



Naturlig inväxt av lövträd på åkermark

Ingrowth of broadleaves on farm land

Tord Johansson

Rapport 081
ISSN 1654-9406
Uppsala 2014

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap
Institutionen för energi och teknik
Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Energy and Technology
Naturlig inväxt av lövträd på åkermark/ *Ingrowth of broadleaves on farm land*
Johansson, T.
Report/Rapport 081
ISSN 1654-9406
Uppsala 2014
Ämnesord: Al, asp, biomassa, björk, inväxt, åkermark

FÖRORD

I rapporten sammanfattas resultat från studier av olika lövträdsarters inväxt på f.d. åkermark. Studien har kompletterats med data från körningar av Riksskogstaxeringens data från inventeringar under perioden 1983-1996 över lövträdsförekomsten på f.d. åkermark i Sverige. Våra fältstudier har utförts på ett stort antal lokaler i Sverige. Markägare har välvilligt låtit oss mäta in bestånd på deras marker och vi har kunnat fälla provträd för biommassabestämningar. Fältstudierna har utförts av Jan-Erik Lundh, Per Erik Björkens, Kjell Gustafsson och Birgitta Forsmark. Eva Köpmans och Mia Johansson har bestämt åldern på provträden och analyserat stam- och grenprover för bestämning av torr-rå-densitet, fukthalt och torrs substans. Studien har finansierats av Vattenfall och Energimyndigheten. Tack till alla som bidragit till att studien kunnat genomföras.

Uppsala December 2014

Tord Johansson

ABSTRACT

In the beginning of 1990 a study on ingrowth of broadleaves on abandoned farm land was started. The studied stands were located between latitude 58° and 65° N. Downy birch (*Betula pubescens* Ehrh.), silver birch (*Betula pendula* Roth), European aspen (*Populus tremula* L.), black alder (*Alnus glutinosa* Gaertner), grey alder (*Alnus incana* Moench) and willow (*Salix caprea* L.) were studied. The stands were 4-36 years old. Maps were made on some stands describing the pattern of the number of trees on different distance from the edge of the farm land from where the mature broadleaf tree spread the seeds or penetrated their roots into the farm land. Amount of biomass per hectare and for the specific stand area are presented.

The presented biomass production for the studied species was: 4.7-47.7 tons ha⁻¹ for downy birch; 4.5-174.7 for silver birch; 16.4-221.5 for European aspen; 2.0-136.4 for black alder; 0.9-139.8 for grey alder and 57.7-63.7 tons ha⁻¹ for willow.

The size of the stand area differed: 0.04-2.0 ha. Among the species 2 stands of downy birch produced ≥ 10 tons ha⁻¹; 3 stands of silver birch; 4 stands of European aspen; 2 stands of black alder and 6 stands of grey alder.

Some practical implications of the study are discussed.

Key words: Biomass, black alder, downy birch, European aspen, farm land, grey alder, ingrowth, willow, silver birch

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SUMMARY	9
INLEDNING	11
SYFTE	13
MATERIAL OCH METODER	13
Spontant uppkommen skog på jordbruksmark enligt Riksskogstaxeringens inventeringar ..	13
Studier av lokala åkermarker med bestånd av inväxta lövträd	14
Beräkning av tillgängliga biomassakvantiteter	19
RESULTAT OCH DISKUSSION	21
Inväxt på f.d. åkermark	22
Biomassaproduktion för olika bestånd	33
SLUTSATSER	37
Förutsättningar för inväxt av lövträd på f.d. åkermark	37
Inväxt av björk	37
Inväxt av klibbal	38
Inväxt av sälg	38
Avstånd till åkerkanten	38
Skottutveckling efter avverkning	39
Avverkningstidpunktens inverkan	39
Upprepad avverkning	40
Framtida skötsel av bestånden	41
Biomassaproduktion	41
Produktion av massaved och timmer	41
REKOMMENDATIONER	43
LITTERATUR	45

SUMMARY

Abandoned farm lands are sometimes invaded by broadleaf species. Several studies on the ingrowth of grass and herbs have been published. But there are few published studies focussed on invasion by broadleaves.

Today an increasing number of farm land areas in Sweden are laid down. Data from the Swedish National Forest Surveys show that an area of 111 000 ha was covered by broadleaves which had invaded the farm land. The mean number of stems per hectare was 1694. The most frequent species and highest number of stems was birch.

A study on farm land localities with ingrowth of broadleaves in Sweden started in the beginning of 1990. Studied localities were situated between latitudes 58° and 65° N. Studied species were: downy birch (*Betula pubescens* Ehrh.); silver birch (*Betula pendula* Roth); European aspen (*Populus tremula* L.); Black alder (*Alnus glutinosa* Gaertner) and grey alder (*Alnus incana* Moench). Data from two stands of willow (*Salix caprea* L) were also registered. The stands were 4-36 years old. Maps showing the pattern of ingrowth are presented. The maps show the variation in stem density within a stand. Amount of biomass per hectare and for the specific stand area are presented.

The presented biomass production for the studied species was: 4.7-47.7 tons ha⁻¹ for downy birch; 4.5-174.7 for silver birch; 16.4-221.5 for European aspen; 2.0-136.4 for black alder; 0.9-139.8 for grey alder and 57.7-63.7 tons ha⁻¹ for willow

The size of the stand area differed: 0.04-2.0 ha. Among the species 2 stands of downy birch produced ≥ 10 tons ha⁻¹; 3 stands of silver birch; 4 stands of European aspen; 2 stands of black alder and 6 stands of grey alder.

Some recommendations were given:

- When the farm land has been laid down the area should be ploughed or harrowed to facilitate future natural seeding and suckering.
- The established stand on abandoned farm land could be managed for pulp and timber production or for biomass production.

Pulp and timber production: The stand must be cleaned to about 2000 stems ha⁻¹. Then the stand should be thinned at 15-20 years of age and in some cases one more thinning later on is necessary. When the stand is 40-50 years old it should be cut.

Biomass production: Cut the stand when strong competition occurs or when the stand is 15-20 years old. The rotation period for next generation of sprouts or suckers could be 10-15 years.

- Repeated cutting of birch and European aspen can be practiced 3-4 times before the growth rate decrease drastically.

INLEDNING

Vid sidan av insatser för att beskoga eller på annat sätt använda nedlagd åkermark finns det arealer, vilka av olika anledningar inte aktivt har brukats med något syfte. I vissa fall, betesmark, har marken successivt fått vila. Dessa typer av mark har oftast förbuskats och idag finns bestånd av antingen trädslagsrena bestånd av i första hand al, asp eller björk eller blandbestånd där även en inblandning av gran eller tall kan förekomma. De spontant uppkomna beståndet är oftast luckigt d.v.s. det består av partier som är mycket täta och andra delar med ett fåtal stammar per hektar. Beroende på ståndort och beståndets utveckling bör beståndet antingen skördas som biobränsle vid 15-20 års ålder eller röjas och gallras för framtida massaveds- och timmerproduktion. Nästa generation kan byggas på stubb- och rotskott.

Utnyttjande av triviala lövträd för volym- och biomassaproduktion är ingen ny företeelse. Hittills har dock frågeställningen inskränkts till produktion på stora arealer med intensiv skötsel och därmed förväntade höga skördar. Helhetssynen har dock inte betraktats. I Sverige har de triviala lövträdsarterna inte rönt något större intresse vad gäller energiproduktion i småskalig form. Åkermarker med inväxta lövträd finns över hela landet (Johansson, 1999a). I ett läge där olika möjligheter till billiga och förnyelsebara energikällor efterfrågas är dessa bestånd intressanta.

I början av 1990-talet studerades produktionsförmågan hos naturligt inväxta 5-35 år gamla al-, asp- och björkbestånd (Johansson, 1991;1992a). Data från dessa studier visar på biomassatillväxter för al, asp och björk motsvarande 3,9, 4,4 respektive 4,9 ton t.s. per hektar och år med varierande stamantal (4 500-120 000 stammar per hektar).

Få studier finns redovisade vilka behandlar inväxt av lövträd på överbliven åkermark. Falinski (1980) beskriver några faktorer som är viktiga för att inväxt på f.d. åkermark skall ske och att resultatet ska bli ett tätt bestånd. Bland de arter som anses vara effektiva på att etablera sig är: *Salix*, *Populus*, *Betula*, *Alnus*, *Pinus* och *Juniperus*. Karlström (1986) studerade växtförlopp i träd- och buskskikt på slätteräng i Bohuslän. Bland de studerade trädarterna var asp den art som var mest frekvent förekommande. Inväxten minskade något mellan 1953 och 1980.

Enligt Falinski (1980) är följande faktorer avgörande för en effektiv inväxt:

- En stark förmåga till vegetativ förökning
- En effektiv genetisk förmåga till vegetativ förökning
- En effektiv spridning av frön oftast via vindpollinering dock inte *Salix* och *Populus*
- En tendens till massförökning i kombination med bildande av agglomerat av plantor

Mekanismen vid spridningen av frön från björkar under höst och vinter har studerats ingående (Karlsson, 2001; Lundh, 2001). Det har diskuterats i olika sammanhang om frön kan spridas via snötäcket. I en studie av sockerbjörk (*Betula lenta* L.) redovisas spridningsavstånd via normal spridning i luften och spridning på snötäcke (Matlack, 1989). Hans resultat tyder på att björkfrön sprids mer än tre gånger längre på snö än vid normal spridning d.v.s. 30-40 m respektive 100-120 m. Om en större del av fröna är oskadade kan de under påföljande säsong gro och etablera nya bestånd.

Enligt Prach and Pyšet.al. (2001) etableras trädarter bäst när markförhållanden är normala. Motsatsen är torra eller våta marker eller marker med lågt pH-värde då etableringen försvåras. Etablering av groddplantor och deras utveckling på olika jordarter och fuktighetsförhållanden studerades av Schmidt (1988). Utanför en plantskola anlades ett försök med två jordarter sand och lera som med och utan bevattning och gödsling. Varje behandling avgränsades så att enskilda växtplatser erhöles. Därefter registrerades den årliga invasionen av växter (trädarter, blommor och gräs) och mossor. Markvegetationen blev ymnigast på fuktiga marker. *Salix*-arter speciellt sälg invaderade fuktiga-våta marker med sandinblandning.

Björkars höjduitveckling och kronlängd jämfördes i planterade och naturligt föryngrade bestånd i Estland (Jögiste et.al., 2003). Studien visade att kronlängden i relation till planthöjden var större i planteringar än i naturligt föryngrade bestånd. Orsaken är att de täta naturligt föryngrade bestånden via konkurrens dels reducerar tillväxten dels minskar kronlängden relativt höjden.

Den nedlagda jordbruksmarken kännetecknas av några utmärkande drag som gör den intressant för virkesproduktion för energiutvinning liksom för traditionell skogsindustriell produktion:

1. Den ligger ofta inte alltför långt från tätbefolkade områden med behov av energiråvara.
2. Marken ligger nära väg.
3. Oftast har jordbruksmarken positiva terrägegenskaper (liten lutning, låga värden för blockighet).
4. Marken är oftast högproduktiv skogligt sett.
5. Den friställda jordbruksmark, som tidigare brukats med moderna metoder, saknar mestadels skyddsvärda områden, vilket kan möjliggöra utnyttjande för intensivodlade besogningsalternativ.
6. Bioenergiproduktion från nedlagd åkermark bör generellt sett bli mer kostnadseffektiv än specifikt anlagd odling för bioenergi såsom *Salix* eller rörflen eftersom anläggnings- och skötselkostnaderna blir avsevärt lägre.

Det bör finnas skötselalternativ som i hög grad både tar vara på möjligheterna ovan och minimerar eventuella problem av såväl odlingsteknisk art (tex frost, fukt, röta, stormfällning) som av kulturell, social och opinionsmässig art. Man kan exempelvis genom att utnyttja de spontant besogade jordbruksområdena med anpassad skötsel både utvinna betydande energikvantiteter och transformera

arealer till aktivt lönsamt skogsbruk. Genom extensiv markbehandling som djupplöjning, etc, eventuellt kombinerad med sådd, kan naturlig föryngring underlättas och arealen beskogad mark utökas påtagligt utan starka opinionsyttringar. Denna metod kan ha fördelar framför granplantering dels genom lägre anläggningskostnader dels genom högre acceptansgrad.

SYFTE

Att ta fram och allsidigt analysera bioenergimässigt intressanta skötselalternativ för spontant uppkommen skog.

Resultat från studien skall användas som underlag för utformning av rekommendationer vid skötsel av spontant uppkomna bestånd på före detta jordbruksmark och kunna presenteras i samband med exkursioner.

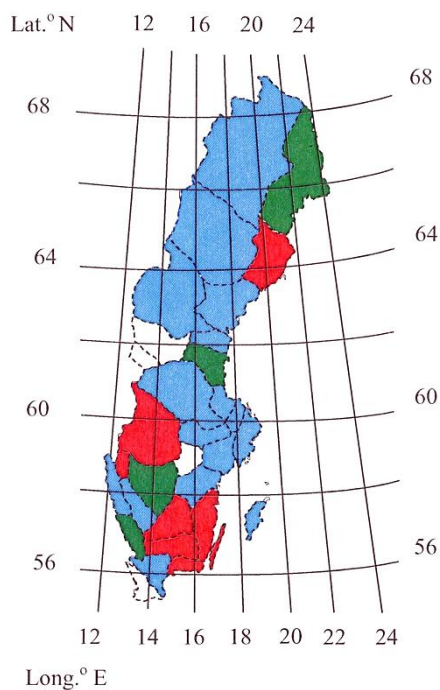
MATERIAL OCH METODER

Spontant uppkommen skog på jordbruksmark enligt Riksskogstaxeringens inventeringar

Material från Riksskogstaxeringen för perioden 1983 till 1996 har sammanställts (Johansson, 1999a). Under denna period som omfattar 25 år har 348 000 hektar åker tagits ur bruk. Inga aktiva åtgärder hade vidtagits på 60 % av den redovisade arealen. Men på hälften av denna areal, ca 110 000 hektar har lövträd växt in. Den återstående arealen var beskogad genom plantering av gran och i mindre utsträckning av lövträd.

