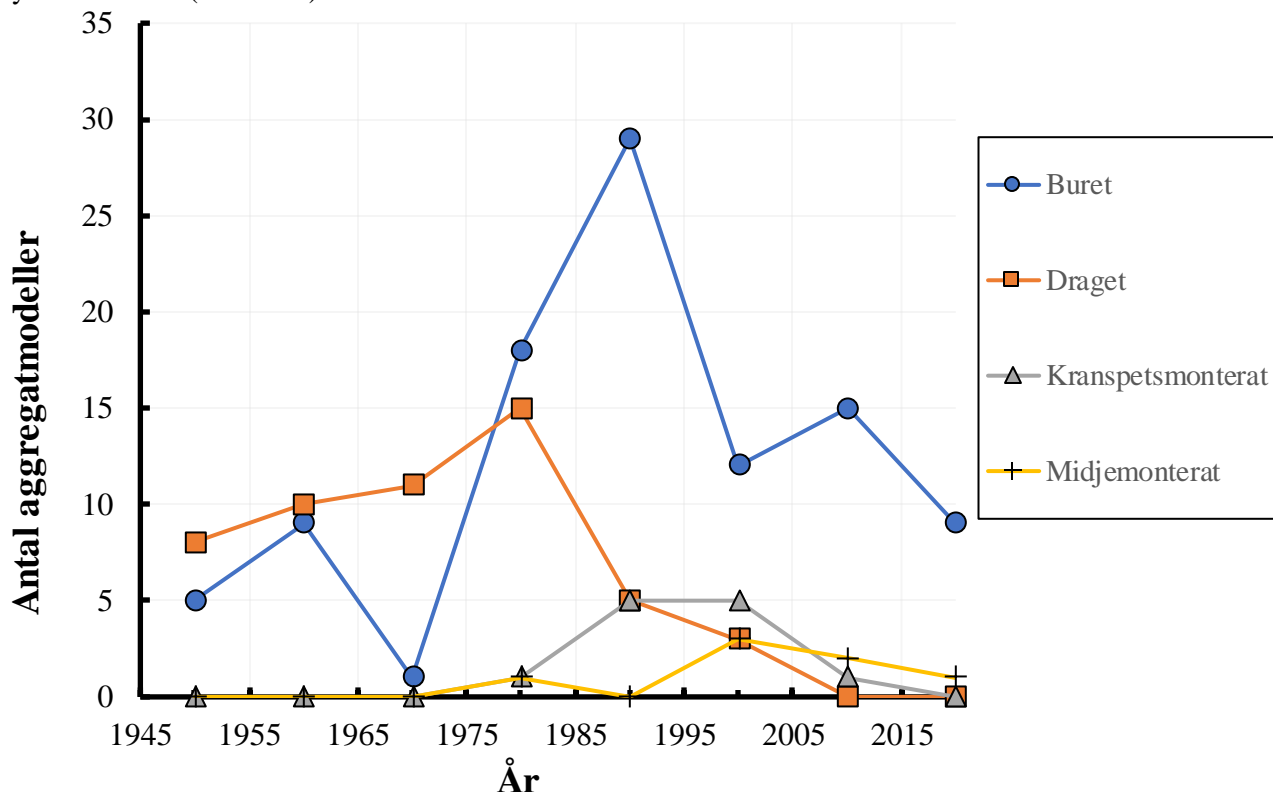
Figur 20. Utveckling av erforderligt motoreffektbehov (kW) hos basmaskin för 1-, 2-, 3- och 4-radiga intermittert arbetande aggregat vid maskinell skogsmarkberedning i Norden mellan år 1945 och 2018.
Figure 20. Development of the required engine power (in kW) for 1-, 2-, 3- and 4-row intermittent working devices during mechanical site preparation in the Nordic countries between 1945 and 2018.

Tabell 9. Medelvärde, minimumvärde, maximumvärde och standardavvikelse för aggregatens motoreffektbehov (kW) för olika tidsperioder för intermittent arbetande aggregat
Table 9. Mean value, minimum value, maximum value and standard deviation of the devices' required engine power (in kW) for different time periods for intermittently operating devices

År	Medelvärde	Standardavvikelse	Median	Min	Max
1945–2018	64	34	69	18	130
1945–1959	21	3	22	18	26
1960–1969	63	10	60	55	75
1970–1979	86	23	85	55	120
1980–1989	82	16	90	55	95
1990–1999	81	19	81	67	94
2000–2009	102	28	100	75	130
2010–2018	-	-	-	-	-

3.2.3 Aggregatens anslutningsprincip till basmaskin

Anslutningsprincip till respektive basmaskin har kunnat observerats för 160 av 167 aggregat och redovisas i Figur 21. Fram till år 1970 var aggregaten i huvudsak dragna vilket sedan succesivt minskade och utvecklingen gick emot burna aggregat (fastmonterade på basmaskin) vilket även styrks statistiskt (Tabell 10).



Figur 21. Utvecklingen av markberedningsaggregatmodellernas använda anslutningsprincip till basmaskin vid maskinell skogsmarkberedning i Norden mellan år 1945 och 2018 presenterat per tioårsperiod.

Figure 21. The development of the devices' base machine connection principle during mechanical site preparation in the Nordic countries presented per ten-year period between 1945 and 2018.

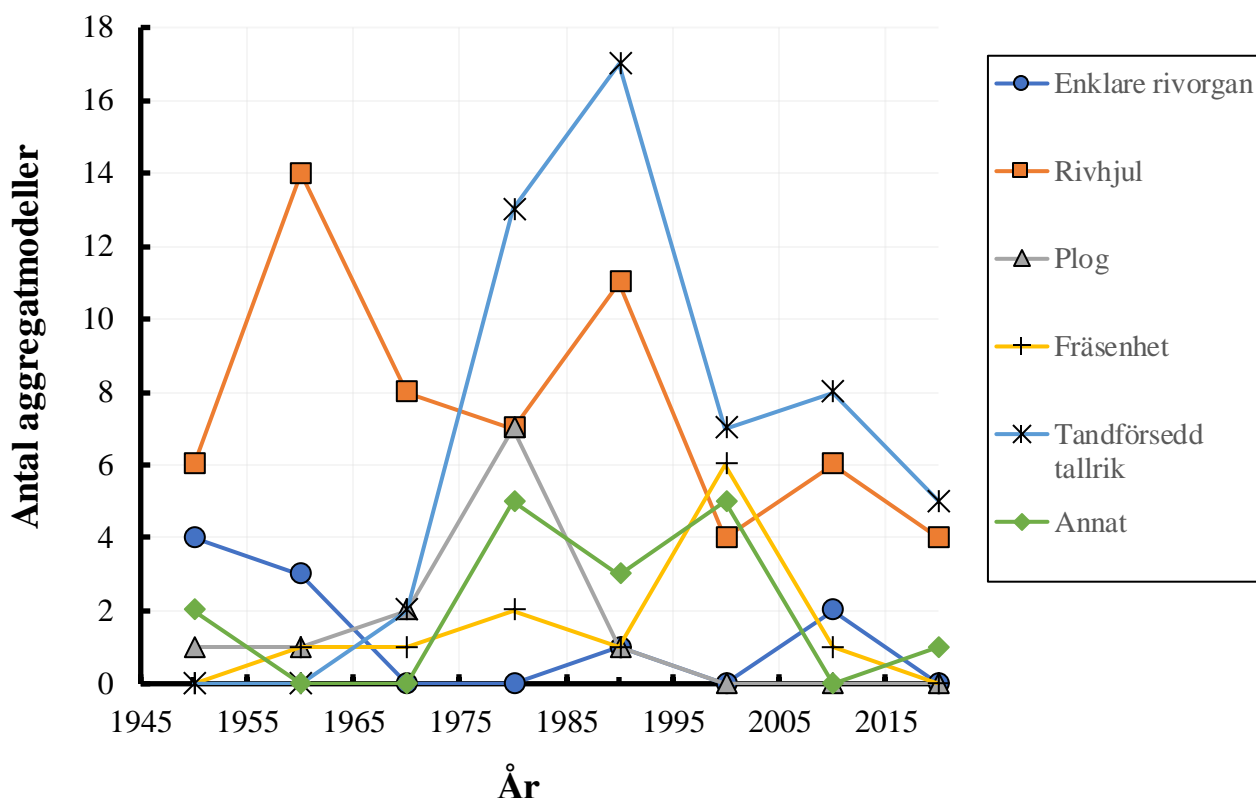
Tabell 10. Spearman's rank correlation coefficient (RS) och Pearsons product-moment correlation coefficient (RP) för utvecklingen av använd anslutningsprincip vid maskinell skogsmarkberedning i Norden mellan år 1945 och 2018

Table 10. Spearman's rank correlation coefficient (RS) and Pearson's product-moment correlation coefficient (RP) for the development (number of observations during each ten-year period) of the devices' base machine connection principle during mechanical site preparation in the Nordic countries between 1945 and 2018

Anslutningsprincip	RS-koefficient	RP- koefficient
Buret	0,422	0,303
Draget	-0,755	-0,753
Kranspetsmonterat	0,411	0,318
Midjemonterat	0,764	0,580

3.2.4 Verktyg som kontaktorgan

Använt verktyg som kontaktorgan hos aggregaten har kunnat observerats hos alla 167 aggregat och redovisas i Figur 22. Fram till år 1970 var rivhjulet vanligast men i slutet på 1970-talet blev den tandförsedda tallriken mycket vanlig och kom att bli det mesta använda under efterföljande decennier. Dock har rivhjulet varit ett vanligt verktyg under hela studiens tidsomfattning men minskat över tid. Dessa resultat styrks delvis statistiskt (Tabell 11).



Figur 22. Utvecklingen av använt verktyg som kontaktorgan på markberedningsaggregaten vid skogsmarkberedning i Norden mellan år 1945 och 2018 presenterat per tioårsperiod.

Figure 22. The development of what tools were used to contact the ground during mechanical site preparation in the Nordic countries presented per ten-year period between 1945 and 2018.

