

Underbestånd i svenska ekskogar

– sammansättning, struktur och potential för
virkeskvalitet, markvård och biologisk mångfald



Jörg Brunet

Sveriges lantbruksuniversitet

Arbetsrapport nr 48

Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Alnarp 2013

Underbestånd i svenska ekskogar

– sammansättning, struktur och potential för virkeskvalitet, markvård och biologisk mångfald



Jörg Brunet

Sveriges lantbruksuniversitet

Arbetsrapport nr 48

Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Alnarp 2013

Sammanfattning

Ett välskött underbestånd har en viktig roll för kvalitetsdaningen i ekskogar och påverkar även skogsmarkens långsiktiga produktionsförmåga. Detta projekt syftade på att, baserat på arters egenskaper och deras förekomst, analysera underbeståndens potential för att höja ekskogars ekonomiska och ekologiska värden i Sverige.

Data från riksskogstaxeringen visade att underbestånd av minst 5 meters höjd, d.v.s. ungefär den lägsta höjd som behövs för god kvalitetsdaning av ekstammar, förekom i 29% av ekbestånden i Sverige, men endast hälften av dessa dominerades av skuggtåliga trädslag med goda kvalitetsdanande egenskaper. Detta betyder att det i endast var sjunde provyta förekom underbestånd med en god potential till kvalitetsdaning. Var sjätte provyta (16%) hade underbestånd som är högre än brösthöjd men lägre än 5 meter och som därmed hade en viss potential att påverka kvalitetsdaningen under omloppstiden. I övriga ekskogar saknades antingen underbestånd helt (27%), eller så var de lägre än 1,3 meter (28%). Detta innebär att många svenska ekbestånd för närvarande har en låg potential för kvalitetsproduktion med hjälp av underbestånd. På längre sikt finns dock möjligheter för intresserade skogsägare att utveckla underbestånden för kvalitetsdaning, då ca 80% av de undersökta bestånden innehöll ett undre beståndskikt med förekomst av åtminstone en lämplig skuggtålig art. Produktion av värdefullt ekvirke rekommenderas främst på bättre marker. Det är också på dessa marker som förekomsten av lämpliga underbeståndsarter är som störst.

Avenbok, hassel, lind och lönn har högst värde vid sammanvägning av både produktionsvärden och markökologiska aspekter, då de har goda kvalitetsdanande egenskaper och upprätthåller ett gynnsamt marktillstånd med mullhumus. Även bok kan bilda funktionella och värdefulla underbestånd men konkurrerar hårdare med eken och har sämre föroreningsegenskaper. Till granens fördel talar dess betestålighet och goda klenvirkesekonomi, medan nackdelarna är dess roll som mårhumusbildare och att dess krona släpper igenom mycket mindre nederbörd till marken än lövträden. Studier i ekplanteringar på åkermark visar att alla lämpliga lövträdsarter kan självföryngras och växa in i buskskiktet inom 30-40 år efter att eken planterats. Särskilt avenbok och lönnarterna lämpar sig att planteras samtidigt med eken som fröträd till ett framtida underbestånd.

Innehåll

1. Bakgrund och syfte.....	4
2. Material och metoder.....	5
Analys av riksskogstaxeringens provytor	5
Fältstudier i åkermarksplanteringar.....	6
3. Resultat.....	7
Beståndsegenskaper av svenska ekskogar.....	7
Träd- och buskarters förekomst i ekskogar	9
Underbeståndens struktur och sammansättning	10
Arters spridnings- och etableringsförmåga	12
4. Diskussion	13
Kvalitetsdaning och virkesvärden	13
Markvård och arternas ståndortskrav	15
Marklevande arter	15
Andra arter.....	16
Underbestånd i svenska ekskogar	16
Artvis diskussion av skuggtåliga arter	17
Förslag på lämpliga underbestånd.....	18
Tack.....	18
5. Referenser	19

Författarens adress:
Professor Jörg Brunet
Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap
Box 49, 230 53 Alnarp.
E-post: jorg.brunet@slu.se

1. Bakgrund och syfte

Ekblandskogen är Sveriges artrikaste ekosystem med en stor mångfald av växter, svampar, fåglar, insekter och andra djurgrupper (Götmark 2010). I Sverige finns det idag ca 50 000 ha ek i rena bestånd på skogsmark, medan olika blandbestånd med minst 10% ekandel förekommer på en areal av ca 200 000 ha (Drössler m.fl. 2012). Ett varmare framtida klimat kan komma att gynna den värme- och torktåliga eken framför flertalet andra trädslag i södra Sverige (Löf m.fl. 2012).

Ek har också varit det viktigaste ädellövträdslaget vid nyetablering sedan 1990-talet i både Danmark och Sverige (Jørgensen m.fl. 2009). Med tanke på ekskogens kraftiga historiska tillbakagång fram till 1800-talet (Eliasson & Nilsson 1999, Lindblad & Foster 2010) och dess betydelse för biologisk mångfald är detta en positiv utveckling. De senaste 20 åren har man i regel planterat eller sått rena ekbestånd, men blandningar med främst björk som skärmträd är också vanliga. När skärmträden avvecklas stegvis blir även dessa bestånd rena ekplanteringar.

Ekskogens glesa kronskikt ger emellertid goda förutsättningar för utvecklingen av ett naturligt förnygrat underbestånd med andra träd och buskar (Götmark 2010, Drössler m.fl. 2012). Ett välskött underbestånd har en viktig roll i kvalitetsdaningen av det framtida ekvirket (Ståål 1986, Rytter 1998, von Lüpke 1998, Löf m.fl. 2009). Underväxten motverkar vattenskott och stamsprickor genom beskuggning och minskar därigenom även gallringseffekter. Underväxten motverkar vidare täta grässvål och uttorking samtidigt som det ger extra volymer av gagnvirke tidigt under omloppstiden. En för dominerande underväxt kan dock även medföra vattenkonkurrens, tränga in i ekkronor och försvåra förnygringen.

Vissa trädarter i underbeståndet förbättrar även marktillståndet genom en bättre förnakvalitet jämfört med ekförnan (Finzi m.fl. 1998, Augusto m.fl. 2002) och därigenom sammansättningen av fältskiktet, svampfloran och markfaunan (Tyler 1989). Vidare ligger en betydande andel av landets ekbestånd i välbesökta tätortsnära skogar. Fler arter i ett underbestånd gör skogarna mer omväxlande för besökare (Almgren m.fl. 2003, Jørgensen m.fl. 2009). Sammanfattningsvis kan man säga att artrika och välskötta underbestånd ökar flera viktiga värden i ekskogen utan att dessa värden konkurrerar med varandra (Löf m.fl. 2010).

Inom detta projekt undersöktes vilka förutsättningar som finns i svenska ekskogar för att med hjälp av underbestånd höja både virkesvärden och markbiologiska värden, samt vilka åtgärder som är lämpliga för att gynna värdefulla underbeståndsarter. I första delen analyseras underbeståndens nuvarande sammansättning och struktur med hjälp av data från riksskogstaxeringen. Plantering av underbestånd är av kostnadsskäl ovanlig i Sverige idag. I andra delen undersöks därför potentialen för spontan etablering av viktiga underbeståndsarter i ekplanteringar på åkermark.

Denna rapport redovisar projektets resultat och slutsatser fram till mars 2013 och utgör slutrapport till Stina Werners fond som har finansierat projektet. Projektet ingår i forskningssatsningen Lövskog för Framtiden vid SLU i Alnarp.

2. Material och metoder

Analys av riksskogstaxeringens provytor

Data från Riksskogstaxeringens (RT) permanenta och tillfälliga provytor som inventerades under åren 2003-2011 ingår i denna undersökning. I de fall där en permanent provyta har inventerats två gånger under den aktuella tidsperioden, har endast den senaste inventeringen tagits med. Sedan 2003 registreras ädellövträden alm, avenbok, fågelbär, lind och lönn separat varför den aktuella perioden valdes för vidare analyser.

Studien fokuserar på underbeståndens roll i ekskog och endast provytor som uppfyllde följande kriterier ingår i det slutliga urvalet.

- 1) provytan är klassad som *produktiv skogsmark*, både i och utanför reservat. Naturbetesmark med ek (ekhagar) ingår således inte.
- 2) innehåller ek med en volymandel på minst 25%.
- 3) är klassad som gallringsskog (klasser 31-34), slutavverkningsskog (41-42) eller fullskiktad skog (51).
- 4) innehåller ett *huvudskikt* av en medelhöjd på över 10 meter. Provytor med ett skikt klassat som *beståndsrest* eller med ett glest *övre skikt* av fröträd, skärmträd eller andra överståndare har uteslutits (jmf. SLU 2012, kapitel 5.3).
- 5) har en ekandel av minst 25% i huvudskiktet.