Av figur 1 framgår att det finns stora områden i Sverige med inväxning av lövträd med mer än 1 500 stammar per hektar med en variation upptill mer än 10 000 stammar per hektar. Av studien framgick också att den grundtyevägda medeldiametern för samtliga björkar >1,3 m var 112 mm och 143 mm i brösthöjd (DBH) för övriga lövträd (al och asp). Vid beräkningarna av potentiell biomassaproduktion har vi utgått från:

- Al + Asp (Medeldiameter 140 mm)
- Björk (Medeldiameter 110 mm)



Figur 1. Karta över områdesvis fördelning av stammar per hektar för lövträd i Sverige. Nedlagd jordbruksmark under 25 år där inga åtgärder vidtagits efteråt. Inväxt av träd > 1,3 m. Taxeringsperiod: 1983-1996. Stamantal per hektar: (□) <math>< 500</math>, (■) $501-1500$, (■) $1501-2500$, (■) >2500. Efter Johansson (1999a).

Figure 2. Map over regional percentage of stem number per hectare for broadleaves in Sweden. Abandoned farm land during 25 years without managements during the period. Ingrowth of trees > 1.3 m. Survey period: 1983-1996. Number of stems per hectare: (□) <math>< 500</math>, (■) $501-1500$, (■) $1501-2500$, (■) >2500. After Johansson (1999a)

Tabell 1. Prognos över total biomassaproduktion från spontant uppkommen skog på jordbruksmark.
Table 1. Prognosis of total biomass production for spontaneous growth of forest stands on farmland.

Arter <i>Species</i>	Ant. st. ha ⁻¹ No. stems ha ⁻¹	Diam., mm	Biomassa, ton ha ⁻¹ Biomass, tons ha ⁻¹	Totalt, milj. ton Total, mill. tons
Björk <i>Birch</i>	1 093	110	43	4 064 040
Al + Asp <i>Alder + Aspen</i>	601	140	34	3 214 980
Totalt				7 278 020

Av rapporten (Johansson, 1999a) framgår att det på ca 10 000 hektar (ca 10 %) av den med lövträd täckta arealen fanns det mer än 10 000 lövträdsstammar per hektar. På 24 000 hektar fanns det mindre än 500 stammar per hektar.

Studier av lokala åkermarker med bestånd av inväxta lövträd

Data från ett sextiotial inventerade bestånd av björk, al och asp har sammanställts. Några bestånd har följts från tidig ålder till röjnings- eller gallringsstadiet. I några fall har inventeringar av stamantalet på 10 m² stora cirkelprovytor gjorts och uppgifterna har sedan lagts in på en skiss över beståndet för att

beskriva hur stamtätheten varierar inom beståndet. Nedan följer exempel på utvecklingen av inväxning av lövträd på åkermark.

Björkbestånd nr 1

Åkern som var 0,7 ha ligger i norra Västergötland (lat. 58°52' N. long. 14° 15' Ö.). Den plöjdes hösten 1986. Därefter låg den i träda. Under 1987 harvades marken ett antal gånger för att dämpa utvecklingen av gräs och örter. Åtgärden gjordes för att underlätta groningen av frön från björkar som växte runt åkern.

Beståndet inventerades när björkplantorna var sex år gamla. Inventeringen gjordes som linjetaxering med 10 m² stora cirkel provytor. I beståndet mättes diameter och höjd för glas- och vårtbjörkar på 70 provytor.

När beståndet var 13 år gammalt gjordes en ny inventering. Vid inventeringstillfället stakades två 0,1 ha stora parceller ut. Stamantalet före röjning registrerades varefter bestånden inom parcellerna röjdes till 1 000 respektive 1 500 stammar per hektar. En tredje inventering gjordes efter fem år i de 19-åriga bestånden.

Björkbestånd nr 2

Beståndet ligger i norra Västmanland (lat. 60° 01' N. long. 16° 22' Ö.). Åkern var 2 hektar stor ,av vilken ca. 1,4 ha var täckt av björk, Figur 2. Vid inventeringen 2004 var beståndet sju (5-10) år gammalt. Stamantalet beräknades via stickprov i form av en linjetaxering med provytor (20 m²).



Figur 2. Översiktsbild av björkbestånd nr 2
Figure 2. View of birch stand no. 2

Björkbestånd nr 3

Ett bestånd ca 1 ha stort (lat. 60° 29'N. long 15° 36' Ö.), med inväxt glas- och vårtbjörk på f.d. åkermark mättes in. En linjetaxering med 10 m² stora cirkelprovytor genomfördes på en 0,1 ha (25x40 m) stor provyta. Glas- och vårtbjörkarna var sju år gamla. Diameter, höjd och antal stammar registrerades.

Björkbestånd nr 4

Lokalen var belägen i södra Dalarna (lat. 60°10' N, long. N16°07' Ö.). Åkern var 2 hektar stor och var täckt med björkplantor uppkomna via frön från omkringliggande björkar. Beståndet mättes in när björkarna var tre år gamla. En ny mätning gjordes när beståndet var 11 år, Figur 3. Diameter, höjd och antal stammar registrerades med hjälp av en linjetaxering med provytor (10 m²).



Figur 3. Frösådd björk i björkbestånd nr 4

Figure 3. Natural seeded birches in birch stand no. 4

Aspbestånd nr 1

Rotskott av asp växer in från åkerkanter. Under de första åren efter att åkern tagits ur drift kan inväxt och tillväxt av rotskott hämmas av gräs och örter, Figur 4. Efter en femårsperiod har dock aspskotten etablerats och bestånden kan efter ytterligare år bli täta.

Lokalen var belägen i södra Sverige (lat. 57° 55' N, long. 12° 21' Ö.). Efter avverkning av aspar i ett bestånd utanför ena sidan av den obrukade åkern etablerades rotskott. Beståndet var 320 (10 x 32) m² stort. En provyta stakades ut 2002. Den täckte huvuddelen av beståndets geografiska utbredning. Rotskottsfrekvensen registrerades i form av en linjetaxering med cirkelprovytor (10 m²). Antalet rotskott, deras diameter i brösthöjd, mm och höjd, m, registrerades. En ny mätning gjordes 2008 på samma ytor som vid den första mätningen.



Figur 4. Rotskott av asp som har vuxit på åkern
Figure 4. Suckers of aspen growing on abandoned farm land

Aspbestånd nr 2

Lokalens geografiska belägenhet var lat. 57° 55' N., long. 12° 21' Ö och dess yta var 0,2 ha.

Rotskott av asp som etablerats efter avverkning av det äldre aspbeståndet mättes in fem år efter avverkningen. Åkern var frisk till fuktig med hög andel lättlera blandad med mo.

Klibbalsbestånd

Lokalen var belägen i södra Sverige (lat. 58° 10' N., long. 14° 05' Ö.). Beståndet, som var 0,5 ha stort. Marken var näringsrik och fuktig. Efter vallinsådd 1987 lades odlingen ner. Under de följande åren etablerades ett bestånd med fröplantor av klibbal, Figur 5. Beståndet mättes in 1993. Beståndet inventerades i form av en linjetaxering med cirkelprovvytor (10 m²). Antalet fröplantor, deras diameter i brösthöjd, mm och höjd, m, registrerades. En ny mätning gjordes 2007.



Figur 5. Fröplantor i klibbalsbestånd nr 1
Figure 5. Seed plants in black alder stand no. 1

Gråalsbestånd nr 1

Lokalen låg i mellersta Dalarna (lat. 60° 53' N., long. 15° 07' Ö.). Arealen med frösådd gråal var 0,7 ha stor, Figur 6. Beståndet inventerades 1994, 2000 och 2007.



Figur 6. Fröplantor i gråalsbestånd nr 1
Figure 6. Seed plants in grey alder stand no. 1

Sälgbestånd nr 1



Figur 7. Frösådd i sälgbestånd nr 1
Figure 7. Seed plants in willow stand no. 1

Lokalen ligger i Uppland (lat. 59° 42' N., long. 16° 52' Ö.). Arealen med frösådd sälg var 1,5 ha stor, Figur 7. Beståndet inventerades 1998.

Sälgbestånd nr 2

Lokalen ligger i Uppland (lat. 59° 24' N., long. 18° 21' Ö.). Arealen med frösådd sälg var 0,13 ha stor, Figur 8. Beståndet som etablerats på f.d. potatisåker inventerades 1998.



Figur 8. Frösådd sälg i sälgbestand nr 2
Figure 8. Natural seeded sallow in sallow stand no. 2

Beräkning av tillgängliga biomassakvantiteter

Idag finns ekvationer som kan användas för att beräkna olika arters biomassa. I regel bygger ekvationerna på en skattning av det enskilda trädets biomassa oftast dess torrsvikt. Med hjälp av ekvationer för beräkning av biomassa för enskilda träd har beräkningar gjorts för ett antal bestånd av olika lövträdsarter. Beräkningarna ger indikationer på hur stora de årliga biomassauttagen kan vara.

Med stöd av ekvationer för biomassan hos enskilda träd av al, asp och björk (Tabell 2) har beräkningar gjorts av kvantiteter av biomassa från marker med inväxta lövträdsarter och sammanställts, Tabellerna 3-7.

Tabell 2. Använda ekvationer och rapporter för beräkningar av biomassan för träd av olika arter.
Table 2. Applied equations for estimation of biomass for trees of different species

Art	Referenser
Björk <i>Birch</i>	Johansson, 1999b;
Asp <i>European aspen</i>	Johansson, 1999c
Al <i>Alder</i>	Johansson, 1999d; 2000
Sälg <i>Sallow</i>	Johansson, 2011

Tabell 3. Data från inventerade bestånd med inväxt glasbjörk på f.d. åkermark

Table 3. Data from examined stands with ingrowth of downy birch on abandoned farm land

Bestånd nr	Latitud	Longitud	Ålder	Höjd, m	Diam., mm	Ant. st. ha ⁻¹	Areal, m ²
<i>Stand no.</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Age</i>	<i>Height, m</i>	<i>Diam., mm</i>	<i>Stem no. ha⁻¹</i>	<i>Area, m²</i>
1	60° 11'	16° 07'	7	5,4±1,0	23±15	12 737	14 000
2	60° 15'	16° 01'	8	4,4±0,2	24±2	35 500	800
3	60° 28'	14° 25'	7	3,1±0,2	9±1	125 000	1 800
4	60° 28'	14° 39'	7	3,0±0,3	9±1	66 900	1 500
5	60° 28'	14° 47'	14	7,6±0,2	49±3	9 700	1 800
6	60° 35'	15° 47'	20	12,4±0,3	80±4	2 737	700
7	60° 35'	15° 51'	11	7,7±0,3	14±1	30 137	1 000
8	63° 09'	17° 27'	12	7,2±0,4	31±2	32 400	800
9	63° 10'	17° 27'	6	2,3±0,1	6±1	298 000	1 000
10	65° 39'	21° 57'	11	5,3±0,2	26±2	5 000	20 000
11	65° 45'	21° 46'	6	2,5±0,1	9±1	89 700	11 000

Tabell 4. Data från inventerade bestånd med inväxt vårtbjörk på f.d. åkermark

Table 4. Data from examined stands with ingrowth of silver birch on abandoned farm land

Bestånd nr	Latitud	Longitud	Ålder	Höjd, m	Diam., mm	Ant. st. ha ⁻¹	Areal, m ²
<i>Stand no.</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Age</i>	<i>Height, m</i>	<i>Diam., mm</i>	<i>Stem no. ha⁻¹</i>	<i>Area, m²</i>
1	57° 59'	12° 57'	11	4,4±0,2	33±1	22 300	1100
2	57° 59'	12° 27'	16	3,1±0,2	47±5	11 900	1000
3	60° 09'	15° 06'	26	3,0±0,3	113±7	4 061	990
4	58° 50'	14° 11'	6	2,0±0,2	10±1	139 000	9 000
5	60° 15'	16° 01'	8	12,4±0,3	18±1	40 000	1000
6	60° 16'	15° 30'	17	7,7±0,3	92±7	3 301	900
7	60° 17'	16° 01'	32	7,2±0,4	133±7	2 280	1 000
8	60° 25'	15° 51'	10	2,3±0,1	11±1	45 200	2 500
9	60° 35'	15° 51'	7	5,3±0,2	20±1	5 500	4 500
10	60° 47'	20° 48'	12	2,5±0,1	32±5	42 000	4 000
11	60° 35'	15° 51'	11	7,7±0,3	14±1	30 137	1 000

Tabell 5. Data från inventerade bestånd med inväxt asp på f.d. åkermark

Table 5. Data from examined stands with ingrowth of European aspen on abandoned farm land

Bestånd nr	Latitud	Longitud	Ålder	Höjd, m	Diam., mm	Ant. st. ha ⁻¹	Areal, m ²
<i>Stand no.</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Age</i>	<i>Height, m</i>	<i>Diam., mm</i>	<i>Stem no. ha⁻¹</i>	<i>Area, m²</i>
1	60° 07'	16° 18'	20	11,0±0,4	83±7	35 500	900
2	60° 07'	16° 18'	15	15,8±1,1	108±1	6 800	1 400
3	60° 13'	16° 18'	24	7,9±0,6	62±9	32 700	1 000
4	60° 15'	16° 01'	18	11,9±0,7	80±8	10 900	850
5	60° 15'	16° 25'	9	5,4±0,3	38±3	20 000	900
6	60° 18'	16° 42'	10	9,4±0,4	61±6	15 500	3 500
7	60° 19'	16° 42'	8	4,4±0,1	30±2	26 143	800
8	60° 19'	16° 42'	18	7,0±0,5	47±5	16 500	750
9	60° 22'	16° 03'	18	8,8±0,7	56±6	16 500	900
10	60° 22'	17° 31'	13	7,7±0,4	48±4	7 600	800
11	60° 27'	15° 24'	16	9,4±0,7	68±8	7 600	800
12	65° 43'	21° 46'	5	3,6±0,1	20±1	46 150	800