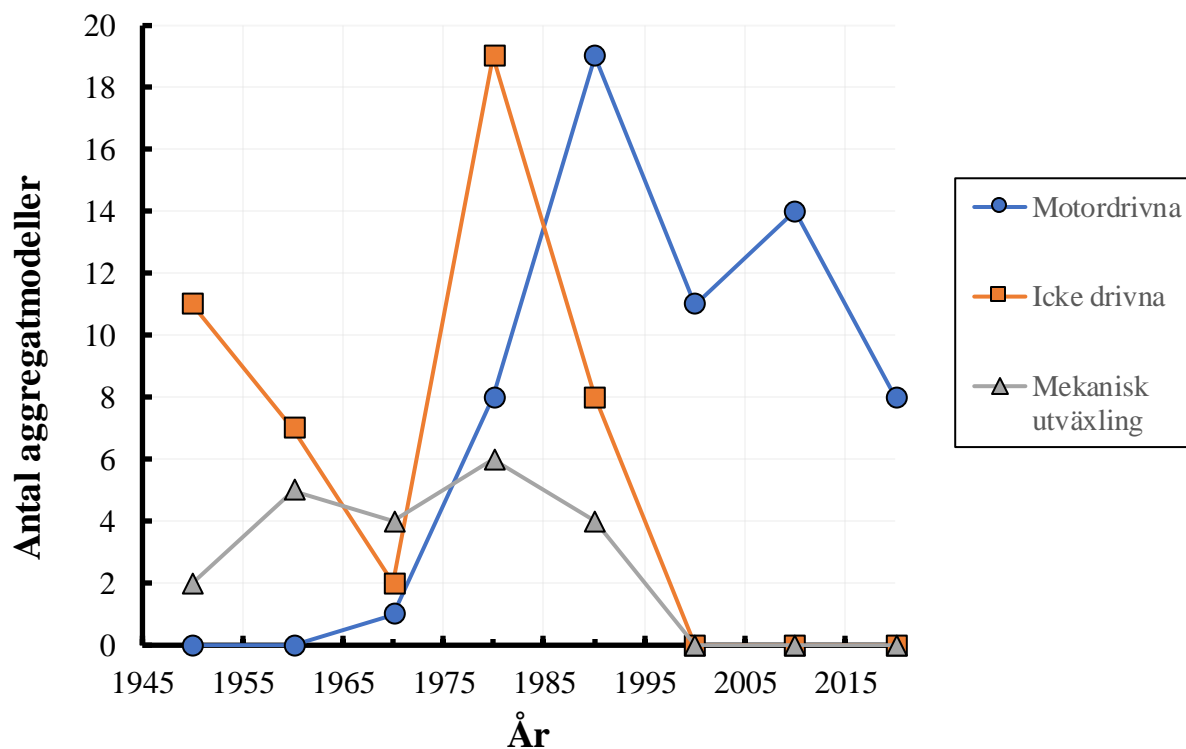
Tabell 11. Spearman's rank correlation coefficient (RS) och Pearsons product-moment correlation coefficient (RP) för utvecklingen (antalet observationer under respektive tioårsperiod) av använt verktyg som kontaktorgan vid maskinell skogsmarkberedning i Norden mellan år 1945 och 2018

Table 11. Spearman's rank correlation coefficient (RS) and Pearson's product-moment correlation coefficient (RP) for the development (number of observations during each ten-year period) of what tools were used to contact the ground during mechanical site preparation in the Nordic countries between 1945 and 2018

Typ av verktyg	RS-koefficient	RP- koefficient
Enklare rivorgan	-0,709	-0,764
Rivhjul	-0,578	-0,522
Plog	-0,676	-0,300
Fräsenhet	-0,100	0,132
Tandförsedd tallrik	0,554	0,476
Annat	0,049	0,069

3.2.5 Aggregatens drivningsprincip

Aggregatens drivningsprincip har kunnat observerats för 141 av de totalt 167 aggregaten vilket redovisas i Figur 23. Aggregat framförda med hjälp av intermittent framryckande basmaskiner har exkluderats från analyserna. För dessa aggregat har det över tid gått emot motordrivna aggregat medans icke drivna och aggregat med mekanisk utväxling minskat och på senare år försvunnit helt (Figur 23, Tabell 12).



Figur 23. Utvecklingen av markberedningsaggregatmodellernas drivningsmetodik vid maskinell skogsmarkberedning i Norden mellan år 1945 och 2018 presenterat per tioårsperiod. För definition av motordrivet och mekanisk utväxling, se 2.3 Analyser.

Figure 23. The development of the devices' powering method during mechanical site preparation in the Nordic countries presented per ten-year period between 1945 and 2018.

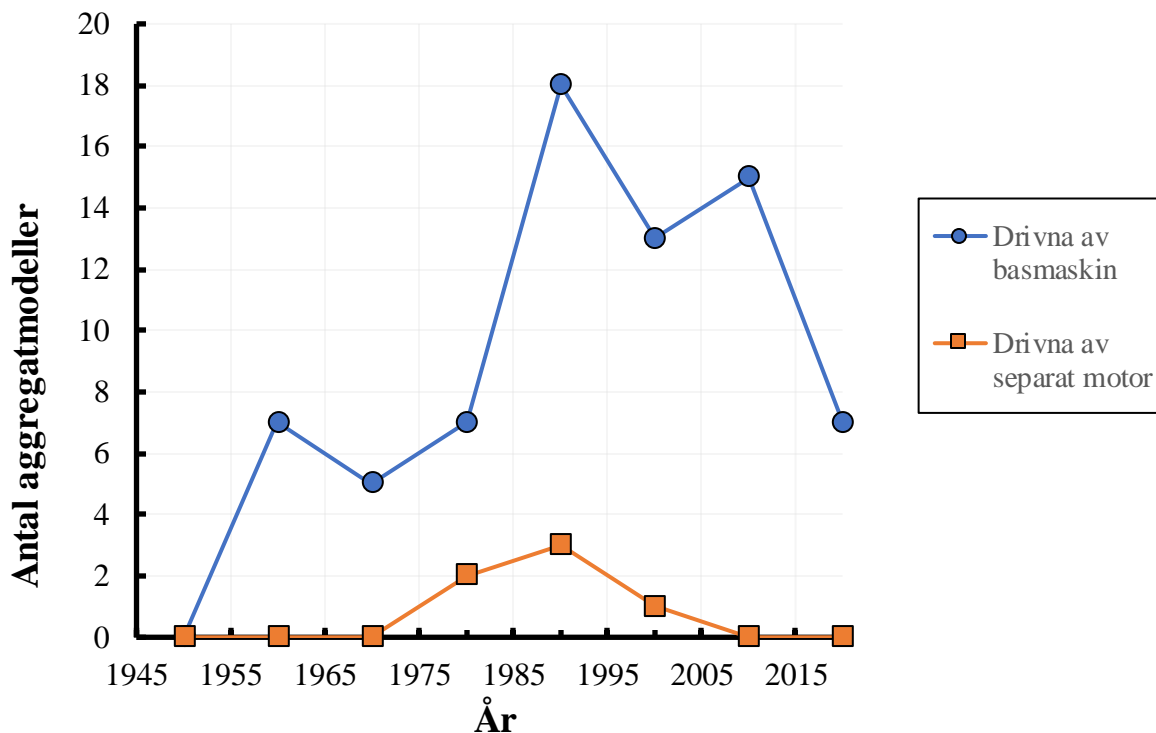
Tabell 12. Spearman's rank correlation coefficient (RS) och Pearsons product-moment correlation coefficient (RP) för utvecklingen (antalet observationer under respektive tioårsperiod) av använd drivningsprincip vid maskinell skogsmarkberedning i Norden mellan år 1945 och 2018

Table 12. Spearman's rank correlation coefficient (RS) and Pearson's product-moment correlation coefficient (RP) for the development (number of observations during each ten-year period) of the devices' powering method during mechanical site preparation in the Nordic countries between 1945 and 2018

Bearbetningsfunktion	RS-koefficient	RP- koefficient
Motordrivna	0,735	0,710
Icke drivna	-0,708	-0,554
Mekanisk utväxling	-0,638	-0,632

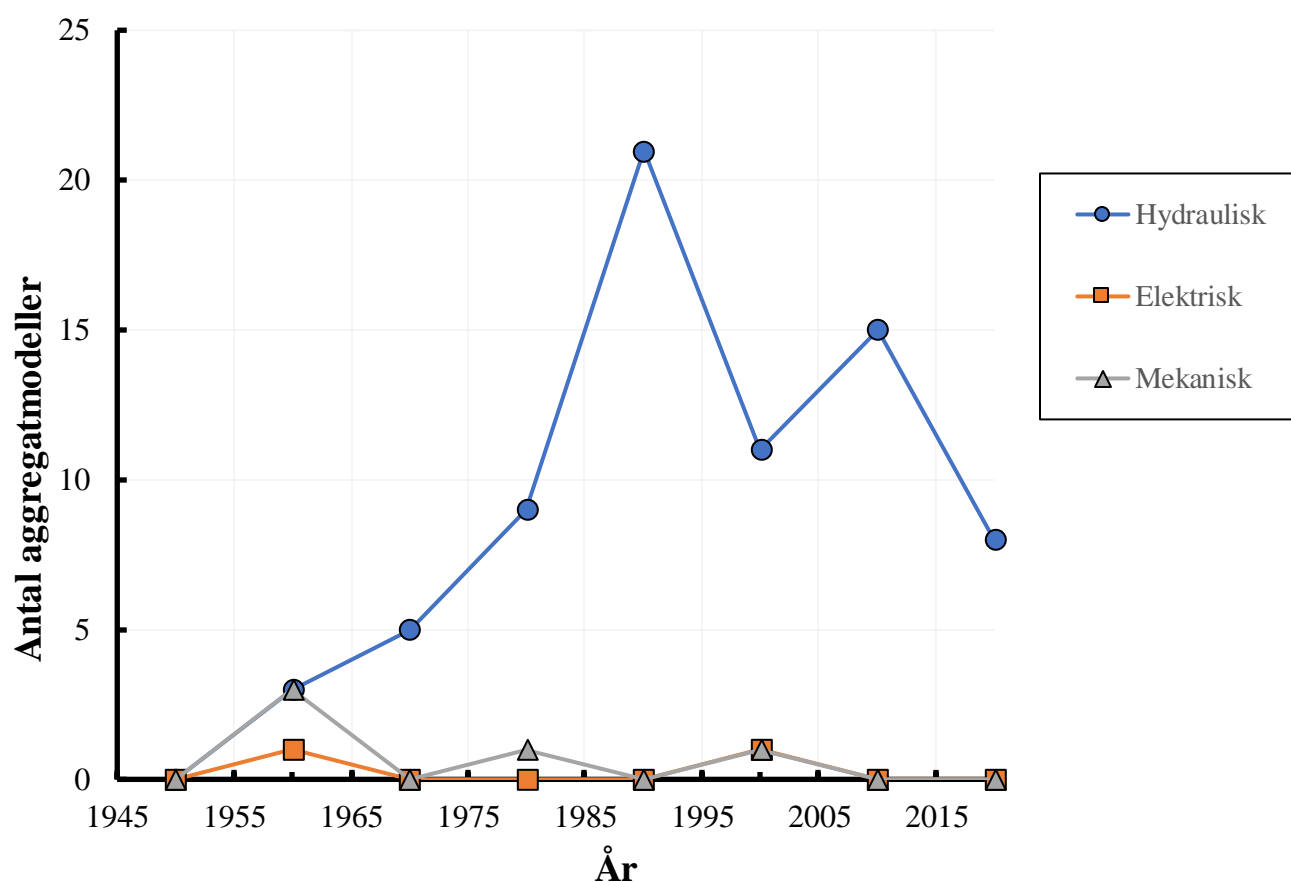
Av de motordrivna aggregaten har det observerats både aggregat drivna av basmaskinens egna motor samt drivna av en separat motor. Detta innefattade 75 aggregat och över tid är det aggregat

drivna av basmaskinens egna motor som ständigt varit vanligast och en antalet observerade aggregat som vart drivna av basmaskin har ökat över tid vilket även styrks statistiskt (RS=0,683, RP=0,665) (Figur 24). Drivna av separat motor var vanligt hos ett antal aggregat under 1980- och 1990-talet, det syns ingen trend statistiskt (RS=0,136, RP=0,100) (Figur 24).