Med höjdskikt menas i RT ett antal träd vilka sinsemellan är ungefär lika höga, men vilkas medelhöjd avviker från den i andra skikt. För att flera höjdskikt ska beskrivas ska skillnaden i medelhöjd mellan skikten vara minst 1/3 av det högsta skiktets medelhöjd om denna är 10 m eller högre. Högst tre olika skikt kan beskrivas. Om fler än tre skikt förekommer slås näraliggande skikt samman. För att ett skikt ska beskrivas ska dess grundyta uppgå till minst 5 m² per ha eller dess stamantal till minst 500 stammar per ha. Vid låga stamantal får träden inte stå alltför koncentrerat, utan bör vara någorlunda spridda. Endast trädindivider som har en höjd av minst 1 dm medräknas i stamantalet.

Om det finns två skikt av samma typ, t.ex. två undre skikt, gäller att höjdavvikelsen mellan dessa ska uppfylla tidigare nämnda krav, utgående från det högsta av dessa skikt, för att de ska beskrivas som två olika skikt. Är höjdavvikelsen mindre beskrivs de som ett skikt. Om flera undre skikt, var för sig, inte uppfyller täthetskravet vägs de samman och beskrivs som ett skikt om täthetskravet därmed uppfylls. Detta skikt klassas som "annat undre skikt". Underbestånden utgörs således antingen av *klart avgränsat undre skikt* (maximal två sådana skikt kan beskrivas) med relativt liten höjdspridning, eller av ett *annat undre skikt* med större höjdspridning (SLU 2012, trädsiktmenyn, kapitel 5.3.1).

Förutom data från skiktbeskrivningen användes även information från buskskiktmenyn (SLU 2012, kapitel 5.3.2). Arter som normalt är buskformade, t.ex. hassel, flertalet *Salix*-arter och hägg, räknas som träd endast om de har någorlunda rak stamform och är grövre än 50 mm i brösthöjd. Vid beskrivning av trädsikt och stamantal medräknas inte rönn och sälg <20 mm utan dessa medtas vid beskrivning av buskskiktet. Detta innebär att grov och rak hägg och hassel kan klassas som *övriga lövträd* i de olika trädsikten (huvud- och undre skikten), medan rönn och sälg kan finnas i både träd- och busksikt, beroende på grovlek. För ytterligare information om inventeringsmetodik, se SLU (2012).

Materialet som uppfyllde kriterierna ovan omfattar totalt 261 provytor. Av dessa låg 132 ytor i RTs region 4 (Småland, Västergötland, Dalsland, Öland, Östergötland, Sörmland, Uppland, Västmanland, Närke), och 129 ytor i region 5 (Blekinge, Bohuslän, Gotland, Halland, Skåne). Skillnader i provytornas struktur mellan dessa regioner analyserades i Minitab 16.3.2 med Mann Whitney U-tester. Samband mellan artantal i underbestånden och ståndortsfaktorer undersöktes för följande variabler som ingår i RT: beståndsålder, grundyta huvudskikt, markfuktighet, jordart, jorddjup, lutning, fältskiktstyp, ståndortsindex, betespåverkan, utförda skötselåtgärder (SLU 2012). Sambanden analyserades i Minitab 16.3.2 med korrelations- och regressionsanalys, ANOVA, Kruskal-Wallis test och Mann Whitney U-test. RTs grundläggande inventeringsenhet kallas trakt som, beroende på region, innehåller flera provytor (SLU 2012). Av det slutliga urvalet av 261 provytor var 244 unika för en trakt. Resultaten i de statistiska testen skiljde sig inte mellan analyser med 261 eller 244 provytor (där endast en yta per trakt ingick). I denna rapport redovisas därför endast resultaten för alla 261 provytor.

Fältstudier i åkermarksplanteringar

Arternas spridnings- och etableringsförmåga undersöktes med hjälp av data från 34 ekplanteringar på före detta åkermark i södra Sverige. Vid Skabersjö gods i sydvästra Skåne undersöktes nio äldre bestånd (ålder 53-86 år) och jämfördes med 13 unga planteringar (ålder 16-21 år). Bestånden inventerades 2011 av Robin Nilsson inom ramen för detta projekt (Nilsson 2012). Förekomst undersöktes i en provyta om 1000 m² i varje bestånd i vilken 20 cirkelytor om 5 m² placerades som användes för inventering av arters förekomst.

Inom cirkelytor om 5 m² inventerades även två ekplanteringar på före detta åkermark i Blekinge (Fornanäs, och Göholm, i Ronneby kommun), och två självföryngrade ekbestånd på åkermark vid Möckelsnäs (Älmhult, Småland) och Eriksöre (Mörbylånga, Öland). Denna inventering gjordes 1995 av författaren och Prof. Goddert von Oheimb (opublicerade data).

Slutligen användes data från en inventering år 2010 där sex unga ekplanteringar vid Övedskloster samt en ung plantering vid Trolleholm och en vid Näsbyholm ingick, alla belägna i Skåne. Här noterades artförekomst i tio 1 m² provytor inom en storyta om 500 m² (Mayr 2010, Brunet m.fl. 2012).



Drygt 80-årigt planterat ekbestånd på före detta åkermark med ett underbestånd av bland annat alm, bok, hassel och sykomorlön. Skabersjö, Skåne.

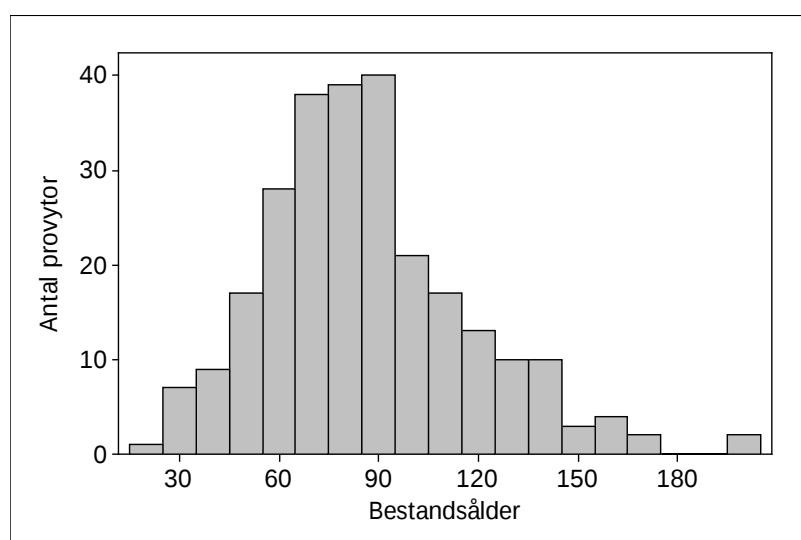
3. Resultat

Beståndsegenskaper av svenska ekskogar

Den bedömda medelåldern av de undersökta ekbestånden i RT 2003-2011 låg på 85 år (Tabell 1), men åldersspridningen var stor (Figur 1). Huvudskiktets grundyta var i medel 21 m², och medelhöjden var 20 meter. Andelen ek i huvudskiktet var i medel 62%, och krontäckningen hade ett medelvärde på 71% över alla provytor. Medelantal trädarter i huvudskiktet var 3,6 och 5,1 i underbeståndet (inklusive buskarter). Det fanns inga statistiskt signifikant skillnader i dessa variabler mellan ytor i RT-regionerna 4 och 5 (Mann-Whitney U-test). Antalet arter i huvudskiktet varierade från ren ek upp till sju trädslag, men flertalet provytor innehöll 3-4 trädarter i huvudskiktet (Figur 2a). Antalet träd- och buskarter i underbestånden varierade från inga till 14 arter och ytor med mellan 2 och 8 arter var alla vanligt förekommande (Figur 2b).

Tabell 1. Medelvärden och standardavvikelse av strukturegenskaper i de undersökta provytorna med ek (n=261, RT 2003-2011).