Tabell 6. Data från inventerade bestånd med inväxt klibbal på f.d. åkermark

Table 6. Data from examined stands with ingrowth of black alder on abandoned farm land

Bestånd nr	Latitud	Longitud	Ålder	Höjd, m	Diam., mm	Ant. st. ha ⁻¹	Areal, m ²
<i>Stand no.</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Age</i>	<i>Height, m</i>	<i>Diam., mm</i>	<i>Stem no. ha⁻¹</i>	<i>Area, m²</i>
1	57° 59'	12° 27'	13	7,2±0,4	46±2	9 860	900
2	57° 59'	12° 27'	10	2,3±0,1	28±2	21 600	1 000
3	57° 59'	12° 27'	17	5,3±0,2	69±6	6 200	3 000
4	57° 59'	12° 27'	7	2,5±0,1	35±1	20 000	800
5	57° 59'	12° 27'	13	7,2±0,4	46±2	9 860	1 000
6	58° 10'	14° 04'	6	1,1±0,7	11±8	80 300	4 900
7	59° 21'	13° 48'	36	7,7±0,3	173±7	1 325	832
8	60° 15'	16° 01'	4	4,4±0,2	18±2	20 000	900
9	60° 15'	16° 01'	4	3,1±0,2	10±2	40 000	750
10	60° 15'	16° 01'	4	3,0±0,3	10±1	13 000	975
11	60° 17'	16° 12'	5	7,6±0,2	16±2	15 000	780
12	60° 17'	16° 12'	5	12,4±0,3	13±1	17 000	875

Tabell 7. Data från inventerade bestånd med inväxt gråal på f.d. åkermark

Table 7. Data from examined stands with ingrowth of grey alder on abandoned farm land

Bestånd nr	Latitud	Longitud	Ålder	Höjd, m	Diam., mm	Ant. st. ha ⁻¹	Areal, m ²
<i>Stand no.</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Age</i>	<i>Height, m</i>	<i>Diam., mm</i>	<i>Stem no. ha⁻¹</i>	<i>Area, m²</i>
1	60° 17'	16° 01'	27	14,8±1,2	93±6	3 000	800
2	60° 22'	15° 36'	35	12,5±1,1	64±5	10 958	700
3	60° 25'	15° 43'	4	1,2±0,2	6±1	70 900	1 000
4	60° 27'	15° 25'	10	12,2±1,7	82±9	7 400	3 500
5	60° 27'	15° 25'	15	6,0±1,2	24±3	47 600	1 200
6	60° 27'	15° 25'	15	12,4±1,3	89±7	8 600	1 500
7	60° 28'	14° 25'	7	6,5±1,3	28±4	22 500	1 500
8	60° 28'	15° 25'	5	0,9±0,2	20±1	69 600	4 000
9	60° 28'	15° 50'	4	1,7±0,2	6±1	37 400	9 000
10	60° 35'	15° 43'	4	1,8±0,1	6±1	70 900	850
11	60° 35'	15° 47'	25	11,2±1,4	44±3	13 133	900
12	60° 51'	15° 06'	10	5,5±1,0	38±3	16 800	7 500
13	60° 53'	15° 07'	19	12,1±1,3	93±8	1 827	1 040
14	62° 58'	17° 45'	17	9,4±0,9	48±5	17 500	1 100
15	63° 10'	17° 13'	15	8,9±1,3	47±5	17 500	970
16	63° 10'	17° 13'	17	10,6±0,6	59±2	14 800	400
17	63° 10'	17° 28'	5	2,0±0,5	7±1	94 000	4 000
18	63° 10'	17° 35'	8	5,4±0,9	19±1	65 000	8 500
19	63° 14'	17° 11'	6	3,8±0,8	19±1	60 200	600
20	63° 30'	16° 42'	15	13,2±1,4	66±7	16 800	500

RESULTAT OCH DISKUSSION

Den totala produktionen (7,3 miljoner ton) av inväxta lövträd i Sverige kommer inte att kunna utnyttjas till fullo beroende på arealstorlek, belägenhet, stamantal per hektar m.m. varför en reduktion är nödvändig. En tänkbar produktion om markägaren är villig att använda marken för biomassaproduktion kan vara 60 % (4,4 milj. hektar). Alla lokaler kommer inte att avverkas omgående varför en 10–20-årig avveckling kan verka möjlig d.v.s. 200 000- 400 000 ton årligen om behovet av biomassa ökar.

Vid en successiv avverkning av lövträdsbestånden så kommer det att växa upp ett stort antal rot- eller stubbskott på huvuddelen av arealen. De flesta av björkstubbarna lever året efter avverkningen, 80-90 %, och efter fem år finns minst två skott per levande stubbe (Johansson, 1992b). Vid en avverkning av 5 000 eller 10 000 björkar per hektar så kan kommande stubbskott inom en tio års period producera ca 10 respektive 20 ton t.s. biomassa per hektar (Johansson, 2008). Prognosen bygger på att 40-50 % av stubbarna efter tio år fortfarande lever.

Exempel på inväxt av rotskott från avverkade aspar i skogskanten visar att det kan förekomma 10 000 skott per hektar inom en tioårsperiod. Med medeltillväxt på 0,5 kg t.s. träd⁻¹ år⁻¹ (Johansson, 1999c) och 25 000 levande skott innebär detta att produktionen per hektar efter tio år uppgår till 25 ton, Tabell 8.

Tabell 8. Produktion hos stubb- och rotskott av björk och asp
Table 8. Yield of stump shoots and suckers of birch and European aspen

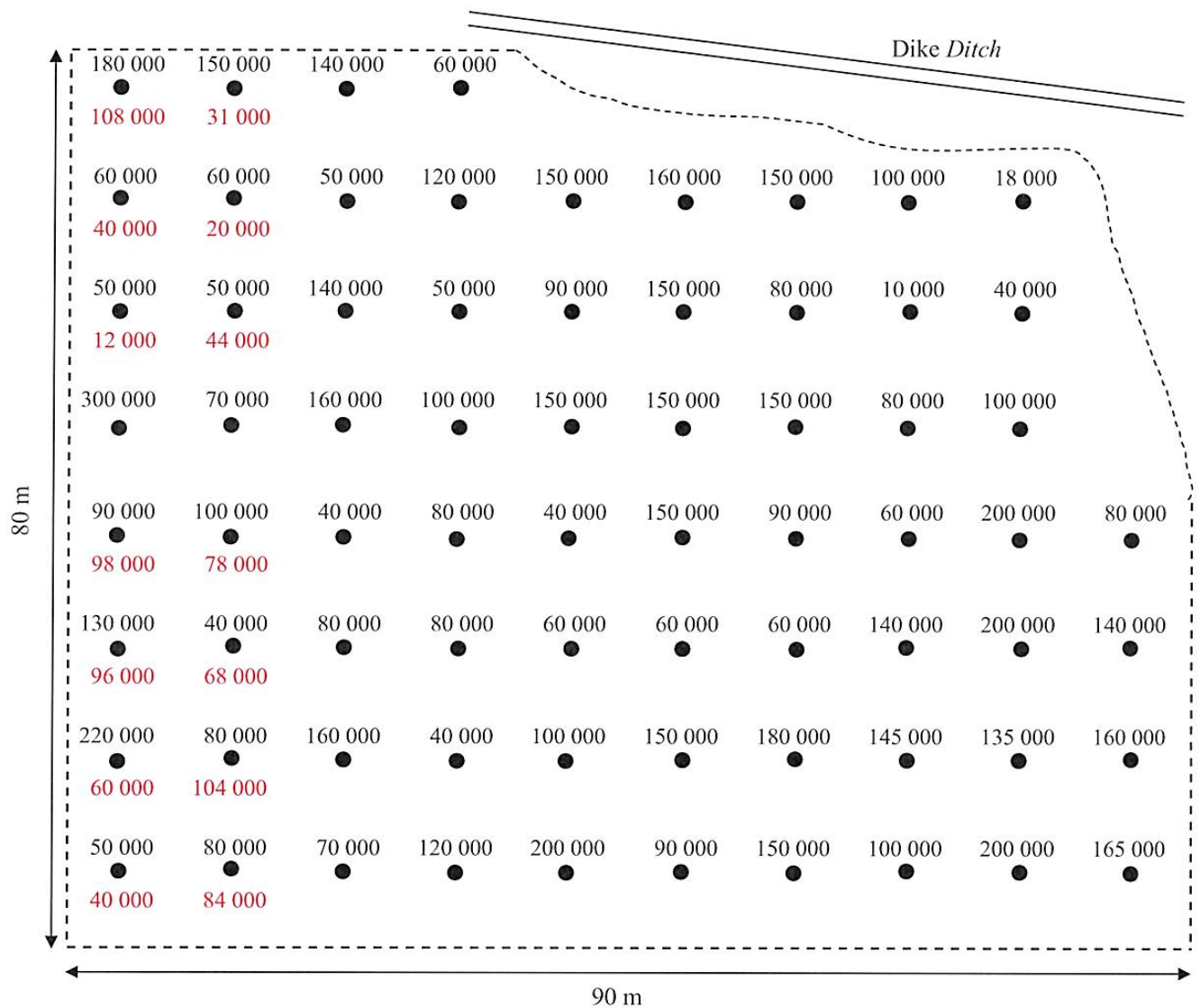
Art <i>Species</i>	Ålder <i>Age</i>	Ant. skott. ha ⁻¹ <i>No. sprouts ha⁻¹</i>	Diam., mm	Biomassa, ton t.s. ha ⁻¹ <i>Biomass, tons d. w. ha⁻¹</i>
Asp <i>Aspen</i>	10	25 000	22	40
Björk <i>Birch</i>	10	5 000	50	25

Inväxt på f.d. åkermark

Nedan presenterar exempel på olika arters inväxt, utbredning, stamantal och dimensioner.

Björkbestånd nr 1

Vid inventeringen 1993 varierade stamantalet mellan 18 000 och 300 000 stammar per hektar Figur 7. En inventering av antalet stammar per hektar vid olika avstånd från åkerkantens björkbestånd visade att det var fler stammar närmast åkerkanten, <25 m från beståndet, Tabell 9.



Figur 7. Skiss över björkplantors fördelning i bestånd nr 1 med självföryngrad björk
 Figure 7. Map describing the distribution of birch seed trees numbers in birch stand no. 1

Plantor som växte närmast åkerkanten var högre och grövre än plantor som växte på större avstånd.

Vid en revision år 2001 när björkarna var 14 år gamla anlades två parceller, 0,1 hektar stora. Vid anläggningen av parcellerna var antalet stammar per hektar på parcell nr 1 24 130 och på parcell 2 17 264, Tabell 10. Antalet stammar på parcellerna röjdes till 1 021 och 1 523 stammar per hektar. De avverkade stammarnas medeldiametrar var 27 respektive 36 mm och det röjda stamantalet 23 009 och 15 741- Biomassauttaget vid röjning beräknades till 33,1 ton t.s. ha⁻¹ för parcell 1 och 27, 9 för parcell 2, Tabell 10.

Tabell 9. Antalet björkplantor per i björkbestånd nr 1 vid olika avstånd från omkringliggande björkbestånd.
 Table 9. Number of birch seed plants per hectare growing in birch stand no. 1 at different distance from birch stands close to the area.

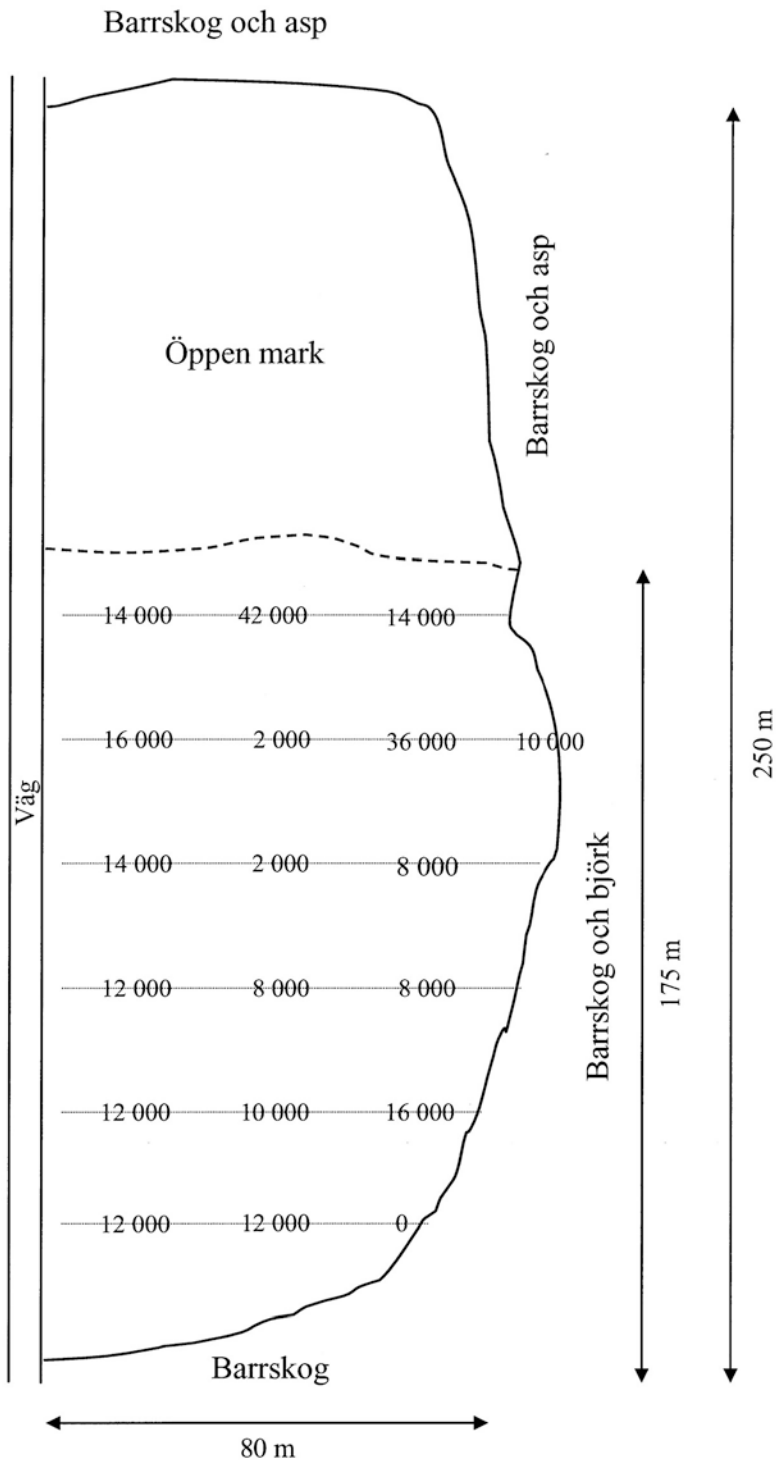
Avstånd till fröträd, m <i>Distance to seed tree, m</i>	Ant. st ha ⁻¹ No. st. ha ⁻¹			Medelhöjd, cm <i>Mean height, cm</i>	Medeldiameter, mm <i>Mean diameter, mm</i>
	Glasbjörk <i>Downy birch</i>	Vårtbjörk <i>Silver birch</i>	Totalt <i>Total</i>		
-25	32 000	107 000	139 000	345	13,5
25-50	23 000	86 000	109 000	331	16,2
51-75	36 000	74 000	103 000	153	9,3
76-100	35 000	56 000	89 000	112	7,0
101-125	54 000	69 000	123 000	109	7,8
Medel Mean			108 000	155	9,9

Tabell 10. Data från två parceller i björkbestånd nr 1. Revisioner 2001 och 2005.
 Table 10. Data from two parcels in birch stand no. 1. Examined 2001 and 2005.

