

Blandskogsbruk



Det går att upprätthålla en blandskog om man vid avverkning ser till lämna kvar så många olika trädslag som möjligt. Bild: © Pentti Väisänen.

Kuvas

I ett blandbestånd växer två eller flera trädslag. Beståndet kan bestå av enbart barr- eller lövträd eller av en blandning av dem.

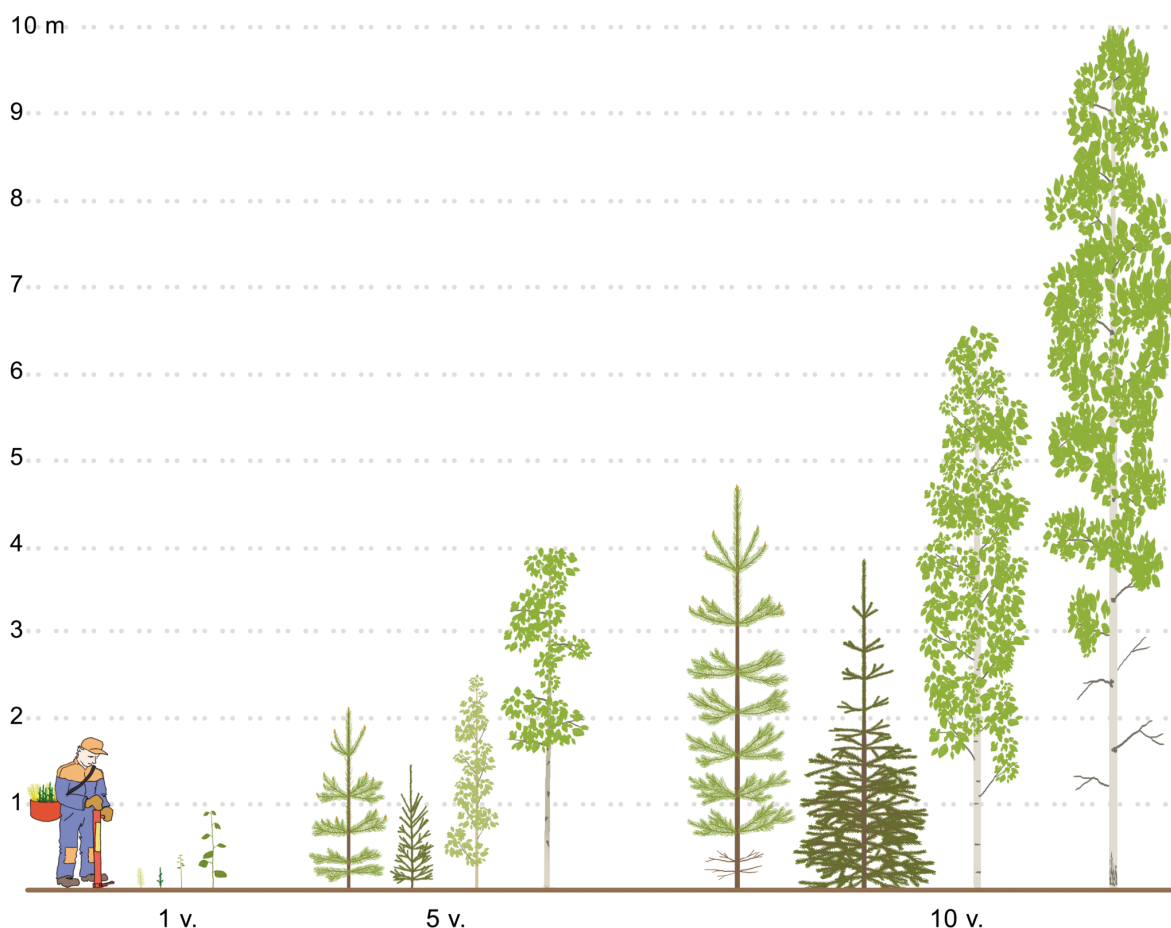
Det finns många slags blandskogar

Blandskogsbruket baserar sig på principen att man skapar goda växtförhållanden för minst två olika trädslag. I ett egentligt blandbestånd är huvudträdslagets andel av grundytan eller stamantalet högst 75 procent och i ett bestånd med låg andel trädslagsblandning är andelen 75–95 procent.

Blandskogen kan ha ett entydigt huvudträds­slag. Virkes­pro­duk­tionen kan i huvudsak rikta in sig på att sköta detta trädslag eller alla trädslag främjas lika mycket. I blandskogsbruk säkras man också tillväx­tmöj­ligheter för trädslag med en mindre andel på lång sikt.

Då är möjligt att inom samma bestånd idka skogsbruk som baserar sig på de vanligaste trädslagen tall, gran, vårtbjörk och glasbjörk, men detta kräver planering. Det är också möjligt att producera virke i blandskogar med ovanligare trädslag, såsom lärkträd eller ek, men det finns tillsvidare bara lite information och kunskap om detta.

Det kräver ofta mera planering och tidsplanering för olika åtgärder i skogen då man vill ta i beaktande tillväxtrytmen och ståndorts­kraven hos olika trädslag jämfört med virkes­pro­duk­tion som baserar sig på bara ett trädslag. Blandskogsbruk förutsätter kunskap om trädslag och jordmån. De olika trädslagens krav på ljus, deras skuggtålighet och deras tillväxtrytm inverkar på konkurrensen mellan dem.



Bilden visar ett exempel på trädens höjdtillväxt 1, 5 och 10 år efter plantering på frisk mo i södra Finland: planterad tall, planterad gran, naturligt uppkommen glasbjörk och planterad vårtbjörk. Ståndorten, trädens ursprung och variationen i väderleksförhållanden mellan olika år har stor inverkan på höjdtillväxten. Bild: © Juha Varhi.

På fastighetsnivå kan man åstadkomma blandskog och utöka trädslagsurvalet genom att sköta bestånden som blandskogar eller genom att eftersträva rena bestånd, som på ett större område bildar en blandskogsmosaik. För att minska skaderiskerna är det emellertid skäl att undvika stora bestånd med bara ett trädslag. Speciellt med tanke på att undvika barkborreskador skall man undvika stora, mogna bestånd av gran.

Tilläggsuppgifter:

- [Trädslagsfördelning och lövinslag vid skötsel av en skogsfastighet.](#)

Blandskogar möjliggör försök med ovanligare trädslag för virkesproduktion

I blandskogsbruk kan man på mindre arealer prova skötsel av ovanligare trädslag, såsom ek, klibbal, och lärkträd på delar av figurer som lämpar sig för dem. Genom att dela in de olika arterna på delfigurer kan man se till att konkurrensen mellan arterna inte förkväver svagare arter.

Läs mera om ståndortskrav hos övriga trädslag här

- [Val av trädslag och förnyelsemetod.](#)

Trädslagsblandningen regleras med skogsvård och avverkningar

De val man gör vid skogsförnyelse, plantskogsvård och gallringar avgör hur beståndets trädslagsurval utvecklas på lång sikt. Med undantag för de kargaste ståndorterna leder skogarnas naturliga utveckling mot ett blandbestånd ifall trädslagsförhållandena inte regleras med plantskogsvård.