Variabel / Region	Mean + SD
Beståndsålder (år)	84,9 + 30,5
Grundyta (m ²) i huvudskikt	21,1 + 7,7
Höjd (m) av huvudskikt	20,1 + 4,2
Andel ek (%) i huvudskikt	61,8 + 23,5
Krontäckning (%)	70,7 + 17,2
Antal trädarter i huvudskikt	3,6 + 1,4
Antal träd- och buskarter i underbestånd	5,1 + 2,9

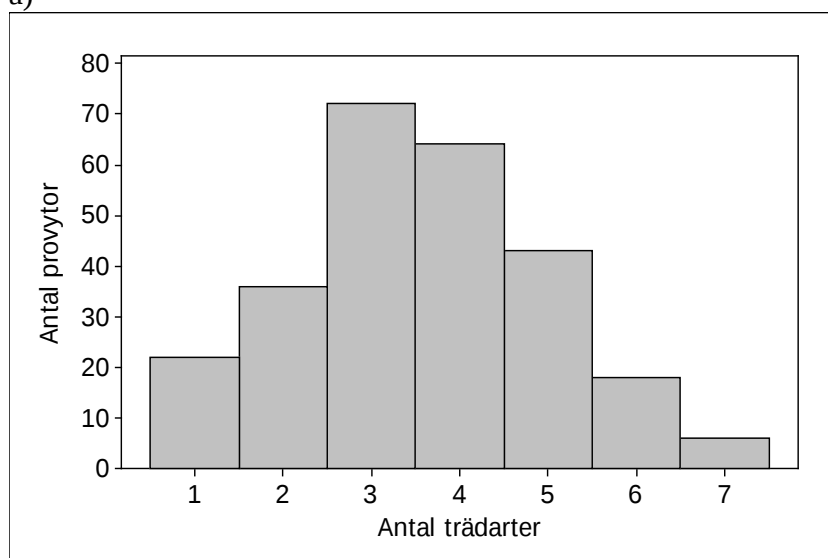


Figur 1. Fördelning av beståndsåldern i de undersökta provytorna med ek (n=261, RT 2003-2011).

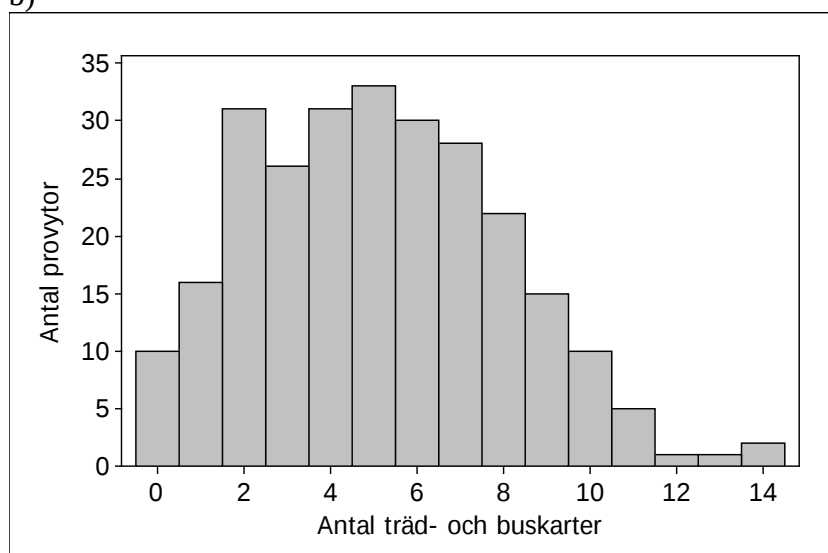
Det fanns inga signifikanta samband mellan antalet arter i underbestånden och de undersökta ståndorts- och skötselvariablerna (beståndsålder, grundyta, krontäckning, markfuktighet, jordart, jorddjup, lutning, fältskiktstyp, ståndortsindex, betespåverkan, utförda skötselåtgärder).

Andelen skuggtåliga trädarter i underbeståndet (almar, avenbok, bok, gran, lind, lönnar) var signifikant högre i RT-region 5 (median 44%) än i region 4 (median 12%, $P=0,002$, Mann-Whitney U-test, $n=190$ ytor med beskrivet underbestånd). Även andelen skuggtåliga trädarter i huvudskiktet var signifikant högre i region 5 (median 7%) än i region 4 (median 4%, $P=0,037$, $n=261$ ytor).

a)



b)



Figur 2. Fördelning av provytor i svenska ekbestånd med avseende på antalet arter i huvudskikt (a), och i underbestånden (b, inklusive buskar, men exklusive hallon). Data från RT 2003-2011, $n=261$.

Träd- och buskarters förekomst i ekskogar

I Tabell 2 jämförs frekvensen av trädarter i huvudskiktet och underbestånden i svenska ekskogar. Rönns är den allra vanligaste arten i underbestånden om man räknar in förekomsten av plantor <2 cm diameter, men når relativt sällan huvudskiktet. Annars är eken vanligast även i underbeståndet. Därefter följer granen som förekommer i knappt 40% av alla provytor och har en liknande förekomstfrekvens i både huvudskikt och underbestånd. Samma mönster finns hos bok och asp, två andra vanliga arter i ekblandskogar.

Några ljuskrävande trädslag är klart vanligare som del av huvudskiktet än i underbeståndet, såsom tall, björk och klibbal. Ask och fågelbär som också är ljuskrävande, förekommer ändå oftare i underbeståndet, då småplantor är tåligare än större träd och kan överleva en tid i skugga. Asken är särskilt vanlig i region öst. Avenbok och lönn som tål skugga och inte blir lika högväxta som andra lövträd är typiska underbeståndsarter. Alm, lind och oxel är generellt sällsynta i ekbestånden (Tabell 2).

Hassel är vanligast bland buskarna och finns i nästan hälften av alla ekskogar. Hasselbuskar täcker mer än 10% i knappt var femte provyta (18%). Det är dock endast 5% av alla provytor som kan betecknas som ek-hassellund, d.v.s. innehåller minst 50% ek i huvudskiktet och samtidigt minst 25% täckning av hassel i buskskiktet. Brakved förekommer i mer än var tredje provyta, enbuskar i knappt var fjärde (Tabell 2). Förutom hassel når dessa buskarter sällan hög täckning. Att de mycket ljuskrävande enbuskarna förekommer i många ekbestånd kan ses som en indikator för bristande beskuggning av ekstammarna i dessa bestånd.



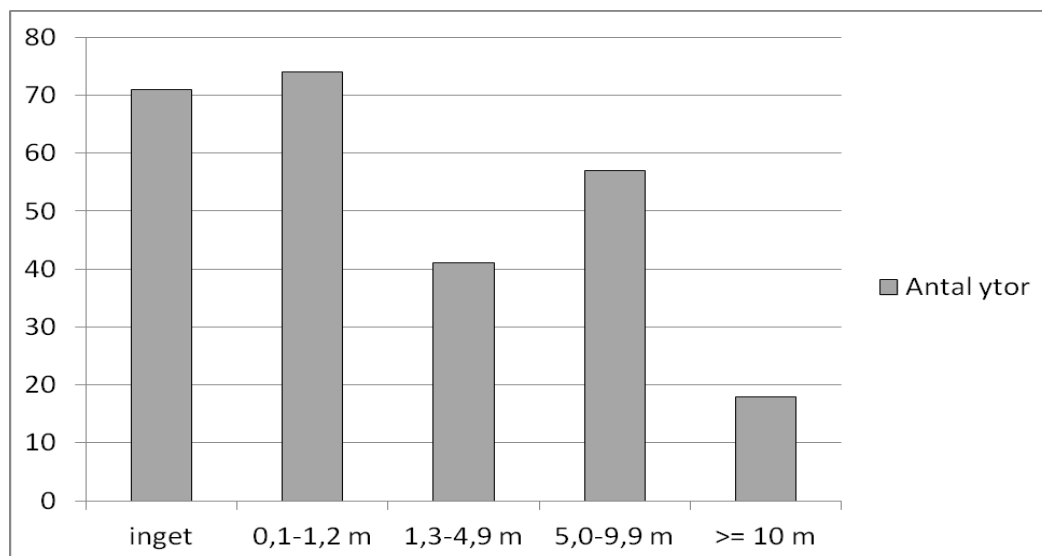
Avenbok är en vanlig art i ekskogars underbestånd i Blekinge, men saknas längre norrut.

Tabell 2. Förekomstfrekvens (i % av provytor) av träd- och buskarter i svensk ekskog i enligt riksskogstaxeringen 2003-2011 (n=261). Frekvens anges i huvudskiktet och i underbestånd /buskskikt. Arterna är ordnade efter fallande totalfrekvens i underbestånden.