	Före		Efter		Revision 2005	
	röjning <i>cleaning</i> 2001		röjning <i>cleaning</i> 2001			
	Parcel 1		Parcel 2		Parcel 1	Parcel 2
Ant. st ha ⁻¹ No. st. ha ⁻¹	24 130	1 021	17 264	1 523	1 021	1 523
Diameter, mm	28	58	33	62	91	94
Medelhöjd, m <i>Mean height, m</i>		9,3		10,5	12,0	13,3
Övre höjd, m <i>Top height, m</i>		10,5		11,9		
Grundyta m ² ha ⁻¹ <i>Basal area m² ha⁻¹</i>	16,9	2,7	20,3	4,6	6,6	10,6
Biomassa, t ts ha ⁻¹ , <i>Biomass t d.w. ha⁻¹</i>	42,7	9,6	44,5	16,6	26,8	43,0

Björkbestånd nr 2

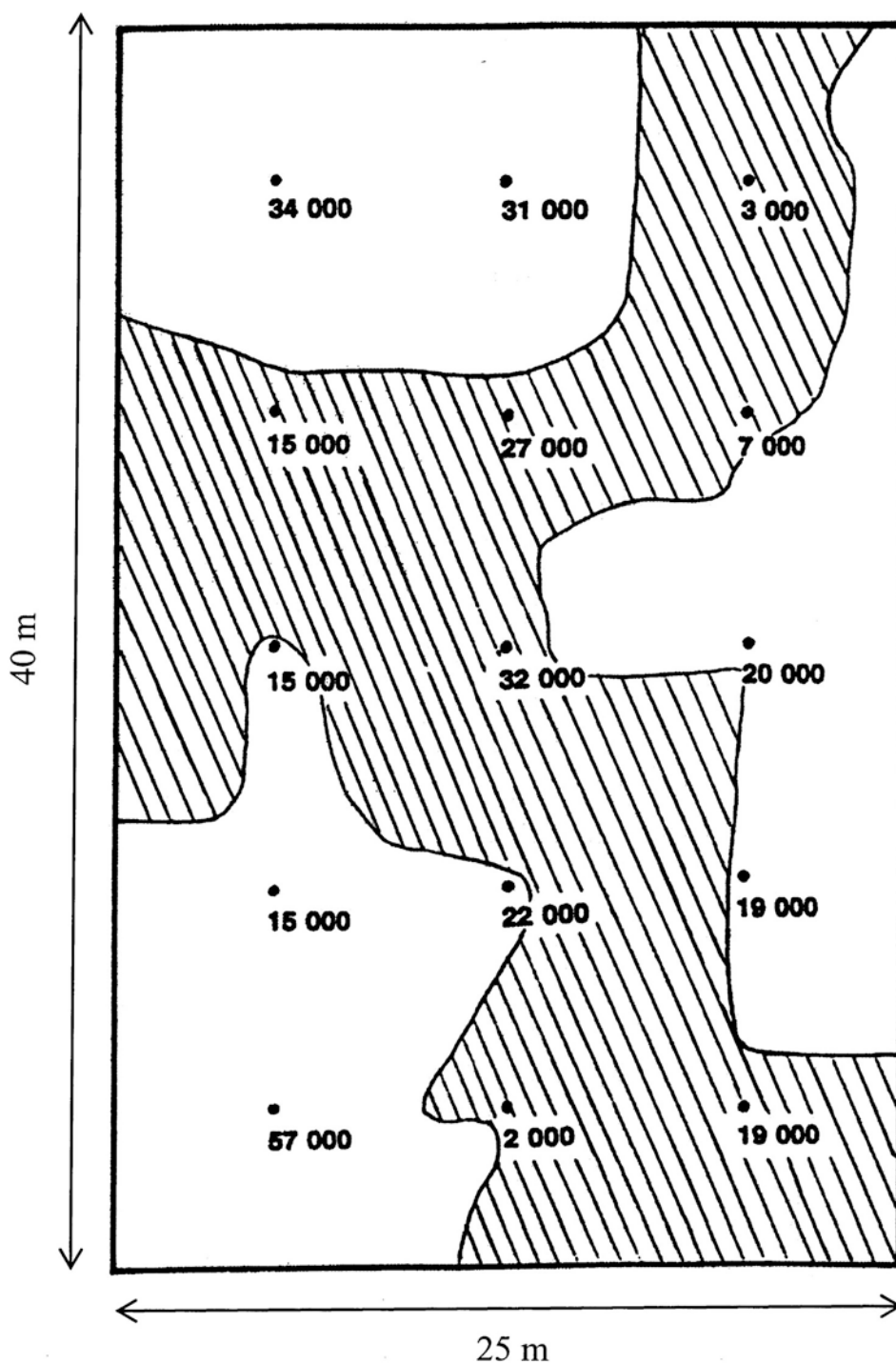
Det sjuåriga beståndet hade i medeltal 30 137 (0-42 000) stammar per hektar, Figur 8. Medeldiametern var 19 mm i brösthöjd, medelhöjden 3,8 meter och grundytan 8,5 m² ha⁻¹. Biomassan var 22,0 ton t.s. per hektar.



Figur 8. Skiss över björkbestånd nr 2 med stamtätheter på olika delar av beståndet.
 Figure 8. Map of birch stand no. 2 presenting stem density at different parts of the stand.

Björkbestånd nr 3

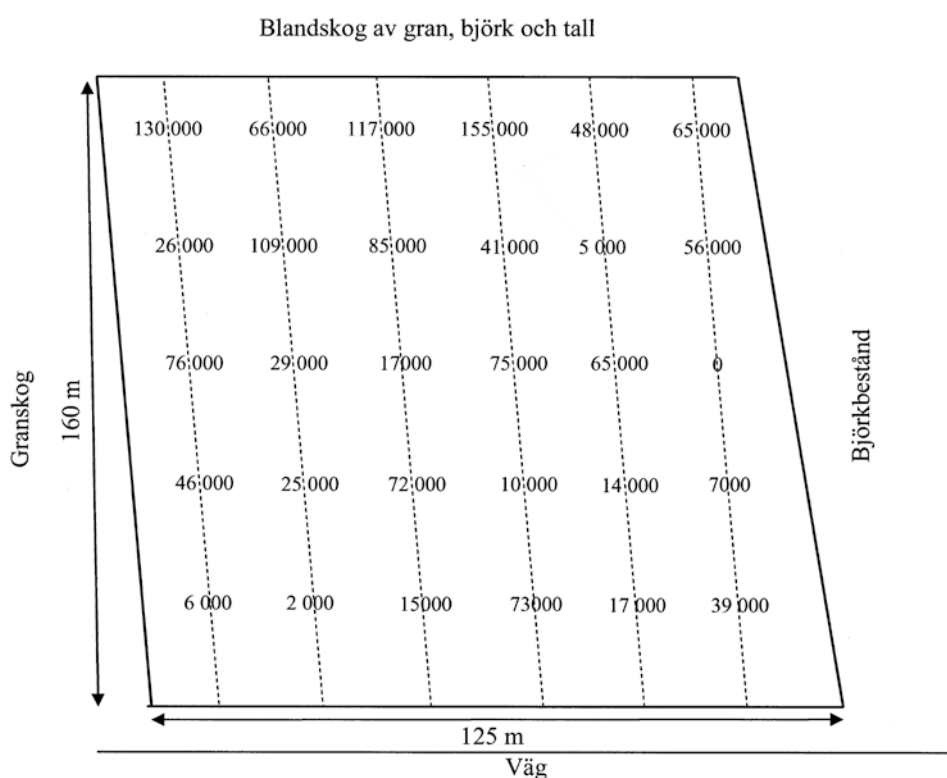
Antalet stammar per hektar var i medeltal 12 717 (0-42 000). Diameter i bröst höjd var 42 (17-70) mm och medelhöjden 5,3 (3,3-6,8) m. I Figur 9 visas variationen i stamtal inom beståndet. Biomassan var 57,2 ton t.s. per hektar.



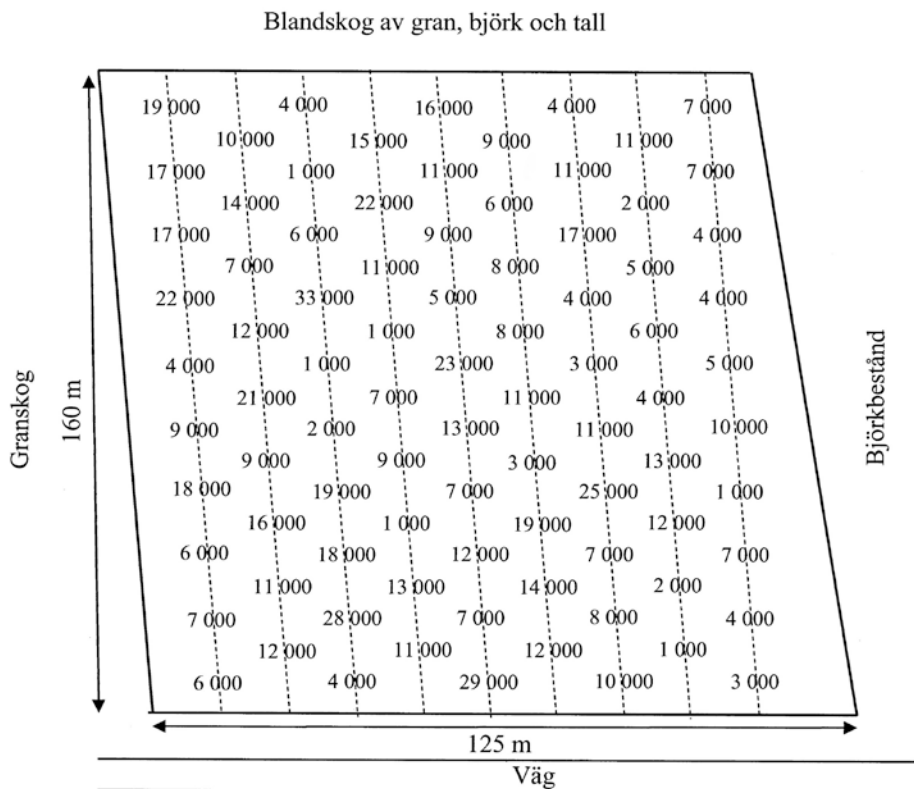
Figur 9. Skiss över björkbestånd nr 3 med stamtätheter på olika delar av beståndet.
Figure 9. Map of birch stand no. 3 presenting stem density at different parts of the stand.

Björkbestånd nr 4

Det treåriga beståndet hade i medeltal 51 400 (2 000 – 155 000) stammar per hektar med medeldiametern 7 mm och medelhöjden 1,6 m. Vid nästa mätning då björkarna var elva år var stamantalet 10 012 (1 000-33 000) stammar per hektar. Medeldiametern var 27 mm i bröst höjd och medelhöjden 7,1 meter. Biomassan var 49,3 ton t.s. per hektar. Beståndet röjdes tre år senare till 625 stammar per hektar (4x4 m) och mättes in under samma höst. Medeldiametern var 91 mm och medelhöjden 8,1 m. Biomassan var då 16,4 ton t.s. per hektar. Inslag av självföryngrad gran förekommer idag. I Figureerna 10 och 11 visas variationen i stamantal inom beståndet vid de två mätningarna.