Figur 24. Utvecklingen av de drivna markberedningsaggregatmodellernas motorfunktion vid maskinell skogsmarkberedning i Norden mellan år 1945 och 2018 presenterat per tioårsperiod.
Figure 24. The development of the driven devices' engine requirement during mechanical site preparation in the Nordic countries presented per ten-year period between 1945 and 2018

För de aggregat som drivs av basmaskinen eller en separat motor sker denna kraftöverföring i huvudsak hydrauliskt och har ständigt varit så sedan 1960-talet. Det har över tid skett en tydlig ökning av hydrauliskt drivna aggregat och en minskning av mekaniskt och elektriskt drivna (Tabell 13, Figur 25). IJOS dubbelkultivator från 1956 och Jabo fläcken från 1991 var de aggregat som nyttjade elektrisk kraftöverföring (elkablar som överför ström från en generator vid basmaskinens motor till elektriska motorer på aggregaten). De två aggregaten som efter år 1970 har nyttjat mekanisk kraftöverföring var Nya Kulla-kultivatoren från 1976 samt det drivaxelmonterade aggregatet Inversal från 1994.



Figur 25. Utvecklingen av använd kraftöverföringsprincip för markberedningsaggregatmodeller som drivs av basmaskinens egna motor vid maskinell skogsmarkberedning i Norden mellan 1945 och 2018 presenterat per tioårsperiod.

Figure 25. The development of the power transmission principle for devices driven by the base machine's own engine during mechanical site preparation in the Nordic countries presented per ten-year period between 1945 and 2018.

Tabell 13. Spearman's rank correlation coefficient (RS) och Pearsons product-moment correlation coefficient (RP) för utvecklingen (antalet observationer under respektive tioårsperiod) av använd kraftöverföringsprincip vid maskinell skogsmarkberedning i Norden mellan år 1945 och 2018

Table 13. Spearman's rank correlation coefficient (RS) and Pearson's product-moment correlation coefficient (RP) for development (number of observations during each ten-year period) of used power transmission principle in mechanical site preparation in the Nordic countries between 1945 and 2018

Kraftöverföringsprincip	RS-koefficient	RP- koefficient
Elektrisk	-0,126	-0,126
Mekanisk	-0,371	-0,381
Hydraulisk	0,690	0,618

4 Diskussion

4.1 Generella markberedningsdata

Störst areal markbereddes under 1980-talet vilket troligtvis kommer av att skogsbruket under denna tid hade en mycket positiv inställning till markberedning. Detta till stor del beroende på otillfredsställande planteringsresultat och stigande kostnader för plantering, stigande kostnader för arbetskraft samt att DDT-behandling av barrträdplantor blivit förbjudet under detta decennium (Berg & Samuelsson, 1982; Berg, 1991; Jahnke & Nilsson, 1975). Det gjordes omfattande försök där forskare framhävde de goda effekter kring plantors överlevnad som markberedningen gav samt att man förnygringsavverkade så pass stora arealer under dessa år (Söderström, 1976; Skogsstyrelsen, 2016). Det faktum att det markbereddes störst areal under 1970- och 1980-talet syns även tydligt vad gäller utvecklingstakten hos uppfinnare och tillverkare av markberedare (Tabell 5). Detta var även pådrivet av forskares resultat om att de aggregat som fanns på marknaden inte åstadkom tillräckligt bra resultat. Om markberedningsarbetet på sikt skulle utföras på ett bra sätt och med högre produktion tydliggjorde Jahnke (1976) tillsammans med andra forskare att de markberedningsaggregat som fanns antingen måste förbättras eller att nya aggregat måste utvecklas. Även om det utvecklades många nya aggregat redan på 1950- och 1960-talet så togs de största utvecklingsstegen under 1970- och 1980-talet (detta diskuteras mera under 4.2 och 4.3). Varför den markberedda arealen inte ökat under 1990- och 2000-talet kan mest troligt kopplas mot att den förnygringsavverkade arealen inte ökat utan har legat på en någorlunda jämn nivå sedan 1980-talet (Skogsstyrelsen, 2016).

Det har sedan 1970-talet varit en stadigvarande ökning av kostnaden per hektar samt totala årskostnaden. Men utifrån hur den reala kostnadsökningen i Sverige är det i sig ingen uppseendeväckande ökning bortsett från utvecklingen som skett under 2000-talet (SCB, 2018) (Figur 8). Vad som ligger bakom denna ökning har studien inte kunnat svara på men det tros inte komma av något som går att koppla mot aggregatens utveckling. Kostnaden för att utföra markberedning har under hela studiens tidsram haft en central roll då det gäller utvecklingen av nya markberedningsaggregat. Redan under slutet av 1940-talet analyserade och kalkylerade Callin (1950) kostnader för olika maskindragna markberedningsredskap och jämförde olika maskinkombinationer och andra påverkande faktorer. Också enligt Bracke Forest AB har det varit ekonomin och kostnaderna som i stor utsträckning drivit utvecklingen (Bracke Forest AB, 2018, pers. komm.).

4.2 Basmaskinen

Resultatet här visar att det i huvudsak är och har varit kontinuerligt framryckande basmaskiner som nyttjats vid markberedningsarbetet (Figur 10). Detta mest troligt beroende på att valet av basmaskin vid markberedningsarbetet delvis styrs av kostnadsfrågor, en kontinuerligt framryckande basmaskin ger normalt en högre produktivitet jämfört med en intermitterent framryckande vilket i regel ger en lägre kostnad. Valet av basmaskin vid markberedning har mångt och mycket följt den utveckling som skett för det övriga skogsbruket vad gäller användandet av olika traktorer i drivningsarbetet (Figur 11). Ager (2017) redogör utförligt i sin studie stora delar av denna utveckling. Under 1940- och 1950-talet då olika traktorer, i huvudsak hel- och halvbandstraktorer började nyttjas som basmaskiner var det mest fokus på driftsäkerhet, tillräcklig dragkraft (motoreffekt), framkomlighet och förarnas arbetsmiljö. Detta då dessa faktorer ansågs som begränsade faktorer vid utvecklingen av nya aggregat (Callin, 1947; Fredén, 1958).

Efter att skotaren blev etablerad inom övrigt skogsbruk under 1960- och 1970-talet är det den enskilt vanligast förekommande basmaskinen vid markberedning (Figur 11). Den främsta aspekten

varför skotaren blivit så vanlig är att den har de grundläggande egenskaperna som krävs för att ta sig fram på hygget och för att utföra markberedningsarbetet. Eftersom skotaren inte bara nyttjats vid markberedning utan också i övrigt drivningsarbete är det inte ovanligt att entreprenörer väljer en begagnad skotare till markberedningsarbetet. Detta val ger enligt Berg & Wickström (1979) en lägre kostnad per hektar, troligen tack vare att dessa maskiner redan är avskrivna (Hansson et al 2014). En annan tänkbar anledning till varför skotaren blivit så vanlig kan vara att entreprenörer nyttjat skotarna till markberedningsarbete sommartid och som extraskotare vid drivningsarbete vintertid. Skotaren är flexibel som basmaskin då den även går att utrusta med kranspetsmonterade aggregat, varvid den då klassas som intermitternt framryckande (Berg & Wickström, 1979). Trots detta visar föreliggande studie att skotare mycket sällan nyttjats som intermitternt framryckande basmaskin, vilket endast påträffats tillsammans med två olika aggregat (Kockums MB-skopa & Gärdestafräsen).

Resultaten visar att det endast förekommit intermitternt framryckande basmaskiner i begränsad omfattning (Figur 10). Detta trots att det finns flertalet studier som visar på flertalet positiva effekter med riktad markberedning såsom bättre kvalitet på åstadkomna planteringspunkter samt mindre åverkan på hygget (Uotila, et al., 2010; Sikström, et al., 2017). I och med den rådande diskussionen om hyggesfria metoder och utveckling av nya skötselmetoder, borde det kunna bli vanligare med intermitternt framryckande basmaskiner som utför riktad markberedning i framtiden. Fjeld (1994) påvisar positiva effekter av att använda intermitternt framryckande basmaskiner vid denna typ av skogsskötsel då de framförallt orsakar mindre skador på kvarvarande stammar än konventionell markberedning med kontinuerligt framryckande basmaskiner. Om utvecklingen eventuellt går emot mer riktad markberedning med intermitternt framryckande basmaskiner tror Bracke Forest AB (2018, pers. komm.) att det dels beror på hur genomslaget för hyggesfri skogsskötsel blir samt om det kommer lagstiftning kring återbeskogningen vid hyggesfri skötsel.

Under så gott som hela studiens tidsram har det under varje tioårsperiod påträffats ett antal aggregat ämnade framföras med jordbrukstraktorer och nyttjas på mindre brukningsenheter (Figur 11). Fryk (1989) gjorde en sammanställning för aggregat anpassade för jordbrukstraktorer men några mer ingående studier kring dessa aggregat verkar inte tidigare ha genomförts.

4.3 Aggregaten

Utförd markberedningsmetod har varierat genom åren. Under 1950- och 1960-tal var det ett stort tekniskt utvecklingssteg då fläckmarkberedande aggregat med bromsat drivhjul/automatisk grävfunktion (eller mekanisk utväxling som det kallas i denna studie) började tillverkas. Detta efter att aggregaten innan varit ”icke drivna” och enbart jobbat luckrande (Figur 23). Denna utveckling kommer troligt av olika studier som klargjorde om fläckupptagningens betydelse och goda förnyingsresultat (Bärring, 1965). Det är tydligt att det skedde ett maktskifte mellan intermitternt fläckmarkberedning och kontinuerlig harvning med olika tallriksharvar under 1970- och 1980-talet (Figur 13). Det sker även samtidigt en mycket tydlig övergång från dragna till burna aggregat (Figur 21). Då utvecklingen av harvarna gick emot att bli burna underlättades flytten av ekipaget avsevärt (Berg, 1991). Med tallrikarna fästa på hydrauliskt manövrerade armar bak på basmaskinen medförde denna konstruktion att tallrikarnas belastning på markytan lätt kunde justeras. Detta gjorde att harvarna snabbt vann stor tilltro på marknaden (Berg, 1991). Det skedde även en tydlig övergång från icke drivna och mekaniskt utväxlade verktyg till motordrivna verktyg på aggregaten under samma tidsperiod (Figur 23), vilket Berg (1979) och Ryans (1982) bekräftar. Det första aggregatet som kom med drivna verktyg var AB Järvsö Skogsmekans tallriksharv ”Murveln” runt år 1980. Adelsköld & Hallonborg (1986) redogjorde att ett aggregat med drivna harvtallrikar blottlägger mineraljorden effektivare än ett med icke drivna.

Under 1970- och 1980-talet började även olika högläggare att bli vanligare och resultaten här visar att högläggare förekom i nästan lika stor utsträckning som harvar vilket även gäller tiden efter 1980-talet (Figur 13). Robur Maskin AB (Bracke Forest AB) introducerade den första högläggaren runt år 1978 och högläggningsmetoden blev senare den metod som påvisades bidra till bäst planteringsresultat (Sutton, 1993). Något som inte framkommit vid granskning av litterärt material men som Bracke Forest AB klargjorde som ett viktigt utvecklingssteg var introduktionen av styrsystem som också skedde under 1980-talet. Tidigare hade all styrning av aggregatens arbetsfunktion varit relästyrt och gjort programmering och styrning mycket komplext. Med styrsystem kunde aggregaten med ett enkelt knapptryck utföra förprogrammerade arbetsprogram (Bracke Forest AB, 2018, pers. komm.).