	Huvudskikt	Underbestånd
Rönn	8,8	70,0
Ek	100	51,0
Gran	36,8	37,5
Björkar	57,9	29,1
Bok	25,3	25,3
Asp	24,9	22,6
Lönn	13,0	21,8
Ask	13,4	19,2
Fågelbär	3,8	12,3
Tall	28,0	9,6
Avenbok	3,8	9,2
Klibbal	14,6	7,3
Lind	6,9	5,7
Almar	3,8	3,8
Oxel	3,1	3,1
<i>Buskar:</i>		
Hassel		48,3
Brakved		37,2
En		22,6
Hagtorn, slån, björnbär		22,6
Olvon, måbär, vinbär		14,2
Rosor		13,4
Hägg		11,9
Skogstry		5,7
Fläder		5,4

Underbeståndens struktur och sammansättning

Underbeståndens struktur varierar kraftigt i svenska ekskogar. En dryg fjärdedel av provytorna saknar ett undre skikt av trädarter (Fig. 3), även om de flesta av dessa innehåller en eller flera buskarter. Vanligast är provytor med ett undre skikt av trädarter som är lägre än 1,3 meter, medan få ytor har ett underbestånd högre än 10 meter (Fig. 3). Var femte provyta (n=52) var treskiktad och hade ett andra, lägre underbestånd. Höjden av detta skikt varierade mellan 0,2 och 5,5 meter. Underbestånd av minst fem meters höjd, d.v.s. ungefär den lägsta höjd som behövs för en god kvalitetsdaning av ekstammar, förekommer i en dryg fjärdedel (29%, n=75) av provytorna, med en högre andel i södra och västra Götaland (32%) och en lägre andel i länen i östra Götaland och i Svealand (21%). Det viktigaste trädslaget är eken själv som i genomsnitt har en andel av 16% i dessa underbestånd, följt av bok, gran, rönn och avenbok (Tabell 3). Underbeståndens grundyta och höjd var nära korrelerade (Pearson $r = 0,64$; $P < 0,001$; underbestånd av minst 7 meters höjd där grundytan bestämdes). För övriga underbestånd ($< 7\text{m}$) minskade planttätheten med ökande höjd ($r = -0,44$; $P < 0,001$).



Figur 3. Antal provytor i fem höjdklasser av undre trädskikt i svenska ekskogar. Data från RT 2003-2011, n=261.

Runt 80% av alla provytor hade förekomst av åtminstone ett skuggtåligt trädslag (inkl. hassel) i underbeståndet. Sammanlagt dominerades underbestånden högre än 5 meter av skuggtåliga arter i knappt hälften av dessa provytor (n=37 med minst 50% andel skuggtåliga trädslag, inkl. hassel). Även bland ytor med underbestånd av 1,3-4,9 m höjd dominerades runt hälften av ytorna av skuggtåliga trädslag, medan denna andel sjönk till runt 30% i ytor med underbestånd lägre än brösthöjd. Andelen ekskogar där underbestånden domineras av skuggtåliga arter (inkl. hassel) är mycket högre i Skåne och Blekinge (48%) än i resten av landet (28%). Detta beror främst på en högre andel av provytor med bok eller avenbok. Avenbok är särskilt vanligt i Blekinge där trädslaget förekom i hälften av provytorna. Boken fanns i mer än hälften (56%) av provytorna i Skåne.

Tabell 3. Relativ andel (%) av de tio vanligaste trädslagen i underbestånd av minst 5 meters höjd i ekbestånd enligt riksskogstaxeringen 2003-2011. Arterna är ordnade efter fallande medelvärden. S markerar skuggtåliga arter.

Antal ytor	75
Ekar	16,1
Bok (S)	13,4
Gran (S)	12,7
Rönn	9,3
Avenbok (S)	8,6
Asp	5,2
Björkar	5,1
Lönn (S)	3,7
Lind (S)	3,3
Ask	3,1

Arters spridnings- och etableringsförmåga

Ekplanteringar på före detta åkermark kan användas för att undersöka olika arters spridningsförmåga, då alla arter utom den planterade eken måste kolonisera området på egen hand. I detta projekt jämfördes 13 äldre bestånd på åkermark med 21 unga ekplanteringar som etablerades åren 1990-1995 i samband med jordbruksomställningen. Resultaten från de äldre bestånden visar att alla skuggtåliga arter med goda kvalitetsdanande egenskaper kan självföryngras och växa in i buskskiktet inom 30-40 år efter att eken planterats (Tabell 4). En jämförelse med de unga planteringarna tyder på att alm, avenbok och lönnarterna etablerar sig snabbare i fältskiktet än bok, hassel och lind.

Datamaterialet från Skabersjö tyder också på att etablering av bok och sykomorlönns minskar med ökande avstånd från frökällor. Särskilt sykomorlönns kan dock snabbt bilda ett tätt underbestånd under ekarna om äldre fröträd växer i omedelbar närhet (Nilsson 2012). Även för de andra arterna gäller att förekomst i planteringarna i regel är beroende av att fröträd finns i närliggande äldre skogar. Saknas sådana träd i närområdet, saknas arten även i planteringen.

Tabell 4. Förekomstfrekvens (%) av skuggtåliga träd och buskar i provytor i ekbestånd på före detta åkermark. För Skabersjö och Övedskloster anges medelvärden av förekomstfrekvenser för flera bestånd. F efter artnamn anger frekvens i fältskikt (<1,3 m), B i buskskikt (1,3-5 m) och T i lägre trädskikt (5-15 m).

	Äldre planteringar					Unga planteringar			
	Forna-näs	Gö-holm	Möckels-näs	Eriks-öre	Skaber-sjö	Skaber-sjö	Öveds-kloster	Trolle-holm	Näsby-holm
Ålder (år)	30	45	35	40	53-86	16-21	20	20	17
Antal bestånd	1	1	1	1	9	13	6	1	1
AlmF			65		21	23	10		
AlmB			19		6	1			
AlmT					3				
AvenbokF	79	25	3			2	33	10	
AvenbokB	26		8						
BokF	43	3	1		8		1		
BokB		5			11				
BokT					4				
Hasself			4	13	11	1		1	
HasselB			29	10	24				
LindF	5		10	40	1				
LindB			5	27					
SkogslönnF	5		92	20				80	
SkogslönnB			35	7					
SkogslönnT									
SykomorlönnF					45	35	37		90
SykomorlönnB					14	2			
SykomorlönnT					1				



Skogslönn är en värdefull art i underbeståndet som kombinerar goda kvalitetsdanande egenskaper med ett högt värde för biologisk mångfald och marktillstånd. Valje, Blekinge.

4. Diskussion

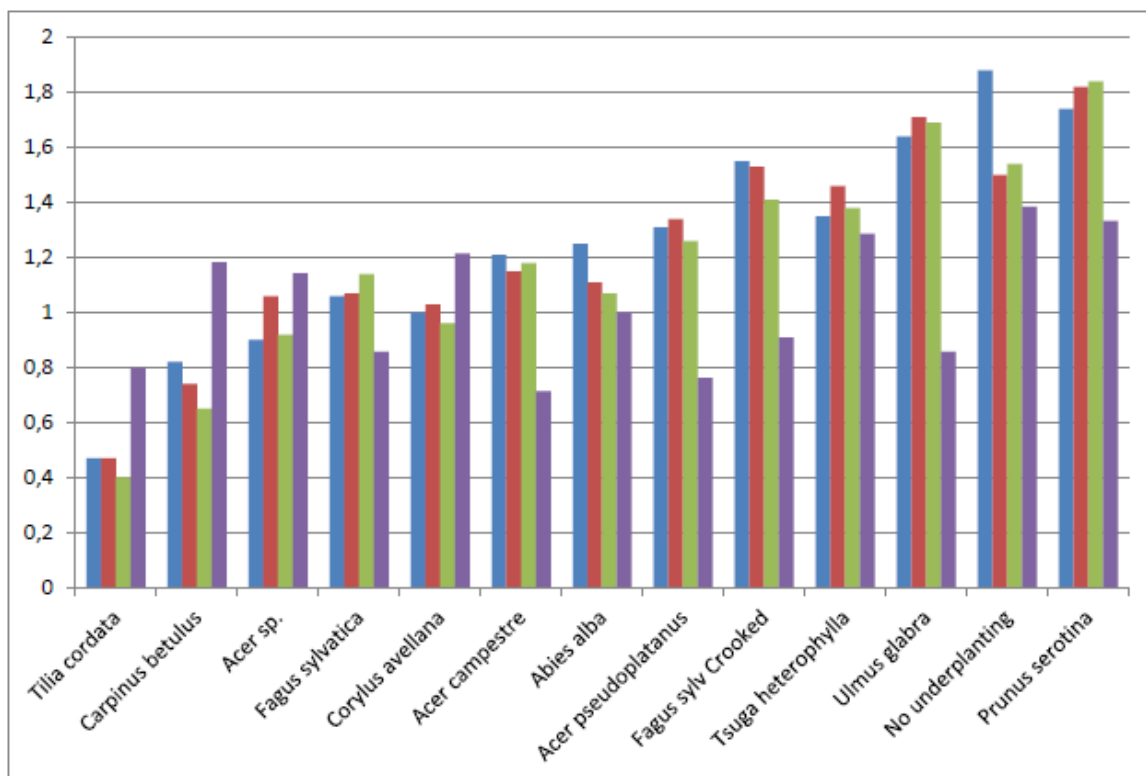
Olika träd- och buskarters funktion i ekskogars underbestånd kan bedömas utifrån fyra generella aspekter. Det handlar: 1) om arters kvalitetsdanande egenskaper, dvs förmågan att beskugga ekstammar där skuggtolerans, kronarkitektur, maximal höjd, tillväxthastighet och förmågan att skjuta stubbskott ingår; 2) om arters egna ekonomiska värde som producenter av gagnvirke och biobränsle; 3) om arters effekt på markens långsiktiga produktionsförmåga, till exempel markens pH och humuskvalitet; 4) om arters ekologiska värde för andra arter, där detta arbete fokuserar på marklevande organismer, även om underbestånden därutöver kan ha viss betydelse som livsmiljö för barklevande lavar och mossor, vedlevande svampar och insekter, nektarkälla för blombesökande insekter, samt födokälla för fåglar och däggdjur.