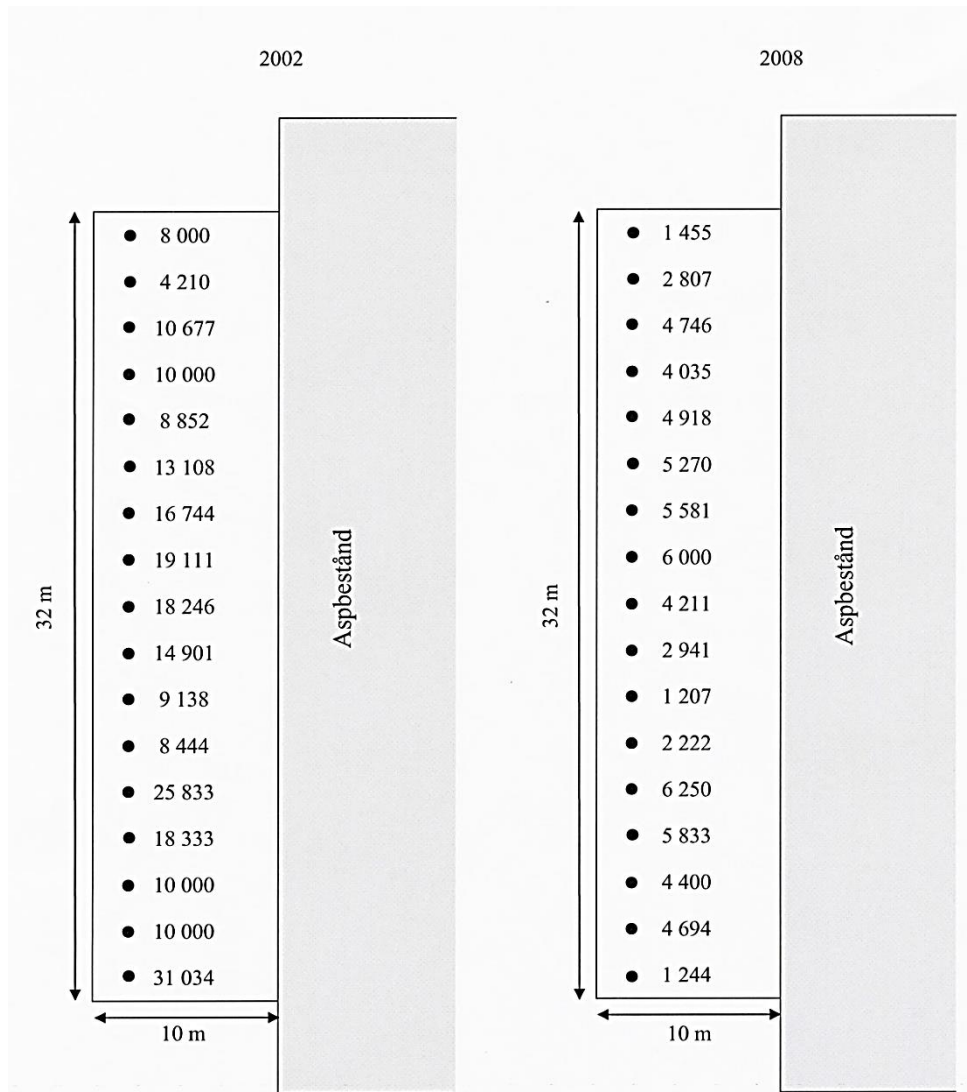
Figur 10. Skiss över björkbestånd nr 4 med stamtätheter på olika delar av beståndet vid första mätningen
Figure 10. Map of birch stand no. 4 presenting stem density at different parts of the stand at the first examination



Figur 11. Skiss över björkbestånd nr 4 med stamtätheter på olika delar av beståndet vid andra mätningen
 Figure 11. Map of birch stand no. 4 presenting stem density at different parts of the stand at the second examination

Aspbestånd nr 1

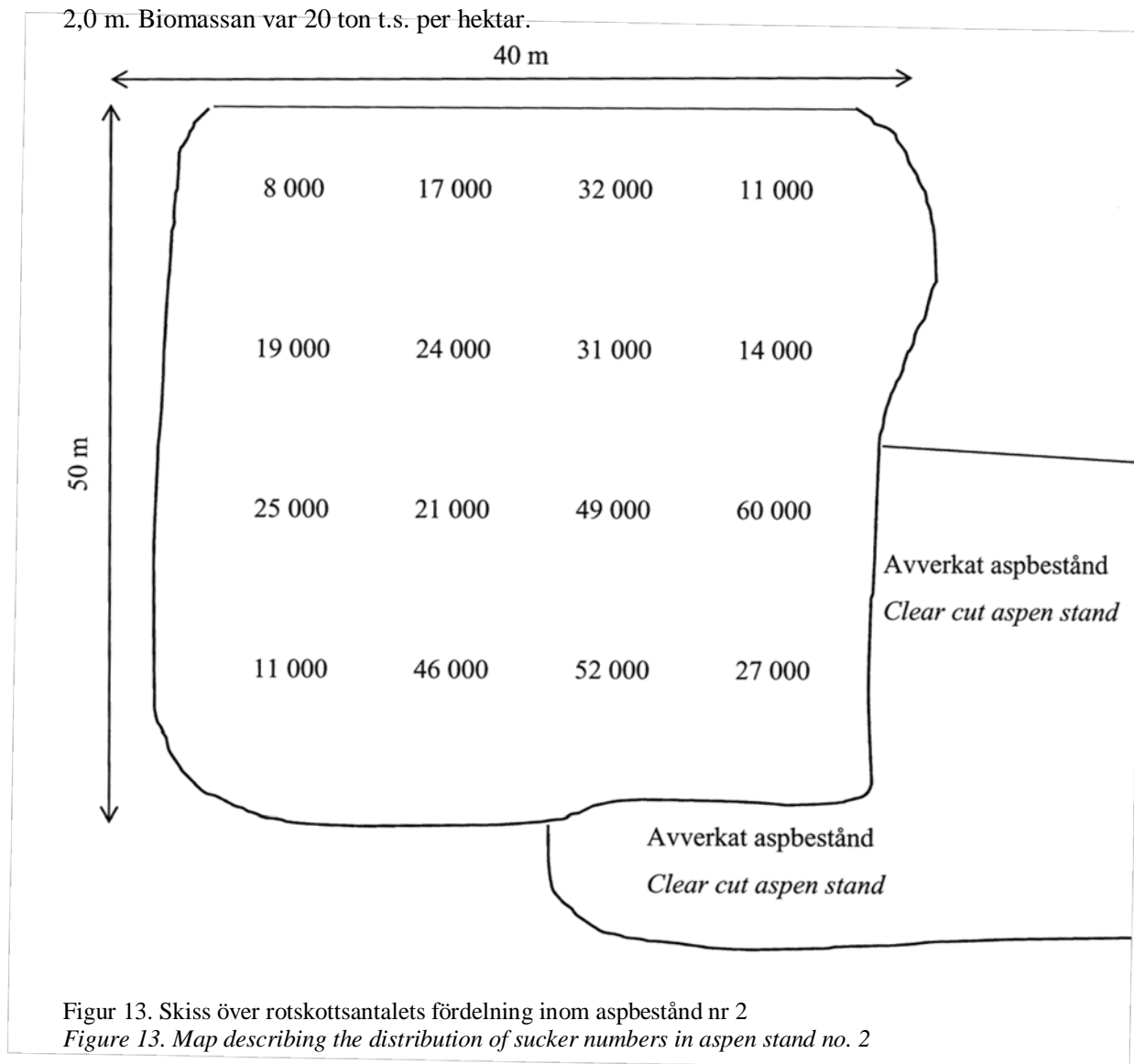
Antalet rotskott per hektar var 13 919 (4 210- 31 034) vid mätningen 2002. Beståndet var då ca 11 år gammalt. Vid revisionen 2008 var medeldiametern 21 mm och medelhöjden 3,7 m. Av Figur 12 framgår att det var stora variationer i stamantal inom beståndet. Vid den andra mätningen i det sextonåriga beståndet hade stamantalet minskat till 4 640 (1 207-6 250) stammar per hektar. Medeldiametern var 61 mm och medelhöjden 7,9 m. Biomassan var 30,1 ton t.s. per hektar.



Figur 12. Skiss över rotskottsantalets fördelning inom aspbestånd nr 1 vid två inventeringstidpunkter
 Figure 12. Map describing the distribution of sucker numbers in aspen stand no. 1 invented in two periods

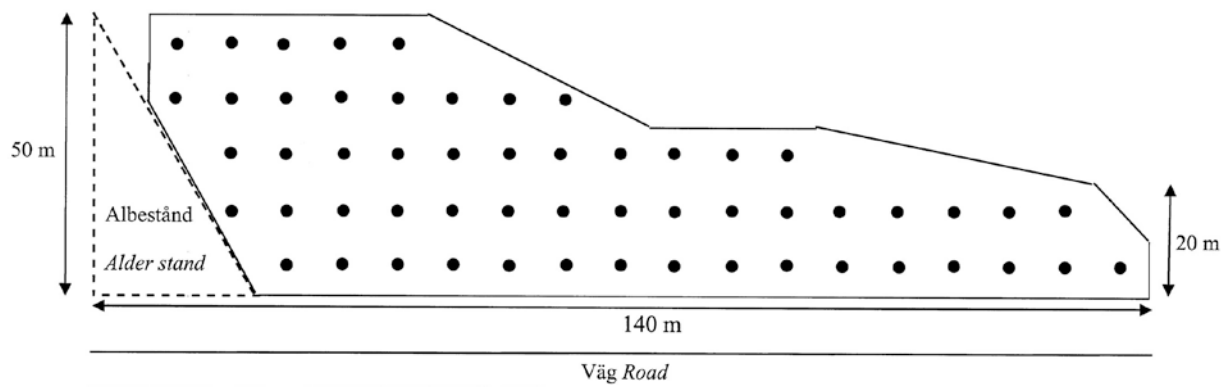
Aspbestånd nr 2

Stamantalet var 26 647 (8 000 - 60 000) stammar per hektar. De högsta stamantalen fanns nära åkerkanten och det avverkade aspbeståndet, Figur 13. Medeldiametern var 11 mm och medelhöjden 2,0 m. Biomassan var 20 ton t.s. per hektar.



Klibbalsbestånd nr 1

Antalet fröplantor per hektar var 80 300 vid mätningen 1993. Beståndet var då ca sex år gammalt. Klibbalarnas medeldiameter (0,1 m över mark) var 11 mm och medelhöjden 108 cm. Vid en inventering, 1993, av antalet klibbalar vid olika avstånd från ett klibbalsbestånd i åkerkanten var antalet klibbalar per hektar störst närmast klibbalsbeståndet, Figur 14 och Tabell 11. Det då tjugoåriga beståndet mättes för andra gången 2007. Huvuddelen av klibbalarna hade dött och en röjning genomförts. Beståndets stamantal var 1 200 stammar per hektar. Klibbalarnas diameter i bröst höjd var 109 mm och medelhöjden 14,3 m. Beståndets biomassa var 43 ton t.s. per hektar.



Figur 14. Skiss över frösådd klibbal, bestånd nr 1
 Figure 14. Map of the stand no. 1 of natural seeded black alder

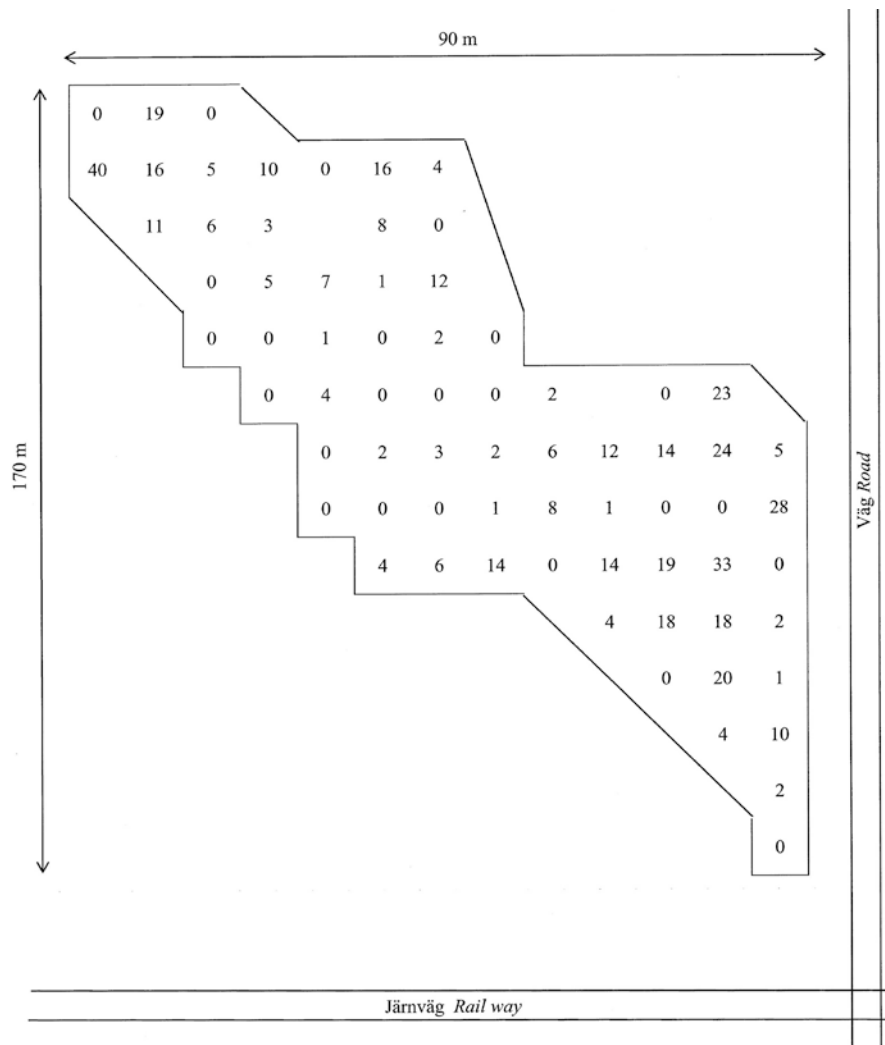
Tabell 11. Antalet sexåriga klibbalsplantor per hektar på f.d. åkermark vid olika avstånd från omkringliggande klibbalsbestånd.

Table 11. Number of six year old black alder seed plants per hectare growing on abandoned farm land at different distance from a black alder stand close to the area.