Skede i virkesproduktionen	Väsentligt då man eftersträvar trädslagsblandning
Förnyelseskedet	• Val av förnyelsemetod: plantering, sådd, naturlig förnyelse eller blandad skogsodling • Val av trädslag för skogsodling och täthet vid odlingen • Val av lämplig markberedning för objektet. Avgörande inverkan på uppkomsten av fröplantor och på hur bra skogsodlingen lyckas.
Plantskogsskedet	• Val av täthet för hela beståndet och val av eftersträvalde trädslagsförhållanden. Trädslagens antal och deras andelar före plantskogsvården beror på hur förnyelsen utförts. Om man inte försäkrar sig om trädslagsblandningen vid slyröjning och röjning är resultatet ett rent trädbestånd med bara ett trädslag under hela omloppstiden.
Yngre och grövre gallringsskog	• Val av bestånd för virkesproduktion och upprätthållande av de olika trädslagen. I yngre och grövre gallringsskog kan man fortsätta regleringen av trädslagsförhållandena utgående från befintliga ramar efter plantskogsskedet. • Vid gallringsavverkningar kan man främja trädslagsblandningen genom att lämna kvar en större andel blandskog

Det är lättare att sträva till blandskog i skogsvård trädskiktvis än vid kontinuerlig beståndsvård

Forskningsresultat visar att möjligheterna är bättre i blandskogsbruk jämfört med kontinuerlig beståndsvård. Naturlig förnyelse av tall och björk, som är ljuskrävande trädslag är bättre i luckor eller tillräckligt glesa bestånd med överståndare^[1].

En typisk enskiktad blandskog

En enskiktad blandskog består av olika trädslag som växer i samma kronskikt. I Finland består kronskiktet vanligen av en blandning av gran och björk, av tall och gran eller av gran, björk och tall. Björken kan antingen bestå av vårtbjörk eller glasbjörk eller båda beroende av skötselhistoriken och ståndorten.

För att trygga naturens mångfald i dessa skogar lönar det sig att värna om också mindre talrika lövträd och lövträd som har ett lägre ekonomiskt värde såsom asp, al, sälg, hägg och rönn.



I ett typiskt blandbestånd med ett kronskikt växer två eller tre trädslag. Bild: © Ari Kotiharju.



Ett blandbestånd med gran och tall där trädslagen förekommer i samma kronskikt. Bild: © Markku Remes

En typisk tvåskiktad blandskog

En tvåskiktad blandskog består av olika trädslag som växer i två olika kronskikt. Båda skikten sköts så att de har tillräckliga förutsättningar att utvecklas. Ofta består det övre skiktet av ljuskrävande trädslag, vilket vanligen innebär tall eller lövträd. Det lägre skiktet består av skuggtålig gran [\[1\]](#).

En sådan här situation kan uppstå då det har kommit ett plantuppslag av gran på naturlig väg eller om man planterat gran under skärmträd. I Finland består blandskog av det här slaget vanligen av björk och gran eller tall och gran.



Ett typiskt tvåskiktat blandbestånd av björk och gran. Bild: © Varpu Kuutti.

En typisk blandskog vid kontinuerlig beståndsvård

Det är svårare att upprätthålla en trädslagsblandning i skog där man tillämpar kontinuerlig beståndsvård jämfört med beståndsvård trädskiktsvis^[1]. Granen klarar bra av att växa under björk eller tall, men varken tall eller björk i egenskap av ljuskrävande träd klarar av att växa som ett underbestånd under ett överbestånd av gran. I relativt glesa tall- och lövbestånd är det lättare att upprätthålla trädslagsblandningen.

Trädslagsblandningen upprätthålls vid kontinuerlig beståndsvård särskilt genom luckhuggning, vilket förbättrar förnyelse- och tillväxtförutsättningarna för lövträd och tall. Det finns ännu luckor i forskningen kring upprätthållande av trädslagsblandningen vid kontinuerlig beståndsvård.

Nytta och risker med blandskog

Allmänt om fördelar hos blandskogsbruk:

- Trädslagsblandningen ökar skogs- och vattennaturens mångfald och landskapsvärden. Trädslagsblandningen förbättrar levnadsförutsättningar för en stor del av viltet och för Insekt- och svamparter som har specialiserat sig på olika trädslag.
- Trädslagsblandningen stärker skogens livskraft och minskar risken för skador jämfört med bestånd med ett trädslag. Man kan därför också anta att den indirekt tryggar beståndets kolbindning.
- I precisionsskogsbruk kan man med blandad odling utnyttja ståndortens virkesproduktionsförmåga optimalt, då man på varje del av figuren producerar virke med det trädslag som växer bäst.
- Figurer med blandskog kan anses vara mindre utsatta för förändringar i ekonomin och miljön på grund av deras mångsidigare trädslagsurval^[2]. Marknadsrisken minskar också då man kan skörda flera sortiment från figuren. Ett varierande och mångsidigt trädslagsurval minskar också marknadsrisken på fastighetens olika beståndsfigurer.
- Objekt med blandbestånd kan vara drivningstekniskt utmanande jämfört med objekt med bara ett trädslag.

Nytta och risker med olika typer av blandskogar.

	Fördelar	Risker
Gran i tallbestånd	Producerar värdefullt virke. Mindre risk för älgbetning.	Gran leder till risk för produktionsförluster och torkskador på kargare eller torkkänsliga ståndorter.
Tall i granbestånd	Tall som växer som blandträd i granbestånd ger stock av hög kvalitet om tall och gran växer i samma kronskikt. Naturligt uppkommen tall når ofta samma kronskikt som granarna om ståndorten i medeltal är bördig frisk mo.	I granplantskogar som växer bra kan tall som uppkommit på naturlig väg bli efter i tillväxten.
Lövträd i barrträdsbestånd	Erbjuder livsmiljö och näring åt många organismer, från fåglar till insekter. Lövträdens förna minskar markens surhetsgrad, vilket förbättrar frigörandet av näringsämnen ur förnan. Speciellt alarna ökar mängden kväve i marken. Släpper mera ljus till marken, vilket förbättrar undervegetationens, såsom blåbärets, tillväxtförutsättningar. Vårtbjörken producerar som blandträdslag värdefull fanérstock. Kan leda till minskad risk för flera skogsskador om lövträdens andel är tillräckligt stor, jämfört med rena bestånd av barrträd.	Lövträden växer snabbare än barrträden i plantskogsstadiet och behöver mera ljus. Att trygga deras tillväxt kan innebära extra arbete. Om man vid plantskogsskötseln lämnar förväxande lövträd nära barrträd, leder detta till att lövträden piskar barrträdens toppar och skadar dessa. Aspsly kan fungera som mellanvärd för knäcksjuka och därmed öka skadorna på tall. Risken för hjortdjursskador ökar i plantskogar.

Sekapuustoisuuden etuja ja haasteita.

Päätöksenteko

Blandskogsbruk — Naturen

Genom att öka trädslagsblandningen och blandbestånden främjar man skogsnaturens mångfald och förhållandena i vattendrag och småvatten.

Hur en ökad andel blandbestånd inverkar på skogsnaturens mångfald

I ett bestånd med trädslagsblandning utvecklas trädbeståndet och undervegetationen så att artsammansättningen blir mer varierande och rikligare än i bestånd med ett trädslag. ^[3] Då det uppstår fler olika livsmiljöer kan också artantalet öka. Speciellt artantalet av lövträd och en ökning av gamla och döda lövträd är av nytta med tanke på mångfalden, eftersom många hotade arter är i behov av dem. Dessutom är artantalet inom flera grupper av organismer högre i löv- och blandbestånd jämfört med rena barrträdsbestånd. ^{[4][5]} På detta sätt kan man förbättra fåglarnas och insekternas samt viltets, växternas, svmparnas och tickornas levnadsmöjligheter ^{[6][7][8]}.

Genom att öka andelen lövträd kan man också öka andelen träd som har höga mångfaldsvärden: asp, sälg, och i sydligaste Finland även ädla lövträd. Med tanke på mångfalden i ett bestånd uppnår man stor nytta redan genom att lämna några gamla aspar och sälgar ^{[9][10]}. Kontinuiteten hos livsmiljön tryggas genom att möjliggöra att också unga aspar och sälgar har tillväxtmöjligheter. Det rekommenderas att spara dessa redan vid röjningen.