Kvalitetsdaning och virkesvärden

För att fungera som underbestånd på lång sikt måste arten ifråga vara skuggtålig och kunna växa under ekbeståndets krontak. Detta innebär att de ljuskrävande trädslagen al, ask, asp, björk, fågelbär, lärk och tall inte är lämpliga (jmf. Rytter 1998, Löf m.fl. 2009). Dessa arter kan dock alla vara väl lämpade att fylla större luckor i själva ekbestånden. Inte heller de ganska ljuskrävande ekarna själva lämpar sig speciellt väl som underbestånd.

Därmed återstår alm, avenbok, bok, gran, hägg, lind, lönn, rönn och sykomorlönn, samt de större buskarterna brakved, fläder, hagtorn och hassel. Bland dessa skuggtåliga arter är följande egenskaper av betydelse för deras lämplighet i underbeståndet. Kronformen påverkar skuggningseffekten på ekstammarna och därmed vattskottsbildningen. Tillväxten påverkar risken för inväxning i ekkronorna medan den maximala höjden hos buskarter begränsar deras förmåga att skugga ekstammarna. Därutöver avgör arters förmåga att skjuta skott möjligheten att hålla underbeståndet på en lämplig höjd eller att förnya det genom rot- eller stubbskott.

Enligt litteraturen ger avenbok, bok, lind, lönnarna, och in något mindre mån gran (spetsig krona), de bästa kvalitetsdanande effekterna, medan hägg, rönn (gles krona) och buskarterna (för låga eller glesa) är mindre lämpliga, dock med undantag av storsvamp hassel på goda marker (Carbonnier 1951, Almgren m.fl. 1986, Ståål 1986, Mayer 1992, Burschel & Huss 1997, von Lüpke 1998, Röhrig m.fl. 2006, Skovsgaard 2012, jmf. Figur 4). Avenbok, hassel och lind är bäst på att skjuta stubbskott, men även alm, lönnarna, rönn och buskarterna skjuter vanligtvis tillräckligt med skott vid underbeståndets förnygring, däremot inte bok och gran (Almgren m.fl. 1986, Gustavsson & Ingelög 1994, Rizell & Gustavsson 1998). Det lokala viltbetrycket avgör sedan stubbskottens utveckling, då flertalet arter är mycket betesbegärliga (Kullberg & Bergström 2001, Götmark m.fl. 2005).



Figur 4. Index av vattenskottbildning på ekar i huvudskikt (0 = inga vattenskott, 1 = få, 2 = många) i experiment QØ Sønder Stenderup Midtskog på Jylland (Danmark) åren 1979 (blå), 1984 (röd), 1990 (grön) och 2006 (violett). Medelvärden per försöksyta anges (ur Skovsgaard 2012, data från Skov & Landskab, Danmark).

Bok och gran har de kanske bästa förutsättningarna att betala sig genom att producera virke och biobränsle (Nylinder m.fl. 2006, Palm m.fl. 2005). Avenbok, hassel, lind och lönnarna borde också kunna producera relativt mycket biobränsle. Underbeståndets ekonomiska värde utgör vanligtvis endast en liten del av beståndets totalvärde som baseras på ektimmer av god kvalitet. Det bör dock åtminstone kunna bära sina egna skötselkostnader, förutom att det också höjer ekarnas timmervärde. Biobränsle kan skördas flera gånger under omloppstiden när underbestånden blir för täta eller höga och behöver gallras. När beståndet ska förnygras med den ljuskrävande eken, bör underbestånden röjas regelbundet för att minska konkurrensen med eken.

Markvård och arternas ståndortskrav

Ett lämpligt underbestånd kan både förbättra marktillståndet och begränsa markvegetationen. Det har länge varit känt att förnakvaliteten skiljer sig avsevärt mellan trädslagen (Hesselman 1925). Jämförande studier från trädslagsförsök ger numera en ganska klar bild över olika trädarters effekt på markförhållandena. Jämfört med ek som referens ökar pH i ytjorden mest under alm, följt av lind, lönnarterna (samt ask och fågelbär). Avenboken har en liknande effekt på markens pH som ek, medan boken har en något försurande effekt jämfört med eken. Klart mest försurande är granen bland de skuggtåliga arterna (Nordén 1994, Neiryneck m.fl. 2000, Augusto m.fl. 2002, Hagen-Thorn m.fl. 2004, Reich m.fl. 2005, Oostra m.fl. 2006, Mertens m.fl. 2007, De Schrijver m.fl. 2012, Langenbruch m.fl. 2012). Motsvarande gradienter finns för koncentrationen av baskatjoner och markens basmättnad som är nära korrelerad med pH, och för C/N kvoten i ytjorden (Hagen-Thorn m.fl. 2004, Mohr & Topp 2005, Mohr m.fl. 2005, Reich m.fl. 2005, Vesterdal m.fl. 2008, Guckland m.fl. 2009). Granen släpper även betydligt mindre av nederbörden ner till marken jämfört med lövträden, undantaget regioner med mycket humida klimat (Augusto m.fl. 2002, Christiansen m.fl. 2010, Rosenqvist m.fl. 2010). Då även underbestånd av lövträd konkurrerar med eken i huvudskiktet om markvattnet, skulle dessa kunna påverka tillväxten negativt i områden med sommartorr klimat, exempelvis längs ostkusten.

Ståndortsanpassningen är viktig vid trädslagsval då de olika arterna skiljer sig i sina krav på markens fuktighet och näringsstatus. Alm har de högsta kraven bland de skuggtåliga arterna och växer endast på bördiga marker. Avenbok, hassel, lind och lönn kan även växa på svagare marker och är lämpliga som markförbättrare under eken. Att dessa arter har lägre tillväxt på svaga marker är normalt inget problem i underbeståndet, utan snarare en fördel då underbeståndet ju inte bör växa in i ekarnas kronor. På medelgoda marker bör man generellt gynna dessa arter i underbeståndet framför gran och bok för att minska försurning och podsolering.

Marklevande arter

Förutom de ovan nämnda produktions- och ståndortsrelaterade egenskaperna påverkar underbeståndens arter även ekskogens biologiska mångfald. Viktigast är arternas varierande effekt på markvegetation, marksvampar och markfaunan, främst genom arts specifika effekter på ljusförhållanden och marktillstånd. Fältskiktets produktivitet och sammansättning är beroende av hur mycket ljus träd- och buskskikt släpper igenom (Axmanova m.fl. 2011, 2012). I ekskogar med inblandning av avenbok och lind skifter artsammansättningen från mer ljusberoende generalister till skuggtåliga skogsväxter (Wulf & Naaf 2009). Ljusgradienten är också tydligt korrelerad med fältskiktsarters dominans i ekskogar. Kruståtel minskade till exempel med ökad beskuggning av främst avenbok och hassel, medan liljekonvalj ökade i täckning i en studie i sydsvenska ekskogar (Tyler 1989). Det totala artantalet kan vara högre i öppnare skogar (Hofmeister m.fl. 2009), men inte antalet typiska skuggtåliga skogsväxter (Härdtle m.fl. 2003). En förbättring av humuskvaliteten kan leda till en ökning av mer näringskrävande fältskiktsarter (Persson m.fl. 1987).