Avstånd till fröträd, m <i>Distance to seed tree, m</i>	Klibbal <i>Black alder</i>	Medelhöjd, cm <i>Mean height, cm</i>	Medeldiameter, mm <i>Mean diameter, mm</i>
5-15	108 000	158	14,1
16-25	58 000	116	16,8
26-35	26 000	117	20,8
36-45	50 000	-	-
Medel Mean	63 000	142	15,3

Gråalsbestånd nr 1

Beståndet som var 0,7 hektar stort, stakades ut och mättes in första gången 1994. Gråalarna var då tio år gamla. I medeltal fanns det 10 000 (0-40 000) levande gråalar per hektar, Figur 15. Medeldiametern i brösthöjd var 21 mm och medelhöjden 410 cm. Vid mätningen 2000 var stamantalet 5 769, medeldiametern 60 mm och medelhöjden 10,8 m. Det sextonåriga beståndet röjdes sedan samma år. Efter röjningen var stamantalet 1 827, medeldiametern 93 mm och medelhöjden 12,1 m. Uttaget var 3,0 ton t.s. per hektar. Vid inventeringen 2007 var stamantalet 1 520, medeldiametern 140 mm och medelhöjden 18,5 m, Figur 16. Kvarvarande beståndets biomassa var 74,3 ton t.s. per hektar.



Figur 15. Skiss över gråalsbestånd nr 1 med av frösådd gråal. Stamantalet är angivet i tusental.
Figure 15. Map of grey alder stand no.1 with natural seeded grey alders. The stem number is specified in thousands.



Figur 16. Översiktsbild av ett 23-årigt gråalsbestånd nr 1
Figure 16. A view of a 23-year-old stand of grey alder stand no.1

Sälgbestånd nr 1

Beståndet som var 1,5 (100x150 m) hektar stort, stakades ut och mättes in 1998. Stamantalet var 10 789 (7 000-19 000) per hektar. Sälgarna var tio år gamla, medeldiametern i brösthöjd 48 mm och medelhöjden 9,2 m. Beståndet hade en biomassa på 63,7 ton t.s. ha⁻¹, vilket motsvarar en medeltillväxt på 6,4 ton ha⁻¹ år⁻¹.

Sälgbestånd nr 2

Beståndet som var 0,13 hektar stort mättes in 1998. Sälgarna var 43 år gamla. I medeltal fanns det 604 levande sälgar per hektar. Medeldiametern i brösthöjd var 163 mm och medelhöjden 17,3 m. Den stående biomassan var 57,7 ton t.s. ha⁻¹ och medeltillväxten 1,3 ton ha⁻¹ år⁻¹.

Biomassaproduktion för olika bestånd

I Tabell 12 redovisas biomassan per hektar för olika arter växande på lokaler av olika storlek. En presentation av den stående biomassan på lokalen baserad på lokalens arealstorlek.

Tabell 12. Biomassa ton ha⁻¹ t.s. för inventerade bestånd
Table 12. Biomass tons ha⁻¹ d.w. on examined stands

Nr No.	t. ha ⁻¹	Nr No.	t. ha ⁻¹	Nr No.	t. ha ⁻¹	Nr No.	t. ha ⁻¹	Nr No.	t. ha ⁻¹
Glasbjörk		Vårtbjörk		Asp		Klibbal		Gråal	
<i>Hairy birch</i>		<i>Silver birch</i>		<i>European aspen</i>		<i>Black alder</i>		<i>Grey alder</i>	
1	9,4	1	57,2	1	51,4	1	49,2	1	54,3
2	29,1	2	68,9	2	195,4	2	34,6	2	80,0
3	8,9	3	174,7	3	221,5	3	78,1	3	1,7
4	4,7	4	23,4	4	143,4	4	53,4	4	98,6
5	47,7	5	25,8	5	37,9	5	49,2	5	32,1
6	16,6	6	88,7	6	100,7	6	15,3	6	139,8
7	6,4	7	14,2	7	26,8	7	136,4	7	22,1
8	5,0	8	9,5	8	54,3	8	11,7	8	30,1
9	7,7	9	4,5	9	85,8	9	6,1	9	0,9
10	5,0	10	101,0	10	26,4	10	2,0	10	1,7
11	6,3	11	10,9	11	65,5	11	6,7	11	38,6
				12	16,4	12	4,7	12	34,6
								13	33,1
								14	63,5
								15	60,4
								16	88,7
								17	3,2
								18	24,9
								19	23,0
								20	132,2

Av tabell 12 framgår att storleken av biomassa för respektive art varierade mellan lokaler, men också mellan arter. Eftersom studien endast har fokuserat på inväxtens förlopp och beståndens biomassaproduktion går det inte att fastställa ståndortsförhållandenas inverkan på produktionsförmågan. Inga beskrivningar av det historiska förloppet i samband med nedläggningen av åkerbruket och den fortsatta skötseln av marken finns.

Glasbjörk är den vanligast förekommande lövträdsarten i Sverige men biomassproduktionen är lägre för glasbjörk än för övriga studerade arter. Glasbjörken växer bäst på fuktiga och våta marker som är bördiga. Som tidigare nämnts så är åkermarkerna i regel dikade varför de kan ha mindre lämpade ståndortsförhållanden för glasbjörk än för vårtbjörk. Skötseln av björkbestånden som växer på marker utanför åkern kan ha medfört att glasbjörken rensats ut till förmån för vårtbjörken.

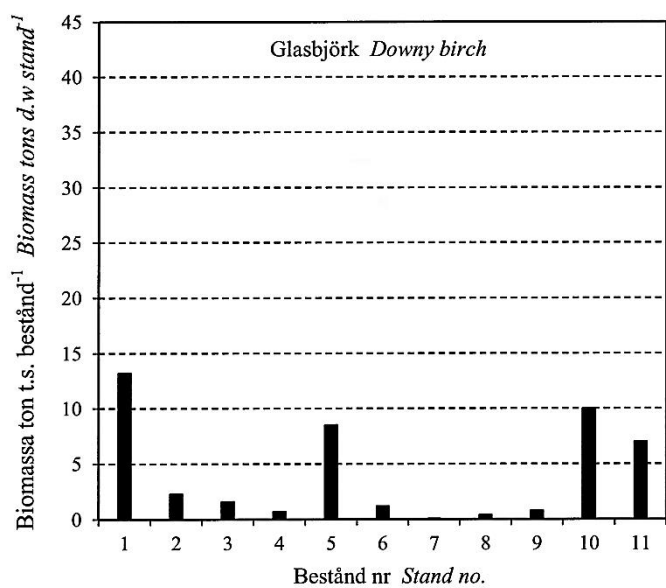
Vårtbjörken växer bäst på friska marker med medelgrov textur. Den kan också växa på torra marker. Vårtbjörk växer dåligt på lerjordar vilket kan innebära att vissa åkermarker inte är lämpade för att få ett ymnigt uppslag av fröplantor.

Aspbestånden har överlag producerat höga biomassamängder. Etablering av rotskott av asp är helt beroende på att det finns moderaspar nära åkern. Dessa aspar bör stå högst 20-25 meter från åkerkanten för att rötterna ska nå ut på åkern. Vidare så kan djupa diken runt åkern minska möjligheterna för asparnas rötter att tränga in på åkern. På sikt kan rötter från de etablerade rotskotten skjuta nya rotskott vilket kommer att öka arealen med rotskottsföryngringen.

Klibbalen växer också bäst på bördiga marker men kräver fuktiga marker vilket kan saknas på åkermarkerna eftersom de oftast är dränerade.

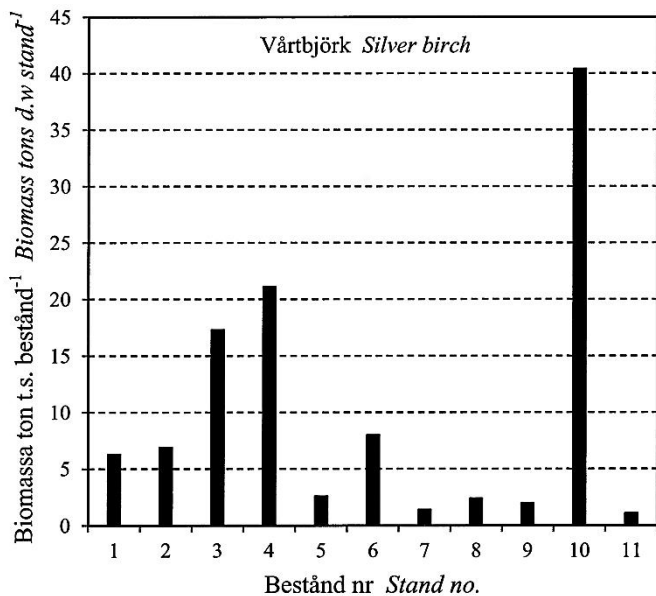
Gråalen har producerat höga biomassakvantiteter på flera lokaler. Den växer bäst på bördiga marker och vilket åkermarkerna är.

För några arter där medeldiametern är stor i relation till stamantalet kommer konkurrens mellan träden att medföra en minskning av antalet levande stammar under den närmaste tiden.



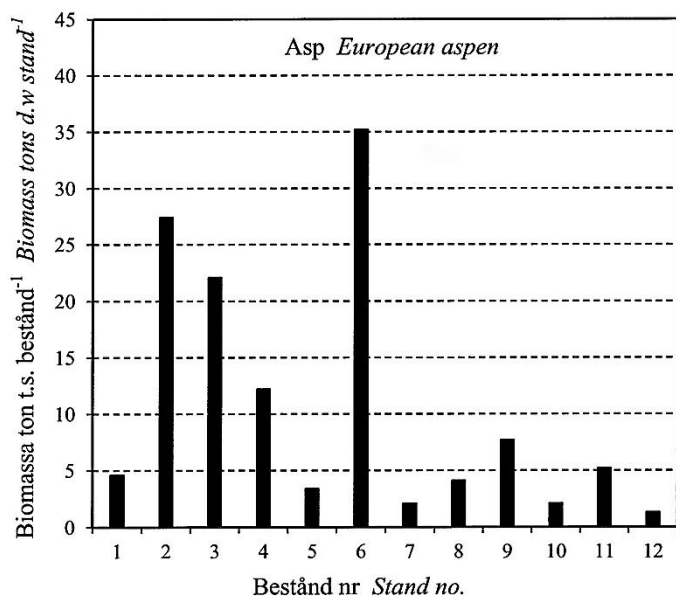
Figur 16. Biomassa ton t.s. per bestånd för glasbjörk för inventerade bestånd
 Figure 16. Biomassa ton d.w. per stand for downy birch for examined stands

Bland de elva bestånden finns två där produktionen är högre än 10 ton t.s. Bestånd nr 1 ligger på lat. 60° N. medan bestånd nr 10 ligger på lat. 65° N. De två beståndens areal var stor 1,4 respektive 2,0 hektar jämfört med de övriga, Tabell 3.



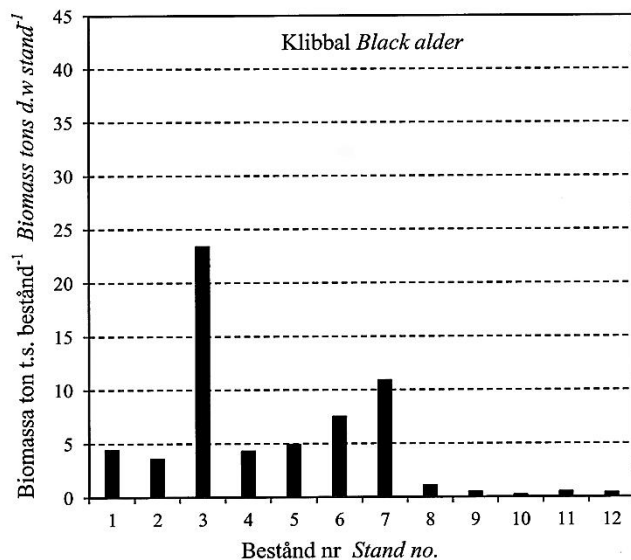
Figur 17. Biomassa ton t.s. per bestånd för vårtbjörk för inventerade bestånd
 Figure 17. Biomass ton d.w. per stand for silver birch on examined stands

Produktionen av biomassa hos vårtbjörk varierar mellan 1,1 och 40,4 ton t.s. Bland bestånden så är det tre som har en produktion som är högre än 10 ton t.s. Samliga bestånd är belägna kring lat. 60° N.



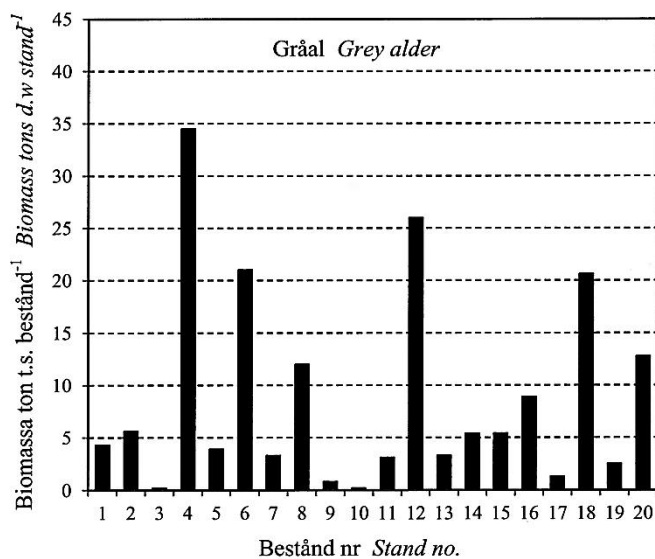
Figur 18. Biomassa ton t.s. per bestånd för asp för inventerade bestånd
 Figure 18. Biomass ton d.w. per stand for European aspen on examined stands

Aspens biomassaproduktion varierar mellan 1,3 och 35,2 ton t.s. och av de tolv bestånden var det fyra som producerade > 10 ton t.s.



Figur 19. Biomassa ton t.s. per bestånd för klibbal för inventerade bestånd
 Figure 19. Biomass ton d.w. per stand for black alder on examined stands

Klibbalsbestånden har låga biomassor 0,2-23,4 ton t.s. där två av bestånden producerade med än 10 ton t.s.