Antalet åstadkomna markberedningsrader är något som diskuterats flitigt och var fram till och med 1980-talet en aspekt som drev utvecklingen framåt och då mot aggregat som åstadkommer fler markberedningsrader. Callin (1950) klargjorde redan då att *”...För att uppnå ett gott ekonomiskt resultat av markberedningen med maskindragna redskap är det mycket viktigt att ha två eller flera parallella rivorgan kopplade efter traktorn...”* Det skiljer sig något mellan kontinuerligt och intermitterant arbetande aggregat som Figur 14 visar. För kontinuerligt arbetande aggregat sker ett tydligt skifte från 1-radiga till 2-radiga aggregat under 1960- och 1970-talen vilket mest troligt kommer av tallriksharvarnas intåg på marknaden. Under 1980- och 1990-talen började 3- och 4-radiga aggregat så smått komma. Trots detta är 2-radiga aggregat vanligast förekommande idag. För intermitterant arbetande aggregat skedde det inte ett lika tydligt skifte från 1-radiga till 2-radiga utan där var man tidig med att nyttja 2-radiga aggregat. Men under 1970-, 1980- och 1990-talet kom det flertalet 3- och 4-radiga aggregat. Trots detta är även 2-radiga aggregat vanligast förekommande idag.

Trots att utvecklingen under lång tid gått emot aggregat som åstadkommer fler spår visar resultatet på att framförallt 4-radiga aggregat ej fått fäste i skogsbruket och på marknaden (Figur 14). Detta till trots att 4-radiga aggregat har påvisats utföra lika bra arbetsresultat som ett 2-radigt aggregat (Samuelsson, 1986). En anledning till att marknaden och skogsbruket snarare anammat de 3-radiga aggregaten beror på att de 4-radiga aggregaten blir allt för tunga och otympliga (Ersson, et al., 2017). Minsta motoreffektbehovet hos basmaskinen har också betydelse precis som Figur 18 visar. Hallonborg & Landström (1993) påvisar ett ökat motoreffektbehov för aggregat som åstadkommer fler rader. I en artikel i Tidningen Skogen granskar Viklund (2005) ett 4-radigt aggregat och ifrågasätter aggregatets högre vikt som bidrar till höjd dieselförbrukning, högre inköpspris samt behovet av en större basmaskin för att orka framföra aggregatet vilket medför en högre risk för markskador. Evans (2013) påtalar även att hyggesstorleken har en betydande roll för produktivitet, dvs. att på mindre avdelningar sänks produktiviteten för ett 4-radigt aggregat.

Resultatet visar att aggregatens vikt ökade stadigt mellan år 1945 och 1985 (Figur 16). Under 1940 och 1950-talet var det basmaskinerna som begränsade möjligheten att bygga större och kraftigare aggregat eftersom de inte hade nog med motoreffekt att framföra dessa och tog då mycket stryk (Appelroth, 1976; Berg, 1991). Aggregaten som tillverkades och nyttjades under dessa decennium var ofta inte driftssäkra och drabbades förhållandevis ofta av stilleståndstid (Fredén, 1958). Allt eftersom mekaniseringen bidrog med kraftigare och starkare basmaskiner kunde aggregaten förbättras och blev då successivt tyngre, vilket enligt Persson (2016) bidrar till högre driftssäkerhet. Aggregatens vikt korrelerar även med utvecklingen för aggregatens minsta motoreffektbehov och antalet åstadkomna rader.

Som klargörs av flertalet resultat i denna studie skedde många utvecklingssteg under 1970- och 1980-talet. Många av dessa utvecklingssteg kom mest troligt på grund av att det i början av 1970-talet gjordes flertalet studier som tydliggjorde en rad brister kopplade till dåtida aggregat (Jahnke & Nilsson, 1975; Berg & Dalström, 1976). De brister som författarna klargjorde och som gick att

koppla till några av de utvecklingssteg som nämnts, var att dåtidens aggregat inte klarade av att åstadkomma tillräckligt mycket blottlagd mineraljord på hyggen med mycket avverkningsrester. Antalet upphöjda planteringspunkter var för få samt logistiska problem vid flytt då de flesta aggregat då innan var dragna efter basmaskinen.

Aggregat avsedda för inversmarkberedning började förekomma under tidigt 1990-tal vilket styrks av (Johansson, et al., 2013) studie. Förekomna aggregat under 1990- och 2000-talet var få till antalet trots flertalet studier som visade på inversmarkberedningens goda effekter (Davner, 1991). Varför inte inversmarkberedningen har slagit igenom tror Bracke Forest AB (2018, pers. komm.) som tillverkat aggregatet Kicken beror på att det är för få markberedningsobjekt där aggregatet kan komma till sin rätt. Hansson et al, (2014) hävdar dock i sin studie att inversmarkberedning kommer bli helt dominerande redan inom ett decennium dvs. före år 2025, framförallt på grund av metodens lägre åverkan på hygget samt goda resultat efter plantering.

Midjemonterade aggregat började komma under 1980-talets slut vilket Figur 21 visar. Midjemonterade aggregat förekommer i studien i tre former, antingen midjemonterade harvtallrikar där tiltan plattas till av boggin, midjemonterade grävklor för högläggning och fläckmarkberedning (Georg Strömbäcks GSSP), eller aggregat av fylljordstyp som med hjälp av ett flak tömmer jord i högar framför boggin på skotaren (von Hofsten & Nordén, 2002). von Hofsten (1989) redogör om fördelarna med midjemonterade harvtallrikar där tiltat plattas till av boggin. Med den utformningen skapas en väl tilltryckt omvänd torva där trädrester och humuslagret inte tenderar att falla tillbaka i samma utsträckning som vid konventionell harvning. Fylljordsaggregat är något som förekommit i begränsad skala men är ett intressant utvecklingssteg. von Hofsten & Gustafsson (2003) redogör kring ett försök där man använder en skotare med kranspetsmonterad skopa för att nyttja fylljordsprincipen. Författarna ser en rad fördelar med den principen på framförallt steniga och kulturmiljökänsliga marker.

Vald typ av verktyg korrelerar med vald markberedningsmetod och därför är tandförsedda tallrikar vanligast förekommande verktyg från 1970-talet och framåt (Figur 22). Man kan diskutera anledningen till varför harvning med olika varianter av tallrikar vunnit så stor mark trots att flertalet studier påvisar bättre biologiska effekter med högläggning och inversmarkberedning. En möjlig anledning är harvens flexibilitet och förmåga att åstadkomma många godtagbara planteringspunkter på de flesta hyggen (Larsson, 2011). Detta redogör Bäcke et al (1986) som viktiga aspekter vad gäller markberedningens utvecklingsarbete.

Ett intressant utvecklingssteg gällande olika verktyg är aggregat med olika fräsenheter. Runt 1979 introducerades Wadell-fräsen vilket var ett aggregat utrustat med stympade koner och utbytbara rivtänder. Wadell-fräsen uppvisade goda egenskaper speciellt vid markberedning på hyggen med mycket ris och trädrester (Berg, 1991). Figur 22 visar att fräsenheter inte slagit igenom och anledningen till det kan möjligtvis komma av att slitaget på fräsarnas verktyg (kontaktorgan) blir för stort och tidsåtgången för reparationer åter upp aggregatets förtjänster.

4.4 Framtidens markberedare

Det är svårt att sja om hur framtidens markberedare kommer se ut och det är många aspekter som spelar in kring åt vilket håll utvecklingen kommer att gå. Resultatet från denna studie får ses som en sammanställning och en dokumentation över vad man gjort hittills och vad som slagit igenom och inte. Något som inte diskuterats tidigare i resultatdiskussionen är aspekter kring acceptansen för markberedningen i samhället och hänsynen till skogens sociala och ekologiska värden. Detta kommer med största sannolikhet ha en stor betydelse kring vilka markberedningsmetoder man kommer använda och hur markberedarna kommer att utvecklas i framtiden. Det har under 2000-talet förts diskussioner om att markberedningen utförs med allt för radikala metoder. I en artikel av

Segerstedt (2017) i Land Skogsbruk skrivs det att skogsbolagen anser att markberedningen utförs på rätt sätt med rätt metoder, medan Naturskyddsföreningen menar att det ser ut som en jordbävning efter att markberedningen utförts. Hansson et al (2014) diskuterar förhoppningen att markberedningen i framtiden kommer bli mindre schablonmässig och mer ståndortsanpassad och på så vis kunna ta större hänsyn till skogens andra värden. Författarna menar också (precis som flertalet resultat i denna studie visar) att det är priset som styr vilken markberedningsmetod man väljer då de entreprenörer som tar lägst betalt oftast får utföra markberedningsarbetet. Hansson et al (2014) menar att det resulterar i en tröghet då det kommer till att gå över till nyare metoder eftersom äldre maskiner är billigare i drift då de redan är avskrivna. Detta kan säkert kopplas till varför resultatet i denna studie visar att harvningen är vanligast och varit så under en längre tid.

4.5 Studiens brister

För att bestämma årtal för lansering användes tidigaste årtal för omnämning, vilket var en variabel som kontinuerligt uppdaterades under datainsamlingen. Detta har troligen bidragit till att årtalen inte helt överensstämmer med det år aggregatet kom ut som prototyp eller lanserades på marknaden. Det har ibland varit svårt avgöra om samma aggregat omnämnts med olika modellnamn under samma eller andra årtal, detta kan ha gjort att det inkluderats samma aggregat flera gånger. Målet med själva datainsamlingen var att fånga upp alla förekomna aggregat inom nordiskt skogsbruk under studiens tidsram. Då tjugo veckor stod till förfogande för att utföra hela studien fick tiden för datainsamling begränsas, därav får det antas att det finns aggregat som ej fångats upp i studien. Eftersom studien utförts i Sverige har det varit lättare att finna information om svenska aggregat vilket gör att det riskerar finnas ett större bortfall av aggregat som förekommit i Finland, Norge och Danmark.

För diskreta variabler har antalet observerade aggregat per tioårsperiod legat till grund för analyser och resultatfigurer. Detta gör att redovisade resultat även påverkas av antalet observerade aggregat totalt under respektive tioårsperiod och bör tas i beaktande då figurena studeras. Samtidigt speglar detta utvecklingen då det i resultatet syns att det totalt sett förekom flest antal olika aggregat under 1970- och 1980-talet och därefter har antalet aktiva tillverkare minskat och därmed antalet olika aggregat.

Hur vanligt intermittent framryckande basmaskiner är vid markberedningsarbetet har varit svårt att fastställa. Denna studie har baserats på antalet observerade aggregat, och intermittent framryckande basmaskiner nyttjar ofta vanliga grävmaskinsskopor i markberedningsarbetet, vilka inte har fångats upp i datamaterialet

4.6 Framtida studier och tillämpning

En aspekt som skulle kunna undersökas mera är varför vissa aggregat förekommit längre på marknaden och tillverkats i betydligt större antal än andra. I denna studie har det noterats att vissa aggregat vidareutvecklats utifrån samma ursprungsmodell och förekommit under flera decennier. Dock har det inte klargjorts närmre varför dessa slagit igenom på marknaden, vilket öppnar för att undersöka vad som skiljer dessa aggregat från de som stannat på prototypstadiet. Med resultatet från denna studie som underlag skulle det också varit intressant att göra en djupare analys av utvecklingsarbetet hos de vanligaste tillverkarna från 1970-talet och framåt. Med tanke på att antalet tillverkare inte är speciellt många får det anses praktiskt genomförbart. Detta skulle förslagsvis kunna genomföras med en kvalitativ studiemetod med djupintervjuer för att få en klarare bild av vilka utmaningar och drivkrafter som funnits då det gäller markberedarnas utveckling.