En studie på marksvampar visade att många arter bland mykorrhiza- och saprofytiska svampar var nära bundna till antingen ek, avenbok eller bok (Tyler 1992). Detta innebär att artantalet hos dessa grupper blir högre i ekskogar med underbestånd av dessa (och andra) arter än i rena ekskogar. Bestånd med trädarter med en lätt nedbrytbar förna (ask, fågelbär, lind, lönn) har en avsevärt större biomassa och diversitet av dagmaskar och gråsuggor än rena ek- eller bokbestånd, vilket skapar en gynnsam markstruktur och motverkar försurning i ytjorden (Neiryneck m.fl. 2000, Cesarz m.fl. 2007, Jacob m.fl. 2009, De Schrijver m.fl. 2012).

Andra arter

Underbeståndets arter är också livsmiljö för barklevande lavar och mossor (epifyter) samt vedlevande insekter och svampar. Då underbeståndsträd är relativt unga och små, är deras värde som livsmiljö för träd- och vedlevande arter dock oftast begränsat (Fritz & Brunet 2010). Hasselbuketter kan vara ett undantag om de innehåller en större mängd döda stammar (Nordén & Paltto 2001). Att vid gallringar i underbeståndet lämna en del av stammarna som lågor ger ett värdefullt tillskott av död ved. De så kallade rikbarksträden (med ett högt bark pH) alm, ask, asp och lönn, kan även som mindre träd erbjuda livsmiljö för vissa trädlevande mossor och lavar som inte växer på ekarna i huvudskiktet (Arup m.fl. 1997).

Blomning och fruktsättning är p.g.a. huvudskiktets skuggande effekt vanligtvis lägre än om samma art ingår i huvudskiktet eller växer i beståndskanten. I beståndskanterna kan även mer ljuskrävande träd och buskar ingå, särskilt vildapel, fågelbär, oxel, buskrosor, slån och säl, samt de mer skuggtåliga buskarna benved, olvon, måbär, krusbär och vinbär som här blommar kraftigare än inne i ekbestånden. Rosväxterna hagtorn, hägg och rönn är särskilt viktiga som både nektar- och bärproducenter, och därmed födokälla för insekter och fåglar. Fåglar är en artgrupp vars mångfald gynnas både av bärproducerande träd och buskar och av de livsmiljöer som ett välutvecklat underbestånd erbjuder (Poulsen 2002).

En sammanfattande bedömning baserat på de ovan beskrivna egenskaperna ger vid handen att alm, avenbok, bok, hassel, lind, lönn och sykomorlönn har ett högt värde vid sammanvägning av både produktions-, markvårds- och mångfaldsaspekter. Almens värde både som kvalitetsdanare och livsmiljö äventyras dock av almsjukan, som även dödar små och mellanstora träd.

Underbestånd i svenska ekskogar

Det finns mycket erfarenhetsbaserad kunskap om underbeståndsskötsel hos skogsförvaltare men forskningen om underbeståndens betydelse för ekskogar är mycket sparsam, både angående kvalitetsdaning och effekter på biologisk mångfald (se dock Figur 4 och Carbonnier 1951). Det råder emellertid enighet om att det inte är möjligt att producera ekvirke av allra högsta kvalitet utan lämpliga underbestånd (Henriksen & Sanojca 1983, von Lüpke 1998, samt översikter i Mayer 1992, Burschel & Huss 1997, Röhrig m.fl. 2006). Det framhålls även att underbeståndet bör vara tätt och skugga ekstammarna allsidigt. Om detta stämmer, har svenska ekbestånd tyvärr för närvarande en låg potential för kvalitetsproduktion, då endast var sjunde provyta överhuvudtaget innehöll underbestånd av lämplig höjd (>5 m) och trädslag. Den sparsamma förekomsten av underbestånden begränsar även deras funktion som livsmiljö. På längre sikt finns dock möjligheter för intresserade skogsägare utveckla underbestånden för kvalitetsdaning och biologisk mångfald, då ca 80% av ekskogarna ändå innehåller åtminstone ett av de skuggtåliga trädslagen (inkl. hassel) i ett undre beståndskikt. Särskilt i Skåne och Blekinge finns goda förutsättningar genom en hög andel av avenbok och bok i underbestånden.

På skogsmark är det av ekonomiska skäl sällan aktuellt med plantering av underbeståndsarter utan man bör istället utnyttja och gynna den spontana underväxten på bästa möjliga sätt (Drössler m.fl. 2012). Vid nyetablering på åkermark används inte sällan andra trädslag i radvis blandning med ek och ibland anläggs även artrika beståndsbryn. Dessa träd kan bli frögivare till framtida underbestånd, till exempel avenbok, lind och lönn. Våra resultat från åkermarksplanteringar visar att dessa arter kan växa in i buskskiktet inom 30-40 år, vilket är en lämplig ålder med tanke på stamskyddet.

Viltbetetrycket är en nyckelfaktor vid uppbyggnad och skötsel av underbestånden (Kullberg & Bergström 2001, Götmark m.fl. 2005). För en optimal kvalitetsdaning av ekarna genom underbeståndet bör vilttätheten hållas så låg att viktiga, men beteskänsliga arter som avenbok, bok, lind och lönn kan växa upp kontinuerligt. Ett permanent högt viltbetetryck spolierar effektivt möjligheten att utveckla underbestånd och har långsiktigt negativa effekter på både virkeskvalitet, marktillstånd och biologisk mångfald.

Artvis diskussion av skuggtåliga arter

Alm är relativt sällsynt i ekskogar på grund av sina höga krav på markens bördighet. På rika marker kan den dock lokalt dominera underbestånden, till exempel i delar av Skåne och i Mälardalen. Almen ger ett bra stamskydd åt eken men konkurrerar hårt om den får växa fritt. Almsjukan har dock dödat flertalet stora och medelstora almar i landet. Då almsjukan även drabbar ganska små träd, är det numera inte möjligt att planera en långsiktig skötsel av underbestånd med alm. Almen sprider och föryngrar sig lätt i ekskogar och kan fortfarande spela en roll i vissa underbestånd på bördig mark, där den numera är ganska lik hasseln i växtsätt och höjd.

Avenbok är särskilt vanlig i östra Skåne och i Blekinge och växer där på alla ståndorter som även är lämpliga för ekproduktion. Ur produktionssynpunkt är avenboken en mycket värdefull art i underbeståndet. Avenboken ger mycket bra stamskydd, bevarar ett relativt bra marktillstånd och producerar ved med högt energivärde (som dock är svår att klyva). Den betas gärna men är samtidigt mycket betestålig. Vid samtidig etablering kan avenboken växa ifrån eken och måste då kapas och växa ut från stubbskotten. Den växer normalt inte in i ekronorna och behöver därför till skillnad från andra arter sällan kapas i uppväxta ekbestånd. Avenboken kan vandra in i nyetablerad ekskog relativt snabbt om fröträd finns i närheten.

Bok är vanlig i ekskogar i främst Skåne, Blekinge och Halland. Även boken ger ett mycket bra stamskydd. Den växer i början långsammare än eken men tränger förr eller senare in i ekkronorna. Detta kan vara problematiskt då boken normalt inte skjuter stubbskott i Sverige om man tar ner konkurrerande träd. Om man hela tiden behåller träd i olika storleksklasser, kan ett kontinuerligt stamskydd bibehållas även vid gallring av inväxande träd. Ett tätt underbestånd av bok leder även till podsolerung på svagare ståndorter och en inblandning av andra arter med gynnsam förna bör eftersträvas. Bok ger förstklassigt biobränsle och massaved. Bok etableras långsamt i nyplanterad ekskog och endast om äldre bokskog finns nära.

Gran är ett vanligt inslag i sydsvenska ekskogar, särskilt utanför ädellövskogens kärnområden. Granen ger genom sin spetsiga krona ett sämre stamskydd än lövträd och växer även relativt snabbt in i ekarnas kronor. Detta kan man dock reglera genom att hugga konkurrerande träd och sedan utnyttja mindre granar i de ofta täta underbestånden. Till granens fördel som underbestånd talar en bra ekonomi även för klena dimensioner, samt att den betas av viltet i mindre utsträckning än lövträden. Nackdelar är dess podsolerande förna och att dess krona fångar upp en betydande del av nederbörden innan den når marken.