Figur 20. Biomassa ton t.s. per bestånd för gråal för inventerade bestånd
 Figure 20. Biomass ton d.w. per stand for grey alder on examined stands

Bland de tjugo inventerade gråalsbestånden var det sex bestånd vars biomassa var > 10 ton t.s. Variationen var även här stor 0,2-34,5 ton t.s.

Sammanfattningsvis visar studien att vid inväxt av olika arter av lövträd så varierar biomassans storlek oberoende av arealens storlek. Beståndet geografiska lokalisering har inte inverkat på inväxtens storlek iform av stamantal och produktion. Skillnaderna kan bero på ståndortsskillnader, historiska orsaker, eventuella förberedelser av marken efter nedläggningen av åkermarken m.m.

SLUTSATSER

Förutsättningar för inväxt av lövträd på f.d. åkermark

Allmänt

Näringsrika marktyper täcks snabbt med gräs och örter jämfört med näringsfattiga marktyper (Smit and Olf, 1998). Av studien framgår att på de 117 studerade åkermarkslokalerna hade lövträden fått en dominerande ställning efter 30 år på näringsfattiga och efter 45 år på näringsrika marker. Bazzaz (1968) studerade inväxtens förlopp på nedlagd åker i södra Illinois. De första trädarterna etablerades fyra år efter det att åkrarna togs ur drift. En orsak till den fortsatta utvecklingen var hur tät och hög markvegetationen var.

Effekten efter sådd av björk på åkermark har publicerats av Stener (2003). Studien som gjordes på markberedd skogsmark visade att överlevnaden efter en vegetationssäsong var 47 (23-89) %. Hösten därpå hade antalet levande plantor minskat till 42 %. Författaren gjorde en beräkning av åtgång på frön vid sådd. Om man vill ha 25 grobara frön per såddfläck och antalet såddfläckar per hektar är 5 000 så går det åt 0,125 kg frö per hektar vid en grobarhet hos björkfröet på 50 %. I studien gjordes en beräkning över kostnaden vid plantering och sådd. Kostnaden vid sådd var 16 % av kostnaden för plantering. Det gick också fortare att så än att plantera. Sådd bör göras på våren efter en välgjord markberedning. Marken är då fortfarande fuktig vilket ökar antalet grodda frön.

Olika metoder för att öka antalet rotskott från Amerikansk asp har studerats av Schier and Smith (1979). De metoder som studerades var avverkning av alla aspar, avverkning av de grövsta asparna, ringbarkning, markberedning inne i beståndet för att skada asprötterna för stimulering av rotskottsaktiviteten och ingen åtgärd. Resultaten visade att flest rotskott utvecklades när alla moderaspar avverkades. Vid avverkning av alla aspar öppnas beståndet så att mer ljus tränger in. För att öka inväxten av asp på våra nedlagda åkrar är marken redan fri från skuggande bestånd om asparna ligger nära åkerkanten.

Inväxt av björk

Forsgren (1991) redovisade resultat från en studie av naturlig föryngring av björk på nedlagd åkermark i Umeå kommun. De flesta åkermarker var frisk-fuktiga med moig sand och torv som mest förekommande jordarter. Fröplantor av björk hade etablerats upp till 80 meter från åkerkanten. De flesta plantorna fanns dock inom 30 meter från åkerkanten. Tiden mellan nedläggningen av åkern och etableringen av fröplantor varierade beroende på typ av markbehandling. På plöjd mark och på f.d. potatisland var tiden 1-5 år medan den på åkermark utan markbehandling var den åtta år. Stamantalet per hektar på plöjd åker var ca 30 000, på potatisland ca 50 000 och på åkermark utan markbehandling 15-18 000.

Svensson (1992) studerade naturlig föryngring av björk på nedlagd åkermark i södra Sverige (Alvesta och Växjö kommuner). Tiden mellan blottlagd jord och etablering av björk varierade mellan 0 och 10

år. Åkern var markbearbetad. Antalet björkar per hektar var ca 10 000 upp till 60 meter från åkerkanten. Etableringen gick bäst på fuktig mark och inte alltför finkorniga jordar.

Inväxt av klibbal

I den föreliggande studien hade klibbal såtts in naturligt på en fuktig mark, som tidigare hade varit vall. På grund av svag konkurrens från gräs och örter blev antalet levande fröplantor stort, 80 300 per hektar.

Inväxt klibbal på f.d. åkermark i Danmark studerades av Vinther (1983). Studien gjordes på en tidigare betad åkermark. Under perioden 1925-1960 betades marken av kor och får. Därefter minskade betetrycket och upphörde 1973. Den studerade arealen var fyra ha. Etableringen pågick under 16-22 år. Av studierna framgår att de första klibbalarna etablerades 1959-1960. Det största antalet klibbalar per hektar, 1 800-3 200, förekom under perioden 1961-1968.

Insådd av klibbal och vårtbjörk lyckades bäst när temperaturen var 10° - 20° C i en studie av deAtrip et al. (2007). Fröfall och groning av fröna skedde tidigt på våren under lägre temperaturer varför antalet plantor som etableras ökar successivt.

Inväxt av sälg

De två sälgbestånden i den här studien hade etablerats på fuktiga marker. Enligt Schmidt (1988) är dessa markförhållanden lämpliga för etablering av sälg.

Avstånd till åkerkanten

I föreliggande studie var antalet fröplantor och rotskott av de studerade arterna störst närmast skogskanten och där det fanns stående lövträd i kanten.

Hughes och Fahey (1989) studerade fröspridning och överlevnad hos bl. a. gulbjörk (*Betula alleghaniensis* Brit.) växande på skogsmark i New Hampshire, USA. Under ett år producerades 6 miljoner fröplantor per hektar vid skogskanten, 4,5 miljoner per hektar 25 meter, 2,3 miljoner 50 meter, 1,3 miljoner 75 meter, 0,8 miljoner 100 meter och 0,4 miljoner 125 meter från skogskanten. Det var en tendens till fallande nivåer av överlevnad med ökat avstånd från skogskanten. Efter två år levde 450 000 fröplantor per hektar fem meter från skogskanten, 8000 25 meter, 8 000 50 meter, 6 000 75 meter och 4 000 100 meter och 3 000 fröplantor 125 meter från skogskanten. Vid en förnyad mätning 19 år efter fröfallet varierade överlevnadsprocenten mellan 20 och 65 %.

Rotskottsproduktionen hos asp på två lokaler i Norge har studerats av Børset (1956). På den ena lokalen fanns det tio rotskott en meter från stubben och tre rotskott 18 meter från stubben. Antalet rotskott per m² varierade med i medeltal 70 000 (25 000-220 000). På den andra lokalen varierade antalet rotskott mellan 40 och 5 vid avstånden 0,5 till sju meter från stubben.

En studie av förutsättningar för inväxt av gråal på f.d. åkermark i södra Norge har rapporterats av Staaland et al. (1998). Studien visade att avståndet till skogskanten var en viktig faktor för hur snabb och riklig inväxten blev. Den gick långsammare på våta än på torra marker. Studien visade också att

antalet gråalar minskade med ökat avstånd till skogskanten. Det fanns 8 000 gråalar fem meter från åkerkanten och 2 000 gråalar per hektar på 15 meters avstånd. Inväxt av gråal på fuktiga marker startade åtta till nio år efter det att åkern tagits ur drift medan etableringen på våt mark började efter 18-19 år.

Skottutveckling efter avverkning

Efter avverkningen etableras i regel en ny generation plantor iform av stubb- och/eller rotskott. Dessa kommer att växa snabbt och bestånden kan bli täta. I en studie av björkens skottutveckling levde 61 % av glasbjörkarnas stubbar och 55 % av vårtbjörkens efter sex år (Johansson, 2008). Antalet stubbskott sex år efter avverkning var 2,3 per levande stubbe för glasbjörk och 1,8 för vårtbjörk. Vid avverkning av unga aspar och gråalar bildas ofta stubbskott på stubbarna och senare utvecklas rotskott. Rydberg (2000) studerade etableringen av stubbskott björk och stubb- och rotskott hos asp. Unga björk- och aspbestånd avverkades våren 1995. Under en treårig period minskade antalet stubbskott med > 40 %. Efter tre år var antalet stubbskott 7-12 per levande björkstubble och 2-3 stubbskott per levande aspstubbe. Det fanns också 4 860-6 540 rotskott av asp per hektar.

Avverkningstidpunktens inverkan

Det finns inga studier som påvisar en klart större mängd stubbskott hos björk efter avverkning vid en viss tid av året. Det förekommer dock en uppfattning i praktiskt skogsbruk att en avverkning på våren skulle minska stubbskottsproduktionen. Johansson (1993) fann i en studie av stärkelsehalten i rötter av björk att den inte varierade beroende på tidpunkt under året.

Efter avverkning av asp vid olika tidpunkter under året varierar produktionen av rotskott. Även rotskottens tillväxt anses variera beroende på när moder Aspen avverkas. Johansson (1993) fann i en studie av halten stärkelse i rötter av asp att den varierade beroende på tidpunkt under året. De högsta halterna fanns i asprötterna under augusti till februari. Praktiska erfarenheter i Norden visar att avverkning av asp på skogsmark bör göras under våren och sommaren för att minska mängden rotskott och deras höjdtutveckling. Resultat från studier av förhållandet mellan stärkelsehalt i rötterna och rotskottsaktivitet hos asp visar olika slutsatser. Publicerade studier har visats att samband finns eller att det inte är någon skillnad (Stoekler, 1947; Tew, 1970; Schier and Zasada, 1973; Fitzgerald and Hoddinott, 1983). I en studie av den Amerikanska aspens rotskottsproduktion var produktionen störst vid avverkning under vintern jämfört med vår- och sommaravverkning (Frey et al. 2003).

Avverkningstidpunktens inverkan på produktionen av stubb- och rotskott för grå- och klibbal har studerats av Johansson (2009):

Andelen levande stubbar av klibbal var 50 (20-84) % efter tio år. Efter tio år var antalet stubbskott per levande stubbe störst i mars, juli-oktober: 2,0, 2,0, 2,2, 2,3 och 2,1 respektive. Den största biomassaproduktionen fanns under juni till september, 45-75 ton ha⁻¹. Stärkelsehalten i rötter av klibbal var störst under september-november och lägst under perioden mars-juli (Johansson, 1998).

Sambandet mellan skottantal per levande stubbe, biomassaproduktion och halten av stärkelse i rötterna är inte signifikant.

I det studerade gråalsbeståndet förekom både stubb- och rotskott. Andelen levande gråalsstubbar efter fem år var 37 (25-55) %. Vid avverkning i mars, september och oktober var det flest stubbskott: 2,0, 2,0 och 1,8 respektive per levande gråalsstubbe. Den största biomassaproduktionen fanns under mars till maj, 17-26 ton t.s. ha⁻¹. Stärkelsehalten i rötter av gråal var störst i mars, maj och augusti-oktober och lägst i februari, juni, juli och november (Johansson, 1998). Det fanns ett samband mellan stärkelsehalt i rötterna och antalet stubbskott och delvis ett samband för biomassaproduktionen. Antalet rotskott per m² för gråal var störst under april till juni och oktober: 2,3, 2,3, 2,3 och 2,2 respektive och lägst under september, november och december: 1,5, 1,7 och 1,3 respektive. Det fanns delvis ett samband mellan stärkelsehalt i rötterna och biomassaproduktionen av antalet rotskott per m².

Upprepad avverkning

I en rapport som behandlar skottskogsbruk som en metod för biomassaproduktion har Ferm och Kauppi (1990) gjort en översikt över bl.a. upprepad avverkning av lövträd. En slutsats var att björken kan producera stubbskott under tre till fyra rotationsperioder. En orsak till att fler rotationer inte ger tillräckligt stor biomassaproduktion var enligt författarna att en del av stubbens rötter dör några år efter avverkning varför rotsystemet successivt minskar med antalet rotationsperioder. Hytönen et al. (2001) studerade stubbskottsbildning hos glasbjörk vid omloppstider av olika längd och antal i bestånd växande i centrala och norra Finland. Antalet levande stubbar minskade från ca 25 000 till 1 500 per hektar efter avverkning med åttaåriga rotationsperioder. Vid fyraåriga omloppstider var antalet levande stubbar, 10 000 efter två avverkningar. Skottens årliga medelproduktion var låg för de åtta ett-åriga avverkningarna, 0,5 kg ha⁻¹ år⁻¹ jämfört med åtta år mellan avverkningarna, 2,6 kg ha⁻¹ år⁻¹. Deras slutsatser av studien blev att glasbjörken inte kan producera stubbskott i tillräcklig mängd vid korta omloppstider, 1-2 år. Den optimala omloppstiden bör vara åtta eller sexton år.

Upprepad avverkning av rotskott av Amerikansk asp (*Populus tremuloides* Mixch.) med olika rotationsperioder har studerats av Perala (1979). Vid ett- och fyraåriga rotationsperioder minskade både stamantalet och biomassaproduktionen snabbt från den första till sista avverkningen. Biomassaproduktionen per hektar efter första rotationsperioden var: 0,4 ton t.s. för ettårig rotation, 9,5 ton t.s. för fyraårig rotation och 16,3 ton t.s. för åttaårig rotation. Upprepad avverkning varje år resulterade i en stor minskning av stamantal och stamvikt. Detta visade sig även vid fyra- och åttaåriga rotationsperioder fast inte lika drastiskt. Stamantalet per hektar efter åtta år var ca 15 000 och 8 000 efter ytterligare en rotation på åtta år. Reduktionen efter två perioder med åttaårig rotation var drygt ett ton t.s. per ha. Slutsatsen av studien var att rotationsperioden bör vara minst åtta år om man inte vill få en minskande biomassaproduktion. Person et al. (1971) studerade effekten på rotskottsproduktionen efter upprepad avverkning av Amerikansk asp. Asparna avverkades efter 2, 4, 6, 8, 10, 11 och 12 år. Efter 40 år var den totala biomassaproduktionen störst vid en rotationsperiod på 12 år. En annan studie av hur rotationens längd påverkar rotskottens produktion hos Amerikansk asp har rapporterats av

Berry and Stiehl (1978). Studien omfattade sju rotationslängder: 1, 2, 3, 5, 8, 13 och 20 år. Antalet rotskott minskade drastiskt under nio år av rotskottens utveckling. Andelen levande skott jämfört med efter första avverkningen varierade mellan 8 och 30 %. Den årliga medeltillväxten efter nio år för skotten uppkomna efter 13 och 20 års rotationsperioder var 1,9 ton ha⁻¹ år⁻¹. Slutsatsen enligt författarna var att den lämpligaste rotationsperioden borde vara 15 år för att få den största biomassaproduktionen vid skottskogsbruk med asp.