Trädslagsblandningen tryggar uppkomsten av mångsidig död ved. Död ved av flera olika trädslag är en lämplig livsmiljö för flera hotade arter. Tryggandet av kontinuumet av död ved och hänsyn till levnadsförhållandena hos hotade arter kräver likadana åtgärder i blandbestånd som i bestånd med ett trädslag ^[9].

Hur en ökad andel blandbestånd inverkar på vattennaturen

Att öka andelen lövträd i närheten av vattendrag och speciellt småvatten är nyttigt med tanke på mångfalden hos vattenlevande organismer och vattenmiljöerna samt med tanke på vattenkvaliteten. ^{[11][12][13][14]}. Av denna orsak är det speciellt i strandskogar och skyddszoner mot vattendrag motiverat att främja förekomsten av lövträd.

Det är möjligt att en ökning av andelen lövträd inom ett avrinningsområde minskar färgförändringarna mot mörkare i vattendragen, men det finns behov av mera forskning kring detta [\[11\]\[12\]](#).

Läs mera om strandskogar och skyddszoner: [Skyddszoner och strandskogar](#).

Blandskogsbruk — Ekonomin

Nyttan av blandskogsbruk hänger i högre grad ihop med andra mål än med att utveckla virkesutfallet

I finländska förhållanden har man inte kunnat konstatera att blandskogsbruk höjer virkesproduktionen nämnvärt^[7], men nyttan av blandskogar stöder andra mål^[15]. Man antar att blandskogar i ett klimat som förändras är mera motståndskraftiga mot skogsskador jämfört med bestånd med bara ett trädslag^[7]. En måttlig trädslagsblandning har inte stor inverkan på virkesproduktionen^{[7][13]}.

Skogsägarens ekonomiska resultat beror av de trädslag som används för virkesproduktion i blandskogen, virkespriserna samt möjliga tilläggskostnader för blandskogsbruk, såsom till exempel ökade kostnader för förnyelse, skogsvård och drivning^[8]. En ökad andel blandbestånd minskar marknadsrisken, eftersom man inte vid beslut om förnyelse känner till hur efterfrågan på olika trädslag och virkesmarknaden i övrigt kommer att utvecklas under omloppstiden.

Olika kombinationer av trädslag inverkar på olika sätt på beståndets virkesproduktion. Man bedömer att en måttlig ökning av trädslagsblandningen inte har stor inverkan på virkesproduktionen.^{[16][7]} Virkesproduktion av tall och gran i samma bestånd inverkar inte nämnvärt på beståndets produktion^{[17][18]}. När det gäller blandbestånd av vårtbjörk och barrträd finns det större skillnader mellan forskningsresultaten. Enligt vissa forskningsresultat leder en måttlig (20–30 %) andel björk till en avkastning som är några procent bättre än i ett rent bestånd^{[18][19][20][21]}. Också i tvåskiktade bestånd av vårtbjörk och gran kan avkastningen vara högre än i rena granbestånd. Resultaten skiljer sig från varandra enligt ståndortens bördighet och geografiskt läge.

Då andel vårtbjörk stiger till över 20 procent har man kunnat iaktta att inkomsterna från granens virkesproduktion minskar och kostnaderna ökar^[22]. Björkens kvalitet blir bättre då den växer som blandsträdslag på grund av mindre kvistighet^[23] och mindre färgfel som orsakas av insekter. I tallbestånd är inverkan av trädslagsblandning ringa.



En väl skött blandskog ger skogsägaren olika alternativ med tanke på den framtida skogsvården. Bild: © Pentti Väisänen.

Blandskogsbruk — Friluftslivet

Blandskogar erbjuder goda möjligheter för friluftsliv.

Blandskogar erbjuder bättre ett bättre svamp- och bärurval, även om rena barrträdsbestånd producerar högre svampskördar^[7]. Man upplever att en trädslagsblandning och speciellt en ökning av lövträdsandelen ökar landskapets värde^[7].



Beståndsfigurer med trädslagsblandning ökar variationen och mångsidigheten i skogslandskapet . Bild: © Tommi Tenhola.

Blandskogsbruk — Bromsning av klimatförändringen

Det är klimatsmart att gynna blandskogsbruk.

Även om blandskogsbruk inte nämnvärt ökar virkesavkastningen eller kolbindningen i beståndet är bestånd med en kännbar trädslagsblandning livskraftigare och motståndskraftigare mot skogsskador i ett klimat som är i förändring^{[7][8]}. Lövinblandning ökar albedo, d.v.s. reflektion av solstrålarna tillbaka till atmosfären och rymden, vilket bromsar klimatförändringen

Inverkan på kolförrådet i träd och träprodukter

En blandskog är mer livskraftig och har en större motståndskraft mot skador, vilket säkerställer virkesproduktionen, men virkesproduktionen i sig ökar inte. Blandskogar kan öka kolförrådet ovan jord i skogen^[7], men om deras inverkan på kolsänkorna finns inte direkta forskningsresultat från finländska förhållanden. Ett jämnt kolförråd håller kolet borta från atmosfären. Som helhet sett kan trädslagsblandning stärka kolsänkorna om den minskar skogskadorna.

Inverkan på kolförrådets utveckling i marken

Vi vet relativt litet om vilken inverkan på markens kolförråd en större trädslagsblandning har.

Förnans mängd och kvalitet i en blandskog skiljer sig från den i en trädslagsren skog^[7]. Ett ökat lövinslag i granbestånd förbättrar markens bördighet och kan öka den mängd kol som är bunden djupare ned i marken^[24]. Särskilt förna av al är mycket kväverik, vilket förbättrar näringssituationen i marken^{[25][26]}. Dessutom minskar lövträdsförna markens surhetsgrad^[9], vilket leder till att näringsämnen snabbare frigörs för att kunna användas av det växande trädbeståndet. Förbättringen i näringstillståndet ökar beståndets tillväxt och därmed indirekt kolbindningen.

I en blandskog breder rotsystemen hos träden och den mer mångsidiga markvegetationen ut sig i marken på olika djup. Rotförna bildas lika mycket som lövförna. Dess kvalitet är också olika hos olika trädslag, precis som den förna som uppstår av svamphyfer. Det här leder till att rotmassan och det kol den innehåller samlas djupare ned i marken där kolförrådet omsätts långsammare än närmare markytan.

Inverkan på övriga utsläpp av växthusgaser

Vilken inverkan blandskogar har på uppkomsten av övriga växthusgaser (CH₄, N₂O) på mineraljordar är dåligt känd. Sannolikt är inverkan liten.

Toteutus

Planering av blandskogsbruk

Det finns olika alternativ för målinriktat anläggande av blandbestånd och virkesproduktion i blandbestånd. Det är väsentligt att definiera vad man strävar till med trädslagsblandningen.