Detta material borde kunna vara intressant för uppfinnare och tillverkare av markberedare för att få en bättre bild av vad som tidigare gjorts. Materialet borde också kunna nyttjas vid utbildningssammanhang, både vad gäller skogsteknik och skogshistoria för att få en inblick hur markberedningen och tekniken förändrats historiskt.

4.7 Slutsatser

Följande slutsatser är de variabler som anses haft störst betydelse för markberedarens utveckling under studiens tidsram samt bidragit till slutsatserna kring markberedarens framtida utveckling:

- Tydligt skifte under 1960-talet från bandtraktor till skotare som basmaskin;
- Tydligt skifte under 1970-talet från fläckmarkberedning till harvning;
- Antalet åstadkomna markberedningsrader var ett viktigt motiv för aggregatens utveckling, vilket även korrelerar med utvecklingen av aggregatens vikt och krav på lägsta motoreffekt hos basmaskinen;
- Tydligt skifte under 1980-talet från dragna till burna aggregat;
- Tydligt skifte under 1980-talet från icke drivna verktyg mot drivna verktyg;
- Trots att det historiskt sett funnits många innovativa lösningar som visar på goda biologiska resultat (vad gäller plantan eller fröets etableringsmöjligheter) avgör flexibilitet och kostnaden för markberedningsarbetet. Oftast blir förstahandsvalet ett aggregat som klarar att åstadkomma tillräckligt många godkända planteringspunkter till en så låg kostnad som möjligt oavsett hyggets karaktär;
- Utifrån studiens resultat går det ej med säkerhet säga hur framtidens aggregat kommer att se ut. Med största sannolikhet kommer det ställas högre krav på att aggregaten ska kunna utföra mer ståndortsanpassad markberedning och med så låg markpåverkan som möjligt.

5 Referenser

- Adelsköld, G. & Hallonborg, U., (1986). *Jämförande studier av skogsharvar, högläggare och en hyggesplog*, Stockholm: Forskningsstiftelsen Skogsarbeten-Resultat Nr 18.
- Ager, B., 2017. *Nedslag i skogsbrukets teknikhistoria*, Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogens biomaterial och teknologi. (Rapport nr 11)
- Albrektson, A., Elfving, B., Lundqvist, L. & Valinger, E., (2012). *Skogsskötselserien-Skogsskötsel grunder och samband*. Skogsstyrelsen. (Skogsskötselserien nr 1)
- Alftaprodukter AB, (2018). *Midiflex-En skonsam markberedare*. Tillgänglig: <http://midiflex.se/index.php?q=midiflex-en-skonsam-markberedare> [2018-05-31].
- Andersson, O., Diffner, P. & Karlsson, C., (1994). *Siljansfors-Skogsmuseum och Järnbruksminne*. Orsa: Siljansfors skogsmuseum.
- Andersson, S., (2004). Skogsteknik förr och nu. *Skogshistoriska sällskapets Årsskrift*, pp. 102-111.
- Andrén, T., (1992). *Från naturskog till kulturskog-Mo och Domsjö AB:s skogsbruk under 3/4 sekel 1900-1979*. 1:a red. Bjästa: CEWE-Förlaget.
- Appelroth, S.-E., (1976). Markberedningens utveckling och problematik i Norden. i: *Markberedning ett nordiskt forskarmöte 1975*. Stockholm: Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, pp. 6-10.(Redogörelse Nr 6)
- Back, S., Rasch, L., Johansson, L. & Lejman, M., (2000). *Från yxa till skördare*. Stockholm: Skogs och träfacket.
- Berg, S., (1979). *Studie av Järvsö M-kultivator-en prototypstudie september 1978*, Stockholm: Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. (Stencil 1978-08-25).
- Berg, S., (1991). *Studier av mekaniserade system för markberedning och plantering*, Stockholm: Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. (Medelanden nr 19)
- Berg, S. & Dalström, J., (1976). *Driftsuppföljning av markberedningsekipage.*, Stockholm: Forskningsstiftelsen Skogsarbeten.(Markberedning- ett nordiskt forskarmöte i Umeå 1975)
- Berg, S. & Samuelsson, H., (1982). *Markberedning med högläggare*, Stockholm: Forskningsstiftelsen Skogsarbeten (Redogörelse Nr 3).
- Bergsten, U. & Sahlén, K., (2008). *Skogsskötselserien-Sådd*, Jönköping: Skogsstyrelsen. (Skogsskötselserien nr 5)
- Berg, S. & Wickström, R., (1979). *Markberedning i svår terräng*, Stockholm: Forskningsstiftelsen Skogsarbeten-(Redogörelse nr 7).

Bracke Forest, (2018). *Bracke Forest -Om Bracke Forest*.
Tillgänglig: <http://www.brackeforest.com/sv/om-oss/bracke-forest-ab>
[2018-11-05].

BSM Versktads AB, (2018). *BSM Verkstads-Produktkatalog-Markberedningsaggregat-Karl-Oskar*. Tillgänglig:
<http://www.bsmverkstad.se/produktkatalog.html?app=2&product=markberedningsaggregat---karl-oskar-30449>
[2018-11-05].

Bäcke, J., Larsson, M., Lundmark, J.-E. & Örlander, G., 1986. *Ståndortsanpassad markberedning-teoretisk analys av några markberedningprinciper*. Spånga: Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. (Redogörelse Nr 3).

Bäckström, P-O., (1976). Markberedningens plats i skogsförnygringsarbetet. I: *Markberedning-ett nordiskt forskarmöte i Umeå 1976*. Stockholm: Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. (Redogörelse Nr 6).

Bärring, U., (1965). *Om fläckupptagningens betydelse och några andra problem vid plantering av tall och gran*. Stockholm: Skogshögskolan. (Studia Forestalia Suecia nr 24).

Callin, G., (1947). *Om markberedning med traktor*. Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift nr 2.

Callin, G., (1950). *Redogörelse för några markberedningsförsök med häst och maskindragna redskap*. Stockholm: Statens Skogsforskningsinstitut. (Meddelanden 38:1, s 1-36).

Callin, G. & Troëng, I., (1966). *The SFI-Scarifer (SFI-kultivatoren)*. Stockholm: Skogshögskolan. (Studia Forestalia Suecica nr 37).

Davner, L., (1991). Helomvändning för markberedning -Invers slår ut högläggning. *Tidningen Skogen*, Oktober.

Ejvegård, R., (2003). *Vetenskaplig metod*. Lund: Studentlitteratur.

Ersson, B. T., Cormier, D., St-Amour, M. & Guay, J., (2017). The impact of disc settings and slash characteristics on the Bracke three-row disc trenchers performance. *International Journal of Forest Engineering* 28(1): 1-9.

Evans, C., (2013). Evaluation of a four-row disc trencher prototype in Canada. *FPInnovations, Advantage Report* 13(11), pp. 1-8.

Falk, S. & Söderström, V., (1989). *Skogsvårdens grunder*. Borås: LTs förlag.

Fjeld, D., (1994). *Patch scarification in shelterwood stands of varying stand density*. Ås: Institutt for Skogfag, Norges Landbrukshøgskole. (Doctor Scientium Theses 1994:4).

- Fredén, E., (1958). *Maskinell markberedning i norrländskt storskogsbruk*. Stockholm: Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift 111.
- Friberg, R., (1975). *Markberedningsaggregat 1974*. Stockholm: Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. (Teknik Nr 1).
- Fryk, J., (1989). *Markbehandlingsteknik-Slutrapport från ett av Nordiska Skogsarbetsstudiernas Råd genomfört forskningsprojekt 1985-1988*. Stockholm: Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. (Redogörelse Nr 4).
- FTG Cranes AB, (2011). *Moheda-FTG markberedaren*.
Tillgänglig: <https://www.mohedasystem.se/produkter/markberedare>
[2018-05-31].
- Hallonborg, U. & Landström, M., (1993). *Mätning av dragkraftsbehov vid markberedning*. Uppsala: Skogforsk (Redogörelse Nr 6).
- Hannerz, M., Nordin, A., Saksa, T., (2017). *Hyggesfritt skogsbruk -En kunskapsställning från Sverige och Finland*. Enheten för skoglig fältforskning, SLU. Future Forests Rapportserie 2017:1. ss. 74.
- Hansson, L., George, M. R. & Gärdenäs, A., (2014). *Markberedning i Svenskt skogsbruk nu och i framtiden med fokus på miljökonsekvenser. Littersaturstudie och expertintervjuer med Skogsstyrelsen*. Uppsala: Institutionen för Mark och Miljö, Sveriges lantbruksuniversitet. (CLEO-rapport D1.2.2).
- Holmen, (2001). *Återväxthandledning*. Örnsköldsvik: Holmen Skog.
- Jahnke, B., (1976). *Studier av arbetsresultat vid markberedning*. I: Markberedning – ett nordiskt forskarmöte i Umeå 1975. Stockholm: Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. (Redogörelse Nr 6).
- Jahnke, B. & Nilsson, G., (1975). *Maskinell markberedning -Resultat av arbetsstudier*. Stockholm: Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. (Redogörelse nr 7).
- Johansson, B., (2003). *Skogsvård och skogshushållning inom Kramforsdelen av SCA 1880-1966*. Sundsvall: SCA Skog.
- Johansson, K., Nilsson, U. & Örländer, G., (2013). A comparison of long term effects of scarification methods on the establishment of Norway spruce. *Forestry* 86 (1): 91-98.
- Lammi, E., (2006). *Markbehandling på boreal skogsmark med fokus på markberedning -En litteraturöversikt*. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsskötsel/Jägmästarprogrammet (Examensarbete 2006:5).
- Larsson, A., (2011). *Val av markbehandlingsmetod inom Sveaskogs innehav i norra Sverige*. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogens ekologi och skötsel/Jägmästarprogrammet. (Examensarbete 2011:9).

Lundmark, J.-E., (1988). *Skogmarkens Ekologi-Ståndortsanpassat Skogsbruk. Del 2 -Tillämpning*. Jönköping: Skogsstyrelsen.

Löf, M., Ersson, B.T., Hjältén, J., Nordfjell, T., Ollet, A J & Willoughby, I., (2016). Site Preparation Techniques for Forest Restoration. I: J. A. Stanturf, red. *Restoration of Boreal and Temperate Forests*: CRC Press, pp. 85-102.

Matthews, J. D., (1989). *Silvicultural Systems*. New York: Oxford University Press.

Minitab, (2017). *Minitab 18 Support*.

Tillgänglig: <https://support.minitab.com/en-us/minitab/18/help-and-how-to/statistics/tables/supporting-topics/other-statistics-and-tests/what-are-spearman-s-rho-and-pearson-s-r-for-ordinal-categories/>
[2018-11-16].