Framtida skötsel av bestånden

Om markägaren vill satsa på produktion av biomassa, massaved och timmer bör åkern bearbetas efter nedläggningen. Hastigheten vid etablering av lövträd på nedlagd åkermark varierar beroende på markens ståndortsförhållanden. Skötselinsatserna varierar beroende på markägarens mål med den framtida användningen av marken.

Nedan lämnas ett underlag för framtida skötsel:

Biomassaproduktion

Beståndets utveckling bör följas årligen för att avgöra när skörd bör ske. I täta bestånd kommer konkurrensen att dämpa diametertillväxten och senare även reducera stamantalet p.g.a. brist på ljus och utrymme. Beroende på hur snabbt stamantalet minskar så kommer biomassaproduktionen också att dämpas. Avverkningen bör ske så snart stammar börja dö p.g.a. konkurrens eller att bestånden blir äldre (> 15-20 år). Det senare tillståndet innebär att beståndet i regel bör avverkas snarast om man vill få maximalt utbyte i kombination med att det ekonomiska utbytet kan försämrats. Efter avverkning kommer stubb- och rotskott att etableras utan att markägaren behöver göra speciella insatser. Etableringskostnaderna blir därmed låga.

Produktion av massaved och timmer

Om det först etablerade beståndet ska skötas för produktion av massaved och timmer så bör det röjas vid fem till sju års ålder och sedan gallras vid 15-20 års ålder beroende på växtligheten. Eventuellt kan det krävas ytterligare en gallring. Slutavverkning bör kunna ske vid 30-50 års ålder. Därefter etableras ett nytt bestånd med skott. När det gäller björk så kan antalet stubbar med skott vara mindre på äldre (40-50 år gamla) stubbar, vilket kan innebära att en produktion av biomassa inte kommer att vara ekonomiskt intressant. En fortsatt skötsel för produktion av massaved och timmer kan dock vara möjlig.

Vid en tidig avveckling av det först etablerade björkbeståndet kan stubbskottsbildningen bli riklig. Skottantalet per stubbe bör minskas för att efter ca tio år vara ett skott per stubbe. Tidig friställning är viktig för att undvika att skotten får en böj på stammen vid stubben p.g.a. att stammarna konkurrerar om utrymme. Det finns få studier eller praktiska erfarenheter av utvecklingen av dessa skott sker. En successiv utglesning av antalet stubbskott bör vara möjligt. Det är viktigt att skotten sitter fast på

stubben även när snön tynger ner dem. Eftersom skotten från början har ett väl utvecklat rotsystem så kan tillväxten ske snabbt. Beroende på antalet levande stubbar med skott kan borttagande av enkelställda skott vara nödvändigt för att beståndet inte ska bli för tätt.

I bestånd med rotskott av asp och gråal bör antalet rotskott reduceras kraftigt vid fem till tio års ålder,. Lämpligt stamantal är ca 1 000 stammar per hektar. Vid femton till tjugo års ålder gallras beståndet till 400-500 stammar per hektar. Timmer och massaved bör kunna tas ut vid en slutavverkning vid 40 års (gråal) till 50 års (asp) ålder. Ett nytt bestånd av gråal respektive asp kommer att etableras efter avverkningen.

REKOMMENDATIONER

Vid skötsel av lövträdsbestånd som växt in på f.d. åkermark kan olika metoder tillämpas beroende på art och den produkt som man vill ha.

- När bruket av åkern för spannmål har upphört bör den plöjas eller fräsas för att underlätta för insådd av frön från björk, klibbal och till viss del gråal. Etableringen av rotskott från asp och gråal underlättas om marken har litet inslag av gräs och örter.
- Om beståndet ska skötas för produktion av biomassa bör utvecklingen av stubbskott och rotskott följas årligen. När beståndet börjar få döda skott p.g.a. konkurrens är det dags att avverka beståndet. Normalt bör avverkningen i det framtida beståndet göras 15-20 år efter beståndets etablering.
- Avverkningen bör göras vid de mest lämpliga tiderna för maximal skott- och biomassaproduktion:
 - Björk kan avverkas under hela året. Det finns ingen speciell avverkningstidpunkt då björken har högre biomassaproduktion.
 - Asp bör avverkas under höst och vinter. Undvik avverkning sommartid med låg skottproduktion som följd.
 - Klibbal bör avverkas under juni till september.
 - Gråal bör avverkas under juni till september
- Rotationsperioden för nästa bestånd blir kortare än för den första. Framtida bestånd kan avverkas efter 10-15 år.
- Studier visar att upprepad avverkning av björk kan göras tre till fyra gånger utan att biomassaproduktionen minskar kraftigt. Periodlängden bör vara åtta till sexton år.
- Vid upprepad avverkning av asp bör rotationslängden vara 15 år. Det saknas underlag för hur många avverkningar som kan göras innan produktionen minskar. Nuvarande erfarenheter tyder på att två till tre omloppstider är möjliga.
- Om beståndet ska skötas för produktion av massaved och timmer ska man enkelställa stubbskotten. Enkelställningen bör göras successivt under de första fem åren för att få en stabil stam. De enkelställda stubbskotten bör skötas som en vanlig plantering av lövträd för att få massaved och timmer.
- Rotskotten (asp och gråal) i beståndet ska röjas ner till 1 000 stammar per hektar efter fem till tio år. Beståndet gallra när det är 15-20 år gammalt. Efter gallring bör stamantalet vara 400-500 stammar. Beståndet slutavverkas vid 40 år för gråal och 50 för asp.

LITTERATUR

- Anon. 1967. Jordbruksmarkens framtida omfattning och lokalisering. Kungliga Lantbruksstyrelsen. Meddelanden Serie A. Nr 6.
- Anon. 1986. Åtgärder för att minska spannmålsöverskottet. Ds. Jo. Rapport 2 1986:6, 1-4.
- Bazzaz, F. 1968. Succession on abandoned fields in the Shawnee Hills, southern Illinois. *Ecology* 49(5), 924-936.
- Bery, A. B. and Stiel, W. M. 1978. Effect of rotation length on productivity of aspen sucker stands. *The Forestry Chronicle* 54, 265-267.
- Børset, O. 1956. Rotskudd hos osp. *Tidskrift for Skogbruk* IV, 219-240.
- deAtrip, N., O'reilly, C. and Bannon, F. 2007. Target seed moisture content, chilling and priming pretreatments influence germination temperature response in *Alnus glutinosa* and *Betula pubescens*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 22, 273-279.
- Falinski, J.B. 1980. Vegetation dynamics and sex structure of the populations of pioneer dioecious woody plants. *Vegetatio* 43, 23-38.
- Ferm, A. and Kauppi, A. 1990. Coppicing as a means for increasing hardwood biomass production. *Biomass* 22, 107-121.
- Fitzgerald, R. G. and Hoddinott, J. 1983. The utilization of carbohydrates in aspen roots following partial or complete removal. *Canadian Journal of Forest Research* 13, 685-689.
- Forsgren, A. 1991. Naturlig förnygring av björk på nedlagd åkermark inom Umeå kommun. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsskötsel. Examensarbete i ämnet skogsskötsel nr 8, 46 pp. Umeå.
- Frey, B. R., Lieffers, V. J., Landhäuser, S. M., Comeau, P. G. and Greenway, K. J. 2003. An analysis of sucker regeneration of trembling aspen. *Canadian Journal of Forest Research* 33, 1169-1179.
- Frivold, L-H. 1982. Blandningsskogens status i Europeiskt skogsbruk. *Tidskrift for Skogbruk* 90, 250-261.
- Hughes, J. W. And Fahey, T. J. 1988. Seed dispersal and colonization in a disturbed northern hardwood forest. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 115(2), 89-99.
- Jögiste, K., Vares, A. and Sendrõs, M. 2003. Restoration of former agricultural fields in Estonia: comparative growth of planted and naturally regenerated birch. *Forestry* 76 (2), 209-219.
- Johansson, T. 1991. Odling av lövträd på åkermark för energiändamål. *Bioenergi. Utveckling och Miljö. Vattenfall. UB* 1991/36, 30 pp.
- Johansson, T. 1992a. Odling av lövträd på åkermark för energiändamål – del 2. *Bioenergi. Research. Vattenfall. UB* 1992/21, 21 pp.
- Johansson, T. 1992b. Sprouting of 2- to 5-year-old birches (*Betula pubescens* Ehrh. and *Betula pendula* Roth) in relation to stump height and felling time. *Forest Ecology and Management* 53, 263-281.

- Johansson, T. 1993. Seasonal changes in contents of root starch and soluble carbohydrates in 4-6-year old *Betula pubescens* and *Populus tremula*. Scandinavian Journal of Forest Research 8, 94-106.
- Johansson, T. 1998. Seasonal changes in content of root starch and soluble carbohydrates in young *Alnus incana* and *Alnus glutinosa*. SLU. Department of Forest Yield Research. Report 44, 20 pp.
- Johansson, T. 1999a. Förekomsten av självföryngrade lövträd på nedlagd jordbruksmark. Summary: Presence of self-regenerated broad-leaved trees growing on abandoned farmland. SLU. Institutionen för Skogshushållning. Rapport 2, 83 pp.
- Johansson, T. 1999b. Biomass equations for determining fractions of pendula and pubescent birches growing on abandoned farmland and some practical implications. Biomass and Bioenergy 16, 223-238.
- Johansson, T. 1999c. Biomass equations for determining fractions of European aspen growing on abandoned farmland and some practical implications. Biomass and Bioenergy 17, 471-480.
- Johansson, T. 1999d. Dry matter amounts and increment in 21- to 91-year-old common alder and grey alder and some practical implications. Canadian Journal of Forest Research 29, 1679-1690.
- Johansson, T. 1999e. Biomass production of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) growing on abandoned farmland. Silva Fennica 33 (4), 261-280.
- Johansson, T. 2000. Biomass equations for determining fractions of common and grey alder growing on abandoned farmland and some practical implications. Biomass and Bioenergy 18, 147-159.
- Johansson, T. 2008. Sprouting ability and biomass production of downy and silver birch stumps of different diameters. Biomass and Bioenergy 32 (10), 944-951.
- Johansson, T. 2009. Influence of felling time on the vegetative reproduction of 15-year-old *Alnus glutinosa* and 8-year-old *Alnus incana*: Implications for biomass production. SLU. Institutionen för Energi och teknik . Rapport 8, 27 pp.
- Johansson, T. 2011. Biomass of willow (*Salix caprea* L.). Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Energy and Technology. Report 31, 32 pp.
- Karlsson, M. 2001. Natural regeneration of broadleaved tree species in southern Sweden: effects of silvicultural treatments and seed dispersal from surrounding stands. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria 196, 44 pp. Dissertation thesis.
- Karlström, B. 1982. Igenväxningsförlopp i träd- och buskskikt på en slätteräng i Bohuslän. Lunds Universitet. Meddelanden från Växtekologiska Institutionen 50, 31 pp. D-uppsats.
- Matlack, G.R. 1989. Secondary dispersal of seed across snow in *Betula lenta*, a gap-colonizing tree species. Journal of Ecology 77, 853-869.
- Lundh, J-E. 2001. Studies on harvesting seeds and testing seed quality of common alder, grey alder, pendula birch and pendula birch. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Forest Management and Products. Report 18, 44 pp.
- Perala, D. A. 1979. Regeneration and productivity of aspen grown on repeated short rotations. USDA Forest Service. Research Paper NC-176, 7 pp.

- Person, R. A., Hallgren, A. R. and Hubbard, J. W. 1971. Yields from short-rotation aspen suckers. Minnesota Forestry Research Notes 224, 4 pp.
- Prach, K. and Pyšek, P. 1994. Spontaneous establishment of woody plants in Central European derelict sites and their potential for reclamation. *Restoration Ecology* 2, 190-197.
- Schier, G. A. and Zasada, J. C. 1973. Role of carbohydrate reserves in the development of root suckers in *Populus tremuloides*. *Canadian Journal of Forest Research* 3, 243-250.
- Schier, G. A. and Smith, A. D. 1979. Sucker regeneration in a Utah clone after clearcutting, partial cutting, scarification and girdling. USDA, Forest Service. Intermountain Forest and Range Experiment Station. Research Note INT-253, 6 pp.
- Schmidt, W. 1988. An experimental study of old-field succession in relation to different environmental factors. *Vegetatio* 77, 103-114.
- Staanland, H., Holand, Ø., Nellemann, C. and Smith, M. 1998. Time scale for forest regrowth: Abandoned grazing and agricultural areas in southern Norway. *Ambio* 27(6), 456-459.
- Stoeckler, J. H. 1947. When is plantation release most effective? *Journal of Forestry* 45, 265-255.
- Svensson, L. 1992. Naturlig förnygring av björk på nedlagd jordbruksmark inom Alvesta och Växjö kommuner. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsskötsel. Examensarbete i ämnet skogsskötsel nr 4, 56 pp. Umeå.
- Tew, R. K. 1970. Root carbohydrate reserves in vegetative reproduction of aspen. *Forest Science* 16, 318-320.
- Vinther, E. Invasion of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. in a former grazed meadow in relation to different grazing intensities. *Biological Conservation* 25, 75-89.

SLU
Institutionen för energi och teknik
Box 7032
750 07 UPPSALA
Tel. 018-67 10 00
pdf.fil: www.slu.se

SLU
Department of Energy and Technology
Box 7032
S-750 07 UPPSALA
SWEDEN
Phone +46 18 671000