Valet styrs av vilken nytta man vill uppnå med trädslagsblandningen

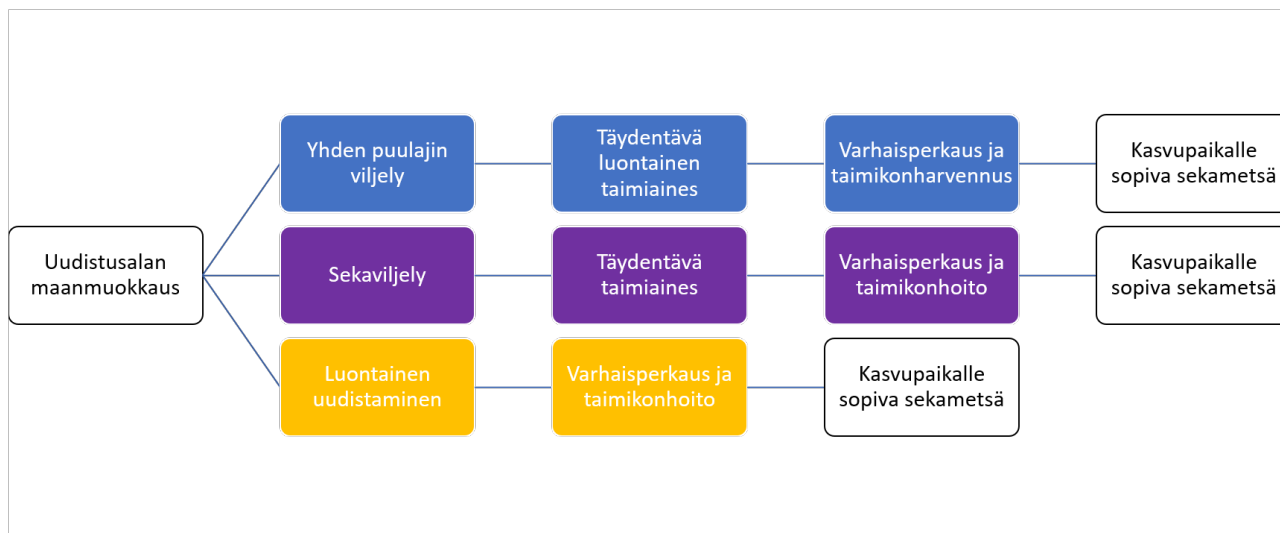
Den nytta man strävar till att uppnå med blandskog och beståndets egenskaper bestämmer vilken sorts blandskog man siktar på. De viktigaste besluten görs i förnyelse- och plantskogsstadiet. man påverkar beståndets trädslagsförhållanden också vid gallringar.

Ur en ekonomisk synpunkt är det befogat att satsa på tall, gran och vårtbjörk som kan utvecklas till stockstammar av god kvalitet. När man betonar naturvärden väljer man trädslag som är viktiga för mångfalden såsom aspar och sälgar.

Blandskogar uppstår genom att dra nytta av naturplantor eller med blandad odling

Huvudalternativ för grundande av blandskog vid skogförnyelse

Skogsodling med ett trädslag och utnyttjande av naturplantor	• en högklassig markberedning leder till en lyckad förnyelse och främjar naturligt plantuppslag • man lämnar plats åt naturplantor antingen genom att ha ett glest förband eller genom att lämna mindre ytor oplanterade • man använder sig av naturlig förnyelse speciellt på områden där skogsodling är svår eller som annars lätt får ett uppslag av naturplantor
Blandad odling och utnyttjande av naturplantor	• en högklassig markberedning leder till en lyckad förnyelse och främjar naturligt plantuppslag • man säkerställer beståndets trädslagsförhållanden och fördelningen av olika trädslag inom förnyelseytan • man planterar och/eller sår valda trädslag samtidigt. Blandad odling kan göras antingen jämnt över hela ytan eller enligt variationer i ståndortens egenskaper gruppvis
Enbart naturlig förnyelse	• en högklassig markberedning främjar naturligt plantuppslag • trädslagen och plantantalet bestäms av de omgivnade trädbestånden och rikligheten hos deras fröskördar



Det finns tre alternativa kedjor för grundande av blandbestånd.

Man kan främja uppkomsten av önskade trädslag på naturlig väg:

- genom att försäkra sig om att dessa trädslag finns i omgivande kantskogar och att de producerar frö
- genom att välja tidpunkt för påbörjande av anläggningsarbetena så att den sammanfaller med goda fröår
- med markberedning av hög kvalitet

Uppkomsten av önskade trädslag på naturlig väg försvagas av:

- gräsuppslag på förnyelseytan
- konkurrens från skott av glasbjörk, asp eller al
- dåliga fröår
- otillräcklig markberedning
- perioder av torka som hindrar att fröna gror
- groningen är svag på finfördelade jordarter

Specialförhållanden i norra Finland med tanke på blandskogsbruk

Blandskogsbruket begränsas i norra Finland av tillväxtförhållandena, som är för karga för till exempel ädla lövträd och av dålig tillgång till plantor av förädlat frö, speciellt vad gäller vårtbjörken. Alternativen för norra Finland är skötselkedjor för tall-gran samt tall-glasbjörk och gran-glasbjörk.

Grundande av blandbestånd av barrträd

Blandad odling av tall och gran, där endera trädslaget är huvudträdslag, är lämpligt på ståndorter där båda trädslagen trivs. Sådana ståndorter är framför allt fina och medelgrova friska moar. På en frisk mo med grov jordart eller på en frisk mo som är utsatt för torka kan granen bli efter tallen i tillväxten.

Blandad odling möjliggör att utnyttja ståndortens virkesproduktionsförmåga i sin helhet då man har det trädslag som trivs bäst på varje plats. Detta förutsätter emellertid bra kunskaper i att känna igen ståndortens egenskaper. Hjälp med att känna igen ståndorten hittar du här: [Grunder i skogsvård](#).

Förnyelse- och markberedningssätt för blandad odling av gran och tall samt trädslagsförhållanden i hela Finland

Ståndort	Jordart	Rekommendation	Plantering av gran och tall	Plantering av gran, tallsådd
Frisk mo	Fin	Rekommenderas	I upphöjningar 50 % gran och 50 % tall, eller mera gran	
	Mellangrov	Rekommenderas	I upphöjningar 50 % gran och 50 % tall, eller mera gran.	
	Grov	Rekommenderas med reservationer	I upphöjningar eller på blottlagd yta högst 30 % gran, resten tall.	I upphöjningar eller blottlagd mineraljord högst 30 % gran, resten tall.
Blåbärstmo I		Rekommenderas	I upphöjningar tall eller gran minst 25 %.	I upphöjningar tall eller gran minst 25 %.
Blåbärstmo II		Rekommenderas	I upphöjningar tall eller gran minst 25 %, gödsling skall utföras.	I upphöjningar tall eller gran minst 25 %, gödsling skall utföras.
Lingontmo I		Rekommenderas med reservationer	I upphöjningar tall eller gran minst 25 %.	I upphöjningar eller på blottlagd yta tall eller gran minst 25 %.
Lingontmo II		Rekommenderas med reservationer	I upphöjningar tall eller gran minst 25 %, gödsling skall utföras.	I upphöjningar eller på blottlagd yta tall eller gran minst 25 %.

Vid markberedning är målet en fullsluten plantskog

Vid markberedning för blandad odling skapar man minst det antal odlingspunkter som förbandet kräver. Blottläggande av markytan ökar uppkomsten av kompletterande frösådda naturplantor.

Planteringstäthet vid blandad odling av tall-gran eller gran-tall

Rekommenderad planteringstäthet är sammanlagt 1600–2000 plantor per hektar. Ett mycket glest förband, till exempel 1000–1400 st/ha, är förknippat med risker. Om plantskogen drabbas av skador och ingen naturlig komplettering uppkommer blir plantskogens täthet under gränserna som bestäms i skogslagen.

Preciseringar

- Förhållandet mellan trädslagen kan man ändra på enligt ståndorten, varvid man använder förhållandevis mera av det trädslag som lämpar sig bättre för ståndorten. Exempelvis kan blandad odling på frisk mo göras i förhållandet 50/50.
- När tallens andel ökar är det befogat att tillämpa de övre gränserna i rekommendationen eftersom tallens kvalitet lider av glest förband.
- På torrare ståndorter lönar det sig att minska granens andel klart i förhållande till tallens.

Det finns tillsvidare knappt om forskning angående de bästa trädslagförhållandena vid plantering.

Utförande av plantering vid blandad odling av tall-gran eller gran-tall

Blandad odling sker samtidigt för båda trädslagen. Rotklumparna skall vara av samma storlek för att kunna plantera plantorna på samma djup med samma planteringsrör. Det är bra att göra en snabb översiktsgranskning av objektet för att i terrängen identifiera platser som är tydligt torrare.