Nilsson, M, (2005). *Den systematiska litteraturstudien som vetenskapligt fördjupningsarbete i omvårdnad*. Stockholm: Ersta Sköndal Högskola. Institutionen för vårdvetenskap.

Nilsson, U. & Örlander, G., (1995). Effects of regeneration methods on drought damage to newly planted Norway spruce seedlings. *Canadian Journal of Forest Research*, 25(5): 790-802.

Persson, D., (2016). *Engreppssköradarens tekniska utveckling*. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogens biomaterial och teknik/Jägmästarprogrammet. (Arbetsrapport 7:2016).

Ryans, M., (1982). *Evaluation of the Donaren 180D powered disc trencher*. Pointe-Claire, Quebec, Canada: FERIC (Forest Engineering Research Institute of Canada). Technical Report TR-54.

Samuelsson, H., (1986). *FIAB Quattro -studier av en fyrradig skogsharv*. Stockholm: Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. (Resultat Nr 4).

SCB, (2018). *SCB-Statistik-Konsumentprisindex*.

Tillgänglig: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/priser-och-konsumtion/konsumentprisindex/konsumentprisindex-kpi/>
[2019-01-15].

Segerstedt, R., (2018). Kritik mot markberedning -Nu kommer kontroller. *Land Skogsbruk*
Tillgänglig <https://www.landskogsbruk.se/skog/kritik-mot-markberedning-nu-kommer-kontroller/>
[2019-03-28]

Sikström, U., Sundblad, L-G., Friberg, G., Gålander, H., Hajek, J. & Hjelm, K., (2017). *Ingen helhetssyn när skogen ska förnygras*. Uppsala: Skogforsk. (Slutrapport)

Sit Right AB, (2016). *Sit Right-Markberedningsaggregat "Komplett"*.

Available at: <http://www.sit-right.se/index.php/markberedningsaggregatet-komplett>
[2018-05-31].

Skogsforum, (2018). *Skogsforum-Vanliga frågor*.

Tillgänglig: <https://skogsforum.se/faq.php>
[2018-10-18].

Skogskunskap.se, (2018). *Skogskunskap-Sköta barrskog-Föryngra-Markberedning*.
Tillgänglig: <https://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/foryngra/planera-och-forbered-foryngringen/markberedning/>
[2019-02-05].

Skogsstyrelsen, (2016). *Bruttoavverkning 2016*, Jönköping: Skogsstyrelsen.

Skogsstyrelsen, (2017a). *Skogsstyrelsen-Markberedning*.
Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/bruka-skog/ny-skog-efter-avverkning/markberedning/>
[2018-05-14].

Skogsstyrelsen, (2017b). *Skogsstyrelsen-Statistik-Bruttoavverkning*. [Online]
Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/statistik/statistik-efter-amne/bruttoavverkning/>
[2018-10-18].

Skogsstyrelsen, (2018). Åtgärder i skogsbruket 2017. Jönköping: Skogsstyrelsen. (Statistiska Meddelanden JO16 SM 1801).

Sonesson, J., Eliasson, L., Jacobsson, S., Wallgren, M., Weslien, J., & Wilhelmsson, L., (2017). *Hyggesfritt skogsbruk på landskapsnivå*, Uppsala: Skogforsk. (Arbetsrapport nr 926).

Stork, F., (2017). Ny markberedare för skogen. *ATL*, 5 Juli.

Sutton, R., (1993). Mounding site preparation: A review of European and North American experience. *New Forests* 7(2): 151-192.

Söderström, V., (1976). *Analys av markberedningseffekterna vid plantering på några färska hyggen: Analysis of effects of scarification before planting conifers on some newly clearfelled areas in Sweden*. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 74: 2-3.

Tidningen Skogen, (1968). Nytt från Työvälina. *Tidningen SKOGEN (Hopbunden)*, s. 299.

Tidningen Skogen, (1995). Uppfinnare i Sänkmyran, har tagit fram högläggare för alla marktyper. *Tidningen Skogen*, September, ss. 52-53.

Tidningen Skogen, (2018). *SKOGEN-Om tidningen SKOGEN*.
Tillgänglig: <https://www.skogen.se/tidningen/om-skogen>
[2018-10-18].

Tirén, L., (1946). Traktorn och skogsodlingsfrågan. *Tidningen Skogen*, 32(2), ss. 21-23.

Uotila, K., Rantala, J., Saks, T. & Harstela, P., (2010). Effect of soil preparation method on economic result of Norway spruce regeneration chain. *Silva Fennica* 44(3): 511-524.

Viklund, E., (2005). Funkar det med fyra?-SKOGEN granskar en ny typ av högläggare. *Tidningen Skogen*, November, ss. 32-33.

von Hofsten, H., (1989). *Donaren 380 MIDAS-nyttänkande inom markberedning*, Stockholm: Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. (Resultat nr 23).

von Hofsten, H. & Gustafsson, J. H., (2003). *Markberedning med fylljord*, Uppsala: Skogforsk. (Arbetsrapport 531).

von Hofsten, H. & Nordén, B., (2002). *Kombinerad risskotare och markberedare*, Uppsala: Skogforsk. (Resultat nr 11).

Wickström, R.,(1981). *Markberedningsaggregat 1981*. Stockholm: Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. (Teknik Nr 8).

Öhman, E., (2013). *Hjulskotarens tekniska utveckling*, Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens biomaterial och teknik/Jägmästarprogrammet. (Arbetsrapport 395).

Örlander, G., (1986). *Effects of planting and scarification on water relations in planted seedlings of Scots pine*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. (Studia Forestalia Suecica nr 173).

Örlander, G., Gemmel & Hunt, J., (1990). *Site preparation: A Swedish overview*, FRDA Report (105).

Örlander, G., Gemmel, P. & Wilhelmsson, C., (1991). *Effects of scarification, planting depth and planting spot on seedling establishment in a low humidity area in southern Sweden*. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsskötsel. (Rapport 33).

Östberg, M., (1990). *En smedjas förvandling-ÖSAs historia*. Bollnäs: FMG ÖSA AB.

Icke publicerat material

Bracke Forest AB, (2018), pers. komm. Besök hos Bracke Forest AB. Bräcke.

Edlund, H., (2018), pers. komm. Konsult vid Institutionen för skoglig resurshushållning; Avdelningen för skoglig resursanalys, SLU. Umeå.

6 Bilagor

6.1 Bilaga 1. Förklaring av digital datafil samt kategoriseringar av dessa data inom parantes

År: År för omnämnande under datainsamling, vid flera observationer har alltid tidigaste påträffandet noterats

Tillverkare/Uppfinnare: Tillverkande företag eller uppfinnare beroende på vad som kunnat säkerställas i äldsta källan. Vissa fall även distributör om inget annat kunnat noteras.

Tillverkningsland: Angivet land för tillverkning i äldsta källan.

Typ av basmaskin: Maskin som i huvudsak tänkt att nyttjas som dragare/redskapsbärare för respektive aggregat i äldsta källan (Bandtraktor, Traktor [Jordbrukstraktor], Lunnare, Skotare, Grävmaskin, Skördare, Annan).

Basmaskinens framryckningsprincip: Metodik/princip för huvudsakligt framförande av basmaskinen med respektive aggregat (Kontinuerlig/Intermittent)

Aggregat: Namn på aggregat som anges i äldsta källan, kan förekomma aggregat som bytt namn. Om detta varit uppenbart har det angetts i övriga noteringar (ej med i bilaga 3).

Antal tillverkade aggregat: Antalet tillverkade aggregat i senaste källan.

Markberedningsmetod: Den markberedningsmetod som aggregatet i huvudsak är konstruerat för att utföra (Fräsning, Fläck, Hyggesplöjning, Högläggning, Invers)

Verktyg som kontaktorgan: Den typ av verktyg som utgör kontaktorgan med marken (Enklare rivorgan, Rivhjul, Plog, Fräsenhet, Tandförsedd tallrik, Annat). ”Tandförsedd tallrik” avser ett tallriksliknande verktyg med tandliknande rivenheter. ”Annat” avser alla typer av verktyg som inte går att likna med tidigare nämnda.

Anslutning till basmaskin: Monteringsprincip för respektive aggregat (Buret, Draget, Kranspetsmonterat, Midjemonterat)

Aggregatets vikt: Vikt i kilogram för respektive aggregat

Minsta motoreffektbehov: Den effekt i kilowatt som minst krävs från basmaskinen för att driva aggregatet framåt på ett effektivt sätt, vid en intervallangivelse har det lägsta värdet angivits.

Markberedningsprincip: Den markberedningsprincip som aggregatet i huvudsak är konstruerat för att utföra (Kontinuerlig, Intermittent)

Antalet skapade markberedningsrader: Antalet rader som skapas av respektive aggregat (1, 2, 3, 4)

Aggregatets drivningsprincip: Hur, och om aggregatets verktyg är drivna eller icke drivna (Motordrivna, Mekanisk utväxling, Icke drivna)

Om motordrivna: Beroende på om motordrivna aggregat drivs av basmaskinens motor eller av separat motor har detta noterats (Drivna av basmaskin, Drivna av separat motor)

Kraftöverföringsprincip: Hur och om aggregaten drivs rent tekniskt (Mekanisk utväxling, Hydraulisk, Elektrisk, Ingen)

6.2 Bilaga 2. Förklaring av kolumnrubriker i bilaga 3

Tillverkare:

1. Lars Tiren
2. H. Sjöström
3. Edvin Berg
4. Nils Hultmark
5. Hilding Andersson
6. Asbjörn O. Imset
7. Bröderna Andersson
8. Einar Andersson
9. Mathiasson
10. Albertsson & Gellerbrandt
11. System Svedlund
12. Thulins Vagnfabrik
13. Domänverket
14. Ivan Troëng
15. Eric Albertsson
16. Ingvar Sörensen
17. AB Skogsbruksmaskiner
18. Ivan Jonsson
19. Bergkvist Mekaniska Verkstad
20. K.G Sundblad
21. Robertsfors AB
22. Sinkilä
23. Bracke Forest AB (Bräcke Bil och Smidesverkstad, Robur Maskin AB)
24. TTS Forest Oy (Työväline)
25. Kockums Industri AB
26. Martini-Yhtymä
27. Skogsdon AB (Nordfor Teknik AB)
28. Ingenjörfirma Edman och Sjöberg AB
29. Forest Innovations AB
30. Lönntek i Skellefteå AB
31. Östbergs fabrik AB
32. Wadell patent AB
33. AB Järvsö Skogsmekan
34. Olofsfors
35. Björklunds Entreprenad AB
36. Lundberg Hymas AB
37. Veljekset Mikkonen
38. Agroprodukter
39. FIAB i Stensele AB
40. Aston Nilsson
41. Långbrösle Mekaniska
42. Olle Hemmingsson
43. LL Skogsmaskiner
44. Sören Johansson
45. Georg Strömbäck
46. ForeCare AB
47. Michal AB
48. Prototypverkstaden i Garpenberg
49. Nils-Olov Berntsson, Humax Forest Hammerdal
50. Hans Persson
51. Rottne

52. Midiflex AB
53. BSM Verkstads AB
54. Skogforsk
55. Fasterholt
56. Moheda
57. Okänd
58. Hydrovåg
59. Sit Right AB

Tillv. land (Tillverkningsland):