Hassel är mycket vanlig i ekskogars underbestånd och ek-hassellunden är en välbeskriven naturtyp i den svenska växtekologiska och naturvårdsbiologiska litteraturen (Andersson & Löfgren 2000, Diekmann 1994, Rühling & Tyler 1986). Det är därför överraskande att endast 5% av alla ekbestånd domineras av en blandning av ek och hassel, d.v.s. innehåller minst 50% ek i huvudskiktet och samtidigt har minst 25% täckning av hassel i buskskiktet. Hassel ger ett bra stamskydd och konkurrerar inte med eken, men når ibland inte den höjd som skulle

behövas för optimal kvalitetsdaning. Annars är hassel idealisk som underbestånd genom en bra förnakvalitet och sin stora förmåga att skjuta stubbskott. Hasselbuketter producerar ett bra biobränsle men ger även ett tidigt tillskott av död ved om de lämnas obrukade. Hasseln bildar ofta täta bestånd men etablerar sig endast långsamt i nyplanterad ekskog på åkermark.

Lind är numera ett ganska ovanligt inslag i ekskogens underbestånd och förekommer främst i östra Sverige. Där den väl förekommer bildar den dock inte sällan täta underbestånd genom sin stora förmåga att skjuta stubbskott. Den är idealisk som stamskydd och konkurrensen med eken kan lätt regleras genom gallring. Linden har en bra förna och följs ofta av en artrik och exklusiv fålskiktsflora. Linden är svårspridd och koloniserar nya ekbestånd mycket långsamt. I nya bestånd kan den dock med fördel planteras i bryn och i radvis blandning med ek. I raderna kan den avverkas efter 10-15 år och stubbskotten kan sedan bilda ett utmärkt underbestånd för ekarna.

Skogslönn är en optimal art för underbestånden. Den ger ett bra stamskydd men konkurrerar normalt inte med eken i uppvuxna bestånd. Den har en bra förmåga att skjuta skott (dock inte lika bra som avenbok och lind) och den sprider sig lätt till nya ekbestånd om fröträd finns nära. Barken och förnan är basrik vilket gynnar epifyter och ett bra marktillstånd. Lönn är ganska vanlig i sydsvenska ekskogar, särskilt på något rikare marker i de östra landskapen.

Sykomorlönn är än så länge ett sällsynt inslag i underbestånden. I till exempel sydvästra Skåne har den emellertid spridit sig från planterade bestånd till ett större antal ekplanteringar och kan där bilda täta underbestånd. Den sprider sig i regel inte över större avstånd men etablerar sig lätt om fröträd finns i angränsande bestånd. Den ger ett bra stamskydd och konkurrensen med eken kan regleras genom gallringar i de ofta täta bestånden. Sykomorlönn är en mullbildare och kan i viss mån ersätta bortfallet av sjuk alm och ask på näringsrika ståndorter.

Förslag på lämpliga underbestånd

Skillnader i artförekomst, klimat och jordmån ger olika förutsättningar för underbestånden i olika delar av ekens utbredningsområde. Bland arterna som förekommer inom hela ekens utbredningsområde är *hassel*, *lind* och *lönn* bäst lämpade för att forma underbestånd. De kan visserligen inte växa på svaga ekmarker, med de kan användas på alla de bättre ståndorter som kommer i fråga för produktion av kvalitetstimmer av ek. *Granen* rekommenderas inte som förstahandsval, främst för dess försurande verkan och dess negativa effekter på vattenbalansen i bestånden. Avenbok, bok och sykomorlönn är väl lämpade som underbestånd inom sina utbredningsområden. Särskilt för bokens del rekommenderas en inblandning av avenbok, lind eller lönnarterna för att upprätthålla ett gynnsamt marktillstånd.

Tack

Jag vill tacka Jonas Dahlgren och Per-Ola Hedwall för hjälp med data från riksskogstaxeringen, Marian Lajos Mayr, Robin Nilsson och Goddert von Oheimb för gott samarbete vid analys av åkermarksplanteringar, Jens Peter Skovsgaard för litteraturtips och opublicerade uppgifter, samt Lars Drössler och Gunnar Isacson för värdefulla synpunkter på manuskriptet. Studien har finansierats av Stiftelsen Stina Werners Fond och ingår i forskningssatsningen Lövskog för Framtiden vid SLU i Alnarp.

5. Referenser

- Almgren, G., Ingelög, T., Ehnström, B. & Mörtlös, A. 1986. Ädellövkögen. Ekologi och skötsel. Skogsstyrelsen. Jönköping.
- Almgren, G., Jarnemo, L. & Rydberg, D. 2003. Våra ädla lövträd. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Andersson, L. & Löfgren, R. 2000. Sydsvenska lövskogar och andra lövbärande marker. Rapport 5081. Naturvårdsverket förlag.
- Arup, U., Ekman, S., Kärnefelt, I. & Mattsson, J.-E. 1997. Skyddsvärda lavar i sydvästra Sverige. SBF-förlaget. Lund.
- Augusto, L., Ranger, J., Binkley, D. & Roth, A. 2002. Impact of some common tree species of European temperate forests on soil fertility. *Annals of Forest Science* 59: 233–253.
- Axmanová, I., Zelený, D., Ching-Feng, L. & Chytrý, M. 2011. Environmental factors influencing herb layer productivity in Central European oak forests: insights from soil and biomass analyses and a phytometer experiment. *Plant Ecology* 342: 183–194.
- Axmanová, I., Chytrý, M., Zelený, D., Ching-Feng, L., Vymazalová, M., Danihelka, J., Horsák, M., Kocí, M., Kubešová, S., Lososová, Z., Otýpková, Z., Tichý, L., Martynenko, V.B., Baisheva, E.Z., Schuster, B., Diekmann, M. 2012. The species richness–productivity relationship in the herb layer of European deciduous forests. *Global Ecology and Biogeography* 21: 657–667.
- Brunet, J., De Frenne, P., Holmström, E. & Mayr, M.L. 2012. Life-history traits explain rapid colonization of young post-agricultural forests by understory herbs. *Forest Ecology and Management* 278: 55–62.
- Burschel, P. & Huss, J. 1997. Grundriss des Waldbaus: ein Leitfaden für Studium und Praxis. Blackwell, Berlin.
- Cesarz, S., Fahrenholz, N., Kleian-Migge, S., Platner, C. & Schaefer, M. 2007. Earthworm communities in relation to tree diversity in a deciduous forest. *European Journal of Soil Biology* 43: S61–S67.
- Carbonnier, C. 1951. Underväxtproblemet i kulturbestånd av ek. Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut 40:1. Stockholm.
- Christiansen, J.R., Vesterdal, L., Callesen, I., Elberling, B., Schmidt, I.K. & Gundersen, P. 2010. Role of six European tree species and land-use legacy for nitrogen and water budgets in forests. *Global Change Biology* 16: 2224–2240.
- De Schrijver, A., De Frenne, P., Staelens, J., Verstraeten, G., Muys, B., Vesterdal, L., Wuyts, K., Van Nevel, L., Schelfhout, S., De Neve, S., Verheyen, K., 2012. Tree species traits cause divergence in soil acidification during four decades of postagricultural forest development. *Global Change Biology* 18: 1127–1140.
- Diekmann, M. 1994. Deciduous forest vegetation i Boreo-nemoral Scandinavia. Acta Phytogeographica Suecica 80. Uppsala.
- Drössler, L., Attocchi, G. & Jensen, A.M. 2012. Occurrence and management of oak in southern Swedish forests. *Forstarchiv* 83: 163–169.
- Eliasson, P. & Nilsson, S.G. 1999. Rättat efter skogarnes aftagande – en miljöhistorisk undersökning av den svenska eken under 1700- och 1800-talen. *Bebyggelsehistorisk Tidskrift* 37: 33–64.
- Finzi, A.C., van Breemen, N. & Canham, C.D. 1998. Canopy tree-soil interactions within temperate forests: species effects on pH and cations. *Ecological Applications* 8: 447–454.
- Fritz, Ö. & Brunet, J. 2010. Epiphytic bryophytes and lichens in Swedish beech forests – effects of forest history and habitat quality. *Ecological Bulletins* 53: 95–107.
- Götmark, F. 2010. Skötsel av skogar med höga naturvärden – en kunskapsöversikt. *Svensk Botanisk Tidskrift* 104 S1: S1–S88.