Blandad odling av tall och gran kan göras på objekt där markberedningen gjorts som invershögläggning eller högläggning med fläckupptagning. Bild: © Laura Nikinmaa

Alternativ för utförande av planteringsarbetet

Alternativ 1: dela plantorna i plantkorgen i önskat förhållande. Plantorna planteras i den ordning planteraren tar dem i handen.

Alternativ 2: plantera de olika trädslagen i grupper om några ar, varvid en trädslagsmosaik uppstår på figuren.



På bilden har planteraren radat in plantor av gran och tall i plantkorgen, varefter han eller hon planterar dem i den ordning de tas upp från lådan. Bild: © Juha Varhi.



På bilden har planteraren först planterat tallplantor i en grupp på toppen av kullen och fortsätter sedan med att plantera gran på mera läglänt mark. Bild: © Juha Varhi.

Blandad odling med tallsådd och granplantering

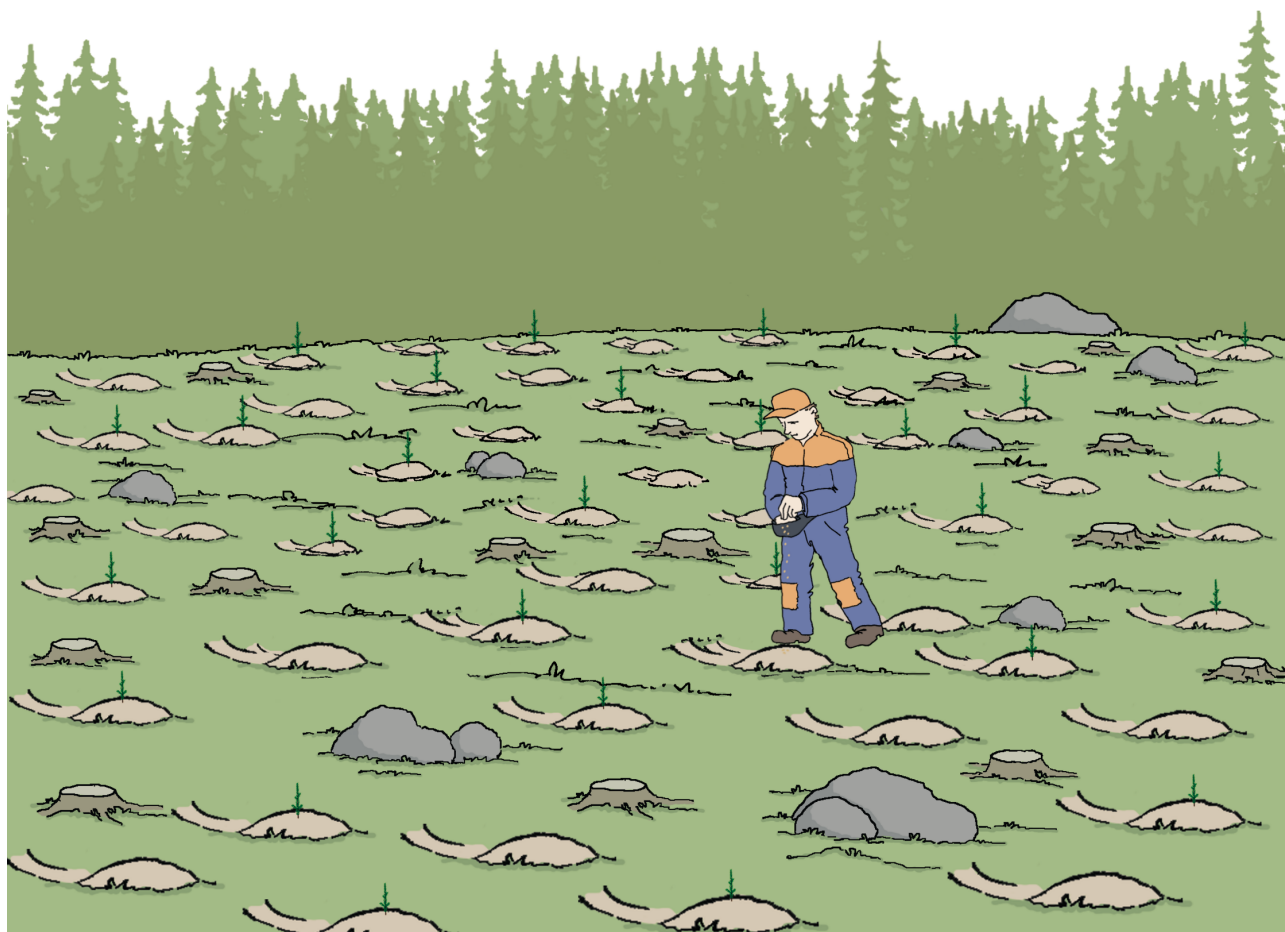
Det finns inte forskning om blandad odling, där man planterar gran och sår tall på samma ståndort. De rekommendationer som presenteras här baserar sig på uppskattningar av experter och praktisk erfarenhet av metoden på grova mineraljordar och torvmoar.

Då man kombinerar plantering och sådd strävar man till att göra båda samtidigt. Metoden är lämplig för grövre friska moar.

Utförande av plantering och sådd:

- Man planterar först 900–1200 granplantor per hektar på högar.
- Man reserverar cirka 150 gram tallfrö per hektar.
- Man sår fröna för hand i kvarblivna odlingspunkter i markberedningsfläcken eller bredvid högen om markberedningen gjorts i form av fläckupptagning med högläggning. Frön som såtts direkt på en stor hög gror inte bra. Högar vid invershögläggning är inte lika höga,

varvid man kan så på högarna.



Planteraren på bilden har först planterat ut granplantor på odlingspunkter. Arbetet fortsätter med att så för hand på de kvarblivna såddpunkterna. Bild: © Juha Varhi.

Utnyttjande av naturlig förnyelse i tall-granblandskog

Man kan dra nytta av naturlig förnyelse speciellt då jordmånen på figuren växlar mellan grövre och finkornigare och det finns tallar som är lämpliga som fröträd i närheten. Härvid kan man göra mikrofigurer, d.v.s. plantera gran på de finkornigare delarna och vänta på att tall uppkommer naturligt på de grovkornigare delarna.

Anläggning av ett blandbestånd av gran och björk

Då man grundar ett blandbestånd av gran och björk skall man beakta granens, vårtbjörkens och glasbjörkens olika tillväxtrytm och utveckling.

Att grunda ett gran-vårtbjörkbestånd med ett kronskikt

Virkesproduktion med gran och vårtbjörk i samma kronskikt lämpar sig för lundartad och frisk mo, där jordmånen är medelgrov eller grov. Vårtbjörk förekommer sparsamt i norra Finland och den uppnår sällan stockdimensioner.

Vid förnyelsen planterar man gran och strävar till att få in vårtbjörk naturligt. En förutsättning för detta är att det finns vårtbjörk som producerar frö i närheten av figuren som skall förnyas.



Bilden visar ett granbestånd på frisk mo, där man efter markberedning inte har planterat på alla planteringspunkter. På dessa planteringspunkter har det kommit in björk på naturlig väg. Man har valt ut vårtbjörkarna för virkesproduktion i röjningen. Bild: © Markku Remes

Förutsättningarna att utvecklas till ett gran-vårtbjörkblandbestånd är som bäst om man planterar en förädlad granplanta genast efter markberedning. Gran får då ett tillräckligt försprång i förhållande till frösådd vårtbjörk.

Den tidiga utvecklingen hos vårtbjörk med förädlad ursprung är klart snabbare än hos granen. Därför leder blandad odling av gran och vårtbjörk till ett tvåskiktat bestånd.