S=Sverige

F=Finland

N=Norge

D=Danmark

Basmaskin:

B.traktor=Bandtraktor

Traktor=Jordbrukstraktor (Hjultraktor utan band)

Mb. Metod (Markberedningsmetod):

Högl. = Högläggning

Mb. Typ (Markberedningstyp):

Kont. = Kontinuerlig

Int. = Intermittent

Driv. Princip (Drivningsprincip)

Mek. utväx=Mekanisk utväxling

Kraftöf. princip (Kraftöverföringsprincip)

6.3 Bilaga 3. Databas för markberedningsaggregat

År	Tillv	Aggregat	Tillv-land	Basmaskin	Antal tillv.	Mb. metod	Verktyg	Anslutning basmaskin	Vikt	Eff. Krav	Mb. Typ	Rader	Driv-princip	Motor	Kraftöf. princip
1945	1	"Suggor"	S	B.traktor		Harv	Annat	Draget	345		Kont.	1	Ej drivna		
1946	2	Sjöströms harv	S	Traktor		Harv	Rivhjul	Draget			Kont.	1	Ej drivna		
1947	3	Bergs skogsmarks kultivator	S	B.traktor		Fläck	Rivhjul	Draget			Kont.	1	Ej drivna		
1949	4	Kangero	S	B.traktor		Harv	Rivorgan	Buret			Kont.	3	Ej drivna		
1949	5	Andersson's skogsmarks kultivator	S	B.traktor		Harv	Rivorgan	Buret			Kont.	1	Ej drivna		
1949	6	Imsets harv	N	B.traktor		Fläck	Annat	Draget			Int.	1	Ej drivna		
1949	7	Markberedningsplogen Wille	S	B.traktor		Harv	Rivorgan	Draget			Kont.	1	Ej drivna		
1949	8	Roterande trumman	S	B.traktor		Harv	Rivhjul	Draget			Kont.	1	Ej drivna		
1949	9	Mathiassons Slagbjörn	S	B.traktor		Fläck	Rivorgan	Buret			Int.	2	Ej drivna		
1949	2	Skogs Sesam	S	B.traktor		Fläck	Rivhjul	Draget			Kont.	1	Ej drivna		
1950	10	Härdig	S	J.traktor		Plog	Plog	Draget			Kont.	1	Ej drivna		
1950	11	Lenokultivatorm	S	J.traktor	135	Fläck	Rivhjul	Buret	210	19	Int.	2	Mek. utväx		
1950	12	Automat skogsbjörn	S	J.traktor		Harv	Rivhjul	Buret	340	22	Kont.	1	Mek. utväx		
1951	12	Domän harven	S	B.traktor	180	Harv	Rivhjul	Draget	700	22	Kont.	1	Ej drivna		
1951	14	Troängs markberedningsaggregat	S	B.traktor		Fläck	Rivhjul	Draget			Int.	2	Ej drivna		
1952	16	Sörenssen skogsharv	N	Traktor	110	Fläck	Rivorgan	Buret	80	18	Int.	1	Ej drivna		
1953	6	Imsets manuella skogskultivator	N	B.traktor	210	Fläck	Rivhjul	Draget	350	19	Int.	1	Ej drivna		
1954	15	Kulla-kultivatorm (mindre)	S	Traktor	75	Fläck	Rivhjul	Buret	250	18	Int.	1	Drivna	Bas-maskin	Mekanisk
1954	15	Kulla kultivatorm (större)	S	Traktor	75	Fläck	Rivhjul	Buret	360	26	Int.	1	Drivna	Bas-maskin	Mekanisk
1954	17	SM-kultivatorm	S	B.traktor	110	Fläck	Rivhjul	Draget	850	22	Int.	1	Mek. utväx		
1956	18	IJOS dubbelkultivatorm	S	B.traktor	1	Fläck	Rivhjul	Draget	700	22	Int.	2	Drivna	Bas-maskin	Elektrisk
1957	19	Tängerkultivatorm	S	B.traktor	1	Fläck	Rivorgan	Buret	450		Int.	2	Drivna	Bas-maskin	Hydraulisk
1957	20	Slagdängan	S	B.traktor	1	Fräs	Fräsenhet	Buret	350	26	Kont.	1	Drivna	Bas-maskin	Mekanisk
1957	4	Kramfors kultivatorm	S	B.traktor		Fläck	Rivorgan	Buret	550	22	Int.	2	Drivna	Bas-maskin	Hydraulisk
1957	17	SFI-dubbelkultivator	S	B.traktor	200	Fläck	Rivhjul	Draget	1200	26	Int.	2	Mek. utväx		

1958	6	Imset helautomatisk skogskultivator (Enkel)	S	B.traktor		Fläck	Rivhjul	Draget	440	22	Int.	1	Mek. utväx		
1959	17	Nya SM-kultivatorn	S	B.traktor		Fläck	Rivhjul	Draget			Int.	1	Ej drivna		
1959	6	Imset helautomatisk skogskultivator (dubbel)	S	B.traktor		Fläck	Rivhjul	Draget			Int.	2	Ej drivna		
1960	17	RAPPS skogskultivator	S	Traktor		Fläck	Rivhjul	Buret	900		Int.	2	Drivna	Bas-maskin	Hydraulisk
1965	11	Leno Dubbel aggregat	S	B.traktor	35	Fläck	Rivhjul	Draget	1600	60	Int.	2	Mek. utväx		
1965	21	Robertsfors-kultivatorn	S	B.traktor	60	Fläck	Rivhjul	Draget	2450	55	Int.	2	Mek. utväx		
1965	22	Sinkilä kultivatorn 1 radig	F	Skotare		Fläck	Rivhjul	Draget	450		Int.	1	Motordrivna	Bas-maskin	Hydraulisk
1965	22	Sinkilä kultivatorn 2 radig	F	Skotare		Fläck	Rivhjul	Draget	990		Int.	2	Motordrivna	Bas-maskin	Hydraulisk
1965	23	Bräckekultivatorn	S	Lunnare	108	Fläck	Rivhjul	Draget	3000	75	Int.	2	Mek. utväx		
1967	22	Sinkilä kultivatorn 3 radig	F	B.traktor		Fläck	Rivhjul	Draget			Int.	2	Motordrivna	Bas-maskin	Hydraulisk
1968	24	TTS-25	F	Lunnare		Harv	Tallrik	Draget	1100	60	Kont.	2	Motordrivna	Bas-maskin	Hydraulisk
1968	24	TTS-skogsfräs	F			Fräs	Fräsenhet				Int.	1			
1968	24	m/Vehviläinen	F	B.traktor		Plog	Plog	Draget			Kont.	1	Ej drivna		
1968	24	m/raittila	F	Traktor		Plog	Plog	Draget			Kont.	1	Ej drivna		
1968	24	TTS-35	F	Lunnare		Harv	Tallrik	Draget	2900	80	Kont.	2	Motordrivna		
1969	17	SFI-69	S	Skotare		Fläck	Rivhjul	Draget			Int.	2	Mek. utväx		
1972	17	SFI-SIKÅ	S	Lunnare	200	Fläck	Rivhjul	Draget	4600	75	Int.	2	Mek. utväx		
1974	24	TTS-skogsharv mod 610	F	Lunnare	300	Harv	Tallrik	Draget	2500	60	Kont.	2	Ej drivna		
1974	24	TTS-skogsharv mod 611	F	Lunnare	300	Harv	Tallrik	Draget	3050	60	Kont.	2	Ej drivna		
1974	24	TTS-skogsharv mod 612	F	Lunnare	300	Harv	Tallrik	Draget	3500	90	Kont.	2	Ej drivna		
1974	24	TTS-skogsharv mod 613	F	Lunnare	300	Harv	Tallrik	Draget	4150	90	Kont.	2	Ej drivna		
1975	25	Kockum 77/A	S	Lunnare	5	Harv	Annat	Draget	1600	100	Kont.	2	Ej drivna		
1975	26	KLM-170	F	B.traktor	37	Plog	Plog	Draget	2600	110	Kont.	1	Ej drivna		
1975	26	KLM-240	F	B.traktor	80	Plog	Plog	Draget	3200	150	Kont.	1	Ej drivna		
1975	26	Martinni-kedjefräs	F	Lunnare		Fräs	Fräsenhet	Buret			Kont.	2	Motordrivna		
1975	57	Lindborg spadharv	D	Traktor		Plog	Plog	Buret			Kont.	1	Ej drivna		
1975	57	Viborg-tallriksplog	D	Traktor		Plog	Plog	Buret			Kont.	1	Ej drivna		
1975	57	Bovlund vingplogen				Plog	Plog	Buret			Kont.	1	Ej drivna		
1975	57	Tolne-plogen				Plog	Plog	Buret			Kont.	1	Ej drivna		

1976	15	Nya Kulla-kultivatorm	S	Traktor		Fläck	Rivhjul	Buret	500	80	Int.	1	Motordrivna	Bas-maskin	Mekanisk
1976	11	Dubbel -LENO 77	S	Lunnare		Fläck	Rivhjul	Buret	1450	60	Int.	1	Mek. utväx		
1976	23	Bräcke Högläggare	S	Skotare	15	Högl.	Annat	Draget	4000	90	Int.	1	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1976	27	T-harven	S	Skotare		Harv	Tallrik	Buret			Kont.	2	Ej drivna		
1977	27	DONAREN	S	Skotare		Harv	Tallrik	Buret	3000		Kont.	2	Ej drivna		
1977	27	DONINGEN	S	Skotare		Harv	Tallrik	Buret			Kont.	2	Ej drivna		
1978	23	Bräcke Motorhögläggare	S	Skotare		Högl.	Annat	Draget			Int.	2	Motordrivna	Sep. motor	Hydraulisk
1978	28	AES Markberedningsaggregat	S	Lunnare	45	Fläck	Rivhjul	Draget	1850	55	Int.	2	Mek. utväx		
1978	29	FIAB MB 25	S	Skotare	93	Harv	Tallrik	Buret	2600	115	Kont.	2	Ej drivna	Bas maskin	Hydraulisk
1978	30	Lönntekplojen	S	Skotare	8	Plog	Plog	Draget	4500	86	Kont.	1	Ej drivna		
1978	11	Leno fyrradigt mb.aggregat	S	Skotare		Fläck	Rivhjul	Draget	7500	95	Int.	4	Ej drivna		
1978	31	ÖSA 655	S	Skotare		Fläck	Annat	Buret	2000	120	Int.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1979	27	Donaren högläggare	S	Skotare	1	Högl.	Tallrik	Buret			Int.	2	Ej drivna		
1979	25	Kockums MB-skopa	S	Grävare/Skotare		Högl.	Skopa	Kranspets	550		Int.		Ej drivna		
1979	32	Wadell-fräsen	S	Skotare	15	Fräs	Fräsenhet	Buret	3200	70	Kont.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1979	23	Bräcke 4-radiga aggregat	S	Skotare		Fläck	Rivhjul	Draget	7000	110	Int.	4	Mek. utväx		
1980	27	Donaren 180 (Drivna tallrikar)	S	Skotare	102	Harv	Tallrik	Buret	2300	90	Kont.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1980	33	"Murveln"	S	Skotare	8	Harv	Tallrik	Buret	5000	80	Kont.	2	Motordrivna	Sep. motor	Hydraulisk
1980	13	Eric's Höguppläggare	S	Skotare		Högl.	Annat	Buret			Int.	2	Mek. utväx		
1980	23	Bräcke 1-radig kultivator	S	Lunnare		Fläck	Rivhjul	Draget			Int.	1	Mek. utväx		
1980	27	Donaren 80	S	Skotare		Harv	Tallrik	Buret			Kont.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1981	23	Bräcke 3-radiga aggregat	S	Skotare		Fläck	Rivhjul	Draget			Int.	3	Mek. utväx		
1981	23	Bräcke 2-radiga Standard kultivator	S	Skotare	300 (500)	Fläck	Rivhjul	Draget	3000	90	Int.	2	Mek. utväx		
1981	24	TTS 35 H	F	Skotare	200	Harv	Tallrik	Buret	3400	110	Kont.	2	Ej drivna		
1981	34	Olofsfors skogsharv	S	Skotare		Harv	Tallrik	Buret	3500		Kont.	2	Ej drivna		
1982	35	MB-skopan	S	Grävare	30	Högl.	Skopa	Kranspets	250		Int.	2	Ej drivna		
1982	36	Hymas	S	Grävare	5	Högl.	Skopa	Kranspets	520	-	Int.		Ej drivna		
1982	37	MM-skogsharv	S	Skotare	50	Harv	Tallrik	Buret	3500	90	Kont.	2	Ej drivna		