- Götmark, F., Berglund, Å. & Wiklander, K. 2005. Browsing damage on broadleaved trees in semi-natural temperate forest in Sweden, with a focus on oak regeneration. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 223-234.
- Guckland, A., Mascha, J., Flessa, H., Thomas, F.M. & Leuschner, C. 2009. Acidity, nutrient stocks, and organic-matter content in soils of a temperate deciduous forest with different abundance of European beech (*Fagus sylvatica* L.). *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 172: 500-511.
- Gustavsson, R. & Ingelög, T. 1994. Det nya landskapet. Skogsstyrelsen. Jönköping.
- Hagen-Thorn, A., Callesen, I., Armolaitis, K. & Nihlgård, B. 2004. The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantations on former agricultural land. *Forest Ecology and Management* 195: 373-384.
- Härdtle, W., von Oheimb, G. & Westphal, C. 2003. The effect of light and soil conditions on the species richness of the ground vegetation of deciduous forests in northern Germany (Schleswig-Holstein). *Forest Ecology and Management* 182: 327-338.
- Henriksen, H.A. & Sanojca, K. 1983. Bøgeunderskovs betydning for udvikling af vanris på stilkeg (*Quercus robur* L.) (Influence of an understorey of beech on the development of epicormic branches of *Quercus robur*). *Det Forstlige Forsøgsvaesen i Danmark* 39: 94-119.
- Hesselman, H. 1925. Studier över barrskogens humustäcke, dess egenskaper och beroende av skogsvården. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt* 22: 169-378.
- Hofmeister, J., Hosek, J., Modry, M. & Rolecek, J. 2009. The influence of light and nutrient availability on herb layer species richness in oak-dominated forests in central Bohemia. *Plant Ecology* 205: 57-75.
- Jacob, M., Weland, N., Platner, C., Schaefer, M., Leuschner, C. & Thomas, F.M. 2009. Nutrient release from decomposing leaf litter of temperate deciduous forest trees along a gradient of increasing tree species diversity. *Soil Biology and Biochemistry* 41: 2122-2130.
- Jørgensen, B.B., Jensen, F.S. & Skovsgaard, J.P. 2009. Underplantning af eg: Øger underplantning skovens rekreative værdi? *Skoven* 41: 203-207.
- Kullberg, Y. & Bergström, R. 2001. Winter browsing by large herbivores on planted deciduous seedlings in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16: 371-378.
- Langenbruch, C., Helfrich, M. & Flessa, H. 2012. Effects of beech (*Fagus sylvatica*), ash (*Fraxinus excelsior*) and lime (*Tilia spec.*) on soil chemical properties in a mixed deciduous forest. *Plant and Soil* 352: 389-403.
- Lindbladh, M. & Foster, D.R. 2010. Dynamics of long-lived foundation species: the history of *Quercus* in southern Scandinavia. *Journal of Ecology* 98: 1330-1345.
- Löf, M., Møller-Madsen, E. & Rytter, L. 2009. Skötsel av ädellövskog. Skogsskötselserien nr 10. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Löf, M., Boman, M., Brunet, J., Hannerz, M., Mattsson, L. & Nylinder, M. 2010. Broadleaved forest management for multiple goals in southern Sweden – an overview including future research prospects. *Ecological Bulletins* 53: 235-245.
- Löf, M., Brunet, J., Hickler, T., Birkedal, M. & Jensen, M.A. 2012. Restoring broadleaved forests in southern Sweden as climate changes. In: J. Stanturf, J., Madsen, P. & Lamb, D. (eds.), *A Goal-Oriented Approach to Forest Landscape Restoration*. World Forests 16: 373-391. Springer, Dordrecht.
- Mayer, H. 1992. Waldbau. Ulmer, Stuttgart.

- Mayr, M.L. 2010. Restoration of oak forests: soil characteristics and light availability and their relation to early plant colonization patterns. Examensarbete nr. 161. Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, SLU Alnarp.
- Mertens, J., Van Nevel, L., De Schrijver, A., Piesschaert, F., Oosterbaan, A., Tack, F.M.G. & Verheyen, K. 2007. Tree species effect on the redistribution of soil metals. *Environmental Pollution* 149: 173-181.
- Mohr, D. & Topp, W. 2005. Hazel improves soil quality of sloping oak stands in a German low mountain range. *Annals of Forest Science* 62: 23-29.
- Mohr, D., Simon, M. & Topp, W. 2005. Stand composition affects soil quality in oak stands on reclaimed and natural sites. *Geoderma* 129: 45-53.
- Neirynek, J., Mirtcheva, S., Sioen, G. & Lust, N. 2000. Impact of Impact of *Tilia platyphyllos* Scop., *Fraxinus excelsior* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Quercus robur* L. and *Fagus sylvatica* L. on earthworm biomass and physico-chemical properties of a loamy topsoil. *Forest Ecology and Management* 133: 275-286.
- Nilsson, R. 2012. Etablering av underbestånd i planterade ekskogar. Examensarbete nr. 186. Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, SLU Alnarp.
- Nordén, U. 1994. Influence of broad-leaved tree species on pH and organic matter content of forest topsoils in Scania, South Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9: 1-8.
- Nordén, B. & Paltto, H. 2001. Wood-decay fungi in hazel wood: species richness correlated to stand age and dead wood features. *Biological Conservation* 101: 1-8.
- Nylinder, M., Woxblom, L. & Fryk, H. 2006. Ädellöv – virke och förädling. Sveriges lantbruksuniversitet, inst. för skogens produkter och marknader, SLU i Uppsala. ISBN 91-576-7192-3.
- Oostra, S., Majdi, H. & Olsson, M. 2006. Impact of tree species on soil carbon stocks and soil acidity in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21: 364-371.
- Palm, J., Åhström, A., Wijk, G. & Johansson, S. 2005. Fakta om lövträ. Träcentrum. Nässjö.
- Persson, S., Malmer, N. & Wallén, B. 1987. Leaf litter fall and soil acidity during half a century of secondary succession in a temperate deciduous forest. *Vegetatio* 73: 31-45.
- Poulsen, B.O. 2002. Avian richness and abundance in temperate Danish forests: tree variables important to birds and their conservation. *Biodiversity and Conservation* 11: 1551-1566.
- Reich, P.B., Oleksyn, J., Modrzynski, J., Mrozinski, P., Hobbie, S.E., Eissenstat, D.M., Chorover, J., Chadwick, O.A., Hale, C.M. & Tjoelker, M.G. 2005. Linking litter calcium, earthworms and soil properties: a common garden test with 14 tree species. *Ecology Letters* 8: 811-818.
- Rizell, M. & Gustavsson, R. 1998. Att anlägga skogsbryn. Stad & Land 160. SLU Alnarp.
- Röhrig, E., Bartsch, N. & von Lüpke, B. 2006. Waldbau auf ökologischer Grundlage. Ulmer, Stuttgart.
- Rosenqvist, L., Hansen, K., Vesterdal, L. & van der Salm, C. 2010. Water balance in afforestation chronosequences of common oak and Norway spruce on former arable land in Denmark and southern Sweden. *Agricultural and Forest Meteorology* 150: 196-207.
- Rühling, Å. & Tyler, G. 1986. Vegetationen i sydsvenska ekskogar – en regional jämförelse. *Svensk Botanisk Tidskrift* 80: 133-143.
- Rytter, L. 1998. Löv- och lövblandbestånd - ekologi och skötsel. Redogörelse nr 8, SkogForsk, Uppsala.
- Skovsgaard, J.P. 2012. Lecture Notes for Silviculture of Temperate Forests: Testing different understorey species for oak. Southern Swedish Forest Research Centre.
- SLU. 2012. Fältinstruktion 2012 – Riksinventeringen av skog. Institutionen för skoglig resurshushållning och institutionen för mark och miljö. Umeå och Uppsala.
- Ståål, E. 1986. Eken i skogen och landskapet. Södra skogsägarna, Växjö.

- Tyler, G. 1989. Interacting effects of soil acidity and canopy cover on the species composition of field-layer vegetation in oak/hornbeam forests. *Forest Ecology and Management* 28: 101-114.
- Tyler, G. 1992. Tree species affinity of decomposer and ectomycorrhizal macrofungi in beech (*Fagus sylvatica* L.), oak (*Quercus robur* L.) and hornbeam (*Carpinus betulus* L.) forests. *Forest Ecology and Management* 47: 269-284.
- Vesterdal, L., Schmidt, I.K., Callesen, I., Nilsson, L.-O. & Gundersen, P. 2008. Carbon and nitrogen in forest floor and mineral soil under six common European tree species. *Forest Ecology and Management* 255: 35-48.
- von Lüpke, B. 1998. Silvicultural methods of oak regeneration with special respect to shade tolerant mixed species. *Forest Ecology and Management* 106: 19-26.
- Wulf, M. & Naaf, T. 2009. Herb layer response to broadleaf tree species with different leaf litter quality and canopy structure in temperate forests. *Journal of Vegetation Science* 20: 517-526.

Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

SLU

Box 49

SE-230 53 Alnarp

Telefon: 040-41 50 00

Telefax: 040-46 23 25

Southern Swedish Forest Research Centre

Swedish University of Agricultural Sciences

P.O. Box 49, SE-230 53 Alnarp

Sweden

Phone: +46 (0)40 41 50 00

Fax: +46 (0)40 46 23 25