Med markberedningen strävar man till ett fullslutet plantbestånd

För att grunda ett blandbestånd gör man vid markberedningen minst det antal odlingspunkter som odlingstätheten kräver. Blottläggandet av markytan ökar uppkomsten

av kompletterande naturplantor.

Planteringstäthet hos gran då målet är en gran-björkblandskog

Som förband för granen använder man de lägsta rekommenderade planteringstätheterna, d.v.s. 1500–1800 st/ha. Med en glesare planteringstäthet för gran garanterar man tillräckligt växtutrymme för lövträden redan i förnyelseskedet. Om man grundar ett tätare granplantbestånd kan man bli tvungen att avlägsna planterade granar i röjningsskedet för att ge tillräckligt växtutrymme åt lövträden. Att plantera mycket glest, till exempel 1000 st/ha, är förknippat med risker. Om plantskogen drabbas av skador och naturlig komplettering inte uppkommer, kommer plantskogens täthet att vara under den gräns som bestäms i skogslagen.

Vid planteringen kan man lämna var fjärde odlingspunkt oplanterad. Ett alternativ är att dra nytta av naturlig variation inom figuren och lämna de bästa odlingspunkterna åt vårtbjörken.

Grundande av tall-gran-björkblandskog

Då man efterstävar en blandskog med tre trädslag planteras gran och tall och man väntar sig att björken uppkommer naturligt. Lämpliga objekt är bördiga friska moar. Plantorna kan planteras på följande sätt: gran 1000 st/ha och tall 500 st/ha. Det finns för tillfället bara lite erfarenhet gällande den lämpligaste planteringstätheten.

Grundande av gran-glasbjörkblandskog

En gran-glasbjörkblandskog kan vara en alternativ skötselkedja på torvmarker och i norra Finland, där vårtbjörken inte producerar stock av hög kvalitet. Anläggningsåtgärderna är desamma som då man grundar en gran-vårtbjörkblandskog.

Grundande av tall-glasbjörkblandskog

Att grunda en tall-glasbjörkblandskog kan vara ett alternativ på torvmarker, där glasbjörk fönyas bra på naturlig väg. Härvid planterar man tall, 1800–2000 plantor per hektar.

Skötsel av ett tvåskiktat blandbestånd

Uppdrivning av naturlig underväxt av gran under en skärm av glasbjörk fungerar bäst på torvmarker.

Bild: © Pentti Väisänen.

Huvudprincipen för skötsel av ett tvåskiktat blandbestånd av vårtbjörk och gran är att överbeståndet av björk glesas ut efterhand och bildar ett skikt av virkesproducerande överståndare. På torvmarker där glasbjörk bildar överbeståndet kan man göra på samma sätt.

Virkesproduktion i ett tvåskiktat vårtbjörk-granblandbestånd

Principen vid behandling av ett tvåskiktat blandbestånd av vårtbjörk och gran är gallring av det härskande överståndet av björk så att det fortsätter att växa som överståndare över underbeståndet av gran. Blandskogar av glasbjörk och gran på torvmarker kan behandlas på samma sätt.



Naturligt uppkommen granplantskog växer bra under glasbjörk på torvmark. Bild: © Pentti Väisänen.

Ett tvåskiktat blandbestånd av vårtbjörk och gran uppkommer vanligtvis i en situation där

naturligt uppkomna björkar har fått möjlighet att växa förbi planterad eller naturligt uppkommen gran tack vare sin snabba utveckling till en början. Det är också möjligt att man har strävat till ett tvåskiktat bestånd till exempel genom att vid röjningen lämna förväxande vårtbjörkar eller genom att plantera både gran och vårtbjörk på förnyelseytan. Det uppkommer också ofta granunderväxt under ett odlat björkbestånd på bördiga marker, vilket senare leder till ett tvåskiktat bestånd.

Beståndet kan vid första gallring gallras så att man lämnar 200–300 av de bästa vårtbjörkarna och 800–1000 granar per hektar. Resten av björkarna kan avverkas vid följande gallring av granbeståndet vid en ålder av 35–45 år. De bästa björkarna kan lämnas ända till förnyelseavverkningen av granen som glesa överståndare för att växa upp till stockstammar av hög kvalitet.

Gallring av björköverståndare över gran

Virkesproduktion i ett tvåskiktat blandbestånd av gran och björk förutsätter att gallringarna görs i tid. Granarnas kronor piskas sönder om de når upp till björkarnas kronor. Gallringen av björk måste göras noggrannt så att granunderväxten bevaras. En för kraftig gallring av björken leder till bredare kronor, vilket innebär mera skador på granen i följande avverkning.

Vårtbjörk är en värre konkurrent till granen jämfört med glasbjörk. Vårtbjörkens kronor är i allmänhet också kraftigare än glasbjörkens. Av dessa orsaker är det lättare att ha glasbjörk som överbestånd. Å andra sidan kan man hålla kvar vårtbjörken längre som överbestånd över granarna och samtidigt producerar de värdefull stock. Med tanke på naturhänsyn och landskapsvård är det befogat att lämna kvar en del av björköverståndarna som naturvårdsträd.

Skötsel av tvåskiktad tall-granblandskog

I ett talldominerat bestånd kan det uppkomma granunderväxt naturligt. På ståndorter som lämpar sig för gran kan det vara ekonomiskt motiverat att utnyttja underväxten. En bra utveckling hos granunderväxtgen förutsätter dock en kraftigare gallring än normalt av tallen, vilket minskar virkesutfallet. Genom att utnyttja granunderväxten kan man undvika kostnader för förnyelse.



Att bevara granunderväxten vid avverkning i tallebestånd är krävande och man undgår sällan betydande skador. Bild: © Pentti Väisänen.

Att överväga när det gäller granunderväxt

Beslut om att lämna granunderväxt måste i allmänhet göras då tallen uppnått förstagallringsstadiet. Granunderväxten försvårar gallringen och leder till sämre drivingskvalitet, men å andra sidan kan man genom att lämna underväxten möjliggöra en fortsatt virkesproduktion som stöder sig på denna. Med tanke på förnyelsen är den lämpligaste tidpunkten då en granunderväxt uppstår en eventuell ljushuggning. Det är svårt att i förstagallringsskedet utnyttja befintlig granunderväxt med tanke på vård av tvåskiktat bestånd eller kommande förnyelse av drivingstekniska orsaker.

Granunderväxten skall vara frisk, jämn och sådan att man kan förvänta sig att den

återhämtar sig efter avverkningen. Den skall uppfylla kraven i skogslagen. Ståndorten skall vara minst frisk mo. Då man överväger möjligheterna till virkesproduktion som baserar sig på granunderväxten skall man vara medveten om att en stor del förstörs vid avverkning av överståndare.

Minimantal utvecklingsdugliga plantor enligt skogslagen

	I mellersta och södra Finland	I norra Finland
Barrträdsdominerad plantskog	1500 st/ha	1200 st/ha
Lövträdsdominerad plantskog	1100 st/ha	1100 st/ha

På blåbärstorvmoar av typ II uppstår granunderväxt naturligt i tallbestånd. Eftersom ståndorten är tillräckligt bördig är det möjligt att utnyttja granunderväxten vid förnyelse.

Virkesproduktion i glasbjörk-granblandskog

En tvåskiktad blandskog med vårtbjörk och gran uppkommer vanligen på förnyelseytor där björk uppkommit på naturlig väg. Tack vare sin snabba tillväxt under de första åren har björkarna vuxit förbi granen som uppkommit genom odling eller på naturlig väg. Ett tvåskiktat bestånd kan också uppkomma exempelvis genom att gynna förväxta vårtbjörkar vid röjningen eller genom att plantera både gran och vårtbjörk på förnyelseytan. På bördiga marker uppkommer det granunderväxt på naturlig väg också i ett odlat vårtbjörksbestånd, och om inte granarna röjs bort blir skogen tvåskiktad när den blir äldre.