1983	24	TTS 35 SM Alfa	F	Skotare		Harv	Tallrik	Buret	2600		Kont.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1983	26	Martinni AKLM 190	F	B.traktor		Plog	Plog	Draget	4500		Kont.	1	Ej drivna		
1984	38	BRADHA	S	Traktor		Harv	Rivorgan	Buret	225	50	Kont.	1	Ej drivna		
1984	24	TTS-10	F	Traktor		Harv	Tallrik	Buret	1290	50	Kont.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1984?	24	TTS Bedding disc plow	F	Lunnare		Harv	Tallrik	Buret	2000		Kont.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1984?	26	AL 190	F	B.traktor		Plog	Plog	Draget	3500		Kont.	1	Ej drivna		
1984	24	SM TTS Mini	F	Traktor		Harv	Tallrik	Buret			Kont.	2	Motordrivna	Sep. motor	
1984	24	TTS 35 H	F	Skotare		Harv	Tallrik	Buret	3000		Kont.	2			
1985	24	SM-TTS-4 HJ	F	Skotare		Harv	Tallrik	Buret	5000	150	Kont.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1985	24	SM-TTS-plog-harven	F	B.traktor		Plog	Annat	Buret			Kont.	1			
1985	54	Loft 1680 kulturplog	D	Traktor		Harv	Tallrik	Buret			Kont.	1	Ej drivna		
1985	17	Donhög 190	S	Skotare		Fläck	Rivhjul	Buret	3200	55	Int.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1986	39	FIAB Quattro	S	Skotare		Harv	Tallrik	Buret			Kont.	4	Motordrivna	Sep. motor	Hydraulisk
1986	17	Donaren 280	S	Skotare		Harv	Tallrik	Buret	2800	100	Kont.	2	Motordrivna	Sep. motor	Hydraulisk
1986	23	Bräcke 3-radiga aggregat (Hydraulisk breddjustering)	S	Skotare		Fläck	Rivhjul	Draget	4900	90	Int.	3	Motordrivna		Hydraulisk
1986	24	TTS Delta	F	Skotare		Harv	Tallrik	Buret	3000	100	Kont.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1987	17	Donaren 870 H Tvåradig	S	Skotare		Högl.	Rivhjul	Buret	3500	90	Int.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1987	54	KE-Amazone rotorharv	D	Traktor		Fräs	Fräsenhet	Buret			Kont.	1			
1988	58	Skruven	S	Skotare		Harv	Annat	Buret			Kont.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1988	24	TTS Högläggare (Mätäs-Jussi)	F	Skotare		Högl.	Tallrik	Buret			Int.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1989	40	Öje-Högen III	S	Grävare		Högl.	Skopa	Kranspets	650		Int.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1989	40	Öje-Högen II	S	Grävare		Högl.	Skopa	Kranspets	1000		Int.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1989	40	Öje-Högen I	S	Grävare		Högl.	Skopa	Kranspets	1100	-	Int.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1989	17	Donaren 380 Midas	S	Skotare		Harv	Tallrik	Buret	3200	115	Kont.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1989	17	Donaren 870 H Treradig	S	Skotare		Högl.	Rivhjul	Buret			Int.	3	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1989	23	Bräckes burna högläggare B 390	S	Skotare		Högl.	Rivhjul	Buret	4600	95	Int.	3	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1989	23	Bräckes burna högläggare B 290	S	Skotare		Högl.	Rivhjul	Buret	2800	70	Int.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1989	17	Donaren 870 H Enradig	S	Skotare		Högl.	Rivhjul	Buret			Int.	1	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1989	17	Donaren 870 H Fyrradig	S	Skotare		Högl.	Rivhjul	Buret			Int.	4	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1990	54	Storebro FS 400 M	S	Skotare		Harv	Annat	Midjemont.			Kont.	2			

1990	54	Storebro FS 400 S	S	Skotare		Harv	Tallrik	Midjemont.			Kont.	2			
1990	24	TTS Sigma	F	Skotare		Harv	Tallrik	Buret			Kont.	2			
1991	41	Jabo-Fläcken	S	Traktor		Invers	Annat	Buret	600		Int.	2	Motordrivna	Bas maskin	Elektrisk
1991	24	TTS Delta II	F	Skotare		Harv	Tallrik	Buret	3000	100	Kont.	2		Bas maskin	Hydraulisk
1992	17	Donaren 380 HI Midas	S	Skotare		Harv	Tallrik	Midjemont.			Kont.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1992	17	Donaren 280 HL	S	Lunnare		Harv	Tallrik	Buret	3500	100	Kont.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1992	17	Nordhög 90	S	Grävare		Högl.	Skopa	Kranspets			Int.				
1992	42	CärdstaFräsen	S	Skot/Gräv	7	Fräs	Fräsenhet	Kranspets	300		Int.		Motordrivna		
1993	43	LL-Fräsen	S	Skörd/Skot/Gräv		Fläck	Fräsenhet	Kranspets	400	-	Int.		Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1993	17	Donaren 290	S	Skotare		Harv	Tallrik	Buret	2500	100	Kont.	2	Motordrivna	Sep. motor	Hydraulisk
1994	42	Inversal	S	Traktor	1	Fräs	Fräsenhet	Buret			Kont.	2		Bas maskin	Mekanisk
1994	24	Bräcke burna högläggare	S	Skotare	1	Högl.	Rivhjul	Buret			Int.	1	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1995	44	Johanssons midjemonterade harv	S	Skotare		Harv	Tallrik	Midjemont.			Kont.	2			
1995	45	Midjemonterat fläckaggregat	S	Skotare		Fläck	Annat	Midjemont.			Int.	2			
1995	24	TTS Delta III	F	Skotare		Harv	Tallrik	Buret	3200	100	Kont.	2		Bas maskin	Hydraulisk
1995	24	TTS-20	F	Skotare		Harv	Tallrik	Draget	1150	70	Kont.	2	Motordrivna		
1996	23	Bräcke BD 296	S	Skotare		Högl.	Rivhjul	Buret	3300	67	Int.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1997	42	Inversal (Dragen)	S	Traktor	17	Harv	Rivhjul	Draget	1000	50	Kont.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1997	46	Testbänken	S	Skotare		Fräs	Fräsenhet	Buret			Kont.	2			
1997	47	Borsten	S	Skotare		Harv	Annat	Draget			Kont.	1			
1997	45	GSSP 97	S	Skotare	14	Högl.	Annat	Midjemont.			Int.	2			
1999	48	Garpgreppet	S	Grävare		Fläck	Annat	Kranspets			Int.		-		
1999	54	HuMinMix	S	Skotare		Fräs	Fräsenhet	Buret			Int.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
1999	49	Humax 2-4	S	Skördare		Fräs	Fräsenhet	Kranspets			Int/Kont	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
2000	23	Bräcke B390R	S	Skotare		Högl.	Rivhjul	Buret	4500	94	Int.			Bas maskin	Hydraulisk
2001		Skogsstjärnan	S	Traktor			Rivhjul	Buret			Int	1			
2001	23	B321D	S	Skotare		Harv	Tallrik	Buret	3500	100	Kont.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
2002	50	Midjemonterad Donaren 380	S	Skotare		Harv	Tallrik	Midjemont.			Kont.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
2005	23	M36a	S	Skotare		Högl.	Rivhjul	Buret	4500	100	Int.	3	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
2005	23	T26a	S	Skotare		Harv	Tallrik	Buret	3500	100	Kont.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk

2005	51	Kranspettsmonterad "Spade"	S	Skotare		Högl.	Skopa	Kranspets			Int.		-		
2005	23	M25a	S	Skotare		Högl.	Rivhjul	Buret	3500		Int.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
2005	23	T21.a	S	Traktor		Harv	Tallrik	Buret	1400	70	Kont.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
2005	23	T21.a	S	Skotare		Harv	Tallrik	Buret	1400	70	Kont.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
2005	23	M46.a	S	Skotare		Högl.	Rivhjul	Buret	6400	130	Int.	4	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
2005	23	M26.a	S	Skotare		Högl.	Rivhjul	Buret	3450	75	Int.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
2007	42	Frontmonterad Inversal	S	Skördare	1	Fläck	Rivhjul	Buret			Int.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
2007	23	T45	S	Skotare		Harv	Tallrik	Buret			Kont.	4	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
2008	52	Midiflex	S	Skotare		Högl.	Tallrik	Midjemont.	2500		Kont.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
2009	23	T35.a	S	Skotare		Harv	Tallrik	Buret	5500		Kont.	3	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
2009	53	Karl-Oskar	S	Grävare		Invers	Skopa	Kranspets.	420		Int.		Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
2012	23	T35.b	S	Skotare		Harv	Tallrik	Buret	5500		Kont.	3	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
2013	59	Komplett	S	Grävare		Högl.	Skopa	Kranspets.	900		Int.	2			
2013	59	Komplett JR	S	Grävare		Högl.	Skopa	Kranspets	300		Int.	1			
2013	54	Kovesen	S	Skotare		Invers	Annat	Midjemont.			Kont.	2			
2013	23	Kicken	S	Skotare		Invers	Rivhjul	Buret			Int.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
2016	23	T26.b	S	Skotare		Harv	Tallrik	Buret	3450		Kont.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
2017	23	T21.b	S	Skotare		Harv	Tallrik	Buret	1400		Kont.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
2017	23	T28.a	S	Skotare		Harv	Tallrik	Buret	3450		Kont.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
2017	23	M24.a	S	Skotare		Högl.	Rivhjul	Buret	3000		Int.	2	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
2017	23	M36.b	S	Skotare		Högl.	Rivhjul	Buret	5200		Int.	3	Motordrivna	Bas maskin	Hydraulisk
2017	55	Planteoppriller	D	Traktor		Harv	Tallrik	Buret	4040		Kont.	2	Motordrivna		Hydraulisk
2018	56	FTG markberedare	S	Traktor		Fläck	Rivhjul	Buret	440		Int.	1			