Virkesproduktionen i en blandskog med vårtbjörk och gran är en aning högre och den ekonomiska avkastningen kan vara högre jämfört med ett rent granbestånd. Skillnaden i lönsamhet beror på att man kan få intäkter från försäljning av björkstock tidigare än för granstock. Det ekonomiska resultatet är beroende av att man lyckas avverka fanérbjörkarna utan att skada granbeståndet i någon större omfattning och av björkarnas kvalitet med tanke på användning som svarvstock.

Vid förstagallringen lämnar man kvar de bästa 200–300 vårtbjörkarna och 800–1 000 granar per hektar. Resten av björkarna kan sedan avverkas i samband med följande gallring när björkarna är 35–45 år. De bästa björkarna kan lämnas kvar som överståndare i ett glest förband för att utvecklas till björkar som ger stock av hög kvalitet.

Tvåskiktade blandskogar med glasbjörk och gran är vanliga särskilt på dikade torvmarker. Granunderväxt uppkommer också om man planterar gran under en björkskärm. På bördiga torvmarker kan man med fördel utnyttja granunderväxt under glasbjörk. På momarker är

tvåskiktade blandskogar med glasbjörk och gran vanligen en följd av att plantskogsvården har försummats.

Behandlingen av trädbeståndet beror förutom av ståndorten också av granunderväxtens höjd och skick:

- En livskraftig granplantskog på mineraljord eller torvmark friställs på en gång med en överståndaravverkning då glasbjörkarna har nått massavedsdimension. På bördiga ståndorter i södra Finland kan man lämna kvar de bästa björkarna till nästa gallring, då de avverkas.
- På torvmarker kan granplantorna vara små när glasbjörken gallras eller så har de uppkommit först efter gallringen. Granarna ska friställas omkring 15 år efter att glasbjörken gallrats första gången. Om björkbeståndet är av hög kvalitet, kan man på bördiga ståndorter ännu hålla kvar 300–400 glasbjörkar av god kvalitet per hektar ovanför granarna. Björkarna bör ändå tas bort innan de börjar blir i dåligt skick eller granarnas kronor börjar ta skada av överståndarna.
- Det är inte befogat att avlägsna alla björkar utan en del lämnas kvar som naturvårdsträd.

Kontinuerlig beståndsvård i blandskog

Det finns inte ännu forskningsresultat om kontinuerlig beståndsvård i blandskog. De rekommendationer som presenteras här baserar sig på erfarenheter hos experter.

Vid kontinuerlig beståndsvård i blandskog är det viktigt att beakta ljusförhållandena i skogen och utföra avverkningarna så att också lövträden har möjlighet att förnyas. Lövträd behöver mycket ljus, vilket kan åstadkommas genom att ta upp luckor i tätare skog. Det kan var nödvändigt med röjning i luckorna om det uppstår täta snår i dem.

I ett tvåskiktat bestånd av björk och gran är det möjligt att övergå till naturlig förnyelse. Vid den första gallringen fokuserar man på att avlägsna de största björkarna för att ge mera utrymme åt barrträden. I kommande höggallringar avlägsnar man också barrträd och försäkrar sig om att andelen lövträd inte sjunker under en tredjedel, vilket eftersträvas.

Man eftersträvar en lövandel på en tredjedel av grundytan. Ett björkbestånd som uppkommit på en bördig ståndort utgör en bra utgångspunkt att bevara lövträdsinblandningen. Vid avverkning är det skäl att avlägsna granar och tallar som angripits av rotticka och deras granträd för att kunna förnya lövträden naturligt. Björkar som producerar frö sparas vid avverkningar, i synnerhet i kantskogen.

Blandskogsvård - anpassning till klimatförändringen

En större trädslagsblandning ökar beståndets motståndskraft mot skador jämfört med rena bestånd, särskilt när det gäller blandbestånd av barrträd och lövträd. En eventuell skogsskada drabbar sällan alla trädslag, utan en del av träden kan klara sig utan skador. Många skadegörare är knutna till ett och samma trädslag och trädslagets känslighet för olika skador varierar, vilket innebär att risken för svamp-, insekts- och stormskador minskar med större trädslagsblandning. Ett lövträdsbestånd som drabbats av stormskador orsakar till exempel ingen risk för insektsskador^[27]

. Rena granbestånd är särskilt utsatta för skador.

Inte heller blandskogar är helt skyddade mot skogsskador. Tallens rotticka och röta orsakad av honungsskivling förekommer i både lövträds- och barrträdsbestånd. Skador orsakade av knäckesjuka kan bli mer allmänna i tallplantskog där det förekommer asp, eftersom aspen fungerar som mellanvärd för den rostsvamp som orsakar sjukdomen. Barrträdsnunnans larver äter barr av både tall och gran.

Med ökat lövinslag ökar risken för däggdjursskador i plantskog, eftersom lövträd, speciellt asp, rönn och björk kan locka hjortdjur till beståndet. Älgarna skadar i allmänhet större plantor än vad rådjur och vitsvanshjort gör. Älgen är speciellt förtjust i toppskott av tall som vuxit i skuggan av lövsly. Risken för hjortdjursskador kan minskas om man anlägger blandbestånd bestående av både gran och tall. Älgen skadar sällan granplantor. Rådjur och vitsvanshjort kan däremot förstöra också granplantornas toppskott.

Sekametsä ei poista juurikäpää kasvupaikalta

Juurikäpää pysyy sitkeästi kasvupaikalla niin kauan kuin siellä kasvaa isäntäpuulajia. Kuusenjuurikäävän vaivaamilla kasvupaikoilla kuusta kasvava sekametsä jatkaa juurikäävän tartuttamista uusiin kuusiin. Tällaisilla alueilla kuusen poistaminen ja muiden puulajien kasvatus on suositeltava vaihtoehto.

Männynjuurikäävän aiheuttamaa tyvitervastautia esiintyy sekä havu- että lehtipuustossa. Näillä kohteilla on suositeltavaa kasvattaa yksi lehtipuusukupolvi, sillä lehtipuussa oleva männynjuurikäpää ei enää tartuta uutta puusukupolvea.

Lisätietoa: [Juurikäpäthuhojen torjunta](#).

Sanasto

Förstagallring



Diametertillväxten ökar snabbt hos livskraftiga träd som lämnats kvar att växa efter en förstagallring och träden börjar tåla belastning av vind och snö allt bättre. Bild: © Sami Karppinen.

Vid förstagallring uppstår säljbar massaved eller energived för första gången under omloppstiden. Det viktigaste målet med förstagallring är att förbättra trädbeståndets kvalitet och att försnabba diametertillväxten.

Förstagallringen är en skogsvårdsåtgärd som har stor betydelse för hur beståndet utvecklas i framtiden och vilken dess värdetillväxt blir. Träden växer bra när de har tillräckligt med utrymme, ljus, näring och vatten. När träden växer ökar konkurrensen om utrymme i beståndet. Följden blir att trädens levande krona blir mindre och att diametertillväxten avmattas. Om man vill att beståndet ska producera grov stock så snabbt som möjligt är förstagallringen en nära nog nödvändig åtgärd.

Förstagallringen görs i allmänhet då beståndets övre höjd är 12-15 meter. Tidpunkten är beroende av huvudträdslaget, stammarnas storlek, tätheten i beståndet och ståndorten.

Kvaliteten på beståndet förbättras om man ser till att lämna kvar livskraftiga träd av hög kvalitet vid förstagallringen. Träd i dåligt skick eller av dålig kvalitet gallras bort, bland dem också härskande träd av dålig kvalitet, samtidigt som man strävar till att uppnå målsatt täthet.

Gallring



Senare gallring kan också göras som höggallring. Uttaget av stock blir på så vis större än vid låggallring.
Bild: © Maria Lindén.

Gallring (senare gallring) görs i grövre gallringsskog, en tid efter förstagallringen. Senare gallringar har ofta både skogsvårdsmässiga och ekonomiska mål.

Ett av de viktigaste målen är att få avverkningsintäkter och därigenom förbättra avkastningen på det kapital som virkesförrådet representerar. Gallringsmallarna används som utgångspunkt vid alla gallringsavverkningar. De baserar sig på grundyta och övre höjd. Oberoende av gallringsmetod lämnas friska träd med livskraftig krona och av god kvalitet att växa i den mängd gallringsmallarna rekommenderar.

Bestånd med en grundytavgd medeldiameter på brösthöjd över 16 cm och brösthöjdsålder på minst 25 år klassificeras som grövre gallringsbestånd. I det här skedet är förstagallringen vanligen redan utförd och tillväxten i beståndet är bra.

Växthusgaser

De växthusgaser som har störst inverkan på uppvärmningen av klimatet är koldioxid (CO₂), metan (CH₄) och kväveoxidul (N₂O). Övriga betydelsefulla växthusgaser är vattenånga (H₂O), ozon (O₃) och freoner. Växthusgaserna gör att klimatet värms upp genom att förhindra värmestrålning från markytan att stråla ut i rymden.

Etablering av blandbestånd

Etablering av ett bestånd som består av en blandning av gran och björk, av tall och gran eller av gran, björk och tall. I beståndet växer två eller flera trädslag. Beståndet kan bestå av enbart barr- eller lövträd eller av en blandning av dem. I ett blandbestånd är huvudträdslagets andel högst 75 %.

Litteratur

1. Routa, J. & Huuskonen, S. (toim.). 2022. Jatkuvapeitteinen metsänkasvatus: Synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 40/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 132 s
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-427-2>
2. Griess, V.C ja Knoke, T. 2011. Growth performance, windthrow, and insects: Metaanalyses of parameters influencing performance of mixed species stands in boreal and northern temperate biomes. Canadian Journal of Forest Research, Volume 41, 1141–1159.
<https://doi.org/10.1139/x11-042>
3. Hedwall, P.-O., Holmström, E., Lindblad, M. ja Felton, A. 2019. Concealed by darkness: How stand density can override the biodiversity benefits of mixed forests. Ecosphere 10(8):e02835.
<https://doi.org/10.1002/ecs2.2835>
4. Kuuluvainen, T. & Aakala, T. 2011. Natural forest dynamics in boreal Fennoscandia: a review and classification. Silva Fennica 45(5): 823–841.
<https://doi.org/10.14214/sf.73>
5. Axelsson, AL., Östlund, L. & Hellberg, E. 2002. Changes in mixed deciduous forests of boreal Sweden 1866–1999 based on interpretation of historical records. Landscape Ecol 17, 403–418 (2002).
<https://doi.org/10.1023/A:1021226600159>
6. Koivula, M., Louhi, P., Miettinen, J., ym. 2022. Talousmetsien luonnonhoidon ekologisten vaikutusten synteesi. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 60/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 83 s
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-472-2>
7. Huuskonen, S et al. 2020. What is the potential for replacing monocultures with mixed-species stands to enhance ecosystem services in boreal forests in Fennoscandia? Forest Ecology and Management 479.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118558>
8. Felton, A., Nilsson, U., Sonesson, J., ym. 2016. Replacing monocultures with mixed-species stands: ecosystem service implications of two production forest alternatives in

Sweden. *Ambio* 45: 124–139.

9. Siitonen, J. 2001. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecol. Bull.* 49, 11–41.
10. Kouki J. ym. 2018. Metsät. Julkaisussa: Kontula T., Raunio A. (toim.). Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus & ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018. s. 171–201.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4816-3>
11. Härkönen, L., Lepistö, A., Sarkkola, S. et al. 2023. Reviewing peatland forestry: Implications and mitigation measures for freshwater ecosystem browning. *Forest Ecology and Management* 531 (2023) 120776
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.120776>
12. Kritzberg, E.S., Hasselquist, E.M., Škerlep, M. et al. Browning of freshwaters: Consequences to ecosystem services, underlying drivers, and potential mitigation measures. *Ambio* 49, 375–390 (2020).
<https://doi.org/10.1007/s13280-019-01227-5>
13. Hasselquist, E., Kuglerova, L., Sjogren, J. et al. 2021. Moving towards multi-layered, mixed-species forests in riparian buffers will enhance their long-term function in boreal landscapes. *Forest Ecology and Management* 493:119254
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119254>
14. Tolkkinen, M. J., Heino, J., Ahonen, S. H., Lehosmaa, K., & Mykrä, H. 2020. Streams and riparian forests depend on each other: A review with a special focus on microbes. *Forest Ecology and Management*, 462, 117962.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.117962>
15. Pukkala, T. 2018. Effect of species composition on ecosystem services in European boreal forest. *J. For. Res.* 29, 261–272 (2018).
<https://doi.org/10.1007/s11676-017-0576-3>
16. Hynynen, J., Repola, J. ja Mielikäinen, K. 2011. The effects of species mixture on the growth and yield of mid-rotation mixed stands of Scots pine and silver birch. *Forest Ecology and Management* 262, 1174–1175.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.06.006>
17. Lindén, M. & Agestam, E. 2003. Increment and Yield in Mixed and Monoculture

Stands of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* Based on an Experiment in Southern Sweden, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 18:2, 155-162
<https://doi.org/10.1080/02827580310003722>

18. Mielikäinen, K. 1980. Mänty-koivusekametsiköiden rakenne ja kehitys. Summary: Structure and development of mixed pine and birch stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99(3). 82 s.
<http://urn.fi/URN:NBN:fi-metla-201207171129>
19. Mielikäinen, K. 1985. Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteeseen ja kehitykseen. Summary: Effect of an admixture of birch on the structure and development of Norway spruce stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 133. 79 s.
<http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-0711-5>
20. Agestam, E. 1985b. En produktionsmodell för blandbestånd av tall, gran och björk i Sverige. Summary: A growth simulator for mixed stands of pine, spruce and birch in Sweden. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsproduktion. Rapport 115. 150 s.
21. Pukkala, T. ym. 1994. Productivity of mixed species stands of *Pinus sylvestris* and *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9(2): 143–153.
<https://doi.org/10.1080/02827589409382824>
22. Matthies, B. ja Valsta, L. 2016. Optimal forest species mixture with carbon storage and albedo effect for climate change mitigation. *Ecological Economics* 123:1, 95–105.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.01.004>
23. Mielikäinen, K. & Valkonen, S. 1995. Kaksijaksoisen kuusi-koivu-sekametsikön kasvu. *Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja* 1995(2), 81–97.
<https://doi.org/10.14214/ma.5948>
24. Dawud, S.M. ym. 2017. Tree species functional group is a more important driver of soil properties than tree species diversity across major European forest types. *Functional Ecology* 31, 1153–1162. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12821>
<https://doi.org/10.1111/1365-2435.12821>
25. Smolander, A. 1990. Frankia populations in soils under different tree species – with special emphasis on soils under *Betula pendula*. *Plant Soil* 121, 1–10.
26. Smolander 2018. Typpilannoitus metsämaan viljavuuden parantajana –

kestävyysnäkökohtia maan ja ympäristön kannalta. Metsätieteen aikakauskirja 2018-10080. Tieteen tori. 8 s.

<https://doi.org/10.14214/ma.10080>.

27. Korhonen K.T. ym. 2020. Metsien monimuotoisuudelle merkittävien rakennepiirteiden muutokset Suomessa vuosina 1980– 2015. Metsätieteen aikakauskirja 2020-10198. Tutkimusartikkeli. 26 s.

<https://doi.org/10.14214/ma.10198>